



UTPL

UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

La Universidad Católica de Loja

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA

CARRERA DE ARQUITECTURA

**APLICACIÓN DE ARQUITECTURA PARAMÉTRICA EN
PROTOTIPOS DE ENVOLVENTE PARA VIVIENDA
EMERGENTE EN LA CIUDAD DE LOJA.**

Trabajo de integración curricular previo a la obtención del título de:

ARQUITECTA

Autor: Celi Sarango, Samantha Nikole.

Director: Fernández Bravo, Diego Fernando

LOJA

2024



Esta versión digital, ha sido acreditada bajo la licencia Creative Commons 4.0, CC BY-NC-SA: Reconocimiento-No comercial-Compartir igual; la cual permite copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra, mientras se reconozca la autoría original, no se utilice con fines comerciales y se permiten obras derivadas, siempre que mantenga la misma licencia al ser divulgada. <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>

2024

Aprobación del director del Trabajo de Integración Curricular

Loja, día de mes de año

Arquitecto

Burneo Valdivieso Xavier Eduardo.

Director de la carrera de Arquitectura

Ciudad.-

De mi consideración:

Me permito comunicar que, en calidad de director del presente Trabajo de Integración Curricular denominado: Aplicación de arquitectura paramétrica en prototipos de envolvente para vivienda emergente en la ciudad de Loja, realizado por Samantha Nikole Celi Sarango, ha sido orientado y revisado durante su ejecución, así mismo ha sido verificado a través de la herramienta de similitud académica institucional, y cuenta con un porcentaje de coincidencia aceptable. En virtud de ello, y por considerar que el mismo cumple con todos los parámetros establecidos por la Universidad, doy mi aprobación a fin de continuar con el proceso académico correspondiente.

Particular que comunico para los fines pertinentes.

Atentamente,

Director: Diego Fernando Fernández Bravo

C.I.: 1103506588

Correo electrónico: dfernandez1@utpl.edu.ec.

Declaración de autoría y cesión de derechos

Yo, Samantha Nikole Celi Sarango, declaro y acepto en forma expresa lo siguiente:

Ser autor (a) del Trabajo de Integración Curricular denominado: Aplicación de arquitectura paramétrica en prototipos de envolvente para vivienda emergente en la ciudad de Loja, de la carrera de Arquitectura, específicamente de los contenidos comprendidos en: (se debe colocar los nombres de los capítulos elaborados en el Trabajo de Integración Curricular), siendo (nombres y apellidos completos), director (a) del presente trabajo; también declaro que la presente investigación no vulnera derechos de terceros ni utiliza fraudulentamente obras preexistentes. Además, ratifico que las ideas, criterios, opiniones, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad. Eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones judiciales o administrativas, en relación a la propiedad intelectual de este trabajo.

Que la presente obra, producto de mis actividades académicas y de investigación, forma parte del patrimonio de la Universidad Técnica Particular de Loja, de conformidad con el artículo 20, literal j), de la Ley Orgánica de Educación Superior; y, artículo 91 del Estatuto Orgánico de la UTPL, que establece: "Forman parte del patrimonio de la Universidad la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado que se realicen a través, o con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la Universidad", en tal virtud, cedo a favor de la Universidad Técnica Particular de Loja la titularidad de los derechos patrimoniales que me corresponden en calidad de autor/a, de forma incondicional, completa, exclusiva y por todo el tiempo de su vigencia.

La Universidad Técnica Particular de Loja queda facultada para ingresar el presente trabajo al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública, en cumplimiento del artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

.....

Autor: Samantha Nikole Celi Sarango

C.I.: 1723856264

Correo electrónico: snceli@utpl.edu.ec

Dedicatoria

"En el culmen de esta etapa de crecimiento y superación, elevo mi voz de agradecimiento a Dios, quien ha sido mi guía inquebrantable a lo largo de esta travesía académica. Mi corazón rebosa de gratitud hacia mi amado padre, cuya perseverancia me ha inspirado a perseguir mis sueños incansablemente. A mi valiente madre, cuyo sacrificio y amor han sido el faro que ilumina mi camino.

A Juan Celi y Jackeline Sarango, mis padres, les dedico este logro como un tributo a su sacrificio, amor y apoyo incondicional. Ser su hija es un honor que llevo con orgullo. En cada paso, sus enseñanzas han sido mi brújula moral.

A mi abuela Ulda Castillo, fuente de sabiduría y paciencia, le agradezco por sus valores que han impregnado mi ser y han forjado la esencia de quien soy. Mi hermana Mishell Celi, compañera de risas y lágrimas, tu presencia ha sido mi refugio en los momentos difíciles, te amo profundamente y agradezco por compartir este viaje conmigo. A mi enamorado gracias por permitirme seguir construyendo cada sueño a tu lado. A mis amigos, quienes han sido un apoyo constante en mi travesía académica, gracias.

Este logro no solo es un testimonio de mi esfuerzo, sino también una expresión de gratitud hacia aquellos que me han sostenido. A cada uno de ustedes, mi familia, les dedico este capítulo de mi vida, reconociendo que, sin su apoyo y amor, este logro no sería posible. Gracias por ser mi constante inspiración y motivación. ¡A todos, mi eterna gratitud y amor!"

Samantha Nikole Celi Sarango

Agradecimiento

Quiero expresar mi profundo agradecimiento a la Universidad Técnica Particular de Loja por la enriquecedora experiencia académica que he vivido. Mi gratitud se extiende especialmente al Mgtr. Fernando Bravo Diego Fernando, director del Trabajo de Integración Curricular, cuya orientación y liderazgo fueron esenciales para el desarrollo de mi proyecto. También agradezco a la Mgtr. Campoverde Armijos Claudia Carolina, revisora de mi trabajo, por sus valiosos aportes que elevaron la calidad de mi investigación.

La universidad ha sido más que una institución educativa; ha sido un espacio donde he cultivado habilidades, fomentado el pensamiento crítico y desarrollado valores fundamentales. Cada miembro del personal ha contribuido significativamente a mi formación integral, preparándome tanto para el ámbito profesional como para los desafíos cotidianos.

Este agradecimiento refleja mi profunda apreciación por el compromiso inquebrantable con la excelencia académica y el impacto positivo que la Universidad Técnica Particular de Loja ha tenido en mi vida.

Samantha Nikole Celi Sarango

Índice de contenido

Aprobación del director del Trabajo de Integración Curricular	II
Declaración de autoría y cesión de derechos	III
Dedicatoria.....	V
Agradecimiento.....	VI
Índice de contenido	1
Resumen	1
Abstract.....	2
Introducción	3
Capítulo uno	8
Marco Teórico	8
1.1 Viviendas emergentes	8
1.1.1 Definición.....	8
1.1.2 Objetivos estratégicos de la vivienda emergente	9
1.1.3 Antecedentes de viviendas emergentes - Sismo de Portoviejo 2016.....	10
1.1.4 Cualidades de la vivienda emergente	11
1.1.5 Referentes de viviendas emergentes.....	12
1.2 Diseño paramétrico	16
1.2.1 Medios Digitales	16
1.2.2 Herramientas de diseño paramétrico.....	17
1.2.3 Softwares dedicados al diseño paramétrico.....	18
1.2.3.1 Rhinoceros	18
1.2.3.2 Grasshopper	20
2.3 Fabricación Digital	21
1.3.1 Prototipado rápido.....	21
1.3.2 Proceso	23

Capítulo dos	25
Procedimiento Metodológico	25
2.1 Tipo de investigación	25
2.2 Nivel de investigación	26
2.2.1 Método Sistémico Proyectual	26
2.3 Delimitación del área de estudio	26
2.3.1 <i>Definición de la escala de análisis</i>	27
2.4 Procedimiento	27
2.5 Concepto a utilizar.....	28
Capítulo tres	30
<i>Desarrollo de Prototipo</i>.....	30
3.1 Botones de modelado	30
3.2 Definición algorítmica paso a paso.....	38
3.3 Variables de software rinoceros/grasshopper.....	45
3.4 Prototipo de diseño inicial	46
3.4.1 <i>Concepto de donde parte</i>	47
3.4.2 <i>Sistema modular</i>	47
3.4.3 <i>Materialidad</i>	49
Capítulo cuatro.....	54
Propuesta de vivienda emergente	54
4.1 Propuesta Teórica Conceptual	54
4.2 Descripción del proyecto.....	56
4.3 Despiece del domo emergente	57
4.3.1 <i>Detalles de la unión</i>	58
4.3.2 <i>Segmentación del domo</i>	61
4.3.3 <i>Proceso de construcción</i>	62

4.3.4	<i>Planta del domo emergente</i>	64
4.3.5	<i>Elevaciones del domo emergente</i>	64
4.3.6	<i>Sección del domo emergente</i>	66
4.3.7	<i>Renders</i>	68
4.3.5	Instalaciones de vivienda	71
4.4	Despiece de la maqueta el prototipo a láser	72
4.5	Fabricación de prototipo en herramienta digital Rhinoceros 3D a través de la extensión Grasshopper.....	74
4.5.1	<i>Paso a paso de la elaboración de la maqueta</i>	75
4.5.2	<i>Paso a paso de la elaboración de la maqueta detalle</i>	80
4.5.3	<i>Prototipo de maqueta final</i>	84
4.5.4	<i>Recorrido virtual</i>	86
	Discusión de resultados	87
	Conclusiones	89
	Recomendaciones	91
	Referencias.....	93

Índice de tablas

Tabla 1	<i>Características generales constructivas de propuesta de Patiño (2020)</i>	13
Tabla 2	<i>Características generales constructivas de propuesta constructiva de Parra y Pesántez (2021)</i>	15
Tabla 3	<i>Materialidad del proyecto</i>	49

Índice de figuras

Figura 1	<i>Perspectiva de propuesta de Patiño</i>	13
Figura 2	<i>Perspectiva de propuesta de vivienda emergente según Parra y Pesántez</i>	15

Figura 3 xy Plane	30
Figura 4 Weaverbird's	30
Figura 5 Wraverbird's	31
Figura 6 Mesh WeldVertices.....	31
Figura 7 Deconstruct Mesh.....	31
Figura 8 Vector.....	31
Figura 9 Project Point	31
Figura 10 Spheret	32
Figura 11 Point.....	32
Figura 12 Construct Mesh.....	32
Figura 13 Fase Normals	32
Figura 14 Deconstruct.....	32
Figura 15 Smaller Than	32
Figura 16 Cull Faces.....	33
Figura 17 Negative.....	33
Figura 18 Offset Curve.....	33
Figura 19 Flatten Tree	33
Figura 20 Fillet	33
Figura 21 Explode.....	34
Figura 22 Length	34
Figura 23 Sort List.....	34
Figura 24 Suf List.....	34
Figura 25 Pinck Colour	34
Figura 26 Deconstruct Arc	34
Figura 27 Division	35
Figura 28 Circle.....	35

Figura 29 Circle.....	35
Figura 30 Circle CNR.....	35
Figura 31 Extrude.....	35
Figura 32 Cull Pattern.....	35
Figura 33 Collision One/Many.....	36
Figura 34 Split Bren.....	36
Figura 35 List Item.....	36
Figura 36 Amplitude.....	36
Figura 37 Reverse.....	36
Figura 38 Face Boundaries.....	36
Figura 39 Boundary Surfaces.....	37
Figura 40 Curve.....	37
Figura 41 Merge.....	37
Figura 42 Is Planar.....	37
Figura 43 Custom Preview.....	37
Figura 44 Surfques Closest.....	37
Figura 45 Brep Join.....	38
Figura 46 paso 1.....	38
Figura 47 Paso 22.....	38
Figura 48 Paso 23.....	38
Figura 49 Paso 4.....	39
Figura 50 Paso 5.....	39
Figura 51 Paso 6.....	39
Figura 52 Paso 7.....	39
Figura 53 Paso 8.....	40
Figura 54 Paso 9.....	40

Figura 55 Paso 10.....	40
Figura 56 Paso 11.....	41
Figura 57 Paso 12.....	41
Figura 58 Paso 13.....	41
Figura 59 Paso 14.....	41
Figura 60 Paso 15.....	42
Figura 61 Paso 16.....	42
Figura 62 Paso 17.....	42
Figura 63 Paso 18.....	43
Figura 64 Paso 19.....	43
Figura 65 Paso 20.....	43
Figura 66 Paso 21.....	43
Figura 67 Paso 22.....	44
Figura 68 Paso 23.....	44
Figura 69 Paso 24.....	44
Figura 70 Paso 25.....	45
Figura 71 Number Slider Level.....	45
Figura 72 Number Slider Radius	46
Figura 73 Algoritmo General.....	48
Figura 74 a) Vistas del módulo que se va creando con el algoritmo.....	48
Figura 75 b) Vistas del módulo que se va creando con el algoritmo.....	48
Figura 76 c) Vista final del prototipo	49
Figura 77 Elección de forma geométrica.....	54
Figura 78 Recubrimiento de policarbonato blanco y transparente	57
Figura 79 Despiece por fases del domo emergente	58
Figura 80 Detalles de la unión	58

Figura 81 Detalle unión subestructura.....	59
Figura 82 Detalle unión correa metálica.....	60
Figura 83 Detalle unión mojón con estructura de la base.....	61
Figura 84 Detalle unión base con subestructura.....	61
Figura 85 Proceso de construcción	62
Figura 86 planta Arquitectónica	64
Figura 87 Elevación del domo frontal	64
Figura 88 Elevación del domo posterior	65
Figura 89 Elevación del domo izquierda	65
Figura 90 Elevación del domo derecha.....	65
Figura 91 Sección transversal del domo con mobiliario	66
Figura 92 Sección del domo emergente.....	66
Figura 93 Sección longitudinal estructura del domo	66
Figura 94 Sección Longitudinal estructura, detalle 1 y detalle 2	67
Figura 95 Detalle mojón de hormigón en terreno con pendiente.....	68
Figura 96 Domo prototipado general.....	68
Figura 97 Domo en superficie topografía inclinada.....	69
Figura 98 Domo en superficie topografía plana	69
Figura 99 Parte frontal	70
Figura 100 Corte longitudinal del domo.....	70
Figura 101 Corte Transversal del domo	71
Figura 102 Desglose detallado	73
Figura 103 Construcción de elementos.....	74
Figura 104 Detalle de piezas	74
Figura 105 Despiece inicial de cada triángulo.....	75
Figura 106 unión general de los triángulos	75

Figura 107 Unión general de triángulos	76
Figura 108 triángulos ensamblados	76
Figura 109 Pentágono de acceso.....	77
Figura 110 Paso 6 Ensamblaje de estructura	77
Figura 111 Paso 7 Armado envolvente	77
Figura 112 Paso 8 Cúspide del domo ensamblada	78
Figura 113 Paso 9 Colocación de estructura metálica	78
Figura 114 Paso 10 Colocación de placas metálicas para soporte y anclaje de paneles	79
Figura 115 Paso 11 Montaje de paneles.....	79
Figura 116 Paso 12 Envolvente culminada.....	80
Figura 117 Paso 1 Estructura principal	80
Figura 118 Paso 2 Triángulos ensamblados.....	81
Figura 119 Paso 3 Colocación de correas metálicas.....	81
Figura 120 Paso 4 Colocación de placas metálicas	82
Figura 121 Paso 5 Colocación de paneles.....	83
Figura 122 Paso 6 Paneles ensamblados con los núcleos metálicos	83
Figura 123 Prototipo de domo para vivienda emergente vista superior	84
Figura 124 Prototipo de domo para vivienda emergente vista frontal	84
Figura 125 Prototipo de domo para vivienda emergente vista lateral	85
Figura 126 Prototipo de domo para vivienda emergente vista angular	85

Resumen

La aplicación de arquitectura paramétrica en prototipos de envolvente para vivienda emergente en la ciudad de Loja constituye un estudio innovador y pertinente. Este proyecto busca aprovechar las capacidades de la arquitectura paramétrica para diseñar soluciones habitacionales adaptables y eficientes, especialmente orientadas a contextos de emergencia en la ciudad de Loja. La metodología paramétrica permite la generación de modelos dinámicos que pueden ajustarse a diversas condiciones climáticas y topográficas, optimizando así el rendimiento de las viviendas emergentes. Además, se enfoca en la sostenibilidad y eficiencia energética, integrando criterios medioambientales en el diseño arquitectónico. Este enfoque pionero no solo aborda las necesidades habitacionales inmediatas, sino que también busca establecer un estándar para futuras intervenciones arquitectónicas en situaciones de emergencia, contribuyendo así al desarrollo sostenible y a la resiliencia de las comunidades locales.

Palabras claves: Arquitectura paramétrica, Prototipos de envolvente y Vivienda emergente.

Abstract

The application of parametric architecture in envelope prototypes for emerging housing in the city of Loja constitutes an innovative and relevant study. This project seeks to take advantage of the capabilities of parametric architecture to design adaptable and efficient housing solutions, especially oriented to emergency contexts in the city of Loja. The parametric methodology allows the generation of dynamic models that can be adjusted to various climatic and topographic conditions, thus optimizing the performance of emerging homes. Additionally, it focuses on sustainability and energy efficiency, integrating environmental criteria into architectural design. This pioneering approach not only addresses immediate housing needs, but also seeks to set a standard for future architectural interventions in emergency situations, thus contributing to the sustainable development and resilience of local communities.

Keywords: Parametric architecture, Envelope prototypes and Emergent housing.

Introducción

La incorporación de nuevas tecnologías en la arquitectura ha dado como resultado un sin número de sistemas constructivos en caminadas a incrementar las respuestas ante las necesidades de la población, en donde las soluciones arquitectónicas proporcionan mejoras en tiempo y fabricación, encaminándose a la optimización de recursos y fortaleciendo el proceso constructivo, mediante el ensayo, modificación, prevención, presupuestación y construcción digital mediante la cual se puede tener un panorama más claro de los resultados deseados.

En la actualidad dichas soluciones arquitectónicas involucran a la arquitectura paramétrica por la gran cantidad de posibilidades y oportunidades que estas generan respecto al resultado deseado y por lo cual se ha consolidado como un proceso en el que las decisiones se prueban y se instaura el error con la finalidad de establecer los parámetros idealizados, en donde la flexibilidad y la autoexploración establecen un grado de complejidad e innovación en respuesta a las necesidades, priorizando, cohesionando, exponiendo y transformando la capacidad de los espacios y la utilidad de los mismos, dando paso al intercambio de ideas (Morales, 2020).

Con estos antecedentes, la presente investigación titulada “Aplicación de arquitectura paramétrica en prototipos de envolvente para vivienda emergente en la ciudad de Loja”, tiene como objetivo general aplicar un algoritmo de arquitectura paramétrica en prototipo de vivienda emergente para obtener distintas soluciones de envolventes ante posibles desastres naturales; percibiendo la práctica del parametriso, su influencia en el desarrollo y fabricación de alojamientos temporales en la ciudad de Loja, entendiendo su materialidad, función y flexibilidad en el entorno.

ESTADO DEL CONOCIMIENTO

Durante los últimos años, Ecuador al igual que muchos otros países en el mundo han experimentado una serie de episodios de índole natural que han afectado evidentemente la

calidad de vida de las personas; el balance de los desastres naturales en el Ecuador de acuerdo al Plan de Desarrollo 2021-2025 enumera que entre 2017 y 2020 ocurrieron: 1.461 inundaciones, 11.336 incendios forestales, 4.157 deslizamientos y 113 movimientos volcánicos (Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias, 2021).

Para Bermeo Álvarez et al., (2022) se requiere incrementar la eficiencia en la gestión de desastres naturales y la reducción de riesgos es importante para garantizar una respuesta efectiva frente a eventos catastróficos y minimizar sus impactos negativos potenciales; a pesar de ello, Ecuador sigue sin estar preparado para atender la habitabilidad, por lo que la población ha palpado un mayor impacto emocional y psicológico ante las necesidades críticas que han tenido que vivir (Hernández Ocampo et al., 2021).

En la ciudad de Loja, se registran desastres naturales de manera frecuente inundaciones y deslizamientos, siendo 104.671 personas que habitan en viviendas con características físicas inadecuadas constituyendo el 23,6% de la población total (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2019). Ante ello, los habitantes tienen a quedar en situación de vulnerabilidad respecto a sus viviendas y demás bienes materiales que modifican la calidad de vida; de ahí la importancia de contar con propuestas que ayuden a atender efectivamente a la localidad (Soto, 2018).

Finalmente, el desarrollo del presente trabajo constituye con la propuesta de viviendas emergentes prácticas, es una oportunidad de prevención y atención a la ciudad ante las diversas anomalías que se están evidenciando con mayor tendencia en la ciudad de Loja, siendo necesario proporcionar albergues sostenibles y sustentables que ayuden a mejorar la calidad de vida y se establezcan en acciones viables para los encargados políticos de velar por el bienestar de la población, solo de esa manera el desenvolvimiento de la sociedad mitigará el impacto recibido.

PROBLEMÁTICA

A nivel mundial, los desastres naturales han afectado a muchas personas, causando pérdidas materiales, económicas y humanas. Esto significa que muchas personas tienen que buscar alojamiento temporal para poder sobrevivir. En Ecuador, en particular, los desastres naturales han provocado una crisis de vivienda, ya que muchas personas han perdido sus hogares y deben encontrar alojamiento temporal. Esta problemática ha llevado a la necesidad de desarrollar soluciones de alojamiento temporal para satisfacer las necesidades de los afectados, demandando la atención del poder del Estado ante respuestas viables, que ayuden a confrontar y mitigar las dificultades propias de este tipo de eventos, considerando que las afectaciones que este tipo de eventos generan en la sociedad (económico, social y matriz productiva); por lo que resulta evidente tener propuestas de como mitigar y atender este tipo de conflictos de habitabilidad (Soto, 2018).

En el cantón Loja año tras año se registran diversos desastres naturales, tales como: desbordamientos de ríos por las fuertes lluvias, deslizamiento de montañas, entre otros eventos que, por lo general en temporada invernal, sin dejar de lado los sismos, desastres que sin duda alguna generan cuantiosas pérdidas materiales. Antecedente de ello, el 14 de marzo del 2021, la situación de emergencia fue declarada en el cantón después de que dos ríos y más de 10 quebradas se desbordaran, causando inundaciones en la ciudad, daños en casas y obstrucción de los desagües debido a la acumulación de sedimentos, como indicó el informe preliminar del Municipio; varios sectores de la Urbe fueron afectados por el desbordamiento de los ríos registrando capas de sedimentos, con las lluvias se forman lodazales y con el sol se eleva el polvo; y estando aproximadamente en toda el área urbana con afectación a las moradas aledañas (Municipio de Loja, 2021).

Ante lo mencionado D´ercole y Trujillo (2018) enfatiza la necesidad de la vivienda se convierte en un factor esencial para la supervivencia durante las primeras etapas de un desastre. Además de la supervivencia, los hogares desempeñan un papel fundamental al

proporcionar seguridad personal y protección contra diversos peligros, así como también ofrecen resistencia ante problemas de salud y enfermedades. Del mismo modo, son vitales para preservar la dignidad humana y mantener la vida familiar y comunitaria en la medida de lo posible en situaciones adversas; de ahí que la sustentabilidad para residencias emergentes debe contribuir al confort y la calidad del hábitat, ya que es muy importante para cualquier casa tener una adecuada selección de los materiales.

Esta problemática es la que motiva a la autora del trabajo de titulación, a realizar una propuesta de vivienda emergente mediante el uso de la arquitectura paramétrica en envolventes que pueda ser implementada en la ciudad de Loja (Soto, 2018).

El proyecto es referente a un módulo orientado a la construcción práctica, con criterios de sostenibilidad, estándares de habitabilidad, eficiencia y autonomía, para lo cual el mérito tecnológico busca reunir en una solución integral de prototipo envolvente considerando su armado y estructuración, siendo muchas las ventajas que posee la nueva propuesta de montaje de modelos habitacionales emergentes como su elaboración con mira hacia un futuro reciclaje de la misma, lo que generará una reducción de costos significantes en zonas geográficas complejas.

OBJETIVOS

Objetivo General

- Aplicar un algoritmo de arquitectura paramétrica en prototipo de vivienda emergente para obtener distintas soluciones de envolventes ante posibles desastres naturales.

Objetivos Específico

1. Proponer un prototipo de vivienda emergente.
2. Realizar una simulación del proceso constructivo que nos permita observar los usos que se le puede dar a la propuesta.
3. Construir un prototipo de una Vivienda emergente en una escala que nos permita recrear los elementos de montaje que se utilizarán en la propuesta.

JUSTIFICACIÓN

El objetivo de diseñar una vivienda emergente bajo criterios de la arquitectura paramétrica se justifica dentro del concepto del aprovechamiento de las características topográficas ambientales en las cuales se ve enmarcado en las disímiles peculiaridades que pueden poseer los terrenos y como se desea desarrollar el proyecto, esto con acoplarse a criterios de flexibilidad, enmarcado dentro del concepto ambiental del lugar de implantación, donde la eficiencia, utilización y aprovechamiento de estos recursos sean el ente primordial. La ejecución proyectual de un prototipo de diseño como modelo del contexto de una proyección futura sostenible por medio de una propuesta paramétrica (Andrango et al., 2022).

Esta se trabaja a través de algoritmos geométricos, los cuales permiten desiguales situaciones de adaptación al entorno, mediante de esta teoría se logra justificar el boceto elaborado, y el método de bosquejo es basado en la parametrización, esta proyección computacional permite disímiles soluciones de diseño que se pueden considerar los distintos contextos en los que se enmarca, se pueden establecer cifras precisas que permiten realizar un cálculo preciso y reducir al mínimo el desperdicio de materiales, de acuerdo con los resultados del estudio realizado, convirtiéndose este en sostenible (Acosta & Narváez, 2018).

La propuesta desde el punto de vista arquitectónico se justifica, por las facilidades de fabricación, costos de producción, facilidad de almacenamiento y la flexibilidad de adaptación, son tipologías que permiten desarrollar soluciones rápidas, económicas y flexibles que se adecuen a las necesidades específicas y a las circunstancias del desastre. Además, los alojamientos temporales deben ser diseñados para ser transportados, instalados y desmontados con facilidad para poder acomodar a distintas situaciones.

Capítulo uno

Marco Teórico

1.1 Viviendas emergentes

1.1.1 Definición

De acuerdo con Acosta y Narváez (2018) no se puede establecer una definición puntual de lo que es una vivienda emergente, pero según los procesos investigativos que se han desarrollado en casos análogos, se refiere a una solución de alojamiento estacional o de ocurrencia que se utiliza para atender contextos de crisis, como desastres naturales, conflictos armados o desplazamientos masivos de población.

Estas moradas están diseñadas para ser rápidas de montar, desmontar y transportar, y proporcionar un vivienda seguro y básico para las personas que se encuentran en situaciones de necesidad. Las viviendas emergentes suelen estar construidas con materiales ligeros y duraderos, como lonas, paneles prefabricados o contenedores reutilizados.

Pueden variar en tamaño y capacidad, desde alojar a una sola familia hasta albergar a varias familias o incluso a comunidades enteras (Vanga et al., 2019). Además de proporcionar una vivienda temporal, también pueden incluir servicios básicos como acceso a agua potable, saneamiento y suministro eléctrico.

Organizaciones humanitarias, como la Cruz Roja, agencias de la ONU y otras organizaciones no gubernamentales, suelen desempeñar un papel importante en la provisión y en la gestión de asentamientos transitorios durante las crisis (Vanga et al., 2019). Es importante destacar que representan soluciones transitorias y no reemplazan la necesidad de una vivienda permanente a largo plazo.

Sin embargo, desempeñan un papel crucial al proporcionar una morada inmediata y protección a las personas afectadas por escenarios de acaecimiento, hasta que puedan reconstruir sus hogares o encontrar medios de residencia más permanentes para lo cual la

arquitectura promueve procedimientos eficaces por los cuales se busca mejorar la calidad de vida de la humanidad y crear espacios habitables.

1.1.2 Objetivos estratégicos de la vivienda emergente

De acuerdo al Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (2019) la edificación de vivienda emergente persigue objetivos estratégicos, los cuales varían según las necesidades y contextos específicos de cada comunidad o región. Sin embargo, algunos de ellos podrían incluir:

1. **Proporcionar moradas seguras y adecuadas:** Ofrecer un refugio temporal a las personas que han perdido sus hogares debido a desastres naturales, conflictos o situaciones de emergencia. Estas viviendas deben ser seguras, resistentes y capaces de proteger a sus ocupantes de las inclemencias del tiempo y otros riesgos.
2. **Facilitar la recuperación y la estabilidad:** Busca brindar un entorno que fomente la redención física y emocional de las personas afectadas. Esto implica crear un espacio habitable que permita a los ocupantes reconstruir sus vidas y redimir cierta estabilidad en medio de la crisis.
3. **Promover la inclusión y la igualdad:** Cumple con ser accesible y adecuada para todas las personas, sin importar su origen étnico, género, edad o capacidad. Se deben tener en cuenta las necesidades específicas de los grupos vulnerables, como los niños, las personas mayores o las personas con discapacidad, para garantizar que el refugio emergente sea inclusivo y promueva la igualdad de oportunidades.
4. **Fomentar la sostenibilidad:** En la medida de lo posible, deben ser sostenibles desde el punto de vista ambiental y económico. Esto implica utilizar materiales y tecnologías respetuosas con el medio ambiente, así como diseñar

las viviendas de manera eficiente en términos de consumo de energía y recursos.

5. **Establecer vías hacia una vivienda permanente:** Aunque se concibe como una solución temporal, es importante que también se considere como proyectos que deben incluir planes y estrategias para ayudar a las personas afectadas a encontrar soluciones de domicilio a largo plazo y apoyar su transición hacia una situación más estable.

Estos son solo algunos ejemplos de objetivos estratégicos para la vivienda emergente. Es importante destacar que pueden variar según el contexto y los recursos disponibles en cada situación de emergencia.

1.1.3 Antecedentes de viviendas emergentes - Sismo de Portoviejo 2016

De acuerdo con Macías y Rosas (2018) el terremoto de Portoviejo se produjo el 16 de abril de 2016 en Ecuador. Fue un terremoto de magnitud 7.8 en la escala de Richter que afectó principalmente a las provincias costeras de Manabí y Esmeraldas, aunque se sintió en todo el país.

Portoviejo, la capital de la provincia de Manabí, fue una de las ciudades más afectadas. El terremoto causó daños significativos en la infraestructura de la ciudad, incluyendo viviendas, edificios públicos, hospitales, escuelas y carreteras. También hubo numerosas víctimas, con un saldo de más de 600 fallecidos y miles de heridos. (Macías & Rosas, 2018)

Tras el terremoto, se desplegó una gran operación de rescate y asistencia humanitaria por parte de las autoridades ecuatorianas y la comunidad internacional. Se establecieron albergues temporales para los damnificados y se llevaron a cabo tareas de búsqueda y rescate en los escombros. (Macías & Rosas, 2018)

El terremoto de Portoviejo fue uno de los desastres naturales más devastadores en la historia reciente de Ecuador. Tuvo un impacto significativo en la región y requirió de un largo

proceso de reconstrucción y recuperación. Aunque han pasado varios años desde el terremoto, es importante recordar la tragedia y aprender de ella para estar preparados ante futuros eventos sísmicos. (Macías & Rosas, 2018)

1.1.4 Cualidades de la vivienda emergente

Según Vera (2019) las cualidades de vivienda emergente, también conocida como vivienda temporal o vivienda de emergencia, se caracteriza por ser una solución rápida y provisional ante situaciones de desastres naturales, conflictos o desplazamientos masivos de población. Algunas de las cualidades de este tipo de vivienda son:

- 1. Rápida construcción:** Se diseñan para ser construidas en un tiempo mínimo, utilizando materiales y técnicas de construcción que permiten su montaje rápido. Esto es crucial para brindar vivienda de manera inmediata a las personas afectadas.
- 2. Portabilidad y desmontaje:** Suelen ser portátiles y fáciles de desmontar. Pueden ser transportadas y reubicadas en diferentes lugares según las necesidades de la población desplazada. Esto permite una mayor flexibilidad y adaptabilidad a diferentes situaciones.
- 3. Resistencia:** Aunque son estructuras temporales, deben ser capaces de resistir las condiciones adversas, como sismos, vientos fuertes o lluvias intensas. Se utilizan materiales resistentes y técnicas de construcción que garanticen la seguridad y protección de las personas que las ocupan.
- 4. Funcionalidad básica:** Suelen contar con los espacios básicos necesarios para cubrir las necesidades de una familia, como un área de dormitorio, cocina y baño. Aunque suelen ser más pequeñas y sencillas que las viviendas permanentes, se busca proporcionar un espacio digno y funcional.
- 5. Costo asequible:** Se diseña con materiales y técnicas de construcción económicas, lo que ayuda a reducir los costos y hacerla accesible para las

personas afectadas por la emergencia. Esto permite proporcionar viviendas a un mayor número de personas con recursos limitados.

- 6. Sostenibilidad:** Cada vez más, se busca que sean sostenibles y respetuosas con el medio ambiente. Esto implica utilizar materiales reciclables o de bajo impacto ambiental, implementar sistemas de energía renovable y fomentar prácticas de construcción sostenibles.

Es importante destacar que las viviendas emergentes son soluciones temporales y se espera que sean reemplazadas a largo plazo una vez que se restablezca la normalidad en la zona afectada.

1.1.5 Referentes de viviendas emergentes

Patiño (2020) en su estudio titulado "Diseño de vivienda emergente para ser utilizada durante situaciones de desastre en Ecuador", el autor se propuso el ambicioso objetivo general de concebir una vivienda de construcción rápida y eficaz, específicamente destinada a situaciones de emergencia en el contexto ecuatoriano. La metodología adoptada para abordar este desafío fue el Design Thinking, una aproximación centrada en las necesidades del usuario, caracterizada por una acción proactiva en la resolución de problemas.

La propuesta de Patiño se distingue por su enfoque modular de tipo privado, diseñado para albergar a cuatro personas. Aunque ofrece un espacio limitado, se ha optimizado para proporcionar las condiciones apropiadas que permitan a los ocupantes permanecer de manera cómoda y segura durante un periodo determinado. Esta elección se fundamenta en la premisa de brindar soluciones pragmáticas y eficientes, considerando la urgencia y la transitoriedad asociadas a situaciones de desastre.

El módulo privado propuesto no solo se limita a cumplir con funciones básicas de refugio, sino que también busca garantizar la dignidad y comodidad de los ocupantes, reconociendo la importancia de abordar aspectos humanitarios en el diseño arquitectónico de viviendas de emergencia. La adaptabilidad del diseño a las necesidades del usuario,

combinada con la rapidez de construcción, posiciona esta propuesta como una contribución significativa en la búsqueda de soluciones efectivas para afrontar situaciones críticas en Ecuador y, potencialmente, en otras regiones propensas a desastres naturales.

Figura 1

Perspectiva de propuesta de Patiño



Nota. Se aprecia la perspectiva externa de la vivienda propuesta por Patiño (2020, p. 127).

Tabla 1

Características generales constructivas de propuesta de Patiño (2020)

EMPLAZAMIENTO	Tipología de campamentos de emergencia destinado a emplazarse en zonas con un terreno plano.
CONFIGURACIÓN ARQUITECTÓNICA	Su forma se base en un cuadrado. La vivienda se compone de un módulo único.
FLEXIBILIDAD ESTRUCTURAL CONSTRUCTIVA	Se compone de vigas y OSB, utilizando algunos elementos de la misma de manera abatible.
MATERIALIDAD	Los componentes utilizados en su mayoría son madera, vigas y costaneras, paneles de OSB.

FABRICACIÓN	Los elementos empleados son prefabricables.
EMBALAJE	Los elementos se organizan de acuerdo a la cantidad utilizada para la construcción del módulo base.
USO – MANTENIMIENTO – REUTILIZACIÓN	Alojamiento pequeño, para descanso. Sus piezas están armadas con elementos perforantes en gran medida, por lo que los materiales tendrán algunos daños tras su desmontaje.

Nota. Desarrollado por la autora a partir de Patiño (2020).

Parra y Pesántez (2021) en su estudio titulado "Sistema de autoconstrucción prefabricado que pueda replantearse como vivienda emergente para zonas climáticas continental templada y continental lluviosa del Ecuador", los autores se propusieron un objetivo general de gran relevancia: proponer un sistema de autoconstrucción prefabricado aplicado inicialmente como vivienda temporal, pero con la versatilidad de ser replanteado para otras funcionalidades.

La innovadora perspectiva, destaca por su enfoque adaptable a las particularidades climáticas de las zonas continental templada y continental lluviosa del Ecuador. Este enfoque contextualizado demuestra la consideración meticulosa de las condiciones ambientales locales en la conceptualización del sistema. Además, la dualidad del diseño, tanto como vivienda temporal y con la flexibilidad de ser reconfigurado para otras funciones, subraya la visión a largo plazo y sostenible del proyecto.

La propuesta no solo aborda la urgencia de soluciones habitacionales temporales en situaciones de emergencia, sino que también aporta al desarrollo sostenible al contemplar la reutilización del sistema. La capacidad de replantear la funcionalidad del sistema evidencia una mentalidad proactiva hacia la adaptabilidad y la optimización de recursos, marcando así un avance significativo en la concepción de soluciones arquitectónicas para regiones específicas del Ecuador. Este enfoque integral destaca la importancia de la planificación a largo plazo y la versatilidad en el diseño arquitectónico, sentando las bases para un impacto positivo tanto en el ámbito de la vivienda de emergencia como en la innovación en la construcción prefabricada.

Figura 2

Perspectiva de propuesta de vivienda emergente según Parra y Pesántez



Nota. Se aprecia la propuesta formal de Parra y Pesántez (2021, p. 50).

Tabla 2

Características generales constructivas de propuesta constructiva de Parra y Pesántez (2021)

EMPLAZAMIENTO	Tipología de campamentos de emergencia destinado a emplazarse en zonas con un terreno plano.
CONFIGURACIÓN ARQUITECTÓNICA	Su forma se base en un cuadrado y techo triangular, siendo tradicional. La vivienda se compone de módulos acorde a las necesidades de sus usuarios.
FLEXIBILIDAD ESTRUCTURAL CONSTRUCTIVA	Se compone paneles prefabricados de OSB en su totalidad, cerchas de madera, caucho o lona plástica, vigas y columnas, bloques de hormigón, aluminio.
MATERIALIDAD	Los componentes utilizados en su mayoría son madera, vigas y bloques de hormigón.

FABRICACIÓN	Los elementos son utilizados en base a las dimensiones de los paneles prefabricados.
EMBALAJE	Dimensiones 7x14.
USO – MANTENIMIENTO – REUTILIZACIÓN	Cumple con su doble función la primera de vivienda y el segundo lugar de disfrute. Sin embargo, su lapso de vida útil puede ser el deseado con el mantenimiento adecuado.

Nota. Desarrollado por la autora a partir de Parra y Pesántez (2021).

1.2 Diseño paramétrico

1.2.1 Medios Digitales

El diseño paramétrico es un enfoque que utiliza cuantificaciones y relaciones matemáticas para crear presentadores digitales que pueden generar una variedad de formas y configuraciones. A diferencia del sistema tradicional, donde cada elemento se crea individualmente, estableciendo variables y restricciones que determinan cómo se relacionan los diferentes componentes de un diseño. (Leukona et al., 2021)

De tal manera, es una aplicación específica que utiliza herramientas y software digitales para crear modelos paramétricos y generar bocetos en un entorno virtual. En lugar de trabajar con herramientas tradicionales como lápiz y papel, aprovecha el poder de la tecnología y el software especializado para crear y manipular modeladores con mayor precisión y eficiencia. (Acosta & Narváez, 2018)

Por lo tanto, se utilizan programas de modelado 3D y software de bosquejo asistido por computadora (CAD) que permiten definir medidas y relaciones entre elementos de delineación. Estos programas suelen contar con una interfaz intuitiva que permite ajustar y modificar los valores de los parámetros de manera visual. A medida que se modifican los parámetros, el esquema se actualiza automáticamente, generando nuevas iteraciones del diseño en tiempo real. (Leukona et al., 2021)

Además de generar modelos 3D, también puede incluir la simulación y análisis de las delineaciones. Esto significa que se pueden realizar pruebas virtuales para evaluar la viabilidad estructural, el rendimiento y otras características antes de la fabricación física.

Estas capacidades permiten una optimización más precisa del esbozo y reducen la necesidad de prototipos físicos. (Acosta & Narváez, 2018)

Por ende, es ampliamente utilizado en campos como la arquitectura, el desarrollo de productos, la ingeniería y la fabricación. Permite a los proyectistas explorar y experimentar con una amplia variedad de opciones de boceto y realizar cambios iterativos con facilidad. Además, facilita la colaboración y el intercambio de diseños entre diferentes equipos y profesionales. (Leukona et al., 2021)

En resumen, este tipo de modelaje digital consiste en la aplicación de herramientas y software digitales para crear y manipular modelos paramétricos en un entorno virtual. Ofrece ventajas como mayor precisión, eficiencia, simulación y análisis, y facilita la colaboración y el intercambio de diseños en el proceso.

1.2.2 Herramientas de diseño paramétrico

Para Delgado (2022) existen varias herramientas de diseño paramétrico disponibles en el mercado que ofrecen capacidades avanzadas para crear modelos y explorar diferentes iteraciones de diseño, entre las herramientas más populares se registran las siguientes:

- 1. Grasshopper:** Es un plugin para Rhinoceros 3D que permite crear modelos paramétricos y algoritmos visuales mediante la conexión de componentes. Es ampliamente utilizado en arquitectura, diseño de productos y de interiores.
- 2. Dynamo:** Es una herramienta que se integra con Autodesk Revit. Permite automatizar tareas, generar diseños iterativos y controlar de manera paramétrica los elementos de un modelo BIM (Building Information Modeling).
- 3. CATIA:** Es una suite de software de bosquejo asistido por computadora (CAD) utilizado principalmente en la industria aeroespacial y automotriz. Ofrece capacidades avanzadas de diseño paramétrico y modelado 3D.

4. **SolidWorks:** Es otro software de CAD ampliamente utilizado que incluye funcionalidades que permiten crear modelos 3D paramétricos y realizar simulaciones y análisis de ingeniería.
5. **Fusion 360:** Es una herramienta de CAD/CAM/CAE desarrollada por Autodesk. Ofrece una combinación de modelado paramétrico, simulación, renderizado y capacidades de fabricación.
6. **Rhino/Grasshopper + ArchiCAD:** Esta combinación de software permite utilizar Rhino y Grasshopper para crear modelos paramétricos y luego importarlos a ArchiCAD para desarrollar y documentar proyectos arquitectónicos.

Estas son solo algunas de las herramientas de diseño paramétrico disponibles. Cada una tiene sus propias características y enfoques, por lo que es importante evaluar tus necesidades específicas y elegir la herramienta que mejor se adapte al flujo de trabajo y proyecto.

1.2.3 Softwares dedicados al diseño paramétrico

1.2.3.1 Rhinoceros

Rhinoceros, comúnmente conocido como Rhino, es un poderoso software de gráficos por computadora en 3D y diseño asistido por computadora (CAD). Está desarrollado por Robert McNeel & Associates y se usa ampliamente en varias industrias, comprendida la arquitectura, el diseño industrial, el de productos, el automotriz y el de joyas. (Rhino, 2023)

Rhinoceros proporciona una plataforma versátil para crear, editar, analizar y renderizar modelos 3D complejos. Ofrece una amplia gama de herramientas de modelado, contenidas curvas y superficies NURBS (B-Splines racionales no uniformes), que permiten la creación de geometría precisa y fluida. También es compatible con el modelado poligonal, datos de nubes de puntos y edición de mallas. (Rhino, 2023)

Algunas características clave circunscriben: (3Dnatives, 2020)

- **Modelado basado en NURBS:** la tecnología de modelado central se basa en NURBS, que permite una representación precisa de curvas y superficies.
- **Amplia compatibilidad con formatos de archivo:** Admite varios formatos de archivo, incluidos DWG, DXF, IGES, STEP, STL y muchos más, lo que facilita el intercambio de datos con otro software CAD y 3D.
- **Herramientas de modelado 3D:** Ofrece una amplia gama de herramientas para crear y manipular geometría 3D, como operaciones booleanas, fileteado, fusión, barrido y transición.
- **Secuencias de comandos y automatización:** Acepta la creación de secuencias de comandos utilizando lenguajes como RhinoScript (basado en VBScript) y Python. Esto permite a los usuarios automatizar tareas repetitivas y personalizar el software para satisfacer sus necesidades específicas.
- **Visualización y renderizado:** Tiene capacidades de renderizado integradas para crear visualizaciones de alta calidad de modelos 3D. Además, admite complementos de renderizado de terceros como V-Ray y KeyShot para opciones de renderizado avanzadas.
- **Análisis y optimización:** Incluye herramientas para analizar y evaluar modelos 3D, como análisis de curvatura, análisis de ángulo de desmoldeo y cálculos de propiedades de masa.

Ecosistema de complementos: tiene un extenso ecosistema de complementos que amplía sus capacidades. Hay complementos disponibles para tareas especializadas como diseño paramétrico, diseño generativo e integración CAM (fabricación asistida por computadora).

Rhinoceros es conocido por su interfaz fácil de usar, flexibilidad y amplia gama de aplicaciones. Es ampliamente utilizado por profesionales en varias industrias y tiene una

comunidad de usuarios grande y activa que brinda soporte, tutoriales y recursos para aprender y dominar el software.

1.2.3.2 Grasshopper

Grasshopper es un lenguaje de programación visual y un complemento para Rhinoceros (comúnmente conocido como Rhino). Es ampliamente utilizado en el campo del diseño paramétrico, diseño computacional y modelado generativo. Proporciona una interfaz gráfica para crear y manipular algoritmos complejos y diseños paramétricos sin necesidad de programación tradicional. (Calvo & Caceres, 2009)

Estas son algunas características y conceptos clave relacionados:

- **Programación visual:** Utiliza una interfaz basada en nodos donde los usuarios crean y conectan nodos para definir relaciones y operaciones. Cada nodo representa una función u operación que se puede combinar con otros nodos para crear algoritmos y diseños complejos. (Calvo & Caceres, 2009)
- **Modelado paramétrico:** Permite la creación de modelos paramétricos, donde los parámetros de diseño se pueden modificar fácilmente, lo que lleva al ajuste automático de todo el modelo. Esto permite a los diseñadores explorar diferentes variaciones de diseño e iterar rápidamente. (Calvo & Caceres, 2009)
- **Diseño generativo:** las capacidades de programación visual lo hacen ideal para el diseño generativo, que implica la creación de diseños basados en algoritmos y reglas. Los usuarios pueden definir restricciones y objetivos de diseño, puede generar automáticamente iteraciones de diseño que cumplan con esos criterios. (Calvo & Caceres, 2009)
- **Modelado algorítmico:** Accede la creación de modelos algorítmicos mediante la definición de un conjunto de reglas y parámetros que rigen la geometría y el comportamiento del modelo. Esto permite diseños complejos e intrincados que

pueden adaptarse y responder a diversas entradas y condiciones. (Calvo & Caceres, 2009)

- **Integración con Rhino:** Se integra a la perfección con Rhino, lo que permite a los usuarios crear modelos y diseños paramétricos complejos dentro del entorno de Rhino. Puede utilizar las herramientas de modelado y la geometría de Rhino, y los diseños resultantes se pueden editar y perfeccionar aún más. (Calvo & Caceres, 2009)
- **Ecosistema de complementos:** Tiene un vasto ecosistema de complementos que amplían sus capacidades. Estos complementos proporcionan nodos adicionales, funcionalidades e integración con otros paquetes de software, lo que permite a los usuarios explorar flujos de trabajo y técnicas de diseño avanzadas. (Calvo & Caceres, 2009)

Grasshopper ha ganado una popularidad significativa en el diseño arquitectónico, el diseño industrial y otros campos que requieren un modelado complejo y paramétrico. Ofrece un enfoque flexible e intuitivo para la exploración del diseño y cuenta con una sólida comunidad que comparte de forma activa tutoriales, recursos y complementos generados por los usuarios.

2.3 Fabricación Digital

1.3.1 Prototipado rápido

De acuerdo con Infinitia Industrial Consulting (2020) el prototipado rápido es un proceso utilizado en el diseño y desarrollo de productos para crear modelos o prototipos rápidos y funcionales. Su objetivo principal es validar y refinar ideas de diseño antes de pasar a la etapa de producción. Se basa en la fabricación rápida de prototipos físicos o la creación de prototipos virtuales utilizando herramientas de diseño asistido por computadora (CAD).

Según Infinitia Industrial Consulting (2020) hay varias técnicas comunes utilizadas en el prototipado rápido, teniendo así:

- **Impresión 3D:** La tecnología de impresión 3D permite crear modelos físicos tridimensionales a partir de diseños digitales. Esto permite visualizar y evaluar el aspecto y la funcionalidad del producto antes de invertir en herramientas de fabricación costosas.
- **Corte y grabado láser:** Los cortadores y grabadores láser permiten crear prototipos a partir de materiales como acrílico, madera contrachapada o cartón. Estas máquinas pueden cortar y grabar con precisión formas complejas, lo que facilita la creación de prototipos rápidos.
- **Maquinado CNC:** El maquinado de control numérico por computadora (CNC) utiliza máquinas controladas por computadora para cortar y dar forma a materiales como metales, plásticos y madera. Esta técnica permite crear prototipos funcionales de alta precisión.
- **Modelado virtual:** El modelado virtual utiliza software de diseño asistido por computadora (CAD) para crear prototipos virtuales del producto. Esto permite probar la funcionalidad, la ergonomía y otros aspectos del diseño antes de crear un prototipo físico.
- **Kits de desarrollo de hardware:** Algunos productos electrónicos, como placas de desarrollo y kits de prototipado, proporcionan herramientas y componentes para la creación rápida de prototipos de circuitos electrónicos y sistemas embebidos.

El prototipado rápido es un enfoque ágil que permite a los diseñadores y desarrolladores iterar rápidamente, realizar pruebas y realizar mejoras en el diseño del producto antes de pasar a la producción a gran escala. Esto ayuda a reducir los costos y los riesgos asociados con el desarrollo de productos, al tiempo que acelera el tiempo de comercialización.

1.3.2 Proceso

Para Gómez (2018) el proceso de prototipado rápido consta de varias etapas que permiten crear y validar prototipos rápidamente. A continuación, se describen los pasos típicos involucrados en el proceso:

- **Definir los objetivos:** En esta etapa inicial, se deben establecer los objetivos del prototipado rápido. Esto implica comprender las necesidades del cliente, los requisitos del producto y los resultados deseados del prototipo. Es importante identificar claramente qué aspectos se probarán o validarán con el prototipo.
- **Diseño conceptual:** En esta fase, se generan ideas de diseño y se crean bocetos, diagramas o representaciones visuales del producto. Se exploran diferentes opciones y se selecciona un diseño conceptual para desarrollar el prototipo. Las herramientas de diseño asistido por computadora (CAD) o dibujos a mano son comúnmente utilizados en esta etapa.
- **Creación del modelo virtual:** Si se utiliza el enfoque virtual, se procede a crear un modelo digital o virtual del prototipo utilizando software de diseño asistido por computadora (CAD). Esto permite realizar pruebas de funcionamiento, simulaciones y análisis de rendimiento antes de pasar a la etapa física.
- **Selección de técnicas de prototipado:** Basándose en el diseño conceptual, se eligen las técnicas de prototipado rápido adecuadas. Esto puede incluir la impresión 3D, el corte y grabado láser, el maquinado CNC u otras técnicas disponibles según los materiales y recursos disponibles.
- **Construcción del prototipo:** Se fabrica el prototipo físico utilizando las técnicas seleccionadas. Si se utiliza la impresión 3D, se prepara y se imprime el modelo tridimensional. Si se utiliza el corte láser o el maquinado CNC, se

cortan y dan forma los materiales según el diseño. Es posible que se requiera ensamblaje y acabado para obtener un prototipo funcional.

- **Evaluación y pruebas:** Una vez completado el prototipo, se llevan a cabo pruebas y evaluaciones para validar su funcionalidad, rendimiento y cumplimiento de los requisitos establecidos. Esto puede implicar pruebas de laboratorio, pruebas de usuario, pruebas de resistencia, entre otras, dependiendo de la naturaleza del producto.
- **Retroalimentación y refinamiento:** Los resultados de las pruebas y las opiniones de los usuarios se utilizan para obtener retroalimentación sobre el prototipo. Esta retroalimentación se utiliza para realizar ajustes, mejoras y refinamientos en el diseño. Si es necesario, se repiten etapas anteriores del proceso para iterar y mejorar el prototipo.
- **Presentación y comunicación:** Una vez que se ha validado y refinado el prototipo, se presenta a los interesados, clientes o inversores para obtener su aprobación y comentarios adicionales. La comunicación efectiva y la presentación clara del prototipo son clave en esta etapa.

El proceso de prototipado rápido es iterativo, lo que significa que se puede repetir varias veces para mejorar y refinar el diseño antes de pasar a la producción final. Cada iteración permite obtener más conocimiento y reducir los riesgos asociados con el desarrollo del producto.

Capítulo dos

Procedimiento Metodológico

El presente capítulo tiene como propósito describir cómo se lograrán los objetivos propuestos, así como los procedimientos que se seguirán para darle rigurosidad a la investigación. Las etapas y actividades se desarrollan de forma secuencial e iterativa a medida que avanza.

Por ello, se establece el tipo de investigación para potenciar la creatividad teórica, explorar y explotar información, manipular y controlar las variables independientes y observar las variables dependientes, con el objetivo de buscar una variación.

2.1 Tipo de investigación

En esta investigación el enfoque a utilizar será mixto, el cual según Hernández et al. (2014), permite tener una perspectiva más amplia y profunda del fenómeno, empleando un conjunto de procesos de recolección, análisis y vinculación de datos cuantitativos y cualitativos. De esta manera se potencia la creatividad teórica, facilitando la exploración y explotación de información. Se aplicará una técnica de investigación virtual (cuasi-experimental). La razón para elegir esta técnica es porque mediante la simulación computarizada de un proceso se manipularán y controlarán las variables independientes (causas) y serán observadas las variables dependientes (efectos) en busca de una variación.

El tipo de investigación que se utilizará en el presente trabajo es de tipo exploratorio, debido a que la información de diversas fuentes sobre la temática de estudio contribuye al desarrollo adecuado y pertinente.

Además, se acopla a un diseño no experimental en donde no se experimenta sobre la problemática, porque ya acontecieron, al igual que desplegando efectos (Hérmendez, et al. 2014); es decir, no se edifica ningún escenario, sino que se observan contextos ya existentes, no incitados o estimulados premeditadamente por el intelectual (Jaramillo, et al., 2006).

De tal manera que es un proceso investigativo de tipo descriptivo el cual considera al fenómeno estudiado y sus componentes, pretendiendo medir o recolectar información de manera independiente para detallar peculios y particularidades significativas del objeto de estudio que se analice); y de tipo correlacional porque evalúa como mayor exactitud la vinculación de las dos variables en un contexto particular (Hernández, et al., 2014).

Por otra parte, el nivel de una investigación se refiere al nivel de entendimiento que tiene el investigador acerca del tema, evento o situación que se está estudiando.

2.2 Nivel de investigación

2.2.1 Método Sistémico Proyectual

El método sistémico proyectual admite una concepción del diseño, ofreciendo soluciones integrales e innovadores ajustando al contexto inmediato, concentrándose a la relación dinámica visual de los objetos y los detalles, considerando que estimula la vida cotidiana del individuo e influye en los ámbitos sociales, culturales, económicos, políticos, etc.. implicando el desarrollo en expresiones tangibles del pensamiento (González & Morales, 2014).

2.3 Delimitación del área de estudio

El área de estudio en el presente trabajo investigativo es la zona más austral de Ecuador, Loja, se encuentra entre las latitudes 03°19'49" y 04°45'00". Cubre un área de aproximadamente 10.790 km², o alrededor del 4% del territorio del país. La topografía de Loja se caracteriza por un terreno accidentado que consiste principalmente en rocas y rocas. A pesar de su altura de hasta 4.107 metros, no hay montañas cubiertas de nieve en la región. Además de la división continental, el río Amazonas drena el área circundante hacia la capital.

En Loja parece haberse acabado la avenida volcánica del Norte; esta terminal forma un complejo laberinto de elevaciones que es a la vez intrincado e inexplicable. Los valles cálidos se pueden ver en el fondo cuando estas últimas ramas de la escalera andina se cruzan y se entrelazan.

2.3.1 Definición de la escala de análisis

El objetivo de este estudio es analizar la aplicación de arquitectura paramétrica en prototipos de envolvente para viviendas emergentes en la ciudad de Loja. Se evaluarán los aspectos arquitectónicos, como la fachada, los volúmenes, la distribución y la relación con el contexto, así como los aspectos estructurales y de ingeniería. Se considerarán los materiales, la eficiencia energética y la sostenibilidad para determinar los mejores prototipos para su aplicación en la ciudad.

2.4 Procedimiento

Para empezar, se usará Grasshopper como una herramienta de codificación visual para complementar el programa de diseño Rhinoceros 3D. Esto proporciona una interfaz intuitiva para crear algoritmos, donde cada componente arrastrado se convierte en una sucesión de pasos que ejecuta tareas específicas. La herramienta se utiliza para la gestión de datos en el diseño paramétrico, lo que les permite a los proyectistas crear modelos flexibles que se adaptan a los cambios.

Rhinoceros 3D cuenta con una variedad de aplicaciones adicionales que permiten personalizar el programa para satisfacer las necesidades individuales del usuario. Entre ellos, el más utilizado es Grasshopper, que facilita el diseño paramétrico en proyectos arquitectónicos. Con este entorno de programación visual tienen un control minucioso de las relaciones entre los objetos y sus parámetros, lo que resulta de gran utilidad para la optimización de bosquejos.

Se utilizará el sistema modular para desarrollar una variedad de diseños, como pabellones, lámparas, viviendas, fachadas, entre otros. Rhinoceros 3D permite trabajar con este sistema utilizando como punto de partida una figura hexagonal, un polígono de seis lados, seis vértices, seis triángulos y nueve diagonales. Esto otorga al proyectista un mayor control sobre las relaciones entre los objetos y sus parámetros, lo que facilita la optimización de bocetos.

La modularidad de estas viviendas significa que los módulos pueden ser fabricados y sustituidos con facilidad debido a su similitud en tamaño, forma y función. Además, los módulos pueden ser agregados a otras estructuras, ya sean formadas por estos mismos módulos o bien a otras estructuras arquitectónicas previamente habilitadas para este fin, siempre y cuando el tamaño y forma lo permitan.

Una vez que se ha determinado el sistema a utilizar, comenzaré por el diseño a trabajar. Para esto, abriré las herramientas necesarias como Rhinoceros y Grasshopper. Luego explicaré los plugins que se necesitarán para el modelado. Una vez terminado, mostraré el diseño y el algoritmo general. Se explicará cada botón utilizado para el algoritmo general, así como las posibles variaciones que se pueden obtener.

2.5 Concepto a utilizar

Para abordar el tema de las viviendas sustentables, es necesario discutir la relevancia de los procesos de construcción respetuosos con el ambiente. Las principales constructoras del Ecuador suelen cumplir con los requisitos legales para llevar a cabo sus proyectos, pero también hay una regulación sobre el uso adecuado del espacio para prevenir cualquier impacto negativo que puedan tener estas actividades sobre el medio ambiente. Por lo tanto, para que una vivienda sea realmente sustentable no sólo debe ser diseñada o construida con materiales de bajo impacto, sino que debe contar con procesos técnicos que minimicen los riesgos al entorno y protejan la integridad de su entorno.

Por lo tanto, la sostenibilidad no solo se trata de evaluar el estado de alguna construcción, sino también de buscar una forma de optimizar los procesos para lograr un menor impacto al medio ambiente.

Mediante un enfoque centrado en el diseño eficiente, se persigue lograr un aislamiento total y optimizar las características del entorno, asegurando así un máximo rendimiento y adaptación a las condiciones específicas.

La formulación de la propuesta implica la precisa definición de objetivos, estrategias y acciones. Este proceso se fundamenta en la creación detallada de escenarios y se complementa con un master plan o plan masa para brindar una visión integral y estratégica del proyecto.

Capítulo tres

Desarrollo de Prototipo

El diseño y desarrollo de una vivienda emergente en la vibrante ciudad de Loja representa una oportunidad innovadora y crucial en la búsqueda de soluciones habitacionales eficientes y sostenibles. En un entorno urbano en constante evolución, la creación de un prototipo de vivienda emergente se convierte en un desafío inspirador que busca fusionar la funcionalidad, la accesibilidad y la adaptabilidad a las necesidades cambiantes de la comunidad.

En el presente capítulo se explica detalladamente el proceso y desarrollo inicial del prototipo de vivienda emergente, haciendo un detalle minucioso del proceso paso a paso desde la programación.

3.1 Botones de modelado

A continuación, se presentan los botones que fueron diseñados con la finalidad de activar componentes y ejecutar acciones dentro del entorno de diseño. Se emplean en el manejo de algoritmos visuales y paramétricos, representando funciones específicas para la construcción y manipulación de modelos paramétricos.

Cada botón otorga acceso rápido a una variedad de herramientas y funciones, permitiendo crear formas básicas, editar objetos, aplicar transformaciones y otras acciones relevantes. Entre los botones disponibles se encuentran los siguientes, cada uno con su respectiva especificación.

Figura 3

xy Plane

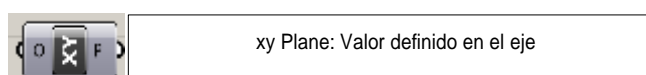


Figura 4

Weaverbird's



Weaverbird's Mesh Mesh Icosahedron:
Construcción de malla icosaedron.

Figura 5

Weaverbird's



Weaverbird's Split Triangles Subdivision:
Subdivisión de triángulos divididos colocados en cada

Figura 6

Mesh WeldVertices



Mesh WeldVertices: Fusión de vértices
idénticos.

Figura 7

Deconstruct Mesh



Deconstruct Mesh: Deconstrucción de malla
en sus partes componentes.

Figura 8

Vector



Vector: Crear un vector entre dos puntos.

Figura 9

Project Point



Project Point: Proyectar un punto en cada forma.

Figura 10

Spheret



Spheret: Crea una superficie esférica.

Figura 11

Point

Point: Colección de puntos tridimensionales.

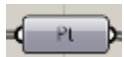


Figura 12

Construct Mesh



Construct Mesh: Construcción de una malla a partir de vértices y caras.

Figura 13

Fase Normals



Fase Normals: Extrae las normales y los puntos centrales de todas las caras en una malla.

Figura 14

Deconstruct



Deconstruct: Deconstruir un punto en partes componentes.

Figura 15

Smaller Than

Smaller Than: Menor que.

Figura 16*Cull Faces*

Cull Faces: Eliminar caras de una malla.

Figura 17*Negative*

Negative: Calcular el negativo de un valor.

Figura 18*Offset Curve*

Offset Curve: Desplaza una curva con una distancia especificada.

Figura 19*Flatten Tree*

Flatten Tree: Aplanar un árbol de datos eliminando información de ramificación.

Figura 20*Fillet*

Fillet: Filetear las esquinas afiladas de una curva.

Figura 21*Explode*

Explode: Explotar una curva en segmentos más pequeños.

Figura 22*Length*

Length: Medir la longitud de una curva.

Figura 23*Sort List*

Sort List: Ordenar una lista de claves numéricas.

Figura 24*Suf List*

Suf List: Extraer una lista.

Figura 25*Pinck Colour*

Pinck Colour: Color de fondo para panel.

Figura 26*Deconstruct Arc*



Deconstruct Arc: Recuperar el plano base, el radio el dominio del ángulo de un arco.

Figura 27

Division



División: División matemática.

Figura 28

Circle



Circle: Crea un círculo definido por el plano base y el radio.

Figura 29

Circle



Circle: Contiene una colección de círculos.

Figura 30

Circle CNR



Circle CNR: Crea un círculo definido por centro, normal y radio.

Figura 31

Extrude



Extrude: Extruye curvas y superficies a lo largo de un vector.

Figura 32

Cull Pattern



Cull Pattern: Eliminar elementos de una lista usando una máscara de bits repetitivos.

Figura 33

Collision One/Many



Collision One/Many: Hace una colisión entre objetos.

Figura 34

Split Brep



Split Brep: Genera divisiones unas con otras.

Figura 35

List Item



List Item: Recuperar un elemento específico

Figura 36

Amplitude



Amplitude: Establecer la amplitud de un vector.

Figura 37

Reverse



Reverse: Invertir un vector multiplicar por -1.

Figura 38

Face Boundaries



Face Boundaries: Convertir todas las caras de malla en polilíneas.

Figura 39

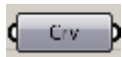
Boundary Surfaces



Boundary Surfaces: Crea superficies planas a partir de una colección de curvas de borde de límite.

Figura 40

Curve



Curve: Contiene una colección de curvas

Figura 41

Merge



Merge: Fusiona flujo de datos.

Figura 42

Is Planar



Is Planar: Prueba si una superficie es plana.

Figura 43

Custom Preview



Custom Preview: Permite vistas previas de geometría personalizada.

Figura 44

Surfaces Closest



Surfaces Closest Point: Encuentra el punto más cercano en una superficie.

Figura 45

Brep Join



Brep Join: Unir varios Breps a Este componente.

3.2 Definición algorítmica paso a paso

PASO 1

Figura 46

Paso 1

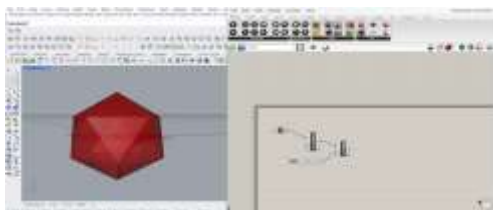


Primeramente, realizamos un plano en x y el cual está ubicado en el origen, después de ello seleccionamos la herramienta Weavebird's Mesh, y Mesh Icosahedron conectándolo así con x y plano de figura llamado icosaedro.

PASO 2

Figura 47

Paso 22

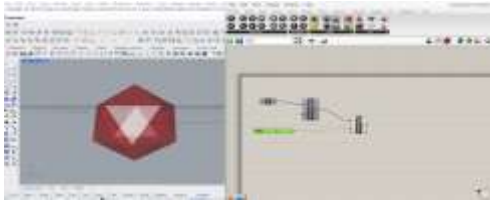


Se coloca Weaverbird's Split Triangles Subdivision para realizar la división de los triángulos en el plano Icosahedron. posterior a ello se selecciona el botón Slider el cual permite generar las subdivisiones de la figura.

PASO 3

Figura 48

Paso 23

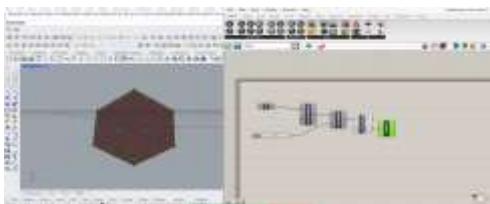


Seguido de ello se procede a apagar las capas de los dos primeros botones, plano xy y Weavebird's Mesh Mesh Icosahedron para poder visualizar las uniones de las subdivisiones triangulares.

PASO 4

Figura 49

Paso 4

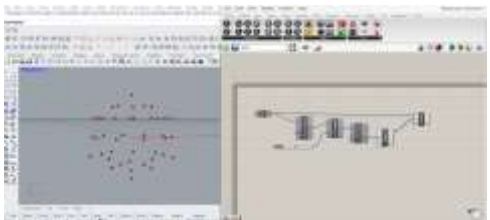


Seleccionamos el botón Mesh Weld Vértices generando una nueva malla a la cual con el botón Deconstruct Mesh se generan los puntos en sus diferentes vértices.

PASO 5

Figura 50

Paso 5



Posteriormente seleccionamos un vector de dos puntos el cual lo unimos con el botón xy y el botón Deconstruct Mesh procediendo a apagar la capa de Mesh Weld Vertices visualizando de mejor manera los puntos.

PASO 6

Figura 51

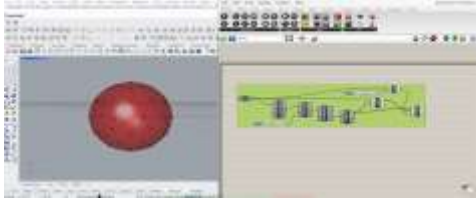
Paso 6



Generamos una esfera después conectamos el botón xy y con una slider ajustamos el radio de la circunferencia.

PASO 7

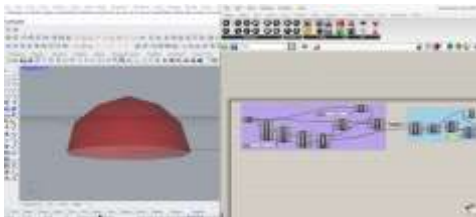
Figura 52

Paso 7

Realizamos una proyección de puntos conectando los vértices del Deconstruct Mesh y el Vector dos puntos, así como también la geometría de la esfera definiendo su primera parte.

PASO 8**Figura 53***Paso 8*

A continuación, seleccionamos el botón point el cual denotamos sus puntos, luego hacemos click en el botón construct mesh el cual realiza la construcción de una malla a partir de los puntos preestablecidos apagando la capa Deconstruct Mesh.

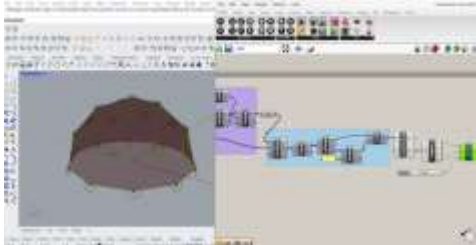
PASO 9**Figura 54***Paso 9*

Seguido de ello seleccionamos Face normals, luego seleccionamos Deconstruct, Smaller Than y Cull Faces teniendo cada uno de estos puntos sus propios elementos, y formando la figura del domo en general culminando la segunda parte.

PASO 10**Figura 55***Paso 10*

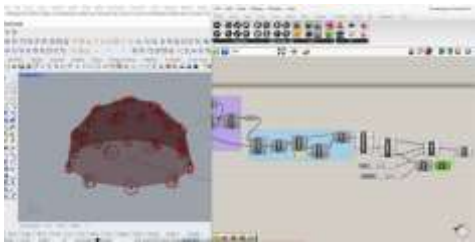
Seleccionamos a continuación Mesh Weld Vertices procedemos apagar Cull Faces escogemos el botón Deconstruct Mesh en el cual nos muestra cómo se generan los puntos en cada vértice.

PASO 11

Figura 56*Paso 11*

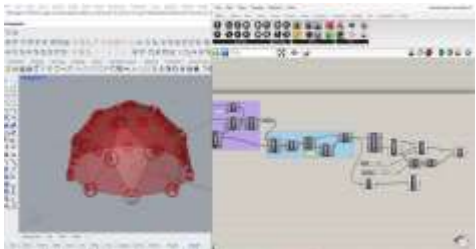
Utilizando el botón Circle CNR se generan los círculos en cada vértice los cuales se acoplan en cada vértice y con un Slider ajustando el radio de cada círculo.

PASO 12

Figura 57*Paso 12*

Seguido de esto seleccionamos el botón Extrude formando la obstrucción de la misma seleccionamos el botón Amplitud junto a un Slider conectándolo nuevamente a Extrude para que forme los cilindros al exterior seleccionando Reverse haciendo que también cambie de dirección hacia dentro.

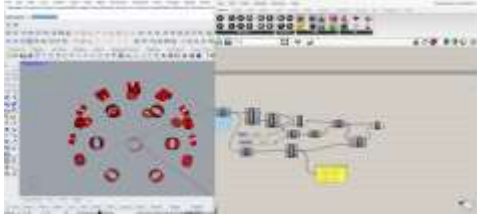
PASO 13

Figura 58*Paso 13*

Elegimos el botón Face Boundaries lo conectamos a Cull Faces remarcar las aristas de la unión de cada vértice, con el botón Boundary Surfaces se generan las caras en cada superficie.

PASO 14

Figura 59*Paso 14*

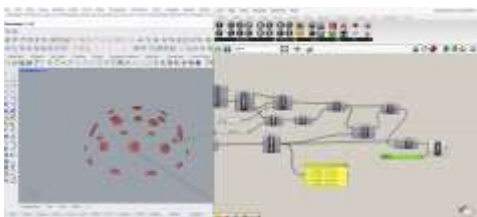


Seleccionamos Collision One/many para receptor información y Cull Pattern uniéndolo con Extrude para trabajar con los círculos.

PASO 15

Figura 60

Paso 15

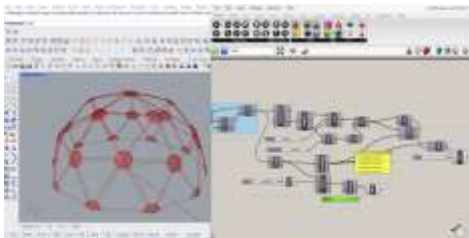


Lo último que utilizaríamos es Split Brep cortándolo a raíz de Boundary Surfaces apagando Cull Pattern y Circle seleccionamos List item uniéndolo a Split Brep creando un Slider con rango de 0 a1, convirtiéndose 0 en las caras y 1 en las tapas.

PASO 16

Figura 61

Paso 16

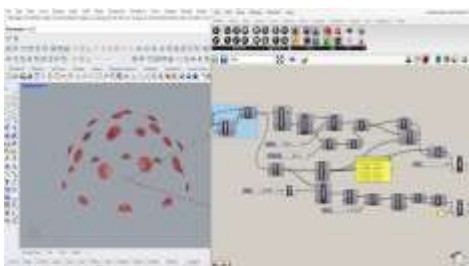


Creamos segmentos utilizando Offset curve, generamos un Slider para el momento de conectarlo y seleccionar Negative sea más manejable seleccionamos Flatten Tree y Fillet junto a un Slider para poder generar bordes redondos.

PASO 17

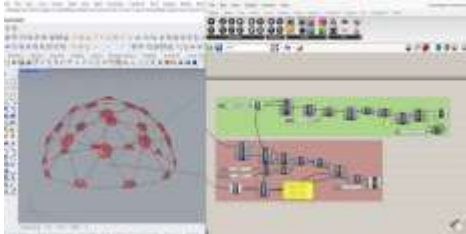
Figura 62

Paso 17



Seguido a ello explotamos las curvas para empezar a definir los segmentos que genera cada arco realizando una circunferencia para ello seleccionamos Explode y Length para para tener más control elegimos Sort List ratificando la lista con la misma utilizamos Sub List creando un punto figo en rango 2.

PASO 18

Figura 63*Paso 18*

A continuación, deconstruimos arcos utilizando Deconstruct Arc esos se los concentra en un círculo utilizando la herramienta Circle dividiéndolo junto a un Slider con rango 5.

PASO 19

Figura 64*Paso 19*

Seleccionamos Curve para definir segmentos y aplastamos el botón Circle para los círculos definiendo en cada grupo.

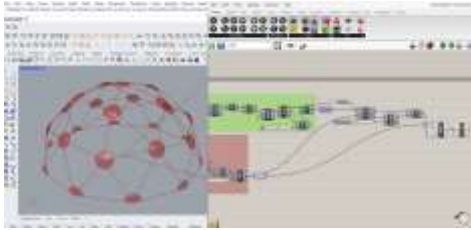
PASO 20

Figura 65*Paso 20*

Sacamos una serie de puntos conectándolo a Deconstruct Arc se procede a seleccionar Surface Closest Point el cual identifica cada punto que se ocupa, haciéndolo en segmentos específicos con Flatten y Graft elegimos Cull Pattern para determinar la menor cantidad de puntos posibles y Smaller Than como condicionante agregamos un Slider.

PASO 21

Figura 66*Paso 21*

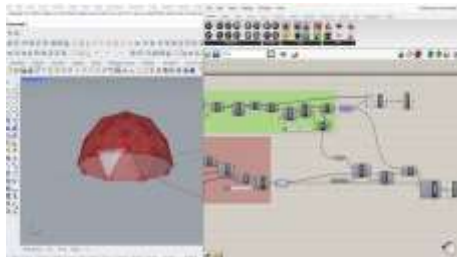


Seleccionamos Marge, que se conecta lo que sale curvas resultantes y el Cull Pattern seguido de ello seleccionamos Boundary Surfaces, simplificando datos en Marge.

PASO 22

Figura 67

Paso 22



Aplicamos lo mismo en curvas, pendiente el Filet y bloqueando Circle creamos Marge seleccionamos Filet y Circle apagamos Boundary Surfaces creamos Marge y repetimos lo mismo del anterior grupo creamos nuevamente un Boundary Surfaces apagamos Marge creamos un Boundary Surfaces.

PASO 23

Figura 68

Paso 23

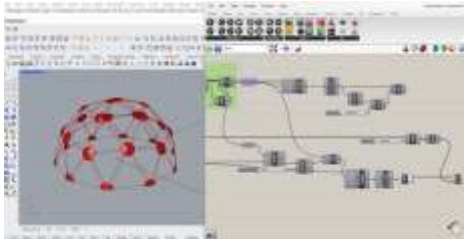


Damos proporción de espesor a cada uno de los materiales seleccionamos Extrude conectamos a Boundary Surfaces direccionándolo al eje z elegimos la herramienta Is Planar obtenemos por una amplificación con el botón Amplitud conectamos a Is Planar y Extrude creamos un Slider 0.0254 determinando los distanciamientos del elemento.

PASO 24

Figura 69

Paso 24



Procedemos a conectar Amplitud con Deconstruct Mesh unimos Brep Join con a Boundary Surfaces seleccionamos Extrude uniéndolo a Amplitud apagamos Extrude lo cambiamos de dirección hacia atrás utilizando el botón reverse.

PASO 25

Figura 70

Paso 25



Seguido de ello elegimos el botón Brep para crear otra capa y seleccionamos Custom Preview con Colour Swatch uniéndose entre si y cambiando de color a la presente figura .

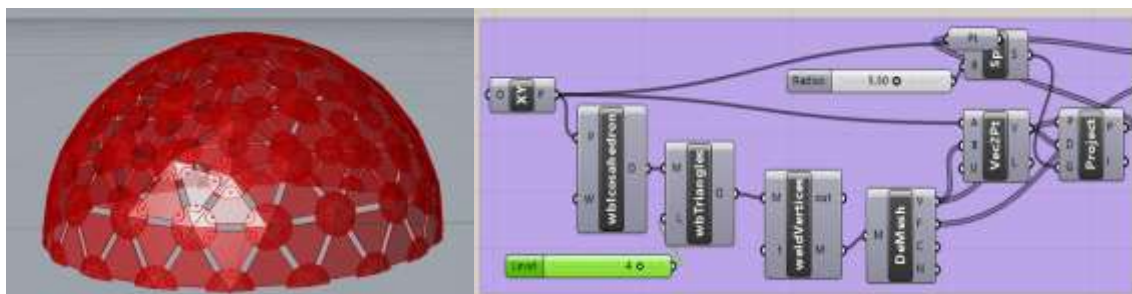
3.3 Variables de software rinoceros/grasshopper

Para llevar a cabo la metamorfosis que caracteriza a cada uno de los diversos modelos creados, se recurre a la potente herramienta de diseño conocida como Rhinoceros, en conjunto con su complemento Grasshopper. Estas herramientas especializadas permiten una adaptación significativa en la estructura del modelo.

Con ellas, se logra una flexibilidad excepcional para ajustar la forma del modelo según las necesidades específicas del usuario, posibilitando la recreación precisa de las configuraciones de distintos objetos contemporáneos, como floreros, lámparas, focos y macetas, entre otros.

Figura 71

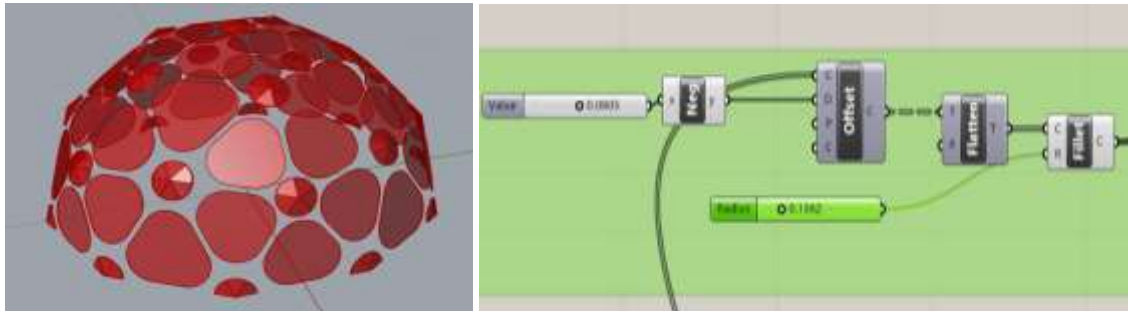
Number Slider Level



Number Slider Level: El presente botón que tiene color Verde trabaja de tal manera que aumenta y reduce su número de módulos.

Figura 72

Number Slider Radius



Number Slider Radius: La presente herramienta permite configurar el radio de la figura haciendo que el modelo que al principio fue triangulo tome otra figura cambiando con totalidad su diseño.

Con las presentes botones optamos por dar soluciones existentes que se pueden ir desarrollando mediante estas dos variables para así encontrar un recurso de diseño indicado que ayude al usuario.

3.4 Prototipo de diseño inicial

El presente prototipo parte de la idea central que es el domo, que corresponde a una estructura curva elegante la misma que es encargada de poder cubrir áreas grandes sin necesidad de un soporte adicional, son estructuras eficientes en temas de eficiencia energética, sostenibilidad, materialidad, costo. Este tipo de diseño se lo puede plasmar no solo en edificios o viviendas emergentes, sino también hasta en pequeñas casas residenciales.

La respectiva materialidad más utilizada en este tipo de diseños es vidrio metal madera. Esta gama de diseño parte de la estrategia más alta en estabilidad y resistencia ante condiciones climáticas, como huracanes terremotos y fríos de alta magnitud. En cuanto a su

arquitectura este tipo de diseño permite la entrada de la luz natural ventilación y pose una buena estética de diseño.

3.4.1 Concepto de donde parte

El concepto parte de una figura específica que es el hexágono es una figura geométrica plana que consta de seis lados y seis ángulos. Cada uno de los seis lados es una línea recta que conecta dos vértices adyacentes, y cada uno de los seis ángulos mide 120 grados. El hexágono es una forma común en la naturaleza y en la arquitectura, y se utiliza en una variedad de aplicaciones, desde la construcción de celdas, estructura de domos hasta la creación de diseños de pisos y paredes. Debido a su simetría y capacidad para encajar perfectamente con hexágonos, esta forma es muy utilizada en la fabricación de otros mosaicos y patrones de diseño en diferentes softwares.

3.4.2 Sistema modular

En el diseño de este sistema, se fundamenta en una estructura modular compuesta por elementos repetitivos o módulos interconectados, todos ellos con dimensiones uniformes. Esta configuración otorga al sistema una cualidad intrínseca de ligereza y velocidad, ya que cada módulo se adapta de manera cohesionada, dando lugar a la formación constante de figuras definidas.

La cohesión estructural observada no solo añade eficiencia al sistema, sino que también establece una plataforma sólida para la proyección de una amplia variedad de diseños. La uniformidad en las dimensiones garantiza una integración fluida entre los módulos, facilitando la adaptabilidad del sistema a diversas necesidades de diseño.

Esta capacidad de adaptación permite al sistema generar formas diversas y estéticamente atractivas, destacando su versatilidad y su capacidad para satisfacer requerimientos estéticos y funcionales con un enfoque uniforme y coherente. La meticulosa planificación de la estructura modular resulta en un sistema que no solo es eficiente, sino también flexible y estéticamente enriquecedor en su capacidad para materializar su diseño.

Trabajado del sistema:

Figura 73

Algoritmo General

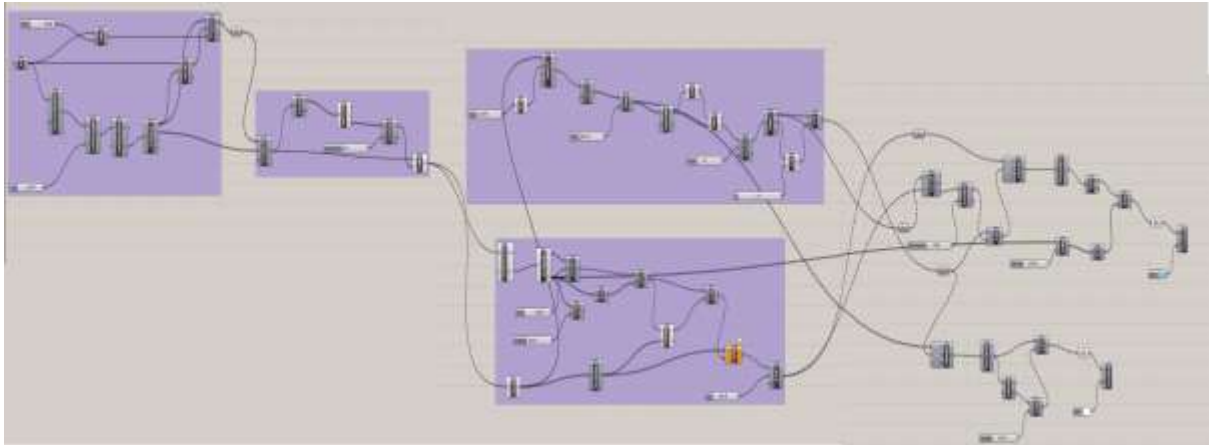


Figura 74

a) *Vistas del módulo que se va creando con el algoritmo*

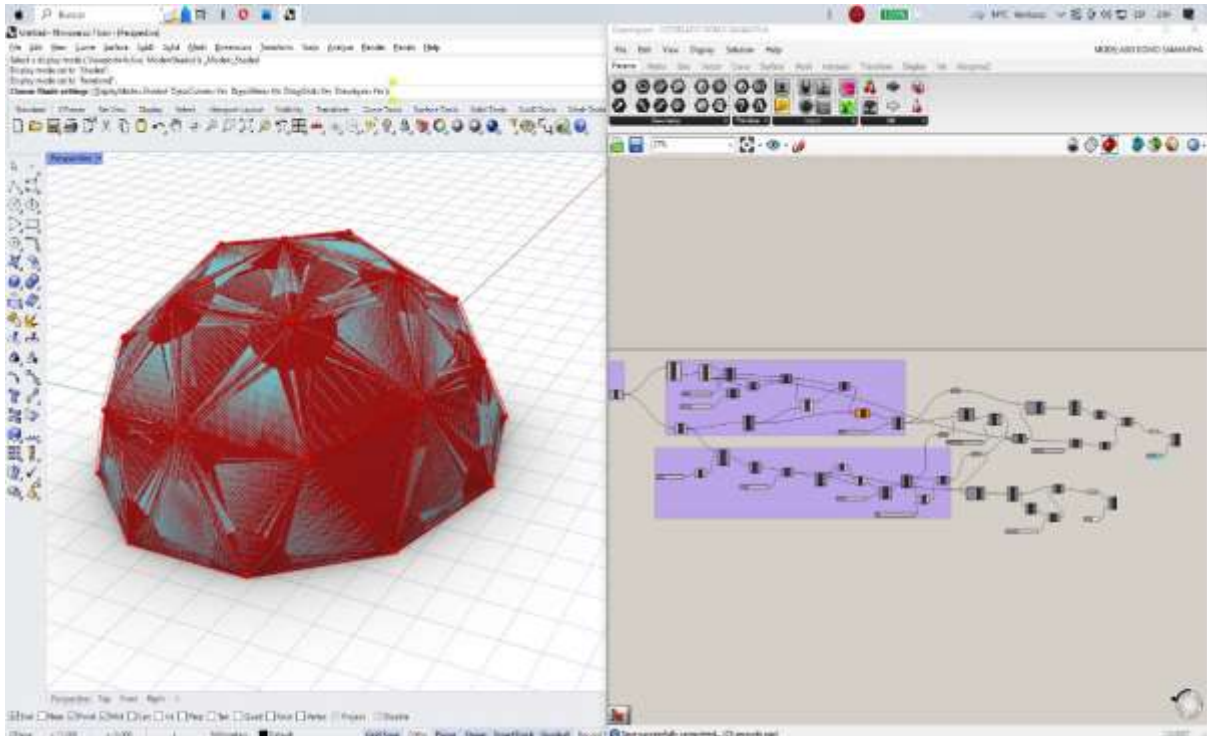


Figura 75

b) *Vistas del módulo que se va creando con el algoritmo*

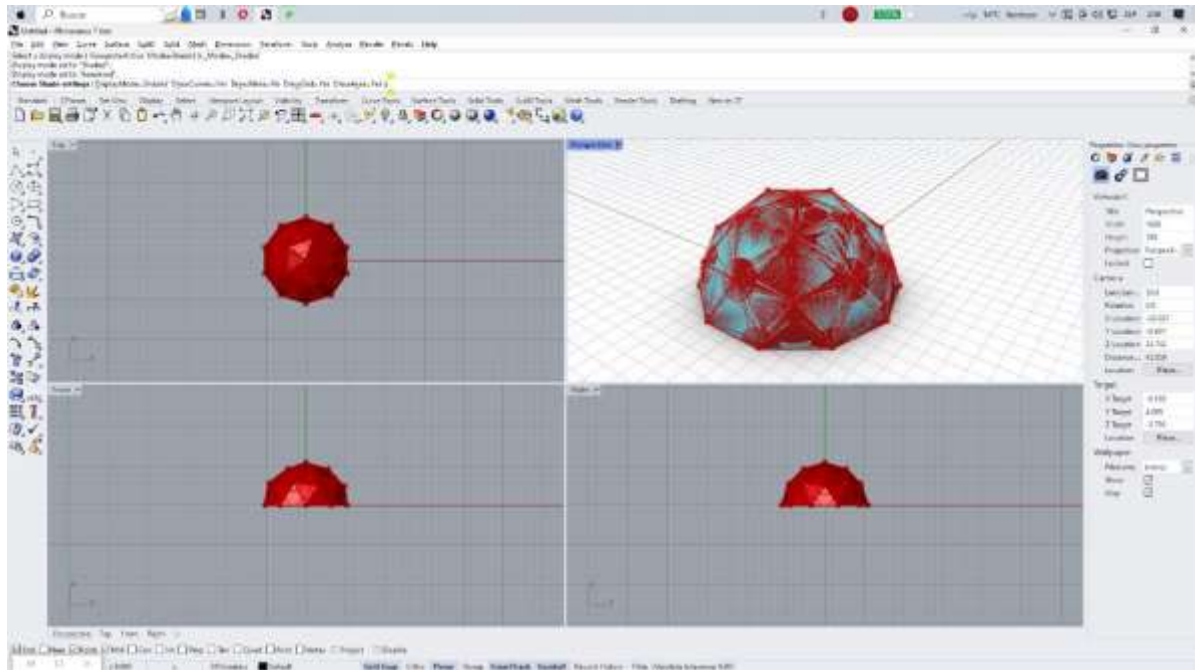
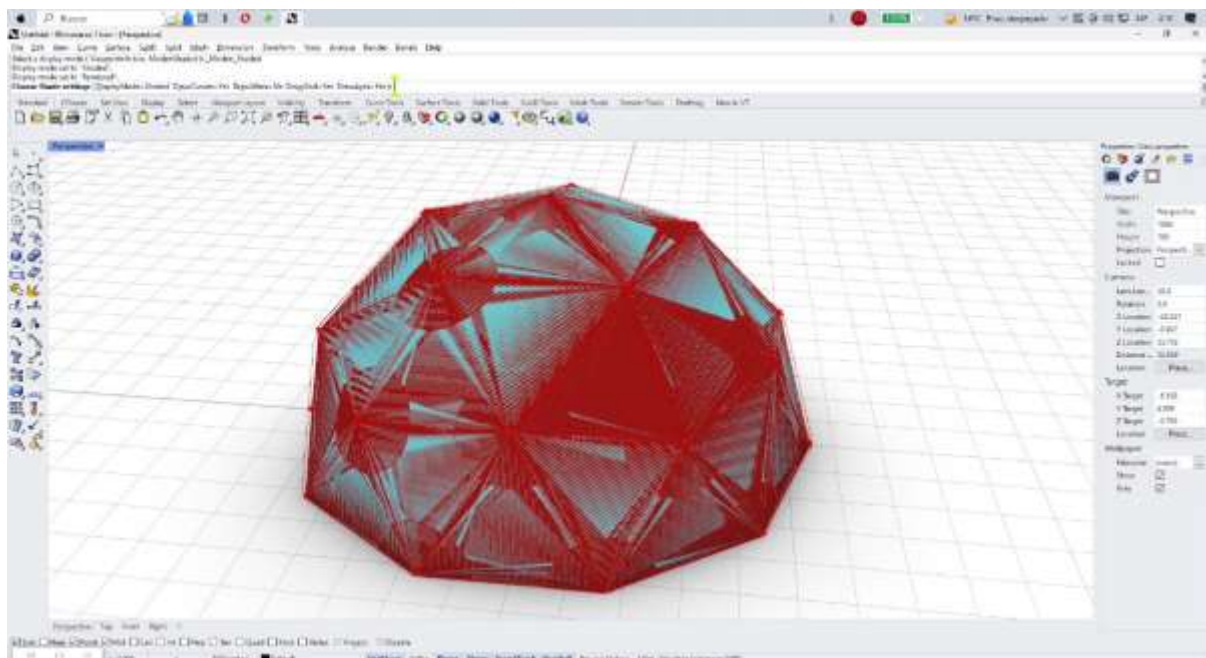


Figura 76

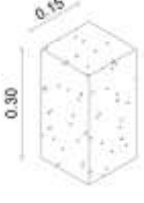
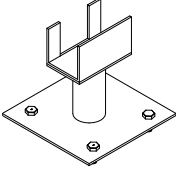
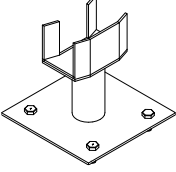
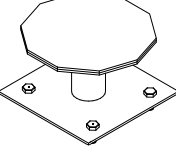
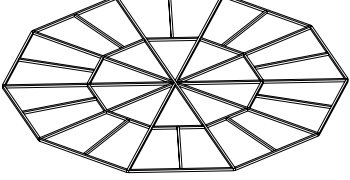
c) *Vista final del prototipo*

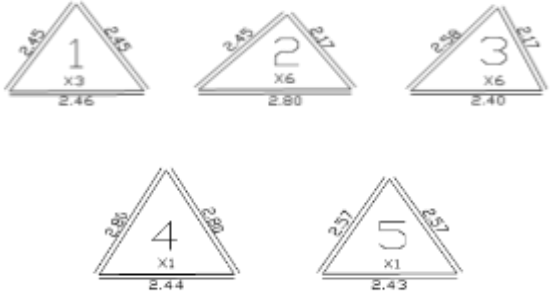
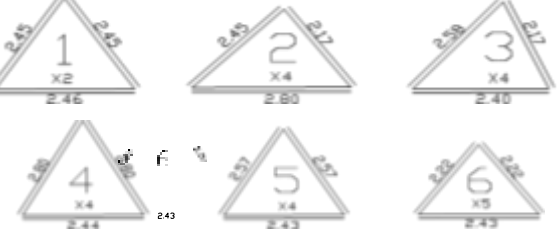
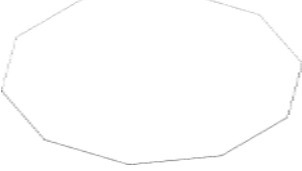
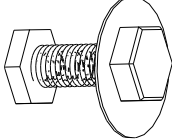




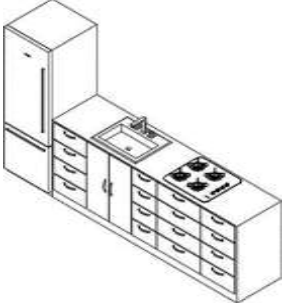

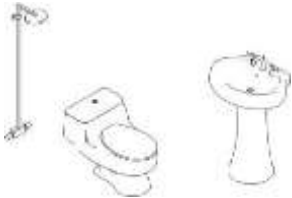
3.4.3 Materialidad

Tabla 3

Materialidad del proyecto

Materiales		
Cimentación		
Descripción	Detalle	Cantidad
Mojones de hormigón 15x15x30cm		31u
Uniones metálicas tipo 1		10 u
Uniones metálicas tipo 2		10u
Unión metálica tipo 3		1
Subestructura inferior		
Base metálica		1u
Subestructura puerta y escalones		

<p>Policarbonato color blanco forma triangular</p>	 <p>Diagram showing five triangular polycarbonate pieces labeled 1 through 5, with dimensions and quantities:</p> <ul style="list-style-type: none"> Piece 1: Dimensions 2.45, 2.45, 2.46; Quantity X3 Piece 2: Dimensions 2.45, 2.17, 2.60; Quantity X6 Piece 3: Dimensions 2.58, 2.17, 2.40; Quantity X6 Piece 4: Dimensions 2.86, 2.86, 2.44; Quantity X1 Piece 5: Dimensions 2.57, 2.57, 2.43; Quantity X1 	<p>17 p</p>
<p>Policarbonato transparente forma triangular</p>	 <p>Diagram showing six triangular polycarbonate pieces labeled 1 through 6, with dimensions and quantities:</p> <ul style="list-style-type: none"> Piece 1: Dimensions 2.45, 2.45, 2.46; Quantity X2 Piece 2: Dimensions 2.45, 2.17, 2.60; Quantity X4 Piece 3: Dimensions 2.58, 2.17, 2.40; Quantity X4 Piece 4: Dimensions 2.86, 2.86, 2.44; Quantity X4 Piece 5: Dimensions 2.57, 2.57, 2.43; Quantity X4 Piece 6: Dimensions 2.86, 2.86, 2.43; Quantity X5 	<p>23 p</p>
<p>OSB</p>		<p>47m² 1</p>
<p>Unión</p>		
<p>Pernos autoperforantes</p>		<p>90</p>
<p>Correas metálicas 100mm</p>		<p>65</p>
<p>Mobiliario</p>		
<p>Litera</p>		<p>8</p>
<p>Cocina</p>		<p>1</p>

		
Comedor		1
Baño		1
Logística		
Cuadrilla de montaje (Nº personas)	6 personas	
Tiempo de montaje	2 días	
Capacidad	8 personas	
Costo aproximado	\$1200	

Es fundamental tener en cuenta todos los factores que pueden incidir en los costos durante la ejecución de un proyecto. Esto implica evaluar detalladamente los eventos que puedan influir en la situación económica del país, ya que estos tienen un impacto directo en los precios de los materiales y la disponibilidad de la mano de obra en momentos específicos. Considerar estos elementos es esencial para anticipar posibles fluctuaciones en los costos y para establecer estrategias que permitan manejar eficazmente cualquier variación económica que pueda surgir.

Capítulo cuatro

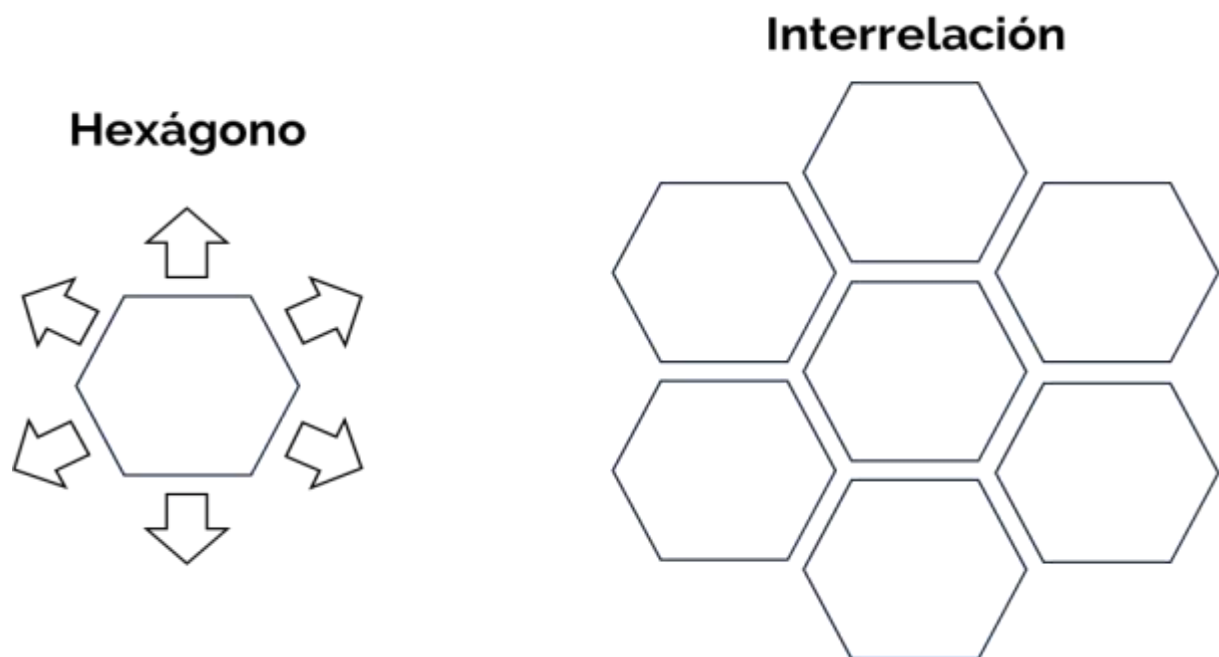
Propuesta de vivienda emergente

4.1 Propuesta Teórica Conceptual

La creación de viviendas emergentes se presenta como una necesidad imperante en la actualidad, donde diversos factores, como situaciones de emergencia o crisis, exigen soluciones habitacionales rápidas, eficientes y flexibles. En este contexto, la propuesta de un sistema constructivo basado en la figura del hexágono surge como una alternativa innovadora y altamente beneficiosa. Este enfoque no solo aborda la urgencia de proporcionar refugio de manera eficaz, sino que también destaca por su flexibilidad en el diseño y su adaptabilidad a diversas necesidades.

Figura 77

Elección de forma geométrica



El hexágono, como elemento fundamental en la construcción de estas viviendas, ofrece ventajas estructurales y funcionales significativas. Su forma geométrica proporciona una distribución equitativa de la carga, lo que resulta en una mayor resistencia y estabilidad

en comparación con otras formas. Esta característica es esencial para enfrentar condiciones climáticas adversas o eventos sísmicos, asegurando la seguridad y durabilidad de las viviendas emergentes.

Además de su robustez estructural, la versatilidad del hexágono permite la creación de módulos interconectables que se adaptan fácilmente a diferentes configuraciones espaciales. Esto posibilita la rápida construcción de comunidades emergentes con diseños personalizables según las necesidades específicas de la población afectada. La modularidad del sistema no solo facilita la logística de transporte y montaje, sino que también permite la expansión o reducción de las comunidades de manera eficiente y económica.

El sistema propuesto se fundamenta en la utilización de módulos construidos a partir de paneles prefabricados estandarizados, permitiendo así una construcción ágil y eficiente. Estos módulos, concebidos con la versatilidad como premisa, no solo sirven para la creación de estructuras habitacionales, sino que también pueden aplicarse en la configuración de mobiliario y otros espacios dentro de la vivienda emergente.

La clave de esta propuesta radica en la elección de la figura geométrica del hexágono como elemento central del diseño y la estructura. Este enfoque no es arbitrario, sino el resultado de un exhaustivo análisis que identifica al hexágono como la figura que mejor amalgama simplicidad y eficiencia.

La geometría hexagonal ofrece ventajas significativas en términos de distribución de carga, aprovechamiento del espacio y facilidad de ensamblaje, convirtiéndola en la opción ideal para un diseño estructural simplificado y altamente funcional. Así, la adopción del hexágono como figura central en este sistema constructivo no solo responde a criterios estéticos, sino que representa una decisión fundamentada en la optimización de recursos y la maximización de la funcionalidad.

En este sentido, la presente propuesta no solo ofrece una solución arquitectónica eficiente para la creación de viviendas emergentes, sino que también aporta una perspectiva innovadora y sostenible en el ámbito de la construcción modular.

4.2 Descripción del proyecto

El proyecto presenta un enfoque innovador con la creación de un domo emergente de montaje sencillo y desmontaje rápido, diseñado específicamente para proporcionar alojamiento a ocho personas en un espacio compacto de 8 metros cuadrados. Este domo no solo cumple con la función básica de refugio temporal, sino que redefine la experiencia habitacional en situaciones emergentes o temporales.

La eficiencia del diseño se evidencia en la distribución del espacio, que incluye cuatro literas, cada una con capacidad para dos personas. La disposición estratégica de las literas permite una utilización óptima del limitado espacio disponible, maximizando la capacidad sin comprometer la comodidad. Más allá de las zonas de descanso, el domo cuenta con áreas dedicadas a la preparación de alimentos, asegurando la autonomía en la satisfacción de necesidades básicas.

La inclusión de un baño en el diseño demuestra una consideración completa de las necesidades diarias. Este aspecto crucial contribuye a la funcionalidad integral del domo, convirtiéndolo en un espacio autónomo y cómodo para sus ocupantes. Además, se destaca la presencia de un espacio social común, un toque distintivo que transforma este domo en más que un simple refugio. Este espacio adicional fomenta la interacción entre los ocupantes, promoviendo un sentido de comunidad y bienestar emocional en un entorno que podría ser tenso o desafiante.

La estructura adaptable y de fácil armado agrega otra capa de eficiencia a este proyecto, asegurando que pueda ser implementado de manera rápida y efectiva en situaciones que requieran respuestas ágiles. En resumen, este domo no solo es una solución

práctica para la vivienda temporal, sino que también es una expresión tangible de empatía y consideración por las necesidades humanas en momentos críticos.

El sistema constructivo está compuesto por los siguientes pasos a seguir:

1. Construir la base implica la instalación de mojonos de hormigón y listones de madera (sección 50 x 50 mm) interconectados mediante placas metálicas y pernos. Esta base tiene la responsabilidad de sostener el peso del domo de manera efectiva.
2. Cubrir la base con madera OSB implica la unión mediante pernos para asegurar un acabado sólido y uniforme.
3. Construir la subestructura de los módulos triangulares que componen el domo implica la creación y unión de listones de madera de sección 50 x 50 mm, así como tablonés de madera con un espesor de 20 mm para los escalones. Además, se vinculará esta subestructura con la estructura de la puerta de acceso, ambas creadas con estos materiales específicos.
4. Asegurar la colocación óptima de los núcleos metálicos en las intersecciones de los módulos triangulares para garantizar una unión sólida y segura.
5. Forrar cada módulo triangular con policarbonato, ya sea transparente o blanco según la necesidad, conectándolos a los núcleos metálicos mediante pernos autoperforantes.

4.3 Despiece del domo emergente

Figura 78

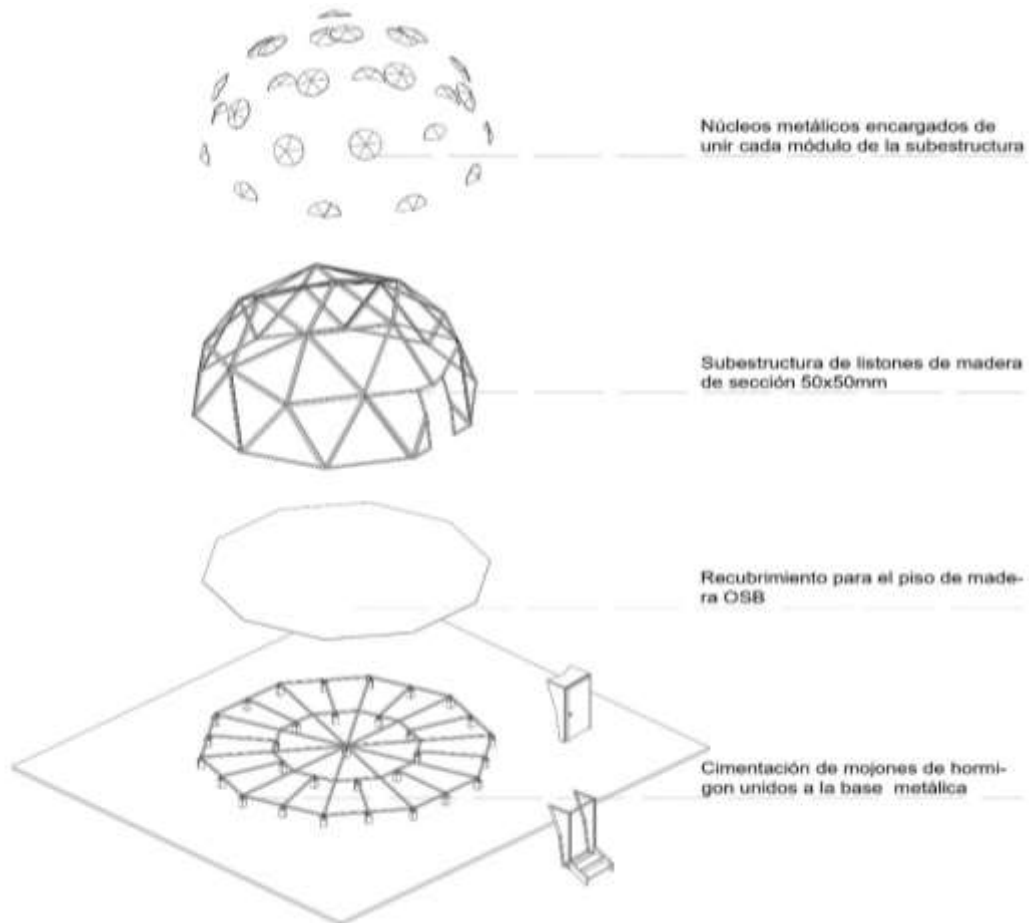
Recubrimiento de policarbonato blanco y transparente



Recubrimiento de policarbonato blanco y transparente

Figura 79

Despiece por fases del domo emergente



4.3.1 Detalles de la unión

Figura 80

Detalles de la unión

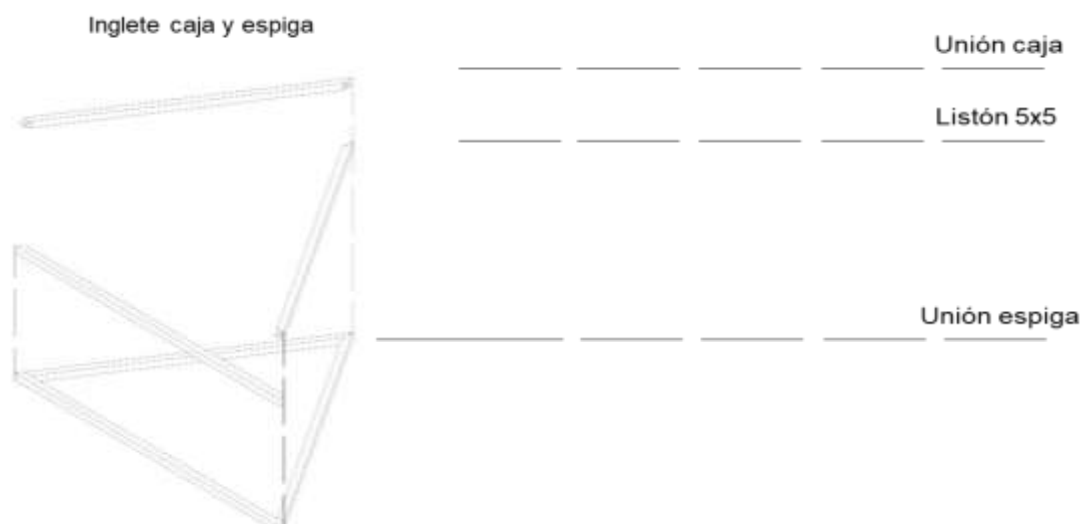


Figura 81

Detalle unión subestructura

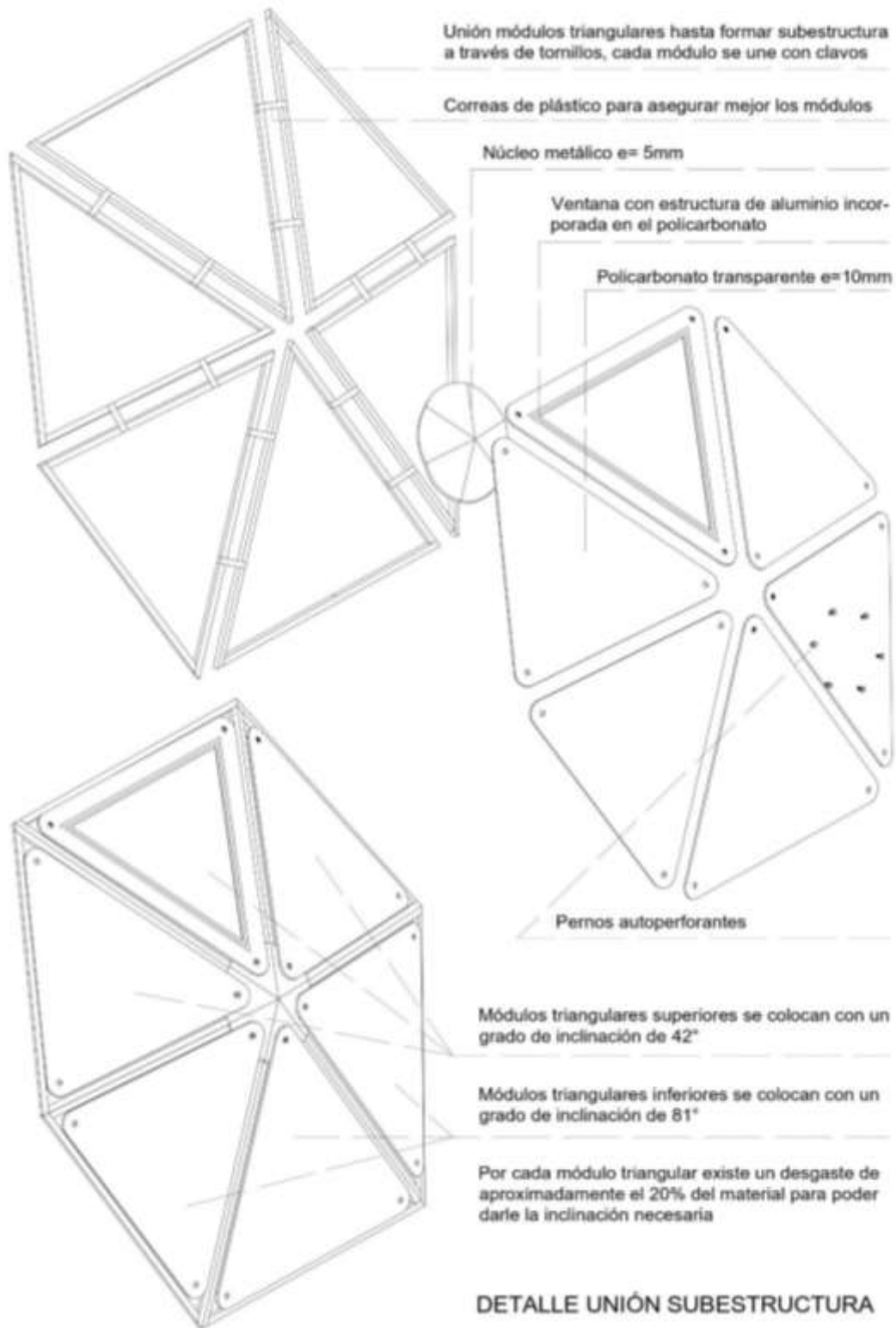
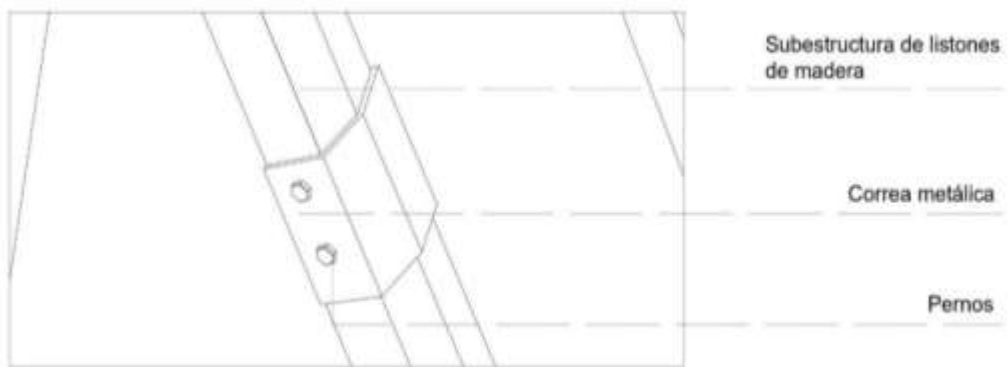
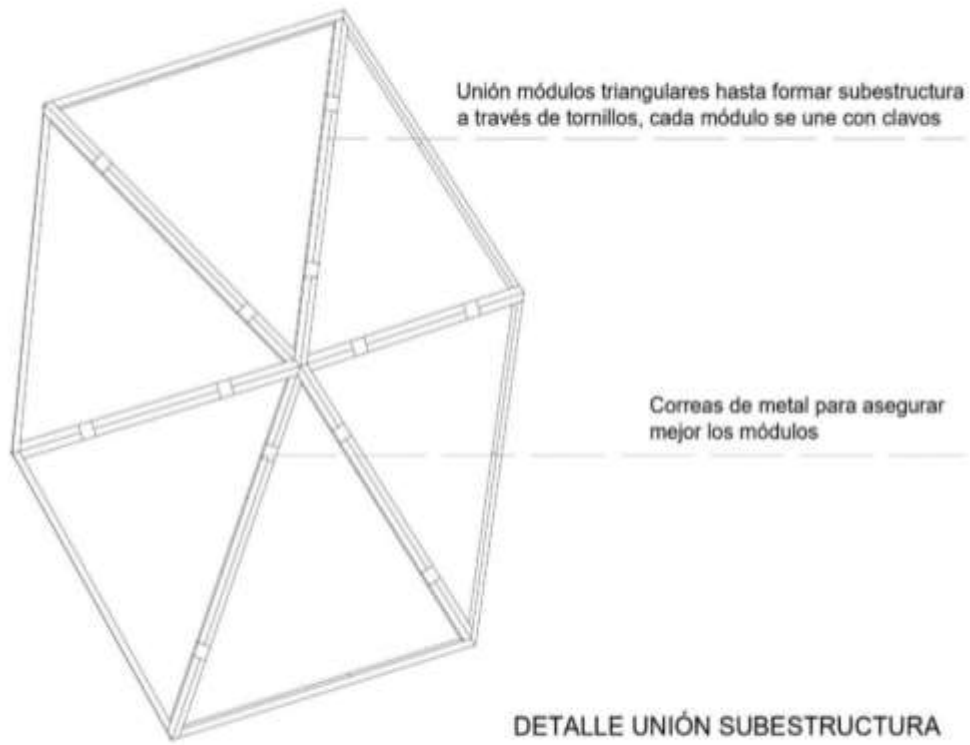


Figura 82

Detalle unión correa metálica



4.3.2 Segmentación del domo

Figura 83

Detalle unión mojón con estructura de la base

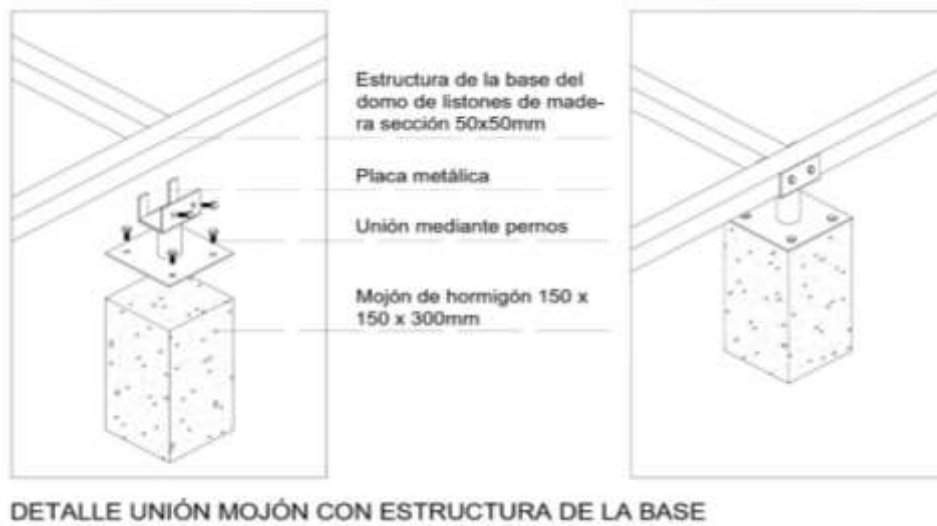
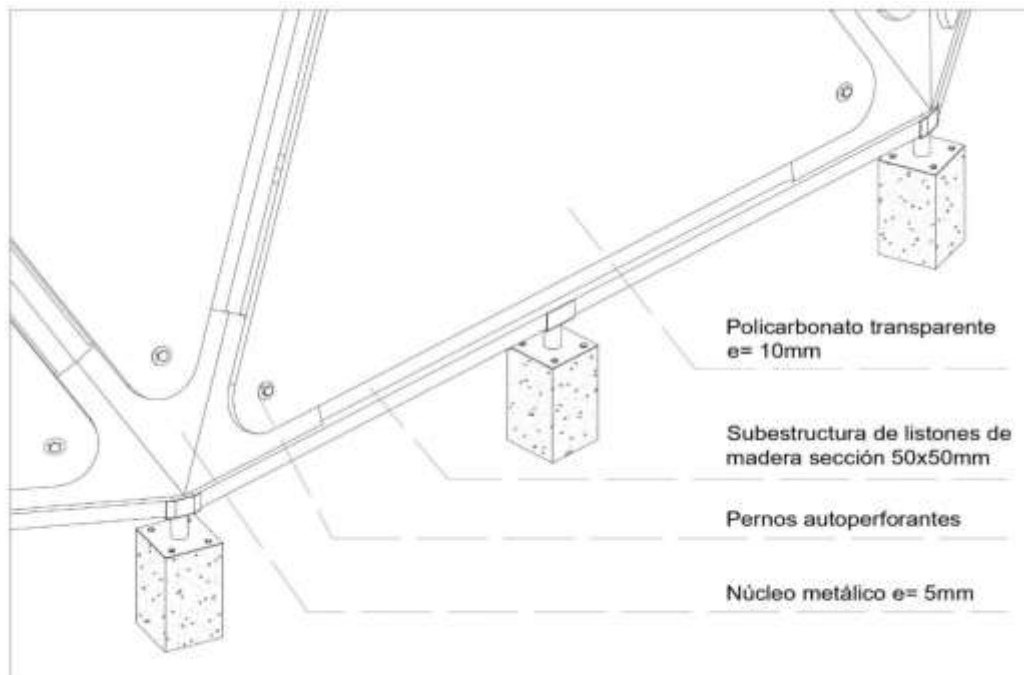


Figura 84

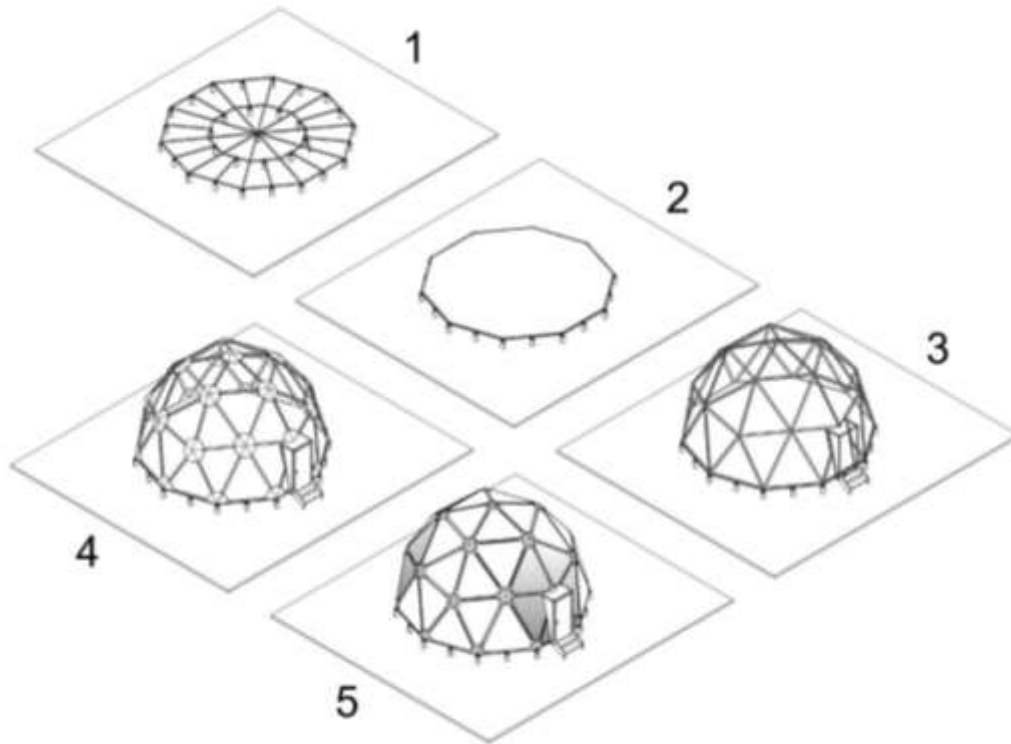
Detalle unión base con subestructura



4.3.3 Proceso de construcción

Figura 85

Proceso de construcción



En la búsqueda de soluciones habitacionales emergentes, la creación de domos para vivienda se presenta como una alternativa innovadora y eficiente. Estos no solo ofrecen una estructura resistente, sino que también son rápidos de construir y adaptables a diversos entornos. Sin embargo, la clave para lograr un domo habitable y funcional radica en una cuidadosa consideración de cada paso del proceso de creación.

En este contexto, es esencial comprender que la eficacia del domo no solo depende de la rapidez de su construcción, sino también de la precisión en cada fase del proyecto. Desde la selección adecuada del sitio hasta la elección de los materiales, pasando por la planificación estructural y la instalación de servicios básicos, cada aspecto contribuye de manera crucial al éxito final del domo como vivienda de emergencia.

Este proceso no solo implica habilidades técnicas, sino también una comprensión profunda de las necesidades específicas de quienes ocuparán estos espacios temporales. La atención meticulosa a los detalles y la integración de soluciones sostenibles son fundamentales para garantizar la funcionalidad y durabilidad del domo.

En las secciones siguientes, exploraremos detenidamente cada uno de estos pasos, brindando una guía exhaustiva para la creación exitosa de domos empleados como viviendas emergentes. La interconexión de estos elementos asegurará no solo la viabilidad estructural, sino también la capacidad de estos domos para proporcionar un refugio seguro y cómodo en situaciones de emergencia.

Pasos a seguir para el armado del domo:

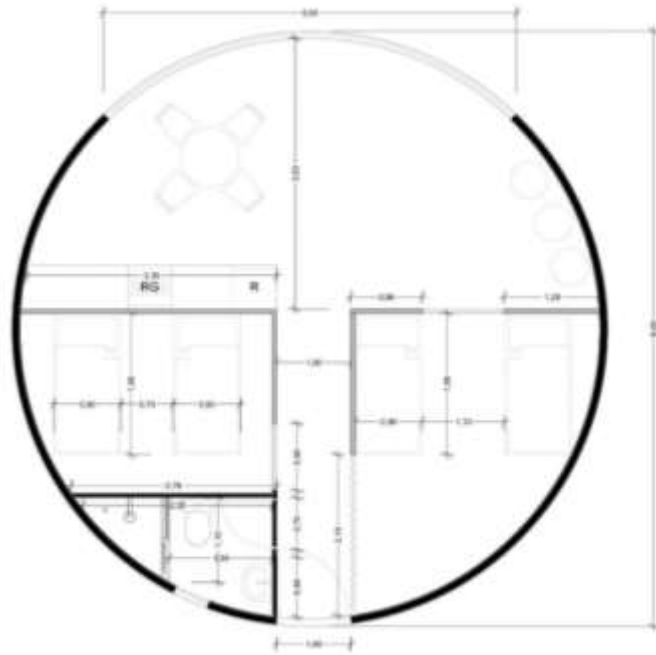
Se recomienda adherirse al orden previamente establecido en los siguientes pasos:

1. Construir la cimentación mediante mojoneros de hormigón y una estructura metálica de base con sección de 50x50 mm. Estos elementos se interconectarán mediante placas metálicas y pernos, diseñados para una eficiente resistencia al peso del domo, asegurando una base robusta y segura.
2. Aplicar un revestimiento de madera OSB en la base, asegurando una sólida unión mediante pernos para fortalecer la estructura.
3. Edificar la subestructura de los módulos triangulares del domo, integrándola a la estructura de la puerta de acceso. Utilizar listones de madera con sección de 50x50 mm, y tabloncillos de 20 mm de espesor para los escalones, asegurando solidez y cohesión en ambas estructuras.
4. Colocar los núcleos metálicos en las uniones de los módulos triangulares de manera que se asegure una conexión óptima y resistente.
5. Revestir cada módulo triangular con policarbonato transparente o blanco según las necesidades. Conectarlos a los núcleos metálicos mediante pernos autoperforantes, garantizando una fijación segura y duradera.

4.3.4 Planta del domo emergente

Figura 86

Planta Arquitectónica



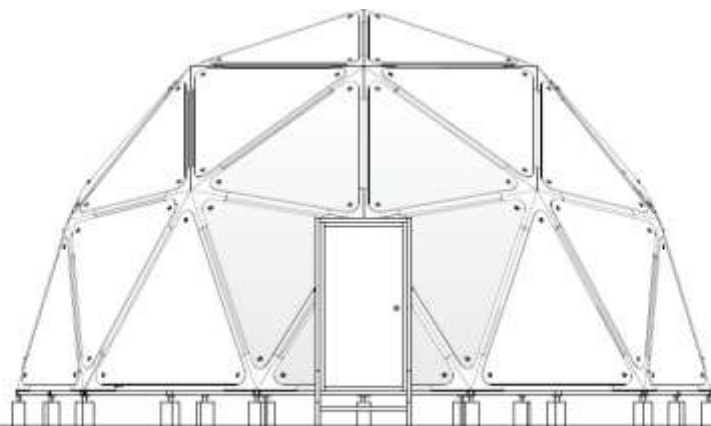
PLANTA ARQUITECTÓNICA



4.3.5 Elevaciones del domo emergente

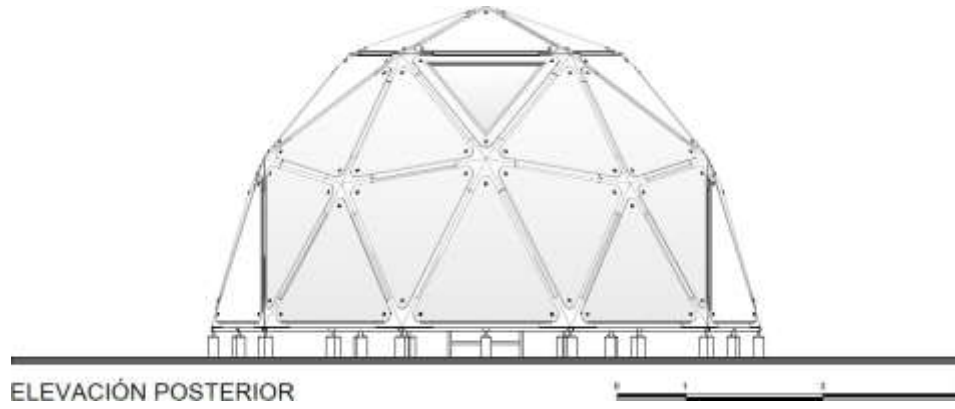
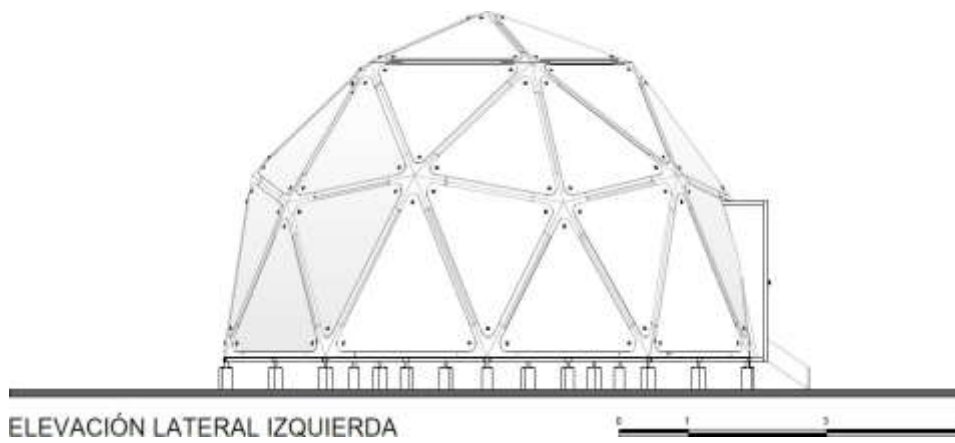
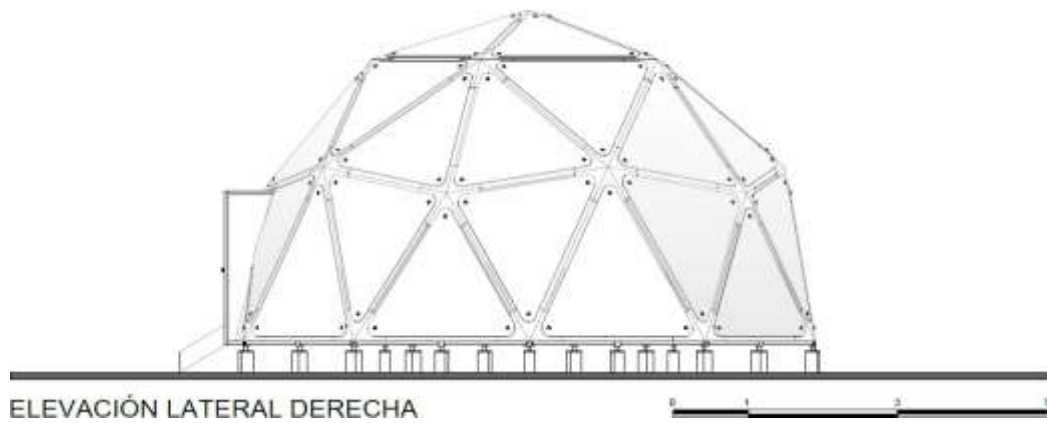
Figura 87

Elevación del domo frontal



ELEVACIÓN FRONTAL



Figura 88*Elevación del domo posterior***Figura 89***Elevación del domo izquierda***Figura 90***Elevación del domo derecha*

4.3.6 Sección del domo emergente

Figura 91

Sección transversal del domo con mobiliario

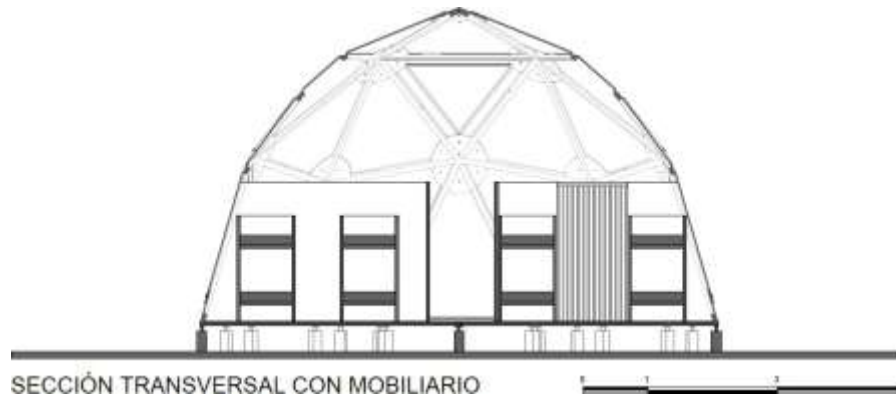


Figura 92

Sección del domo emergente

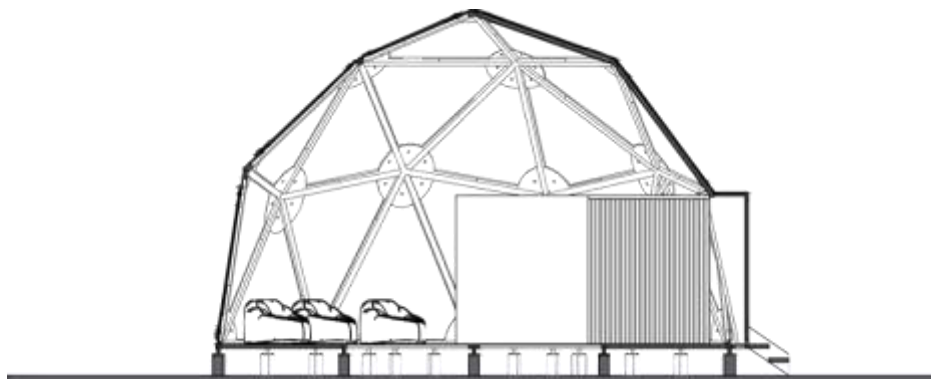


Figura 93

Sección longitudinal estructura del domo

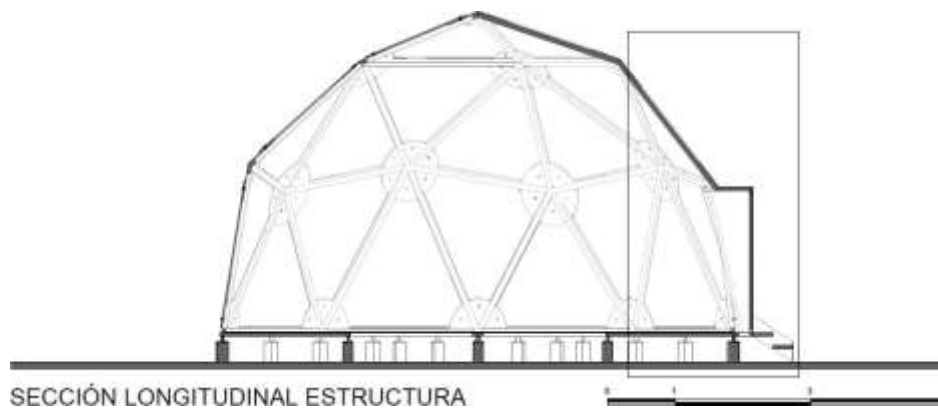


Figura 94

Sección Longitudinal estructura, detalle 1 y detalle 2

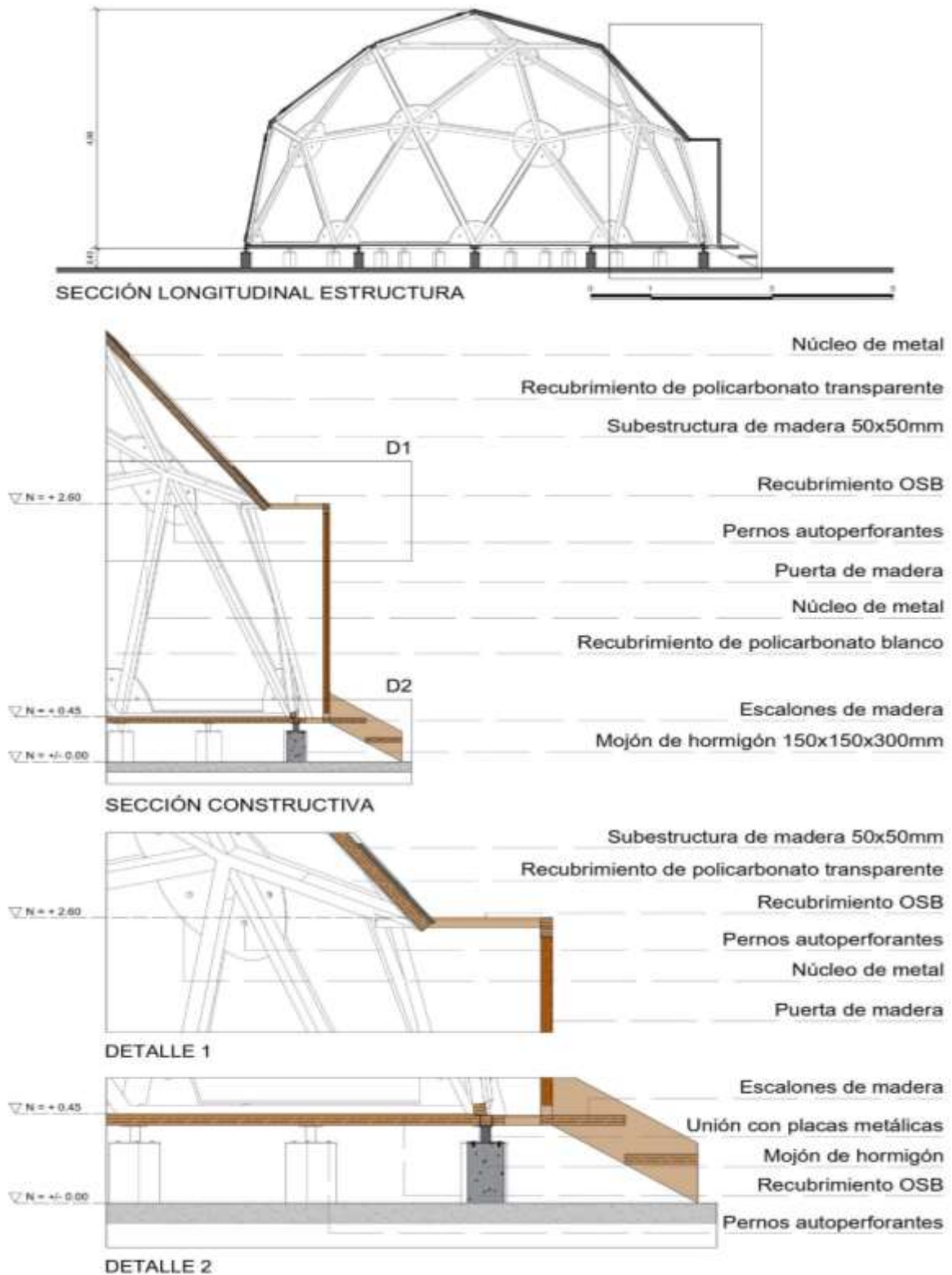
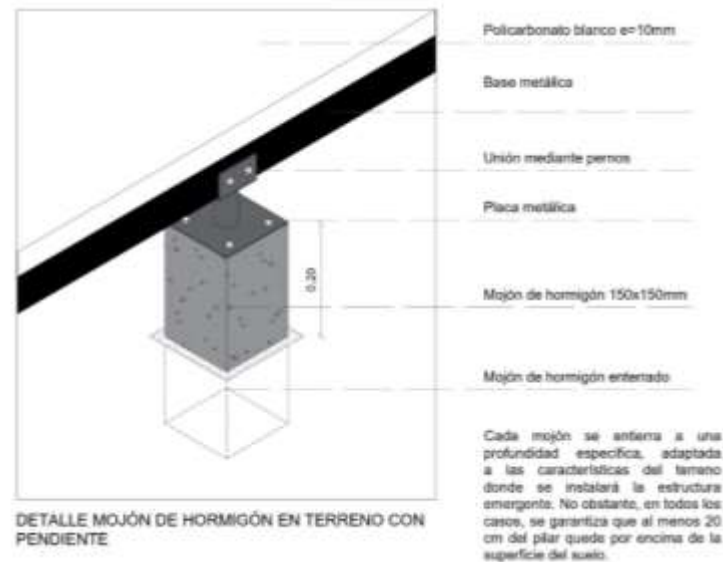


Figura 95

Detalle mojón de hormigón en terreno con pendiente



4.3.7 Renders

Topografía

a) Domo prototipado general

Figura 96

Domo prototipado general



b) Domo en superficie topografía inclinada**Figura 97**

Domo en superficie topografía inclinada

**c) Domo en superficie topografía plana****Figura 98**

Domo en superficie topografía plana



d) Parte frontal**Figura 99***Parte frontal***Cortes****a) Longitudinal****Figura 100***Corte longitudinal del domo*

b) Transversal

Figura 101

Corte Transversal del domo



4.3.5 Instalaciones de vivienda

El desarrollo de viviendas emergentes ha sido un campo en constante evolución, donde se han abordado aspectos fundamentales para la habitabilidad inmediata en situaciones de emergencia. Sin embargo, la implementación de sistemas eléctricos y de aguas servidas y agua, aunque es esencial para el confort y la funcionalidad a largo plazo, puede presentar desafíos significativos en este contexto.

En el presente trabajo investigativo han sido considerados dichos sistemas sin embargo no se ha desarrollado a fondo, esto se justifica en parte debido a la falta de certeza sobre la disponibilidad y las condiciones de los terrenos donde se puedan desplegar estas viviendas. Las condiciones propias del terreno, como la geología, el acceso a suministros de agua y la viabilidad para la instalación de sistemas eléctricos y de saneamiento, son aspectos

que pueden variar considerablemente y que no siempre se conocen con anticipación en escenarios de emergencia.

Además, la prioridad en estas situaciones suele ser la rápida implementación de refugios habitables, y la complejidad técnica y logística de instalar sistemas eléctricos y de aguas en un corto período de tiempo puede ser un desafío considerable. La disponibilidad de recursos, la logística de transporte de materiales y la capacidad técnica para instalar y mantener estos sistemas en contextos de emergencia también son consideraciones importantes.

Sin embargo, esta omisión no debe interpretarse como una decisión definitiva de no implementar estos sistemas en viviendas emergentes, sino más bien como una oportunidad para futuras investigaciones. La incertidumbre sobre las condiciones del terreno y la necesidad de adaptarse a diferentes escenarios emergentes podrían ser motivos para investigar sistemas eléctricos y de aguas más adaptables, portátiles y de fácil instalación. Esto podría incluir tecnologías innovadoras que permitan la generación de energía autónoma o sistemas de agua reciclada y de saneamiento móviles, adecuados para despliegues rápidos y flexibles en situaciones de emergencia.

En resumen, la ausencia de sistemas eléctricos y de aguas servidas y agua en viviendas emergentes se justifica por la incertidumbre sobre las condiciones del terreno y la necesidad de proporcionar refugio inmediato en situaciones de crisis. Sin embargo, este vacío ofrece una oportunidad valiosa para investigaciones futuras que puedan desarrollar soluciones técnicas más adaptables y eficientes para implementar estos sistemas en escenarios emergentes de manera rápida y efectiva.

4.4 Despiece de la maqueta el prototipo a láser

Para desglosar con mayor precisión la estructura de este ensamblaje, procedemos a realizar un minucioso despiece, extrayendo cada pieza de manera cuidadosa. Cada componente revela su construcción mediante un inglete que integra caja y espiga para lograr

una unión cohesiva. Un aspecto distintivo de estas piezas es su variación en la inclinación tanto en la parte superior como en la inferior, con un ángulo de desgaste lateral de 3 mm.

Destacamos la complejidad del diseño, donde el pentágono se compone de seis triángulos distintos. Los tres primeros triángulos (1, 2, 3) se fusionan para conformar un pentágono, y al unir varios de estos, se generan dos triángulos adicionales: uno en la parte inferior y otro en la parte superior, identificados como el cuarto y quinto triángulo (4, 5). Finalmente, el sexto triángulo se conforma a partir de un pentágono de las mismas dimensiones, enfatizando la presencia de un total de 40 triángulos en este prototipo.

Esta descomposición revela la ingeniería intrincada y precisa detrás del diseño abstracto que se ha logrado. La combinación de ingletes, cajas y espigas para la unión de las piezas resalta la atención al detalle en la fabricación de cada componente. La variación de inclinaciones, junto con el ángulo de desgaste lateral, agrega un elemento dinámico al conjunto, demostrando una cuidadosa consideración de los aspectos estéticos y funcionales.

Este desglose detallado no solo ofrece una visión más clara de la construcción de cada elemento, sino que también pone de manifiesto la complejidad y la habilidad técnica requerida para lograr la integración armoniosa de 40 triángulos en este prototipo. En conjunto, este enfoque meticuloso en el despiece resalta la sofisticación del diseño abstracto, proporcionando una comprensión más profunda de la obra final.

Figura 102

Desglose detallado

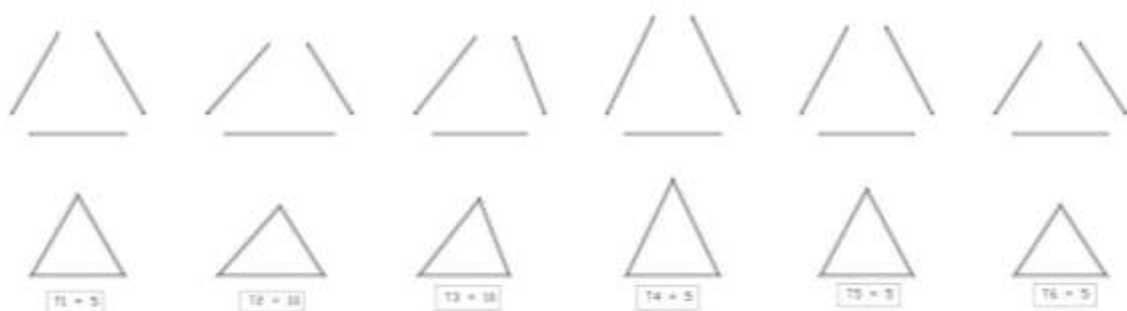


Figura 103*Construcción de elementos***Figura 104***Detalle de piezas*

4.5 Fabricación de prototipo en herramienta digital Rhinoceros 3D a través de la extensión Grasshopper

La fabricación de prototipos en herramientas digitales ha experimentado una revolución significativa con el surgimiento de tecnologías avanzadas como Rhinoceros 3D y su poderosa extensión Grasshopper. Rhinoceros 3D, un software de modelado tridimensional, se ha convertido en una herramienta fundamental en el ámbito del diseño y la ingeniería. Sin embargo, es con la adición de Grasshopper, un entorno de programación visual, que la fabricación de prototipos alcanza nuevas alturas de innovación y eficiencia.

Este enfoque dinámico en la fabricación de prototipos no solo acelera el desarrollo, sino que también brinda a los profesionales una capacidad sin precedentes para experimentar

con formas, materiales y funciones. En este contexto, exploraremos la fascinante convergencia de Rhinoceros 3D y Grasshopper, destacando cómo esta combinación impulsa la creación eficiente y la iteración ágil en el emocionante mundo de la fabricación digital.

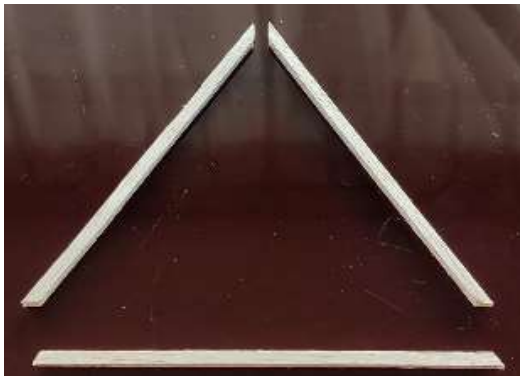
A continuación, se describen minuciosamente los pasos seguidos en el proceso de fabricación del prototipo:

4.5.1 Paso a paso de la elaboración de la maqueta

PASO 1 .- Despiece inicial de cada triángulo

Figura 105

Despiece inicial de cada triángulo



PASO 2 .- Unión general de todos los triángulos

Figura 106

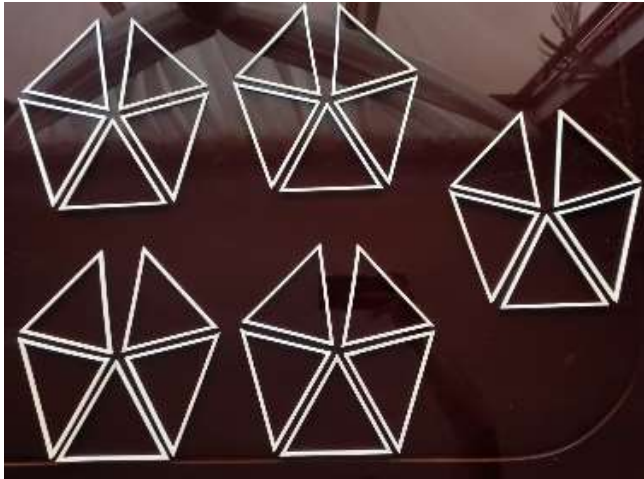
Unión general de los triángulos



PASO 3 .- Unión general de todos los triángulos para empezar el armado de la estructura realizando la composición de pentágonos.

Figura 107

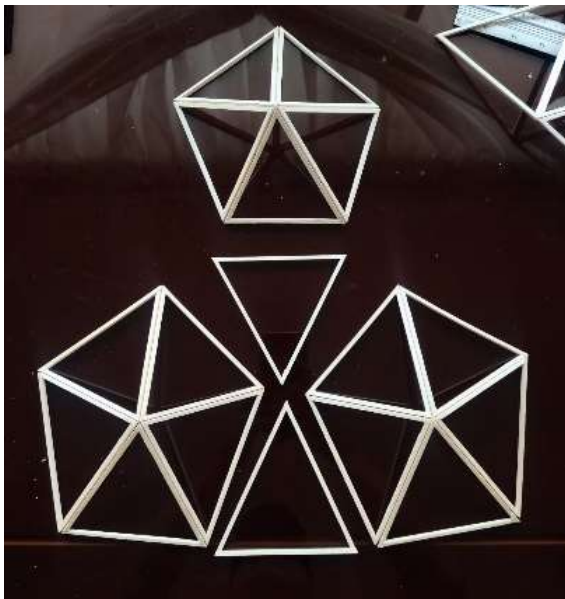
Unión general de triángulos



PASO 4 .- Todos los triángulos ensamblados para formar la estructura.

Figura 108

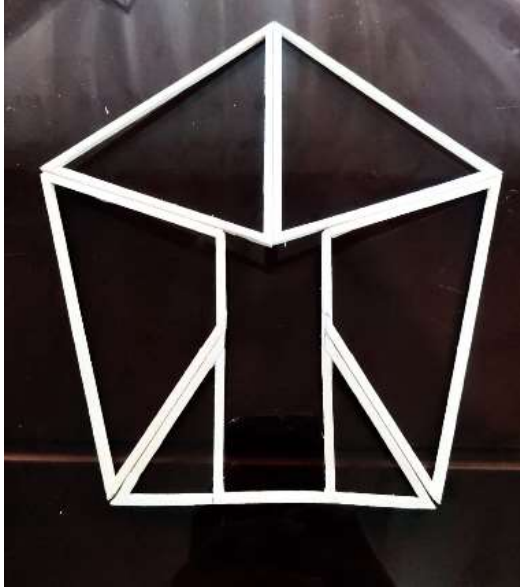
Triángulos ensamblados



PASO 5 .- Pentágono de acceso ensamblado.

Figura 109

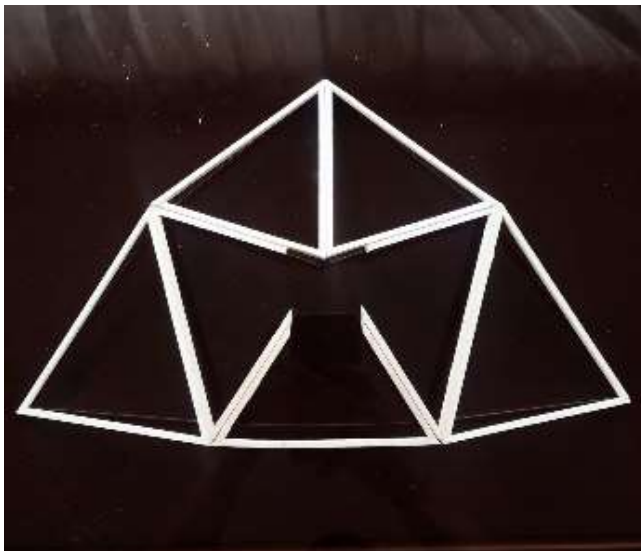
Pentágono de acceso



PASO 6 .- Ensamblaje de estructura.

Figura 110

Paso 6 Ensamblaje de estructura



PASO 7 .- Armado de envolvente.

Figura 111

Paso 7 Armado envolvente



PASO 8 .- Cúspide del domo ensamblada.

Figura 112

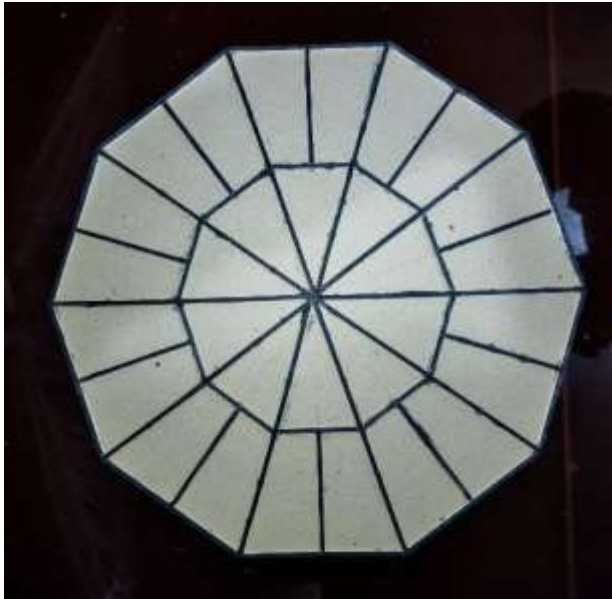
Paso 8 Cúspide del domo ensamblada



PASO 9 .- Colocación de estructura metálica

Figura 113

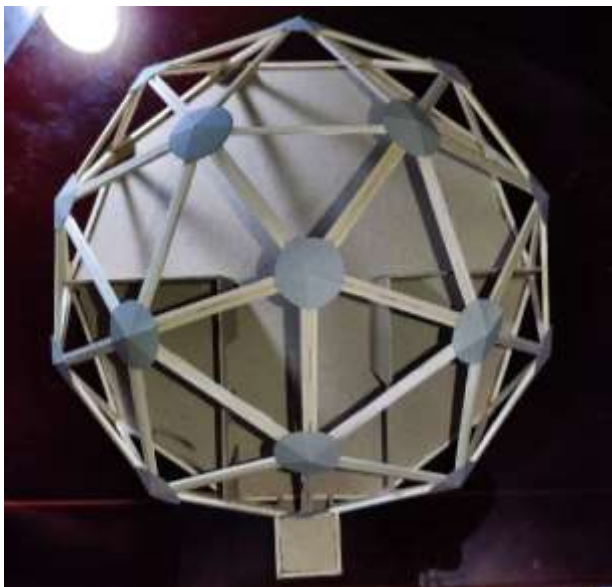
Paso 9 Colocación de estructura metálica



PASO 10 .- Colocación de placas metálicas para soporte y anclaje de paneles.

Figura 114

Paso 10 Colocación de placas metálicas para soporte y anclaje de paneles



PASO 11 .- Montaje de paneles.

Figura 115

Paso 11 Montaje de paneles



PASO 12 .- Envolverte culminada.

Figura 116

Paso 12 Envolverte culminada

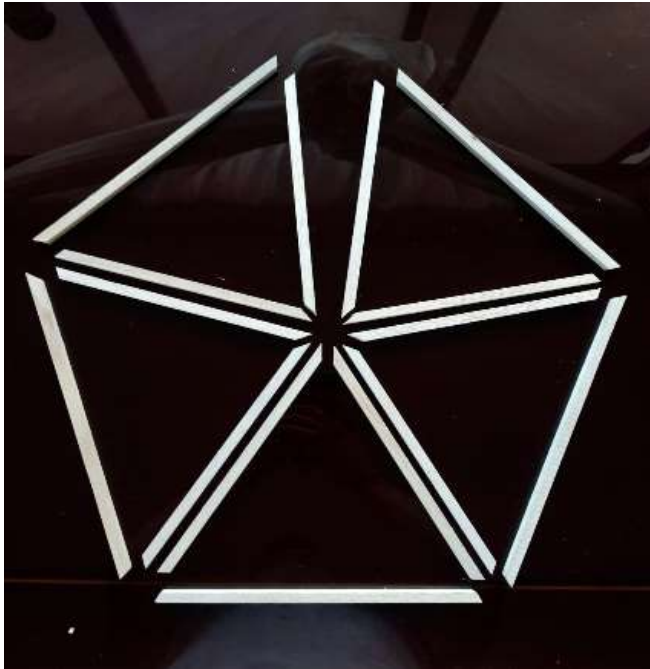


4.5.2 Paso a paso de la elaboración de la maqueta detalle

PASO 1 .- Estructura principal de detalle constructivo.

Figura 117

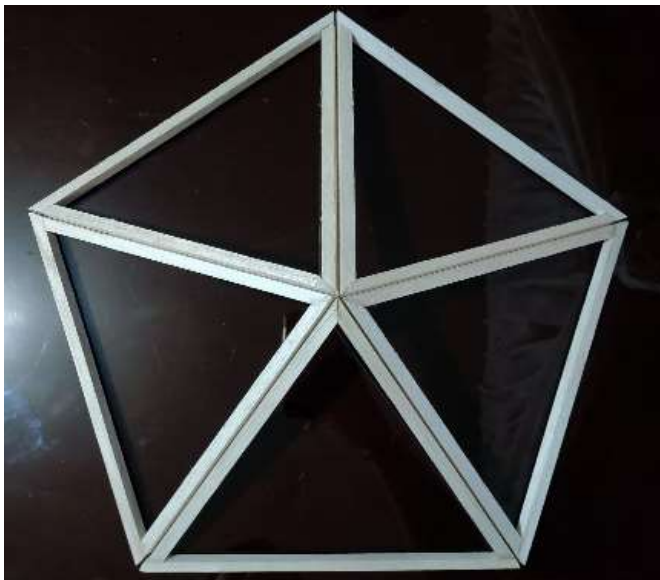
Paso 1 Estructura principal



PASO 2 .- Triángulos ensamblados.

Figura 118

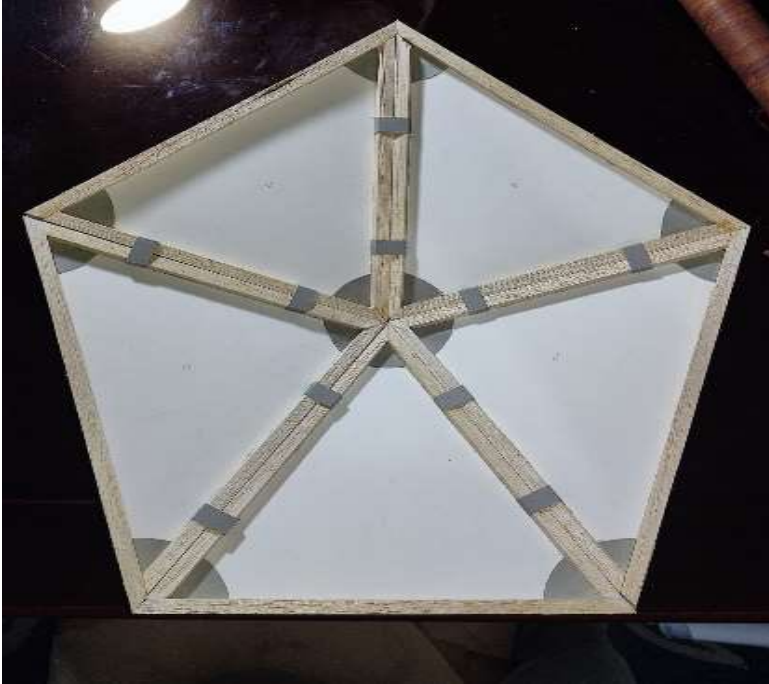
Paso 2 Triángulos ensamblados



PASO 3 .- Colocación de correas metálicas.

Figura 119

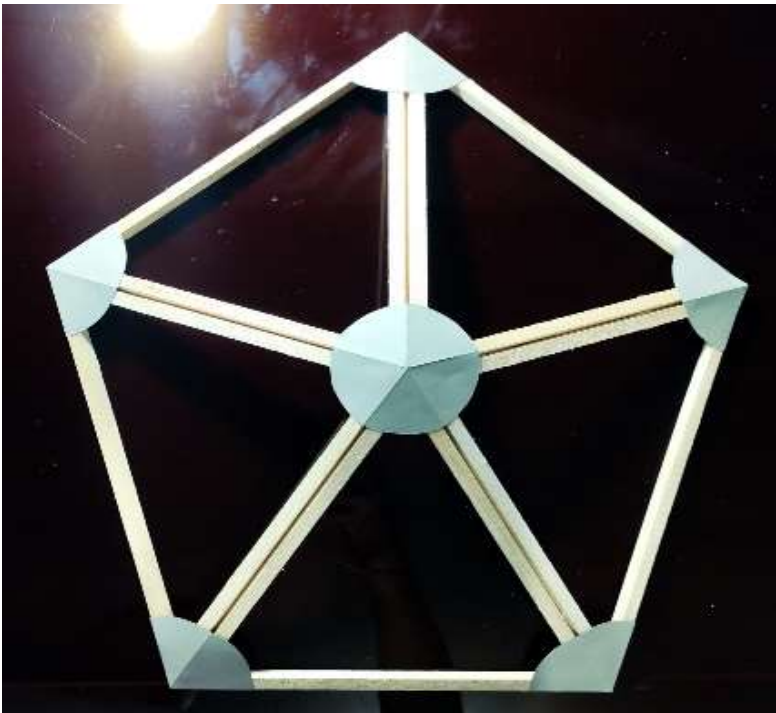
Paso 3 Colocación de correas metálicas



PASO 4 .- Colocación de placas metálicas.

Figura 120

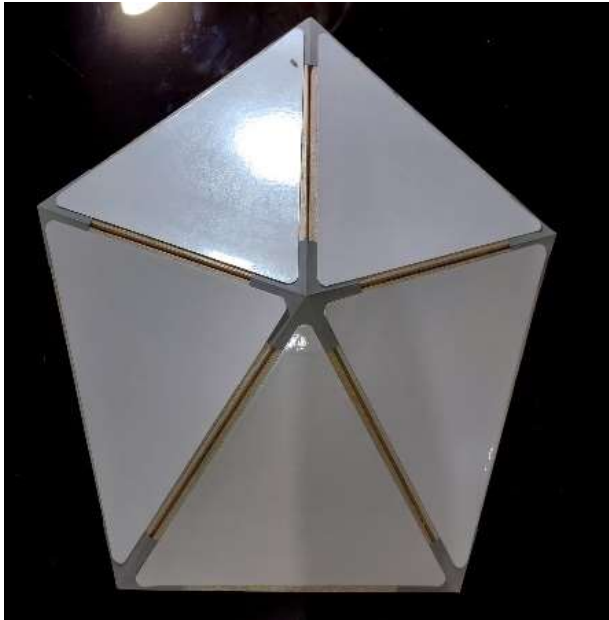
Paso 4 Colocación de placas metálicas



PASO 5.- Colocación de paneles.

Figura 121

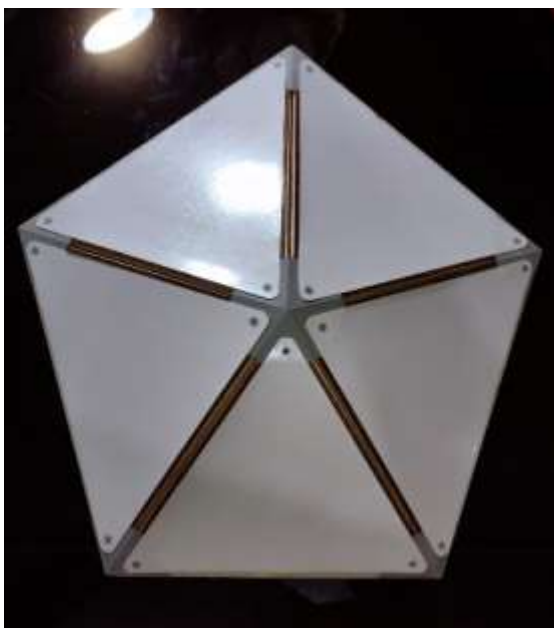
Paso 5 Colocación de paneles



PASO 6 .- Paneles ensamblados con los núcleos metálicos.

Figura 122

Paso 6 Paneles ensamblados con los núcleos metálicos



4.5.3 Prototipo de maqueta final

Figura 123

Prototipo de domo para vivienda emergente vista superior

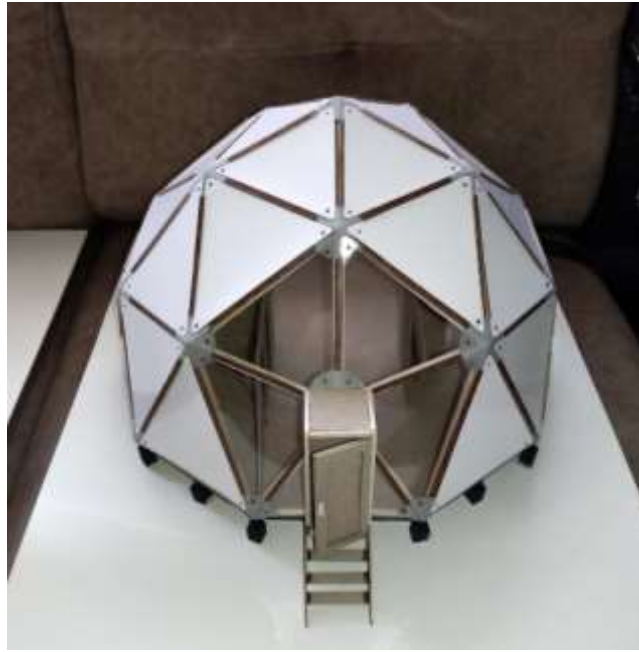


Figura 124

Prototipo de domo para vivienda emergente vista frontal



Figura 125

Prototipo de domo para vivienda emergente vista lateral

**Figura 126**

Prototipo de domo para vivienda emergente vista angular



4.5.4 Recorrido virtual

Se proporciona el Código QR para acceder a la experiencia del recorrido virtual de nuestra innovadora propuesta de domo para vivienda emergente. Este emocionante recorrido le sumergirá en un espacio tridimensional que resalta las características únicas del diseño. Además, se adjunta un enlace al video correspondiente en YouTube, donde podrá obtener una visión más detallada y enriquecedora del proyecto. Le invitamos a explorar cada rincón de esta solución habitacional vanguardista y descubrir cómo redefine la comodidad y la sostenibilidad en entornos emergentes. ¡Únete en este viaje visual que anticipa el futuro de la vivienda!

Código QR:



Link de acceso en YouTube: <https://www.youtube.com/watch?v=GZxXi6l4JX0>

Discusión de resultados

El trabajo investigativo desarrollado proporciona una visión integral sobre las viviendas emergentes, resaltando su definición y objetivos estratégicos, especialmente en situaciones de crisis como desastres naturales o conflictos. Estas viviendas, diseñadas para un montaje y desmontaje rápido, ofrecen refugio temporal, seguridad y servicios básicos para aquellos en necesidad. Al enfocarse en el terremoto de Portoviejo de 2016 en Ecuador, se destaca el papel crucial de las viviendas emergentes al proporcionar refugio inmediato, subrayando la necesidad de soluciones habitacionales temporales que cumplan con criterios como rapidez de construcción, resistencia y sostenibilidad.

Los referentes presentados en el texto, como los trabajos de Patiño y Parra y Pesántez, detallan propuestas claves para viviendas emergentes, destacando características como rapidez de construcción, portabilidad y sostenibilidad. Además, se explora el diseño paramétrico como herramienta esencial para la creación y optimización de modelos, utilizando software especializado para agilizar el proceso de diseño y optimizar la viabilidad estructural antes de la fabricación física.

La discusión se amplía al destacar la importancia de herramientas como Rhinoceros y Grasshopper, junto con técnicas de fabricación digital como impresión 3D y maquinado CNC. Estos ofrecen métodos ágiles para validar y refinar diseños, reduciendo costos y riesgos asociados con el desarrollo de productos. El diseño modular propuesto, centrado en la figura del hexágono, busca ofrecer soluciones habitacionales rápidas y adaptables a diversas necesidades, fundamentando su elección en la optimización de recursos y la maximización de la funcionalidad.

Sin embargo, se reconoce la omisión de sistemas eléctricos y de aguas servidas y potables en estas viviendas emergentes. Esta ausencia, justificada por la incertidumbre sobre las condiciones del terreno y la prioridad de proporcionar refugio inmediato en situaciones de

crisis, se plantea como una oportunidad para futuras investigaciones que desarrollen soluciones más adaptables y eficientes.

La discusión podría profundizarse al analizar la viabilidad y los desafíos asociados con la implementación de sistemas eléctricos y de agua en entornos emergentes. Se sugiere considerar tecnologías innovadoras, logística de transporte de materiales y la adaptabilidad a diferentes condiciones de terreno, priorizando necesidades básicas en contextos de crisis.

En cuanto a las limitaciones del proyecto, se destaca la ausencia de sistemas eléctricos y de agua, considerada una limitación significativa en términos de comodidad y funcionalidad a largo plazo. La falta de exploración exhaustiva sobre la adaptabilidad del diseño a diversas condiciones de terreno también se reconoce como una limitación importante, limitando la comprensión de la viabilidad del sistema en contextos diversos.

Las futuras líneas de investigación se orientan hacia el desarrollo de soluciones más adaptables y eficientes para sistemas eléctricos y de agua en escenarios emergentes. Se sugiere explorar tecnologías innovadoras para generación de energía autónoma y sistemas de agua reciclada y de saneamiento móviles, adecuadas para despliegues flexibles en situaciones de crisis. En resumen, las líneas de investigación se centran en resolver las limitaciones actuales, investigando sistemas más adaptables, portátiles y de fácil instalación, así como profundizando en la adaptabilidad del diseño modular a diferentes condiciones de terreno. Además, se destaca la importancia de considerar la logística de transporte de materiales y la capacidad técnica para instalar y mantener estos sistemas en contextos de emergencia.

Conclusiones

De acuerdo al trabajo investigativo desarrollado, a continuación, se plantean las conclusiones:

El trabajo investigativo ha logrado con éxito la aplicación de un algoritmo de arquitectura paramétrica en el prototipo de vivienda emergente. Esta metodología ha permitido obtener distintas soluciones de envolventes, ofreciendo flexibilidad y adaptabilidad frente a posibles desastres naturales.

La propuesta de vivienda emergente, desarrollada como parte de los objetivos específicos, ha proporcionado una solución innovadora y eficiente. Se destaca su capacidad de montaje y desmontaje rápido, brindando refugio temporal, seguridad y servicios básicos en situaciones de crisis.

La simulación del proceso constructivo ha resultado efectivo, permitiendo visualizar y comprender los diferentes usos que se le pueden dar a la propuesta de vivienda emergente. Este enfoque ha contribuido significativamente a la comprensión global del proyecto.

La implementación del diseño paramétrico, respaldado por herramientas tecnológicas como Rhinoceros y Grasshopper, ha demostrado ser crucial en la creación y optimización de modelos. Este enfoque agiliza el proceso de diseño y mejora la viabilidad estructural antes de la fabricación física.

El diseño modular, centrado en la figura del hexágono, ha surgido como una solución eficiente para viviendas emergentes. Su rapidez de construcción, portabilidad y adaptabilidad a diversas necesidades lo posicionan como un enfoque relevante y funcional.

Se reconoce la omisión de sistemas eléctricos y de aguas en el diseño actual, justificada por la prioridad de proporcionar refugio inmediato. Esta limitación abre oportunidades para investigaciones futuras que desarrollarán soluciones más adaptables y eficientes en estos aspectos.

La discusión sobre la viabilidad y desafíos asociados con la implementación de sistemas eléctricos y de agua destaca la necesidad de considerar tecnologías innovadoras, logística de transporte de materiales y adaptabilidad a diferentes condiciones de terreno en contextos de crisis.

Las líneas de investigación propuestas se enfocan en resolver las limitaciones actuales, investigando sistemas más adaptables, portátiles y de fácil instalación. Se subraya la importancia de considerar la logística de transporte de materiales y la capacidad técnica para instalar y mantener estos sistemas en contextos de emergencia.

El estudio ha logrado avanzar significativamente en la conceptualización, diseño y simulación de viviendas emergentes mediante la aplicación de algoritmos paramétricos. No obstante, se reconocen áreas de mejora que representan oportunidades para investigaciones futuras, consolidando así la contribución continua a la evolución y perfeccionamiento de soluciones habitacionales en situaciones de emergencia.

Recomendaciones

En concordancia con las conclusiones establecidas se presentan las siguientes recomendaciones:

Explorar la diversificación de parámetros en el algoritmo paramétrico para generar un espectro más amplio de soluciones de envolturas, abordando diferentes tipos de desastres naturales y contextos específicos.

Considerar la inclusión de sistemas básicos como electricidad y agua sin comprometer la rapidez de montaje y desmontaje, evaluando nuevas tecnologías que permitan una integración eficiente y adaptable a diversas condiciones.

Profundizar en la simulación del proceso constructivo, detallando los posibles usos de la vivienda emergentes en contextos variados y evaluando su comportamiento ante escenarios específicos de crisis.

Mantenerse actualizado en el uso de herramientas tecnológicas como Rhinoceros y Grasshopper, explorando nuevas funcionalidades y actualizaciones que mejoren la eficiencia del diseño paramétrico y la viabilidad estructural.

Explorar la adaptabilidad modular a través de formas geométricas alternativas además del hexágono, evaluando su eficacia y practicidad en distintos escenarios de emergencia y tipos de terrenos.

Dirigir la investigación hacia el desarrollo de sistemas eléctricos y de agua que sean fácilmente integrables en situaciones de emergencia, enfocándose en la portabilidad, sostenibilidad y rapidez de implementación.

Investigar y evaluar tecnologías emergentes para la generación autónoma de energía y sistemas de agua reciclada que se adaptan a las necesidades específicas de viviendas emergentes en situaciones de crisis.

Al desarrollar sistemas más adaptables y portátiles, priorizar la logística de transporte de materiales y la capacitación técnica para la instalación y mantenimiento en escenarios de emergencia, garantizando su efectividad y viabilidad.

Estas recomendaciones tienen como objetivo fortalecer y expandir el alcance de la investigación actual, abordando aspectos cruciales para la mejora continua de soluciones habitacionales en situaciones de emergencia.

Referencias

- 3Dnatives. (30 de 03 de 2020). *Rhinoceros: ¿Qué características tiene el software de modelado 3D?* Obtenido de 3Dnatives: 3dnatives.com/es/rhinoceros-caracteristicas-software-300320202/
- Acosta, V., & Narváez, M. (2018). *El diseño paramétrico como medio de optimización de prototipo arquitectónico sostenible*. Universidad Católica de Pereira, Pereira.
- Andrango, L., Cruz, M., & Bemeo, S. (2022). *Catástrofes en Ecuador: ¿desastre natural o secuelas del crecimiento urbano?* Universidad Central del Ecuador, Quito. Obtenido de https://repositorio.uce.edu.ec/archivos/aralvear/OA-CITYS/Noticias/PDFs/10_CATASTROFES_ECUADOR.pdf
- Calvo, F., & Caceres, K. (2009). *Grasshopper Primer for version*. Obtenido de http://www.miatd.org/Contenidos/Manual%20Grasshopper_Espanol.pdf
- D'ercole, R., & Trujillo, M. (2018). *Amenazas, vulnerabilidad, capacidades y riesgo en el Ecuador, Los desastres, un reto para el desarrollo*. Quito: Institut de Recherche pour Développement (IRD).
- Delgado, A. (2022). *Diseño de secuencia de desapuntamiento de forjados utilizando herramientas de diseño paramétrico*. Escola de Camins, Barcelona. Obtenido de <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/372477/Disen%cc%83o%20de%20secuencia%20de%20desapuntamiento%20de%20forjados%20utilizando%20herramientas%20de%20disen%cc%83o%20parame%cc%81trico.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gómez, E. (2018). *El diseño paramétrico en la Arquitectura contemporánea. Forma, Función y Eficiencia indagatoria sobre métodos proyectuales*. Tesis de Posgrado en Ciencias del Hábitat, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Facultad de Hábitat, San Luís Potosí.

- Hernández Ocampo, R., Chunchu Morocho, C., León Celi, C., García Matailo, S., Castillo Villalta, J., Puertas Azanza, A., . . . Toledo Sarango, K. (27 de 07 de 2021). Resiliencia ambiental de la ciudad de Loja con base en determinados factores naturales y antropogénicos. *Revista CEDAMAZ*. Obtenido de <https://doi.org/10.54753/blc.v11i2.1043>
- INFINITIA Industrial Consulting. (12 de 11 de 2020). *Prototipado rápido. ¿Qué es y cuál es su uso?* Obtenido de INFINITIA INDUSTRIAL CONSULTING: <https://www.infinitiaresearch.com/noticias/prototipado-rapido-que-es-y-cual-es-su-uso/>
- Leukona, A., Domínguez, M., & Espinosa, M. (2021). El diseño paramétrico como herramienta creativa en diseño de producto. *Técnica Industrial*(329), 32-40. Obtenido de <https://www.tecnicaindustrial.es/wp-content/uploads/Numeros/119/7636/a7636.pdf>
- Macías, S., & Rosas, J. (2018). *Arquitectura Emergente. Análisis de caso. Viviendas emergentes para campamentos temporales Post-Catástrofes*. Tesis de Pregrado, Universidad de San Gregorio de Portoviejo, Carrera de Arquitectura, Portoviejo. Obtenido de <http://repositorio.sangregorio.edu.ec/bitstream/123456789/894/1/ARQ-C2018-11.pdf>
- Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2019). *Planificación Estratégica Institucional 2019-2021*. Quito. Obtenido de <http://transparencia.miduvi.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/04/1.-Plan-Estrat%C3%A9gico-Institucional-Vigente-PEI.pdf>
- Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2019). *Proyecto Nacional de Gestión del Riesgo para el Hábitat y la vivienda*. Quito. Obtenido de <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/06/PROYECTO-NACIONAL-DE-GESTION-DEL-RIESGO-PARA-EL-HABITAT-Y-LA-VIVIENDA.pdf>

- Morales, L. (2020). Arquitectura Paramétrica aplicada en envolventes de experimentación en el diseño Arquitectónico. *Legado*, 7(12), 23-35.
- Municipio de Loja. (2021). *Informe Parcial 05. Contrato por emergencia Nro. 04-2021*. Loja.
- Rhino. (2023). *Información general Rhinoceros*. Obtenido de Rhino: <https://www.rhino3d.com/>
- Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias. (2021). *Rendición de Cuentas*. Quito. Obtenido de https://www.gestionderiesgos.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2020/10/6.-Informe-Ludico-2019_compressed.pdf
- Soto, J. (2018). *Análisis de la Peligrosidad frente a los movimientos de ladera en la Cuenca de Loja (Ecuador)*. Tesis de Doctorado, Universidad de Granada España, Facultad de Ciencias de la Tierra, Loja.
- Vanga, M., Santamaría, N., Ruíz, F., & Palomeque, M. (2019). Metodología de evaluación del impacto social de un proyecto: caso viviendas. *RECUS: Revista Electrónica de Cooperación Universidad Sociedad*, 4(3), 37-42.
- Vera, E. (2019). *La modularidad aplicada a un modelo de vivienda emergente*. Tesis de Pregrado de Arquitecto Interiorista, Universidad Técnica de Ambato, Facultad Diseño, Arquitectura y Artes, Ambato. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/29399/1/Vera%20Eduard.pdf>