



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TEMA:

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE ENFRIAMIENTO CON PANELES DE ARCILLA TIPO COLMENA PARA VIVIENDA RURAL SUSTENTABLE”

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

AUTORES:

CABRERA RODRÍGUEZ DANNA NAYELI
VALDEZ RAMIREZ YULISSA ELIZABETH

TUTOR:

Arq. Gilda Graciela Rubira Gómez, Mg.

La Libertad - Ecuador

2023



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TEMA:

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE ENFRIAMIENTO CON PANELES DE ARCILLA TIPO COLMENA PARA VIVIENDA RURAL SUSTENTABLE”

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

AUTORES:

CABRERA RODRÍGUEZ DANNA NAYELI
VALDEZ RAMIREZ YULISSA ELIZABETH

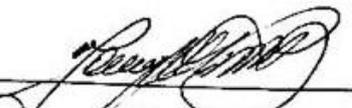
TUTOR:

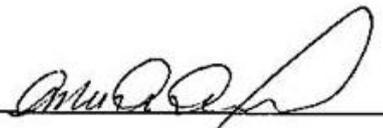
Arq. Gilda Graciela Rubira Gómez, Mg.

UPSE
La Libertad - Ecuador

2023

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. 
Ing. Jonny Villao Borbor MSc.
DIRECTOR DE CARRERA

f. 
Arq. Gilda Rubjra Gómez. Mg.
DOCENTE TUTOR

f. 
Ing. Richard Ramírez Mg.
DOCENTE ESPECIALISTA

f. 
Ing. Lucrezia Moreno Alcívar PhD.
DOCENTE UIC

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, **CABRERA RODRÍGUEZ DANNA NAYELI** y **VALDEZ RAMIREZ YULISSA ELIZABETH** declaramos bajo juramento que el presente trabajo de titulación denominado “**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE ENFRIAMIENTO CON PANELES DE ARCILLA TIPO COLMENA PARA VIVIENDA RURAL SUSTENTABLE**”, no tiene antecedentes de haber sido elaborado en la Facultad de **CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**, Carrera de **INGENIERÍA CIVIL**, lo cual es un trabajo exclusivamente inédito y perteneciente a mi autoría.

Por medio de la presente declaración cedemos los derechos de autoría y propiedad intelectual, correspondientes a este trabajo, a la Universidad Estatal Península de Santa Elena, según lo establecido por la ley de propiedad intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

Atentamente,

f. 

Cabrera Rodríguez Danna Nayeli
C.I. 2450302779
AUTOR DE TESIS

f. 

Valdez Ramírez Yulissa Elizabeth
C.I. 0922866868
AUTOR DE TESIS

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

CERTIFICADO DOCENTE TUTOR

ARQ. GILDA RUBIRA GOMEZ, MSc.

TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACION
Universidad Estatal Península de Santa Elena

La Libertad, noviembre 27 del 2023

Certifico en mi calidad de Tutor del trabajo de titulación denominado **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE ENFRIAMIENTO CON PANELES DE ARCILLA TIPO COLMENA PARA VIVIENDA RURAL SUSTENTABLE”**, elaborado por las estudiantes **CABRERA RODRIGUEZ DANNA NAYELI, C.I. 2450302779** y **VALDEZ RAMIREZ YULISSA ELIZABETH C.I. 0922866868**, de la Carrera de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de **INGENIERO CIVIL**, me permito declarar que luego de haber orientado, estudiado y revisado, la apruebo en todas sus partes.

Arq. Gilda G. Rubira Gómez, MSc
C.I.: 0904978079
DOCENTE TUTOR

C.c.- Archivo

Campus matriz, La Libertad - Santa Elena - ECUADOR
Código Postal: 240204 - Teléfono: (04) 781 - 732

UPSE ¡crece SIN LÍMITES!

f @ t v www.upse.edu.ec

CERTIFICADO DE GRAMATOLOGÍA

Certificación de Gramatólogo

Lic. ALEXI JAVIER HERRERA REYES

Magíster En Diseño Y Evaluación

De Modelos Educativos

La Libertad, noviembre 27 del 2023.

Certifica:

Que después de revisar el contenido del trabajo de integración curricular en opción al título de **INGENIERO/A CIVIL** de: **CABRERA RODRÍGUEZ DANNA NAYELI & VALDEZ RAMIREZ YULISSA ELIZABETH**, cuyo tema es: **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE ENFRIAMIENTO CON PANELES DE ARCILLA TIPO COLMENA PARA VIVIENDA RURAL SUSTENTABLE”**, me permito declarar que el trabajo investigativo se encuentra idóneo y puede ser expuesto ante el jurado respectivo para la defensa del tema en mención.

Es todo cuanto puedo manifestar en honor a la verdad.



Lic. Alexi Herrera R, MSc.
Docente de Español A: Literatura
Cel: 0962989420
e-mail: alexiherrerareyes@hotmail.com

CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

CERTIFICADO ANTIPLAGIO

DOCENTE MSc. ARQ. GILDA RUBIRA GOMEZ

ID del documento: *5e4d823ce07928abfb5778c62d8d00dfdceb5904*

La Libertad, noviembre 26 del 2023

En calidad de tutor del trabajo de titulación denominado “**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE ENFRIAMIENTO CON PANELES DE ARCILLA TIPO COLMENA PARA VIVIENDA RURAL SUSTENTABLE**”, elaborado por las estudiantes **CABRERA RODRIGUEZ DANNA NAYELI, C.I. 2450302779** y **VALDEZ RAMIREZ YULISSA ELIZABETH C.I. 0922866868**, de la Carrera de Ingeniería civil, de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de **INGENIERO CIVIL**, me permito declarar que una vez analizado en el sistema Anti plagio **COMPILATIO**, luego de haber cumplido los requerimientos exigidos de valoración, el presente proyecto ejecutado, se encuentra **con <1 %** de la valoración permitida, por consiguiente se procede a emitir el presente informe.

Cordialmente.

Arq. Gilda Rubira Gómez, MSc.
C.I.: 0904978079
DOCENTE TUTOR

P.D.- Adjunto Informe de Análisis Copilatio
C.c.- Archivo



TESIS CABRERA-VALDEZ R1.1

< 1% **Textos sospechosos**

- < 1% Similitudes**
< 1% similitudes entre comillas
- < 1% Idioma no reconocido**
- 0% Textos potencialmente generados por la IA**

Nombre del documento: TESIS CABRERA-VALDEZ R1.1.pdf
 ID del documento: 5e4d823ce07928abfb5778c62d8d00dfcecb5904
 Tamaño del documento original: 1,29 MB

Depositante: GILDA GRACIELA RUBIRA GÓMEZ
 Fecha de depósito: 26/11/2023
 Tipo de carga: interface
 fecha de fin de análisis: 26/11/2023

Número de palabras: 10.394
 Número de caracteres: 68.625

Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuente principal detectada

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	hdl.handle.net Propuesta arquitectónica de un centro de esparcimiento social co... https://hdl.handle.net/20.500.13084/4882	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (53 palabras)

Fuentes con similitudes fortuitas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	bibliotecadigital.udea.edu.co https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/6285/1/ZuluagaDaniel_2016_caracterizaciona...	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (15 palabras)
2	repositorioslatinoamericanos.uchile.cl Diseño de prototipos de viviendas econó... https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/6329839	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (12 palabras)

DEDICATORIA

El presente proyecto quiero dedicar a mi papá, quien siempre supo cómo impulsarme en la vida a pesar de todas las adversidades. A mi mamá y mi hermana quienes siempre han sido un gran ejemplo de fuerza y superación para mí. A mi hermano y a su mamá quienes entraron a mi historia para darle un destello de luz y felicidad. A mi primo que siempre me ha cuidado como una hermana. A Dios y al universo creado por permitir que la serie de eventos sucedidos me permitieran llegar este punto. A mis mascotas quienes me han dado dicha durante mi vida con ellos. A todas las personas que me han facilitado llevar esta etapa de vida con alegría y tranquilidad. Finalizando conmigo misma, a una persona del pasado quien no creía que lograría nada, le dedico este logro de uno de los capítulos de nuestra vida.

CABRERA RODRIGUEZ DANNA NAYELI

Dedico principalmente este proyecto a Dios, por darme vida y sabiduría para poder culminar mi carrera.

A mis papitos bellos, Margarita y José que siempre me llenaron de mucho amor y me apoyaron en cada aspecto de mi etapa universitaria, son mi pilar y mi inspiración para llegar hasta aquí, gracias por tanto y espero algún día retribuir todo lo que hacen por mí.

A mis hermanos, Geovanka y Jacinto que estuvieron para sacarme una sonrisa y me motivaron a seguir adelante, siempre estaré feliz y orgullosa de tener hermanos tan valientes como ustedes.

A mis abuelitas, mamita Luz y mamita Leja que con mucho sacrificio siempre apoyaron mis ideales y bendijeron mi camino con sus oraciones y amor. Me siento afortunada de tener unas abuelitas tan lindas y trabajadoras como ustedes.

A mis mascotas, mi gatito Shadow y mi perrito Norby, que con solo sentir su presencia calmaban mis días malos.

A todos quienes fueron parte de este proceso, gracias por todo el cariño que conllevó llegar a obtener este gran título de Ingeniera Civil.

VALDEZ RAMIREZ YULISSA ELIZABETH

AGRADECIMIENTOS

Me permito agradecer a mis padres por las oportunidades brindadas durante mi crecimiento profesional y a mi hermana por ser un gran ejemplo de fortaleza. A las personas que lograron que este proyecto culminara de manera exitosa, mencionando honoríficamente mi papá que estuvo en cada paso junto a mi apoyándome a culminar este capítulo, a su equipo de trabajo que nos compartieron sus conocimientos y ayudaron durante toda la construcción de nuestro proyecto. A mi compañera y amiga Yulissa Valdez por su resistencia ante la responsabilidad que conllevó todo este camino.

A mi gran amigo y compañero Esteven Duchicela, que siempre estuvo para aportarme conocimientos con gentileza durante los momentos difíciles de mi carrera universitaria, al igual que al grupo de grandiosas personas con las que compartir y superar varias dificultades académicas Francisco, Helen, Amira, Sebastián y Kevin, tomaron un lugar muy especial en mi corazón.

A la Universidad Estatal Península de Santa Elena y a su administración, que se esfuerzan por crear y enseñar a las nuevas generaciones los conocimientos debidos para crear grandes profesionales, a la Arq. Gilda Rubira por sus ideas e instrucciones brindadas durante las tutorías del presente proyecto. Y a los Ingenieros que supieron involucrarse de forma positiva aportándonos y ayudándonos a ser mejores.

A Miguel, por acompañarme, aconsejarme y escucharme durante este último esfuerzo, dándome ánimo para continuarlo. Y a mí misma, a una Danna del pasado y del presente, que decidió ver las razones para avanzar.

CABRERA RODRIGUEZ DANNA NAYELI

Quiero expresar mi profundo agradecimiento a Dios, fuente de toda sabiduría y fortaleza, por guiarme a lo largo de este arduo viaje académico. En cada paso de mi investigación, sentí tu presencia inspiradora y reconfortante.

A mi amada familia, mis queridos padres; José Valdez y Margarita Ramírez, mis hermanos Geovanka y Jacinto y mis abuelitas Aura Luz y Alejandrina, por la educación y valores que supieron inculcarme siempre. Los amo con todo mi corazón.

A mi amiga y compañera de tesis, Danna quien fue un rayito de luz en los días buenos y malos, gracias por acompañarme y encontrar las palabras precisas para motivarme y seguir adelante. Juntas, superamos desafíos y celebramos logros, construyendo durante nuestra carrera no solo un proyecto académico sólido, sino también una amistad duradera.

A las personas que fueron parte fundamental para lograr terminar nuestro proyecto y supieron ayudarnos con mucho cariño y paciencia. El Sr. Emerson Cabrera y su equipo de trabajo, Ing. Jaime Flores e Ing. Karla Gomez, gracias infinitas por compartir sus conocimientos y acompañarnos en cada paso, su dedicación y experiencia fueron esenciales para llevar a cabo nuestro proyecto.

Al capítulo estudiantil ACI UPSE Student Chapter, gracias por dejarme formar parte de su equipo y permitirme conocer experiencias que llevare siempre en mi corazón.

A la empresa FRADA Diseño y Construcción, que me permitió aprender y profundizar mis conocimientos en campo y oficina, gracias por ser parte importante en mi formación profesional.

A mis queridos amigos de la universidad con los que compartí conocimientos, alegrías, tristezas y estuvieron a mi lado apoyándome académicamente y en las actividades en las que estuve presente, de manera especial a Kevin, Esteven, Helen, Sebastián, Francisco, Amira y Mileny, que estuvieron siempre para apoyarme y acompañarme hasta altas horas de la madrugada e hicieron más bonito el proceso de llegar hasta la meta, los llevare siempre en mi memoria,

Y mi sincero agradecimiento a la Universidad Estatal Península de Santa Elena por darme la oportunidad de estudiar en sus aulas y conocer personas tan maravillosas.

Mi eterno agradecimiento a todas las personas que han hecho posible esta culminación académica. Los guardo con mucho cariño en mi corazón.

VALDEZ RAMIREZ YULISSA ELIZABETH

INDICE GENERAL

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	i
DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	ii
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR	iii
CERTIFICADO DE GRAMATOLOGÍA	iv
CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO.....	v
DEDICATORIA	vii
AGRADECIMIENTOS	ix
LISTA DE TABLAS.....	xviii
GLOSARIO:	xix
1. CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	22
1.1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	25
1.2. ANTECEDENTES.....	27
1.3. HIPÓTESIS	30
1.3.1. Hipótesis General.....	30
1.3.2. Hipótesis Específicas.	30
1.4. OBJETIVOS.....	31
1.4.1. Objetivo General.....	31
1.4.2. Objetivos Específicos.....	31
1.5. ALCANCE	31
1.6. VARIABLES.....	32
1.6.1. Variables Independientes.	32
1.6.2. Variables Dependientes.....	32
2. CAPITULO II: MARCO TEÓRICO.....	33
1.7. MARCO CONCEPTUAL.....	33

1.7.1.	Arcilla.....	33
1.7.2.	Fabricación de Cilindros.	35
1.7.3.	Estados de la Cerámica.	35
1.7.4.	Técnicas de Elaboración.	36
1.7.5.	Acero Inoxidable.....	38
1.7.6.	Refrigerantes	39
1.7.7.	Consumo de Energía	40
1.7.8.	Uso de Energía Solar.....	41
1.8.	MARCO NORMATIVO.....	42
1.8.1.	Constitución de la República del Ecuador	43
1.8.2.	Ley de Gestión Ambiental	46
3.	CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	48
3.1.	TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	48
3.1.1.	Tipo de Investigación.....	48
3.1.2.	Nivel de Investigación.....	49
3.2.	MÉTODO, ENFOQUE Y DISEÑO.....	49
3.2.1.	Método.	49
3.2.2.	Enfoque.	50
3.2.3.	Diseño de la Investigación.	50
3.3.	POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO.....	51
3.3.1.	Población.....	51
3.3.2.	Muestra.....	51
3.3.3.	Muestreo.....	52
3.4.	UBICACIÓN DEL SECTOR DE ESTUDIO	52
3.4.1.	Clima.....	53

3.4.2.	Temperatura y Humedad.....	55
3.4.3.	Consideraciones de la Vivienda.....	57
3.5.	METODOLOGÍA DE O.E.1.: DISEÑAR GEOMÉTRICAMENTE EL PROTOTIPO DE UN SISTEMA CON PANELES DE ARCILLA DE TIPO COLMENA UTILIZANDO AUTOCAD Y SKETCHUP CON EL FIN DE PROPORCIONAR UNA SOLUCIÓN TÉCNICA Y EFICIENTE EN LA CONSTRUCCIÓN.....	58
3.5.1.	Diseño Geométrico.....	58
3.6.	METODOLOGÍA DEL O.E.2.: CONSTRUIR EL PROTOTIPO DE PANELES DE ARCILLA TIPO COLMENA MEDIANTE LA FABRICACIÓN ARTESANAL DE PANELES Y TECNICAS DE SOLDADURA E INSTALACION DE BOMBAS DE PRESION PARA COMPROBAR EL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA ENFRIAMIENTO. 59	
3.6.1.	Proceso Artesanal para Elaboración de los Paneles.....	60
3.6.2.	Proceso de Elaboración de Malla Soldada.....	66
3.6.3.	Proceso de Instalación de la Bomba.....	67
3.7.	METODOLOGÍA DEL O.E.3. EVALUAR EL COMPORTAMIENTO HIGROTÉRMICO EN DOS HABITACIONES RECOPILANDO PARÁMETROS FÍSICOS A TRAVÉS DE PRUEBAS REALIZADAS CON SENSORES DIGITALES PARA EL ANÁLISIS DE DATOS TÉCNICOS. ...	68
3.7.1.	Temperatura.....	69
3.7.2.	Humedad.....	69
3.7.3.	Velocidad del Aire:.....	70
3.7.4.	Temperatura del Agua:.....	70
3.8.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	72
4.	CAPÍTULO IV: RESULTADOS	74

6.1. RESULTADOS DE O.E.1.: DISEÑAR GEOMÉTRICAMENTE EL PROTOTIPO DE UN SISTEMA CON PANELES DE ARCILLA DE TIPO COLMENA UTILIZANDO AUTOCAD Y SKETCHUP CON EL FIN DE PROPORCIONAR UNA SOLUCIÓN TÉCNICA Y EFICIENTE EN LA CONSTRUCCIÓN.....	74
6.2. RESULTADOS DE O.E.2.: CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO TIPO COLMENA MEDIANTE LA FABRICACIÓN ARTESANAL DE PANELES Y TECNICAS DE SOLDADURA E INSTALACION DE BOMBAS PARA COMPROBAR EL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA ENFRIAMIENTO.....	76
6.2.1. Prototipo con Panel de Arcilla de Tipo Colmena.....	76
6.2.2. Construcción Artesanal de Cilindros de Arcilla:	76
6.2.3. Propiedades de Enfriamiento del Sistema.....	77
6.2.4. Partes del Sistema de Enfriamiento Tipo Colmena.....	77
6.2.5. Proceso de Instalación de la Bomba.....	79
6.3. RESULTADOS DEL O.E.3. EVALUAR EL COMPORTAMIENTO HIGROTÉRMICO EN DOS HABITACIONES RECOPILANDO PARÁMETROS FÍSICOS A TRAVÉS DE PRUEBAS REALIZADAS CON SENSORES DIGITALES PARA EL ANÁLISIS DE DATOS TÉCNICOS. ...	80
6.3.1. Prueba No. 1 control de prototipo encendido.....	81
6.3.2. Prueba No. 2 Control de Prototipo Encendido.....	84
6.3.3. Prueba No. 3 control de prototipo encendido.....	89
6.3.4. Prueba No. 4 control de prototipo encendido.....	92
6.3.5. Prueba No. 5 control de prototipo encendido.....	96
5. CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	101
6.4. CONCLUSIONES.....	101
6.5. RECOMENDACIONES.	103

6. BIBLIOGRAFÍA	105
-----------------------	-----

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de la Provincia de Santa Elena.	52
Figura 2. <i>Clasificación de los Climas de la Península de Santa Elena de acuerdo con INAMHI.</i>	54
Figura 3 <i>Análisis de Radiación Generado en el Programa Revit 2024.</i>	54
Figura 4. <i>Datos Climáticos de Santa Elena.</i>	55
Figura 5. <i>Humedad Relativa de la Provincia de Santa Elena.</i>	56
Figura 6. <i>Plano esquemático de la vivienda y habitaciones de prueba.</i>	57
Figura 7. <i>Organigrama Metodológico para Diseño Geométrico.</i>	59
Figura 8. <i>Amasado de Cabeza de Buey. Amasado de Cabeza de Buey.</i>	60
Figura 9. <i>Etapas de Endurecimiento de la Arcilla. Etapas de Endurecimiento de la Arcilla.</i>	61
Figura 10. <i>Herramientas para Moldeado. Herramientas para Moldeado.</i>	62
Figura 11. <i>Canal en la Unión del Cilindro de Arcilla. Canal en la Unión del Cilindro de Arcilla.</i>	63
Figura 12. <i>Proceso de corrección de imperfecciones.</i>	63
Figura 13. <i>Proceso de inmersión de cilindros para prueba de pesos.</i>	66
Figura 14. <i>Malla Soldada para Cilindros de Arcilla.</i>	66
Figura 15. <i>Sensores de Temperatura y Humedad. Sensores de Temperatura y Humedad.</i>	69
Figura 16. <i>Anemómetro digital.</i>	70
Figura 17. <i>Termómetro para agua.</i>	71
Figura 18. <i>Dimensiones de los Paneles de Arcilla.</i>	74
Figura 19. <i>Modelo Tridimensional.</i>	75
Figura 20. <i>Paneles de Arcilla Cocidos.</i>	77
Figura 21. <i>Paneles de Arcilla sin Cocción.</i>	78
Figura 22. <i>Paneles Ensamblados en la Estructura.</i>	79
Figura 23. <i>Habitaciones para Pruebas. Habitaciones para Pruebas.</i>	80
Figura 24. <i>Gráfico Comparativo de Temperaturas.</i>	82
Figura 25. <i>Gráfico Comparativo de Humedades.</i>	82
Figura 26. <i>Correlación Higrotérmica en la Habitación 2.</i>	83

Figura 27. <i>Correlación Higrotérmica de Habitación 1.</i>	83
Figura 28. <i>Gráfico Comparativo de Temperaturas.</i>	85
Figura 29. <i>Gráfico Comparativo de Humedades.</i>	86
Figura 30. <i>Correlación Higrotérmica en la habitación 2.</i>	86
Figura 31. <i>Correlación higrotérmica en la Habitación 1.</i>	87
Figura 32. <i>Gráfico Comparativo de Temperaturas.</i>	90
Figura 33. <i>Gráfico Comparativo de Humedades.</i>	90
Figura 34. <i>Correlación Higrotérmica en la Habitación 2.</i>	91
Figura 35. <i>Correlación Higrotérmica en la Habitación 1.</i>	91
Figura 36. <i>Gráfico Comparativo de Temperaturas.</i>	94
Figura 37. <i>Gráfico Comparativo de Humedades.</i>	94
Figura 38. <i>Correlación Higrotérmica en la Habitación 2.</i>	95
Figura 39. <i>Correlación Higrotérmica en la Habitación 1.</i>	95
Figura 40. <i>Gráfico Comparativo de Temperaturas.</i>	97
Figura 41. <i>Gráfico Comparativo de Humedades.</i>	98
Figura 42. <i>Correlación Higrotérmica en la Habitación 2.</i>	98
Figura 43. <i>Correlación Higrotérmica en la Habitación 1.</i>	99

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. <i>Límites de tamaños de suelos separados.</i>	34
Tabla 2. <i>Clasificación de los climas de la península de Santa Elena.</i>	53
Tabla 3. <i>Temperatura máxima y mínima de la Provincia de Santa Elena</i>	55
Tabla 4. <i>Humedad relativa de la provincia de Santa Elena</i>	56
Tabla 5. <i>Medidas cilindro de arcilla</i>	62
Tabla 6. <i>Registro de pesos de un cilindro de arcilla</i>	65
Tabla 7. <i>Registro del peso total de los paneles de arcilla</i>	65
Tabla 8. <i>Cuadro de la operacionalización de la variable independiente</i>	72
Tabla 9. <i>Cuadro de operacionalización de la variable dependiente.</i>	73
Tabla 10. <i>Dosificación de la mezcla de arcilla</i>	78
Tabla 11. <i>Prueba No.1 control con prototipo encendido</i>	81
Tabla 12. <i>Registro de cambios climáticos por hora del cantón Santa Elena.</i>	81
Tabla 13. <i>Registro horario de la temperatura del agua</i>	82
Tabla 14. <i>Prueba No.2 control con prototipo encendido</i>	84
Tabla 15. <i>Registro de cambios climáticos por hora del cantón Santa Elena.</i>	85
Tabla 16. <i>Registro horario de la temperatura del agua</i>	85
Tabla 17. <i>Prueba No. 3 control con prototipo encendido</i>	89
Tabla 18. <i>Registro de cambios climáticos por hora del cantón Santa Elena.</i>	89
Tabla 19. <i>Registro horario de la temperatura del agua</i>	90
Tabla 20. <i>Prueba No. 4 control con prototipo encendido</i>	91
Tabla 21. <i>Registro de cambios climáticos por hora del cantón Santa Elena.</i>	93
Tabla 22. <i>Registro horario de la temperatura del agua</i>	93
Tabla 23. <i>Prueba No. 5 control con prototipo encendido</i>	96
Tabla 24. <i>Registro de cambios climáticos por hora del cantón Santa Elena.</i>	97
Tabla 25. <i>Registro horario de la temperatura del agua</i>	97

GLOSARIO:

Anemómetro: Instrumento para medir la velocidad de circulación de un fluido gaseoso, en especial del viento.

Termómetro: Instrumento que sirve para medir la temperatura

Termohigrómetro: instrumento electrónico que en su versión más básica; mide y muestra la temperatura (T) y humedad relativa (HR) del medio

Intrínseco: Íntimo, esencial.

Baremo: Cuadro gradual establecido para evaluar los daños derivados de accidentes o enfermedades, o los méritos personales, la solvencia de empresas.

AWS: American Welding Society, publica especificaciones para una amplia variedad de metales de aportación de soldadura.

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE ENFRIAMIENTO CON PANELES DE ARCILLA TIPO COLMENA PARA VIVIENDA RURAL SUSTENTABLE”

Autores: Cabrera Rodríguez Danna Nayeli

Valdez Ramírez Yulissa Elizabeth

Tutor: Arq. Gilda Graciela Rubira Gómez, Mg.

RESUMEN

Este estudio busca alternativas eco-amigables en el diseño y construcción de viviendas, proponiendo soluciones innovadoras para enfrentar los desafíos ambientales y climáticos actuales. La investigación aborda la urgente problemática del cambio climático, especialmente en el contexto latinoamericano, donde la falta de prácticas sostenibles en la construcción contribuye a impactos ambientales significativos. El objetivo central es diseñar y construir un prototipo del sistema de enfriamiento evaporativo sustentable mediante paneles de arcilla tipo colmena para viviendas rurales. Las conclusiones revelan un rendimiento destacado del prototipo en términos de fabricación y conformidad con las especificaciones técnicas, demostrando versatilidad para adaptarse a diversas viviendas. La fabricación artesanal se muestra como una estrategia viable y efectiva, permitiendo la personalización y adaptación ágil del prototipo, fortaleciendo capacidades locales y enriqueciendo el conocimiento técnico. La evaluación de factores climáticos resalta la importancia de la interacción entre variables como temperatura, humedad y velocidad del viento para comprender integralmente su comportamiento en entornos cerrados. Contribuye con una solución práctica y sostenible para favorecer el confort dentro de viviendas rurales, además, destaca el bajo consumo energético y los beneficios potenciales de la incorporación de paneles de arcilla como alternativa al aire acondicionado, promoviendo así un crecimiento rural sostenible.

Palabras clave: panel de arcilla, temperatura, humedad, viento, sustentable.

**“DESIGN AND CONSTRUCTION OF A COOLING SYSTEM WITH
HIVE-TYPE CLAY PANELS FOR SUSTAINABLE RURAL HOUSING”**

Autores: Cabrera Rodríguez Danna Nayeli,
Valdez Ramírez Yulissa Elizabeth

Tutor: Arq. Gilda Graciela Rubira Gómez, Mg.

ABSTRAC

This study aims to explore eco-friendly alternatives in the design and construction of housing, proposing innovative solutions to address current environmental and climate challenges. The research addresses the urgent issue of climate change, especially in the Latin American context, where the lack of sustainable construction practices contributes to significant environmental impacts. The central objective is to design and build a prototype of a sustainable evaporative cooling system using hive-type clay panels for rural housing. The conclusions reveal outstanding performance of the prototype in terms of manufacturing and compliance with technical specifications, demonstrating versatility to adapt to various housing types. Craftsmanship is shown as a viable and effective strategy, allowing for the customization and agile adaptation of the prototype, strengthening local capabilities, and enriching technical knowledge. The evaluation of climatic factors highlights the importance of the interaction between variables such as temperature, humidity, and wind speed to comprehensively understand their behavior in enclosed environments. It contributes a practical and sustainable solution to enhance comfort within rural housing, additionally emphasizing low energy consumption and the potential benefits of incorporating clay panels as an alternative to air conditioning, thus promoting sustainable rural growth.

Keywords: *Clay panel, Temperature, Humidity, Wind, Sustainable*

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

La vivienda constituye el primer espacio donde se representa espacialmente las diversas agrupaciones de familias (Sambricio, 2003) (p.2), en concordancia con su forma y sus características, está estrechamente ligada a la organización y los valores de una sociedad (Maldonado, 1979), este concepto provoca una inmediata representación abstracta o esquemática de una estructura física que satisface necesidades biológicas y del grupo familiar, que entrelazan criterios inherentes a la cultura. Es un instrumento que permite lograr el cumplimiento de otros derechos humanos, ubicándola como un indicador para comprobar el desarrollo urbano sostenible (Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos, 2018).

En este contexto y de acuerdo a Rugiero Pérez (2000), una vivienda social es una interpretación que adquiere un valor intrínseco de solidaridad. Acorde a la definición de Sepúlveda Mellado (1986) los indicadores de calidad de vida en viviendas populares es un tema de gran preocupación debido a que los factores que inciden suelen ser ampliamente restringidos por escasez de recursos y los constantes problemas sociales relacionados a una mala distribución de recursos, una preocupación creciente en contraste que conforme a ONU Habitat (2019) la vivienda es considerado un derecho fundamental.

El concepto de vivienda debe adaptarse a una diversidad de modelos familiares y plantea la necesidad inherente de “construir un entorno doméstico carente de jerarquías” (Montaner et al., 2021) (p.17). ODS Territorio Ecuador, (2020) conforme a la Agenda de objetivos de desarrollo sostenible (ODS) reconoce la importancia de una vivienda adecuada que contemple criterios de sostenibilidad en asentamientos humanos.

El Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos, (2018), plantea “los siete elementos de una vivienda adecuada” (p.53), donde destaca el indicador de habitabilidad, que se define como las circunstancias que aseguran la

integridad física de sus residentes y les ofrecen un entorno habitable adecuado, al mismo tiempo que los resguardan contra condiciones adversas como el frío, la humedad, el calor, la lluvia, el viento u otros riesgos para la salud, así como peligros de tipo estructural.

Los autores Olaya-García et al. (2022), definen la habitabilidad básica como aquella que satisface las demandas fundamentales de alojamiento y exige la atención inmediata a las emergencias residenciales, incluyendo aspectos como los espacios públicos, las infraestructuras y los servicios esenciales. De esta manera, se establece como un asentamiento propio para la reproducción vital como respuesta a las condiciones precarias de habitabilidad (Gesto, 2015).

En este contexto, es esencial encontrar soluciones prácticas y sostenibles para mejorar las condiciones de vida en viviendas rurales (Ortiz Moreno et al., 2015). En esta investigación consideraremos el baremo habitabilidad considerando que una baja o mala calidad en una vivienda tiene un impacto adverso tanto en la salud física como en la mental de sus ocupantes (Zambrano-Barragan, 2022).

En Ecuador, asegurar la sostenibilidad en el desarrollo de infraestructuras implica utilizar materiales y tecnologías apropiadas que reduzcan al mínimo el uso de recursos, la emisión de gases de efecto invernadero y que tengan una huella ecológica reducida (Calle Chuinda et al., 2023). Los sistemas de enfriamiento basados en paneles de arcilla tipo colmena ofrecen un enfoque prometedor para este desafío, ya que pueden ayudar a regular las temperaturas interiores de manera eficiente y respetuosa con el medio ambiente (Campos Rosa, 2021).

Por lo tanto, el problema principal se centra en la búsqueda de alternativas sustentables que aborden el desafío de calor en las viviendas rurales, Esto busca fomentar la habitabilidad y mejorar el bienestar de las comunidades rurales, especialmente en un contexto de confort climático. El enfoque de este proyecto se concentra en el diseño y construcción de un sistema de enfriamiento que utiliza paneles de arcilla tipo colmena, con el propósito de mejorar las condiciones de

vida en viviendas rurales en áreas propensas a altas temperaturas. La investigación se llevará a cabo en el cantón Santa Elena, con regiones rurales específicas con climas cálidos, donde se instalará el prototipo del sistema para evaluar su efectividad y su impacto en la calidad de vida de las comunidades.

La provincia de Santa Elena se encuentra confrontando diversos efectos derivados del cambio climático, entre los que se incluyen el aumento de la temperatura, la presencia de olas de calor, precipitaciones preocupantes, elevadas temperaturas del agua de mar, prolongadas sequías y niveles de humedad alarmantes durante la transición de la temporada seca a la lluviosa, entre otros. Estos cambios, lejos de afectar únicamente el entorno ambiental, representan una amenaza para las cadenas productivas, restringen la disponibilidad de servicios esenciales y intensifican la vulnerabilidad de comunidades con elevados índices de pobreza, tanto en los centros urbanos de la provincia como en las zonas rurales que dependen significativamente de la agricultura y la ganadería de subsistencia, así como en las poblaciones dedicadas a la pesca (Lechón et al., 2021).

Este proyecto busca no solo abordar el desafío del calor en entornos rurales, sino también ofrecer una solución que sea práctica y sostenible para el bienestar de las comunidades. Los objetivos de esta investigación son los siguientes: el objetivo general es diseñar y construir un sistema de enfriamiento sustentable utilizando paneles de arcilla tipo colmena con el propósito de disminuir la temperatura interna en una vivienda rural. Los objetivos específicos se centran en: (i) diseñar geométricamente el prototipo de un sistema con paneles de arcilla de tipo colmena utilizando AutoCAD y SketchUp con el fin de proporcionar una solución técnica y eficiente en la construcción ; (ii) construir el prototipo de paneles de arcilla tipo colmena mediante la fabricación artesanal de paneles y técnicas de soldadura e instalación de bombas para comprobar el funcionamiento del sistema enfriamiento; y (iii) evaluar los factores climáticos en dos habitaciones recopilando parámetros físicos a través de pruebas realizadas con sensores digitales para el análisis de datos técnicos.

1.1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

La Organización Meteorológica Mundial proporciona en su último informe la perspectiva sobre el estado del medio ambiente respaldando la identificación de causas humanas en la reciente aceleración del cambio climático (World Meteorological Association, 2022) adicionalmente, investigaciones han comprobado que las emisiones generadas por personas o su huella de carbono personal están estrechamente ligadas a las acciones, modos de vida y hábitos que están en gran medida bajo su influencia (Dietz et al., 2009).

Las alteraciones del clima, manifestadas a través de inundaciones repentinas, calor extremo, incendios forestales y la propagación de pandemias; en la actualidad presentan desafíos urgentes y complejos, incluyendo el aumento de la temperatura promedio de la Tierra (Caeiro et al., 2012). En países de Latinoamérica, como el Ecuador, apenas se ha incursionado en prácticas sostenibles en la construcción de edificios debido a la falta de desarrollo industrial, personal técnico, apoyo del sector público y privado, y otras barreras comunes en el país por las cuales se sigue construyendo edificios de forma convencional y generado impactos ambientales (Daza, 2010) (pag.2).

Es una realidad el cambio climático que se ha sufrido alrededor de todo el mundo debido al mal manejo de los recursos obtenidos de la Tierra, siendo ya una motivación principal de buscar alternativas que nos den soluciones de calidad sin la producción de contaminación desmedida (Hernandez Carretero, 2013), en el área de la ingeniería no sería nuevo la búsqueda de innovación y el aprovechamiento de recursos y materiales considerando el crecimiento de la población mundial que busca mejores oportunidades implicando el incremento de la demanda de viviendas e infraestructura para las actividades diarias, en la presente aplicamos los principios ecológicos a uno de los artículos más utilizados en los hogares, edificios e industrias, se considera una alternativa sostenible para el enfriamiento de las corrientes de aire haciendo uso de la arcilla y sus propiedades, teniendo así una solución para el aumento de temperatura que se ha

vivido en la provincia de Santa Elena y en todo el planeta, considerando la utilización de recursos naturales que no impliquen un daño irreparable en el medio ambiente.

La investigación responde al decimoprimer objetivo de desarrollo sostenible de la Agenda 2030, (Naciones Unidas, 2018) que expresa “Lograr que las ciudades sean más inclusivas, seguras, resilientes y sostenibles” (pag.51) el cual pretende garantizar que todas las personas tengan acceso a viviendas y servicios básicos apropiados, seguros y asequibles, al tiempo que se mejora la calidad de vida en áreas marginadas. Además, se busca promover un crecimiento urbano inclusivo y sostenible, fortaleciendo la capacidad de planificación y gestión participativa de los asentamientos humanos en todos los países. Se pretende aumentar considerablemente el número de ciudades y comunidades que adopten y apliquen políticas y planes integrados que fomenten la inclusión, la eficiencia en el uso de recursos, la mitigación y adaptación al cambio climático, así como la resiliencia frente a desastres.

El problema de investigación se desarrolla acorde a la interrogante principal: **P.G.** ¿Qué parámetros deben considerarse en el diseño y construcción de un sistema de enfriamiento sustentable con paneles de arcilla tipo colmena para mejorar las condiciones térmicas en una vivienda rural? De la cual se establecen tres interrogantes específicas; **P.E.1:** ¿Cómo optimizar geoméricamente el diseño del prototipo de un sistema con paneles de arcilla utilizando programas como AutoCAD y SketchUp para proporcionar una solución técnica y eficiente en la construcción? **P.E.2:** ¿Qué técnicas de fabricación se pueden llevar a cabo para la construcción de un sistema de enfriamiento sustentable que permita verificar su funcionamiento de mantener una temperatura confortable en el interior de una vivienda? **P.E.3:** ¿Qué factores climáticos se deberían evaluar para la obtención de datos entre dos habitaciones y analizar el rendimiento del sistema de enfriamiento?

1.2. ANTECEDENTES

El estado del arte, también conocido como revisión de la literatura o antecedentes, constituye una revisión exhaustiva y actualizada de la investigación existente sobre un tema específico (Molina Montoya, 2005) sirve como base sólida para fundamentar la necesidad y relevancia del nuevo proyecto de investigación, identificando brechas en el conocimiento existente y proporcionando una base conceptual para el desarrollo de la nueva contribución. Esta revisión se organiza en tres niveles: internacional, nacional y local.

En el ámbito internacional, se cuenta con el trabajo de Ramkumar & Ragupathy, (2017) titulado “INVESTIGACIÓN EXPERIMENTAL DE UN ENFRIADOR EVAPORATIVO INDIRECTO UTILIZANDO TUBERÍAS DE ARCILLA”. El objetivo principal de esta investigación es conocer el rendimiento del enfriador evaporador indirecto en regiones cálidas y húmedas donde para realizarlo implementaron un enfoque novedoso con las tuberías de arcillas colocándolas en diferentes orientaciones como en posición alineada y escalonada estudiando el potencial y la viabilidad que se puede obtener. En un experimento de laboratorio realizado en la India, se implementó una configuración experimental que consistió en un aparato de 3,14 metros de longitud, con una sección transversal cuadrada de 0,38 y un espesor de 9 mm. En cuanto al sistema de soplador, se empleó un túnel de viento y una matriz de tubos de arcilla, dispuestos tanto de manera alineada con 16 tubos como de manera escalonada con 14 tubos. Las dimensiones específicas de la tubería incluyeron un diámetro interior de 7 cm, un diámetro exterior de 5 cm y una longitud de 40 cm. Los experimentos se llevaron a cabo variando la velocidad del aire en un rango de 1 m/s a 5 m/s. Los resultados mostraron que con disposición escalonada demostró una notable caída de temperatura de 11, 9 y 7 grados Celsius, y a velocidades de aire más bajas, la humedad relativa fue del 9% y 7% para las disposiciones escalonada y alineada, respectivamente. La máxima efectividad de enfriamiento evaporativo se alcanzó con la disposición escalonada, siendo del 53% a una velocidad del aire de 1 m/s, en comparación con el 45% obtenido con la disposición alineada.

En el ámbito nacional, se menciona la tesis de Macas Peñaranda (2017), titulada “Acondicionamiento térmico de espacios con enfriamiento evaporativo mediante sistema de fachada cerámica para viviendas en el contexto del cantón Catamayo” que tuvo como objetivo diseñar, construir y evaluar un sistema envolvente vertical basado en el enfriamiento evaporativo adiabático que mejore el acondicionamiento térmico de la vivienda en el cantón Catamayo con aplicación de piezas cerámicas. La primera etapa de este proyecto examinó los sistemas que han evolucionado a lo largo del tiempo, desde la concepción del principio físico del botijo hasta las tecnologías contemporáneas, con el propósito de comprender su funcionamiento y aplicaciones actuales. La segunda fase se centra en llevar a cabo un análisis detallado del contexto del cantón Catamayo, con el fin de evaluar el estado actual de las construcciones y establecer las bases para la creación de un modelo experimental representativo. En la tercera fase, se abordan los parámetros esenciales del sistema, procediendo con el diseño, la construcción y la evaluación tanto de los paneles como del sistema en sí, así como de probetas destinadas a experimentación directa. Finalmente, en la cuarta fase, se lleva a cabo la modulación y simulación térmica mediante software, aplicando estos modelos al caso de estudio, y se realiza una comparación exhaustiva del rendimiento y alcance del sistema propuesto de enfriamiento evaporativo. Concluyendo que se demuestra eficiencia en los paneles de enfriamiento evaporativo, pero se deben considerar la orientación y las corrientes de aire, dando un funcionamiento que aproveche los principios físicos junto al ambiente de la ubicación.

También la tesis doctoral de Forero (2015), titulada “MEJORAMIENTO DE LAS CONDICIONES TÉRMICAS DE LAS VIVIENDAS DEL COMPLEJO HABITACIONAL SOCIO VIVIENDA II ETAPA I, EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL, ECUADOR”. Investigación que tuvo como objetivo el análisis del proyecto realizado por el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda del Ecuador (MIDUVI), la localización de este en la cuenca baja del Río Guayas, considerando las características generales de diseño, materiales, diseño constructivo, entorno físico, social, económico, urbano y arquitectónico, como lo

son la geometría solar, la topografía, vegetación, componentes económicos y el clima con el fin de realizar un diagnóstico bioclimático con la interpretación de la información obtenida en el estudio de comportamiento térmico de las tres viviendas de interés, donde hizo uso del método de inducción- deducción recopilando información para analizarla de manera general, monitoreando la temperatura y humedad relativa al interior y exterior de la vivienda con sensores de temperatura e imágenes térmicas. Y el método de Análisis y Síntesis con el fin de determinar los factores que influyen para conocer los efectos que explican el problema teniendo así un proceso de evaluación y diagnóstico de las condiciones térmicas de las viviendas reflejando la ubicación, orientación y clima en el que se encuentran, relacionado así el uso del material en la vivienda para la elaboración de sus propuestas aplicando tácticas y técnicas que cumplan para mejorar las condiciones del interior, obteniendo como principales resultados las temperaturas de 39,6°C dentro de las viviendas, lo cual se encontraba por encima de la temperatura de confort para el clima existente en la ciudad de Guayaquil, siguiendo el objetivo de enfriar contemplaron el bloqueo de la radiación solar y enfocarse en la ventilación mejorando así la captación de viento, para lograr reducir las temperaturas para mejorar la calidad de vida de la población abordando el bajo costo, con una sostenibilidad con la arquitectura bioclimática consiguiendo aportes y soluciones en sus diseños comprendiendo los fenómenos existentes térmicos aumentando el confort en el interior en las épocas de año más calurosas.

En el ámbito local, en la provincia no nos encontramos con investigaciones donde se enfoquen en la temperatura de una vivienda, no obstante, podemos mencionar el enfoque que se tuvo en el trabajo de titulación de (Bonilla Quiroz & Alfonzo, Garcés, 2023), con el tema de “DISEÑO DE PROTOTIPOS DE VIVIENDAS ECONÓMICAS CON MÓDULOS PREFABRICADOS EN EL CANTÓN SANTA ELENA” que en su objetivo vemos que determinarían el porcentaje de pobladores que no constan con viviendas y analizan los materiales de las viviendas que ya existen, para identificar qué beneficios pueden aportar en un uso de módulos prefabricados, siendo una modalidad de construcción que se quiere implementar en la comunidad con el fin de cubrir las necesidades y el confort de

las familias en el interior de las viviendas, se consideraron estrategias que puedan agilizar el control y la eficiencia para implementar módulos prefabricados aprovechando el uso de la caña guadua, siguiendo las normas vigentes de construcción para un espacio residencial seguro. En donde los autores pudieron concluir que la mejor consideración después de realizarse encuestas en la comunidad sería el uso de uso mixto de hormigón con caña guadua por sus beneficios económicos y ecológicos, implementando paneles prefabricados en el diseño, favoreciendo la obra, la estética, brindando beneficios económicos, de adaptabilidad y disminuyendo el tiempo de construcción.

1.3. HIPÓTESIS

1.3.1. Hipótesis General.

El diseño y construcción de un sistema de enfriamiento sustentable con paneles de arcilla tipo colmena disminuirá la temperatura en el interior de una vivienda rural.

1.3.2. Hipótesis Específicas.

H.E.1.: El diseño geométrico del prototipo de un sistema de enfriamiento con paneles de arcilla tipo colmena utilizando AutoCAD y SketchUp proporcionara una solución técnica y eficiente para su construcción.

H.E.2.: La construcción del prototipo de paneles de arcilla tipo colmena mediante la fabricación artesanal de paneles y técnicas de soldadura e instalación de bombas nos facilita la comprobación de funcionamiento del sistema enfriamiento.

H.E.3.: La evaluación del comportamiento higrotérmico dentro de dos habitaciones recopilando parámetros físicos a través de las pruebas realizadas con sensores digitales nos permiten realizar un análisis de los datos técnicos.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo General.

Diseñar y construir un sistema de enfriamiento sustentable utilizando paneles de arcilla tipo colmena con el propósito de que disminuya la temperatura interna en una vivienda rural.

1.4.2. Objetivos Específicos.

O.E.1.: Diseñar geoméricamente el prototipo de un sistema con paneles de arcilla de tipo colmena utilizando AutoCAD y SketchUp con el fin de proporcionar una solución técnica y eficiente en la construcción.

O.E.2.: Construir el prototipo de paneles de arcilla tipo colmena mediante la fabricación artesanal de paneles y técnicas de soldadura e instalación de bombas para comprobar el funcionamiento del sistema enfriamiento.

O.E.3.: Evaluar el comportamiento higrotérmico en dos habitaciones recopilando parámetros físicos a través de pruebas realizadas con sensores digitales para el análisis de datos técnicos.

1.5. ALCANCE

El alcance de esta investigación presenta el diseño geométrico, construcción y evaluación de paneles de arcilla junto a un conjunto de elementos que complementan al sistema de enfriamiento evaporativo de tipo colmena como un sistema de enfriamiento que pretende ser un método sustentable con un impacto que tiene eficiencia energética y comodidad térmica.

Este estudio, implica recopilar información de fuentes bibliográficas y pruebas físicas de funcionamiento realizadas en dos habitaciones de una vivienda unifamiliar de 94.2m² para el análisis y obtención de conclusiones en el mes de noviembre del 2023. Para llevar a cabo la siguiente propuesta, se emplearán en

dos habitaciones de la vivienda ubicada en un sector rural de la cabecera cantonal de Santa Elena.

1.6. VARIABLES

1.6.1. Variables Independientes.

- Velocidad del viento

1.6.2. Variables Dependientes.

- Diseño de panel de arcilla tipo colmena
- Temperatura
- Humedad

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

El marco teórico centra las bases para fundamentar el diseño y la construcción del sistema de enfriamiento utilizando materiales como la arcilla, explorando las teorías y enfoques que existen sobre este material, conociendo su funcionalidad junto los sistemas proporcionados por varios estudios actuales, añadiendo las debidas justificaciones ecológicas respetando las leyes vigentes en el Ecuador y los objetivos mundiales de desarrollo sostenible, obteniendo así la armonía en la investigación, el bienestar y el desarrollo de la comunidad en la provincia de Santa Elena.

1.7. MARCO CONCEPTUAL

El marco conceptual es una parte esencial de un proyecto de investigación. Se refiere a la descripción y explicación de las teorías, conceptos, principios y modelos que proporcionan la base y el contexto para el estudio. El marco teórico ayuda a los investigadores a comprender, interpretar y analizar los fenómenos que están investigando y a situar su trabajo en el contexto de investigaciones previas (García Ramírez, 2021).

1.7.1. Arcilla

Las arcillas son elementos naturales ampliamente distribuidos en la capa externa de la Tierra y, en varios casos, al ser mezclados con agua, tienen la capacidad de generar masas plásticas moldeables que permiten la producción de productos cerámicos. Estos materiales de arcilla muestran una diversidad en el tamaño de sus partículas, lo que conduce a la referencia en Edafología y Sedimentología como la "fracción arcilla" o "fracción fina" de un suelo o sedimento (Linarez et al., 1983). Es un material con una gran versatilidad y una amplia aplicación, de acuerdo con Das, (2012) se refiere a que cuenta con partículas de suelo que tienen un tamaño inferior a 0.002 mm y que, debido a su naturaleza cohesiva, permite la formación de pequeños rollos cuando están húmedas.

Tabla 1.*Límites de tamaños de suelos separados.*

Nombre de la organización	Tamaño del grano (mm)			
	Grava	Arena	Limo	Arcilla
Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT)	>2	2 a 0.06	0.06 a 0.002	<0.002
Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA)	>2	2 a 0.05	0.05 a 0.002	<0.002
Asociación Americana de funcionarios del transporte y Carreteras Estatales (AASHTO)	76.2 a 2	2 a 0.075	0.075 a 0.002	<0.002
Sistema unificado de clasificación de suelos. (SUCS)	76.2 a 4.75	4.75 a 0.075	finos (es decir, limos y arcilla) <0.075	

Nota: Límites de los tamaños de acuerdo con las diferentes clasificaciones, tomado de Fundamentos de ingeniería geotécnica (p. 3), por Braja Das (2012).

Esta propiedad se debe a la presencia de minerales de arcilla como caolinita, ilita y montmorillonita. Se originan a través del proceso de meteorización o alteración hidrotermal de minerales silicatos que contienen una alta proporción de aluminio. El elemento principal en esta transformación físicoquímica es el agua. Las arcillas, tras ser transportadas y depositadas, crean capas tubulares o lentes, y comúnmente presentan impurezas como cuarzo o limos (Marco Hernández Rosales, 2006). Cumple como un material ideal, ya que como menciona (de Pablo, 1964), es susceptible a alteraciones tanto físicas como químicas debido a su naturaleza. Al ser combinado con agua, tiene la capacidad de adoptar fácilmente formas que, tras la exposición a altas temperaturas durante el proceso de quemado, se vuelven duras y permanentes. Es importante también resaltar que, al momento de darle forma a una pasta cerámica, se debe alcanzar la plasticidad adecuada.

1.7.2. Fabricación de Cilindros.

Una vez que hemos determinado los diversos estados de la mezcla cerámica, se inicia el proceso de mezclado a partir de la fase plástica, la operación de mezclado desempeña un papel crucial y precede a cualquier manipulación ulterior del material; su función principal es lograr la homogeneización de la mezcla, eliminar posibles inclusiones de aire y activar la plasticidad inherente al material; este procedimiento puede ser ejecutado mediante diversas técnicas, entre las cuales se incluyen la técnica de la cabeza de buey, la mezcla en forma de caracol, etc., y finalmente, la compactación completa mediante una serie de golpes secos sobre una superficie rígida, dando como resultado una masa lista para ser moldeada (Triana Peña, 2023).

1.7.3. Estados de la Cerámica.

1.7.3.1. Barbotina

Barbotina es el estado en el que la pasta cerámica retiene una alta cantidad de agua (25% a 40%), mostrándose casi líquida y similar a una emulsión. Se emplea en procesos de modelado manual para mejorar la adherencia entre distintos cuerpos de arcilla y como técnica decorativa en superficies. Simultáneamente, se utiliza en la producción de vaciados mediante moldes de yeso (Avgudtinik, 1983).

1.7.3.2. Plástico

El estado plástico, que contiene entre un 15% y 20% de agua, posibilita modelar la pasta cerámica y modificar su forma al ceder bajo una leve presión. En este estado, las formas logradas pueden sostenerse por sí mismas hasta cierto punto. Se caracteriza por ser muy húmedo, preferiblemente no fangoso, lo que facilita su manipulación sin adherirse completamente a las superficies y manos. Este estado modelable permite

torsiones y cambios en la disposición del material sin agrietarse ni colapsar (Avgudtinik, 1983).

1.7.3.3. Rígido

El estado rígido de la arcilla conserva un mínimo del 10% de humedad, suficiente para modificar de manera controlada las formas y realizar intervenciones en las superficies. En este estado, se pueden añadir partes, cortar, pulir, tallar y deformar las piezas. Es la fase de mayor consistencia que aún posibilita la manipulación, siendo fundamental para los procesos de unión y adición entre formas. Además, permite aumentar la altura y escala general de los objetos, facilitando un proceso de construcción por etapas (Avgudtinik, 1983).

1.7.3.4. Hueso

Conocido como "estado verde", la pieza ha perdido toda el agua superficial (< 5%) y no se debe modificar, es frágil, de color más claro, y es crucial para el proceso de cocción.

1.7.4. Técnicas de Elaboración.

Es factible modelar pequeñas piezas sólidas sin la necesidad de realizar un proceso de vaciado o ahuecamiento posterior, siempre y cuando el espesor de sus paredes no sea excesivo, en el caso de necesitar vaciar volúmenes cerrados que han sido modelados en su totalidad, se procede cortando la pieza con un hilo, realizando secciones totales o parciales, el fragmento cortado se separa y se procede a ahuecar utilizando desbastadores, una vez que la pieza ha sido vaciada, se marcan las áreas de unión, aplicando barbotina con un pincel sobre las zonas marcadas, esto facilita la adherencia adecuada al unir ambas partes de la pieza. Para finalizar, se alisan las superficies de unión para eliminar cualquier evidencia del proceso (Cavallini Morales, 2015).

1.7.4.1. Método por pellizcos

Este método consiste en modelar piezas abiertas desde una bola de arcilla. Se sostiene la bola en una mano, se introduce el pulgar de la otra mano, se pellizca y rota para abrir la forma deseada. Es eficaz para crear formas abiertas con práctica.

1.7.4.2. Método con rollos

Este método es versátil para modelar piezas, asegurando un grosor uniforme en los rollos, se obtienen los rollos a partir de una bola de arcilla, adelgazándola al rodarla con los dedos, se forma una espiral base y se añaden rollos hacia arriba, para mejorar la unión, se puede rayar y aplicar barbotina. Tras finalizar, la pieza está lista para secar y cocer.

1.7.4.3. Método por planchas

Preparar placas requiere rodillo, listones y lona, se hacen rollos entre listones, se unen con los pulgares y se adelgazan con el rodillo, la plancha se deja endurecer antes de trabajar, para formar la pieza, se cortan planchas según el diseño, se rayan y se pegan con barbotina, como en métodos de rollos y ahuecado en la fase final.

1.7.4.4. Método con tiras

Similar al método de planchas. Inicialmente, el proceso es idéntico en la fabricación y corte, pero las placas no deben superar 3 cm de ancho. Desde una base de arcilla, se disponen tiras ascendentes, evitando coincidencias verticales para prevenir agrietamientos. Para unir, se rayan, humedecen con barbotina y se sueldan como última fase de pegado. Las uniones se alisan con espátula, repitiendo hasta completar la pieza.

1.7.4.5. Método panadero

La arcilla se amasa de manera similar a la harina y el agua para hacer pan, formando una pella cilíndrica.

1.7.4.6. *Método cabeza de buey*

La arcilla se amasa de forma similar al proceso del panadero, enrollándola con ambas manos en movimientos simultáneos. Al avanzar, se aprieta la arcilla hacia el centro y luego se retrocede. De manera coincidente, este método resulta en la formación de una cabeza de buey de chirca.

1.7.4.7. *Método en espiral*

Consiste en amasar la arcilla enrollándola como una espiral. Este sistema hace que se trabaje no solo con las manos, si no con todo el cuerpo, logrando movimiento oscilatorio a la vez que giratorio. El resultado es una forma cónica.

1.7.5. Acero Inoxidable

El acero inoxidable, una aleación de hierro, cromo y, en ocasiones, níquel, destaca como material sustentable por su durabilidad excepcional y resistencia a la corrosión, lo que prolonga su vida útil y reduce la necesidad de reemplazo frecuente. Su reciclabilidad contribuye significativamente a la conservación de recursos, y su bajo mantenimiento, junto con su superficie lisa e higiénica, lo convierten en una elección eficiente y sanitaria (Bastidas & Medina Sanchez, 2013). La versatilidad del acero inoxidable abarca desde aplicaciones en la construcción hasta utensilios de cocina, mientras que su eficiencia energética en la fabricación a partir de chatarra refuerza su perfil sostenible. En la construcción, su contribución a estructuras duraderas y de bajo mantenimiento respalda prácticas constructivas sostenibles, consolidando al acero inoxidable como un componente clave en la búsqueda de soluciones amigables con el medio ambiente.

1.7.6. Refrigerantes

Los refrigerantes son compuestos o combinaciones de compuestos que se emplean en sistemas de refrigeración y sistemas de aire acondicionado para actuar como agentes intermediarios encargados de transferir calor. Estos refrigerantes experimentan un cambio de fase reversible, pasando de estado líquido a estado gaseoso y viceversa (Martínez Osorio, 2013).

1.7.6.1. Sistema de Enfriamiento

El conjunto de estrategias y tecnologías basándonos en estudios realizados donde buscamos climatizar una vivienda para la comodidad de los habitantes, reduciendo la huella de emisión de carbono mientras mantenemos un diseño armonioso donde aprovecharemos. Los sistemas de enfriamiento convencionales hacen uso de refrigerantes, como señala un refrigerante es cualquier sustancia capaz de absorber y ceder calor en un sistema de refrigeración sin perder sus propiedades. En un sistema típico de compresión de vapor el refrigerante cambia de fase, pasando del estado líquido al gaseoso cuando absorbe calor y de gaseoso a líquido cuando pierde calor.

Hacia 1980 la comunidad científica mundial demostró el daño que ciertos productos químicos denominados halocarbonos, compuestos que contienen cloro, flúor, bromo, carbono e hidrógeno le hacen a la capa de ozono, debido a su alta persistencia en la atmósfera y a la comprobada acción del cloro libre sobre las moléculas de ozono. Se estima que cada átomo de cloro puede destruir unas 100.000 moléculas de ozono antes de desaparecer de la estratósfera. Las principales sustancias que deterioran la capa de ozono son los refrigerantes CFC y HCFC. (Barletta & Acevedo, 2021)

Pero al obtener una alternativa podemos evitar por completo el uso de sustancias tóxicas para el ambiente, utilizando la capacidad que tiene la

arcilla para almacenar y liberar calor de manera eficiente regulando la temperatura de los interiores, combinando sus propiedades térmicas junto a un diseño que permita agilizar la disminución de temperatura. Para el sistema de enfriamiento se harán los paneles de arcilla moldeados de una forma eficiente para conducir el aire aprovechando las corrientes, mientras está en contacto con una fuente de agua controlada y así, ser colocados de forma estratégica en un lugar para aprovecharlo junto con la arquitectura de la vivienda.

El principio físico utilizado en este sistema de arcilla es su facilidad de producir una aclimatación. El fenómeno termodinámico que permite que este sistema funcione es el enfriamiento por evaporación de líquidos, que se basa en la transferencia de masa y energía. Las moléculas del agua que será vertida en la estructura de arcilla circularán por los poros de los paneles absorbiendo el calor y logrando evaporarlas, provocando una caída de temperatura. Este tipo de sistema era usado en la antigüedad por varias civilizaciones para conseguir un ambiente fresco y natural.

1.7.7. Consumo de Energía

Los efectos del cambio climático sobre la capacidad de suministro de agua y de energía por generación hidroeléctrica en el Ecuador han sido especialmente evidenciados por la sequía y la crisis energética que ha alcanzado niveles alarmantes desde fines del año del 2009 (Geiger et al., 2014) El impacto ambiental que conlleva el consumo en grandes cantidades de energía puede tener varias formas de contaminación como grandes emisiones de Co₂, la contaminación del aire y el agua, la extracción de recursos naturales como el carbón o el petróleo pueden causar daños ambientales significativos. El consumo de energía eléctrica por persona entre 2009 y 2019 mostró un incremento del 39,4%, pasando de 1.088 kWh por habitante a 1.517 kWh por habitante. De la misma forma se puede apreciar que el consumo eléctrico por habitante incrementó

en 2% entre 2018 y 2019, pasando de 1.488 kWh por habitante a 1.517 kWh por habitante.

La reactivación económica que siguió a la pandemia de Covid-19 impulsó un mayor consumo de electricidad en Ecuador, pero la oferta no crece al mismo ritmo. El país consumió 26.051 gigavatios por hora en 2022; esto es, un aumento 7% frente al año previo, según el operador nacional de energía Cenace. La tendencia se mantuvo durante 2023. Entre enero y marzo de este año, la demanda de electricidad creció 8% frente a igual trimestre de 2022 (Núñez-Sánchez & Valente, 2023). Conociendo que desde que en la historia de la humanidad se añadió el aire acondicionado, provocando así una aportación significativa al calentamiento global debido al gran consumo energético y de sustancias tóxicas, que incrementan las emisiones de CO₂. Desde la invención del aire acondicionado en 1902, se convirtió en la solución individual más popular para enfriar habitaciones, consumiendo en promedio por una habitación la energía que consumirían cuatro refrigeradores.

El diseño a presentar se lo elige al notar la gran eficiencia energética, debido a que se ocupa la capacidad térmica natural de la arcilla mediante la evaporación del agua, en donde es retenida en la estructura de arcilla debido a su porosidad y durante el proceso de evaporación las moléculas del agua que fue absorbida por el material, va reteniendo el calor del entorno, lo cual produce una disminución de temperatura a medida que el calor se transfiere al agua en forma de vapor y teniendo presente el flujo del aire direccionado hacia la vivienda de interés se obtiene como resultado el aire más fresco reduciendo la temperatura interior sin el consumo de energía como lo hacen los sistemas de enfriamiento convencionales.

1.7.8. Uso de Energía Solar.

El uso de energía solar implica la captura y conversión de la radiación solar en electricidad o calor para su aplicación en diversas necesidades energéticas. Los sistemas de energía solar pueden clasificarse en dos categorías

principales: fotovoltaicos, que convierten la luz solar directamente en electricidad, y térmicos, que aprovechan el calor solar para la generación de electricidad o la calefacción de agua y espacios. Las virtudes de la energía solar en la eficiencia energética son notables. En primer lugar, la fuente de energía solar es abundante, renovable y disponible en todo el mundo, lo que contribuye a la seguridad energética y a la reducción de la dependencia de fuentes no renovables. Además, la tecnología fotovoltaica ha experimentado avances significativos, mejorando la eficiencia de conversión y reduciendo los costos de producción, lo que hace que la energía solar sea cada vez más competitiva.

La energía solar también destaca por su capacidad de generar electricidad de forma descentralizada, lo que implica que se puede producir energía directamente en el lugar de consumo, minimizando las pérdidas asociadas con la transmisión a largas distancias. Esto resulta en una mayor eficiencia en la entrega de energía. Otra virtud clave es la sostenibilidad medioambiental. La generación de energía solar no emite gases de efecto invernadero ni otros contaminantes atmosféricos durante su operación, contribuyendo así a la mitigación del cambio climático y a la mejora de la calidad del aire. Además, la producción de sistemas fotovoltaicos ha mejorado en términos de huella de carbono, y el reciclaje de paneles solares al final de su vida útil se ha convertido en una práctica más común, lo que refuerza su perfil ecológico.

1.8. MARCO NORMATIVO.

En el presente numeral, se describen y analizan las leyes, reglamentos y normas ambientales vigentes, que rigen el Estudio de Impacto Ambiental. Dentro del sistema normativo ecuatoriano, se pueden encontrar un importante número de disposiciones. La Constitución Política de la República del Ecuador, vigente desde el año 2008 establece en su artículo 425 el orden jerárquico de aplicación de las normas. (CESEL S.A., 2017) (Pg 1).

1.8.1. Constitución de la República del Ecuador

Para la realización del marco legal del presente Proyecto se ha tomado como base legal a la Constitución de la República del Ecuador, aprobada por la (Asamblea Nacional Constituyente, 2008), y el Referéndum aprobatorio, que se encuentra publicado en el Registro Oficial N° 449 del lunes 20 de octubre del 2008.

En materia ambiental, la Constitución establece el marco normativo de referencia que debe cumplir todo proyecto. Se considera como deberes primordiales del Estado “defender el patrimonio natural y cultural del país y proteger al medio ambiente”, salvaguardando los derechos civiles de la población, permitiéndoles vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, para lo cual establece una serie de disposiciones:

1.8.1.1. Capítulo II Derechos del buen vivir

De acuerdo con la Asamblea Nacional Constituyente (2008) expresa en su artículo 3, que, dentro de los deberes primordiales del estado, se encuentra “Proteger el patrimonio natural y cultural del país” (p.9) y en el artículo 10 que, “Las personas, comunidades, pueblos, nacionalidades y colectivos son titulares y gozarán de los derechos garantizados en la Constitución y en los instrumentos internacionales. La naturaleza será sujeto de aquellos derechos que le reconozca la Constitución.” (p. 11).

“Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados” (p.13).

1.8.1.2. Capítulo VII: Derechos de la naturaleza

Ecuador es el primer país del mundo en reconocer los derechos de la naturaleza en su Constitución. Esta disposición está plasmada en la Constitución de la República del Ecuador de 2008. Los derechos de la naturaleza se encuentran detallados en el artículo 71 de dicha constitución. A continuación, se presenta una síntesis de los principales puntos relacionados con los derechos de la naturaleza en la Constitución ecuatoriana:

La Asamblea Nacional Constituyente (2008), plantea en su capítulo de derechos de la naturaleza:

“Art. 71.- La naturaleza o Pacha Mama, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete integralmente su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos. Toda persona, comunidad, pueblo o nacionalidad podrá exigir a la autoridad el cumplimiento de los derechos de la naturaleza. Para aplicar e interpretar estos derechos se observarán los principios establecidos en la Constitución, en lo que proceda. El Estado incentivará a las personas naturales y jurídicas, y a los colectivos, para que protejan la naturaleza, y promoverá el respeto a todos los elementos que forman un ecosistema.” (p.33) en concordancia con Ley de Hidrocarburos (1978) y Ley Orgánica de La Contraloría General Del Estado (2002).

“Art. 72.- La naturaleza tiene derecho a la restauración. Esta restauración será independiente de la obligación que tienen el Estado y las personas naturales o jurídicas de Indemnizar a los individuos y colectivos que dependan de los sistemas naturales afectados. En caso de ocasionar impactos ambientales graves o permanentes, el Estado establecerá los mecanismos más eficaces para alcanzar la restauración, y adoptará las medidas adecuadas para eliminar o mitigar las consecuencias ambientales nocivas.”

“Art. 73.- El Estado aplicará medidas de precaución y restricción para las actividades que puedan conducir a la extinción de especies, la destrucción de ecosistemas o la alteración permanente de los ciclos naturales...”

“Art. 74.- Las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades tendrán derecho a beneficiarse del ambiente y de las riquezas naturales que les permitan el buen vivir. Los servicios ambientales no serán susceptibles de apropiación; su producción, prestación, uso y aprovechamiento serán regulados por el Estado.”

1.8.1.3. Código Orgánico del Ambiente.

En concordancia con lo establecido en la constitución y en los instrumentos internacionales ratificados por el Estado, los principios ambientales que contiene este Código constituyen los fundamentos conceptuales para todas las decisiones y actividades públicas o privadas de las personas, comunas, comunidades, pueblos, nacionalidades y colectivos, en relación con la conservación, uso y manejo sostenible del ambiente. Los principios ambientales deberán ser reconocidos e incorporados en toda manifestación de la administración pública, así como en las providencias judiciales en el ámbito jurisdiccional. (Ministerio de ambiente, 2012) (Pg13)

El Capítulo III, establece las disposiciones de la Regularización Ambiental y sus instrumentos. El Artículo 179 establece para los estudios de impacto ambiental: “Los estudios de impacto ambiental deberán ser elaborados en aquellos proyectos, obras y actividades que causan mediano y alto impacto o riesgo ambiental para una adecuada y fundamentada evaluación, predicción, identificación e interpretación de dichos riesgos e impactos. ...Los estudios deberán contener la descripción de la actividad, obra o proyecto, área geográfica, compatibilidad con los usos de suelo próximos, ciclo de vida del proyecto, metodología, herramientas de análisis, plan de manejo ambiental, mecanismos de socialización y participación ciudadana,

y demás aspectos previstos en la norma técnica.” (Ministerio de ambiente, 2012) (Pg. 52)

1.8.2. Ley de Gestión Ambiental

1.8.2.1. De la protección de los derechos ambientales

Art. 41.- Con el fin de proteger los derechos ambientales individuales o colectivos, concédase acción pública a las personas naturales, jurídicas o grupo humano para denunciar la violación de las normas de medio ambiente, sin perjuicio de la acción de amparo constitucional previsto en la Constitución Política de la República. (Ministerio del ambiente, 2012) (Pg. 7)

1.8.2.2. Normativa que controla la sostenibilidad en Ecuador

La Ley de Gestión Ambiental establece que la Autoridad Ambiental Nacional la ejerce el Ministerio del Ambiente, instancia rectora, coordinadora y reguladora del sistema nacional descentralizado de Gestión Ambiental; sin perjuicio de las atribuciones que en el ámbito de sus competencias y acorde a las Leyes que las regulan, ejerzan otras instituciones del Estado. (Ministerio del ambiente, 2012) (p.2)

1.8.2.3. Biodiversidad y Recursos Naturales

Art 395.- La Constitución reconoce los siguientes principios ambientales:

1) El Estado garantizará un modelo sustentable de desarrollo ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural, que conserve la biodiversidad y la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas, y asegure la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras.

2) Las políticas de gestión ambiental se aplicarán de manera transversal y serán de obligatorio cumplimiento por parte del Estado en todos sus niveles y por todas las personas naturales y jurídicas en el territorio nacional.

3) El Estado garantizará la participación y permanente de las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades afectadas, en la planificación, ejecución, y control de toda actividad que genere impactos ambientales.

4) En caso de duda sobre el alcance de las disposiciones legales en materia ambiental, éstas se aplicarán en el sentido más favorable a la protección de la naturaleza. (Asamblea Constituyente, 2012) (p. 51)

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

El marco metodológico, métodos o metodología comprenden elementos como diseños, herramientas y procedimientos que se emplean para lograr los objetivos del proyecto de investigación (García Ramírez, 2019, 2021), su correcto diseño es clave para proveer al investigador de los procesos necesarios marcando la ruta a seguir en el proceso investigativo.

3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

El tipo y nivel de investigación son las primeras consideraciones que deben seguirse para garantizar el correcto desarrollo metodológico de las variables de estudio, el tipo de investigación se refiere a la naturaleza y los objetivos de un estudio, mientras que el nivel comprende el grado de profundidad y alcance de la investigación, en ambas se trazan las rutas a seguirse que permiten alcanzar los logros planteados en el tema de estudio.

3.1.1. Tipo de Investigación.

La investigación de plantea de tipo Aplicada o Tecnológica, cuyo propósito radica en la resolución de los desafíos que surgen en los procesos de producción, distribución, circulación y consumo de bienes y servicios en cualquier esfera de la actividad humana (Nieto, 2018) Estas investigaciones se denominan "aplicadas" porque, partiendo de investigaciones básicas o fundamentales en las ciencias naturales o formales, se plantean problemas o hipótesis para abordar los desafíos de la vida productiva de la sociedad. (Ñaupas Paitán, 2014), plantea que este tipo de investigación denominadas tecnológicas están orientadas a mejorar u optimizar el funcionamiento de sistemas, procedimientos y reglas tecnológicas existentes a la luz de los avances en ciencia y tecnología. Por lo tanto, este tipo de investigación no se evalúa en términos de verdadero o falso, sino en términos de su eficiencia, eficacia y su capacidad para mejorar o perfeccionar sistemas y procesos existentes. En el caso de la presente investigación se busca brindar

soluciones de climatización con sistemas de enfriamiento buscando la optimización energética y de recursos.

3.1.2. Nivel de Investigación.

La investigación corresponde al nivel de estudios correlacionales específicamente a estudios comparativos que son utilizados para determinar las diferencias en valores de algunas variables entre distintos grupos, por lo general utilizando técnicas experimentales para observar los efectos en la variable independiente (Cauas, 2013a).

3.2. MÉTODO, ENFOQUE Y DISEÑO

En el contexto de la investigación, el método se refiere a los procedimientos sistemáticos para llevar a cabo una tarea o alcanzar un objetivo específico, abarcando técnicas y protocolos específicos. Por otro lado, el enfoque representa la perspectiva teórica que guía la investigación, influyendo en la recopilación y análisis de datos, y puede basarse en filosofías. Finalmente, el diseño se relaciona con la estructura general y el plan sistemático que rige la investigación, determinando las estrategias para abordar preguntas de investigación mediante la selección de métodos (Allen, 1983) y la organización de la recopilación y análisis de datos. Estos tres elementos se entrelazan en la planificación y ejecución de un estudio, proporcionando un marco integral para la investigación científica.

3.2.1. Método.

La investigación se basa en el método experimental, que implica la manipulación de una o más variables independientes para observar su efecto en una variable dependiente bajo condiciones controladas (Ramos-Galarza, 2021), este tipo de investigación se centra en la creación y validación de un producto o sistema específico y generalmente implica experimentos, pruebas y mediciones para evaluar su funcionamiento y eficacia utilizado para establecer relaciones causales. En un enfoque experimental, los investigadores diseñan y construyen un

sistema, en este caso, un sistema de enfriamiento con paneles de arcilla tipo colmena, con el propósito de probar su eficacia y viabilidad en el contexto de viviendas rurales sustentables. Luego, la recopilación de datos y toma de mediciones evalúan el rendimiento del sistema realizando una comparación con el uso de sistemas de enfriamiento tradicionales como al aire acondicionado.

3.2.2. Enfoque.

El enfoque es el primer acercamiento y delimitación de la manera en que se recopilarán los datos y como serán analizados e interpretados, pudiendo existir dos enfoques metodológicos (Cauas, 2013b; Sánchez Romero, 2019) cuantitativo y cualitativo diferenciados por su lógica interna la presente investigación tiene un enfoque mixto, debido a que incluye una descripción detallada del fenómeno estudiado con información de tipo cualitativa, sin embargo en la etapa de análisis energético se obtendrán valores cuantitativos medibles correspondientes a consumo y optimización energética.

3.2.3. Diseño de la Investigación.

La investigación es de tipo experimental, basada en la descripción proporcionada de la investigación, donde se está desarrollando y probando un sistema de enfriamiento utilizando paneles de arcilla tipo colmena para viviendas rurales sustentables. En los diseños experimentales los investigadores manipulan deliberadamente una o más variables para observar su efecto en una variable de respuesta, en la presente investigación se manipula el sistema de enfriamiento, los materiales utilizados, el diseño de los paneles de arcilla que inciden en el enfriamiento de las viviendas rurales. Este diseño permite evaluar la eficacia del sistema, recopilar datos y realizar comparaciones para determinar si el sistema cumple con los objetivos de enfriamiento sostenible.

3.3. POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO.

En la investigación, la población abarca el conjunto completo de elementos compartiendo una característica específica que es objeto de estudio (Lind et al., 2012). Contrariamente, la muestra representa un subconjunto cuidadosamente seleccionado de la población total, elegido con el propósito de representar con precisión las características clave y permitir inferencias válidas sobre el conjunto completo. El muestreo constituye el proceso mediante el cual se lleva a cabo la selección de estos elementos específicos de la población para conformar la muestra, utilizando diversas técnicas como el muestreo aleatorio o estratificado.

3.3.1. Población.

La población se refiere al conjunto completo de elementos, individuos, objetos o eventos que comparten una característica o conjunto de características específicas y son el objeto de estudio en una investigación o estudio (Newbold et al., 2022). La población puede ser tan amplia o específica como lo requiera la investigación. En el presente estudio la población representa las viviendas del cantón Santa Elena.

3.3.2. Muestra.

Se refiere a un subconjunto representativo de una población más grande, debido a que puede ser poco práctico estudiar o recopilar datos de toda la población, se toma una muestra, que es una porción seleccionada de la población, con el objetivo de hacer inferencias o generalizaciones sobre la población completa. Al seleccionar una muestra, es crucial que esta sea representativa de la población en términos de las características que se están estudiando (Arias-Gómez et al., 2016). La calidad de los resultados y conclusiones de una investigación a menudo depende de la adecuación y representatividad de la muestra seleccionada, en este caso corresponden a viviendas en sectores rurales del cantón Santa Elena.

3.3.3. Muestreo.

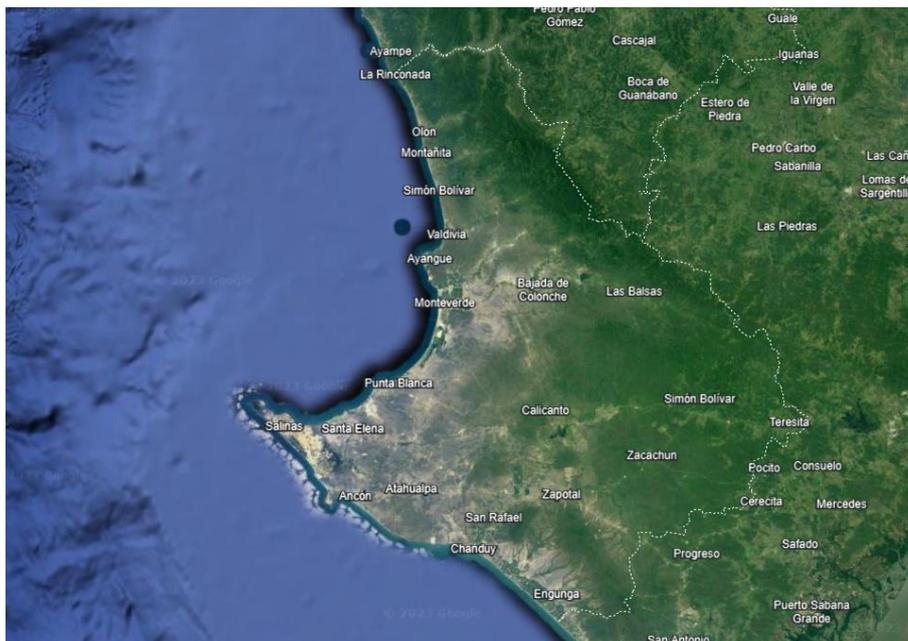
El muestreo es el proceso de seleccionar un subconjunto representativo de una más grande con el propósito de estudiar, analizar o hacer inferencias sobre esa población sin tener que examinar todos sus elementos (Casal & Mateu, 2003). El muestreo se realizará creando un prototipo a escala del sistema de enfriamiento y ubicándolo en una habitación donde se podrán verificar cuales son las bondades del sistema.

3.4. UBICACIÓN DEL SECTOR DE ESTUDIO

El área de investigación se define como la ubicación concreta en la que se llevará a cabo el estudio, constituyendo un espacio físico definido en el que se examinan variables con el propósito de comprender la realidad mediante la implementación de diseños experimentales.

Figura 1.

Mapa de la Provincia de Santa Elena.



Nota. Figura tomada de *Google Earth*, (2023)

El presente estudio analiza la aplicación de paneles de arcilla tipo colmena en viviendas rurales con enfoque sustentable en el cantón Santa Elena, ubicada en la provincia de Santa Elena, el cual ocupa la mayor parte del territorio con 3.665 Km², limitado geográficamente en el norte y este por la provincia de Manabí, en el sur por el océano Pacífico y la provincia del Guayas, y en el oeste por el Océano Pacífico, el cantón La Libertad y Salinas (Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Santa Elena, 2023).

3.4.1. Clima.

De acuerdo con los conjuntos de datos obtenidos de acuerdo con el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. (2022), el clima de la península se categoriza en diversas zonas, abarcando desde un clima árido hasta seco y subhúmedo. Estas clasificaciones se distribuyen en franjas climáticas que siguen, en su mayoría, la línea de la costa, disminuyendo la presencia de zonas áridas y secas hacia el norte. Para especificar, las categorías climáticas en la provincia de Santa Elena se describen en la **Tabla 2** y la **Figura 2**, de las cuales el cantón Santa Elena se encuentra en las categorías de seco y árido, caracterizado por la escasez de precipitación y temperaturas cálidas.

Tabla 2.

Clasificación de los climas de la península de Santa Elena.

Clima	Nomenclatura	Descripción
Árido	(E d A')	Caracterizado por una escasez significativa de precipitación, con nulos o mínimos excesos hídricos y temperaturas cálidas.
Seco	(D d A')	Caracterizado por una escasez significativa de precipitación, con nulos o mínimos excesos hídricos y temperaturas cálidas
Subhúmedo	(C2 s2 A')	Experimenta un déficit hídrico considerable durante la época seca y cálida, lo que lo clasifica como subhúmedo.

Nota: Datos tomados de (INAMHI, 2014)

Figura 2.

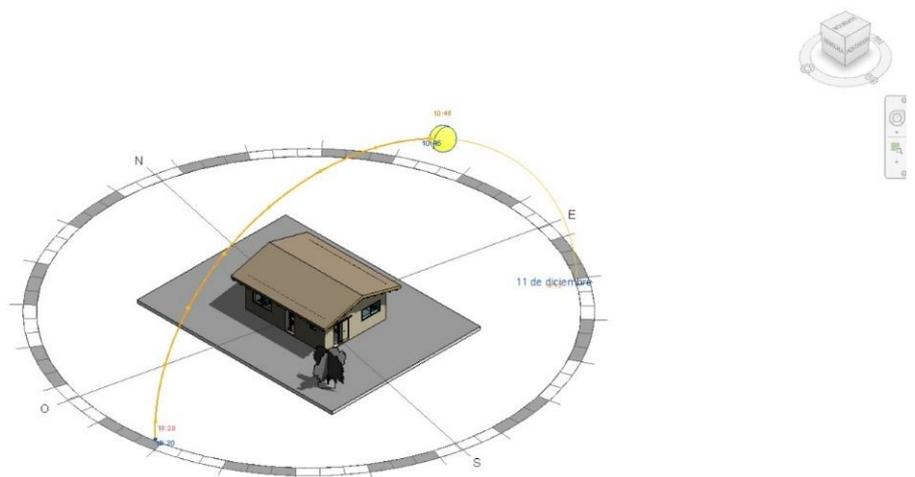
Clasificación de los Climas de la Península de Santa Elena de acuerdo con INAMHI.



Nota. Tomado de (Andrade y Francisco, 2017).

Figura 3

Análisis de Radiación Generado en el Programa Revit 2024.



3.4.2. Temperatura y Humedad.

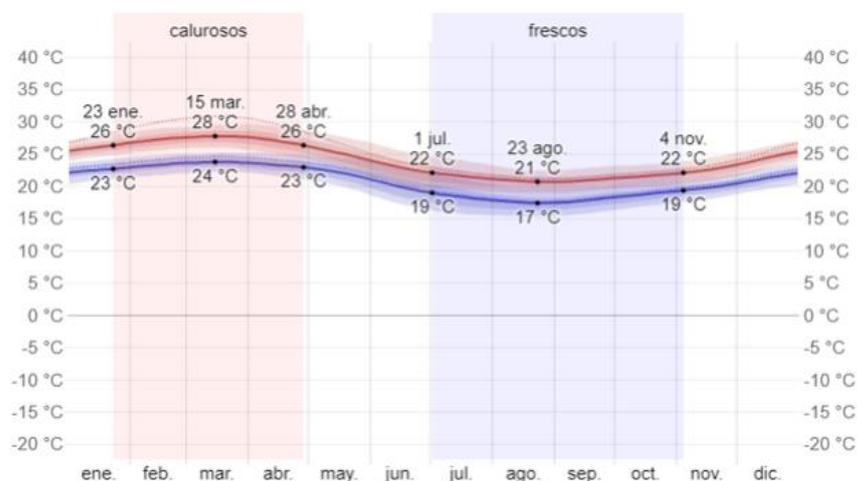
Los datos de temperatura y humedad se recopilan de la plataforma Weather Spark, entender las condiciones climáticas presentes es de vital para el desarrollo de la investigación porque nos permite comprender el contexto climático del lugar donde será situado el sistema de enfriamiento para basar las necesidades que deberá suplir el sistema para garantizar su utilidad.

3.4.2.1. Temperatura

La temperatura en Santa Elena se representa como en la figura 3, donde la temperatura máxima (línea roja) y la temperatura mínima (línea azul) promedio diario con las bandas de los percentiles 25° a 75°, y 10° a 90°. Las líneas delgadas punteadas son las temperaturas promedio percibidas correspondientes (Weather Spark, 2023).

Figura 4.

Datos Climáticos de Santa Elena.



Nota. Tomado del informe meteorológico de (Weather Spark, 2023).

Tabla 3.

Temperatura máxima y mínima de la Provincia de Santa Elena

Temperatura (°C)

Temporada templada		Temporada fresca	
Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo
28°c	24°c	21°c	18°c

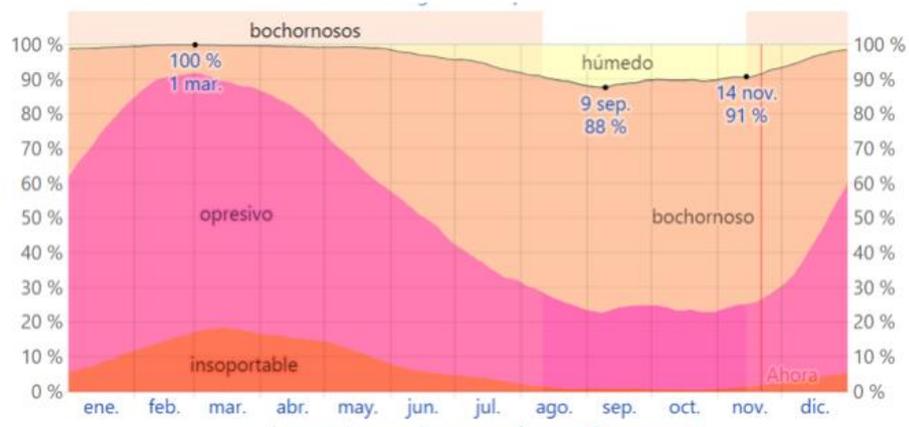
Nota. Datos tomados del informe meteorológico de (*Weather Spark, 2023*).

3.4.2.2. Humedad.

El parámetro de humedad se representa en el porcentaje de tiempo pasado en varios niveles de comodidad de humedad, categorizado por el punto de rocío, donde se considera que el estado es mayormente húmedo durante la serie de tiempo del año, con una mínima de 88%, una máxima de 100% y una humedad promedio de 88%.

Figura 5.

Humedad Relativa de la Provincia de Santa Elena.



Nota. Tomado del informe meteorológico de (*Weather Spark, 2023*).

Tabla 4.

Humedad relativa de la provincia de Santa Elena

HUMEDAD RELATIVA	VALOR (%)
Humedad relativa media anual	91%
Humedad relativa mínima anual	88%

Humedad relativa máxima anual

100%

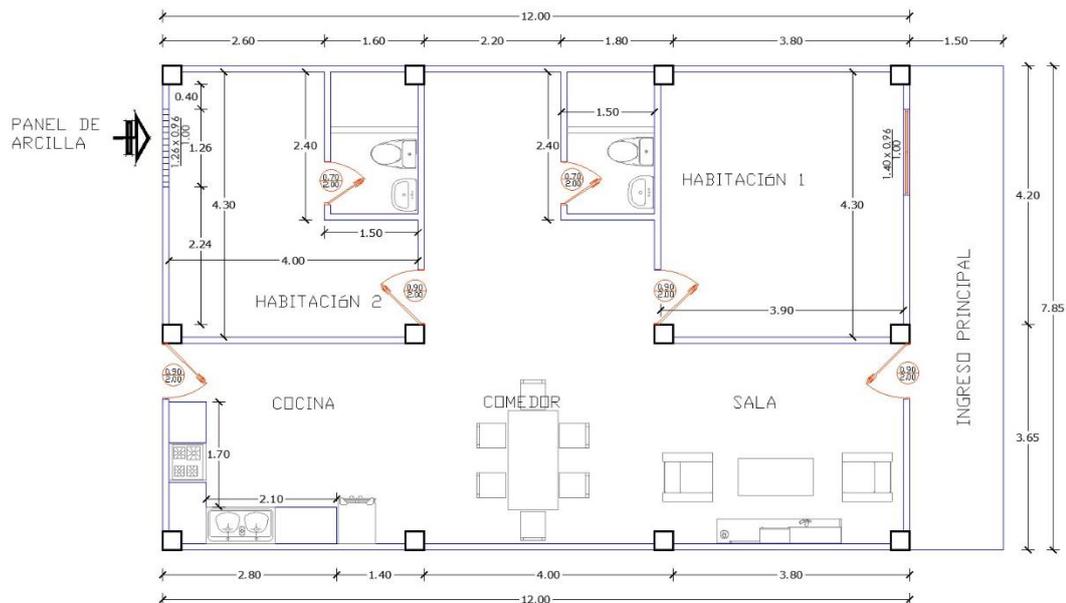
Nota. Datos tomados del informe meteorológico de (Weather Spark, 2023)

3.4.3. Consideraciones de la Vivienda.

Para el estudio de la variación de temperatura, se ubicó una vivienda en las afueras de la cabecera cantonal urbana del cantón Santa Elena, la vivienda se detallan en la **Figura 5**, donde se muestra la habitación 1 tiene un área de 13.65m², mientras que la habitación 2 tiene 17.2 m², las mediciones se realizan en dos habitaciones dentro de la casa, con y sin el sistema de enfriamiento de paneles de arcilla tipo colmena, los planos esquemáticos de la vivienda la instalación del prototipo de enfriamiento se ubicó en la habitación número dos, donde se realizarán las mediciones de los parámetros de temperatura y humedad

Figura 6.

Plano esquemático de la vivienda y habitaciones de prueba.



3.5. METODOLOGÍA DE O.E.1.: DISEÑAR GEOMÉTRICAMENTE EL PROTOTIPO DE UN SISTEMA CON PANELES DE ARCILLA DE TIPO COLMENA UTILIZANDO AUTOCAD Y SKETCHUP CON EL FIN DE PROPORCIONAR UNA SOLUCIÓN TÉCNICA Y EFICIENTE EN LA CONSTRUCCIÓN.

Para el análisis y diseño geométrico del prototipo conformado por paneles de arcilla, se ha seguido un enfoque técnico y metódico. En primera instancia, se ha centrado en la selección de las dimensiones y la forma del prototipo, basándose en una investigación previa sobre los materiales idóneos para implementar en el sistema de enfriamiento.

3.5.1. Diseño Geométrico.

El diseño de la estructura de paneles tipo colmena abarca la disposición y dimensiones de los tubos de arcilla y de la estructura de acero donde serán ubicados, los detalles estructurales, medidas de los tubos y montaje ha sido llevado a cabo utilizando herramientas de diseño asistido por computadora, concretamente, se ha empleado el software AutoCAD y SolidWorks.

3.5.1.1. Diseño Bidimensional

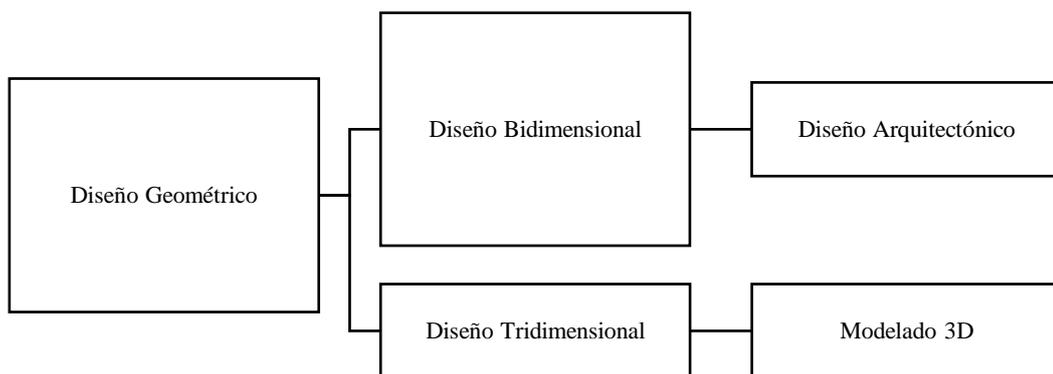
Para la digitalización de la estructura se ha utilizado el Software AutoCad para la ejecución de los planos arquitectónicos de la estructura que sostendrá los paneles de arcilla, lo que ha permitido la creación de un modelo con una representación precisa de las dimensiones y formas del prototipo, lo que resulta esencial para su materialización y funcionamiento.

3.5.1.2. Diseño Tridimensional

De manera complementaria, se ha utilizado el programa SketchUP para generar un modelo tridimensional (3D) de los paneles de arcilla cilíndricos. Esta representación tridimensional ha ofrecido una visión integral y detallada de cómo estos paneles se integrarán en el diseño general del sistema de enfriamiento, así como de sus medidas externas e internas.

Figura 7.

Organigrama Metodológico para Diseño Geométrico.



3.6. METODOLOGÍA DEL O.E.2.: CONSTRUIR EL PROTOTIPO DE PANELES DE ARCILLA TIPO COLMENA MEDIANTE LA FABRICACIÓN ARTESANAL DE PANELES Y TECNICAS DE SOLDADURA E INSTALACION DE BOMBAS DE PRESION PARA COMPROBAR EL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA ENFRIAMIENTO.

Para la realización del objetivo específico dos, se realizó la construcción artesanal de cada panel de arcilla, una estructura semicilíndrica basada en el modelado tridimensional planteado en el primer objetivo. El proceso incluye el prototipado, modelado, cocción y testeado de un panel prototipo que cumpliendo con los requerimientos y los estándares de diseño son implementados a la estructura metálica.

3.6.1. Proceso Artesanal para Elaboración de los Paneles.

El proceso de modelado de paneles de arcilla se realizó junto con la asesoría de artesanos de la comuna Valdivia, modelados a mano, el proceso implica la selección del material, utilizando dos tipos de arcillas, de origen local y de la región amazónica. Las condiciones ambientales juegan un papel crucial en la selección del material utilizado, las primeras muestras realizadas con arcilla de canteras locales combinada con arcilla de cantera Tena, produjeron especímenes que presentaban grietas y fisuras. La segunda dosificación sustituyó la arcilla local por la extraída de la cantera Montecristi, con la misma dosificación en partes iguales utilizando el método de amasado de Cabeza de Buey.

El proceso de elaboración artesanal comprende el conjunto de etapas empezando con la selección del material previamente explicada, siguiendo con la etapa de amasado se realiza siguiendo el método de amasado de cabeza de Buey.

Figura 8.

Amasado de Cabeza de Buey.



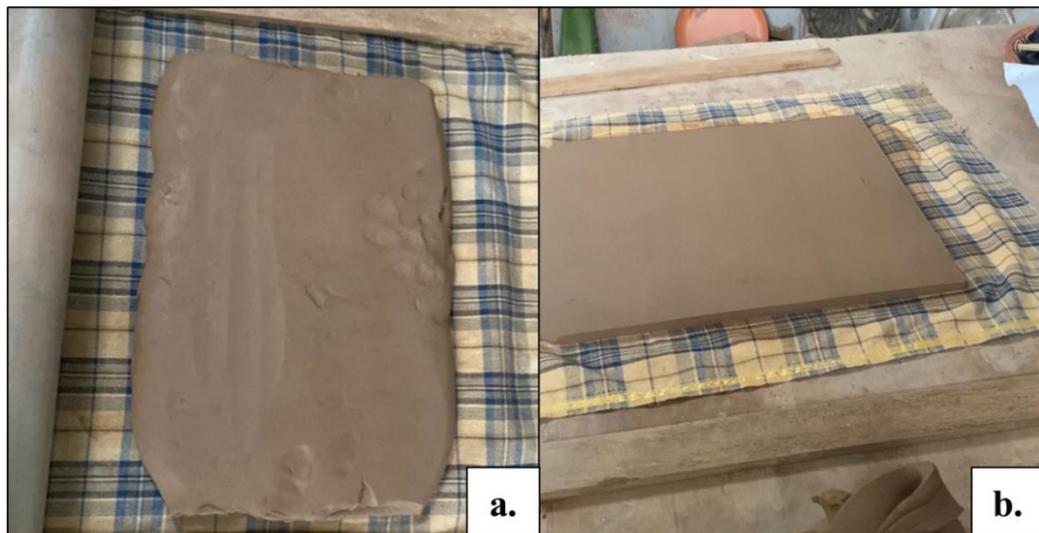
Se selecciona por ser el método que garantiza el correcto y eficaz manejo de la mezcla, el proceso comprende de forma sencilla; en amasar la mezcla en una

superficie plana y con ambas manos en la masa de arcilla se la presiona desde arriba hacia atrás para estirla en el mismo movimiento hacia adelante haciendo presión en las palmas de las manos y cuidando con los dedos sostenerla por los laterales para evitar hacer una barra.

La acción se repite varias veces evitando dejar burbujas hasta dejar la masa más blanda, de modo que la integremos hacia dentro aproximadamente 100 veces para obtener homogeneidad para que a la misma se le proceda a golpear vigorosamente la masa, realizar una abertura rectangular y estirla sobre una superficie que nos permita desmoldar, siendo práctico, telas, papeles u otros. Parte de las herramientas utilizadas comprenden reglas de madera que ayudan garantizando el espesor adecuado al momento de pasar un rodillo que estire la masa formando un rectángulo, eliminando burbujas de manera manual, hasta que la masa tenga el mismo espesor y una apariencia prolija y uniforme.

Figura 9.

Etapa de Endurecimiento de la Arcilla.



La etapa de endurecimiento requieren que las láminas previamente amasadas reposen durante sesenta minutos para que pierdan humedad y adquieran resistencia, para continuar a la fase de moldeado, donde haciendo uso de un molde metálico previamente medido donde se ubica la masa, como se puede observar en

la **Figura 9.a** y se cortan los bordes de manera que no sobrepasen, este cilindro de arcilla tiene medidas antes del curado y después de este, las cuales son especificadas en la tabla 5, esto debido a que la mezcla tiene un porcentaje de reducción del 9%, por lo cual se presenta una variación de las medidas al momento de secar.

Tabla 5.

Medidas cilindro de arcilla

Dimensión	Medida antes del curado (cm)	Medida después del curado (cm)
Largo	33	30
Diámetro	11	10

Figura 10.

Herramientas para Moldeado.



Se debe cerrar de manera manual humedeciendo los bordes y ejerciendo presión dactilar, con la punta de una varita de caña guadua se realiza un canal en el medio del tubo, detallado en la **Figura 10**, este proceso es para compactar bien la masa en la unión, se vuelve a humedecer y se lo rellena nuevamente con la masa sobrante.

Figura 11.

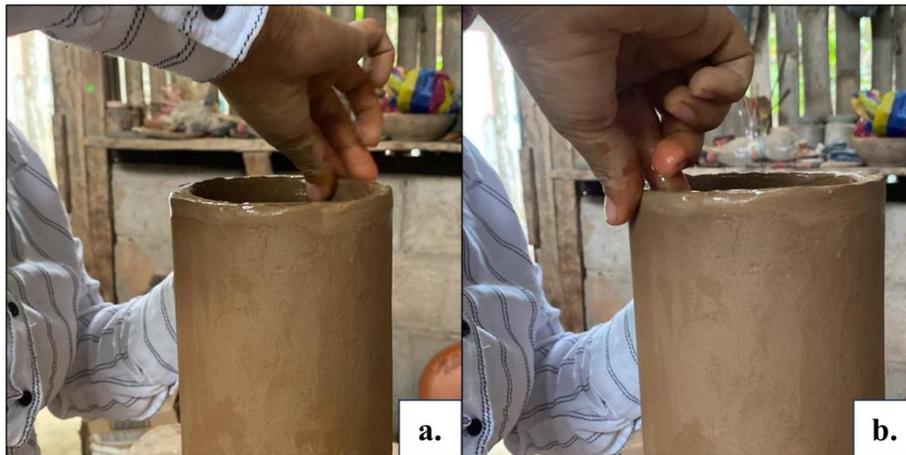
Canal en la Unión del Cilindro de Arcilla.



Una vez formado el tubo de arcilla, este se deja reposar durante 1-2 horas, dependiendo de las condiciones climáticas, para evitar deformaciones y garantizar su estabilidad estructural. Este periodo permite que el tubo se sostenga por sí mismo, minimizando el riesgo de colapsar. Posteriormente, se aplican golpes ligeros para alisar la superficie con una regla de madera, y el tubo se gira en una superficie plana para mantener la uniformidad. La siguiente etapa involucra dejar que la pieza endurezca durante una noche. Al día siguiente, se realiza una inspección detallada y se corrigen posibles imperfecciones utilizando dedos húmedos y masa. Se presta especial atención a los detalles de los bordes para lograr un acabado refinado.

Figura 12.

Proceso de corrección de imperfecciones.



Después de este proceso, se permite que el tubo repose nuevamente durante 5 días o hasta una semana, ajustándose al ritmo climático. Posteriormente, se lleva a cabo un lijado cuidadoso de los bordes para obtener una superficie suave. El siguiente paso crucial es la cocción en el horno. Se inicia encendiendo el horno a baja temperatura (25°C) y se incrementa gradualmente cada hora. En un lapso de tres horas, la temperatura alcanza un máximo de 250°C . La progresión continua, elevándose gradualmente hasta llegar a una temperatura final de 900°C . Este proceso contribuye significativamente a la resistencia final de los tubos de arcilla.

Una vez completado el ciclo de cocción, se permite que los tubos reposen en el horno durante toda la noche. Al día siguiente, se retiran y continúan enfriándose. Es esencial realizar este proceso en un horno de ladrillo refractario a gas, con las temperaturas siendo monitoreadas con precisión mediante un pirómetro para asegurar resultados consistentes y de calidad. Este enfoque de cocción precisa contribuye a la resistencia y durabilidad óptimas de los tubos de arcilla.

Para conocer la cantidad de humedad que uno de los paneles puede llegar a absorber, obtuvimos el peso seco de la muestra después del horneado a 900 grados eliminando la humedad natural restante del proceso de secado, para el siguiente dato se le realizó una prueba de inmersión en agua durante 48 horas para conocer el peso del panel después de estar sumergida completamente en agua, para

después de ese tiempo sacarla y dejamos escurrir por 3 min por el exceso de agua y se la volvió a pesar para obtener el peso húmedo.

Tabla 6.

Registro de pesos de un cilindro de arcilla.

Peso (Estado natural)	2.5 kg
Peso de los sólidos (W_s)	1.1 kg
Peso (W)	2 kg

Ecuación 1.

Peso específico seco y saturado.

$$\omega\% = \frac{W_\omega}{W_s} * 100 = \frac{W - W_s}{W_s} * 100$$

Donde:

W = Peso total de la muestra saturada.

W_ω = Peso total de la fase líquida de la muestra (Peso del agua)

W_s = Peso total de la fase de sólida de la muestra (Peso de los sólidos)

Una vez obtenido los valores se utilizó la fórmula de contenido de humedad para descubrir que un panel de arcilla absorberá un 81.8% su peso en agua.

$$\omega\% = \frac{2 - 1.1}{1.1} * 100$$

$$\omega\% = 81.8\%$$

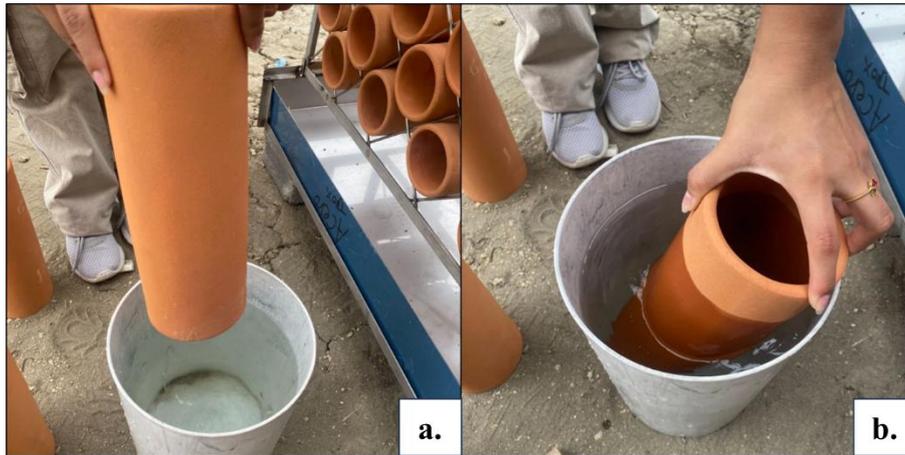
Tabla 7.

Registro del peso total de los paneles de arcilla

Parámetro	Masa (Kg)
Peso total de Paneles de Arcilla	67.00
Peso solido total de los paneles (W_s)	73.70
Peso total (W_T)	134.00

Figura 13.

Proceso de inmersión de cilindros para prueba de pesos.



3.6.2. Proceso de Elaboración de Malla Soldada

En el proceso de elaboración de la malla soldada, se empleará varillas de acero inoxidable con diámetros de 4 mm y 6 mm para reforzar la estructura. Se optó por varillas de mayor diámetro para prevenir que las de 4 mm se doblen durante la soldadura y pudieran soportar el peso de los cilindros de arcilla. Para soldar este tipo de material, se utilizó el proceso de soldadura de acero con electrodos AWS AS.4:E308.10. bajo las condiciones que detalla el Manual de Inspección de Soldadura (2013), a su vez el marco fue construido con ángulos de acero galvanizado de dimensiones 20x20x3x6000 mm, resultando en un área de 120.000 mm². En el interior de este marco, se soldaron las mallas. Con el objetivo de minimizar el consumo a largo plazo, se diseñó una bandeja de acero para recolectar agua y dirigirla hacia el depósito de agua.

Figura 14.

Malla Soldada para Cilindros de Arcilla.



3.6.3. Proceso de Instalación de la Bomba.

La instalación de una bomba de agua que funciona con una batería implica varios pasos para garantizar un funcionamiento eficiente y sostenible. Aquí hay un resumen general del proceso:

3.6.3.1. Evaluación del Sitio:

Antes de comenzar la instalación, es crucial evaluar el sitio donde se instalará la bomba de agua solar. Esto incluye analizar la disponibilidad de luz solar, la ubicación óptima para los paneles solares y la profundidad del pozo o la fuente de agua. En este caso se necesita, una bomba de agua que pueda

3.6.3.2. Selección de la Bomba:

Se elige la bomba de agua sumergible adecuada a las necesidades. Se considera factores como la profundidad del pozo, la altura de elevación, el voltaje y potencia requerida. Además de que la bomba sea compatible con el sistema solar.

3.6.3.3. Instalación de Paneles Solares:

Colocar los paneles solares en un área expuesta al sol, preferiblemente en un ángulo que maximice la captación de luz solar. Conecta los paneles en serie o paralelo según las especificaciones del fabricante y de utilizar cableado seleccionar un adecuado para evitar pérdidas de energía.

3.6.3.4. *Instalación de la Bomba:*

Se coloca la bomba en la fuente de agua precautelando de que esté sumergida correctamente y que la conexión eléctrica sea segura. Además, se verifica las conexiones de las tuberías y se ajusta la posición de la bomba para optimizar el rendimiento.

3.6.3.5. *Pruebas y Ajustes:*

Realizar pruebas para asegurarse de que el sistema funciona correctamente. Donde se ajusta la configuración del controlador solar y el nivel de voltaje necesario para optimizar el rendimiento y la eficiencia e intentar con varias bombas para abastecer al sistema de enfriamiento. Es importante seguir las instrucciones específicas proporcionadas por el fabricante de la bomba de agua y otros componentes del sistema solar durante todo el proceso de instalación.

3.7. METODOLOGÍA DEL O.E.3. EVALUAR EL COMPORTAMIENTO HIGROTÉRMICO EN DOS HABITACIONES RECOPILANDO PARÁMETROS FÍSICOS A TRAVÉS DE PRUEBAS REALIZADAS CON SENSORES DIGITALES PARA EL ANÁLISIS DE DATOS TÉCNICOS.

Para los factores climáticos se consideró dos habitaciones dentro de una vivienda, la habitación 2 con un área de 13,6 m² y la segunda habitación con un área de

10,05 se excluye el área de baño, en una vivienda ubicada en el cantón Santa Elena, donde consideraron varios aspectos como:

3.7.1. Temperatura.

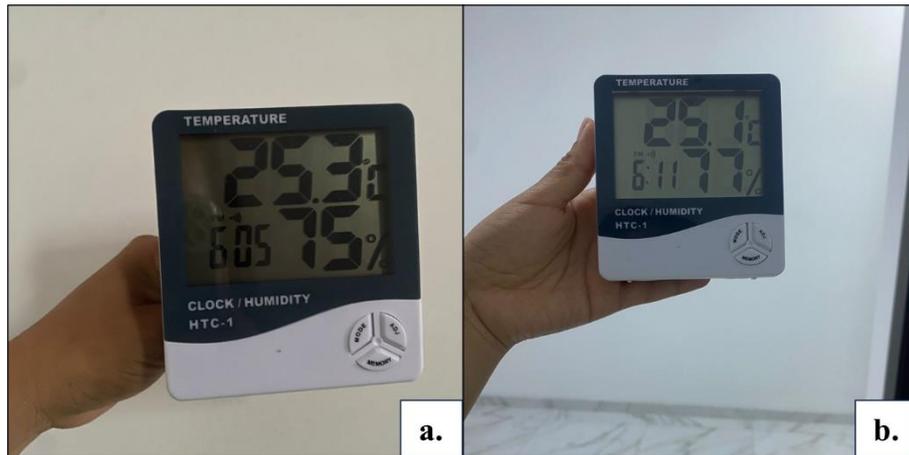
Se llevó a cabo un análisis de las temperaturas en tres áreas específicas: la habitación 1, la habitación 2 y el entorno exterior de la vivienda. Este proceso involucró el uso de diversas herramientas, entre las cuales se incluyen dos sensores denominados termohigrómetro, diseñados para medir la temperatura y la humedad relativa. Dichos sensores fueron ubicados en cada habitación, registrando datos en intervalos de 10 minutos con el propósito de evaluar las fluctuaciones de temperatura y humedad en ambos espacios. Respecto a las condiciones exteriores de la vivienda, se recurrió al pronóstico del tiempo proporcionado por la aplicación Weather de Apple para obtener información sobre la temperatura y humedad previstas.

3.7.2. Humedad.

Se llevó a cabo la medición de la humedad en ambas habitaciones siguiendo el mismo procedimiento empleado para evaluar la temperatura. Se instalaron sensores de humedad en cada una de las habitaciones, registrando la variación en este parámetro en intervalos de 10 minutos.

Figura 15.

Sensores de Temperatura y Humedad.

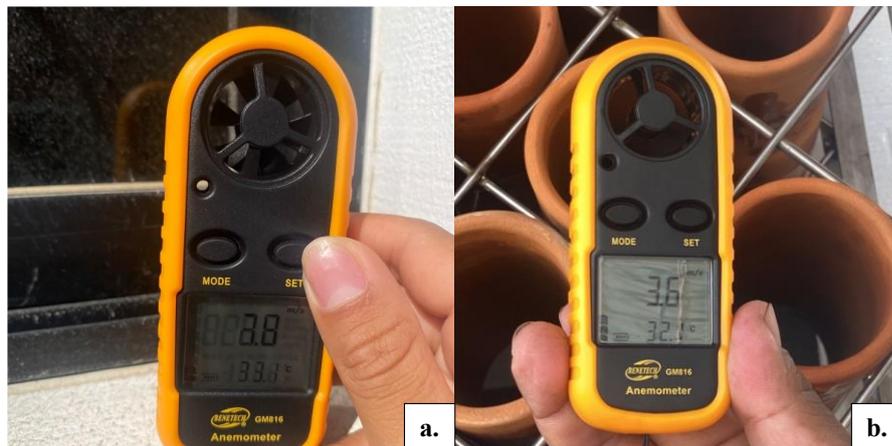


3.7.3. Velocidad del Aire:

En este contexto, se empleó un dispositivo conocido como anemómetro para la medición de la velocidad del viento. Este instrumento fue posicionado en el exterior de la habitación 1 y la habitación 2, orientado en la dirección del viento, con el propósito de registrar la velocidad en metros por segundo.

Figura 16.

Anemómetro digital.



3.7.4. Temperatura del Agua:

Para la medición de la temperatura de agua, se utilizó un termómetro de cristal líquido, que se lo ubico en la bandeja de acero para tomar la temperatura antes y después de encender el prototipo.

Figura 17.

Termómetro para agua.



3.8. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 8.

Cuadro de la operacionalización de la variable independiente

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidad de medida	
Variable Independiente:	<i>Diseño de panel de arcilla tipo colmena</i>	Diseño Artesanal y digitalización en AutoCAD y SketuchUp	Realizar el diseño arquitectónico y de ingenierías de paneles de arcilla tipo colmena.	Molde artesanal	Diseño de Prototipo.	Unidad
					Modelo Digital	Unidad
				Diseño de panel de arcilla tipo colmena	Planos constructivos de panel	Unidad
					Especificaciones Técnicas	Unidad
<i>Factor Hidrometeorológico</i>	Analizar la incidencia de las variables en el enfriamiento de la habitación	Medición de parámetros termohigrómetros con aparatos de medición especializados	Viento	Velocidad del viento	m/s	

Tabla 9.*Cuadro de operacionalización de la variable dependiente.*

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidad de medida
Variable Dependiente:	<i>Temperatura interna de la vivienda</i>	Comparar la temperatura de una habitación	Medir la temperatura de una habitación	Temperatura	°C
				Temperatura ambiente	
				Humedad	%
				Temperatura usando paneles de enfriamiento tipo colmena	°C
				Humedad	%

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

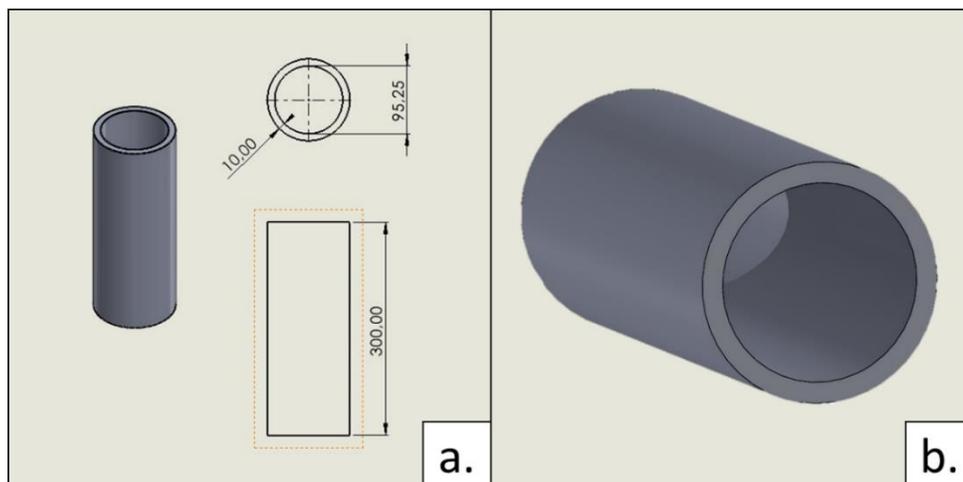
El capítulo de resultados presenta los hallazgos obtenidos como resultados de la investigación realizada. En este capítulo, se resumen y se presentan los datos recopilados, se muestran las pruebas y análisis estadísticos realizados, y se exponen los resultados de las investigaciones en función de los objetivos y las hipótesis planteadas (Manterola et al., 2007).

6.1. RESULTADOS DE O.E.1.: DISEÑAR GEOMÉTRICAMENTE EL PROTOTIPO DE UN SISTEMA CON PANELES DE ARCILLA DE TIPO COLMENA UTILIZANDO AUTOCAD Y SKETCHUP CON EL FIN DE PROPORCIONAR UNA SOLUCIÓN TÉCNICA Y EFICIENTE EN LA CONSTRUCCIÓN.

El diseño geométrico corresponde a una figura similar a un cilindro hueco cuyas medidas finales se ilustran en la **Figura 15**. El cual deberá elaborarse con técnicas artesanales, el diseño procura facilidad de instalación y transporte, donde las medidas se adecuan al sistema dando una base amplia para el paso del aire caliente cuya temperatura será modificada usando el sistema de enfriamiento evaporativo que permite la arcilla.

Figura 18.

Dimensiones de los Paneles de Arcilla.

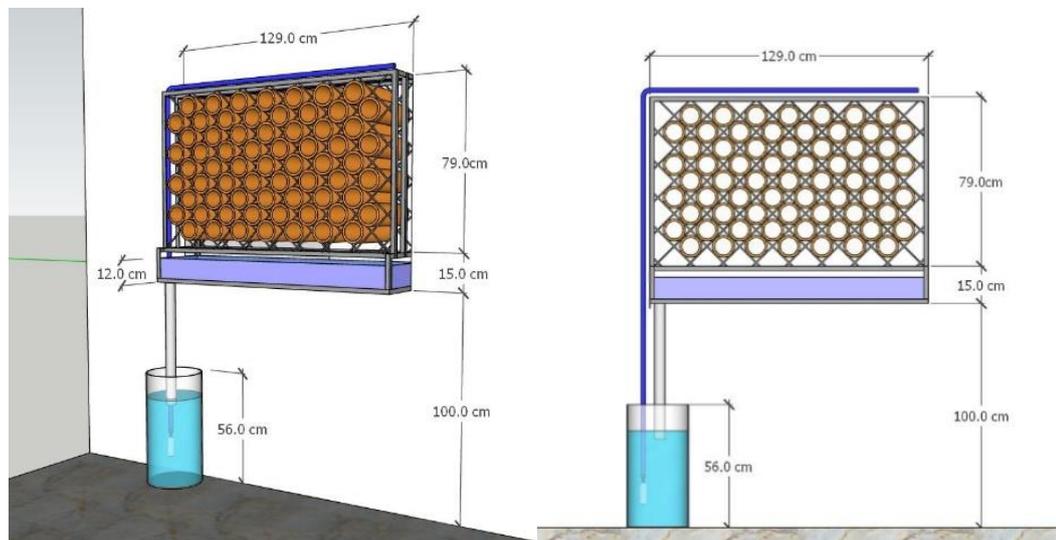


El material utilizado es arcilla cuya dosificación se detalla en la **Tabla 11**, utilizando material local e importado junto con árido fino para lograr una consistencia homogénea que permita la correcta manipulación y cocción de los cilindros cuyas medidas se detallan en la **Figura 15**.

El diseño tridimensional fue elaborado mediante software Solidworks y SketchUp y presenta una representación en tres dimensiones del elemento, que permite la elaboración futura de una forma óptima. Utilizando AutoCAD y SketchUp, se llevaría a cabo el diseño geométrico del prototipo. Esto implica crear modelos tridimensionales de los paneles de arcilla cilíndricos y cualquier otra estructura necesaria para la vivienda, como marcos de soporte y posiblemente una bandeja para recolectar agua.

Figura 19.

Modelo Tridimensional



A partir de los resultados obtenidos en las simulaciones, se podrían realizar ajustes y optimizaciones en el diseño para mejorar aún más su eficiencia en el enfriamiento. Esto podría implicar modificar la disposición de los paneles de arcilla, ajustar dimensiones o introducir cambios en los materiales utilizados.

6.2. RESULTADOS DE O.E.2.: CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO TIPO COLMENA MEDIANTE LA FABRICACIÓN ARTESANAL DE PANELES Y TECNICAS DE SOLDADURA E INSTALACION DE BOMBAS PARA COMPROBAR EL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA ENFRIAMIENTO.

6.2.1. Prototipo con Panel de Arcilla de Tipo Colmena.

El modelo inicial parte de los resultados obtenidos del objetivo específico 1, se está diseñando o construyendo para probar su viabilidad, este panel de Arcilla de tipo Colmena se refiere a la estructura principal del prototipo, que está hecha de arcilla y el termino colmena es debido a la similitud que presenta con las colmenas de abejas. Esto se traduce en una estructura modular, eficiente en términos de espacio, y con un diseño orgánico que se adecua a las tendencias de diseño actuales.

6.2.2. Construcción Artesanal de Cilindros de Arcilla:

En este contexto se realizó una producción artesanal, el proceso de construcción se realiza manualmente, bajo la tutela de artesanos especializado en cerámica de arcilla de la comuna Valdivia, componiéndose de:

6.2.2.1. *Cilindros de Arcilla:*

Elementos tubulares hechos de arcilla que probablemente se utilizarán en la construcción del prototipo.

6.2.2.2. *Soldadura de Armazón Metálico:*

Este proceso implica unir dos o más piezas metálicas aplicando calor para fundirlas y luego enfriarlas, creando una conexión sólida, este armazón se utiliza para fortalecer o dar forma al prototipo.

6.2.3. Propiedades de Enfriamiento del Sistema.

6.2.3.1. Propiedades de Enfriamiento:

Las características relacionadas con la capacidad del sistema para disipar el calor. Esto puede ser importante en aplicaciones donde se necesita controlar la temperatura, como en sistemas de refrigeración, se refiere al conjunto completo del prototipo, incluyendo los paneles de arcilla, los cilindros, y el armazón metálico.

6.2.4. Partes del Sistema de Enfriamiento Tipo Colmena.

Siguiendo el objetivo número dos, con respecto al uso de las técnicas artesanales con la arcilla, se consiguió elaborar 70 paneles de arcilla cocida con la dosificación adecuada. De los cuales 67 fueron instalados en la estructura de acero inoxidable, ofreciendo un aspecto estético y funcional con gran facilidad de instalación dentro de la malla soldada.

Figura 20.

Paneles de Arcilla Cocidos



Tabla 10.

Dosificación de la mezcla de arcilla

Dosificación mezcla de arcilla	
Descripción	Peso (%)
Arcilla de Montecristi	45
Arcilla de Tena	45
Arena de rio.	5

Figura 21.

Paneles de Arcilla sin Cocción.



Se utilizarán varillas de acero inoxidable con diámetros de 4 mm y 6 mm para fortalecer la estructura y realizar el ensamblaje. Se ha elegido emplear varillas de mayor diámetro para evitar que las de 4 mm se deformen durante el proceso de soldadura y para asegurar que puedan soportar el peso de los cilindros de arcilla. Para llevar a cabo la soldadura de este tipo de material, que es acero inoxidable, se empleó el proceso de soldadura de acero AWS AS.4:E308.10.

El marco se construyó utilizando ángulos de acero galvanizado con dimensiones de 20x20x3x6000 mm, lo que resultó en un área total de 120.000 mm². Dentro de este marco, se soldaron las mallas. Con el objetivo de reducir el consumo a largo plazo, se diseñó una bandeja de acero para recolectar agua y canalizarla con una rejilla, un sifón de 2'' y una manguera conectados hacia el depósito correspondiente.

Figura 22.

Paneles Ensamblados en la Estructura.



6.2.5. Proceso de Instalación de la Bomba.

En el presente procedimiento, se ha empleado una fuente de energía de una batería de 12 voltios, la cual, a su vez, se halla vinculada a una mono bomba de agua de material ABS sumergible de presión con un motor de corriente directa (DC motor) que funciona a 12 V y una corriente de 10A, por lo cual podemos descifrar la energía total consumida en 3 horas de uso, que fue el tiempo de cada prueba.

$$Potencia (W) = Voltaje (V) \times Corriente (A)$$

$$Potencia = 12V \times 10A = 120 W$$

$$Energía = Potencia (W) \times Tiempo (h)$$

$$Energía = 120W \times 3h = 360 Wh$$

Para evaluar la magnitud del consumo energético de las pruebas que se realizarán, calculamos el rendimiento de la bomba de 120 W operada durante 3 horas lo cual consumió 360Wh, lo que se traduce en una capacidad térmica aproximada de 1228.3 BTU. Para la comparación con la capacidad de enfriamiento de un aire acondicionado de 4000 BTU se realizan las conversiones pertinentes, obtenemos que 4000 BTU equivalen a 1172.3Wh. Por lo tanto, la bomba de 120 W en una hora se convierte a 120Wh lo cual es equivalente a 409.2 BTU.

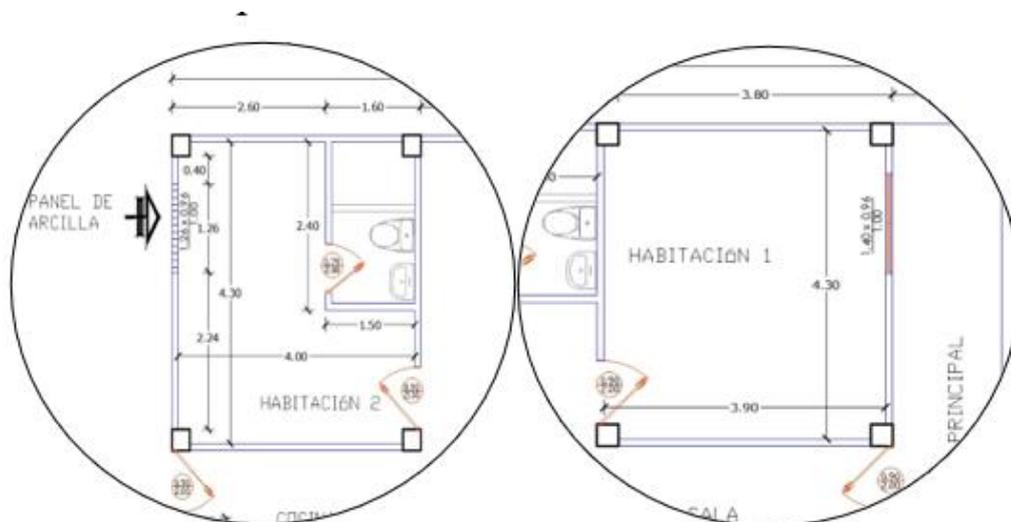
Dicha bomba se sitúa en un depósito de 34 litros que, mediante una manguera de ¼ de pulgada, dirige el flujo hacia la parte superior del prototipo. A partir de este punto, el agua se distribuye verticalmente sobre los tubos de arcilla, propiciando el contacto directo de estos con el líquido, mientras que la dirección del flujo de agua se ve influenciada por la presencia de viento proveniente de la orientación de la habitación. Como resultado, se logra una distribución uniforme del agua sobre el prototipo. La recogida del agua se efectúa en una bandeja de acero situada en la parte inferior del prototipo, la cual canaliza el líquido de vuelta al depósito. Este proceso establece un ciclo que posibilita la reutilización del agua, contribuyendo así a la sostenibilidad y eficacia del sistema de enfriamiento.

6.3. RESULTADOS DEL O.E.3. EVALUAR EL COMPORTAMIENTO HIGROTÉRMICO EN DOS HABITACIONES RECOPILANDO PARÁMETROS FÍSICOS A TRAVÉS DE PRUEBAS REALIZADAS CON SENSORES DIGITALES PARA EL ANÁLISIS DE DATOS TÉCNICOS.

Para evaluar los factores hidrotérmicos en las habitaciones se realizaron los procedimientos detallados en la metodología, por lo cual se listan las pruebas y se muestra las gráficas de las áreas de las habitaciones utilizadas.

Figura 23.

Habitaciones para Pruebas.



6.3.1. Prueba No. 1 control de prototipo encendido.

Condiciones naturales

Tabla 11.

Prueba No.1 control con prototipo encendido.

CONTROL DE PARAMETROS				
INICIO 15:00:00	HABITACIÓN CON PROTOTIPO (2)		HABITACIÓN SIN PROTOTIPO (1)	
V.V EN EL EXTERIO R	NATURAL 2.5-3.7		NATURAL 0.8-1.9	
TIEMPO (minuto)	TEMPERATUR	HUMEDA	TEMPERATUR	HUMEDA
	A °C	D %	A °C	D %
0:00	27.5	74	28.6	66
0:10	27.5	73	28.2	65
0:20	27.9	63	28.3	64
0:30	26.6	65	28.8	66
0:40	26.2	68	29.1	65
0:50	26.0	69	29.4	64
1:00	26.0	71	29.5	64
1:10	25.9	78	29.8	64
1:20	26.1	74	29.6	64
1:30	26.0	72	29.6	64
1:40	25.7	73	29.6	64
1:50	25.7	73	29.6	64
2:00	25.6	72	29.6	64
2:10	25.6	72	29.5	64
2:20	25.6	71	29.4	64
2:30	25.4	72	29.3	65
2:40	25.3	73	29.3	65
2:50	25.2	74	29.2	65
3:00	25.1	74	29.1	65

Tabla 12.

Registro de cambios climáticos por hora del cantón Santa Elena.

15H00 - 18H00	TEMPERATURA	HUMEDAD	SENSACIÓN TERMICA	VIENTO
	°C	%	°C	M/S
0:00	28	66	31	5.36
1:00	28	67	30	5.36
2:00	27	68	28	4.91
3:00	25	72	27	4.91

Tabla 13.

Registro horario de la temperatura del agua

TIEMPO 10:00AM - 13:00PM	°C
0:00	27
1:00	21
2:00	21
3:00	20

Figura 24.

Gráfico Comparativo de Temperaturas.

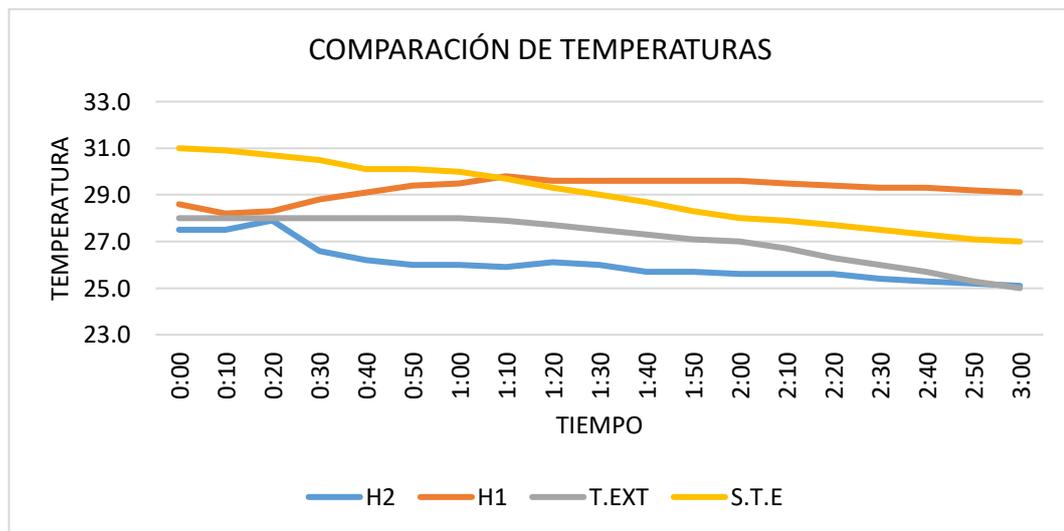


Figura 25.

Gráfico Comparativo de Humedades.

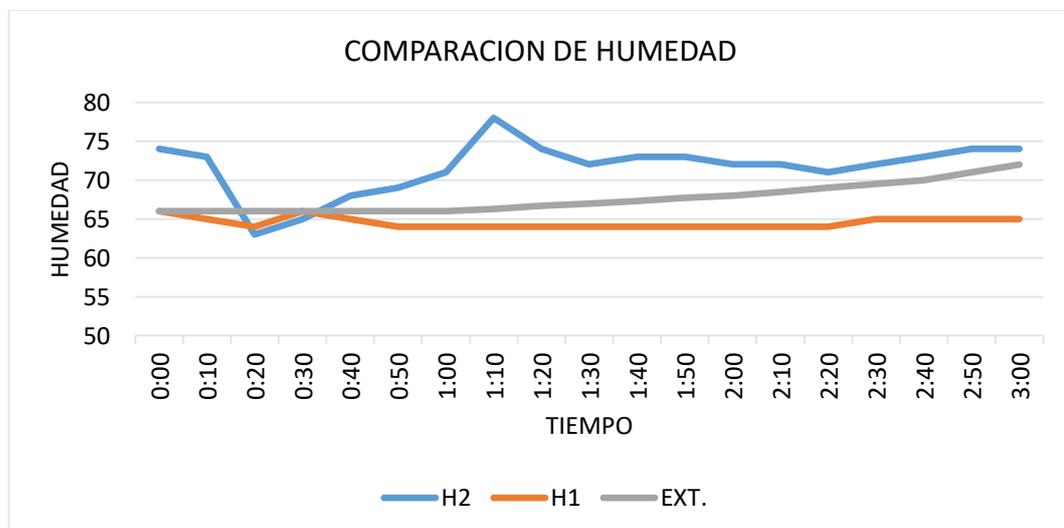


Figura 26.

Correlación Higrotérmica en la Habitación 2.

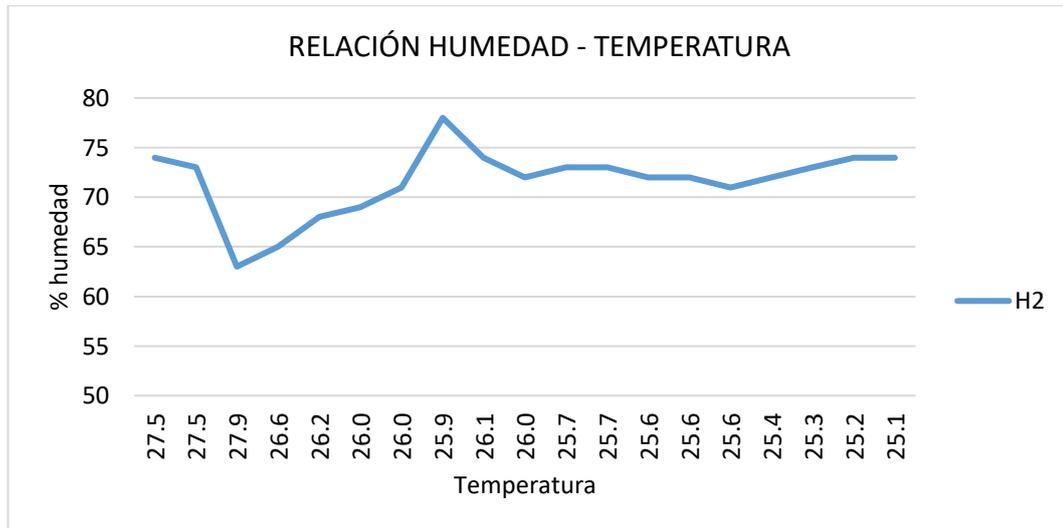
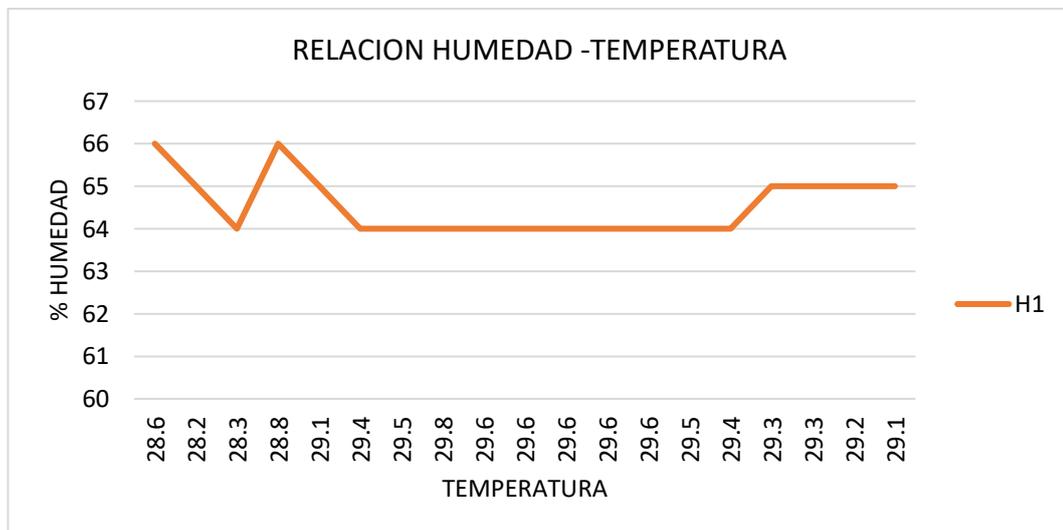


Figura 27.

Correlación Higrotérmica de Habitación 1.



En el gráfico comparativo, se evidencia que en la Habitación 2 con prototipo se registró una temperatura inicial inferior a la de la Habitación 1 sin prototipo desde el momento en que se activó la bomba de agua en el minuto 00:00 de las 15:00 PM, para iniciar el proceso de humidificación de los paneles, con una diferencia de aproximadamente un grado Celsius. Durante los primeros 20 minutos, se observó un aumento en la temperatura en coincidencia con la disminución de la humedad en H2, según lo detectado por el sensor correspondiente. Sin embargo, después de este pico de temperatura, se apreció un deterioro en la temperatura

durante las siguientes dos horas y 30 minutos de la prueba, a pesar de un gradual de 26.6 a 25.1 con 1.5 grados, se vio aumento en el porcentaje de humedad de 65 a 74 con aumentando por 9 grados hasta el final de la prueba. Un momento crucial ocurrió a los 1:10 minutos, cuando la bomba se apagó debido a la falta de batería, generando una breve elevación de temperatura durante los siguientes 30 minutos en H2, esto se reflejó en un pico de humedad del 78%, que luego disminuyó y se estabilizó después de que se restableció la alimentación de energía, resultando en una disminución de la temperatura y un leve aumento en la humedad. En comparación a H1 que en cada hora transcurrida iba aumentando la temperatura de 1.1 de diferencia a H2 en el minuto 00:00, aumento para la primera hora por 3.5 grados por encima de H2, y al termino de las dos horas siguiente se mantuvo 4 grados por encima, se recalca que, aunque la humedad es menos a H2, se mantuvo oscilando entre 64 y 66 grados. Considerando que en el cantón Sta Elena, la temperatura fue de 28,28,27,25 grados, la sensación térmica de 31,30,28,27 grados y la humedad de 66,67,58,72 por ciento todas respectivamente a los 00:00, 1:00,2:00 y 3:00 de la prueba manteniéndose la temperatura más cercana a la H2 que a la H1 que esta se acercó más a las sensaciones térmica incluso sobrepasándolas, mientras que la humedad si vario entre ambas habitaciones, manteniéndose una humedad más constante en la H1. Se pudo notar igualmente como la temperatura del agua circulante en el sistema fue bajando de 27, manteniéndose en 21 al pasar las dos primeras horas y finalizando la prueba con una temperatura de 20 grados.

6.3.2. Prueba No. 2 Control de Prototipo Encendido.

Tabla 14.

Prueba No.2 control con prototipo encendido.

CONTROL DE PARAMETROS				
INICIO	HABITACIÓN CON		HABITACIÓN SIN	
10:00 AM	PROTOTIPO (2)		PROTOTIPO (1)	
V.V EN EL	NATURAL		NATURAL	
EXTERIOR	2.7-3.1 m/s		0.8-1.4 m/s	
	TEMPERATUR HUMEDA		TEMPERATUR HUMEDA	
TIEMPO	A	D	A	D
	°C	%	°C	%

0:00	24.5	84	27.4	75
0:10	25.0	81	27.5	74
0:20	25.2	79	27.8	74
0:30	25.3	78	27.7	74
0:40	25.3	77	27.7	74
0:50	25.4	77	27.9	73
1:00	25.4	77	27.9	73
1:10	25.5	75	27.9	72
1:20	25.7	75	28.0	71
1:30	25.8	75	28.0	71
1:40	25.8	74	28.1	70
1:50	25.9	73	28.2	69
2:00	25.9	74	28.3	69
2:10	25.9	76	28.4	67
2:20	25.9	76	28.5	67
2:30	26.0	75	28.5	67
2:40	26.0	77	28.5	67
2:50	26.1	75	28.7	67
3:00	26.1	75	28.7	67

Tabla 15.

Registro de cambios climáticos por hora del cantón Santa Elena.

TIEMPO 10:00AM - 13:00PM	TEMPERATURA °C	HUMEDAD %	SENSACIÓN TÉRMICA °C	VIENTO M/S
0:00	27	68	30	3.58
1:00	28	64	31	4.02
2:00	29	63	32	4.91
3:00	29	63	32	4.91

Tabla 16.

Registro horario de la temperatura del agua

TIEMPO 10:00AM - 13:00PM	°C
0:00	27
1:00	21
2:00	21
3:00	21

Figura 28.

Gráfico Comparativo de Temperaturas.

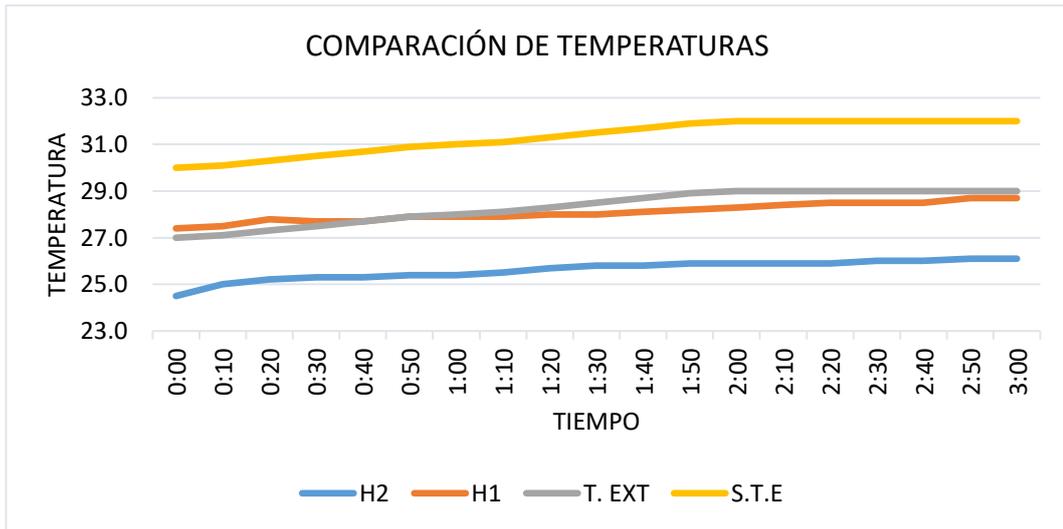


Figura 29.

Gráfico Comparativo de Humedades.

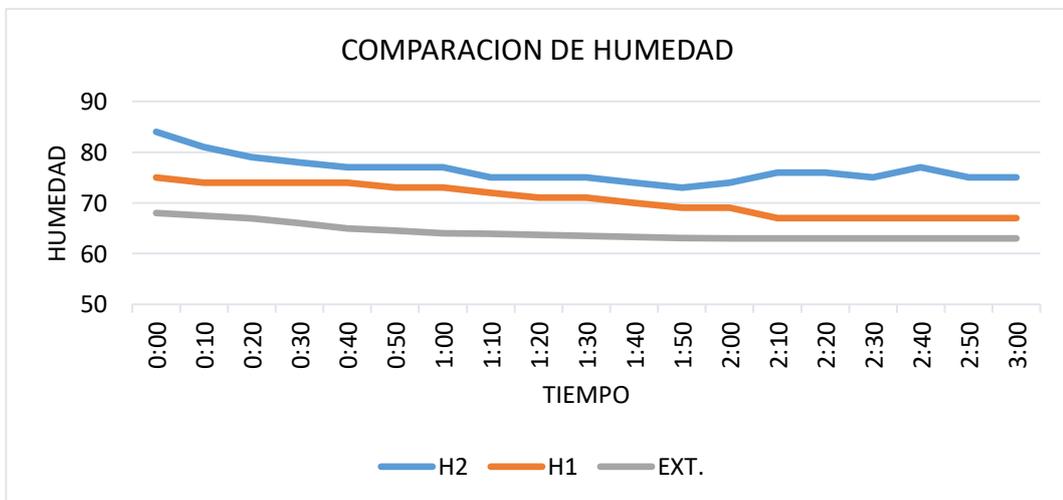


Figura 30.

Correlación Higrotérmica en la habitación 2.

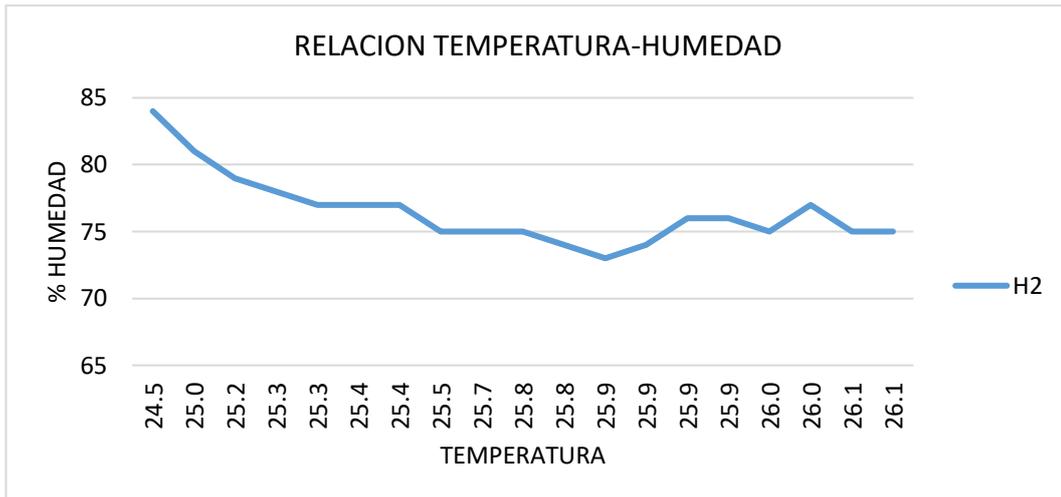
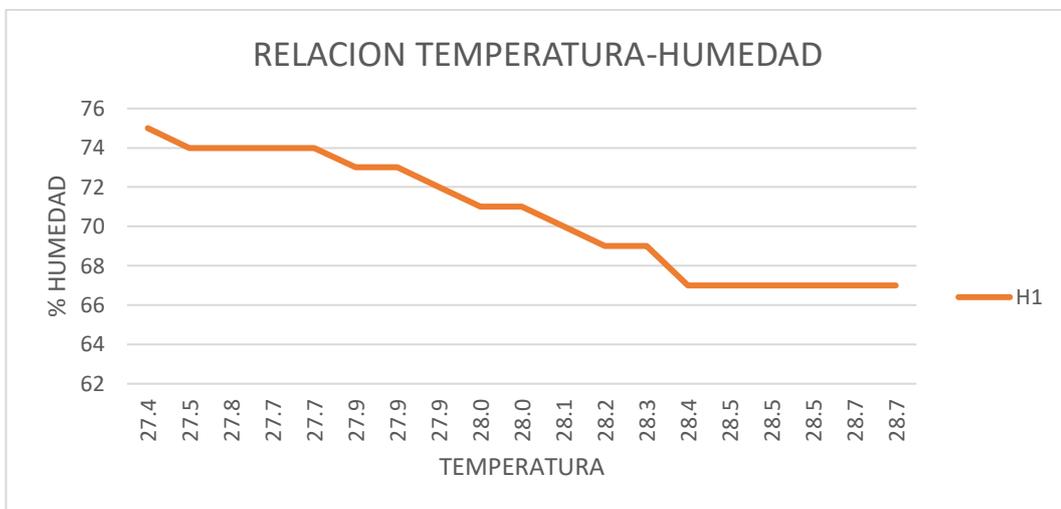


Figura 31.

Correlación higrotérmica en la Habitación 1.



1. Iniciada la prueba a las 10:00 AM, se recopilieron datos climáticos del cantón Santa Elena de la temperatura de 27grados, Sensación térmica de 30 grados y humedad de 68%, esto con el fin de evidenciar las entre el exterior e interior de las habitaciones. Entonces se observó una disminución de 2.5°C, 5.5°C y un aumento de 16% en la temperatura H2, mientras que en la H1 se mantuvo aproximadamente la misma temperatura que la registrada en el exterior, 2.6°C por debajo de la sensación térmica y una humedad mayor a la exterior por 7%. Debido a que el prototipo fue instalado en la H2, se notó una diferencia de 2.9°C menos en comparación

con la H1, que, en la misma hora, registró 27.4°C. En la primera hora se mantuvo la diferencia de 2.9°C, pero H2 se encontró 2.6°C por debajo de los 28°C del cantón, para la segunda hora la diferencia de H2 fue menor por 2.4°C que H1 que estuvo en 28.3°C acercándose a la temperatura exterior de 29 grados. Al finalizar la prueba el prototipo disminuyó a 26.1°C a H2, 2.9°C menos que la temperatura y 5.9°C menos que los 32°C de la sensación térmica del cantón y 2.6°C a H1, pero se notó como H1 sin prototipo del sistema de enfriamiento aumento llegando a 28.7 grados casi alcanzado la temperatura exterior de 29°C, pero 3.3°C menos a la sensación térmica. Con Respecto la humedad se nota como en H2 en la hora cero está en 84 y baja en la primera hora a 77, en la segunda a 74 y al finalizar en 75%, mientras que en H1 van desde 75 en hora cero, 73 en primera hora, 69 en hora dos y en 67% en hora tres al finalizar, comparándolas con la humedad del exterior que fue de 68,64,63 y se mantuvo 63% al finalizar, se observa que la mayor es H2, seguido por H1 y por último humedad exterior. Y para la temperatura del agua y, se tomaron lecturas a las cero, una, dos y tres horas desde el inicio de la prueba la temperatura del agua en el depósito fue de 24°C, 21°C, 21°C, 21°C manteniéndose por las 3 horas de prueba.

6.3.3. Prueba No. 3 control de prototipo encendido.

Tabla 17.

Prueba No. 3 control con prototipo encendido

CONTROL DE PARAMETROS				
INICIO 14:40 PM	HABITACIÓN CON PROTOTIPO (2)		HABITACIÓN SIN PROTOTIPO (1)	
V.V EN EL EXTERIOR	NATURAL		NATURAL	
	2.7-3.1 m/s		0.9-2	
TIEMPO	TEMPERATU HUMEDA		TEMPERATU HUMEDA	
	RA	D	RA	D
	°C	%	°C	%
0:00	26.0	74	29.7	63
0:10	26.1	77	29.8	63
0:20	26.2	77	29.8	63
0:30	26.2	78	29.8	63
0:40	26.1	79	29.8	64
0:50	26.1	79	29.9	64
1:00	26.0	77	29.9	64
1:10	26.0	76	30.0	64
1:20	25.9	76	30.0	63
1:30	25.8	76	30.0	63
1:40	25.7	76	30.1	63
1:50	25.6	77	30	63
2:00	25.4	76	30.0	63
2:10	25.3	77	30.0	63
2:20	25.2	78	29.9	63
2:30	25.1	77	29.8	64
2:40	25.0	78	29.8	64
2:50	25	78	29.7	64
3:00	24.5	79	29.5	65

Tabla 18.

Registro de cambios climáticos por hora del cantón Santa Elena.

TIEMPO 14:40AM - 17:40PM	TEMPERATURA	HUMEDAD	SENSACIÓN TERMICA	VIENTO
	°C	%	°C	M/S
0:00	29	64	31	5.36
1:00	28	67	30	5.36
2:00	26	72	28	5.36
3:00	25	78	27	4.47

Tabla 19.

Registro horario de la temperatura del agua

TIEMPO 14:40AM - 17:40PM	°C
0:00	21.5
1:00	21
2:00	20
3:00	19

Figura 32.

Gráfico Comparativo de Temperaturas.

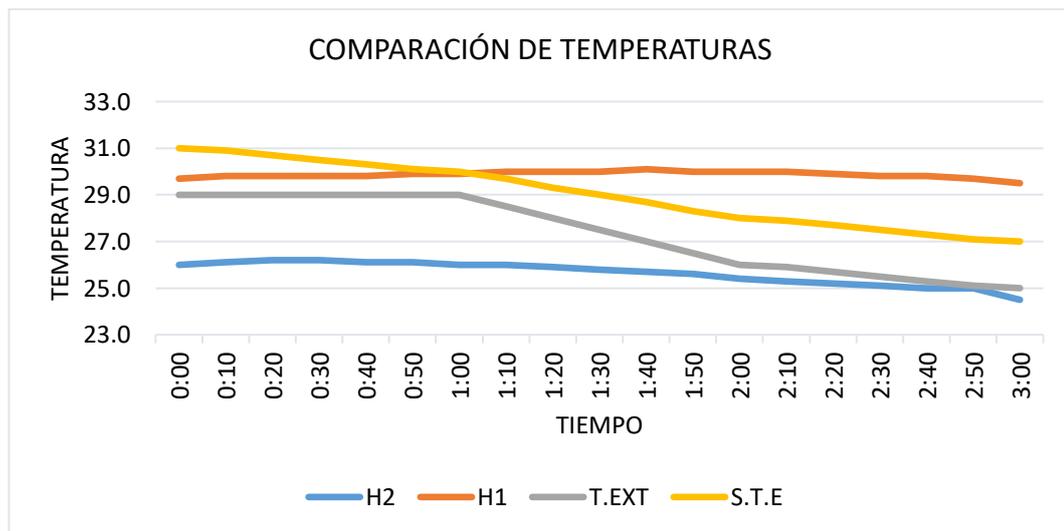


Figura 33.

Gráfico Comparativo de Humedades.

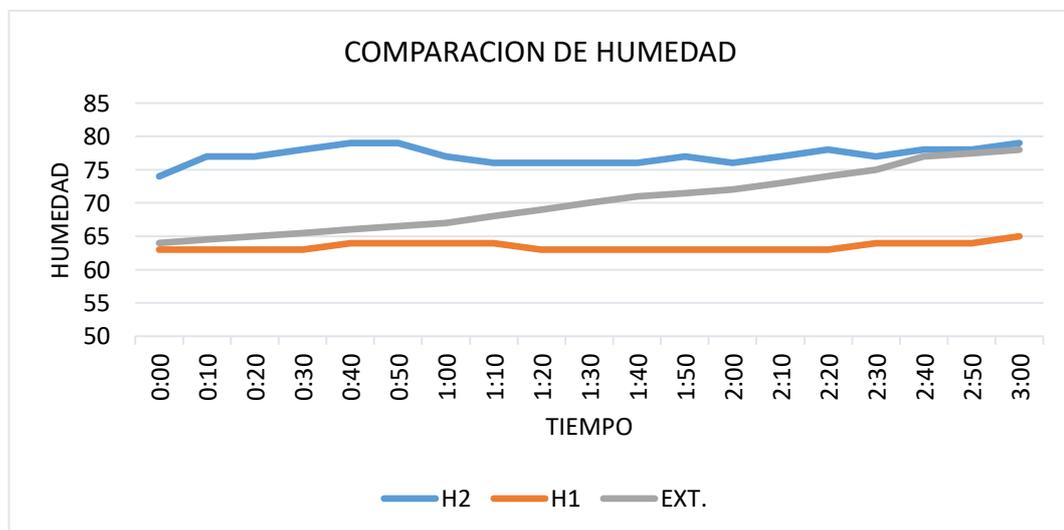


Figura 34.

Correlación Higrotérmica en la Habitación 2.

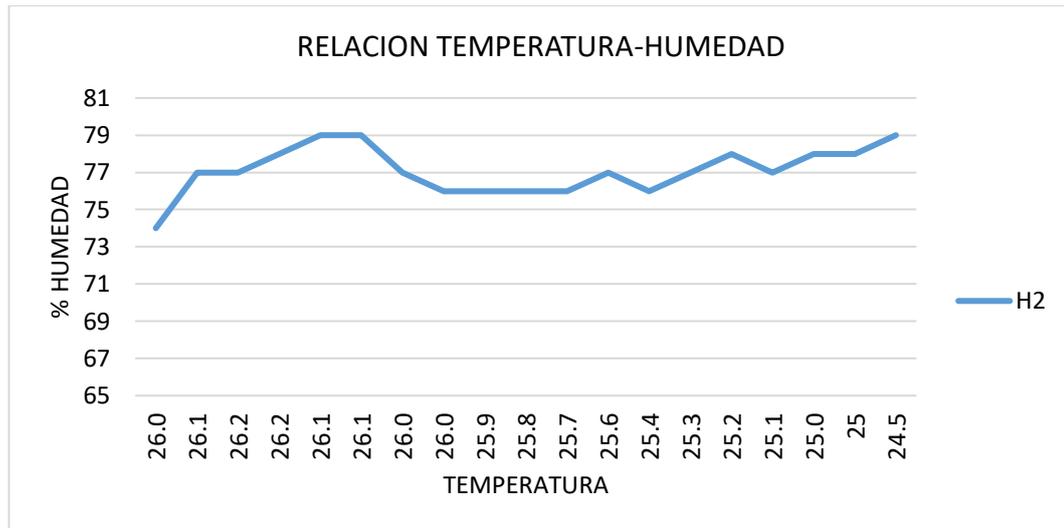
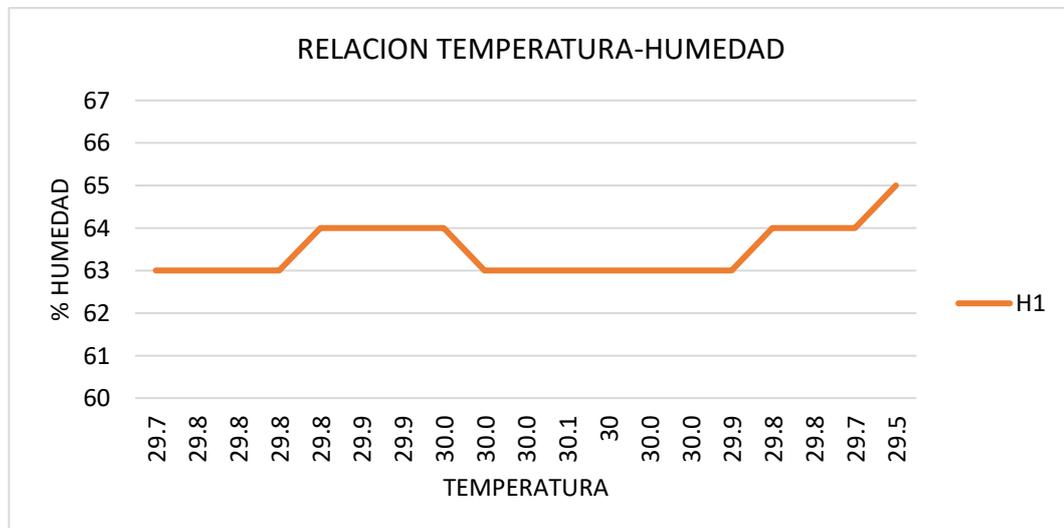


Figura 35.

Correlación Higrotérmica en la Habitación 1.



Se analizaron los sensores de ambas habitaciones a partir de las 14:40 PM, con una temperatura ambiente en el cantón Santa Elena de 29 grados. La habitación equipada con el prototipo H2, presentó una temperatura 3 grados más baja, mientras que la habitación sin prototipo H1, registró la misma temperatura que el entorno exterior. En cuanto al agua del reservorio, la prueba comenzó a las 00:00 minutos con una temperatura inicial de 21.5 grados, utilizando agua reutilizada de la prueba anterior que terminó en una temperatura de 21 grados. Después de pasar una hora a través de los paneles de arcilla, la temperatura disminuyó en 0.5 grados, manteniéndose en 21 grados; en la segunda hora, descendió un grado

adicional, y en la tercera hora, otro grado más, alcanzando así los 19 grados al final de la prueba 3. Con respecto a la temperatura de las habitaciones, al finalizar la primera hora se observa una disminución en H2 de 3.9 grados que en H1, en el transcurso de la segunda hora hasta finalizarla se mantuvo disminuyendo hasta llegar a 25.4 grados a diferencia de H1 que se mantuvo en 30 grados, 4,6 grados por encima de H2. Al finalizar las tres horas de la prueba se evidenció que la Habitación 2 tenía la temperatura más baja, registrando 24.5 grados, 0.5 grados menos que la temperatura ambiente en el cantón, 2.5 grados por debajo de su sensación térmica y 5 grados menos que la Habitación 1, la cual tuvo mayor cercanía a la sensación térmica del cantón e incluso superándola al finalizar con 2.5 grados. Durante el día de estudio, se observó que la velocidad del viento se encontró alrededor de la Habitación 2 entre 2.7-3.1m/s, mientras que la Habitación 1 registró velocidades 0.9-2 m/s.

6.3.4. Prueba No. 4 control de prototipo encendido.

Tabla 20.

Prueba No. 4 control con prototipo encendido

CONTROL DE PARAMETROS				
INICIO 10:20 PM	HABITACIÓN CON PROTOTIPO (2)		HABITACIÓN SIN PROTOTIPO (1)	
V.V EN EL EXTERIOR	NATURAL		NATURAL	
	0.8-1.2 m/s		0-1.1	
TIEMPO	TEMPERATURA °C	HUMEDAD %	TEMPERATURA °C	HUMEDAD %
0:00	24.7	76	26.0	77
0:10	24.7	77	25.9	78
0:20	24.8	77	25.8	78
0:30	24.8	77	25.8	78
0:40	24.9	76	25.9	79
0:50	24.9	76	25.9	79
1:00	25.0	77	25.9	79
1:10	25.1	77	26.0	80
1:20	25.2	78	26.0	80
1:30	25.2	77	26.0	80
1:40	25.3	78	26.1	80
1:50	25.3	79	26.1	80
2:00	25.3	78	26.1	80
2:10	25.5	79	26.2	80
2:20	25.5	80	26.3	80
2:30	25.5	80	26.4	80
2:40	25.6	77	26.5	80
2:50	25.6	76	26.5	80
3:00	25.6	77	26.5	80

Tabla 21.

Registro de cambios climáticos por hora del cantón Santa Elena.

TIEMPO	TEMPERATUR A °C	HUMEDA D %	SENSACION TERMICA °C	VIENT O M/S
10:20AM - 13:20PM				
0:00	29	64	31	3.57
1:00	29	64	31	3.57
2:00	29	62	32	4.47
3:00	30	62	32	4.47

Tabla 22.

Registro horario de la temperatura del agua

TIEMPO	°C
10:20AM - 13:20PM	
0:00	24
1:00	23
2:00	23
3:00	21.5

Figura 36.

Gráfico Comparativo de Temperaturas.

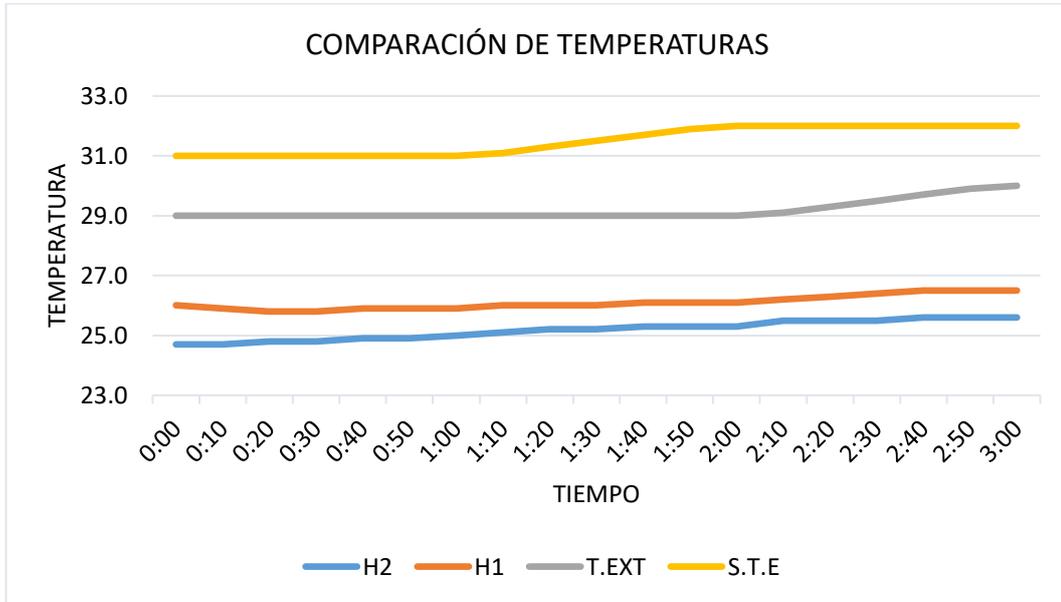


Figura 37.

Gráfico Comparativo de Humedades.

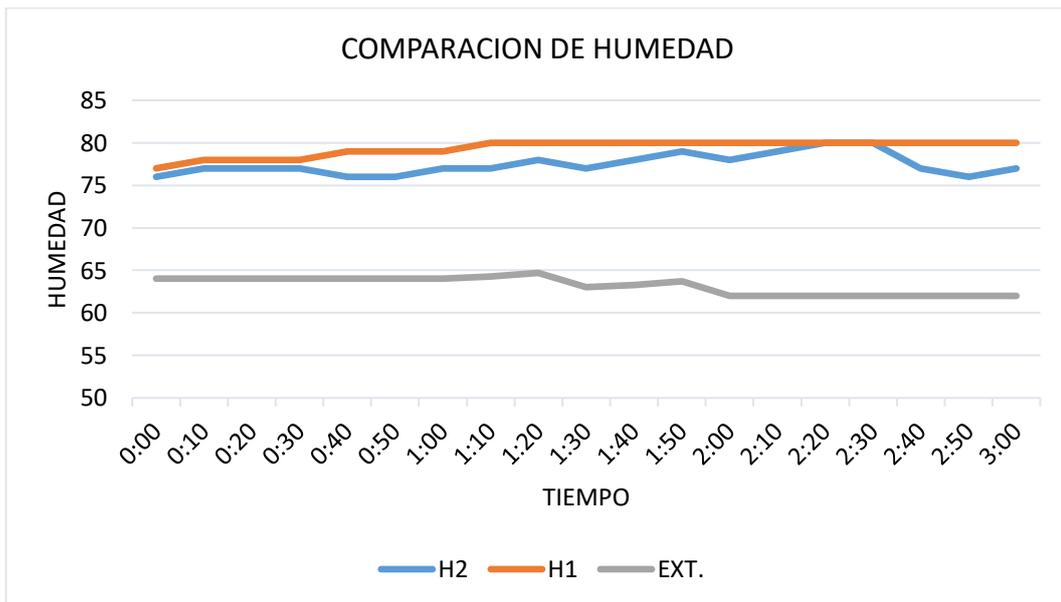


Figura 38.

Correlación Higrotérmica en la Habitación 2.

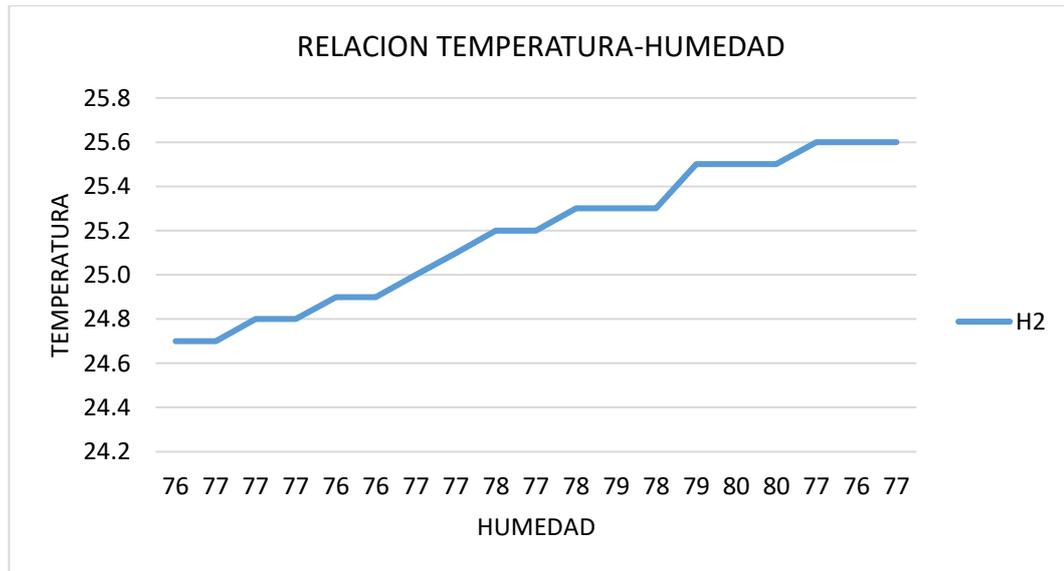
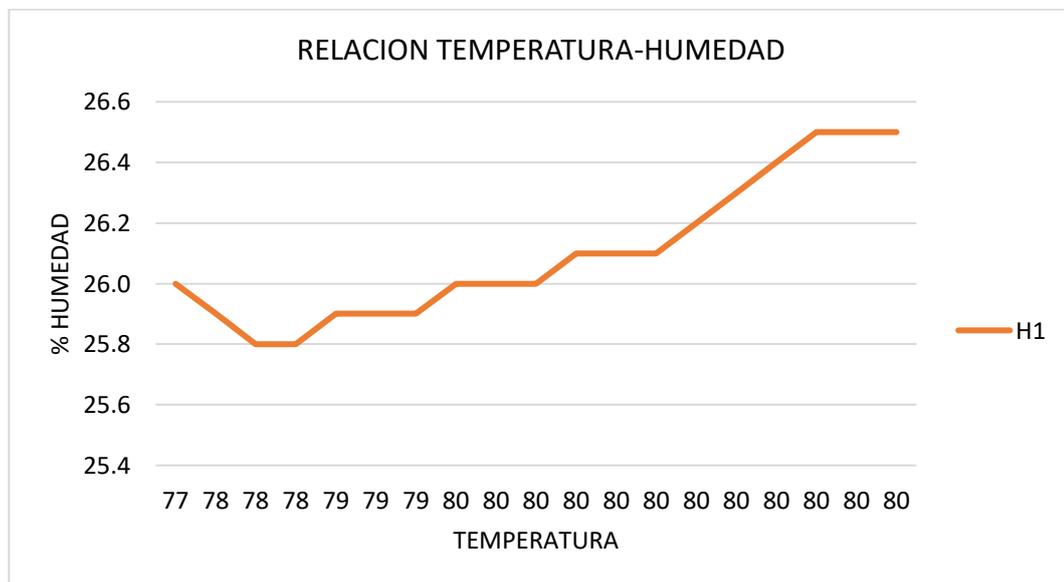


Figura 39.

Correlación Higrotérmica en la Habitación 1.



Al inicio de la prueba, la temperatura en el cantón Santa Elena fue de 29 grados. En comparación, la habitación con el prototipo H2 registró una temperatura 4.3 grados por debajo del entorno exterior, mientras que la habitación sin prototipo estaba a 3 grados por debajo. Entre las dos habitaciones, se observó una diferencia de 1 grado, considerando la baja velocidad del viento en el momento de la prueba alrededor de ambas habitaciones. Esta diferencia se mantuvo constante durante las

tres horas de la lectura, siendo así la de menor temperatura H2, seguido por H1 y finalizando con la temperatura exterior que en la hora cero estuvo en 29 se mantuvo así por dos hora y aumento al finalizar la prueba a las 13:30 PM que se consideran las horas más calurosas del cantón. Con la humedad se vieron variaciones desde la hora cero de 76, hora uno de 77, hora dos de 78 y hora final de 77% en H2; para la otra habitación H1, se obtuvo valores en hora cero de 77%, hora uno 79%, hora dos 80% y hora final 80%; y para la humedad exterior de 64%, en hora uno 64%, en hora dos 62% y en la hora final 62%; teniendo así una humedad más baja en exterior, seguida por la humedad de H2 y las más altas serían H1. La temperatura inicial del agua fue de 24 grados y disminuyó 1 grado después de la primera hora, manteniéndose constante durante la segunda hora. Sin embargo, al finalizar, después de recorrer cíclicamente los paneles durante 3 horas, la temperatura del agua alcanzó los 21.5 grados. Las diferencias en temperaturas y humedades se reflejan claramente en las gráficas.

6.3.5. Prueba No. 5 control de prototipo encendido.

Tabla 23.

Prueba No. 5 control con prototipo encendido

CONTROL DE PARAMETROS				
INICIO 14:40 PM	HABITACIÓN CON PROTOTIPO (2)		HABITACIÓN SIN PROTOTIPO (1)	
V.V EN EL EXTERIOR	NATURAL		NATURAL	
	0.7 - 2.6		1-1.7	
TIEMPO	TEMPERATU RA	HUMEDA D	TEMPERATU RA	HUMEDA D
	°C	%	°C	%
0:00	26.0	73	26.9	78
0:10	26.0	73	26.9	78
0:20	26.0	74	27.0	78
0:30	26.0	74	27.0	77
0:40	26.0	74	27.0	77
0:50	26.0	74	27.0	77
1:00	25.9	75	27.0	77
1:10	25.9	75	27.0	77
1:20	25.8	74	27.1	77
1:30	25.7	74	27.1	77
1:40	25.6	75	27.1	77
1:50	25.6	74	27.1	78

2:00	25.4	74	27.1	78
2:10	25.3	75	27.2	77
2:20	25.3	75	27.2	77
2:30	25.2	75	27.1	77
2:40	25.0	75	27.1	76
2:50	25	76	27.1	76
3:00	24.8	76	27.1	77

Tabla 24.

Registro de cambios climáticos por hora del cantón Santa Elena.

TIEMPO	TEMPERATUR	HUMEDA	SENSACION	VIENT
14:40AM -	A	D	TERMICA	O
17:40PM	°C	%	°C	M/S
0:00	29	63	31	5.36
1:00	29	64	31	5.36
2:00	27	70	29	5.36
3:00	25	77	27	4.47

Tabla 25.

Registro horario de la temperatura del agua

TIEMPO	°C
10:00AM -	
13:00PM	
0:00	22
1:00	21
2:00	20
3:00	19

Figura 40.

Gráfico Comparativo de Temperaturas.

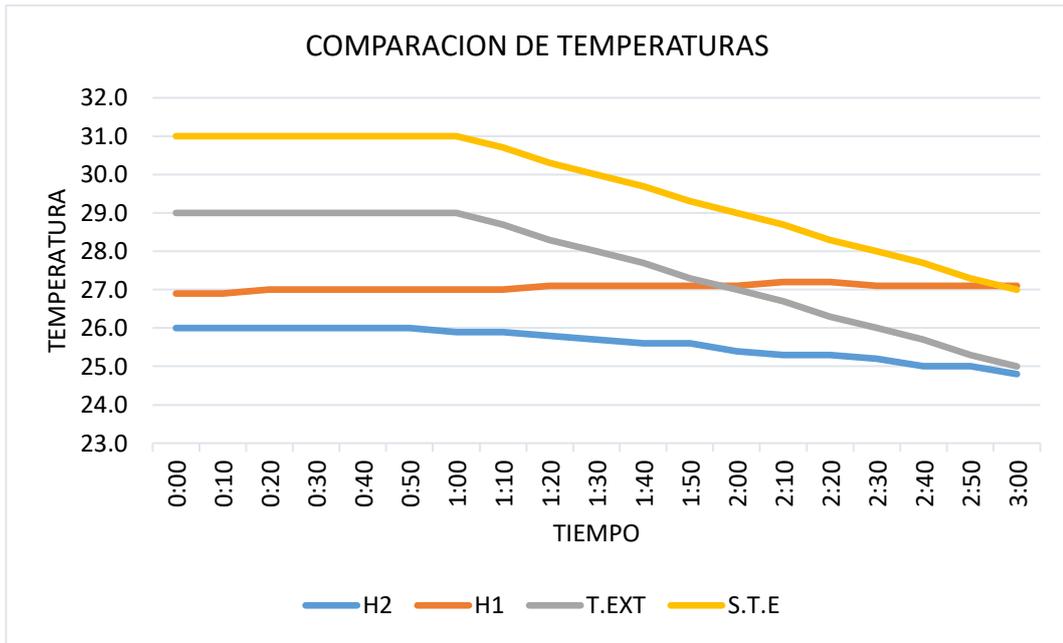


Figura 41.

Gráfico Comparativo de Humedades.

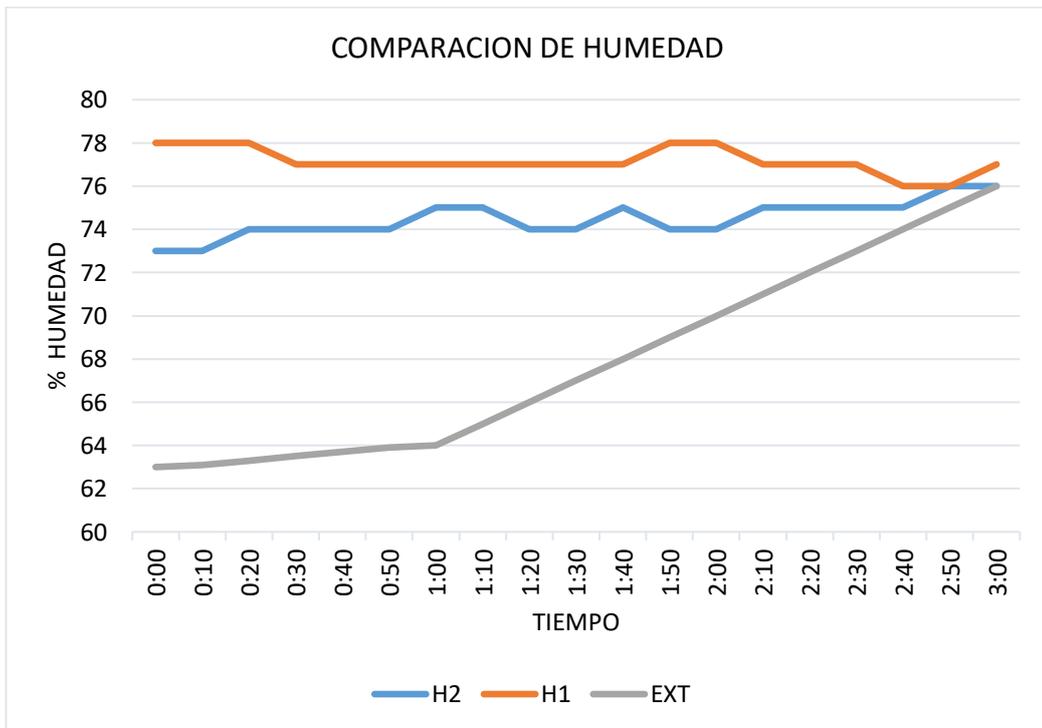


Figura 42.

Correlación Higrotérmica en la Habitación 2.

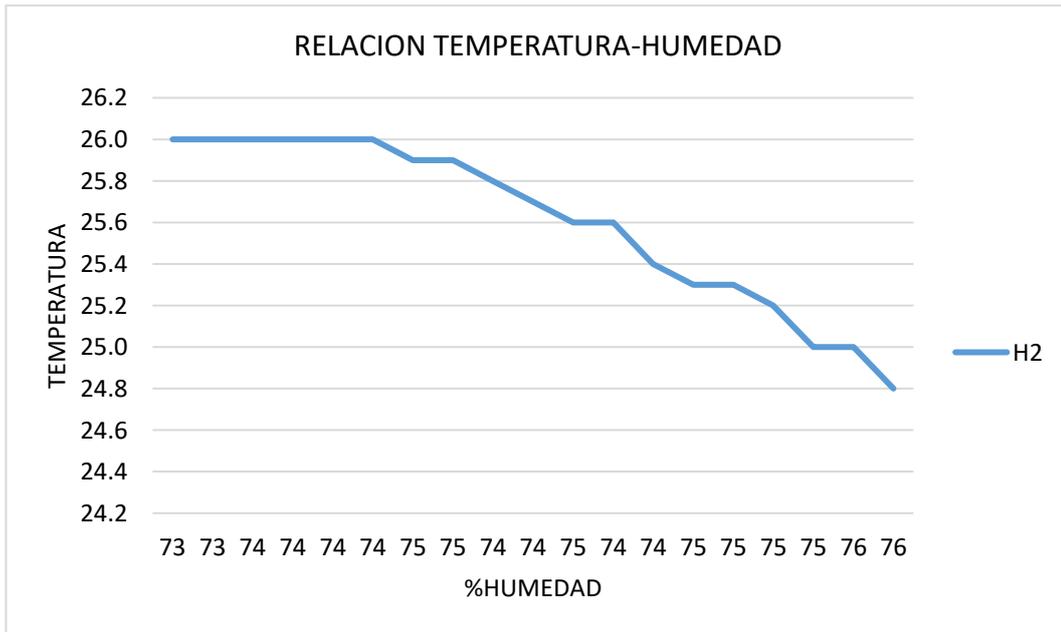
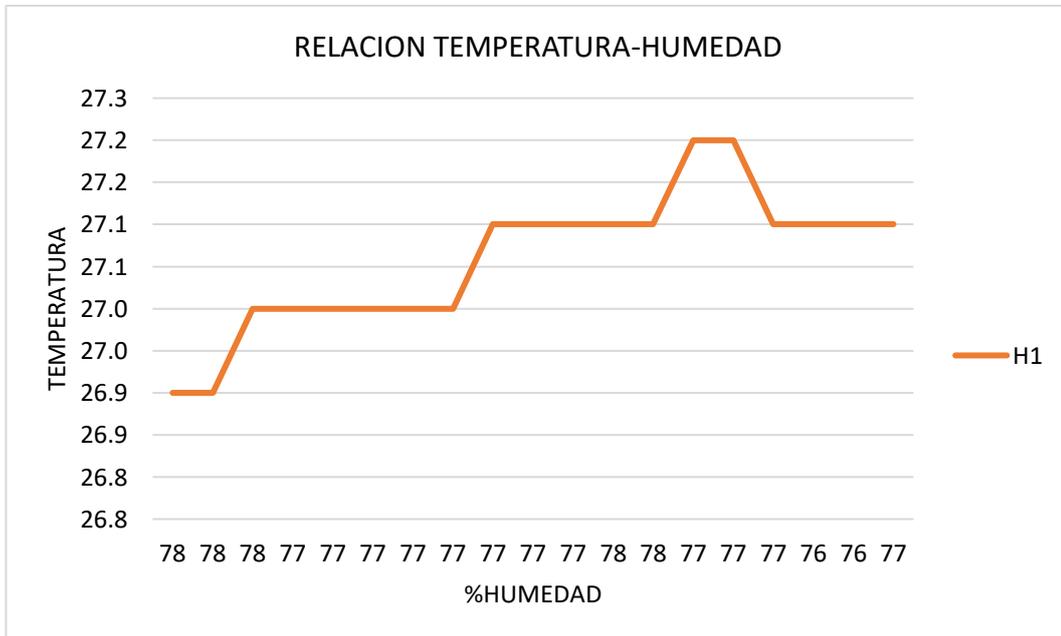


Figura 43.

Correlación Higrotérmica en la Habitación 1.



Los resultados de la segunda prueba del día fueron registrados a las 00:00 horas empezando a las 14:40 PM, Con que la H2 estaba a 3 grados y a 5 grados por debajo de la temperatura y sensación térmica respectivamente, mientras que en la humedad tenía 10% más la humedad del cantón de 63%, pero H1 mostro una temperatura aproximada a la sensación termina, a 2.1 grados por debajo de la temperatura exterior y una humedad 15% por encima de la exterior. y una

velocidad del viento en el cantón Santa Elena de 5.36 m/s. Durante la primera hora, la variación de un grado menor en H2, se mantuvo constante con relación a H1. En la segunda hora, la temperatura en la Habitación 2 disminuyó a 1.7 grados por debajo, mientras que en la Habitación 1 se mantuvo igual que la temperatura exterior. Al finalizar la tercera hora y la segunda prueba, en comparación con la temperatura exterior, la Habitación con el prototipo se mantuvo 0.2 grados por debajo, mientras que la Habitación 1 presentó una temperatura mayor en 2.1 grados llegando a ser igual a la sensación térmica del cantón. Se observa que el viento alrededor de la Habitación 2 fue en un rango mayor que en la Habitación 1, con datos tomados al frente de cada habitación. La temperatura del agua antes de pasar por los paneles de arcilla estaba en 22 grados, pero disminuyó un grado cada hora, llegando a 19 grados al final de la prueba.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

6.4. CONCLUSIONES.

En consonancia con el primer objetivo delineado, se deduce que las medidas adoptadas han demostrado un rendimiento destacado tanto en el proceso de fabricación como en la conformidad con las especificaciones técnicas establecidas. La estructura resultante involucra cilindros con un diámetro exterior de 10 cm con 30 cm de altura, las 67 piezas están sujetas mediante una estructura metálica que a manera de malla sostiene con un marco de dimensiones en un total de 129 cm de ancho y una longitud de 79 cm, que se eleva a una altura de 100 cm desde el suelo. Estas medidas no solo favorecen el cumplimiento de los estándares predefinidos, sino que también facilitan el ensamblaje eficiente de los diversos elementos que componen el prototipo.

En el marco del segundo objetivo se concluye, la aproximación del conocimiento de técnicas usadas en las artesanías fabricadas en el cantón Santa Elena durante el proceso de construcción ha demostrado ser viable y efectiva, permitiendo la materialización de los tubos de arcilla con resultados satisfactorios debido al funcionamiento expresado en el armado del prototipo, facilitando la adaptación y personalización de este, así como la optimización de recursos disponibles en nuestro país. Además, propiciando la participación colaborativa de expertos locales, lo que ha enriquecido el conocimiento técnico y ha fortalecido las capacidades de la comunidad. Junto con la incorporación de opciones de bajo consumo energético como lo son bombas de aguas que con su instalación y uso se calculó la cantidad de energía alcanzando una capacidad térmica de 409.2BTU siendo aproximadamente un 89.77% menor que la capacidad de 4000BTU del aire acondicionado tradicional, ambas refiriéndose a una hora de consumo. Concluyendo de esta manera que los materiales incluidos en el prototipo como el acero inoxidable y galvanizado, por su alta durabilidad y resistencia a la corrosión, permite lograr un prototipo sustentable.

Acorde al tercer objetivo se concluye que, en el comportamiento de las variables en las pruebas realizadas en vespertino se reflejan las diferenciaciones en la regulación de térmica y gestión de humedad entre la habitación con (H2) y sin prototipo (H1). Para la Temperatura H2 demuestra eficacia en mantener temperaturas más bajas en comparación con H1, el cual incluso llega superar las sensaciones térmicas del cantón de Santa Elena. Con respecto a la humedad de muestra un impacto en la humedad con oscilaciones notables en H2 a comparación de H1, es decir H1 tendrá porcentajes de humedad más contrastantes. La influencia del viento es una gran influencia en el funcionamiento del prototipo ya que H2 experimenta velocidades mayores, lo cual hace que se lo relacione directamente con la eficacia del viento. Corroborando con las dos pruebas realizadas en horario matutino, nos revelan los resultados consistentes en la regulación Higrotérmica en ambas habitaciones. Con respecto a la temperatura H2 demuestra una efectiva disminución de la temperatura, manteniendo una diferencia constante con H1 durante las horas de prueba, para la humedad se siguen viendo variaciones altas en H2 siendo esta más inestable a comparación de H1 y la humedad exterior. Y la temperatura del agua en las mañanas bajan hasta 21°C circulando en las tres horas por el prototipo mostrando una estabilidad.

En conjunto de las pruebas matutinas y vespertinas demuestran que si existe un cambio significativo logrando una disminución efectiva en la temperatura ya que en todas las pruebas se mantuvo más baja a comparación de la habitación sin prototipo. La variación de temperatura fue más reveladora en las pruebas matutinas ya que se reconoce en los datos adquiridos del experimento una disminución de hasta 5.9°C con respecto a la sensación térmica de Santa Elena, en general la disminución de temperatura que puede provocar el prototipo construidos osciló alrededor de 2.9°C a 5.9°C, dependiendo de las condiciones específicas de cada prueba. Para el impacto en la humedad y temperatura del agua se presenta una relación directa con el funcionamiento de la bomba. El prototipo muestra una capacidad considerable para influir en el confort higrotérmico, lo que lo convierte en una alternativa valiosa para su investigación porque en los entornos específicos ofrece una solución sostenible y eficiente.

6.5. RECOMENDACIONES.

- Para una disposición óptima del sistema de enfriamiento tipo colmena, se recomienda ubicarlo en un área bien ventilada, preferiblemente con la corriente de viento dirigida hacia la ventana o la posición del prototipo. Este enfoque optimizará la eficacia del prototipo, dado que los resultados del análisis indican que, al activar el prototipo con contacto de agua y una velocidad de viento más elevada, se logra un rendimiento superior en el entorno. En otras palabras, la velocidad del viento incide en la disminución de la temperatura.
- Es aconsejable seguir intervalos de descanso de una hora al encender el prototipo, debido a que, durante las pruebas realizadas, se observaron períodos en los cuales la bomba se apagaba, debido a la ejecución continua de pruebas durante tres horas a lo largo del día. Podemos destacar a necesidad de abordar la duración de la batería para evitar interrupciones, como se observó en la primera prueba.
- Para la fabricación de los paneles de arcilla, se recomienda emplear arcilla proveniente de Tena, Manabí, y arena del río, ya que estas sustancias formaron parte de la dosificación para la elaboración de los tubos. Se sugiere contar con la asesoría de un artesano experto en la materia, quien haya recibido capacitación y realizado pruebas con diversos tipos de arcillas provenientes de distintas regiones del país para determinar cuál puede ofrecer los mejores resultados.
- Es aconsejable lijar los tubos de arcilla antes de fijarlos en la malla soldada, considerando que este método artesanal puede generar variaciones en el diámetro de los tubos. Además, se recomienda dejar un espacio de fuga de medio centímetro en la malla soldada, dado que, al entrar en contacto con el agua durante las primeras 48 horas, los tubos de arcilla tienden a expandirse ligeramente.

- Se plantea realizar una contribución significativa mediante la donación de este prototipo destinado a la construcción de viviendas rurales. Esta acción se llevará a cabo en el marco de futuros proyectos de investigación en la Facultad de Ingenierías. La investigación asociada a esta propuesta constituirá un aporte de gran relevancia para la iniciativa, representando un valioso recurso que fortalecerá el desarrollo del proyecto en cuestión.
- Durante las pruebas realizadas, se evidenció la presencia de insectos debido a las condiciones de humedad. Por esta razón, se aconseja la instalación de una malla anti-insectos en la parte exterior del prototipo.
- Con información que se ha recopilado, cabe recalcar como recomendación la necesidad de considerar factores externos y ajustar ciertos aspectos del diseño para una implementación más efectiva y continua. Ya que nos encontramos con desafíos con la duración del panel solar y baterías.

BIBLIOGRAFÍA

- Allen, E. ed. (1983, January). *La autoconstrucción según el M.I.T.*
- Arias-Gómez, J., Villasís-Keever, M. Á., & Miranda Novales, M. G. (2016). El protocolo de investigación III: la población de estudio. *Revista Alergia Mexico*, 63(2), 201–206. <https://www.redalyc.org/pdf/4867/486755023011.pdf>
- Asamblea Nacional Constituyente. (2008). *Constitución de la República del Ecuador*. Constitución de La República Del Ecuador.
- Avgudtinik, A. I. (1983). *Cerámica*. Editorial Reverté. https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=LNCeOhT6ruEC&oi=fnd&pg=PR5&dq=ceramica&ots=6TIB2-EUIN&sig=lK5xBU53IGak7L-3F8u0n__zgw&redir_esc=y#v=onepage&q=ceramica&f=false
- Barletta, G., & Acevedo, O. (2021). Buenas prácticas en los procesos de instalación y mantenimiento de sistemas de refrigeración y aire acondicionado. In *Ministerio de producción, comercio, inversiones y pesca del Ecuador*. <https://www.produccion.gob.ec/wp-content/uploads/2021/06/Manual-refrigeracion-y-aire-acondicionado.pdf>
- Bastidas, D., & Medina Sanchez, E. (2013). No Title. *Centro Para La Investigación y Desarrollo Del Acero Inoxidable, 2013*, 1–191. <http://hdl.handle.net/10261/85075>
- Bonilla Quiroz, I. R., & Alfonzo, Garces, L. M. (2023). *DISEÑO DE PROTOTIPOS DE VIVIENDAS ECONÓMICAS CON MÓDULOS PREFABRICADOS EN EL CANTÓN SANTA ELENA, 2023*. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/68221>
- Caeiro, S., Ramos, T. B., & Huisinigh, D. (2012). Procedures and criteria to develop and evaluate household sustainable consumption indicators. *Journal of Cleaner Production*, 27, 72–91. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.12.026>
- Calle Chuinda, W. M., González Redrován, T. J., & Alvarez Vera, M. S. (2023). Análisis de la caña guadua como material de construcción sostenible para el desarrollo del ecoturismo en la Amazonía ecuatoriana. *Religación*, 8(38), e2301109. <https://doi.org/10.46652/rgn.v8i38.1109>

Campos Rosa, L. (2021). *Panel a base de arcilla y material de cambio de fase para el acondicionamiento pasivo de edificios* [Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Sevilla]. https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/129871/T_luccamros_1638274373_CAMPOS_ROSA_02.pdf?sequence=1

Casal, J., & Mateu, E. (2003). TIPOS DE MUESTREO. In *Rev. Epidem. Med. Prev* (Vol. 1).

Cauas, D. (2013a). Definición de las variables, enfoque y tipo de Investigación . In *Investigación I*.

Cauas, D. (2013b). *Definición de las variables, enfoque y tipo de Investigación* . Investigación I. https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/36805674/1-Variables-libre.pdf?1425133381=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3Dvariables_de_Daniel_Cauas.pdf&Expires=1698203440&Signature=T85BGdSugc2HlyRU2rMPO5hv0j3WHAam6y8od47IsDnLbaZ7xR2eetOEGRZOiFnVDjDtmPAdDixJTsaXfvoNylQDE3SFj35E4ox9Y38vib15HtspbL5~6mILwx~SJS~MoMmA0XLfB8FO1iKebJ9KRcMwe7n8OI7p9o85hALCYPy1kiH6Kmh7EfKco6WoblancbOjaVCZmLDC6qCtvm1DVqyKOILBWXs8U-CShmQctqNNFrtvOC922djfMvNIXcyTBJNo-uklLJ9uuVaSn7CPfPs-tvN9BWzFKnRGuigJnvLJCSpJaU2bgw01DtqjKZ018GDAGFzlpCCTBAEcGYhWg__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA

Cavallini Morales, C. (2015). Extracción y uso de las arcilla por alfareros tradicionales. *Herencia*, 28(1), 93–102. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/herencia/article/view/21401/21604>

CESEL S.A. (2017). *Estudio de Impacto Ambiental de una Línea de Transmisión en 500 kV entre Ecuador – Perú*. <https://www.celec.gob.ec/transelectric/images/stories/noticias/2020WEB/PDF2020/DocumentosINTERECUPER2020/CAPITULO4.MarcoLegal.pdf>

Ley orgánica de la Contraloría General del Estado, (2002). <https://www.contraloria.gob.ec/WFDescarga.aspx?id=2207&tipo=tradoc>

Das, B. (2012). *FUNDAMENTOS DE LA INGENIERIA EN CIMENTACIONES* (SERGIO R. CERVANTES GONZALEZ & OMAR A. RAMIREZ ROSAS (eds.); SEPTIMA).

Daza, P. J. (2010). *Construcción sostenible de edificios: una alternativa responsable para el desarrollo urbano de Quito* [PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR].

<http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/3603/T-PUCE-3613.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

de Pablo, L. (1964). Las arcillas: I. Clasificación, identificación, usos y especificaciones industriales. *Boletín de La Sociedad Geológica Mexicana*, 27(2), 49–91. <https://doi.org/10.18268/bsgm1964v27n2a1>

Dietz, T., Gardner, G. T., Gilligan, J., Stern, P. C., & Vandenberg, M. P. (2009). Household actions can provide a behavioral wedge to rapidly reduce US carbon emissions. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(44), 18452–18456. <https://doi.org/10.1073/pnas.0908738106>

Forero, B. (2015). *Mejoramiento de las condiciones térmicas de las viviendas del complejo habitacional Socio Vivienda II Etapa I, en la ciudad de Guayaquil, Ecuador*. [Escuela de Arquitectura y Diseño de América Latina y el Caribe].

https://www.researchgate.net/publication/349768639_Mejoramiento_de_las_condiciones_termicas_de_las_viviendas_del_complejo_habitacional_Socio_Vivienda_II_Etapa_I_en_la_ciudad_de_Guayaquil_Ecuador

García Ramírez, Y. (2019). *Cómo redactar una tesis en Ingeniería Civil* (Primera Ed).

García Ramírez, Y. (2021). *Guía para la elaboración de planes de tesis en Ingeniería Civil* (UTPL (ed.); Primera).

Geiger, S. M., Otto, S., & Diaz-Marin, J. S. (2014). A diagnostic Environmental Knowledge Scale for Latin America / Escala diagnóstica de conocimientos ambientales para Latinoamérica. *Psychology*, 5(1), 1–36. <https://doi.org/10.1080/21711976.2014.881664>

Gesto, B. (2015). “Por una tecnología pertinente para dotar de Habitabilidad Básica a las comunidades rurales aisladas” [Universidad Politécnica de Madrid]. In *Real Academia de Ingeniería*. <https://docplayer.es/42832682-Por-una-tecnologia-pertinente-para-dotar-de-habitabilidad-basica-a-las-comunidades-rurales-aisladas-1.html>.

Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Santa Elena. (2023). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Provincia de Santa Elena*. <https://drive.google.com/drive/folders/1Q26Zk4wf8o8KNVFpueGQXumiz2mPrZEB>

Hernandez Carretero, M. (2013). *Arquitectura Low-Tech. Arquitectura vegetal trenzada Baubotanik* [Universidad de Valladolid]. In *Grado en Fundamentos de Arquitectura*. <http://uvadoc.uva.es/handle/10324/38973>

Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. (2022). *Meteorología en el Ecuador*.

Lechón, L. W., Chiado Caponet, R., & Israel Rojas, R. (2021). El cambio climático en la provincia de Santa Elena: amenazas y respuestas. *Territorios En Debate*, 12, 37–57. <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/58447.pdf#page=49>

Linarez, J., Huertas, F., & Capel J. (1983). REVISTA DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA. *LA ARCILLA COMO MATERIAL CERAMICO, CARACTERISTICAS Y COMPORTAMIENTO*, 479–490. <https://doi.org/https://doi.org/10.30827/cpag.v8i0.1224>

Lind, D., Marchal, W., & Wathen, S. (2012). *Estadística aplicada a los negocios y la economía*. The McGraw-Hill.

Macas Peñaranda, C. A. (2017). *Acondicionamiento térmico de espacios con enfriamiento evaporativo mediante sistema de fechada cerámica para viviendas en el contexto del cantón Catamayo*. Universidad Técnica Particular de Loja.

Maldonado, J. L. (1979). Vivienda y sociedad: “El analisis sociologico del problema de la vivienda.” *Reis*, 8, 89. <https://doi.org/10.2307/40182810>

Manterola, C., Pineda, V., & Vial, M. (2007). ¿Cómo presentar los resultados de una investigación científica? *Revista Chilena de Cirugía*, 59(2). <https://doi.org/10.4067/S0718-40262007000200014>

Marco Hernández Rosales. (2006). *Estudio geológico y reconocimiento de arcillas expansivas en suelos de una zona al sur de Maracay, estado Aragua* [Universidad central de Venezuela]. [http://saber.ucv.ve/bitstream/10872/14756/1/Tesis Final_corregida.pdf](http://saber.ucv.ve/bitstream/10872/14756/1/Tesis%20Final_corregida.pdf)

Martínez Osorio, P. A. (2013). El proyecto arquitectónico como un problema de investigación. *Revista de Arquitectura*, 15(1), 54–61. <https://doi.org/10.14718/RevArq.2013.15.1.6>

Ministerio de ambiente, agua y transición ecológico. (2012). *Marco Legal La Ley de Gestión Ambiental*.

Ley de Hidrocarburos., 2 (1978). <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/05/Ley-de-Hidrocarburos-1978.pdf>

Ministerio del ambiente, agua y transición ecológica. (2012). *LEY DE GESTION AMBIENTAL*.

Molina Montoya, N. P. (2005). ¿Qué es el estado del arte? *Universidad de La Salle*, 5, 73–75. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5599263>

Montaner, J. M., Muxí, Z., & Fálagan, D. (2021). *Herramienta para habitar el presente*. <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=B4JDEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA6&dq=vivienda&ots=L5OEJZCRmx&sig=LDUwqpPjb6uywHttsPe9eBI5G7s#v=onepage&q=vivienda&f=false>

Naciones Unidas. (2018). *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe*. <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/cb30a4de-7d87-4e79-8e7a-ad5279038718/content>

Ñaupas Paitán, H. (2014). *Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis* (Cuarta). <http://librodigital.sangregorio.edu.ec/librosusgp/B0028.pdf>

Newbold, P., Carlson, W., & Thorne, B. (2022). *Statistics for Business and Economics, 10th Global Edition e-book* (10th ed.). Global Edition.

Nieto, N. E. (2018). Tipos de Investigación. *Universidad Santo Domingo de Guzmán*, 1(1), 1–4. <https://core.ac.uk/download/pdf/250080756.pdf>

Núñez-Sánchez, S., & Valente, M. J. (2023). Sustainable Development Goals and Climate Change in Spanish Technology Disciplines' Curricula: From LOMCE to LOMLOE. *Sustainability (Switzerland)*, 15(13), 10301. <https://doi.org/10.3390/su151310301>

ODS Territorio Ecuador. (2020). Diez años de acción para el desarrollo sostenible: Retos y oportunidades para el cumplimiento de los ODS en Ecuador. *Panorama Sostenible*, 11. <https://odsterritorioecuador.ec/wp-content/uploads/2022/12/ART-BOLETIN-PANORAMA-11-final-20-marzo.pdf>

Olaya-García, B., Delgado Ramos, G. C., Olivieri, F., De Lara Martínez, F., & Masera Cerutti, O. (2022). Vivienda ecotecnológica básica para zonas rurales: una revisión de literatura. *Academia XXII*, 13(26), 114–153. <https://doi.org/10.22201/fa.2007252Xp.2022.26.84149>

ONU Habitat. (2019). *Elementos de una vivienda adecuada*. ONU Habitat Por Un Mejor Futuro Urbano. <https://onuhabitat.org.mx/index.php/elementos-de-una-vivienda-adecuada>

Ortiz Moreno, J. A., Malagón García, S. L., & Masera Cerutti, O. R. (2015). Ecotecnología y sustentabilidad: una aproximación para el Sur global. *INTER DISCIPLINA*, 3(7). <https://doi.org/10.22201/ceiich.24485705e.2015.7.52391>

Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos. (2018). *Vivienda y ODS en México*. https://publicacionesonuhabitat.org/onuhabitatmexico/VIVIENDA_Y_ODS.pdf

Ramkumar, R., & Ragupathy, A. (2017). Experimental investigation of indirect evaporative cooler using clay pipe. *Journal of Thermal Engineering*, 3(2), 1163–1180. <https://doi.org/10.18186/thermal.298618>

Ramos-Galarza, C. (2021). Editorial: Diseños de investigación experimental. *CienciAmérica*, 10(1), 1–7. <https://doi.org/10.33210/ca.v10i1.356>

Rugiero Pérez, A. M. (2000). Aspectos teóricos de la vivienda en relación al habitar. *Revista INVI*, 15(40). <https://doi.org/10.5354/0718-8358.2000.62111>

Sambricio, C. (2003). *Un siglo de vivienda social*. Ayuntamiento de Madrid. https://www.researchgate.net/profile/Carmen-Diez-Medina-2/publication/326920442_Viviendas_en_Cea_Bermudez_numeros_15-17/links/5b6c6447a6fdcc87df70167d/Viviendas-en-Cea-Bermudez-numeros-15-17.pdf

Sánchez Romero, F. J. (2019). *Límites de Atterberg: límite líquido y límite plástico gráfico de plasticidad de Casagrande*. <https://riunet.upv.es:443/handle/10251/120398>

Sepúlveda Mellado, O. (1986). El espacio en la vivienda social y calidad de vida. *Revista INVI*, 1(2), 10–34. <https://doi.org/10.5354/0718-8358.1986.61937>

Manual de inspección de soldadura, Pub. L. No. AWS WI:2000 (2013). https://pubs.aws.org/Download_PDFS/WI-2000SP-ES.pdf

Triana Peña, N. D. (2023). *Identificación de procedimientos para ensayos de suelos en el laboratorio según las normas INVIAS en la empresa construsuelos de Colombia S.A.S.*

Weather Spark. (2023). *El clima y el tiempo promedio en todo el año en Santa Elena*. <https://es.weatherspark.com/y/18289/Clima-promedio-en-Santa-Elena-Ecuador-durante-todo-el-año>

World Meteorological Association. (2022). State of the Global Climate 2021. *World Meteorological Association*. https://policycommons.net/artifacts/2434625/1290_statement_2021_en/3456217/

Zambrano-Barragan, P. (2022). *La relación entre el diseño de vivienda social y el bienestar: una revisión bibliográfica y un análisis de proyectos del Banco Interamericano de Desarrollo*. Banco Interamericano de Desarrollo. https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/90269586/BienestarVivienda-libre.pdf?1661481293=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DThe_Relationship_between_Social_Housing.pdf&Expires=1701576982&Signature=dhm1z86GtcwO95JQv68KXh3wlkAAUnCufN4AymhB6zqEL

ANEXO



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



TEMA: "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE ENFRIAMIENTO CON PANELES DE ARCILLA TIPO COLMENA PARA VIVIENDA RURAL SUSTENTABLE"

TUTOR: ARQ. GILDA RUBIRA GÓMEZ, Mg.

TESISTAS:

- CABRERA RODRIGUEZ DANNA NAYELY
- VALDEZ RAMIREZ YULISSA ELIZABETH

ANEXO FOTOGRÁFICO

ELABORACIÓN DE LOS TUBOS DE ARCILLA





UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



TEMA: “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE ENFRIAMIENTO CON PANELES DE ARCILLA TIPO COLMENA PARA VIVIENDA RURAL SUSTENTABLE”

TUTOR: ARQ. GILDA RUBIRA GÓMEZ, Mg.

TESISTAS:

- CABRERA RODRIGUEZ DANNA NAYELY
- VALDEZ RAMIREZ YULISSA ELIZABETH

ANEXO FOTOGRÁFICO

ELABORACIÓN DE LOS TUBOS DE ARCILLA





UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



TEMA: “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE ENFRIAMIENTO CON PANELES DE ARCILLA TIPO COLMENA PARA VIVIENDA RURAL SUSTENTABLE”

TUTOR: ARQ. GILDA RUBIRA GÓMEZ, Mg.

TESISTAS:

- CABRERA RODRIGUEZ DANNA NAYELY
- VALDEZ RAMIREZ YULISSA ELIZABETH

ANEXO FOTOGRÁFICO

ELABORACIÓN DE LOS TUBOS DE ARCILLA





UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



TEMA: “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE ENFRIAMIENTO CON PANELES DE ARCILLA TIPO COLMENA PARA VIVIENDA RURAL SUSTENTABLE”

TUTOR: ARQ. GILDA RUBIRA GÓMEZ, Mg.

TESISTAS:

- CABRERA RODRIGUEZ DANNA NAYELY
- VALDEZ RAMIREZ YULISSA ELIZABETH

ANEXO FOTOGRÁFICO

ELABORACIÓN DE LOS TUBOS DE ARCILLA





UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



TEMA: "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE ENFRIAMIENTO CON PANELES DE ARCILLA TIPO COLMENA PARA VIVIENDA RURAL SUSTENTABLE"

TUTOR: ARQ. GILDA RUBIRA GÓMEZ, Mg.

TESISTAS:

- CABRERA RODRIGUEZ DANNA NAYELY
- VALDEZ RAMIREZ YULISSA ELIZABETH

ANEXO FOTOGRÁFICO

LECTURA DE LA VARIACION DE PESO SUMERGIDO EN 48H





UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



TEMA: "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE ENFRIAMIENTO CON PANELES DE ARCILLA TIPO COLMENA PARA VIVIENDA RURAL SUSTENTABLE"

TUTOR: ARQ. GILDA RUBIRA GÓMEZ, Mg.

TESISTAS:

- CABRERA RODRIGUEZ DANNA NAYELY
- VALDEZ RAMIREZ YULISSA ELIZABETH

ANEXO FOTOGRÁFICO

CAMBIO DE TEMPERATURA DEL AGUA





TEMA: "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE ENFRIAMIENTO CON PANELES DE ARCILLA TIPO COLMENA PARA VIVIENDA RURAL SUSTENTABLE"

TUTOR: ARQ. GILDA RUBIRA GÓMEZ, Mg.

TESISTAS:

- CABRERA RODRIGUEZ DANNA NAYELY
- VALDEZ RAMIREZ YULISSA ELIZABETH

ANEXO FOTOGRÁFICO

CAMBIO DE TEMPERATURA EN LAS HABITACIONES





UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



TEMA: "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE ENFRIAMIENTO CON PANELES DE ARCILLA TIPO COLMENA PARA VIVIENDA RURAL SUSTENTABLE"

TUTOR: ARQ. GILDA RUBIRA GÓMEZ, Mg.

TESISTAS:

- CABRERA RODRIGUEZ DANNA NAYELY
- VALDEZ RAMIREZ YULISSA ELIZABETH

ANEXO FOTOGRÁFICO

INSTRUMENTOS UTILIZADOS





UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



TEMA: "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE ENFRIAMIENTO CON PANELES DE ARCILLA TIPO COLMENA PARA VIVIENDA RURAL SUSTENTABLE"

TUTOR: ARQ. GILDA RUBIRA GÓMEZ, Mg.

TESISTAS:

- CABRERA RODRIGUEZ DANNA NAYELY
- VALDEZ RAMIREZ YULISSA ELIZABETH

ANEXO FOTOGRÁFICO

INSTALACION DE LOS PANELES DE ARCILLA





UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



TEMA: "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE ENFRIAMIENTO CON PANELES DE ARCILLA TIPO COLMENA PARA VIVIENDA RURAL SUSTENTABLE"

TUTOR: ARQ. GILDA RUBIRA GÓMEZ, Mg.

TESISTAS:

- CABRERA RODRIGUEZ DANNA NAYELY
- VALDEZ RAMIREZ YULISSA ELIZABETH

ANEXO FOTOGRÁFICO

INSTALACION DE LOS PANELES DE ARCILLA





UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



TEMA: “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE ENFRIAMIENTO CON PANELES DE ARCILLA TIPO COLMENA PARA VIVIENDA RURAL SUSTENTABLE”

TUTOR: ARQ. GILDA RUBIRA GÓMEZ, Mg.

TESISTAS:

- CABRERA RODRIGUEZ DANNA NAYELY
- VALDEZ RAMIREZ YULISSA ELIZABETH

ANEXO FOTOGRÁFICO

INSTALACION DE LOS PANELES DE ARCILLA





UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



TEMA: "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE ENFRIAMIENTO CON PANELES DE ARCILLA TIPO COLMENA PARA VIVIENDA RURAL SUSTENTABLE"

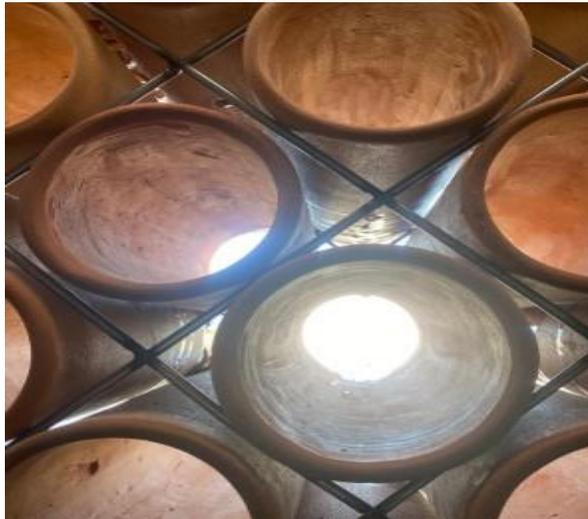
TUTOR: ARQ. GILDA RUBIRA GÓMEZ, Mg.

TESISTAS:

- CABRERA RODRIGUEZ DANNA NAYELY
- VALDEZ RAMIREZ YULISSA ELIZABETH

ANEXO FOTOGRÁFICO

INSTALACION DE LOS PANELES DE ARCILLA





UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



TEMA: "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE ENFRIAMIENTO CON PANELES DE ARCILLA TIPO COLMENA PARA VIVIENDA RURAL SUSTENTABLE"

TUTOR: ARQ. GILDA RUBIRA GÓMEZ, Mg.

TESISTAS:

- CABRERA RODRIGUEZ DANNA NAYELY
- VALDEZ RAMIREZ YULISSA ELIZABETH

ANEXO FOTOGRÁFICO

PRIMERA PRUEBA DE SISTEMA DE RIEGO





UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



TEMA: "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE ENFRIAMIENTO CON PANELES DE ARCILLA TIPO COLMENA PARA VIVIENDA RURAL SUSTENTABLE"

TUTOR: ARQ. GILDA RUBIRA GÓMEZ, Mg.

TESISTAS:

- CABRERA RODRIGUEZ DANNA NAYELY
- VALDEZ RAMIREZ YULISSA ELIZABETH

ANEXO FOTOGRÁFICO

PRIMERA PRUEBA DE SISTEMA DE RIEGO





UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



TEMA: "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE ENFRIAMIENTO CON PANELES DE ARCILLA TIPO COLMENA PARA VIVIENDA RURAL SUSTENTABLE"

TUTOR: ARQ. GILDA RUBIRA GÓMEZ, Mg.

TESISTAS:

- CABRERA RODRIGUEZ DANNA NAYELY
- VALDEZ RAMIREZ YULISSA ELIZABETH

ANEXO FOTOGRÁFICO

PRIMERA PRUEBA DE SISTEMA DE RIEGO





UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



TEMA: "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE ENFRIAMIENTO CON PANELES DE ARCILLA TIPO COLMENA PARA VIVIENDA RURAL SUSTENTABLE"

TUTOR: ARQ. GILDA RUBIRA GÓMEZ, Mg.

TESISTAS:

- CABRERA RODRIGUEZ DANNA NAYELY
- VALDEZ RAMIREZ YULISSA ELIZABETH

ANEXO FOTOGRÁFICO

SEGUNDA PRUEBA DE SISTEMA DE RIEGO

