



UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE CUENCA

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

**UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERIA, INDUSTRIA Y
CONSTRUCCIÓN**

CARRERA DE ARQUITECTURA

**DISEÑO DE VIVIENDAS EN CONTENEDORES CON EL
PROPÓSITO DE REDUCIR LA HUELLA DE CARBONO Y
MITIGAR LOS EFECTOS DE DESASTRES NATURALES EN
SECTORES AFECTADOS POR INUNDACIONES**

**PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE ARQUITECTO**

AUTOR: ARIEL DE LEANDRO UCHO SARMIENTO

DIRECTOR: ARQ. RAFAEL ENRIQUE BORJA POZO. MGs.

CUENCA – ECUADOR

2025



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

**UNIDAD ACADÉMICA INGENIERÍA INDUSTRIA Y
CONSTRUCCIÓN**

CARRERA DE ARQUITECTURA

**DISEÑO DE VIVIENDAS EN CONTENEDORES CON EL
PROPÓSITO DE REDUCIR LA HUELLA DE CARBONO Y MITIGAR
LOS EFECTOS DE DESASTRES NATURALES EN SECTORES
AFECTADOS POR INUNDACIONES**

**PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE ARQUITECTO**

AUTOR: ARIEL DE LEANDRO UCHO SARMIENTO

DIRECTOR: ARQ. RAFAEL ENRIQUE BORJA POZO. MGs.

CUENCA - ECUADOR

2025

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO

DECLARATORIA DE AUTORÍA Y RESPONSABILIDAD

Ariel De Leandro Ucho Sarmiento portador de la cédula de ciudadanía N.º 0106517899. Declaro ser el autor de la obra: "Diseño de viviendas en contenedores con el propósito de reducir la huella de carbono y mitigar los efectos de desastres naturales en sectores afectados por inundaciones", sobre la cual me hago responsable sobre las opiniones, versiones e ideas expresadas. Declaro que la misma ha sido elaborada respetando los derechos de propiedad intelectual de terceros y eximo a la Universidad Católica de Cuenca sobre cualquier reclamación que pudiera existir al respecto. Declaro finalmente que mi obra ha sido realizada cumpliendo con todos los requisitos legales, éticos y bioéticos de investigación, que la misma no incumple con la normativa nacional e internacional en el área específica de investigación, sobre la que también me responsabilizo y eximo a la Universidad Católica de Cuenca de toda reclamación al respecto.

Cuenca, 15 de abril de 2025



F:

Ariel De Leandro Ucho Sarmiento

0106517899

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Ariel De Leandro Ucho Sarmiento, bajo mi supervisión.



Firmado electrónicamente por:
**RAFAEL ENRIQUE
BORJA POZO**

Rafael Enrique Borja Pozo

DIRECTOR

DEDICATORIA

Dedico este logro a mis padres, por ser mi mayor ejemplo de perseverancia y amor incondicional; a mi hermana, por su apoyo inquebrantable y su constante motivación; a mi abuelo, por sus valiosos consejos y enseñanzas; y a mi abuela, que desde el cielo me acompaña y fortalece cada día. Sin ustedes, este sueño no habría sido posible. Este triunfo es tanto mío como vuestro.

AGRADECIMIENTOS

De manera particular y con profunda gratitud, a aquellas personas que han sido fundamentales en esta travesía universitaria.

A mis padres, quienes han sido mi pilar fundamental. Su apoyo incondicional, sus palabras de aliento y su fe inquebrantable en mis capacidades me han brindado la fortaleza necesaria para superar cada obstáculo y avanzar con determinación hacia la concreción de mis sueños.

A mi hermana, quien ha estado a mi lado en los momentos más difíciles, ofreciéndome ánimo y compañía cuando más lo he necesitado. Su presencia ha sido un bálsamo en los momentos de duda y una fuente constante de inspiración.

A mi abuelo, por sus sabios consejos y los valores que me ha inculcado. Su apoyo constante ha sido una guía invaluable en este camino académico y personal.

A mi abuela, que desde el cielo me cuida y me brinda la fuerza necesaria para continuar y alcanzar mis metas. Su recuerdo y amor permanecen vivos en mi corazón, impulsándome a seguir adelante.

A María José Carpio, por su invaluable apoyo y por estar siempre a mi lado brindándome su ayuda y cariño en los momentos más desafiantes.

Al Arq. MGs. Rafael Borja Pozo, Director de tesis, por su paciencia, dedicación y sabiduría, me ha guiado en la elaboración de este proyecto. Su mentoría ha sido clave para mi crecimiento académico y profesional.

RESUMEN

Esta tesis se centra en el diseño de viviendas en contenedores incorporando elevadores hidráulicos, con el objetivo de reducir la huella de carbono y mitigar los efectos en sectores afectados por inundaciones. La investigación se enfoca en áreas especialmente vulnerables a desastres naturales, en particular en regiones afectadas por inundaciones provocadas por el fenómeno de El Niño. Para llevar a cabo este proyecto, se investigarán y aplicarán principios de diseño sostenible, enfocándose en materiales y técnicas de construcción que minimicen el impacto ambiental. Se realizará un análisis de ciclo de vida (LCA) de los materiales y procesos seleccionados, con el fin de evaluar y reducir las emisiones de carbono asociadas. Además, se desarrollará un diseño preliminar de las viviendas, que incluirá planos arquitectónicos y estructurales detallados, asegurando que los contenedores sean adaptados para incluir elevadores hidráulicos. Este diseño estará orientado a ofrecer accesibilidad y seguridad, cumpliendo con las necesidades de las personas residentes. El resultado esperado de esta investigación es la demostración de que las viviendas en contenedores con elevadores hidráulicos pueden ser una solución habitacional viable, especialmente en contextos de riesgo climático. Se anticipa que estas viviendas no solo reducirán la huella de carbono, sino que también mejorarán la calidad de vida de los residentes, proporcionando una opción económicamente accesible y sostenible. Esta tesis contribuirá al campo de la arquitectura sostenible y a la resiliencia de las comunidades frente a desastres naturales.

Palabras clave: contenedores, elevadores hidráulicos, huella de carbono, arquitectura sostenible

ABSTRACT

This thesis focuses on designing container-based housing incorporating hydraulic elevators to reduce the carbon footprint and mitigate the impact on areas affected by flooding. The research focuses on regions particularly vulnerable to natural disasters, especially those affected by flooding caused by the El Niño phenomenon. In order to carry out this project, principles of sustainable design will be explored and applied, focusing on materials and construction techniques that minimize environmental impact. A Life Cycle Assessment (LCA) of the selected materials and processes will be conducted to evaluate and reduce associated carbon emissions. Furthermore, a preliminary housing design will be developed, including detailed architectural and structural plans, ensuring that the containers are adapted to include hydraulic elevators. This design will be aimed at offering accessibility and safety, meeting the residents' needs. The expected outcome of this research is to demonstrate that container-based housing with hydraulic elevators can be a viable housing solution, especially in climate risk contexts. It is anticipated that these housing units will not only reduce the carbon footprint but also improve the quality of life for residents, providing an affordable and sustainable option. This thesis will contribute to the field of sustainable architecture and the resilience of communities against natural disasters.

Keywords: containers, hydraulic elevators, carbon footprint, sustainable architecture

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN	II
DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTOS	IV
RESUMEN	V
ABSTRACT	VI
ÍNDICE DE CONTENIDOS	VII
LISTA DE FIGURAS	XI
LISTA DE TABLAS	XV
LISTA DE ANEXOS	XVI
CAPÍTULO I	- 1 -
1. GENERALIDADES	- 1 -
1.1 INTRODUCCIÓN	- 1 -
1.2 PROBLEMÁTICA	- 1 -
1.3 JUSTIFICACIÓN	- 2 -
1.4 OBJETIVOS	- 3 -
1.4.1 <i>Objetivo General.</i>	- 3 -
1.4.2 <i>Objetivos Específicos.</i>	- 3 -
1.5 METODOLOGÍA	- 4 -
1.5.1 <i>Fase 1: Revisión de información</i>	- 4 -
1.5.2 <i>Fase 2: Evaluación de lineamientos y selección de casos de estudio</i>	- 5 -
1.5.3 <i>Fase 3: Diseño de construcción a nivel de anteproyecto</i>	- 6 -
CAPÍTULO II	- 8 -
2. CERRANDO EL CICLO DE LA CONSTRUCCIÓN CONVENCIONAL	- 8 -
2.1 CARGOTECTURA: INNOVACIÓN Y EVOLUCIÓN EN LA ARQUITECTURA CONTEMPORÁNEA.	- 8 -
2.1.1 <i>Arquitectura modular: sus orígenes.</i>	- 9 -
2.1.2 <i>Metabolismo arquitectónico.</i>	- 11 -
2.1.3 <i>Expansión global y aplicación de la cargotectura.</i>	- 13 -
2.1.4 <i>Innovación tecnológica y arquitectura sustentable.</i>	- 15 -
2.2 EFECTOS AMBIENTALES EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN.	- 16 -
2.3 CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE.	- 24 -
2.4 SISTEMAS DE CERTIFICACIÓN SUSTENTABLE.	- 25 -
2.4.1 <i>Sistema de certificación LEED.</i>	- 26 -
2.4.2 <i>Certificación ecuatoriana ambiental PUNTO VERDE para construcciones sostenibles.</i>	- 27 -

2.4.3	Normas ecuatorianas de construcción sostenible (NECS).	- 29 -
2.4.4	Certificación EDGE.	- 29 -
2.4.5	Certificación ISO 14001.	- 30 -
2.5	ANÁLISIS CLIMÁTICO Y LA INTEGRACIÓN CON EL ENTORNO	- 30 -
2.5.1	Esmeraldas	- 30 -
2.5.2	Portoviejo	- 34 -
2.5.3	Guayaquil	- 37 -
2.6	ELEVADOR HIDRÁULICO.	- 41 -
2.6.1	¿Qué es un elevador hidráulico?	- 41 -
2.6.2	Funcionamiento de los elevadores hidráulicos.	- 41 -
2.6.3	Componentes esenciales.	- 43 -
2.6.4	Ventajas de los elevadores hidráulicos.	- 44 -
2.6.5	Relación con otros componentes hidráulicos.	- 46 -
2.6.6	Tipologías de utilización	- 46 -
2.7	VIVIENDA CONVENCIONAL VS VIVIENDA CONTENEDOR.	- 48 -
2.8	CONTEXTO NACIONAL.	- 53 -
2.8.1	Programas Nacionales de Mejoramiento de Vivienda.	- 54 -
2.8.2	Marco Legal: Consideraciones y Subjetividades.	- 57 -
2.8.3	Normativa de Construcción Sostenible en Ecuador.	- 57 -
2.8.4	Retos y Oportunidades para Viviendas en Contenedores.	- 58 -
2.9	CONSIDERACIONES DE LOS CONTENEDORES MARÍTIMOS.	- 58 -
2.10	TIPOLOGÍAS DE CONTENEDORES.	- 60 -
2.11	COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL.	- 62 -
2.11.1	Estructura.	- 63 -
2.11.2	Anclajes o refuerzos de esquina.	- 64 -
2.11.3	Paredes y techo.	- 65 -
2.11.4	Piso.	- 66 -
2.11.5	Puertas.	- 67 -
2.11.6	Pesos y Dimensiones.	- 67 -
2.12	CICLO DE VIDA.	- 68 -
2.12.1	Fases del Ciclo de Vida.	- 69 -
2.12.2	Solución del tiempo de vida útil del contenedor	- 70 -
2.13	¿CUÁL ES EL PRECIO DE UN CONTENEDOR EN EL MERCADO?	- 71 -

CAPÍTULO III	- 73 -
3. ¿ES POSIBLE CONSTRUIR UNA VIVIENDA USANDO CONTENEDORES MARÍTIMOS?	- 73 -
3.1 DISEÑO METODOLÓGICO	- 73 -
FASE 1: ANÁLISIS DE LA NORMATIVA LEGAL Y REGULACIONES CONSTRUCTIVAS EN ECUADOR	- 73 -
FASE 2: DOCUMENTACIÓN Y ANÁLISIS DE PROYECTOS RELEVANTES.	- 74 -
FASE 3: EVALUACIÓN TÉCNICA Y SOSTENIBILIDAD.	- 74 -
FASE 4: PROPUESTA DE DISEÑO DE UNIDADES HABITACIONALES.	- 74 -
3.2 CASOS DE ESTUDIO.	- 75 -
3.2.1 R4 House.	- 75 -
3.2.2 Container City	- 85 -
3.2.3 Upcycled House.	- 91 -
	- 93 -
3.2.4 Matriz comparativa de casos de estudio	- 98 -
3.3 ASPECTOS TÉCNICOS EN LA DEFINICIÓN DE LA VIVIENDA CONTENEDOR.	- 100 -
3.4 ETAPAS DE CONSTRUCCIÓN DE LA VIVIENDA CONTENEDOR.	- 101 -
3.4.1 Aislamiento del terreno y cimentación	- 101 -
3.4.2 Colocación e instalación sobre el terreno	- 102 -
3.4.3 Acondicionamiento e impermeabilización de la cubierta	- 103 -
3.4.4 Instalaciones hidrosanitarias y eléctricas sobre piso	- 106 -
3.4.5 Apertura de vanos para ventanas y puertas e instalación de carpintería metálica	- 107 -
3.4.6 Estructura y construcción de muros internos	- 108 -
3.4.7 Aislamiento térmico y revestimiento perimetral interno	- 110 -
3.4.8 Acondicionamiento de piso	- 111 -
3.4.9 Sistema de energía solar fotovoltaico	- 112 -
3.4.10 Amoblamiento y decoración	- 117 -
CAPÍTULO IV	- 118 -
4. ECO-NEST “DISEÑO EXPANSIBLE PARA UN FUTURO SOSTENIBLE”	- 118 -
4.1 ECO-NEST, UNIDAD MODULAR BÁSICA.	- 118 -
4.2 ECO-NEST, UNIDAD MODULAR FAMILIAR.	- 122 -
4.3 ECO-NEST, UNIDAD MODULAR EXPANDIDA.	- 126 -
4.4 DETALLES CONSTRUCTIVOS.	- 131 -
CAPÍTULO V	- 135 -
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	- 135 -

5.1	CONCLUSIONES.	- 135 -
5.2	RECOMENDACIONES.	- 136 -
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		- 138 -
ANEXOS		- 145 -

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: EVOLUCIÓN ARQUITECTÓNICA DEL CONTENEDOR	- 8 -
FIGURA 2: UNIDAD HABITACIONAL DE MARSELLA	- 9 -
FIGURA 3: LE CORBUSIER Y EL MODULOR	- 10 -
FIGURA 4: NAKAGIN CAPSULE TOWER: UN CLÁSICO DE LA ARQUITECTURA AL BORDE DE LA DEMOLICIÓN	- 11 -
FIGURA 5: INTERIOR DE NAKAGIN CAPSULE TOWER	- 13 -
FIGURA 6: CONTAINER VILLA	- 14 -
FIGURA 7: KFC EN EL GRIFO KIO	- 15 -
FIGURA 8: TRIANGULO DE NIJKAMP	- 16 -
FIGURA 9: ISO Y LOS OBJETIVOS DE LA ECONOMÍA CIRCULAR BAJO LAS TRES DIMENSIONES DEL DESARROLLO SOSTENIBLE: AMBIENTAL, ECONÓMICO Y SOCIAL.	- 17 -
FIGURA 10: FACTOR DE EMISIÓN DE CO ₂ DEL SISTEMA NACIONAL INTERCONECTADO DE ECUADOR	- 18 -
FIGURA 11: ESCOMBROS DE CONSTRUCCIÓN EN ECUADOR	- 18 -
FIGURA 12: ESQUEMA DE CICLO DE VIDA DE LA CONSTRUCCIÓN MEDIANTE EL USO DE CONTENEDORES MARÍTIMOS.	- 20 -
FIGURA 13: SISTEMA DE INCENTIVOS AMBIENTALES	- 29 -
FIGURA 14: UBICACIÓN DE ESMERALDAS	- 30 -
FIGURA 15: INFORMACIÓN SOLAR DE ESMERALDAS	- 31 -
FIGURA 16: INFORMACIÓN DE PRECIPITACIONES MÁXIMAS EN ESMERALDAS	- 32 -
FIGURA 17: INFORMACIÓN DE PRECIPITACIONES MÍNIMAS EN ESMERALDAS	- 33 -
FIGURA 18: INFORMACIÓN DE PRECIPITACIONES MÍNIMAS EN ESMERALDAS	- 33 -
FIGURA 19: UBICACIÓN DE PORTOVIEJO	- 34 -
FIGURA 20: INFORMACIÓN SOLAR DE PORTOVIEJO	- 35 -
FIGURA 21: INFORMACIÓN DE PRECIPITACIONES MÁXIMAS EN PORTOVIEJO	- 36 -
FIGURA 22: INFORMACIÓN DE PRECIPITACIONES MÍNIMAS EN PORTOVIEJO	- 37 -
FIGURA 23: UBICACIÓN DE GUAYAQUIL	- 38 -
FIGURA 24: INFORMACIÓN SOLAR DE GUAYAQUIL	- 39 -
FIGURA 25: SISTEMA HIDRÁULICO	- 42 -
FIGURA 26: ELEVACIÓN DE CONTENEDOR A TRAVÉS DE SISTEMA HIDRÁULICO	- 43 -
FIGURA 27: PROCESO CONVENCIONAL DE LEVANTAMIENTO DE CONTENEDORES MARÍTIMOS A TRAVÉS DE GRÚAS	- 45 -
FIGURA 28: ACONDICIONAMIENTO DE TIENDA EN CONTENEDOR	- 47 -
FIGURA 29: ACONDICIONAMIENTO DE OFICINA EN CONTENEDOR	- 47 -
FIGURA 30: EXPOSICIÓN DE VEHÍCULO EN CONTENEDOR	- 47 -

FIGURA 31: ACONDICIONAMIENTO DE SALA EN CONTENEDOR	- 48 -
FIGURA 32: UNIDAD HABITACIONAL EN UN LOTE DE 35 M2.	- 49 -
FIGURA 33: VIVIENDA DETERIORADA	- 53 -
FIGURA 34: VIVIENDA MODELO DE MIDUVI	- 54 -
FIGURA 35: MALCOLM PURCELL MCLEAN "OCEAN FREIGHT CONTAINERS"	- 59 -
FIGURA 36: TAMAÑOS DE CONTENEDORES	- 60 -
FIGURA 37: TIPOS Y TAMAÑOS DE CONTENEDORES	- 60 -
FIGURA 38: PUERTO DE CONTENEDORES	- 61 -
FIGURA 39: AXONOMETRÍA DEL CONTENEDOR	- 63 -
FIGURA 40: ESTRUCTURA DEL CONTENEDOR	- 64 -
FIGURA 41: CONTAINER ACERO CORRUGADO	- 66 -
FIGURA 42: PISO DE UN CONTENEDOR MARÍTIMO	- 66 -
FIGURA 43: PUERTAS DE CONTENEDORES	- 67 -
FIGURA 44: CICLO DE VIDA DE CONTENEDORES	- 70 -
FIGURA 45: PERSPECTIVA DE R4HOUSE	- 75 -
FIGURA 46: PERSPECTIVA DE R4HOUSE	- 76 -
FIGURA 47: PROCESO DE DISEÑO R4HOUSE	- 77 -
FIGURA 48: PROCESO DE DISEÑO R4HOUSE	- 78 -
FIGURA 49: PROCESO DE DISEÑO R4HOUSE	- 79 -
FIGURA 50: PROCESO DE DISEÑO R4HOUSE	- 80 -
FIGURA 51: PROCESO DE DISEÑO R4HOUSE	- 81 -
FIGURA 52: PROCESO DE DISEÑO R4HOUSE	- 82 -
FIGURA 53: PLANTA R4HOUSE	- 83 -
FIGURA 54: ESTRATEGIA DE DISEÑO R4HOUSE	- 84 -
FIGURA 55: CONTAINER CITY	- 85 -
FIGURA 56: CONTAINER CITY	- 85 -
FIGURA 57: PROCESO DE CONSTRUCCIÓN CONTAINER CITY	- 86 -
FIGURA 58: PROCESO DE DISEÑO (ELEVACIÓN) CONTAINER CITY	- 87 -
FIGURA 59: PROCESO DE DISEÑO (PERSPECTIVA) CONTAINER CITY	- 87 -
FIGURA 60: CONTEXTUALIZACIÓN DEL PROYECTO CONTAINER CITY	- 88 -
FIGURA 61: PROCESO DE CONSTRUCCIÓN CONTAINER CITY	- 89 -

FIGURA 62: CONTEXTUALIZACIÓN CONTAINER CITY	- 90 -
FIGURA 63: UPCYCLED HOUSE	- 91 -
FIGURA 64: UPCYCLED HOUSE	- 92 -
FIGURA 65: ESTRATEGIA DE DISEÑO UPCYCLED HOUSE	- 93 -
FIGURA 66: ESPACIOS EXTERIORES UPCYCLED HOUSE	- 94 -
FIGURA 67: MUROS INTERNOS UPCYCLED HOUSE	- 95 -
FIGURA 68: DESPIECE DEL PROYECTO UPCYCLED HOUSE	- 96 -
FIGURA 69: PROCESO DE CONSTRUCCIÓN UPCYCLED HOUSE	- 97 -
FIGURA 70: PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS EN CONTENEDORES	- 98 -
FIGURA 71: AISLAMIENTO DEL TERRENO	- 101 -
FIGURA 72: CIMENTACIÓN	- 101 -
FIGURA 73: COLOCACIÓN DE CONTENEDOR	- 102 -
FIGURA 74: INSTALACIÓN SOBRE TERRENO	- 103 -
FIGURA 75: ACONDICIONAMIENTO DE CUBIERTA	- 104 -
FIGURA 76: IMPERMEABILIZACIÓN DE CUBIERTA	- 105 -
FIGURA 77: INSTALACIONES EN CONTENEDORES	- 106 -
FIGURA 78: INSTALACIONES EN CONTENEDORES	- 107 -
FIGURA 79: APERTURAS DE VANOS PARA VENTANAS	- 108 -
FIGURA 80: COLOCACIÓN DE CARPINTERÍA	- 108 -
FIGURA 81: ARMADO DE ESTRUCTURA INTERIOR	- 109 -
FIGURA 82: ESTRUCTURA DE MUROS INTERNOS	- 109 -
FIGURA 83: COLOCACIÓN DE AISLAMIENTO TÉRMICO	- 110 -
FIGURA 84: REVESTIMIENTO INTERNO	- 110 -
FIGURA 85: ESTRUCTURA DE PISO	- 111 -
FIGURA 86: ACONDICIONAMIENTO DE PISO	- 112 -
FIGURA 87: SISTEMA DE ENERGÍA SOLAR	- 112 -
FIGURA 88: DISTRIBUCIÓN DE PANELES SOLARES	- 113 -
FIGURA 89: AMOBLAMIENTO INTERNO	- 117 -
FIGURA 90: PLANTA ARQUITECTÓNICA MODULO BÁSICO	- 119 -
FIGURA 91: ELEVACIÓN FRONTAL MODULO BÁSICO	- 119 -
FIGURA 92: ELEVACIÓN POSTERIOR MODULO BÁSICO	- 120 -

FIGURA 93: ELEVACIÓN LATERAL DERECHA MODULO BÁSICO	- 120 -
FIGURA 94: ELEVACIÓN LATERAL IZQUIERDA MODULO BÁSICO	- 121 -
FIGURA 95: AXONOMETRÍA MODULO BÁSICO	- 121 -
FIGURA 96: RENDER MODULO BÁSICO	- 122 -
FIGURA 97: PLANTA ARQUITECTÓNICA MODULO FAMILIAR	- 123 -
FIGURA 98: ELEVACIÓN FRONTAL MODULO FAMILIAR	- 123 -
FIGURA 99: ELEVACIÓN POSTERIOR MODULO FAMILIAR	- 124 -
FIGURA 100: ELEVACIÓN LATERAL DERECHA MODULO FAMILIAR	- 124 -
FIGURA 101: ELEVACIÓN LATERAL IZQUIERDA MODULO FAMILIAR	- 125 -
FIGURA 102: AXONOMETRÍA MODULO FAMILIAR	- 125 -
FIGURA 103: RENDER MODULO FAMILIAR	- 126 -
FIGURA 104: PLANTA ARQUITECTÓNICA MODULO EXPANDIDO	- 127 -
FIGURA 105: ELEVACIÓN FRONTAL MODULO EXPANDIDO	- 128 -
FIGURA 106: ELEVACIÓN POSTERIOR MODULO EXPANDIDO	- 128 -
FIGURA 107: ELEVACIÓN LATERAL DERECHA MODULO EXPANDIDO	- 129 -
FIGURA 108: ELEVACIÓN LATERAL IZQUIERDA MODULO EXPANDIDO	- 129 -
FIGURA 109: AXONOMETRÍA MODULO EXPANDIDO	- 130 -
FIGURA 110: RENDER MODULO EXPANDIDO	- 130 -
FIGURA 111: DETALLE CONSTRUCTIVO DE TECHO	- 131 -
FIGURA 112: DETALLE CONSTRUCTIVO DE PAREDES	- 131 -
FIGURA 113: DETALLE CONSTRUCTIVO PISO	- 132 -
FIGURA 114: DETALLE CONSTRUCTIVO SISTEMA TRESPA	- 132 -
FIGURA 115: DETALLE CONSTRUCTIVO FUNCIONAMIENTO ELEVADOR HIDRÁULICO	- 133 -
FIGURA 116: DETALLE CONSTRUCTIVO FUNCIONAMIENTO DOBLE ACRISTALAMIENTO	- 134 -
FIGURA 117: DETALLE CONSTRUCTIVO CONTENEDOR MARÍTIMO	- 134 -

LISTA DE TABLAS

TABLA 1 FUNDAMENTOS DE LA ARQUITECTURA CONTENEDORA CONTEMPORÁNEA	- 12 -
TABLA 2: ESQUEMA DE IMPACTOS AMBIENTALES MEDIANTE EL USO DE CONTENEDORES MARÍTIMOS.	- 22 -
TABLA 3: SISTEMAS DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE EN ECUADOR	- 26 -
TABLA 4 EVALUACIÓN ESTACIONAL DEL RIESGO DE INUNDACIÓN EN GUAYAQUIL	- 40 -
TABLA 5: TIPOLOGÍAS DE VIVIENDAS	- 48 -
TABLA 6: PRESUPUESTO GENERAL DE OBRA CIVIL	- 51 -
TABLA 7 CARACTERÍSTICAS DEL DISEÑO DE CONTENEDORES	- 61 -
TABLA 8 TIPOS DE ANCLAJES ESQUINEROS PARA CONTENEDORES MARÍTIMOS	- 65 -
TABLA 9 DIMENSIONES DEL CONTENEDOR DE 20 PIES	- 68 -
TABLA 10 DIMENSIONES DEL CONTENEDOR DE 20 PIES	- 68 -
TABLA 11: CATÁLOGO DE PRECIOS EN EL MERCADO ECUATORIANO	- 72 -
TABLA 12 VENTAJAS DEL SISTEMA SOLAR EN CONTENEDORES	- 115 -
TABLA 13 CUADRO COMPARATIVO DE SISTEMAS SOLARES EN CONTENEDORES	- 116 -

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1 RESULTADOS DE LA ENCUESTA	- 145 -
ANEXO 2 PRESUPUESTO REFERENCIAL	- 148 -
ANEXO 3 CUADRO DE MATERIALES	- 154 -

CAPÍTULO I

1. GENERALIDADES

1.1 INTRODUCCIÓN

El presente trabajo surge por la necesidad de crear un proceso de habilitación de los contenedores marítimos en desuso para su re-uso en el desarrollo de unidades habitacionales; para grupos sociales vulnerables y con una necesidad de vivienda urbana o rural, que cumpla con las condiciones de “vivienda digna”. Así mismo la evolución histórica de este elemento, su historia e impacto en la construcción, su transformación urbana bajo los lineamientos de la arquitectura ecológica y la economía circular; optimizando recursos, materiales, disminuyendo el consumo energético y reduciendo al máximo las emisiones y la generación de residuos. Se propende a la exploración de un modelo de desarrollo de vivienda de este tipo en Ecuador, que se ajuste a las necesidades de construcción de vivienda de interés social VIS y vivienda de interés prioritario VIP, de bajo costo para el beneficio de las comunidades y la sociedad en general generando alto impacto desde la innovación social. La Arquitectura Ecológica y Sustentable se constituye como el tema a tratar, enmarcado dentro de los lineamientos de innovación y adaptación de la tecnología a las demandas para el desarrollo sustentable, la gestión de los recursos naturales, la eficiencia energética y el control de los residuos en la construcción.

1.2 PROBLEMÁTICA

En el mundo, según la Organización de las Naciones Unidas (ONU), el número de personas que no cuentan con una vivienda adecuada supera los 1000 millones, personas que viven en condiciones peligrosas, hacinadas en tugurios o en otras condiciones que no respetan sus derechos humanos ni su dignidad (ONU-Hábitat, 2015). Según cifras del MIDUVI, de 4,7 millones de viviendas construidas en Ecuador alrededor de 2,4 millones de ecuatorianos viven en estado de déficit habitacional y presentan carencias respecto a una óptima y digna calidad residencial, este porcentaje equivale al 57% de la población actual del territorio ecuatoriano, realidad que se traduce en 670000 hogares en esta condición que son irrecuperables y necesitan ser reconstruidas totalmente. La creciente frecuencia y severidad de los desastres naturales, especialmente las inundaciones, ha llevado a una crisis en la infraestructura habitacional en diversas regiones del mundo. Estos fenómenos destruyen viviendas y contribuyen a un aumento significativo en la huella de carbono debido a los procesos de reconstrucción y a la producción de materiales de construcción convencionales.

1.3 JUSTIFICACIÓN

El presente trabajo busca explorar los lineamientos y condicionantes para el uso de contenedores marítimos en desuso como alternativa de construcción de unidades habitacionales que contribuyan a la disminución de los costos de construcción y a una transformación urbana innovadora y sustentable, bajo los lineamientos de la arquitectura ecológica, cuyo compromiso es el desarrollo humano y la armonía social, optimizando y reaprovechando los recursos y materiales aptos para su implementación, disminuyendo el consumo energético y reduciendo al máximo las emisiones y la generación de residuos en todas las etapas de proyecto, desde la conceptualización, pasando por la construcción y posterior operación (vida útil), tanto en viviendas de interés prioritario y social como en sectores urbanos y rurales.

El auge de la construcción civil y comercial mediante el uso de contenedores de carga marítima es hoy en día un referente importante a nivel mundial y continúa traspasando fronteras. Según la Asociación de Unidades de Construcción Intermodales de Acero y Viviendas de Contenedores - ISBU, la construcción basada en contenedores marítimos es una de las tendencias constructivas que más rápido está creciendo, especialmente en los Estados Unidos (Kotnik, 2013), hecho que ha generado una tendencia sin precedentes en el diseño y la construcción, al punto de convertirse en una rama joven de la arquitectura ligada al diseño modular y a la arquitectura ecológica y sustentable, que paulatinamente a incursionado en Latinoamérica.

La implementación de un elevador con tecnología hidráulica a este sistema de vivienda garantiza un funcionamiento confiable y de bajo mantenimiento, lo que resulta fundamental en situaciones de emergencia. La altura alcanzada por el elevador permite levantar las viviendas por encima del nivel de las inundaciones, proporcionando así un refugio seguro para los residentes durante los eventos extremos y garantizando una factibilidad de mantenerse a nivel del suelo en eventos normales para los residentes. Además, es importante destacar la necesidad de realizar un análisis detallado de la ubicación y las características específicas de cada comunidad afectada por las inundaciones causadas por el fenómeno del niño. Esto permitirá adaptar la solución del elevador hidráulico a las necesidades y condiciones particulares de cada entorno, maximizando así su efectividad y beneficios. (Shelters, 2020)

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo General.

Analizar la factibilidad de la utilización de contenedores marítimos en desuso, para el diseño de unidades habitacionales sustentables y de bajo costo en Ecuador.

1.4.2 Objetivos Específicos.

- I. Analizar un estudio bibliográfico de los contenedores como alternativa de viviendas de interés social desde la construcción sustentable, identificando aspectos históricos, sociales y normativos para su implementación en Ecuador.
- II. Establecer los lineamientos técnicos para el método de construcción en contenedores marítimos en Ecuador, analizando proyectos destacados, materiales, sustentables y costos para diseñar una propuesta de vivienda adaptada a las necesidades del usuario final.
- III. Desarrollar un diseño a nivel de anteproyecto de construcciones en contenedores, estableciendo directrices funcionales y estéticas en base a planos arquitectónicos y estructurales para garantizar su correcta implementación.

1.5 METODOLOGÍA

La metodología empleada para esta tesis utiliza un enfoque de investigación mixta. Se combina la investigación cuantitativa mediante la encuesta realizada a la población de las ciudades de Esmeraldas, Portoviejo y Guayaquil en el año 2025 y con una investigación cualitativa basada en la revisión de fuentes bibliográficas. Se aplicarán métodos analítico-sintético y deductivo-inductivo, partiendo de conocimientos generales hacia contenidos específicos. Además, se utilizará la técnica de estudio de caso.

1.5.1 Fase 1: Revisión de información

En esta primera fase, se llevará a cabo un estudio exhaustivo de la bibliografía relacionada a los contenedores y su relación con las viviendas de interés social, Se explorará los lineamientos históricos, urbanos y sociales de la arquitectura contenedor desde la perspectiva de la construcción sustentable e innovación tecnológica, e identificar las alternativas de vivienda contenedor. Se Identificará los aspectos legales, urbanos y constructivos de la arquitectura contenedor que intervengan en su ejecución e implementación en Ecuador. Explorando la normatividad legal vigente a nivel nacional y latinoamericano respecto a las alternativas de la construcción sostenible.

- I. **Revisión de bibliografía:** Se seleccionará documentos sobre la aplicación de contenedores como viviendas de interés social.
- II. **Identificación de la Normativas:** Estudios de criterios y procesos estándares internacionales de construcción sostenible, como LEED, EDGE, y otros marcos de certificación de Intervención: Revisión de las determinantes climáticas establecidas para el área de intervención.
- III. **Recopilación de Especificaciones Locales:** Recolección de información pertinente para proyectos de vivienda social.
- IV. **Caracterización de la Residencia en Áreas Afectadas Dentro de un Contexto Urbano:** Evaluación de las características residenciales y su relación con el entorno urbano.
- V. **Eficiencia de la Construcción Sostenible**
- VI. **Análisis de Costos-Beneficios:** Aquí se realiza una evaluación detallada de los costos frente a los beneficios esperados de utilizar la construcción en contenedores. Se comparan los costos de montaje y mantenimiento de módulos prefabricados con los métodos tradicionales de construcción.
- VII. **Método Cualitativo**
- VIII. **Especificación de Datos Estadísticos:** Análisis de los datos de encuestas para identificar la acogida de viviendas en contenedor en Ecuador.

1.5.2 Fase 2: Evaluación de lineamientos y selección de casos de estudio

Se establecerán los lineamientos técnicos de este tipo de construcción en Ecuador, identificando los proyectos destacados a nivel internacional desarrollados mediante la implementación de contenedores marítimos, analizando los elementos y procesos implementados y explorando los criterios de diseño y construcción utilizados para satisfacer las necesidades del usuario final. Se Identificarán los elementos, materiales y soluciones sustentables aplicadas al sistema constructivo, analizando los costos y factores económicos que intervienen para generar una propuesta de diseño de vivienda contenedor.

- I. Estudio Visual del Contexto Inmediato:** Observación y análisis del entorno inmediato a la zona de emplazamiento.
- II. Análisis de Contexto general:** Evaluación de aspectos a nivel global, considerando características de diseño que sean utilizadas en distintos contextos.
- III. Análisis de Referentes Arquitectónicos:** Estudio de ejemplos de vivienda en contenedores que utilizan arquitectura sostenible.
- IV. Definición de Estrategias de Diseño:** Desarrollo de estrategias basadas en el análisis del entorno y modelos de conjuntos habitacionales en contenedores.
- V. Innovación Tecnológica en la Construcción sostenible en contenedores**
- VI. Avances Tecnológicos:** Evaluar las innovaciones tecnológicas disponibles en la construcción en contenedores que pueden ser aplicadas al proyecto.
- VII. Material de construcción:** Evaluación de material para el sistema constructivo aplicado en el sistema de contenedores.
- VIII. Sistema de montaje:** Métodos de prefabricación utilizados en la construcción de contenedores.
- IX. Módulos adaptables:** Módulos que puedan ser fácilmente adaptados a diferentes configuraciones y necesidades de los usuarios.

1.5.3 Fase 3: Diseño de construcción a nivel de anteproyecto

Se desarrollarán tres diseños a nivel de anteproyecto de construcciones en contenedores; Basado en la revisión de los criterios de diseño iniciales y los requerimientos del proyecto. Se establecerán directrices detalladas para formular una propuesta arquitectónica integral que asegure tanto la funcionalidad como la estética de la construcción en contenedores. Estas propuestas incluirán la elaboración de planos arquitectónicos y estructurales, garantizando su correcta implementación y operación dentro del diseño general.

- I. **Conceptos idea rectora** (fundamento del proyecto)
- II. **Programa arquitectónico**
- III. **Caracterización de las Influencias:** Análisis del impacto urbano sobre diferentes contextos de emplazamiento.
- IV. **Implementación de Estrategias de Diseño:** Aplicación de las estrategias derivadas del análisis de los casos de estudio.
- V. **Especificación del Programa Arquitectónico:** Definición detallada del programa arquitectónico.
- VI. **Diseño del Anteproyecto:** Integración de las normativas locales en el diseño.

Población y muestra

Para la obtención de resultados de encuesta se utilizará basa de datos e información proporcionada por fuente publica, como el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC). Se hizo uso del muestreo probabilístico, específicamente aleatorio simple para poblaciones finita. Se seleccionaron las siguientes ciudades. Guayaquil, Portoviejo y Esmeraldas se realizó las encuestas en Portoviejo y Esmeraldas por su gran cantidad de inundaciones y bajos índice de vivienda propia.

$$n = \frac{Z^2 * pq * N}{Z^2 * pq + Ne^2} \quad (1)$$

Donde:

n = Tamaño de la muestra (?)

Z = Nivel de confianza (1.96)

P = Probabilidad de ocurrencia (0.5)

Q = Probabilidad de no ocurrencia (0.5)

N = Tamaño de la población (?)

e = Porcentaje de error (0.10)

En la ciudad de Cuenca, con base en información proporcionada por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (2023), en el 2022, existen 603.269 habitantes (INEC , 2024)

n

$$n = \frac{1.96^2 * 0.5 * 0.5 * 603.269}{1.96^2 * 0.5 * 0.5 + 603.269 * 0.1^2}$$

$$n = 96.02$$

$$n = 96 \text{ encuestas}$$

En la ciudad de Portoviejo , con base en información proporcionada por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (2023), en el 2022, existen 322.925 habitantes (INEC , 2024)

$$n = \frac{1.96^2 * 0.5 * 0.5 * 322.925}{1.96^2 * 0.5 * 0.5 + 322.295 * 0.1^2}$$

$$n = 96.19$$

$$n = 96 \text{ encuestas}$$

En la ciudad de Esmeraldas, con base en información proporcionada por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (2023), en el 2022, existen personas 155.487 habitantes (INEC , 2024)

$$n = \frac{1.96^2 * 0.5 * 0.5 * 155.487}{1.96^2 * 0.5 * 0.5 + 155.487 * 0.1^2}$$

$$n = 95.98$$

$$n = 96 \text{ encuestas}$$

CAPÍTULO II

2. CERRANDO EL CICLO DE LA CONSTRUCCIÓN CONVENCIONAL

2.1 Cargotectura: Innovación y Evolución en la Arquitectura Contemporánea.

La Cargotectura, también conocida como Arquitectura Contenedor, es una disciplina relativamente reciente dentro del campo arquitectónico que ha generado opiniones divididas. Mientras algunos la consideran una moda pasajera o simplemente una solución metálica con limitaciones, incapaz de igualar los estándares de la arquitectura tradicional, otros han reconocido su potencial y ventajas en términos de sostenibilidad, versatilidad y eficiencia constructiva.

Con el tiempo, los beneficios de este enfoque han permitido que la Cargotectura se integre de manera progresiva dentro del repertorio de materiales y técnicas constructivas, especialmente en proyectos enfocados en la optimización de recursos y reducción del impacto ambiental. Su concepto se fundamenta en el reaprovechamiento de contenedores marítimos, transformándolos en espacios habitables sin perder calidad arquitectónica. Desde una perspectiva técnica, esta corriente arquitectónica encuentra sus orígenes en la Arquitectura Modular, compartiendo principios de prefabricación y diseño adaptable, donde los contenedores son modificados para crear estructuras funcionales y eficientes. Gracias a su flexibilidad, este sistema ha sido aplicado en proyectos residenciales, comerciales, educativos e incluso urbanos, consolidándose como una alternativa viable dentro de la construcción sostenible. A continuación, se presentan los principios fundamentales de la Cargotectura y su evolución en el tiempo, resaltando su papel en la arquitectura moderna y en el desarrollo de soluciones innovadoras para el hábitat humano. (Ver Figura 1)



Figura 1: Evolución arquitectónica del contenedor

Fuente: Extraída de (Manaen Bobadilla, 2019)

2.1.1 Arquitectura modular: sus orígenes.

Tras la Segunda Guerra Mundial, Europa se enfrentó a una devastadora crisis de vivienda debido a la destrucción masiva causada por los bombardeos. En este contexto, surgió la necesidad de soluciones habitacionales rápidas, económicas y funcionales. Fue en este escenario donde se destacó la arquitectura modular, que buscaba optimizar recursos y acelerar los procesos constructivos. Inspirado por estos principios, Le Corbusier diseñó un complejo habitacional icónico en Marsella, Francia, conocido como la Unité d'Habitation de Marseille, se materializó como una torre de 18 pisos que encarnaba la idea de una "ciudad jardín vertical". destinado a proporcionar vivienda a aproximadamente 1.600 personas que habían perdido sus hogares. Finalizado en 1952, este proyecto representó un hito en la arquitectura moderna y en el desarrollo de la vivienda social.

La arquitectura modular tuvo sus orígenes en la necesidad de abordar problemas urgentes de vivienda tras la guerra, pero sus fundamentos se remontan a la prefabricación en la Revolución Industrial, cuando las piezas de construcción comenzaron a ser producidas en masa para optimizar tiempo y costos. Le Corbusier, inspirado por la estandarización industrial, incorporó estos principios en su diseño, utilizando módulos de armado de hormigón que se fabricaban fuera del sitio de construcción y luego se ensamblaban en la obra. Este enfoque no solo reduce costos, sino que también acelera significativamente los tiempos de construcción. (Ver Figura 2)



Figura 2: Unidad Habitacional de Marsella

Fuente: Extraída de (Hudale, 2024)

El Estructuralismo, surgido a mediados del siglo pasado, se consolidó como una respuesta en el ámbito arquitectónico al funcionalismo promovido por el CIAM (Congreso Internacional de Arquitectura Moderna, fundado en 1928). Este último había derivado en una planificación urbana rígida que descuidaba tanto la identidad de los habitantes como las formas urbanas específicas (Söderqvist, 2011).

Además, la Unité d'Habitation, introdujo el concepto del Módulor, un sistema de medidas desarrollado por Le Corbusier basado en las proporciones humanas, que buscaba garantizar la comodidad y funcionalidad de los espacios. Este concepto se convirtió en una herramienta clave para los arquitectos interesados en la arquitectura modular, ya que permitiría diseñar espacios estandarizados que se adaptaran a las necesidades humanas. (Ver Figura 3)



Figura 3: Le Corbusier y el modulator

Fuente: Extraída de (Alianza Media, 2024)

2.1.2 Metabolismo arquitectónico.

La introducción del concepto de transformación en la arquitectura establece un paralelismo entre los edificios y las ciudades con los ciclos de regeneración y destrucción presentes en la vida. Este enfoque surgió con fuerza hacia 1950, tras la influencia de Le Corbusier y el CIAM, cuando una nueva generación de arquitectos, los llamados "hijos de la Segunda Guerra Mundial" (Gutierrez, 2024), comenzó a explorar formas innovadoras de planeación urbana. Entre ellos destacó Kisho Kurokawa, acompañado por figuras como Kiyonori Kikutake y Fumihiko Maki, quienes en 1960 lanzaron el Manifiesto Metabolista: The Proposal for New Urbanismo. (Starke, 2009)

El Metabolismo propuso que las ciudades funcionaran como organismos vivos, con componentes intercambiables que permitieran su adaptación y renovación constante. Este enfoque se plasmó en proyectos como la Nakagin Capsule Tower, diseñada por Kurokawa, que ejemplificó el modularidad al permitir la adición o reemplazo de sus cápsulas según las necesidades. Este movimiento transformó la manera de concebir las ciudades, destacando su capacidad para adaptarse al cambio y responder a desafíos como el crecimiento urbano y la sostenibilidad. (Starke, 2009) (Ver Figura 4)



Figura 4: Nakagin Capsule Tower: un clásico de la arquitectura al borde de la demolición

Fuente: Extraída de (Ponz, 2021)

En síntesis, esta transformación plantea una perspectiva innovadora sobre la interacción entre la tecnología y la humanidad, estrechamente ligada a los procesos de cambio y concentración en las ciudades. Esta propuesta busca brindar a las personas mayor autonomía sobre sus espacios habitacionales, permitiéndoles expandirlos, reducirlos o ajustarlos a sus necesidades más inmediatas. En este marco, se puede ubicar históricamente el surgimiento de la arquitectura modular, de la cual se desprende el tema principal de estudio. (Ver Figura 5)

En la declaración de la cápsula de Kurokawa, aún desde un contexto histórico distinto, se perciben los fundamentos de la arquitectura contenedora contemporánea. A continuación, se desglosan los puntos clave. (Ver Tabla 1)

Tabla 1 Fundamentos de la Arquitectura Contenedora Contemporánea

FUNDAMENTOS ARQUITECTÓNICOS CONTEMPORÁNEOS	
Fundamento	Descripción
Arquitectura cibernética	Se concibe como un organismo parcialmente automatizado que, en colaboración con el ser humano al que resguarda, genera una nueva forma de existencia. Hombre, máquina y espacio se integran en un ente orgánico que los trasciende.
Movilidad	Esta corriente apunta a un estilo de vida caracterizado por un alto grado de movilidad, tanto en el ámbito laboral como en el disfrute del ocio. Desde segundas residencias hasta viviendas móviles, se propone una reinterpretación de los sistemas de transporte, convirtiéndolos en cápsulas habitables adaptadas a esta perspectiva.
Diversidad social	En un entorno cada vez más heterogéneo, la individualidad de cada persona debe encontrar un espacio propio para su desarrollo personal.
Estructura familiar	Con un enfoque en las particularidades de cada miembro de la familia, se requiere una arquitectura basada en unidades individualizadas que respondan a sus necesidades específicas.
Espiritualidad y comunidad	Cada individuo debe encontrar su propio camino espiritual dentro de una comunidad concebida como una experiencia temporal. En este marco, se da relevancia a los espacios públicos ya la versatilidad del entorno, permitiendo que el ser humano elija la cantidad de información que favorezca su independencia y subjetividad.
Prefabricación e industrialización	La cápsula representa la máxima expresión de la construcción prefabricada e industrializada. Va más allá de la producción en masa, optimizando costos y tiempos. Introducir innovaciones cualitativas en los procesos constructivos, generando sistemas que combinan flexibilidad, diversidad y facilidad para reemplazar componentes.
Contraste con la uniformidad	El concepto de cápsulas habitables desafía la homogeneidad y el pensamiento rígido. Se alinea con la idea de Meta-Arquitectura, una síntesis de la Arquitectura Metabólica que aprovecha su flexibilidad, variedad y personalización.

Fuente propia: En base a (Gutierrez, 2024).



Figura 5: Interior de Nakagin Capsule Tower

Fuente: Extraída de (Ponz, 2021)

2.1.3 Expansión global y aplicación de la cargotectura.

Esta innovadora corriente arquitectónica ha evolucionado rápidamente, consolidándose en diversas regiones del mundo, como Europa, Asia y África, donde ha demostrado ser una solución efectiva para abordar desafíos sociales y humanitarios. Su creciente popularidad se debe a su versatilidad y rapidez de construcción, características que la han convertido en una opción ideal para la creación de refugios temporales, centros de asistencia y viviendas de emergencia, especialmente en situaciones de crisis humanitarias y desastres naturales.

El uso de contenedores marítimos reciclados permite reducir costos y acelerar los tiempos de edificación, ofreciendo infraestructuras resistentes, modulares y sostenibles que pueden implementarse en distintas condiciones climáticas y geográficas. Gracias a su diseño compacto y adaptable, estos espacios pueden ser reconfigurados o ampliados según las necesidades específicas de cada comunidad. (Ver Figura 6)

Por otro lado, aunque su enfoque principal ha sido el ámbito humanitario, la Cargotectura también ha encontrado un lugar dentro de proyectos exclusivos dirigidos a sectores de alto poder adquisitivo. En estos casos, los contenedores se combinan con materiales de alta calidad, tecnología de punta y diseños atractivos, logrando espacios que equilibran modernidad, innovación y funcionalidad. Desde residencias de lujo hasta hoteles boutique y oficinas vanguardistas, esta tendencia ha demostrado que su aplicación no se limita únicamente a soluciones emergentes, sino que también puede redefinir la estética y la creatividad en la arquitectura contemporánea.



Figura 6: Container villa

Fuente: Extraída de (Livingin Container, 2020)

En América Latina, los proyectos enfocados en vivienda social con base en Arquitectura Modular son aún escasos. Generalmente, se limitan a la creación de prototipos que, aunque representan una vertiente comercial interesante, suelen estar desvinculados del contexto social, las oportunidades legales y las políticas públicas vigentes. A nivel global, abundan los proyectos corporativos diseñados para marcas reconocidas, los cuales suelen destacar en concursos internacionales, publicaciones especializadas, exposiciones y comunidades en línea. Su versatilidad ha llamado la atención de la industria creativa, inspirando propuestas innovadoras y sostenibles. Un ejemplo llamativo de su popularidad fue su aparición en el programa australiano de telerrealidad *Top Design*, donde los participantes compitieron transformando un contenedor en un apartamento cómodo y funcional, demostrando las infinitas posibilidades que ofrece esta tendencia en términos de diseño y habitabilidad.

El uso de contenedores marítimos como solución habitacional enfrenta diversos retos, entre ellos el elevado costo al ser revendidos por intermediarios tras finalizar su ciclo útil en el transporte, lo que complica su inclusión en proyectos de vivienda social. Además, es esencial que esta alternativa esté respaldada por estrategias públicas que fomenten su financiación y faciliten su implementación. Diseñar y ejecutar un modelo de vivienda económica basado en contenedores, adaptable tanto a entornos urbanos como rurales, podría beneficiar significativamente a comunidades en situación de vulnerabilidad.

A pesar de que los contenedores han demostrado ser ampliamente útiles en espacios comerciales como oficinas y restaurantes, su empleo en proyectos de vivienda sigue siendo limitado, lo que resalta la necesidad de explorar su potencial en este ámbito. (Ver Figura 7)



Figura 7: KFC en el grifo KIO

Fuente: Extraída de (Wr Arquitectos, 2020)

2.1.4 Innovación tecnológica y arquitectura sustentable.

El avance tecnológico ha transformado la manera en que interactuamos con el espacio y el tiempo, permitiendo una evolución sin precedentes en diversos campos del conocimiento. Gracias a estos avances, la arquitectura ha experimentado un cambio profundo, liderado por las nuevas generaciones de arquitectos que adoptan un enfoque innovador en el diseño urbano, la planificación territorial y la construcción. Su objetivo es mejorar la eficiencia y funcionalidad de los proyectos, optimizar su ciclo de vida, fomentar la colaboración interdisciplinaria y garantizar altos estándares de calidad ambiental que favorezcan la sostenibilidad a largo plazo.

Un concepto clave en esta evolución es la resiliencia, entendida como la capacidad de adaptación y evolución de un sistema, ya sea una ciudad, un ecosistema o una economía, ante cambios significativos. En la arquitectura, esta idea cobra especial relevancia en la selección y desarrollo de materiales innovadores desde las primeras etapas del diseño y la construcción. El objetivo principal es minimizar el impacto en el entorno, integrando soluciones que aprovechen factores ambientales como la orientación del viento, las fluctuaciones térmicas, la radiación solar y la ubicación estratégica de las edificaciones, reduciendo así el consumo energético y optimizando el confort térmico de los espacios.

Este enfoque de adaptabilidad y eficiencia es precisamente el núcleo de la Arquitectura Contenedor, una disciplina que transforma estructuras metálicas originalmente destinadas al transporte de mercancías en espacios habitables flexibles y funcionales. La capacidad de los contenedores para integrarse a diferentes entornos, ya sean urbanos o rurales, resalta su potencial como una solución arquitectónica resiliente. (Ver Figura 8)

No obstante, la verdadera consolidación de este sistema como un modelo socioecológico sostenible depende de una planificación integral que considere la eficiencia estructural, el contexto geográfico y las condiciones ambientales del terreno. Su éxito radica en la capacidad de adaptarse, reorganizarse y absorber los cambios provocados por la interacción con el entorno, garantizando así su viabilidad a largo plazo como una alternativa innovadora dentro de la arquitectura contemporánea (Prieto Barboza, 2013)

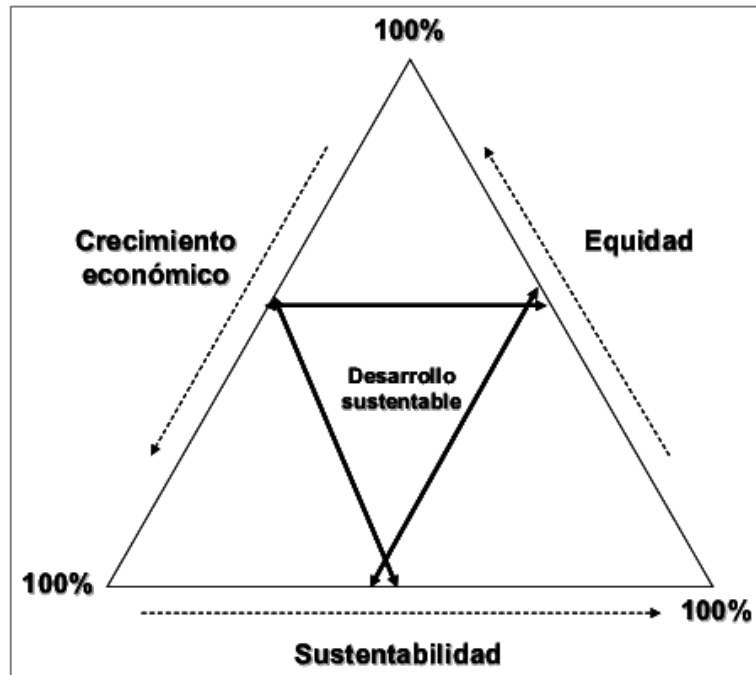


Figura 8: Triángulo de Nijkamp

Fuente: Extraída de (Dourojeanni, 2000)

2.2 Efectos ambientales en la industria de la construcción.

El sector de la construcción en Ecuador tiene un impacto ambiental considerable debido al alto consumo de recursos naturales, generación de residuos y emisiones de CO₂. Al igual que en otros países, analizar el "metabolismo" de la industria, es decir, el balance entre la extracción de materias primas, uso de agua y energía, y la importación/exportación de materiales, permite entender mejor la sostenibilidad del sector.

Los datos específicos en Ecuador muestran que los materiales de construcción representan un porcentaje significativo en el consumo de recursos y generan efectos adversos en los ecosistemas locales. (Ver Figura 9)

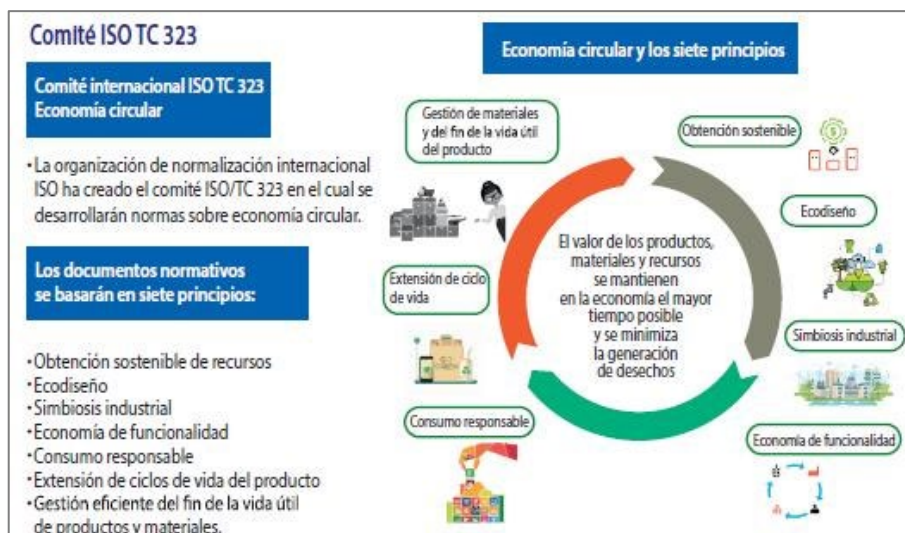


Figura 9: ISO y los objetivos de la economía circular bajo las tres dimensiones del desarrollo sostenible: ambiental, económico y social.

Fuente: Extraída de (Díaz Santana, 2019)

La industria de la construcción en Ecuador utiliza una cantidad significativa de materiales de construcción extraídos del suelo, los cuales representan aproximadamente el 25% de los recursos extraídos en el país, un valor similar al de otros países en la región. Esta extracción indiscriminada afecta especialmente áreas agrícolas y ecosistemas frágiles, desplazando hábitats y causando deforestación. Los estudios de la Estrategia Nacional de Economía Circular en Ecuador destacan la necesidad de reducir este consumo mediante el fomento de materiales alternativos y tecnologías que optimicen el uso de los recursos naturales. (Almeida, 2020)

En Ecuador, el sector de la construcción contribuye al 30% de las emisiones totales de CO₂, debido principalmente al uso de maquinaria pesada y la producción de materiales, como el cemento. Esta producción requiere altas cantidades de energía, generalmente de fuentes no renovables, lo que incrementa la huella de carbono del país. Además, alrededor del 40% de la energía nacional es consumida por la construcción, lo que convierte a este sector en uno de los más intensivos en términos energéticos. (Almeida, 2020)

Uno de los aspectos más críticos es la generación de residuos. El sector genera aproximadamente 100 millones de toneladas de materiales anualmente, de los cuales un 20% se convierte en escombros que suelen tener una disposición final inadecuada. Según estudios recientes, Ecuador produce entre 10 y 15 millones de toneladas de escombros cada año, provenientes principalmente de demoliciones. El problema se agrava porque cerca del 30% de estos residuos no se disponen correctamente y terminan en vertederos no autorizados, lo que representa una amenaza para el suelo y cuerpos de agua adyacentes. (Ver Figura 10)

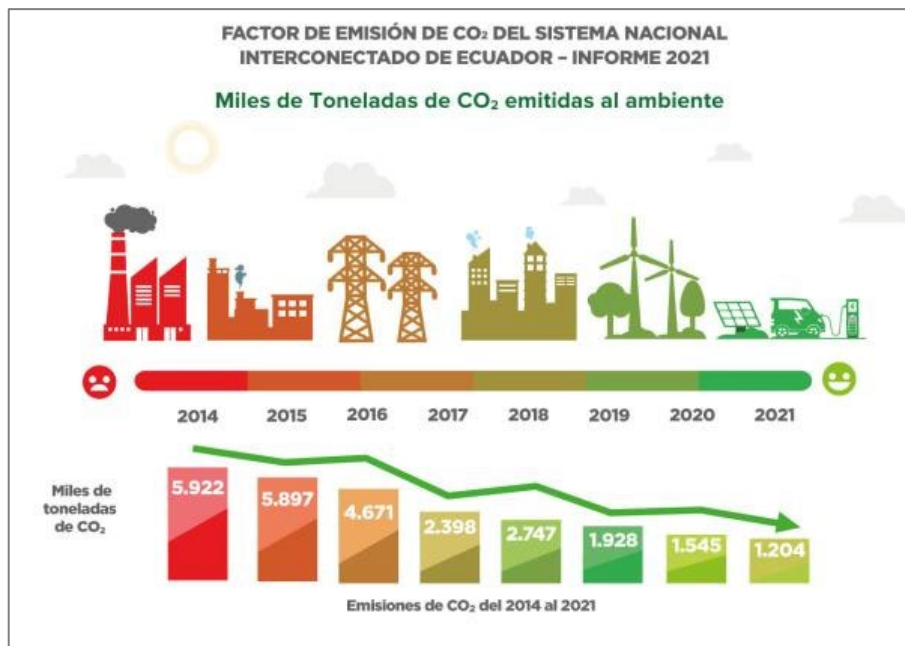


Figura 10: Factor de emisión de CO₂ del sistema nacional interconectado de Ecuador

Fuente: Extraída de (Ministerio de Energía y Minas, 2022)

La composición de estos escombros en Ecuador es similar a la de otros países: un 50% de albañilería, 20% de concreto, y 20% de otros materiales como madera y cerámicos. Actualmente, el nivel de aprovechamiento de escombros es muy bajo, con apenas el 2% siendo reciclado. Esta baja tasa de reutilización refleja una carencia de cultura de reciclaje en el sector y una falta de incentivos para las constructoras, que en su mayoría optan por el desecho sin un adecuado tratamiento. (Municipio de Quito, 2020) (Ver Figura 11)



Figura 11: Escombros de construcción en Ecuador

Fuente: Extraída de (Municipio de Quito, 2020)

Para mitigar estos impactos, Ecuador ha comenzado a adoptar prácticas de construcción sostenible. Por ejemplo, el uso de contenedores marítimos reciclados para vivienda se ha convertido

en una alternativa prometedora para reducir residuos y el consumo de nuevos materiales, cumpliendo con los principios de reducir, reutilizar y reciclar. Este enfoque ayuda a disminuir el uso de recursos no renovables y a cerrar el ciclo de vida de los materiales de construcción.

Análisis de Ciclo de Vida (ACV)

Es una metodología que analiza y valora el impacto ambiental asociado a un producto o servicio a lo largo de todas las fases de su ciclo de vida, con el propósito de establecer un equilibrio ecológico y promover un desarrollo sostenible. En el ámbito de la construcción, el Análisis del Ciclo de Vida (ACV) aplicado a una edificación comprende cuatro fases fundamentales, las cuales están definidas en la norma UNE-EN ISO 14040 (CYPE, 2020), y se detallan a continuación:

- Producto A1-A3: Extracción de materias primas (A1), transporte a fábrica (A2) y fabricación (A3).
- Proceso de Construcción A4-A5: Transporte del producto (A4), Proceso de Instalación del producto y construcción (A5).
- Uso del Producto B1-B7: Uso B1, Mantenimiento (B2), Reparación (B3), Sustitución (B4), Rehabilitación (B5), uso de energía operacional (B6), uso del agua operacional (B7).
- Fin de Vida C1-C4: Deconstrucción y derribo (C1), Transporte (C2), Gestión de residuos para reutilización, recuperación y reciclaje (C3), Eliminación Final (C4).

Los programas informáticos diseñados para la construcción, el análisis del impacto ambiental y el Análisis del Ciclo de Vida - ACV son herramientas digitales que procesan datos proporcionados por el usuario y del entorno. Estas herramientas generan información detallada sobre el impacto ambiental y el ACV. (CYPE, 2020) incorporando en cada unidad constructiva los siguientes aspectos:

- Potencial de calentamiento global (GPW).
- El potencial de agotamiento de la capa de ozono estratosférico (ODP)
- El potencial de acidificación del suelo y de los recursos de agua (AP)
- El potencial de eutrofización (EP)
- El potencial de formación de ozono troposférico (POCP)
- El potencial de agotamiento de recursos abióticos para recursos no fósiles (ADPE)
- El potencial de agotamiento de recursos abióticos para recursos fósiles (ADFP)
- El uso total de la energía primaria renovable (PERT)
- El uso total de la energía primaria no renovable (PERNRT)
- El uso neto de recursos de agua corriente (FW)

Los valores correspondientes a los parámetros mencionados se obtienen a partir del inicio de cada fase del proyecto, abarcando desde las etapas de fabricación (A1, A2, A3) y construcción (A4 y A5). En este proceso, se analizan y desglosan elementos como materiales, embalajes, maquinaria, equipos, medios auxiliares y residuos. (CYPE, 2020)

El análisis y evaluación de estos componentes permiten calcular con alta precisión el Ciclo de Vida de una edificación. Además, esta metodología genera una estimación detallada de los costos totales de la construcción, presentados en tablas y gráficos de barras para facilitar su interpretación (CYPE, 2020).

El documento de Análisis de Ciclo de Vida - ACV, elaborado mediante generadores de presupuestos o programas como Arquímedes, proporciona resultados significativos que permiten identificar áreas de mejora en la gestión de recursos y energía. Además, facilita la toma de decisiones en términos de viabilidad y sostenibilidad de los proyectos de construcción. Esto se refleja en iniciativas como la rehabilitación o recuperación de edificaciones, la adopción de tecnologías para optimizar el manejo de recursos y energía, y el aprovechamiento de materiales y estructuras existentes. (CYPE, 2020)

En cada fase del ciclo de vida, el uso de energía surge como un factor predominante, acompañado por la generación de emisiones contaminantes y un elevado consumo de recursos no renovables. Esta energía, en la mayoría de los casos, proviene de combustibles fósiles, responsables de una gran proporción de las emisiones de CO₂, uno de los principales gases de efecto invernadero - GEI.

El análisis de un ciclo de vida típico en la construcción convencional revela tres impactos principales: una alta emisión de contaminantes, la generación de considerables residuos que requieren disposición adecuada y la producción de materiales, que involucra tanto la extracción de materias primas como el consumo de combustibles fósiles. Estos factores combinados contribuyen al agotamiento de los recursos naturales, a la alteración significativa del paisaje y a un impacto negativo en el entorno ambiental. (Ver Figura 12)

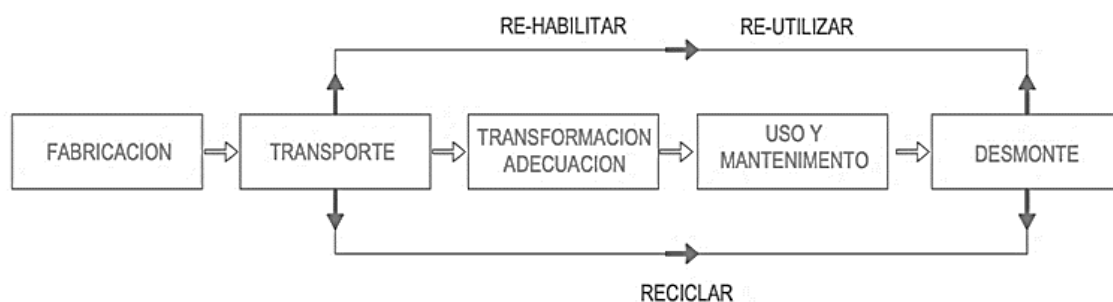


Figura 12: Esquema de ciclo de vida de la construcción mediante el uso de contenedores marítimos.

Fuente: Extraída de (Anacona, 2020)

El siguiente esquema presenta un análisis detallado de los impactos ambientales más significativos que ocurren a lo largo de cada fase del proceso constructivo. Desde la preparación inicial del terreno hasta la demolición y disposición final de los materiales, se identifican los efectos que cada actividad genera en el entorno, marcando el cierre del ciclo de vida de la edificación. Esta

clasificación es esencial para comprender la huella ecológica de la construcción y establecer estrategias que permitan mitigar los daños ocasionados. (Ver Tabla 2)

Uno de los aspectos fundamentales en este proceso es la reducción de emisiones contaminantes, las cuales suelen generarse en mayor proporción durante la transformación de los materiales, la remoción de suelos y la demolición de estructuras. Estas actividades no solo contribuyen a la degradación del medio ambiente, sino que también aceleran el agotamiento de los recursos naturales y elevan la generación de desechos.

Para abordar estos desafíos, es imprescindible implementar estrategias que optimicen el manejo de residuos en todas las etapas del proyecto. Esto implica garantizar una adecuada separación, reutilización y reciclaje de los materiales, así como establecer protocolos para su correcta disposición final. Asimismo, se debe fomentar el uso de materiales sostenibles y reciclados, reduciendo la demanda de recursos vírgenes y promoviendo alternativas con menor impacto ambiental. Además, una gestión eficiente de los recursos naturales juega un papel clave en la sostenibilidad de las construcciones. Implementar sistemas que minimicen el consumo de agua, energía y materias primas no solo ayuda a mitigar el impacto ambiental, sino que también mejora la eficiencia operativa y reduce los costos a largo plazo.

El empleo de contenedores marítimos en desuso como base para la construcción modular constituye un avance significativo hacia la disminución de residuos y la optimización del consumo energético mediante el uso de materiales reciclados. Este enfoque promueve un cambio transformador al cerrar el ciclo de vida de los materiales, redirigiendo su uso y alineándose con los tres principios fundamentales de la arquitectura sostenible: reciclar, reutilizar y reducir.

Tabla 2: Esquema de impactos ambientales mediante el uso de contenedores marítimos.

ESQUEMA DE CICLO DE VIDA DE CONTENEDORES MARÍTIMOS						
N°	Materiales	Operación	Producción de emisiones de residuos	Aspectos ambientales	Impactos ambientales	Intensidad Baja: 1 Media: 2 Alta: 3
1	Suelos	Productos de extracción y vaciado de terrenos	Emisión de partículas Ruido Contaminantes en el suelo	Consumo de energía Consumo de combustible Generación de residuos Retiro de árboles y cobertura vegetal Cambio de usos del suelo Emisión de COVs Emisión de gases por fuente fija	Alteración del paisaje y la geomorfología Contaminación del aire y la salud pública Contaminación atmosférica Deforestación Agotamiento de recurso natural Calentamiento global Afectación del ecosistema Inestabilidad de taludes	3
2	Pétreos	Operación de corte y tallado	Residuos de material Polvo Ruido	Retiro de árboles y cobertura Consumo de energía Consumo de combustible Emisión de gases por fuente fija	Contaminación del aire y la salud pública Contaminación de las aguas Afectación del ecosistema Contaminación por ruido o acústica Alteración de la función fotosintética de las plantas Alteración del paisaje y la geomorfología	3
3	Concreto (Hormigón – morteros)	Vertidos y operaciones de limpieza	Uso de equipos mecánicos de Lodos de concentración variable	Vertido de agua residual Consumo de energía Consumo de combustibles Consumo de agua Derrame de sustancias químicas	Contaminación del aire y la salud pública Contaminación de las afluentes de agua Contaminación atmosférica Agotamiento de recurso natural	3
4	Cerámicos	Operaciones de corte y adecuación de forma	Residuos de material Polvo Ruido	Vertido de agua residual Consumo de energía Generación de residuos Emisión de ruido	Contaminación de las afluentes de agua Agotamiento de recurso natural Contaminación auditiva	2
5	Conglomerantes aditivos – cementos – yesos	Vertido	Polvo Lodos de limpieza	Consumo de agua Vertido de agua residual Consumo de insumos químicos Consumo de energía	Agotamiento de recurso natural Contaminación de las afluentes de agua Contaminación atmosférica	3

6	Metálicos	Corte y adecuación de productos anticorrosivos: soldaduras	Residuos de material Lixiviado de anticorrosivos	Emisión de ruido Generación de residuos peligrosos Consumo de energía	Contaminación del aire y la salud pública Contaminación de las afluentes de agua	3
7	Adhesivos pegantes – espumas	Operaciones de sellado	Emisiones de gases Envases	Generación de residuos peligrosos Emisión de olores Emisión de gases CFC	Contaminación atmosférica	2
8	Pinturas y revestimientos	Operaciones de aplicación, limpieza y vertidos	Emisión de gases Residuos líquidos Envases	Generación de residuos peligrosos Emisiones de COVs Emisión de gases CFC	Contaminación atmosférica Contaminación de las afluentes de agua	3
9	Plásticos y polímeros	Corte y transformación Proceso de sellado y residuos de proyección	Residuos de material Emisión de gases	Consumo de energía Generación de residuos Generación de residuos peligrosos Emisiones de COVs Consumo de insumos químicos Emisión de gases CFC	Contaminación atmosférica Contaminación de las afluentes de agua Afectación del ecosistema	3
10	Maderables	Operaciones de corte Tratamientos de protección y/o acabados	Polvo Emisión de gases	Consumo de energía generación de residuos reciclables emisión de ruido	Agotamiento de recurso natural Contaminación atmosférica Contaminación del aire y la salud pública Contaminación auditiva	3
11	Lacas y derivados	Operaciones de aplicación en caliente	Residuos sólidos y semisólidos Emisión de gases Vertidos	Emisión de gases CFC Generación de residuos Emisión de COVs Generación de residuos peligrosos	Contaminación de las afluentes de agua Contaminación atmosférica	2
12	Demolición general	Operación de demolición y retiro de escombros	Emisión de partículas Ruido y polvo Contaminantes en el suelo Residuos sólidos y semisólidos Vertidos Residuo de material	Consumo de energía Generación de residuos Generación de residuos peligrosos Emisión de ruido Emisión de olores Emisión de gases por fuente fija	Contaminación del aire y la salud pública Contaminación de las afluentes de agua Contaminación del suelo Contaminación auditiva Contaminación global	3

Fuente propia: En base a (Anacona, 2020)

2.3 Construcción sostenible.

El concepto de "construcción sostenible" ha cobrado relevancia en los últimos años dentro de los diferentes sectores de la construcción y las disciplinas asociadas. Según el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, esta práctica se define como "la forma de satisfacer las necesidades actuales de vivienda e infraestructura sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para cubrir las suyas". Este enfoque busca un balance entre el progreso económico, el manejo responsable de los recursos naturales y el cumplimiento de obligaciones sociales. (UN Environment Programme, 2024)

En 1996, la ciudad de Estambul fue sede de la segunda conferencia de Naciones Unidas sobre asentamientos humanos, conocida como Hábitat II, celebrada del 3 al 14 de junio. Durante esta reunión, se discutieron estrategias dirigidas a garantizar viviendas dignas y promover asentamientos humanos que fueran más seguros, saludables, habitables, equitativos, sostenibles y productivos (Naciones Unidas, 1996)

La construcción sustentable tiene como propósito alinear el diseño arquitectónico y las políticas urbanas con los Objetivos de Desarrollo Sostenible - ODS de las Naciones Unidas. De forma específica, atiende los objetivos "Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles", garantizando viviendas accesibles para todos, y "Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles", enfrentando el desafío de que el sector de la construcción es un importante generador de contaminación y un factor clave en el cambio climático.

Por consiguiente, la arquitectura, las ingenierías y las disciplinas vinculadas deben fomentar prácticas constructivas sostenibles. Esto requiere una planificación ambiental consciente que minimice los impactos negativos en el entorno y responda a las demandas sociales mediante métodos innovadores que sean beneficiosos a corto y largo plazo.

2.4 Sistemas de certificación sustentable.

En el contexto actual, caracterizado por el crecimiento de prácticas que buscan mitigar los impactos ambientales de la construcción, han surgido certificaciones ambientales como mecanismos clave para fomentar la sostenibilidad. Estas certificaciones son herramientas diseñadas para minimizar el consumo excesivo de recursos naturales, estableciendo criterios enfocados en la eficiencia energética y el uso responsable del agua durante todo el ciclo de vida de una edificación, desde su ejecución hasta su operación. (CEES acelerando la construcción y el urbanismo hacia la sostenibilidad, 2011)

En Ecuador, desde 2011, el Consejo Ecuatoriano de Edificación Sustentable (CEES) ha liderado esfuerzos para promover el conocimiento sobre construcción y urbanismo sostenibles. Este organismo respalda la formulación de políticas orientadas hacia la producción y el consumo responsable, con miras a fomentar prácticas más respetuosas con el medio ambiente. (CEES acelerando la construcción y el urbanismo hacia la sostenibilidad, 2011)

En el período comprendido entre 2021 y 2023, el CEES ha enfocado sus acciones en consolidarse como un referente técnico en sostenibilidad para la industria de la construcción y el desarrollo urbano en Ecuador. Sus iniciativas se sustentan en una metodología que, aunque varía según el enfoque de cada certificación, conserva parámetros comunes relacionados con biodiversidad, materiales, consumo energético, atmósfera y gestión de residuos. Estos principios son compatibles con los fundamentos de la arquitectura contenedor y refuerzan su potencial en el marco de la construcción modular sostenible. (CEES acelerando la construcción y el urbanismo hacia la sostenibilidad, 2011)

A nivel global, el Consejo Mundial de la Construcción Sostenible identifica cerca de cuarenta y cinco programas de certificación en el sector. Sin embargo, el enfoque de este análisis se centra en las certificaciones actualmente implementadas en Ecuador y promovidas como parte de la Estrategia Nacional de Economía Circular, alineándose con la transición hacia un modelo constructivo más respetuoso y eficiente. (Ver Tabla 3)

Tabla 3: Sistemas de construcción sostenible en Ecuador

SISTEMAS DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE EN ECUADOR			
Organización	Aproximación	Indicador	Características
	Certificador Multi Indicador	Indicadores globales de desempeño	Enfoque integral de sostenibilidad: Evalúa el impacto ambiental, social y económico de las edificaciones. Criterios adaptados a la realidad ecuatoriana: Considera aspectos climáticos, geográficos y normativos del país. Gestión ambiental en todo el ciclo de vida: Abarca desde el diseño y la construcción hasta la operación del edificio.
	Certificador Multi Indicador	Indicadores globales de desempeño	Internacional Enfoque en materiales y energía Beneficios operacionales y de mantenimiento Enfoque en mitigación de cambio climático Sector institucional vivienda Fuerte en América
	Certificador Multi Indicador	Indicadores globales de desempeño	Gestión de residuos: impulsa la reducción, reutilización y reciclaje de materiales de construcción para minimizar los desechos. Respaldo gubernamental: otorgada por Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE), alineada con políticas nacionales de sostenibilidad
	Ahorro Energético	Enfoque Energético	No hay aproximación integral al proyecto La línea base del consumo no tiene estándares internacionales Enfoque en el desempeño energético
	Certificador Multi Indicador	Indicadores globales de desempeño	Aproximación prescriptiva para algunos créditos Adaptación a normativa local Auditoria flexible Aplica para construcciones nuevas y en uso Enfoque en urbanismo y vivienda

Fuente: Elaboración propia

2.4.1 Sistema de certificación LEED.

El Sistema de Certificación LEED - Leadership in Energy & Environmental Design, es un programa reconocido a nivel internacional, desarrollado en el año 2000 por el U.S. Green Building Council – USGBC, con el propósito de establecer estándares de sostenibilidad en el diseño, construcción y operación de edificaciones de alto rendimiento. Esta certificación se ha consolidado como un referente mundial en la evaluación de construcciones sustentables, promoviendo prácticas que minimizan el impacto ambiental y optimizan el uso de los recursos naturales. (LEED Green Building Certification System, 2016)

LEED se basa en un sistema de clasificación que evalúa los edificios según su desempeño en siete categorías:

- Sitios Sustentables (SS)
- Ahorro de Agua (WE)
- Energía y Atmósfera (EA)
- Materiales y Recursos (MR)
- Calidad Ambiental de los Interiores (IEQ)
- Innovación en el Diseño (ID)
- Prioridad Regional

Estas áreas abordan aspectos fundamentales como la eficiencia energética, la reducción de emisiones de carbono, la conservación del agua y la selección de materiales sostenibles, garantizando edificaciones más resilientes y amigables con el entorno. (LEED Green Building Certification System, 2016)

En Ecuador, la certificación LEED ha sido adoptada en diversos proyectos, evidenciando un compromiso creciente con la construcción sustentable. Edificios corporativos, residenciales y comerciales han integrado criterios de eficiencia energética y gestión ambiental para obtener esta acreditación, alineándose con las metas nacionales de sostenibilidad y economía circular. Además de reducir el impacto ecológico, su implementación mejora la calidad de vida de los ocupantes, optimiza costos operativos y aumenta el valor de los inmuebles en el mercado. Gracias a su flexibilidad y enfoque adaptable, LEED se ha convertido en una herramienta clave para fortalecer la competitividad del sector y fomentar un desarrollo urbano más eficiente y responsable con el medio ambiente. (LEED Green Building Certification System, 2016)

2.4.2 Certificación ecuatoriana ambiental PUNTO VERDE para construcciones sostenibles.

La Certificación Ecuatoriana Ambiental Punto Verde es un reconocimiento otorgado por el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica - MAATE de Ecuador. Este mecanismo voluntario a nivel nacional busca incentivar prácticas sostenibles en diversos sectores, incluyendo la construcción. En el ámbito de las construcciones sostenibles, la certificación se orienta a proyectos que, desde su diseño, construcción u operación, demuestren resultados ambientalmente innovadores, prácticos y efectivos para la gestión ambiental. (Gob.ec, 2024) (Ver Figura 13)

Beneficiarios

Pueden acceder a esta certificación:

- Personas naturales o jurídicas, ya sean públicas o privadas.
- Ecuatorianos o extranjeros.

Específicamente, está dirigida a proyectos de construcción que se encuentren en las etapas de construcción u operación.

Requisitos principales:

- Presentar una carta de intención dirigida a la Subsecretaría de Calidad Ambiental del MAATE.
- Contar con una autorización administrativa ambiental vigente (certificado, registro o licencia ambiental).
- Tener los permisos de funcionamiento de la construcción.
- Aplicar a proyectos de construcción a partir de 3.000 m² o renovaciones mayores al 25% del total de la edificación.
- El proyecto debe encontrarse en operación o tener un avance mínimo del 50% en su construcción.
- Completar el formulario de autoevaluación (Anexo 5 del Acuerdo Ministerial No. 140) con un cumplimiento mínimo del 65% en la evaluación.
- Respalda el proyecto con evidencias como memorias descriptivas, planos, fotografías e indicadores de eficiencia. (Gob.ec, 2024)

Además, una vez habilitada la visita por parte de la Autoridad Ambiental Nacional, la empresa deberá contratar los servicios de un Organismo Evaluador de la Conformidad acreditado para evaluar el procedimiento. (Gob.ec, 2024)

Procedimiento para obtener la certificación:

- Acceder al trámite en línea a través del portal oficial y completar el formulario digital.
- Coordinar la visita de evaluación en conjunto con la Autoridad Ambiental Nacional y el Organismo Evaluador de la Conformidad seleccionado.
- Recibir el oficio de la autoridad ambiental informando sobre la concesión o no de la certificación.
- En caso positivo, recibir la Certificación Punto Verde. (Gob.ec, 2024)

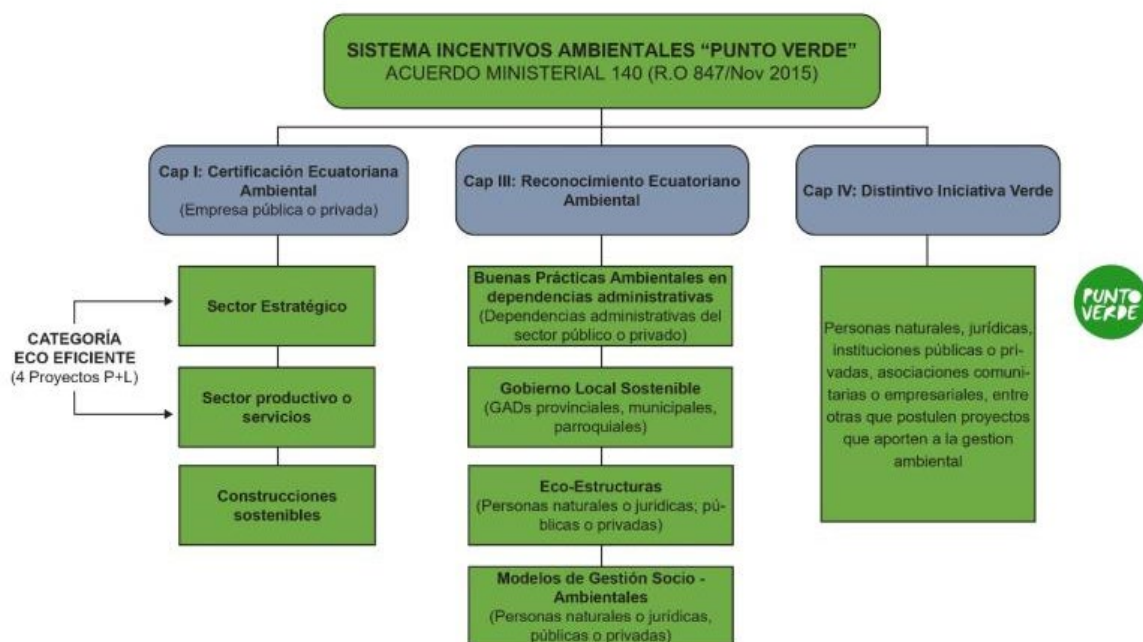


Figura 13: Sistema de incentivos ambientales

Fuente: Elaboración propia

2.4.3 Normas ecuatorianas de construcción sostenible (NECS).

Estas normas son promovidas por el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI) y establecen criterios para la construcción de viviendas sostenibles y de interés social, abordando aspectos como la eficiencia en el uso del agua y la energía, y la gestión de residuos. (MIDUVI, 2023)

2.4.4 Certificación EDGE.

EDGE - Excellence in Design for Greater Efficiencies, es un sistema desarrollado por la Corporación Financiera Internacional (IFC), entidad perteneciente al Grupo del Banco Mundial, con el propósito de fomentar la construcción sostenible de manera accesible y eficiente. Su metodología está diseñada para optimizar el desempeño ambiental de los edificios, permitiendo que los desarrolladores y constructores adopten soluciones adaptadas a las condiciones climáticas y las necesidades específicas de cada contexto local. (Green Group Sustainability Consulting, 2019)

Uno de los aspectos distintivos de EDGE es su enfoque integral, que inicia desde la fase de diseño y acompaña a lo largo del proceso constructivo. Gracias a este enfoque, los proyectos certificados pueden incorporar estrategias como sistemas de iluminación de bajo consumo, energía solar y dispositivos para la conservación del agua, logrando una reducción de aproximadamente 20 % en el consumo de recursos en comparación con edificaciones convencionales. Esta optimización no solo reduce el impacto ambiental, sino que también incrementa el valor de los inmuebles entre un 4 % y un 10 %, haciéndolos más atractivos para inversionistas y compradores. (Green Group Sustainability Consulting, 2019)

Los beneficios de esta certificación han sido evidenciados a través de importantes resultados en edificaciones precertificadas y certificadas. Hasta la fecha, se ha registrado un ahorro superior a 43.000.000 de KWh anuales, además de la conservación de más de 840.000 m³ de agua y la reducción de 7.200.000 MJ de consumo energético, gracias a una selección eficiente de materiales y tecnologías sostenibles. (Green Group Sustainability Consulting, 2019)

EDGE se ha consolidado como una herramienta clave para transformar la industria de la construcción, ofreciendo una certificación que equilibra el impacto ambiental con la viabilidad económica de los proyectos. Su accesibilidad y flexibilidad han permitido su implementación en múltiples países, posicionándola como una solución efectiva para acelerar la transición hacia edificaciones más sostenibles. Además, al estar alineada con los principios de la economía circular y la eficiencia energética, se reduce la huella de carbono y promueve un desarrollo urbano más resiliente y responsable. (EDGE, Corporación Financiera Internacional IFC, 2019)

2.4.5 Certificación ISO 14001.

Aunque no es exclusiva del sector de la construcción, muchas empresas constructoras en Ecuador optan por esta certificación para demostrar su compromiso con la gestión ambiental y la mejora continua en sus procesos. (Il-ccertificacion, 2020)

2.5 Análisis climático y la integración con el entorno

2.5.1 Esmeraldas

La ciudad de Esmeraldas, ubicada en la costa noroccidental del Ecuador, presenta un clima tropical monzónico (Am) según la clasificación de Köppen-Geiger. Este tipo climático se caracteriza por altas temperaturas constantes durante todo el año, elevada humedad relativa y una marcada estacionalidad en las precipitaciones. Dos de los factores climáticos más relevantes para el diseño arquitectónico pasivo y resiliente en esta región son el soleamiento y las precipitaciones predominantes. (Ver Figura 14)



Figura 14: Ubicación de Esmeraldas

Fuente: Extraída de (Marsh, 2025)

El soleamiento en Esmeraldas es elevado durante todo el año debido a su ubicación geográfica cercana al ecuador (latitud aproximada de 1° N). La incidencia solar es prácticamente perpendicular en gran parte del año, lo que implica un alto potencial de ganancia térmica sobre superficies expuestas, tanto horizontales como verticales. (Ver Figura 15)

- Radiación solar global promedio anual: Aproximadamente 5,0 – 5,5 kWh/m²/día.
- Meses con mayor radiación solar: De enero a marzo y de septiembre a noviembre, con un aumento de horas de sol despejado.
- Meses con mayor nubosidad y menor radiación directa: Entre abril y julio, coincidiendo con el pico de la estación lluviosa.
- Duración diaria promedio del sol: Varía entre 4,5 y 7,5 horas diarias, dependiendo de la nubosidad estacional.
- Orientaciones más críticas: Las fachadas oeste y este reciben la mayor carga térmica por exposición solar directa en las mañanas y tardes, respectivamente.

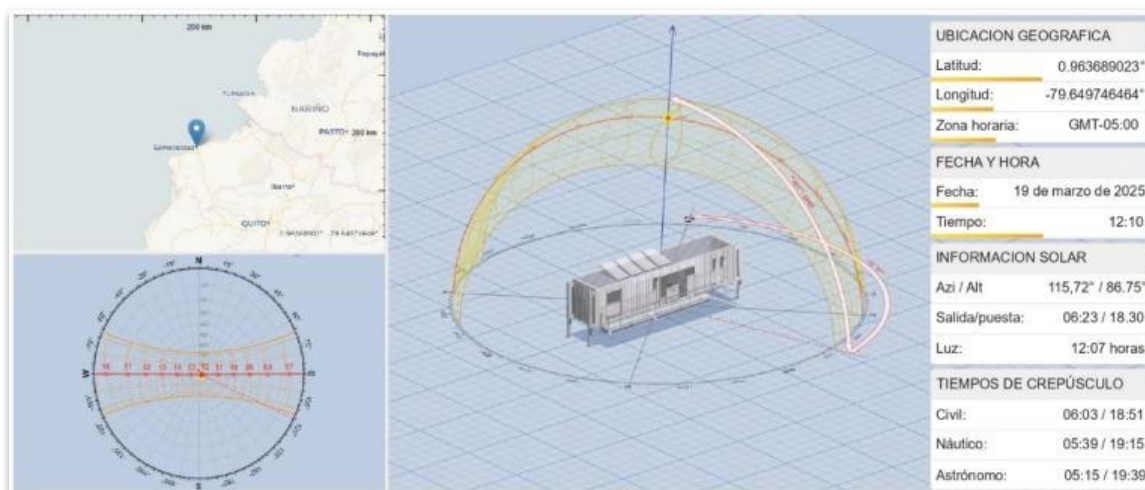


Figura 15: Información solar de Esmeraldas

Fuente: Extraída de (Marsh, 2025)

ANÁLISIS DE PRECIPITACIONES MAXIMAS Y MINIMAS EN LA CIUDAD DE ESMERALDAS Y SU RELACION CON LOS RIESGOS DE INUNDACIÓN.

La ciudad de Esmeraldas, ubicada en la región litoral del Ecuador, presenta un régimen pluviométrico marcado por fuertes contrastes estacionales, lo que incrementa su vulnerabilidad frente a eventos de inundación, especialmente en zonas urbanas de baja altitud y con drenaje deficiente.

Según datos históricos y promedios climatológicos, el periodo con mayor concentración de precipitaciones se sitúa a mediados del mes de marzo, alcanzando un pico aproximado de 5,60 mm/día. Esta acumulación diaria sostenida en semanas consecutivas coincide con la fase más intensa de la estación lluviosa, caracterizada por la presencia de masas de aire húmedo

provenientes del Océano Pacífico, así como por el fortalecimiento de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), lo cual favorece la convección y formación de lluvias intensas y persistentes.

Durante este periodo, el riesgo de inundaciones fluviales y pluviales se incrementa considerablemente debido a la saturación de los suelos, la escorrentía superficial elevada y el desbordamiento de ríos como el Esmeraldas y el Teaone, que atraviesan zonas urbanas y periurbanas. La situación se agrava en sectores con urbanización no planificada, falta de infraestructura de drenaje adecuada y deforestación de áreas ribereñas. Estas condiciones han provocado, históricamente, eventos catastróficos que han afectado tanto a la infraestructura urbana como a la seguridad de los habitantes. (Ver Figura 16)

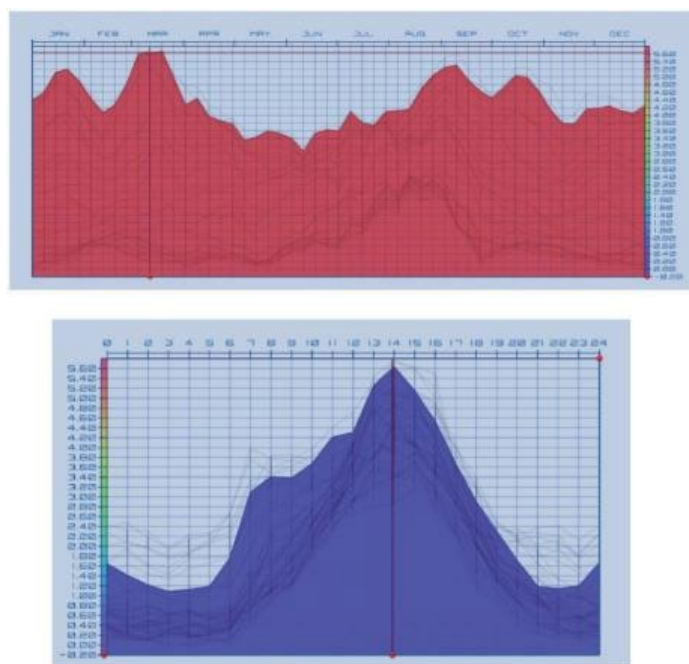


Figura 16: Información de precipitaciones máximas en Esmeraldas

Fuente: Extraída de (Marsh, 2025)

En contraste, el nivel más bajo de precipitaciones se registra a inicios del mes de abril, con un promedio de 0,20 mm/día. Este valor es considerablemente bajo en términos absolutos, representa la etapa de menor actividad pluvial dentro del ciclo anual. Este descenso coincide con el debilitamiento de la ZCIT y la entrada de masas de aire más seco, reduciendo significativamente los niveles de humedad atmosférica. No obstante, incluso en esta temporada, la ciudad no está completamente exenta de riesgos, especialmente en zonas con acumulación de aguas residuales o problemas de alcantarillado pluvial. (Ver Figura 17)

Riesgos asociados por estaciones:

- Alta vulnerabilidad (febrero - abril): Período crítico, donde se concentra más del 40% de la precipitación anual. Riesgo muy alto de desbordamientos e inundaciones súbitas.
- Moderada vulnerabilidad (mayo - julio): Reducción parcial de lluvias, pero con eventos localizados que pueden causar anegamientos si los suelos permanecen saturados.
- Baja vulnerabilidad (agosto - noviembre): Período relativamente seco. Menor probabilidad de inundaciones, aunque pueden presentarse lluvias aisladas.
- Vulnerabilidad creciente (diciembre - enero): Inicio del ascenso del régimen lluvioso. Riesgo moderado en función de la intensidad del fenómeno del Niño o La Niña.

Por lo tanto, el análisis de las precipitaciones anuales en Esmeraldas debe ser considerado un insumo clave para el diseño de estrategias de prevención de desastres, planificación urbana resiliente y construcción de viviendas adaptadas a climas húmedos tropicales con alta incidencia de inundaciones estacionales. (Ver Figura 17 - 18)

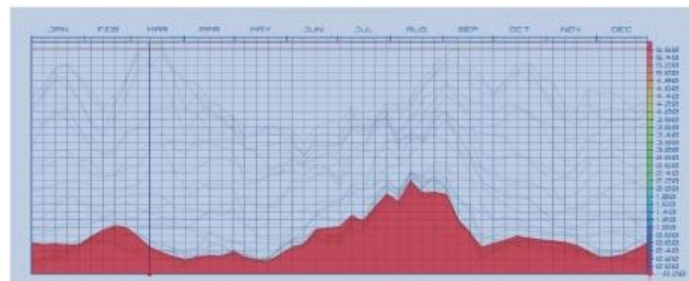


Figura 17: Información de precipitaciones mínimas en Esmeraldas

Fuente: Extraída de (Marsh, 2025)

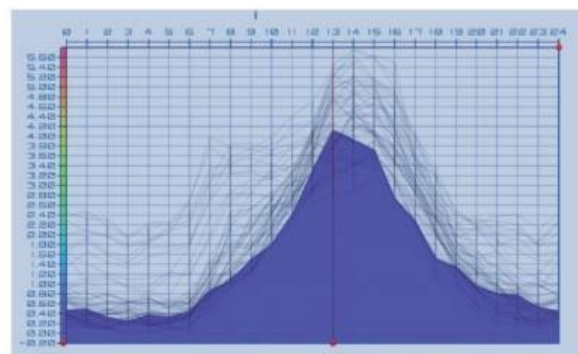


Figura 18: Información de precipitaciones mínimas en Esmeraldas

Fuente: Extraída de (Marsh, 2025)

Implicaciones para el diseño:

- Se recomienda el uso de aleros, parasoles, celosías y vegetación de sombra para reducir la carga térmica directa.
- El uso de materiales de baja inercia térmica y colores claros en fachadas ayuda a minimizar la absorción del calor.

- El aprovechamiento del recurso solar puede ser altamente eficiente mediante la instalación de paneles fotovoltaicos y sistemas solares térmicos, con una inclinación mínima debido a la latitud baja.

2.5.2 Portoviejo

La ciudad de Portoviejo, capital de la provincia de Manabí, presenta un clima tropical seco (Aw) según la clasificación de Köppen, con un régimen pluviométrico altamente estacional. Esta condición climática, sumada a factores topográficos, antrópicos y de infraestructura, convierte a Portoviejo en una de las ciudades del Ecuador con mayor exposición al riesgo de inundaciones, especialmente durante ciertos meses del año. (Ver Figura 19)



Figura 19: Ubicación de Portoviejo

Fuente: Extraída de (Marsh, 2025)

Portoviejo presenta una alta carga de radiación solar anual, producto de su proximidad al ecuador (latitud aproximada 1°S) y su cielo despejado en gran parte del año. (Ver Figura 20)

- Radiación solar global promedio: Entre 5,2 y 5,8 kWh/m²/día a lo largo del año.
- Meses con mayor exposición solar: Diciembre a mayo, donde se presentan cielos más despejados y mayor duración de la irradiancia directa, a pesar de la temporada lluviosa.
- Meses con menor exposición solar: Julio a septiembre, debido a nubosidad parcial generada por corrientes oceánicas frías.
- Horas de sol efectivo diario: Promedio anual entre 6,5 y 8 horas por día, con picos de hasta 9 horas en temporada seca

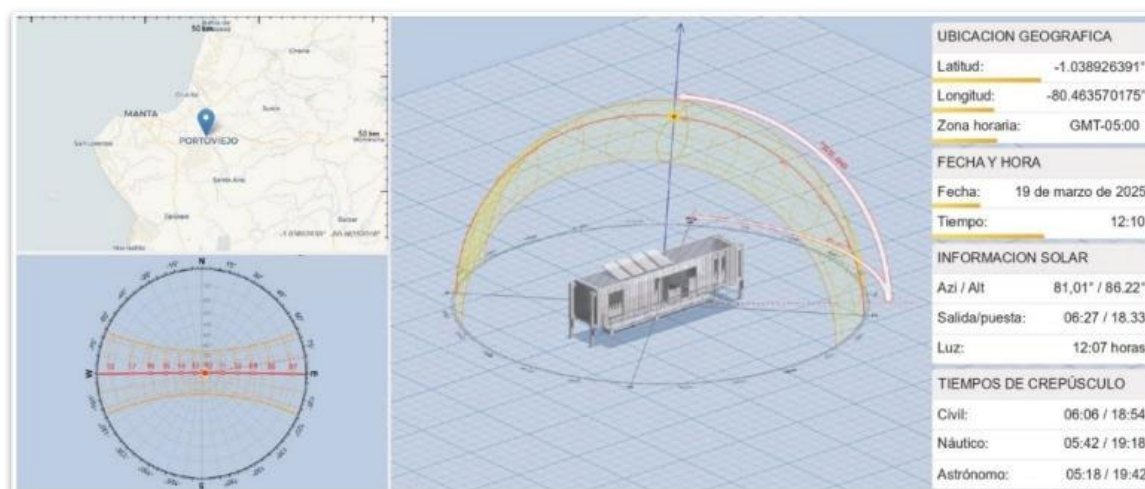


Figura 20: Información solar de Portoviejo

Fuente: Extraída de (CYPE, 2020)

ANÁLISIS DE PRECIPITACIONES MAXIMAS Y MINIMAS EN LA CIUDAD DE ESMERALDAS Y SU RELACION CON LOS RIESGOS DE INUNDACIÓN.

La ciudad de Portoviejo, presenta un clima tropical seco (Aw) según la clasificación de Köppen, con un régimen pluviométrico altamente estacional. Esta condición climática, sumada a factores topográficos, antrópicos y de infraestructura, convierte a Portoviejo en una de las ciudades del Ecuador con mayor exposición al riesgo de inundaciones, especialmente durante ciertos meses del año. (Ver Figura 21)

Precipitaciones Máximas y su Impacto en la Vulnerabilidad Hídrica

Los análisis climatológicos indican que los periodos de máxima pluviosidad en Portoviejo se concentran principalmente en dos ventanas anuales críticas:

- Mediados de marzo: Con un promedio de precipitación que alcanza los 5,40 mm/día, correspondiente a la fase más intensa de la estación lluviosa. Este periodo está directamente influenciado por el desplazamiento de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) hacia el sur del Ecuador y por el ingreso de masas de aire húmedo desde el Océano Pacífico, muchas veces reforzadas por condiciones del fenómeno de El Niño, que tiende a intensificar las lluvias en la región costera.
- Mediados de septiembre: Sorprendentemente, se observa un pico secundario de precipitación con valores de hasta 5,20 mm/día. Este comportamiento está asociado a perturbaciones atmosféricas transitorias, como ondas tropicales y fenómenos convectivos locales. Aunque no es tan persistente como el pico de marzo, este incremento súbito puede saturar la capacidad de drenaje del río Portoviejo y sus afluentes menores, generando inundaciones puntuales y desbordamientos.

Estos periodos coinciden con una alta vulnerabilidad urbana, debido a:

- Urbanización no planificada en zonas de cauces naturales.
- Déficit de infraestructura pluvial y alcantarillado.
- Desbordamientos recurrentes del río Portoviejo, que atraviesa el núcleo urbano.
- Erosión de laderas y colmatación de canales naturales.

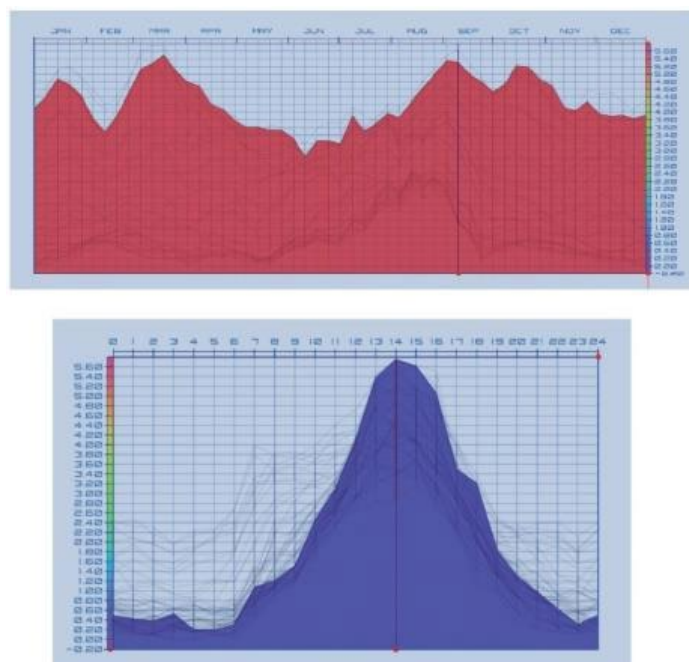


Figura 21: Información de precipitaciones máximas en Portoviejo

Fuente: Extraída de (Marsh, 2025)

Precipitaciones Mínimas y Estabilidad Hidrológica Relativa

En contraste, los valores mínimos de precipitación se registran a finales de diciembre, con un promedio de 0,00 mm/día. Esta temporada representa el punto más bajo del régimen hídrico anual, coincidiendo con condiciones más secas y mayor estabilidad atmosférica. Durante esta fase, la influencia de la ZCIT es mínima y las masas de aire seco del Pacífico Sur limitan la convección y formación de lluvias. (Ver Figura 22)

Si bien los niveles de precipitación siguen siendo moderadamente altos en términos comparativos internacionales, esta época del año representa una ventana de menor riesgo hidrometeorológico, ideal para intervenciones de mantenimiento, dragado y reforzamiento de infraestructuras críticas. (Ver Figura 22)

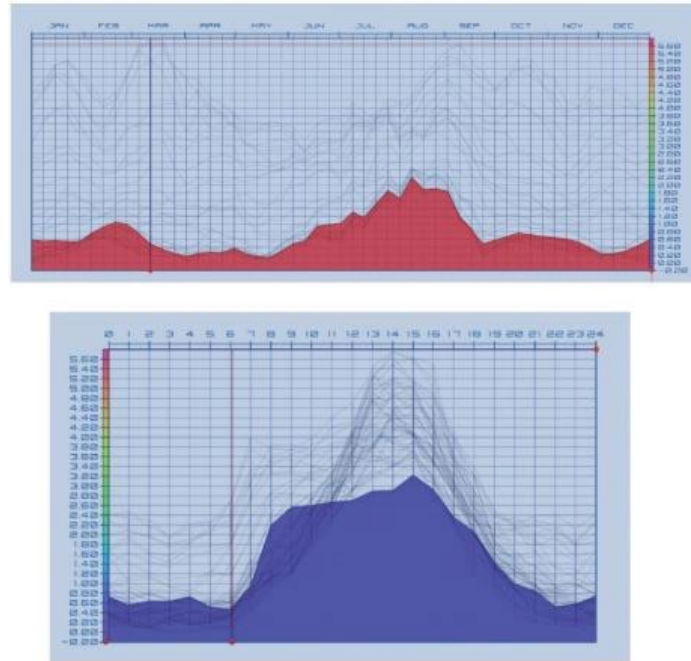


Figura 22: Información de precipitaciones mínimas en Portoviejo

Fuente: Extraída de (Marsh, 2025)

Impacto en el diseño

- Las fachadas este y oeste son las más afectadas por la radiación directa, especialmente entre las 8h00 y 11h00 (este) y entre las 14h00 y 17h00 (oeste).
- Se recomienda el uso de sombras horizontales profundas (aleros, voladizos) para controlar el soleamiento cenital, y pantallas verticales o vegetación densa en las fachadas laterales.
- La energía solar puede ser aprovechada eficientemente con sistemas fotovoltaicos con inclinación mínima (10° a 15°), optimizando su rendimiento durante todo el año.

2.5.3 Guayaquil

La ciudad de Guayaquil, localizada en la región litoral del Ecuador, presenta un clima tropical térmico húmedo, clasificado como Aw según la clasificación de Köppen, con una marcada estación lluviosa entre diciembre y mayo, y una estación seca entre junio y noviembre. Debido a su ubicación geográfica en una zona de baja altitud (aproximadamente 4 m.s.n.m.) y su proximidad al estuario del río Guayas, la ciudad se encuentra dentro de las zonas con mayor vulnerabilidad a inundaciones urbanas y fluviales del país. (Ver Figura 23)

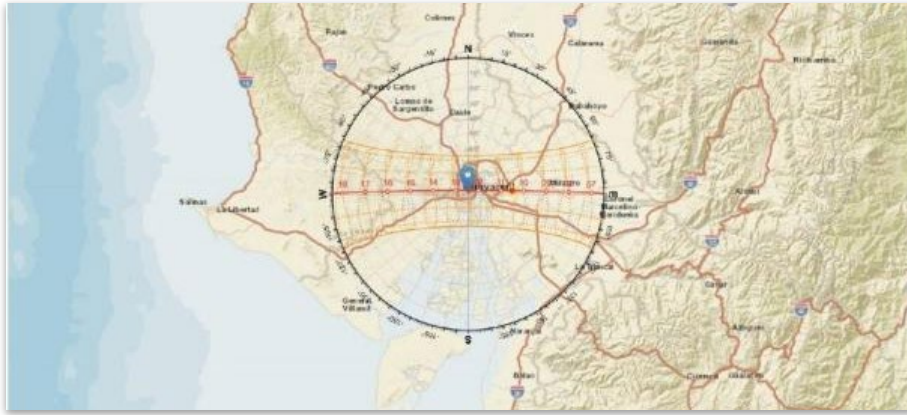


Figura 23: Ubicación de Guayaquil

Fuente: Extraída de (Marsh, 2025)

El soleamiento en Guayaquil es constante y elevado a lo largo del año debido a su cercanía al ecuador, con una duración media de radiación solar de aproximadamente 12 horas diarias. No obstante, la nubosidad estacional durante la época lluviosa limita el acceso directo al sol en ciertos meses. (Ver Figura 24)

- Radiación solar global media anual: Entre 4,8 y 5,4 kWh/m²/día.
- Meses con mayor soleamiento: Julio a noviembre, cuando hay menos nubosidad. Ideal para uso de sistemas solares pasivos y fotovoltaicos.
- Meses con menor soleamiento: Enero a marzo, donde predomina la nubosidad y lluvias intensas.
- Humedad relativa media: entre 75% y 85%, influye en la sensación térmica y en la disipación del calor absorbido por las superficies

La orientación solar de la ciudad recibe radiación intensa en todas las fachadas, por lo que se recomienda orientar los espacios habitables hacia el norte o noreste, con protección solar (voladizos o aleros) para evitar el sobrecalentamiento y aprovechar la luz natural difusa.

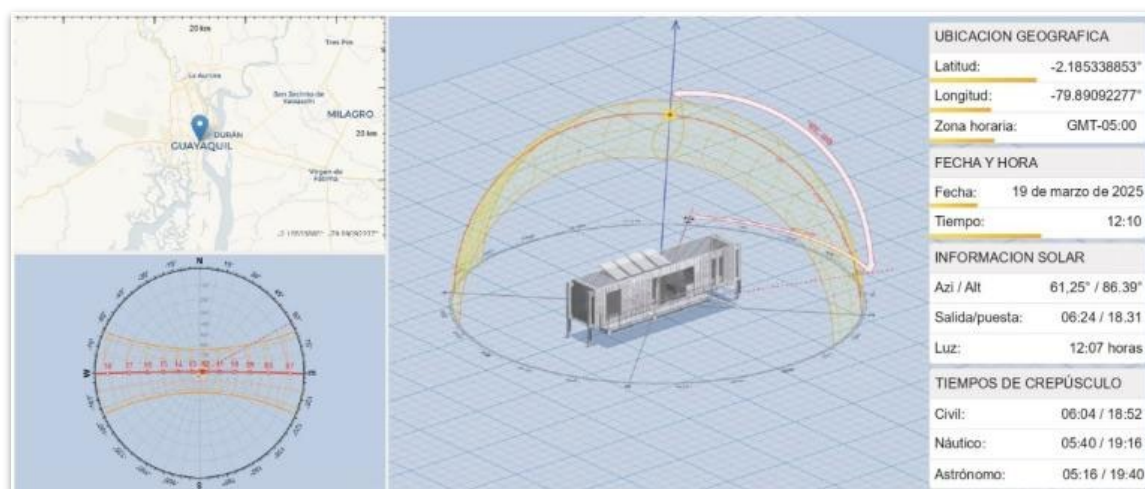


Figura 24: Información solar de Guayaquil

Fuente: Extraída de (Marsh, 2025)

Precipitaciones Máximas y Riesgo Hidrometeorológico

Durante los primeros días del mes de abril, Guayaquil registra sus picos más altos de precipitación anual, alcanzando un promedio diario de 5,80 mm, con eventos extremos que pueden superar los 50 mm en 24 horas, especialmente en años influenciados por el fenómeno de El Niño, que intensifica significativamente las lluvias en la costa ecuatoriana.

Las altas precipitaciones, combinadas con mareas altas y deficiencias en los sistemas de drenaje urbano, dan lugar a inundaciones de tipo pluvial, fluvial y por marea, afectando principalmente sectores vulnerables con alta densidad poblacional y urbanización no planificada.

Factores que agravan el riesgo de inundaciones en abril

- Saturación del sistema de alcantarillado pluvial y mixto.
- Incremento del caudal del río Guayas y sus afluentes.
- Elevación del nivel del mar y eventos de marea alta (aguaje).
- Acumulación de residuos sólidos que obstruyen las redes de drenaje.

Zonas como Mapasingue, Bastión Popular, Suburbio Oeste, Isla Trinitaria y Monte Sinaí figuran entre los sectores más propensos a anegamientos e inundaciones durante este periodo, con impactos significativos en la movilidad urbana, salud pública y pérdidas materiales.

Precipitaciones Mínimas y Estabilidad Hidrológica Estacional

En contraste, hacia finales del mes de junio, Guayaquil experimenta una disminución en los niveles de precipitación, registrando valores promedio en torno a los 2,60 mm/día. Aunque esta cifra puede parecer elevada si se compara con regiones andinas, dentro del contexto climático costero representa un descenso considerable en la frecuencia e intensidad de lluvias.

Durante esta etapa del año, se observa una mayor estabilidad atmosférica, disminución de la humedad relativa y reducción del caudal de los ríos urbanos, lo que se traduce en un nivel significativamente menor de riesgo de inundaciones, permitiendo labores de mantenimiento y obras de mitigación.

Sin embargo, incluso en este periodo más seco, la ciudad no está exenta de precipitaciones puntuales de corta duración que, en caso de coincidir con mareas altas o problemas estructurales en el sistema de evacuación pluvial, pueden generar inundaciones localizadas de bajo impacto. (Ver Tabla 4)

Tabla 4 Evaluación Estacional del Riesgo de Inundación en Guayaquil

Periodo del año	Nivel de precipitación	Riesgo de inundación	Observaciones
Enero - Abril	Alto (4,8 – 5,8 mm/día)	Alto a crítico	Lluvias intensas, saturación hídrica, marea alta.
Mayo	Moderado (3,2 – 4,0)	Medio	Disminución gradual de lluvias.
Junio - Noviembre	Bajo (0 – 1,2 mm/día)	Bajo	Época ideal para mantenimiento de sistemas de drenaje.
Septiembre - Octubre	Variable	Medio (dependiendo del año)	Posibles lluvias aisladas.
Noviembre - Diciembre	Moderado a alto (3,5 – 4,5 mm/día)	Medio a alto	Inicio del periodo lluvioso, alta vulnerabilidad.

Fuente: Elaboración propia

Guayaquil presenta una clara estacionalidad en su régimen pluviométrico, con un periodo de alto riesgo de inundaciones entre enero y abril, siendo el mes de abril el de mayor incidencia, debido a lluvias intensas combinadas con factores topográficos, estructurales y oceanográficos. Aunque el mes de junio representa la época de menor riesgo de precipitación, la ciudad requiere estrategias de resiliencia urbana permanente, enfocadas en el mejoramiento de la infraestructura pluvial, el ordenamiento territorial y la implementación de sistemas de alerta temprana ante eventos climáticos extremos, especialmente bajo escenarios de cambio climático y recurrencia del fenómeno de El Niño.

2.6 Elevador hidráulico.

2.6.1 ¿Qué es un elevador hidráulico?

Un elevador hidráulico es un tipo de ascensor que utiliza un sistema basado en la mecánica de fluidos para mover la cabina de manera vertical. Su funcionamiento se basa en una bomba que impulsa un fluido, generalmente aceite, hacia un cilindro que contiene un pistón, el cual se eleva al recibir presión y desciende cuando la válvula libera el fluido de vuelta al depósito. Entre sus principales componentes se encuentran la bomba hidráulica, el cilindro y pistón, el fluido hidráulico, las válvulas de control, el depósito de fluido y la unidad de control. (Vickers Hydraulics, 2022)

Este sistema destaca por su gran capacidad de carga, menor requerimiento de espacio, funcionamiento silencioso y menor costo de instalación en comparación con los ascensores eléctricos. No obstante, su eficiencia energética puede ser menor debido al consumo continuo de la bomba. Su mantenimiento incluye la revisión y reemplazo del periódico del fluido hidráulico para evitar contaminación o fallos en el sistema. Estos elevadores son ampliamente utilizados en montacargas industriales, plataformas de accesibilidad para personas con movilidad reducida y elevadores de vehículos. Gracias a su diseño robusto y confiabilidad, representan una opción eficiente para diversas aplicaciones, aunque su instalación debe evaluarse según las necesidades específicas del proyecto para optimizar su rendimiento y eficiencia. (Vickers Hydraulics, 2022)

2.6.2 Funcionamiento de los elevadores hidráulicos.

Su funcionamiento se basa en el principio de Pascal, el cual establece que cualquier presión ejercida sobre un fluido dentro de un sistema cerrado se distribuye de manera uniforme en todas las direcciones. En estos ascensores, este principio se aplica a través de una bomba hidráulica que impulsa un fluido, generalmente aceite, hacia un cilindro, aumentando la presión en su interior.

Este incremento de presión provoca el movimiento del pistón, que a su vez empuja la cabina del ascensor hacia arriba. El proceso de descenso ocurre mediante la apertura de una válvula de control, la cual permite que el fluido regrese al depósito de manera controlada, reduciendo la presión dentro del cilindro y permitiendo que la cabina descienda de forma suave y segura. La precisión en la regulación del flujo del fluido es clave para garantizar un movimiento estable y evitar movimientos bruscos. (Ver Figura 25)

Este mecanismo es ampliamente utilizado en elevadores de baja altura, debido a su capacidad para soportar grandes cargas con un sistema relativamente simple y de bajo mantenimiento en comparación con otros tipos de ascensores. (Vickers Hydraulics, 2022)



Figura 25: Sistema hidráulico

Fuente: Extraída de (Tymbia, 2023)

El sistema de elevación hidráulica está diseñado para levantar contenedores marítimos de hasta 40-45 pies de longitud y 32 toneladas de peso, permitiendo una altura de elevación de 1,4 metros, con la posibilidad de fabricación especial hasta 1,8 metros. Este mecanismo está compuesto por cuatro patas hidráulicas elevadoras, un motor hidráulico eléctrico, así como cintas estabilizadoras y mangueras hidráulicas para garantizar seguridad y estabilidad en el proceso.

Gracias a su diseño robusto pero ligero, este sistema facilita la carga y descarga de contenedores en camiones, reduciendo tiempos y optimizando recursos logísticos. Su estructura permite un montaje sencillo y una operación eficiente en el traslado de contenedores estándar de 20 a 45 pies, asegurando su adaptación a diversas necesidades del sector industrial y de la construcción. (Tymbia, 2023)

El funcionamiento del sistema se basa en motores hidráulicos eléctricos (230V-240V, 50Hz), proporcionando una elevación rápida y estable. Para su correcta manipulación, se recomienda la participación de al menos dos operadores, aunque cada pata hidráulica cuenta con ruedas y agarraderas para facilitar su transporte, permitiendo que incluso un solo operador pueda moverlas sin dificultad. (Ver Figura 26)

Además de su versión eléctrica, este sistema cuenta con una opción de motor a gasolina, lo que ofrece mayor versatilidad en distintos entornos de trabajo. Su construcción garantiza durabilidad y resistencia, proporcionando una vida útil prolongada y sin complicaciones operativas.

Este sistema cumple con los estándares de certificación CE, asegurando que cumple con las normativas europeas de seguridad y calidad. Asimismo, incluye una garantía de dos años, lo que respalda su confiabilidad y óptimo desempeño en condiciones exigentes. (Tymbia, 2023)



Figura 26: Elevación de contenedor a través de sistema hidráulico

Fuente: Extraída de (Tymbia, 2023)

2.6.3 Componentes esenciales.

Bomba hidráulica

La bomba hidráulica es el componente principal del sistema, ya que es la encargada de generar la presión necesaria para impulsar el fluido dentro del circuito. Existen varios tipos de bombas utilizadas en ascensores hidráulicos, entre las más comunes se encuentran las bombas de engranajes, que funcionan con dos ruedas dentadas que desplazan el fluido de manera continua, y las bombas de pistones, que ofrecen una mayor eficiencia al generar presión de manera más uniforme. La potencia de la bomba depende del tamaño del elevador y de la carga que debe levantar. Para un funcionamiento óptimo, estas bombas deben recibir mantenimiento regular, evitando la acumulación de aire en el sistema y garantizando la correcta lubricación de los componentes internos. (Vickers Hydraulics, 2022)

Fluido hidráulico

El fluido hidráulico es esencial en el funcionamiento del ascensor, ya que su función principal es transmitir la presión generada por la bomba hacia el cilindro, permitiendo el movimiento del pistón. Sin embargo, su importancia va más allá: también cumple un papel fundamental en la lubricación de los componentes internos y en la disipación del calor generado por la fricción durante el funcionamiento del sistema. Dependiendo del diseño del elevador y de las condiciones ambientales, se pueden utilizar distintos tipos de fluidos, como aceites minerales, sintéticos o biodegradables.

Es fundamental mantener la pureza del fluido, evitando la presencia de partículas contaminantes que puedan afectar el rendimiento del sistema y causar desgaste prematuro. (Vickers Hydraulics, 2022)

Cilindros hidráulicos

Los cilindros hidráulicos son los encargados de transformar la energía hidráulica en movimiento mecánico, permitiendo que la cabina se eleve o descienda. Generalmente, están compuestos por un tubo cilíndrico dentro del cual se desplaza un pistón impulsado por el fluido a presión. Para maximizar la eficiencia y el aprovechamiento del espacio, muchos elevadores utilizan cilindros telescópicos, los cuales están diseñados con secciones que se extienden de manera progresiva, permitiendo alcanzar mayores alturas sin ocupar demasiado espacio en la base. El correcto sellado del cilindro y el periódico de mantenimiento son esenciales para evitar fugas de fluido, que pueden reducir la capacidad de carga del ascensor y comprometer la seguridad del sistema. (Vickers Hydraulics, 2022)

Proceso de elevación y descenso.

El funcionamiento del elevador hidráulico se basa en un ciclo de elevación y descenso regulado por el flujo del fluido dentro del sistema. Para la elevación, la bomba hidráulica impulsa el fluido hacia el cilindro a alta presión, lo que empuja el pistón hacia arriba y, en consecuencia, levanta la cabina. Una vez alcanzada la altura deseada, el sistema mantiene la presión constante para sostener la cabina en su posición. Para el descenso, el sistema activa una válvula de control, que libera gradualmente la presión del fluido, permitiendo que el pistón regrese a su posición inicial y la cabina baje de manera controlada y suave. Este mecanismo es crucial para garantizar la seguridad de los pasajeros o de la carga transportada, evitando movimientos bruscos o caídas repentinas. Además, algunos modelos incluyen sistemas de amortiguación para suavizar el aterrizaje y prevenir impactos. (Vickers Hydraulics, 2022)

2.6.4 Ventajas de los elevadores hidráulicos.

Capacidad de carga y manejo de cargas pesadas.

Uno de los mayores beneficios de los elevadores hidráulicos es su capacidad para transportar cargas pesadas con eficiencia y seguridad. Gracias a su diseño y funcionamiento basado en la presión de fluidos, pueden soportar pesos considerablemente mayores que los ascensores eléctricos convencionales. Esta característica los hace ideales para entornos industriales, almacenes, fábricas y edificios comerciales donde es fundamental movilizar equipos, mercancías o grandes volúmenes de carga de manera regular. Además, su construcción permite una distribución uniforme del peso, lo que reduce el desgaste en los componentes estructurales y prolonga la vida útil del sistema. (Vickers Hydraulics, 2022)

Eficiencia energética y mantenimiento.

Si bien los elevadores hidráulicos pueden consumir más energía durante la fase de elevación, presentan una ventaja significativa en términos de eficiencia energética en el descenso, ya que este proceso no requiere el uso activo del motor, sino que aprovecha la gravedad y un sistema de válvulas para regular la bajada de la cabina. En cuanto al mantenimiento, este tipo de elevador tiene menos piezas móviles en comparación con los ascensores de tracción, lo que minimiza el riesgo de fallos mecánicos y reduce la necesidad de intervenciones frecuentes. Al no depender de cables y poleas complejas, el mantenimiento tiende a ser más económico y sencillo, lo que se traduce en ahorros operativos a largo plazo. (Vickers Hydraulics, 2022)

Flexibilidad en diseño e instalación.

Los elevadores hidráulicos destacan por su adaptabilidad a diferentes espacios y requisitos estructurales. A diferencia de los ascensores de tracción, no requieren una sala de máquinas en la parte superior del edificio, lo que permite instalarlos en edificaciones con altura limitada o espacios reducidos. Además, su diseño versátil facilita su implementación en construcciones existentes sin la necesidad de realizar modificaciones significativas. Gracias a esta flexibilidad, son una opción viable para proyectos de rehabilitación arquitectónica, viviendas particulares y edificaciones con restricciones de espacio. (Vickers Hydraulics, 2022) (Ver Figura 27)



Figura 27: Proceso convencional de levantamiento de contenedores marítimos a través de grúas

Fuente: Extraída de (Lift Container Move Logistics, 2024)

Independencia de los precios y periodos de alquiler de grúas

La utilización de los elevadores hidráulicos genera una independencia de los precios y periodos de alquiler de grúas. En el caso de la logística de contenedores, la mayoría de las empresas recurren a contratistas externos para realizar maniobras de elevación y posicionamiento.

Sin embargo, este método tradicional presenta diversas desventajas, entre ellas el alto costo de alquiler de las grúas, que puede variar dependiendo de la disponibilidad y la demanda del mercado, generando gastos operativos fluctuantes e impredecibles. (Lift Container Move Logistics, 2024)

2.6.5 Relación con otros componentes hidráulicos.

Integración con sistemas hidráulicos.

Los ascensores hidráulicos pueden integrarse dentro de un sistema hidráulico más amplio, optimizando así el uso de la energía en instalaciones industriales y comerciales. Esta integración permite que el mismo sistema hidráulico que alimenta otros equipos, como plataformas elevadoras, grúas o maquinaria de producción, también pueda utilizarse para el ascensor, reduciendo costos operativos y mejorando la eficiencia del conjunto. Además, en algunos casos, es posible reutilizar el fluido hidráulico de otros sistemas, favoreciendo la sostenibilidad y reduciendo el desperdicio energético. (Vickers Hydraulics, 2022)

Comparación con sistemas de tracción y plataformas elevadoras.

En comparación con los sistemas de tracción tradicionales, los elevadores hidráulicos ofrecen ventajas en términos de simplicidad de construcción, mayor capacidad de carga y menor costo de instalación. Mientras que los ascensores eléctricos requieren un sistema de poleas y contrapesos que ocupan más espacio y requieren un mantenimiento más frecuente, los sistemas hidráulicos presentan una estructura más compacta y robusta. Por otro lado, en relación con plataformas elevadoras, los ascensores hidráulicos permiten un transporte más cómodo y seguro en espacios cerrados, especialmente en edificaciones donde es necesario garantizar la accesibilidad sin requerir grandes modificaciones estructurales. (Vickers Hydraulics, 2022)

2.6.6 Tipologías de utilización

A medida que se desarrollaba el comercio internacional, los contenedores estándar han evolucionado en una variedad de tipologías y dimensiones para ajustarse a las necesidades del ser humano, ya sea como vivienda o negocio, entre los más comunes se encuentran, el uso como tienda, oficina, espacio de exposición, vivienda. (Ver Figura 28 - 31)



Figura 28: Acondicionamiento de tienda en contenedor

Fuente: Extraída de (SL Tainer Self Lifting Container, 2020)



Figura 29: Acondicionamiento de oficina en contenedor

Fuente: Extraída de (SL Tainer Self Lifting Container, 2020)



Figura 30: Exposición de vehículo en contenedor

Fuente: Extraída de (SL Tainer Self Lifting Container, 2020)



Figura 31: Acondicionamiento de sala en contenedor

Fuente: Extraída de (Tymbia, 2023)

2.7 Vivienda convencional vs vivienda contenedor.

“En términos de sustentabilidad, la vivienda sustentable es aquella que cuyo proceso de edificación se hace uso de materiales de bajo impacto ambiental, se garantiza el cuidado de los recursos naturales, el manejo y la apropiada disposición final de sus residuos sólidos, es capaz de mantenerse por sí mismo a nivel económico, social y ecológico” (Isis, 2021). Según datos del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), durante el primer trimestre de 2021 se registraron aproximadamente 3,5 millones de metros cuadrados de obras de vivienda en Ecuador, de los cuales cerca de 800.000 metros cuadrados correspondieron a Viviendas de Interés Social (VIS) mientras que ha experimentado una notable disminución en 2024. (INEC , 2024)

El Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI) establece, en su normativa vigente, estándares mínimos para la urbanización y construcción de viviendas de interés social. Una de estas normativas requiere que los lotes destinados a estas viviendas tengan un mínimo de 36 metros cuadrados. Esto plantea interrogantes sobre la habitabilidad de espacios tan reducidos. Según el MIDUVI junto a entidades y actores involucrados, es factible diseñar viviendas en ese espacio que incluyan dos habitaciones, un baño, cocina, sala y comedor, destinadas a familias con ingresos inferiores a dos salarios básicos unificados. (Ver Tabla 5)

Tabla 5: Tipologías de viviendas

TIPOLOGÍA DE VIVIENDAS			
Lote mínimo	Frente mínimo	Aislamiento posterior	
Vivienda unifamiliar	35 m2	3.50 m2-	2.00 m2
Vivienda bifamiliar	70 m2	7.00 m2	2.00 m2
Vivienda multifamiliar	120 m2	-	-

Fuente propia: En base a (Anacona, 2020)

Sin embargo, algunos críticos señalan que estos espacios mínimos pueden propiciar hacinamiento y tensiones familiares, afectando negativamente el bienestar psicológico y emocional de los residentes (Charry, 2024). Adicionalmente, considerando que el área mínima permitida debe cumplir con los requisitos de aislamiento establecidos por la norma, que son de 3.0 metros en la parte posterior, el espacio habitable real podría reducirse a unos 30 metros cuadrados, resultando en una unidad habitacional de aproximadamente 42 metros cuadrados distribuida en dos niveles, mientras se conserva un patio posterior no construible.

En este contexto, surge la comparación con las viviendas construidas a partir de contenedores, que se presentan como una alternativa más flexible y sostenible. Este tipo de vivienda utiliza materiales reciclados, puede ser ensamblada en menor tiempo y permite diseños modulares que se adaptan a las necesidades de los usuarios. Además, su bajo impacto ambiental y capacidad de ser reubicada las posiciona como una solución innovadora para abordar el déficit habitacional, especialmente en zonas afectadas por desastres naturales o en áreas de difícil acceso.

El reto, sin embargo, radica en equilibrar la necesidad de ofrecer viviendas accesibles con el cumplimiento de estándares de habitabilidad que aseguren el bienestar físico, social y emocional de las familias ecuatorianas, promoviendo así un desarrollo urbano verdaderamente sostenible.

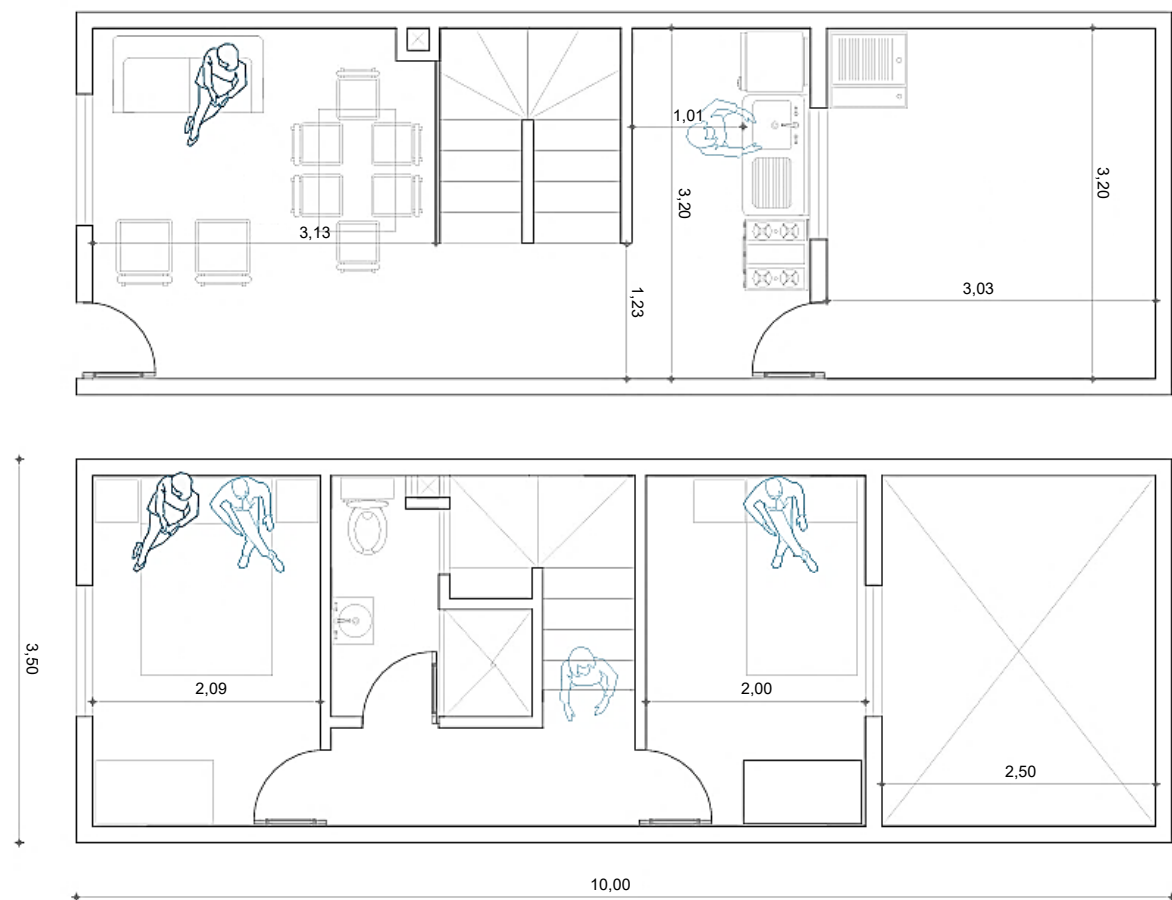


Figura 32: Unidad habitacional en un lote de 35 m².

Fuente: Extraída de (Anaconda, 2020)

El caso analizado en el ejercicio anterior presenta una vivienda diseñada bajo los parámetros de área mínima reglamentaria, donde cada espacio ha sido optimizado para garantizar su funcionalidad sin comprometer la comodidad de los habitantes. A pesar de sus dimensiones reducidas, la distribución interior ha sido cuidadosamente planificada para evitar situaciones de hacinamiento, permitiendo un uso eficiente del área disponible. (Ver Figura 32)

Una de las ventajas clave de este diseño es su capacidad de expansión vertical, ya que la estructura permite la incorporación de un tercer nivel. No obstante, este crecimiento implica una inversión adicional considerable, tanto en términos de materiales como en adecuaciones estructurales y costos de construcción.

A continuación, se presentará una tabla comparativa de precios que incluirá un presupuesto general en obra civil para una vivienda convencional de 42 metros cuadrados. Este análisis permitirá visualizar de manera detallada los costos asociados a la construcción de una vivienda tradicional en comparación con una alternativa basada en contenedores, destacando las diferencias en planificación, estructura y acabados e instalaciones. La comparación servirá como referencia para evaluar la viabilidad económica y estructural de cada opción, considerando los estándares de habitabilidad exigidos por la normativa ecuatoriana. (Ver Tabla 6)

Tabla 6: Presupuesto general de obra civil

	VIVIENDA CONVENCIONAL (42M2)				VIVIENDA CONTENEDOR (42M2)	
		Ítem	Descripción	Valor	Descripción	Valor
PLANIFICACIÓN	1	Factibilidad	Estudio de viabilidad, diseño conceptual, autorizaciones y aspectos legales, opciones de financiación, definición del alcance del proyecto, licencia, evaluación tecnológica.	\$ 2,069.86	Autorizaciones y aspectos legales, opciones de financiación, evaluación de licencia, evaluación tecnológica.	\$ -
	2	Diseño y Presupuestos	Ingeniería en detalle, control de costos, integración de sistemas, diseño de especialidades.	\$ 1,582.83	Integración de sistemas, diseño de especialidades.	\$ -
ESTRUCTURA	3	Sistema de Cimentación	Preliminares de obra, movimientos de tierra, zapatas corridas, concreto de limpieza, acometidas hidráulicas y sanitarias, drenajes e impermeabilización, retiro de material residual.	\$ 4,383.23	Preliminares de obra, movimientos de tierra, zapatas corridas/losa de cimentación, acometidas hidráulicas y sanitarias. Drenajes e impermeabilización, retiro de material residual.	\$ 1,826.35
	4	Estructura de Mampostería	Columnas y dovelas en concreto, vigas y dinteles, muro en bloque rojo estructural, cintas de mortero, anclajes y epóxidos.	\$ 6,087.83	Contenedor de 20 y 40 pies, instalado en sitio, transporte y alquiler de equipos	\$ 2,800.40
	5	Sistema de Cubierta	Estructura metálica y teja arquitectónica.	\$ 3,652.70	Refacción e impermeabilización de cubierta	\$ 194.81

ACABADOS E INSTALACIONES	6	Pisos	Enchape tipo cerámico	\$ 1,095.81		Piso vinílico de alta resistencia	\$ 438.32
	7	Carpintería	Ventanería y puertas metálicas.	\$ 1,022.75		Corte de panelería e instalación, ventanería y puertas metálicas.	\$ 779.24
	8	Baños	Sistemas sanitarios y accesorios.	\$ 852.30		Sistemas sanitarios y accesorios.	\$ 852.30
	9	Cocina y Zona de Lavado	Lavaplatos, muebles y accesorios, equipo de cocción.	\$ 1,022.75		Lavaplatos, muebles y accesorios. Equipo de cocción.	\$ 292.22
	10	Sistema Eléctrico e Iluminación	Tablero eléctrico, tomas, swiches, luminarias leed, cableado en general desde punto "0".	\$ 1,826.35		Tablero eléctrico, tomas, swiches, luminarias leed, cableado en general desde punto "0"	\$ 1,095.81
	11	Sistema Hidrosanitario y Gas	Instalaciones hidrosanitarias, drenajes, acometida e instalación de gas domiciliario.	\$ 1,509.78		Instalaciones hidrosanitarias, drenajes, acometida e instalación de gas domiciliario.	\$ 1,509.78
	12	Revestimientos y pintura	Pañetes y pintura interior y exterior.	\$ 1,948.10		Aislamiento termoacústico y revestimiento de muros.	\$ 1,753.29
	TOTAL			27.054.29			11.542.52

Fuente: Elaboración propia

2.8 Contexto Nacional.

En Ecuador, según datos del Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI), el déficit habitacional en 2021 alcanzó el 57%, lo que equivale a aproximadamente 2,4 millones de viviendas en situación de déficit de un total de 4,2 millones existentes en el país. (MIDUVI, 2023)

Este déficit se clasifica en dos categorías:

- **Déficit cuantitativo:** representa el 24,2% del total, correspondiente a viviendas irrecuperables o inexistentes.
- **Déficit cualitativo:** constituye el 75,8%, refiriéndose a viviendas que, aunque recuperables, presentan deficiencias en calidad o carecen de acceso a servicios básicos.

En las zonas rurales, el déficit habitacional es más pronunciado, con un 65,4% de las viviendas en condiciones deficientes, mientras que, en las zonas urbanas, el 35,5% de las viviendas presenta algún tipo de déficit. (MIDUVI, 2023) (Ver Figura 33)

El déficit cualitativo afecta al 44,4% de los hogares, es decir, cerca de 1,66 millones de viviendas en total. Este déficit se caracteriza por viviendas con serias limitaciones en su estructura y condiciones de habitabilidad, incluyendo materiales no permanentes en techos, paredes y estructuras; suelos de tierra; hacinamiento; y falta de servicios básicos como agua potable, alcantarillado y electricidad, lo que agrava aún más las condiciones de vida de los hogares más vulnerables. (MIDUVI, 2023)



Figura 33: Vivienda deteriorada

Fuente: Extraída de (Urbanistas.lat Red Latinoamericana, 2025)

A esta situación se le suman los riesgos y vulnerabilidades asociadas a factores climáticos y geográficos. Ecuador, al estar expuesto a fenómenos naturales como inundaciones, deslizamientos, sismos y erupciones volcánicas, presenta una alta vulnerabilidad en las zonas con déficit habitacional. Las viviendas en condiciones precarias se encuentran más expuestas a estos riesgos, agravando las dificultades para las familias afectadas, especialmente aquellas ubicadas en áreas de alto riesgo. (MIDUVI, 2023)

2.8.1 Programas Nacionales de Mejoramiento de Vivienda.

Los programas de vivienda se enfocan en comercializar dos modalidades tipológicas principales: unifamiliar y multifamiliar, lo que permite adaptarse a distintos tipos de usuarios y necesidades habitacionales. La vivienda unifamiliar responde a la demanda de familias que buscan una solución independiente y funcional, mientras que la tipología multifamiliar es ideal para sectores urbanos donde el acceso a terrenos es limitado y se requiere optimizar el uso del suelo mediante edificaciones compartidas. (Ver Figura 34)

Además, este tipo de vivienda se integra en programas de interés social, ofreciendo una alternativa viable y accesible para sectores de bajos y medianos ingresos. Su diseño modular y adaptable facilita futuras ampliaciones, brindando a las familias la posibilidad de mejorar su calidad de vida sin necesidad de reubicarse. Esta flexibilidad convierte a este modelo en una opción atractiva para el desarrollo urbano sostenible, al tiempo que responde a la creciente demanda de espacios habitacionales eficientes y asequibles.



Figura 34: Vivienda modelo de MIDUVI

Fuente: Extraída de (MIDUVI, 2023)

Programa de casas del MIDUVI

En Ecuador, el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI) establece los estándares para la vivienda de interés social (VIS) y vivienda de interés prioritario (VIP). Según la normativa vigente, el precio tope de una vivienda de interés social en 2024 se fija en \$70,000, mientras que el de una vivienda de interés prioritario es de aproximadamente \$40,000, ambos valores orientados a familias de ingresos bajos o medios. (MIDUVI, 2023)

De acuerdo con estudios de costos en construcción, la implementación de viviendas en contenedores puede ser hasta un 50% más económica en comparación con una vivienda convencional de interés social, considerando estándares básicos de habitabilidad y confort. Para una vivienda con un área aproximada de 42 metros cuadrados, los costos se estiman en alrededor de \$20,000 a \$25,000, dependiendo del tipo de acabados y materiales empleados. (MIDUVI, 2023)

Es importante destacar que estos valores están sujetos a variaciones según las condiciones del mercado, la ubicación del terreno y las características específicas del proyecto. Para construcciones en volumen, como proyectos de vivienda multifamiliar o de urbanización, los costos por unidad pueden reducirse entre 15% y 20%, debido a economías de escala. (MIDUVI, 2023)

El costo del terreno también influye significativamente en el precio final de una vivienda. En áreas urbanas de alta demanda, como Quito o Guayaquil, el precio del metro cuadrado puede elevarse considerablemente en comparación con sectores rurales o de menor densidad poblacional. En el mercado inmobiliario ecuatoriano, las viviendas de interés social generalmente tienen áreas desde 36 a 50 metros cuadrados, en formatos de apartamentos o casas unifamiliares. (MIDUVI, 2023)

En promedio, el costo de una vivienda multifamiliar de interés social se sitúa entre \$50,000 y \$60,000, mientras que una vivienda unifamiliar para las áreas mínimas requeridas oscila entre \$40,000 y \$50,000. Estas cifras reflejan el esfuerzo por ofrecer soluciones habitacionales accesibles en Ecuador.

El uso de viviendas en contenedores se perfila como una alternativa innovadora y sostenible para reducir el déficit habitacional en Ecuador, al ser más económico, rápidos de construir y adaptables a diferentes entornos. Su implementación podría jugar un papel clave en la provisión de viviendas en sectores de bajos recursos o en zonas afectadas por desastres naturales, como inundaciones o terremotos.

En Ecuador, el gobierno impulsa diversos programas de acceso y mejoramiento de vivienda a través del Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI), con el objetivo de reducir el déficit habitacional, garantizar el acceso a una vivienda digna y mejorar las condiciones de vida de las familias más vulnerables. A continuación, se destacan dos programas clave:

“Casa Para Todos”.

Este programa forma parte del Plan Nacional de Vivienda, implementado por el MIDUVI, y está orientado a la construcción de viviendas de interés social y prioritario. Está dirigido a familias que perciben ingresos menores a dos salarios básicos unificados (aproximadamente \$900 en 2024).

Las viviendas son entregadas gratuitamente o a precios subsidiados, dependiendo de la situación socioeconómica de los beneficiarios, y están destinadas principalmente a familias en situación de pobreza extrema, especialmente aquellas que no cuentan con una vivienda propia. El programa incluye:

- Construcción de viviendas nuevas en zonas urbanas y rurales.
- Infraestructura básica como acceso a agua potable, electricidad y alcantarillado.
- Titulación de terrenos para garantizar la propiedad legal de la vivienda.

Desde su implementación, el programa ha priorizado a las comunidades más vulnerables, incluidas aquellas afectadas por desastres naturales como el terremoto de 2016 y los efectos recurrentes del fenómeno de El Niño.

Programa de Mejoramiento de Vivienda (PMV).

El Programa de Mejoramiento de Vivienda del MIDUVI busca reducir el déficit cualitativo de vivienda en el país. Este déficit afecta principalmente a hogares que presentan problemas en la estructura de la vivienda, falta de acceso a servicios básicos o condiciones de hacinamiento. El programa se centra en intervenciones puntuales para mejorar las condiciones de habitabilidad y está dirigido a familias con ingresos de hasta dos salarios básicos unificados. Algunas de las acciones incluyen:

- Rehabilitación de viviendas: Reparación de techos, paredes, pisos y sistemas eléctricos.
- Ampliación de espacios: Construcción de habitaciones adicionales para reducir el hacinamiento.
- Conexión a servicios básicos: Instalación de agua potable, saneamiento y electricidad.

Además, el programa facilita la legalización de tierras para las familias que habitan viviendas no regularizadas, siempre que cumplan con los requisitos legales. Esto incluye la ocupación del terreno antes de una fecha determinada (actualmente, el 31 de diciembre de 2010) y la ausencia de beneficios previos en programas de vivienda social.

Impacto en Comunidades Vulnerables.

Estos programas no solo mejoran la calidad de vida de los beneficiarios, sino que también promueven el desarrollo comunitario. Las intervenciones incluyen infraestructura comunitaria, como centros de salud, áreas recreativas y mejoras en el transporte público. Además, las obras de construcción generan empleo local y contribuyen al desarrollo de las economías rurales y urbanas.

El MIDUVI trabaja en coordinación con gobiernos locales, asociaciones comunitarias y organismos internacionales para garantizar la sostenibilidad de los proyectos. Estas iniciativas forman parte del compromiso del Estado ecuatoriano de garantizar el acceso universal a una vivienda digna, en línea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas. (MIDUVI, 2023)

2.8.2 Marco Legal: Consideraciones y Subjetividades.

En Ecuador, el marco legal para la construcción sostenible y la eficiencia energética en edificaciones se ha fortalecido en los últimos años. La Ley Orgánica de Eficiencia Energética, publicada en el Registro Oficial Suplemento 449 el 19 de marzo de 2019, establece como objetivo promover el uso eficiente, racional y sostenible de la energía en todos los sectores de la economía nacional.

Esta ley incluye disposiciones específicas para el sector de la construcción. El artículo 13, titulado "Eficiencia energética en la construcción", establece que la normativa debe incluir un proceso de evaluación de cumplimiento y calificación sobre el consumo energético de las edificaciones nuevas y de aquellas que sean objeto de remodelación.

2.8.3 Normativa de Construcción Sostenible en Ecuador.

El reglamento, que forma parte de las disposiciones del Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD) y el Código Orgánico del Ambiente, define la construcción sostenible como aquella que:

- Está alineada con las características climáticas y ecológicas del entorno.
- Optimiza el uso de energía, agua y materiales.
- Proporciona condiciones de confort y salubridad a los usuarios.
- Reducir las emisiones de carbono y el impacto ambiental.

Este marco normativo fomenta la construcción de edificaciones que incorporan elementos de sostenibilidad, como sistemas de captación y reutilización de agua, techos verdes, paneles solares y materiales reciclados. Estas directrices no solo se aplican a nuevas edificaciones, sino también a proyectos de rehabilitación y mejoramiento de viviendas existentes, incluyendo las soluciones habitacionales basadas en contenedores reutilizados.

Incentivos Tributarios y Beneficios.

El Gobierno ecuatoriano ha introducido incentivos tributarios para promover la construcción sostenible:

- Exoneración del impuesto predial: Las propiedades que cumplan con criterios de sostenibilidad pueden acceder a reducciones o exenciones en el impuesto predial.

- Descuento en tasas de construcción: Los desarrolladores de proyectos sostenibles pueden beneficiarse de la reducción en las tasas de permisos y aprobaciones municipales.
- Financiamiento preferencial: Instituciones como el Banco de Desarrollo del Ecuador (BDE) y el Banco del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (BIESS) ofrecen líneas de crédito con tasas preferenciales para proyectos sostenibles, incluidos los basados en viviendas de contenedores.

Instituciones Clave en Construcción Sostenible.

En Ecuador, el Consejo Ecuatoriano de Construcción Sostenible (CEES) desempeña un papel importante en la promoción de prácticas sostenibles en el sector. Fundada en colaboración con actores públicos y privados, esta organización impulsa la adopción de estándares internacionales, como el sistema de certificación LEED y otras herramientas de evaluación ambiental para edificaciones.

El CEES trabaja en conjunto con entidades públicas como el MIDUVI, el Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE) y los gobiernos autónomos descentralizados (GAD). Estas alianzas han dado lugar a políticas integradas que buscan reducir la huella de carbono del sector de la construcción, fomentar el uso de materiales reciclados y promover la eficiencia energética.

2.8.4 Retos y Oportunidades para Viviendas en Contenedores.

El marco legal vigente representa una oportunidad significativa para el desarrollo de viviendas en contenedores, ya que estas estructuras pueden cumplir con los estándares de sostenibilidad establecidos. Al reutilizar materiales existentes y reducir el consumo de recursos en el proceso constructivo, las viviendas en contenedores tienen el potencial de obtener certificaciones ambientales, acceder a beneficios tributarios y contribuir a los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) del país.

Además, las características de las viviendas en contenedores, como su adaptabilidad a diferentes entornos y su capacidad para incorporar tecnologías sostenibles (paneles solares, sistemas de recolección de agua de lluvia), las convierten en una opción ideal para proyectos en áreas urbanas y rurales. Especialmente en zonas vulnerables a desastres naturales.

2.9 Consideraciones de los Contenedores Marítimos.

En el contexto de la globalización, los contenedores ISO han desempeñado un papel crucial como estructuras metálicas destinadas al transporte de bienes, materias primas, alimentos y productos esenciales que sostienen la economía mundial y el estilo de vida actual. Aunque inicialmente no fueron concebidos como soluciones habitacionales, aún prevalece en la percepción general la idea de que son simplemente grandes recipientes diseñados para almacenar y trasladar mercancías a través de océanos y continentes. (Ver Figura 35)

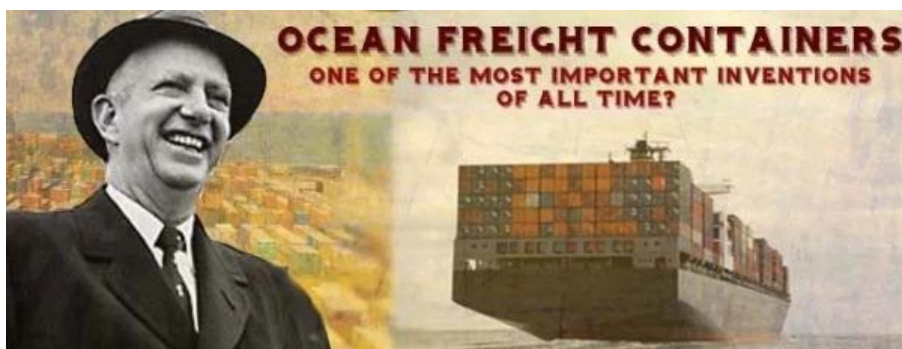


Figura 35: Malcolm Purcell McLean “Ocean Freight Containers”

Fuente: Extraída de (Anwar, 2021)

El origen de estos cuerpos prismáticos rectangulares se remonta al siglo XVIII en Inglaterra donde fueron creados con el propósito de mejorar la eficiencia en los sistemas de transporte, tanto ferroviario como por tracción animal. Esta innovación marcó un punto de partida en la evolución del transporte de mercancías. Posteriormente, en Estados Unidos, se introdujeron versiones más pequeñas y compactas de estos contenedores, destinadas a facilitar la manipulación y distribución de suministros en diferentes ubicaciones. Sin embargo, la verdadera transformación llegó en 1955 con Malcolm P. Mclean, reconocido como el padre del transporte de contenedores.

Mclean revolucionó la industria logística al implementar un sistema innovador: transportar los remolques completos de camiones cargados con mercancías directamente en barcos. Para lograrlo, adquirió una flota marítima y desarrolló lo que hoy conocemos como transporte intermodal. Este enfoque integra de manera eficiente los modos marítimo, terrestre y ferroviario, permitiendo un flujo continuo de bienes entre diferentes partes del mundo. La idea optimizó el uso del espacio, los recursos, y redujo significativamente los tiempos y costos operativos.

Este avance fue clave para el desarrollo del comercio global, estableciendo las bases de un sistema logístico moderno que conecta economías, facilita el intercambio de productos y redefine la dinámica de transporte a nivel mundial. Con esta innovación, los contenedores pasaron de ser simples herramientas de almacenamiento a convertirse en un elemento esencial para la globalización y la economía moderna (Kotnik, 2013).

Fabricados en serie, estos elementos destacados por ser estructuras prefabricadas y móviles, con alta resistencia y durabilidad. Su capacidad de apilarse, soportar condiciones climáticas adversas y facilitar su instalación en cualquier sitio, los convierte en una opción innovadora dentro de la arquitectura modular. Además, poseen atributos adicionales como su carácter reciclable, reutilizable y su bajo costo, lo que los posiciona como una solución versátil y sostenible para esta rama emergente de la construcción. (Ver Figura 36)

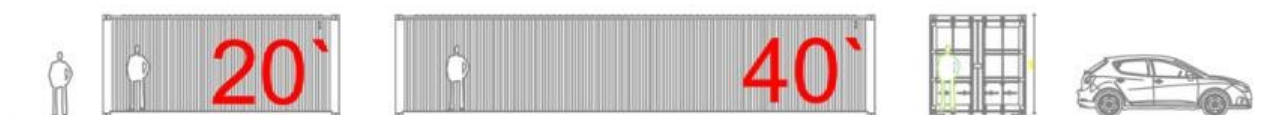


Figura 36: Tamaños de contenedores

Fuente: Extraída de (Anacona, 2020)

2.10 Tipologías de Contenedores.

Los contenedores marítimos están diseñados para facilitar su transporte entre distintos lugares, ya sea con carga o vacíos. Este tipo de contenedores destaca por su versatilidad y funcionalidad, permitiendo su uso en diversos medios de transporte como barcos, trenes y camiones. Dentro de esta categoría se encuentran los contenedores estandarizados, que cumplen con las normativas internacionales establecidas por la ISO. Estas regulaciones aseguran características específicas que optimizan su resistencia, seguridad y adaptabilidad para el manejo global. (Ver Figura 37)

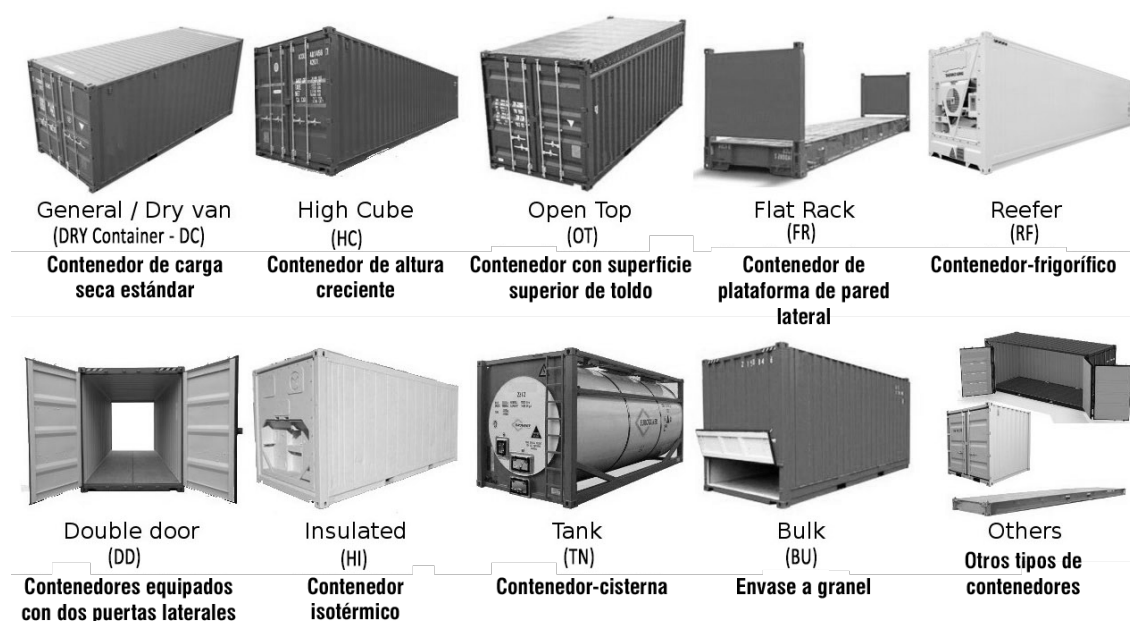


Figura 37: Tipos y tamaños de contenedores

Fuente: Extraída de (Fregat Logistic, 2023)

Su diseño uniforme ha revolucionado el comercio internacional al optimizar el traslado de bienes y mercancías, y tiene las siguientes características. (Ver Tabla 7) y (Ver Figura 38)

Tabla 7 Características del diseño de contenedores

TIPOLOGÍAS DE CONTENEDORES	
Características	Descripción
Diseño funcional y práctico	Los contenedores son compartimentos cerrados o parcialmente abiertos, diseñados específicamente para contener y transportar mercancías de manera segura y eficiente, facilitando su identificación mediante códigos únicos.
Cumplimiento normativo	Están fabricados bajo estrictas normas internacionales, como las Normas IRAM, COPANT e ISO, garantizando estándares de calidad y compatibilidad global.
Compatibilidad con equipos mecánicos	Su estructura permite la carga y descarga eficiente utilizando maquinaria como montacargas, grúas y gatos hidráulicos, optimizando el manejo logístico.
Versatilidad en el transporte	Diseñados para adaptarse a diversos modos de transporte, los contenedores pueden ser transferidos entre sistemas aéreos, terrestres y acuáticos sin necesidad de manipular directamente la carga
Durabilidad comprobada	Fabricados con materiales resistentes, soportan el uso constante en diversas condiciones climáticas y entornos operativos exigentes.
Capacidad de almacenamiento flexible	Ideales para transportar mercancías de diferentes tipos, ofreciendo un almacenamiento seguro durante el traslado y garantizando la integridad de los bienes.

Fuente propia: En base a (DSV Connect your business with the world, 2022)



Figura 38: Puerto de contenedores

Fuente: Extraída de (Fregat Logistic, 2023)

La capacidad de los contenedores marítimos se mide en unidades TEU - Twenty-foot Equivalent Unit, que corresponden a un contenedor estándar de 6,06 metros de largo por 2,44 metros de ancho (DSV Connect your business with the world, 2022). Aunque estos contenedores suelen emplearse para transportar carga seca, existen versiones adaptadas a necesidades específicas, como los refrigerados, diseñados para alimentos perecederos, o los flat rack, utilizados para transportar vehículos, maquinaria y equipos industriales.

Otros tipos incluyen los contenedores tipo cisterna, diseñados para el transporte de líquidos y sustancias químicas, y los Flexi Tank, que permiten el manejo de líquidos a granel mediante depósitos flexibles. Por su parte, los modelos open-side facilitan el transporte de productos como hortalizas y verduras, y los open-top se utilizan para minerales y maquinaria pesada, ya que carecen de un techo fijo principalmente. Una variante muy demandada es el High-Cube, una versión de mayor altura que ofrece 32 centímetros adicionales respecto a los estándares, maximizando la capacidad de carga.

A nivel global, los contenedores más empleados son los Dry-Van Estándar, con tamaños de 20 y 40 pies, que constituyen aproximadamente el 90 % de la mercancía movilizada por vía marítima (DSV Connect your business with the world, 2022). Este predominio los convierte en un recurso esencial para la logística internacional.

Gracias a su diseño versátil y adaptabilidad, los contenedores intermodales facilitan el transporte eficiente de mercancías, permitiendo su transferencia entre medios de transporte marítimos, terrestres y ferroviarios. Su durabilidad y resistencia los han consolidado como herramientas clave en la cadena de suministro global, donde se utilizan para optimizar el transporte de mercancías, de tal forma que minimiza los costos logísticos y maximizar la eficiencia operativa.

La importancia de estos contenedores en el comercio mundial radica en su capacidad para simplificar procesos complejos, reducir tiempos y garantizar la seguridad de las mercancías. Su empleo ha revolucionado la manera en que se gestionan las cargas, adaptándose a las demandas de una economía globalizada que requiere soluciones rápidas, eficaces y sostenibles.

2.11 Comportamiento Estructural.

Los contenedores marítimos suelen fabricarse en acero, un material que les confiere una notable capacidad autoportante y una resistencia excepcional, capaz de soportar condiciones climáticas adversas. Su estructura se compone de un entramado de perfiles metálicos, reforzado externamente por paneles soldados a una perfilería tubular, lo que asegura su rigidez y durabilidad (DSV Connect your business with the world, 2022). Estos atributos estructurales hacen que sean ideales para aplicaciones que requieren alta resistencia, incluso en situaciones exigentes.

Un contenedor estándar de 20 pies pesa aproximadamente 2.250 kg, mientras que uno de 40 pies alcanza los 3.630 kg, lo que facilita su manipulación y transporte mediante equipos como montacargas. Sin embargo, es crucial tratar al contenedor como una unidad integral, ya que cada componente colabora para otorgar la resistencia necesaria frente a esfuerzos como flexión, flexo-

tracción y flexo-compresión. Cuando se realizan modificaciones, como cortes en los paneles para unir varios contenedores y crear espacios más amplios, es indispensable incorporar refuerzos estructurales para mantener su integridad y funcionalidad. (Ver Figura 39)

Una de las ventajas de estos contenedores es su capacidad de apilarse, lo que permite la creación de estructuras en altura o con voladizos. Estas características los convierten en una opción versátil para proyectos de construcción modular. No obstante, al igual que en las edificaciones convencionales, cualquier intervención estructural debe respaldarse con cálculos técnicos precisos para garantizar tanto la estabilidad como la seguridad de los ocupantes. El diseño y construcción de edificaciones a partir de contenedores requieren un enfoque meticuloso, considerando las cargas y esfuerzos adicionales que puedan surgir de su uso en configuraciones complejas. Además, la planificación cuidadosa asegura que estas estructuras cumplan con las normativas de construcción y mantengan su funcionalidad y durabilidad a largo plazo.

Por su diseño robusto y modularidad, los contenedores representan una alternativa innovadora y sostenible para la construcción moderna, siempre y cuando se aborde su transformación con responsabilidad técnica y atención a los detalles estructurales.

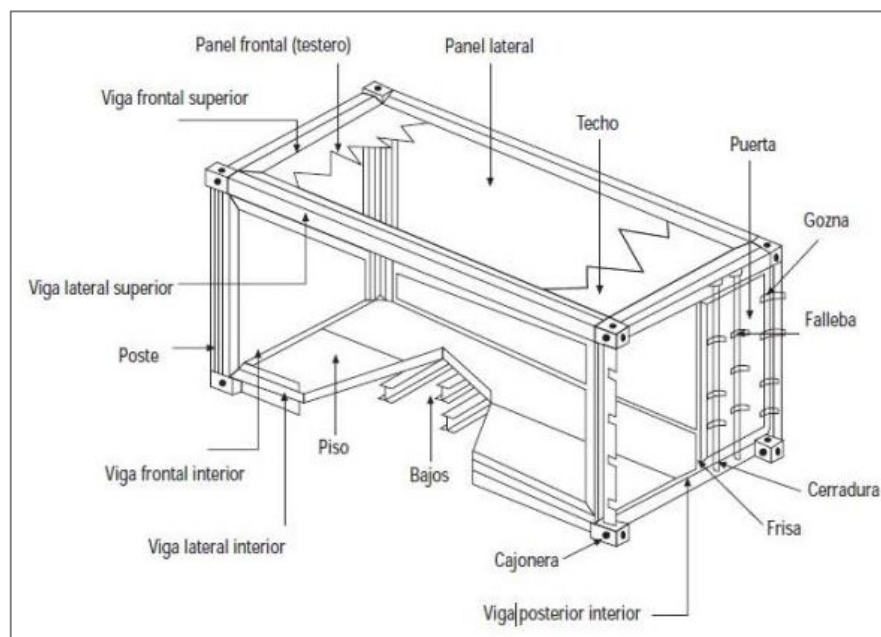


Figura 39: Axonometría del contenedor

Fuente: Extraída de (Bryan Calderon, 2020)

2.11.1 Estructura.

La estructura está compuesta por columnas y vigas fabricadas con acero reforzado conocido como Cor-Ten, un material que ofrece una resistencia superior a la corrosión en comparación con el acero de carbono, además de ser más ligero. Este tipo de acero ha sido diseñado para soportar condiciones climáticas adversas, formando una pátina protectora que evita su deterioro prematuro.

Sus componentes están unidos mediante un proceso de soldadura especializada, lo que garantiza una mayor estabilidad estructural y durabilidad en el tiempo. Gracias a estas características, el Cor-Ten es ampliamente utilizado en construcciones modulares y arquitecturas sostenibles, optimizando tanto el rendimiento como la vida útil de las edificaciones. (Ver Figura 40)

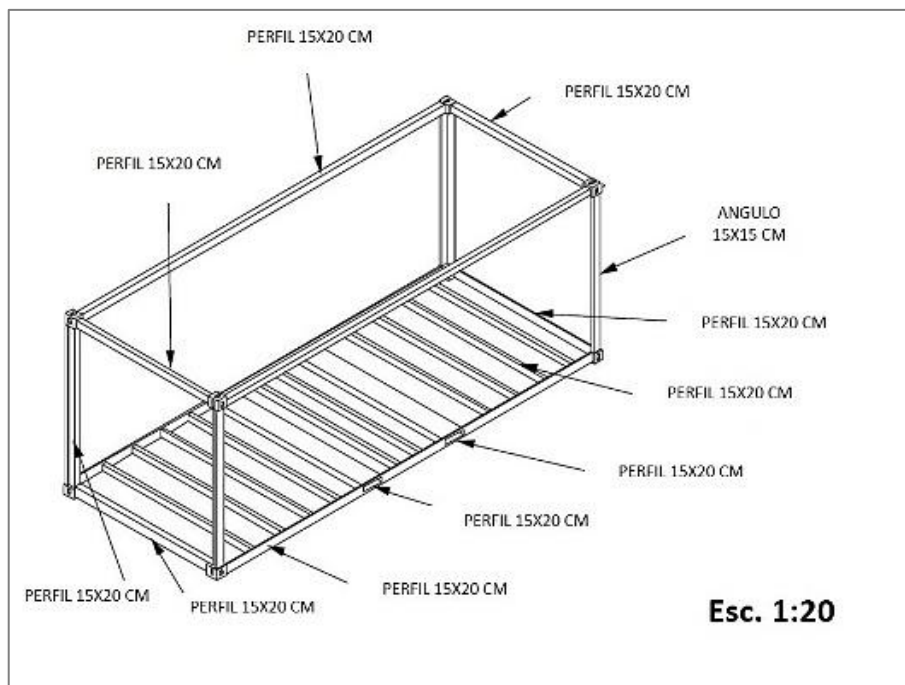


Figura 40: Estructura del contenedor

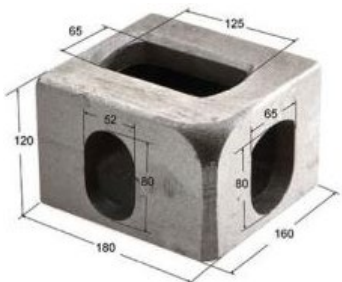
Fuente: Extraída de (Introducción al diseño / diseño de interiores, 2022)

2.11.2 Anclajes o refuerzos de esquina.

Las molduras de los contenedores son elementos estructurales fabricados mediante un proceso de fundición y estratégicamente ubicados en las ocho esquinas de la unidad. Su función principal es facilitar el manejo seguro del contenedor, permitir su apilamiento eficiente y garantizar la estabilidad de la estructura durante su transporte y uso. Estos componentes están diseñados para soportar grandes cargas y esfuerzos mecánicos, lo que los convierte en un punto clave para la resistencia general del contenedor. (Ver Tabla 8)

En el proceso de construcción de viviendas modulares, estas esquinas pueden aprovecharse como puntos de anclaje, permitiendo fijar la estructura a una cimentación de concreto o a un sistema de pilotos, según las necesidades del proyecto. La fijación puede realizarse mediante soldadura especializada o utilizando un sistema de conexión conocido como twistlock, que asegura una unión firme y estable. Gracias a estas características, los contenedores pueden integrarse con seguridad en distintos tipos de terreno, ofreciendo soluciones habitacionales versátiles y resistentes.

Tabla 8 Tipos de anclajes esquineros para contenedores marítimos

TIPOS DE ANCLAJES PARA CONTENEDORES MARÍTIMOS	
Anclaje o refuerzo	Descripción
	Esquina de contenedor marítimo superior delantera derecha / superior trasera izquierda ISO 1161.
	Colocación de contenedores sobre cimentación mediante soldadura
	Sistema de anclaje twistlock

Fuente propia: En base a (Mom Pezas SL, 2020) & (Hedd Engineered Design, 2022)

2.11.3 Paredes y techo.

Las paredes y techo de los contenedores están formados por láminas de acero que han sido sometidas a un proceso de transformación plástica, lo que les permite adquirir una forma corrugada o de panel tipo colmena. Esta modificación no solo mejora su resistencia estructural, sino que también optimiza su capacidad para soportar cargas superiores en comparación con el acero convencional. Gracias a este diseño, se logra una mayor estabilidad y durabilidad, características esenciales para su uso en la construcción modular. (Ver Figura 41)

Además, estas láminas están firmemente unidas a la estructura principal mediante un proceso de soldadura especializado, asegurando su rigidez y evitando deformaciones ante el impacto o la exposición a condiciones climáticas adversas.



Figura 41: Container acero corrugado

Fuente: Extraída de (Peru container line, 2024)

2.11.4 Piso.

El piso de los contenedores suele estar compuesto por una combinación de materiales resistentes, como tablones de madera dura, laminas enchapadas, acero o aluminio, dependiendo del diseño y uso previsto. En algunos casos, se emplea una mezcla de estos materiales para mejorar su durabilidad y capacidad de carga.



Figura 42: Piso de un contenedor marítimo

Fuente: Extraída de (Ibercontainer, 2021)

Esta estructura se monta sobre una base de travesaños y rieles de acero, los cuales refuerzan la estabilidad y distribuyen el peso de manera uniforme. Gracias a esta configuración, el piso es capaz de soportar cargas pesadas y resistir impactos sin comprometer su integridad estructural. Además, algunos modelos incorporan tratamientos especiales para mejorar su resistencia a la humedad, insectos y otros factores ambientales. (Ver Figura 42)

2.11.5 Puertas.

Las puertas de los contenedores están fabricadas en acero de alta resistencia y cuentan con un sistema de barras verticales de bloqueo, también elaboradas en acero, que permiten cerrarlas y asegurarlas de manera firme. Estas puertas están unidas a las columnas estructurales mediante bisagras reforzadas, diseñadas para soportar un uso constante y condiciones extremas.



Figura 43: Puertas de contenedores

Fuente: Extraída de (Joy, 2024)

Para garantizar un cierre hermético y proteger el interior de filtraciones de agua, polvo o cualquier otro agente externo, alrededor de las puertas se incorpora un sello de caucho resistente. Este sistema no solo refuerza la seguridad del contenedor, sino que también contribuye a mantener un ambiente interno estable y protegido de la humedad o cambios climáticos. (Ver Figura 43)

2.11.6 Pesos y Dimensiones.

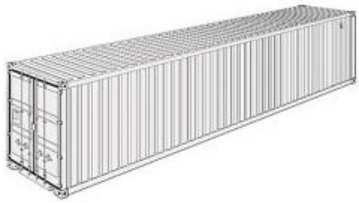
Las dimensiones de los contenedores varían según su tipología, reguladas bajo la Norma ISO 6346, lo que permite adaptarlas a las especificaciones de las mercancías y las condiciones del transporte. Para esta ocasión, el enfoque está en los modelos Dry-Van de 20 y 40 pies, que constituyen la base principal de construcción. Estos contenedores se destacan por sus características estándar en tamaño y peso, diseñados específicamente para satisfacer las necesidades logísticas más comunes, cuyas especificaciones se detallan a continuación (DSV Connect your business with the world, 2022). (Ver Tabla 9 -10)

Tabla 9 Dimensiones del contenedor de 20 pies

CONTENEDOR DE 20 PIES (DRY VAN)				
Medidas	Dimensión exterior		Dimensión interior	Gráfico
	Métrico	Pies	Métrico	
Largo	6.058	19`10``	5.758	
Ancho	2.438	8`0	2.352	
Altura	2.591	8`6``		
Volumen	33,1 m3	1,169 Ft3		
Peso máximo	24,000 Kg	52,910 Lb		
Peso neto	21,800 Kg	48,060 Lb		
Superficie	14,769 m2	158,972 Sq ft	145,764 Sq Ft	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10 Dimensiones del contenedor de 40 pies

CONTENEDOR DE 40 PIES (DRY VAN)				
Medidas	Dimensión exterior		Dimensión interior	Gráfico
	Métrico	Pies	Métrico	
Largo	12.192	40`0``	12.032	
Ancho	2.438	8`0	2.352	
Altura	2.591	8`6``		
Volumen	67,5 m3	2,385 Ft3		
Peso máximo	30,480 Kg	67,196 Lb		
Peso neto	26,680 Kg	58,819 Lb		
Superficie	31,498 m2	339,041 Sq ft	304,607 Sq Ft	

Fuente: Elaboración propia

2.12 Ciclo de vida.

Un contenedor puede alcanzar una vida útil de más de 20 años sin requerir mantenimiento preventivo (Ocean containers trading, 2016). Sin embargo, transcurrida una década de uso, es común que necesiten reparaciones rutinarias, como el sellado de perforaciones, reparación de paneles, restauración del sistema antihumedad, eliminación de corrosión y sustitución de puertas y cerraduras. Esto refleja que, aunque funcional, su durabilidad en condiciones óptimas para transporte es relativamente limitada.

Por esta razón, las empresas de transporte suelen evaluar el estado de los contenedores entre los 2 y 8 años de servicio. En muchos casos, detectan corrosión, abolladuras o daños menores, lo que los convierte en candidatos para usos alternativos. Una vez identificados estos desperfectos,

se les denomina contenedores "AS IS" (BFP constructor, 2016), y se reutilizan principalmente como almacenes o en proyectos de construcción.

Desde esta perspectiva, el uso de contenedores en la edificación representa una alternativa significativamente más sostenible en comparación con su función inicial en el transporte. Al reciclarse y convertirse en módulos para viviendas o estructuras, se extiende su vida útil y se promueve la economía circular. Este cambio de propósito destaca su gran potencial ecológico, al reducir los desechos y minimizar la necesidad de fabricar nuevos materiales, posicionándose como una solución viable y responsable en el ámbito de la construcción sostenible.

2.12.1 Fases del Ciclo de Vida.

Fabricación y Primer Uso (0-10 años)

Los contenedores están hechos de acero corten, un material altamente resistente a la corrosión. Su vida útil en transporte suele ser de aproximadamente 10 años antes de requerir reparaciones menores. En esta fase, el mantenimiento es mínimo y su funcionalidad es óptima para su propósito original. (Ver Figura 44)

Periodo de Evaluación y Descatalogación (2-8 años)

Las empresas transportistas realizan inspecciones periódicas para determinar si los contenedores presentan abolladuras, corrosión o problemas estructurales. Aquellos que presentan desperfectos menores pueden ser descartados del servicio de transporte y se clasifican como "AS IS".

Segunda Vida: Reutilización en Construcción (10-30 años o más)

En esta etapa, los contenedores pueden ser reacondicionados y transformados en viviendas, oficinas, locales comerciales o estructuras temporales. Los procesos de adaptación incluyen:

- Eliminación de óxido y tratamiento anticorrosivo.
- Instalación de aislamiento térmico y acústico.
- Modificaciones estructurales, como la incorporación de ventanas, puertas y refuerzos.
- Implementación de sistemas de ventilación y climatización.

Fin de Vida y Reciclaje

Cuando un contenedor ha cumplido su función en arquitectura, sus materiales pueden ser reciclados para la fabricación de nuevas estructuras. El acero puede reutilizarse en la industria metalúrgica, minimizando el impacto ambiental asociado a la producción de nuevos materiales.

CICLO DE VIDA DE UN CONTENEDOR MARÍTIMO PARA ARQUITECTURA



Figura 44: Ciclo de vida de contenedores

Fuente: Extraída de (Econtainers, 2022)

2.12.2 Solución del tiempo de vida útil del contenedor

Incorporación de paneles Trespa para la protección de la envolvente

Los paneles Trespa son un material compuesto de alta resistencia, fabricado a partir de fibras de madera natural (aproximadamente un 70%) combinadas con resinas termoendurecibles, las cuales se someten a un proceso de alta presión y temperatura (tecnología HPL, *High Pressure Laminate*). Este proceso da como resultado un producto extremadamente denso, duradero y resistente a los impactos, a la humedad, a los rayos UV y a los cambios bruscos de temperatura.

En el contexto de la cargotectura, la incorporación de paneles Trespa como revestimiento exterior de fachada representa una estrategia eficaz para mejorar la durabilidad estructural del contenedor. Al recubrir la envolvente metálica, los paneles actúan como una barrera protectora frente a agentes climáticos extremos, evitando la exposición directa del acero corten al sol, la lluvia y la humedad ambiental.

Esta capa adicional contribuye a prolongar la vida útil del contenedor, reduciendo los efectos de la corrosión y el desgaste por intemperie, mejora el comportamiento térmico y estético de la vivienda. Gracias a su alta estabilidad dimensional y facilidad de mantenimiento, los paneles Trespa permiten un acabado limpio y contemporáneo, compatible con los criterios de arquitectura sostenible y diseño resiliente. (Pérez, 2020)

2.13 ¿Cuál es el precio de un contenedor en el mercado?

La empresa naviera Maersk Line, con sede en Dinamarca, ha puesto en marcha un programa en México destinado a la circulación de contenedores en desuso, ya sea para su transformación o reventa. Según datos de T21Mexico (2018), el precio promedio de un contenedor de 20 pies ronda los 2.000 dólares aproximadamente, mientras que un contenedor de 40 pies tiene un costo de 3.000 dólares aproximadamente en un contexto internacional.

Maersk también señaló que la vida útil de estas unidades suele variar entre diez y catorce años, dependiendo de su estado. Algunos contenedores están en óptimas condiciones, mientras que otros requieren pequeñas reparaciones para continuar siendo funcionales.

En Ecuador, la venta de contenedores marítimos para proyectos arquitectónicos ha sido limitada en el pasado, pero en los últimos años se ha experimentado un crecimiento en el mercado. Varias empresas han comenzado a enfocarse en la comercialización y transformación de contenedores en proyectos de uso, desarrollando proyectos innovadores de vivienda, oficinas y espacios comerciales. Entre las principales empresas destacan Romans Container, especializada en el diseño, construcción e instalación modular con contenedores; Vial Containers, que ofrece soluciones adaptadas a las necesidades del cliente; y Moduflex, reconocidos por sus proyectos arquitectónicos que combinan funcionalidad y sostenibilidad.

Estas empresas suelen manejar precios similares a los del mercado internacional. Por ejemplo, un contenedor estándar de 20 pies tiene un costo que rodea los 2.500 dólares, mientras que uno de 40 pies puede rodear por cerca de 3.500 dólares. Los contenedores disponibles varían entre unidades nuevas y reutilizadas, siendo estos últimos ideales para proyectos arquitectónicos sostenibles. Este crecimiento en la comercialización y reutilización de contenedores en Ecuador está impulsando una nueva ola de oportunidades para el diseño modular, destacándose por su adaptabilidad, rapidez en la construcción y menor impacto ambiental. (Ver Tabla 11)

Tabla 11: Catálogo de precios en el mercado ecuatoriano

COSTO DE CONTENEDORES EN EL ECUADOR				
Compañía	Ítem	Estado	Valor Unitario	Observaciones
	Contenedor de 20 pies DV	Usado	\$ 2.500 + IVA	Buen estado, sujeto a defectos menores
	Contenedor de 40 pies HC	Usado	\$ 3.000 + IVA	Buen estado, sujeto a defectos menores
	Contenedor de 40 pies Refrigerado	Usado	\$ 7.000 + IVA	Buen estado, sujeto a defectos menores
	Contenedor de 20 pies DV	Usado	\$ 1.600 + IVA	Buen estado, sujeto a defectos menores
	Contenedor de 20 pies DV	Nuevo	\$ 3.100 + IVA	Perfecto estado
	Contenedor de 40 pies HC	Usado	\$ 2.100 + IVA	Buen estado, sujeto a defectos menores
	Contenedor de 20 pies DV	Usado	\$ 2.700 + IVA	Buen estado, sujeto a defectos menores
	Contenedor de 40 pies HC	Usado	\$ 3.700 + IVA	Buen estado, sujeto a defectos menores

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO III

3. ¿ES POSIBLE CONSTRUIR UNA VIVIENDA USANDO CONTENEDORES MARÍTIMOS?

Diversos estudios han abordado el potencial de los contenedores marítimos como solución arquitectónica, enfocándose en su acondicionamiento estructural, bioclimático y estético. Dentro de este campo, el arquitecto español Luis de Garrido ha desarrollado investigaciones reconocidas a nivel internacional por su énfasis en la eficiencia energética y la sostenibilidad. Su trabajo ha sido clave para demostrar las ventajas que estos módulos ofrecen en la construcción, así como para explorar estrategias innovadoras que permitan transformarlos en espacios habitables. Gracias a sus estudios, se han identificado mejoras en su comportamiento térmico, su integración con sistemas ecológicos y su capacidad de adaptación a diversas necesidades arquitectónicas.

En América Latina, la arquitectura con contenedores ha ganado un protagonismo significativo en los últimos años, consolidándose como una opción moderna y funcional dentro del diseño urbano. Más allá de su estética vanguardista, estos elementos han sido aprovechados para desarrollar soluciones habitacionales eficientes y accesibles. Un solo módulo tiene la capacidad de convertirse en un refugio independiente, mientras que la combinación de varias unidades permite la creación de conjuntos residenciales completos.

Cuando se presentan desastres naturales, los contenedores emergen como una alternativa inmediata para la construcción de refugios temporales. Su estructura modular y facilidad de transporte los convierten en una opción ideal para responder ante situaciones de crisis, proporcionando espacios seguros y habitables en el menor tiempo posible. Por esta razón, su uso en viviendas de emergencia ha sido ampliamente considerado como una estrategia eficaz para atender necesidades urgentes de alojamiento en comunidades afectadas.

3.1 Diseño Metodológico

A continuación, se relacionan las fases para el desarrollo de la propuesta, partiendo del análisis de conceptos existentes, que garantizan la viabilidad en el uso de contenedores marítimos en la construcción de unidades habitacionales en Ecuador o a nivel Latinoamericano.

Fase 1: Análisis de la normativa legal y regulaciones constructivas en Ecuador

En esta etapa, se investigará la legislación ecuatoriana vigente en materia de urbanismo y construcción, con el objetivo de identificar las normativas que regulan o afectan el uso de contenedores marítimos como elementos habitables. Se evaluarán los códigos de construcción, ordenanzas municipales y cualquier directriz emitida por entidades gubernamentales relacionadas con edificaciones no convencionales. Si se determina que Ecuador carece de una normativa específica para este tipo de construcciones, se procederá a analizar las regulaciones en otros países

latinoamericanos que hayan avanzado en este ámbito, con el fin de extraer lecciones y recomendaciones aplicables al contexto ecuatoriano.

Fase 2: Documentación y análisis de proyectos relevantes.

Se recopilará información sobre proyectos nacionales e internacionales que hayan implementado contenedores marítimos en la construcción de viviendas. Esta documentación incluye publicaciones académicas, artículos técnicos, estudios de caso y reportajes en medios especializados. El análisis se centrará en clasificar las tipologías de viviendas contenedores, evaluar sus impactos ambientales, y estudiar sus características estéticas y funcionales. Además, se revisará el cumplimiento de estos proyectos con estándares de certificación ambiental reconocidos, como LEED, VERDE, CASA y BREEAM. Este estudio permitirá determinar las dimensiones, especificaciones y diseños arquitectónicos más adecuados para garantizar un alto nivel de confort en las unidades habitacionales propuestas.

Fase 3: Evaluación técnica y sostenibilidad.

En esta fase, se realizará un estudio técnico detallado de los materiales y soluciones constructivas aplicables al sistema basado en contenedores marítimos. Se analizarán las ventajas y desventajas de este tipo de construcción en términos de materialidad, costos, eficiencia energética y sostenibilidad. También se consideran los aspectos sociales relacionados con la implementación de viviendas contenedores, como la aceptación por parte de la comunidad y el impacto en el entorno urbano. Con base en este análisis, se establecerán lineamientos técnicos para la adecuación de los contenedores, asegurando que las viviendas resultantes sean habitables, confortables y sostenibles.

Fase 4: Propuesta de diseño de unidades habitacionales.

Finalmente, se desarrollará una propuesta de diseño para unidades habitacionales, tanto individuales como colectivas, utilizando contenedores marítimos. Esta propuesta integrará los hallazgos de las fases anteriores, adaptando las soluciones constructivas y de diseño a las particularidades del contexto ecuatoriano. Se buscará que las viviendas sean funcionales, estéticamente agradables y que cumplan con los estándares de sostenibilidad y eficiencia energética identificados previamente.

Este enfoque integral permitirá evaluar de manera efectiva la viabilidad y beneficios de utilizar contenedores marítimos en la construcción de viviendas en Ecuador, aportando soluciones innovadoras al déficit habitacional y promoviendo prácticas constructivas sostenibles.

3.2 Casos de Estudio.

3.2.1 R4 House.

Uno de los proyectos más emblemáticos y ampliamente reconocidos en el ámbito de la Arquitectura Contenedor es la R4 House, cuyo nombre hace referencia a los principios de “recuperar, reutilizar, reciclar y razonar”. Este innovador proyecto, desarrollado en 2007 en la ciudad de Barcelona, representa un modelo sostenible de vivienda basado en la reutilización de materiales industriales. Su estructura está conformada por seis contenedores marítimos de 40 pies, los cuales han sido adaptados para crear un espacio funcional y eficiente. (Ver Figura 45)

La R4 House no solo destaca por su enfoque ecológico, sino también por su diseño moderno y su capacidad de integración con el entorno urbano. (Garrido, 2021)



Figura 45: Perspectiva de R4House

Fuente: Extraída de (Luis de Garrido, 2021)



Figura 46: Perspectiva de R4House

Fuente: Extraída de (Luis de Garrido, 2021)

En la R4 House, la disposición de los contenedores ha sido cuidadosamente planificada para optimizar el espacio y mejorar la eficiencia térmica y energética. Cuatro de estos contenedores han sido ensamblados de manera estratégica, dando lugar a una vivienda principal con una superficie total de 173 m², ofreciendo amplitud y comodidad a sus ocupantes. Además, un quinto contenedor ha sido diseñado como una vivienda mínima de 30 m², ideal para un uso independiente o como unidad auxiliar. (Ver Figura 46)

Por último, el sexto contenedor cumple una doble función clave dentro del proyecto, ya que alberga el núcleo de comunicación vertical, facilitando la conexión entre niveles, y también actúa como una chimenea bioclimática que permite la extracción natural del aire, contribuyendo a la ventilación pasiva y al confort térmico. (Garrido, 2021). El proyecto fue desarrollado a partir de 17 objetivos básicos: (Ver Figura 47)

- Formalizar un nuevo paradigma arquitectónico sostenible.
- Proponer nuevos tipos de vivienda reconfigurables y ampliables.
- Construir una vivienda con el máximo nivel sostenible posible.
- Construir una vivienda con un elevado nivel bioclimático y con el menor consumo energético posible.
- Realizar una vivienda autosuficiente en energía.
- Realizar una vivienda autosuficiente en agua.
- Construir una vivienda con contenedores marítimos.
- Proyectar una vivienda desmontable y transportable.

- Proponer un sistema constructivo industrializado que permita una enorme rapidez constructiva.
- Construir una vivienda utilizando tan solo residuos.
- Formalizar un sistema constructivo que permita la recuperación y la reutilización de todos los componentes del edificio.
- Realizar un edificio con un ciclo de vida infinito.
- Construir una vivienda de alta calidad y muy bajo coste.
- Proponer una solución de vivienda para países desfavorecidos.
- Proporcionar una alternativa sin impacto ambiental para la construcción en entornos rurales y protegidos.
- Asegurar la salud, el bienestar y la felicidad de la gente.
- Proponer un nuevo lenguaje arquitectónico formal sostenible.



Figura 47: Proceso de diseño R4House

Fuente: Extraída de (Luis de Garrido, 2021)

La R4 House no es simplemente una vivienda, sino una propuesta arquitectónica innovadora que redefine la relación entre la construcción y el entorno natural. Su diseño se fundamenta en un profundo respeto por la sostenibilidad y el bienestar humano, estableciendo un nuevo paradigma en la arquitectura ecológica. Este concepto puede adaptarse a diversas configuraciones sin perder su esencia, siempre alineándose con principios de reutilización y eficiencia. (Garrido, 2021)

El primer prototipo construido de este modelo se presenta como una unidad básica de convivencia ampliable, compuesta por dos viviendas interconectadas. La estructura principal se ha desarrollado a partir de seis contenedores marítimos de 40 pies de longitud. (Ver Figura 48)

Cuatro de estos han sido ensamblados para conformar una vivienda espaciosa de 173 m², mientras que un quinto contenedor se ha destinado a una unidad habitacional mínima de 30 m². El sexto contenedor, por su parte, cumple una función clave dentro del diseño, al servir como núcleo de comunicación vertical y como chimenea bioclimática para la extracción natural del aire, optimizando así la ventilación. (Garrido, 2021)

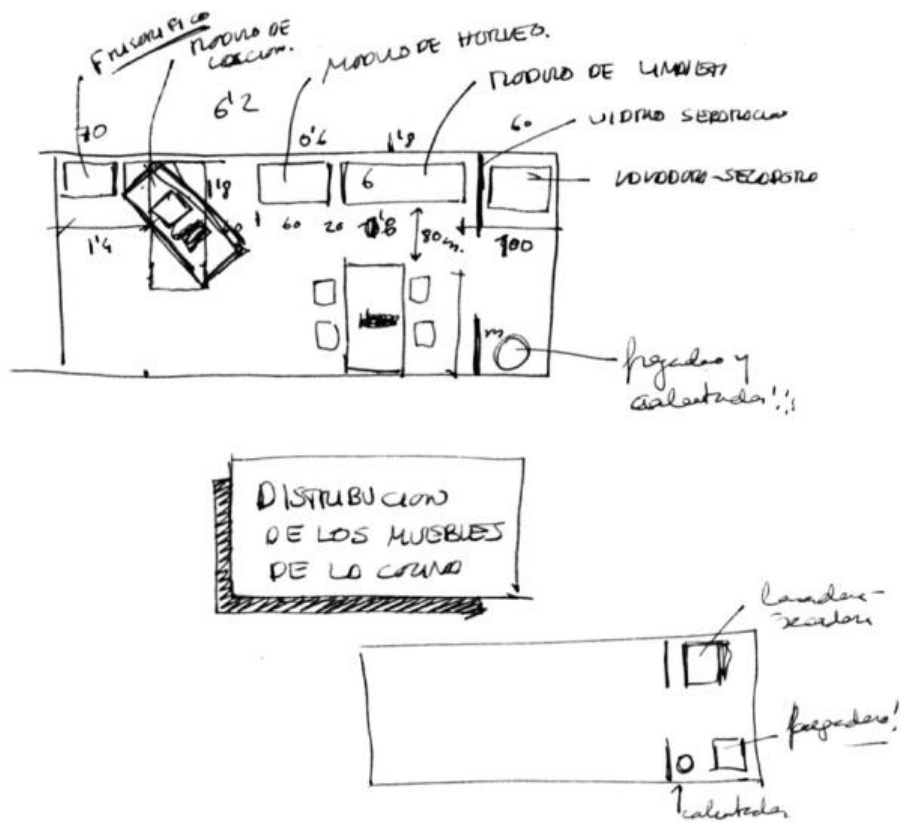


Figura 48: Proceso de diseño R4House

Fuente: Extraída de (Luis de Garrido, 2021)

El diseño de R4 House representa un modelo evolutivo de vivienda adaptable a las necesidades cambiantes de sus habitantes. Su estructura responde a un crecimiento progresivo, partiendo de una unidad mínima de 30 m² construida a partir de un solo contenedor marítimo. Esta vivienda inicial puede expandirse gradualmente con el tiempo, integrando nuevos módulos para acoger a una familia en crecimiento sin perder funcionalidad ni comodidad. (Garrido, 2021)

A medida que las dinámicas familiares evolucionan, el concepto de convivencia flexible permite que un miembro pueda independizarse sin alejarse del núcleo familiar. Para ello, se incorpora una nueva unidad habitacional, diseñada para ofrecer autonomía sin desvincularse del conjunto original. Este modelo no solo facilita la adaptación a cambios en la estructura familiar, sino que también promueve la interacción y el apoyo entre generaciones. (Garrido, 2021)

Además, la configuración de R4 House mantiene la posibilidad de ampliación a futuro, con la incorporación de más unidades interconectadas. Este sistema crea una estructura orgánica y modular, que puede reconfigurarse en función de las necesidades de sus ocupantes, asegurando un equilibrio entre independencia y comunidad, y consolidando un enfoque arquitectónico dinámico y sostenible. (Garrido, 2021) (Ver Figura 49)

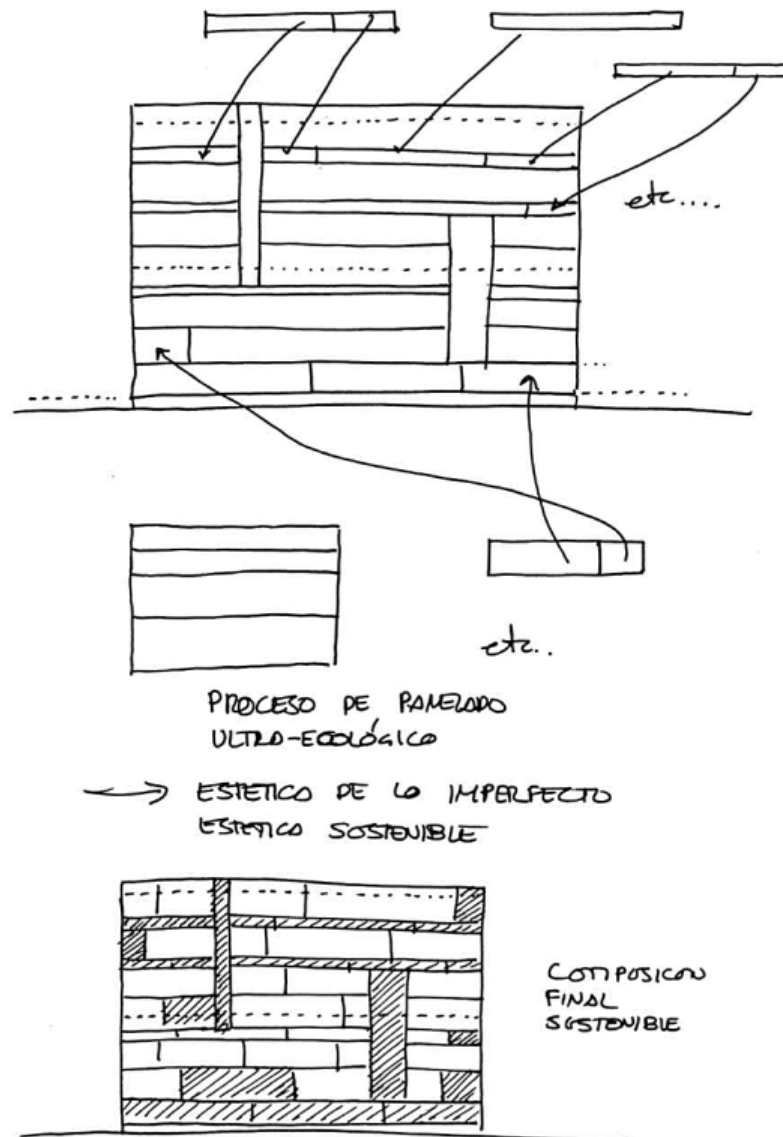


Figura 49: Proceso de diseño R4House

Fuente: Extraída de (Luis de Garrido, 2021)

La distribución del conjunto de seis contenedores en R4 House ha sido cuidadosamente diseñada para optimizar el uso del espacio y mejorar el confort de sus ocupantes. La configuración genera un patio central de doble altura, el cual actúa como el núcleo de la vivienda, proporcionando ventilación e iluminación natural. Esta disposición permite que todas las áreas de la casa se orienten hacia este punto, eliminando la necesidad de pasillos y distribuidores, y maximizando la eficiencia espacial. La vivienda principal, con una superficie total de 173 m², se organiza en dos niveles. En la planta baja, se encuentran la cocina, el salón-comedor-estar, un baño y un estudio, mientras que en la planta alta se ubican dos dormitorios y dos baños, ofreciendo espacios amplios y funcionales para sus habitantes. Por otro lado, la vivienda mínima, con una superficie de 30 m², ha sido diseñada como una unidad independiente que cuenta con una zona de día, un baño y un área de descanso, proporcionando un espacio compacto pero eficiente. (Ver Figura 50)

El diseño arquitectónico no solo prioriza la funcionalidad y la distribución eficiente de los espacios, sino que también busca mejorar el desempeño bioclimático de la vivienda. Gracias a la disposición estratégica de los contenedores y la integración del patio central, se optimiza la ventilación cruzada, se favorece el aprovechamiento de la luz natural y se mejora el confort térmico de los ocupantes. Así, R4 House representa un modelo innovador de vivienda modular que combina diseño sostenible, flexibilidad y calidad de vida. (Garrido, 2021)

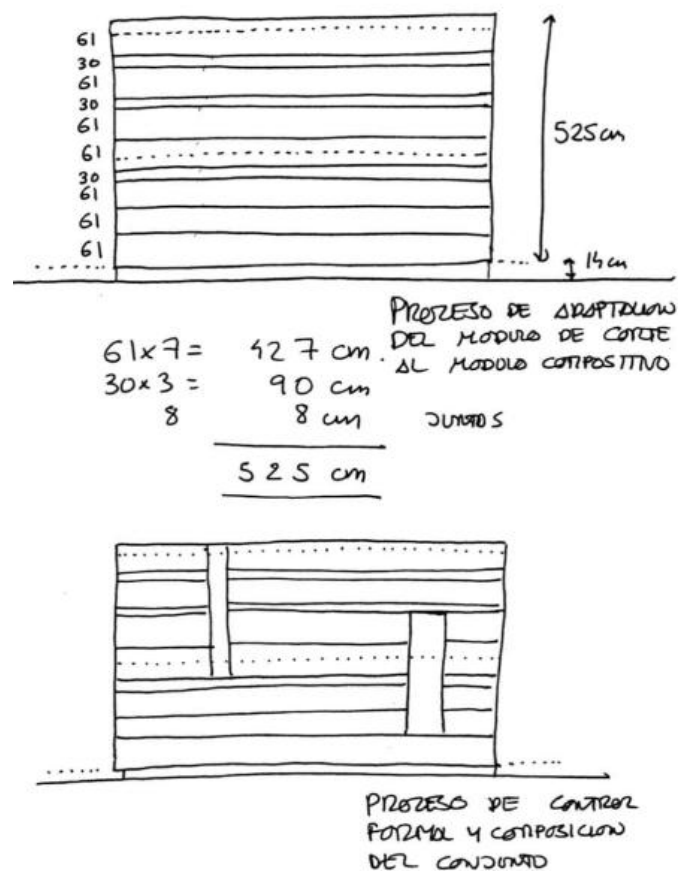


Figura 50: Proceso de diseño R4House

Fuente: Extraída de (Luis de Garrido, 2021)

Justificación y Características de R4House

Formalizar un nuevo paradigma arquitectónico sostenible

R4 House representa la materialización de un nuevo paradigma arquitectónico sostenible, alineado con el concepto de “Naturalezas Artificiales” propuesto por Luis De Garrido. Este enfoque busca replantear la manera en que se diseñan y construyen viviendas, promoviendo un modelo que respete el medio ambiente y garantice el bienestar de las generaciones presentes y futuras.

El objetivo central de este paradigma es satisfacer las necesidades habitacionales de las personas en cualquier contexto, sin comprometer los recursos naturales ni la estabilidad social. Para ello, se implementan estrategias arquitectónicas que optimizan el uso de materiales y recursos, minimizan el consumo energético y fomentan el uso de energías renovables. (Ver Figura 51)

Además, R4 House se distingue por su enfoque en la reducción de residuos y emisiones, el diseño eficiente que disminuye los costos de mantenimiento y construcción, y la mejora continua en la funcionalidad y habitabilidad de los espacios. Todo ello convierte a este proyecto en un referente de la arquitectura modular sostenible, capaz de adaptarse a distintos entornos sin perder de vista la eficiencia, la accesibilidad y el confort de sus ocupantes. (Garrido, 2021)

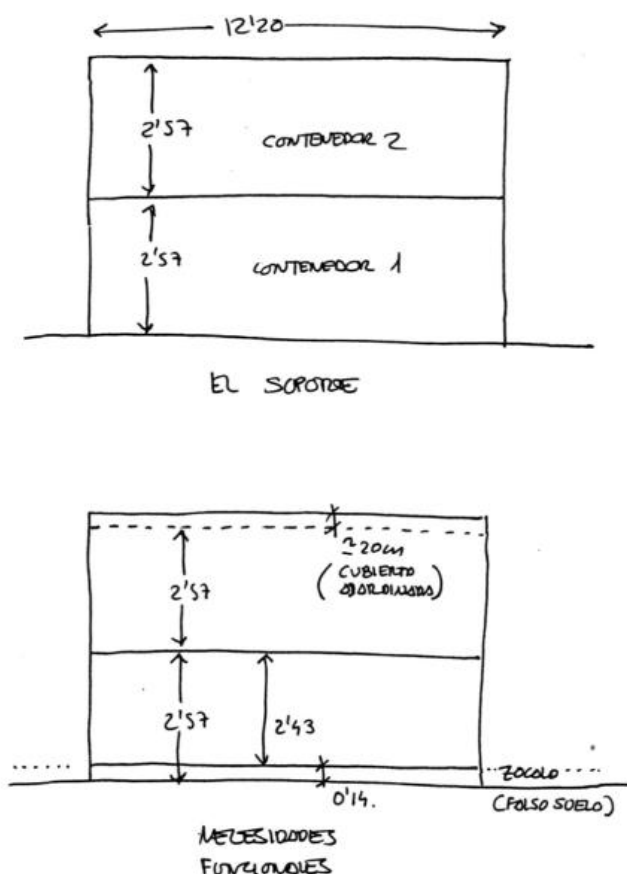


Figura 51: Proceso de diseño R4House

Fuente: Extraída de (Luis de Garrido, 2021)

La declaración de principios (y por tanto de acciones) de este nuevo paradigma es el siguiente: (Ver Figura 52 - 53)

Proteger el medio ambiente

- Garantizar la integridad de la Biosfera
- Reducir la fragmentación del Territorio
- Percibir el entorno de forma holística
- Reducir al máximo la pavimentación
- Reducir la edificación en tierras de cultivo
- Promover la edificación en altura y la compactación de la ciudad
- Promover el reciclaje de las ciudades y evitar su expansión

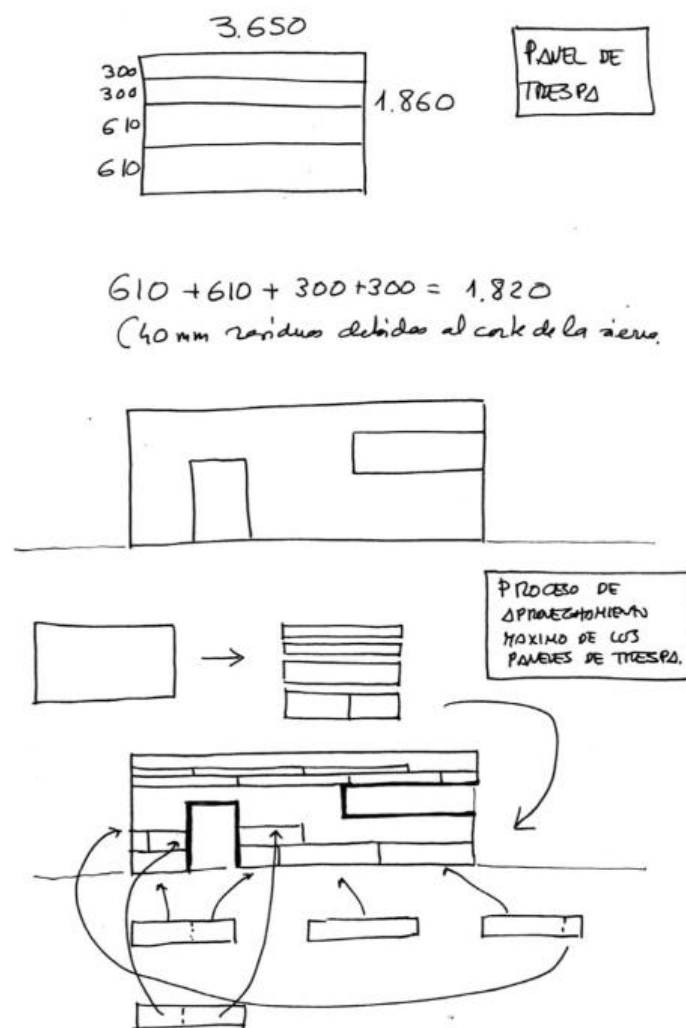


Figura 52: Proceso de diseño R4House

Fuente: Extraída de (Luis de Garrido, 2021)

Proteger la Fauna y la Flora

- Preservar el ecosistema existente, y la Fauna y Flora locales
- Conservar los Hábitats existentes
- Garantizar la integración holística con el entorno

Asegurar la nutrición humana

- Fomentar la producción local de alimentos
- Reducir el transporte de alimentos
- Reducir los fertilizantes
- Asegurar que la dieta humana no genere cambio climático alguno
- Promover el cultivo de alimentos en los edificios
- Fomentar la autosuficiencia de agua en los edificios

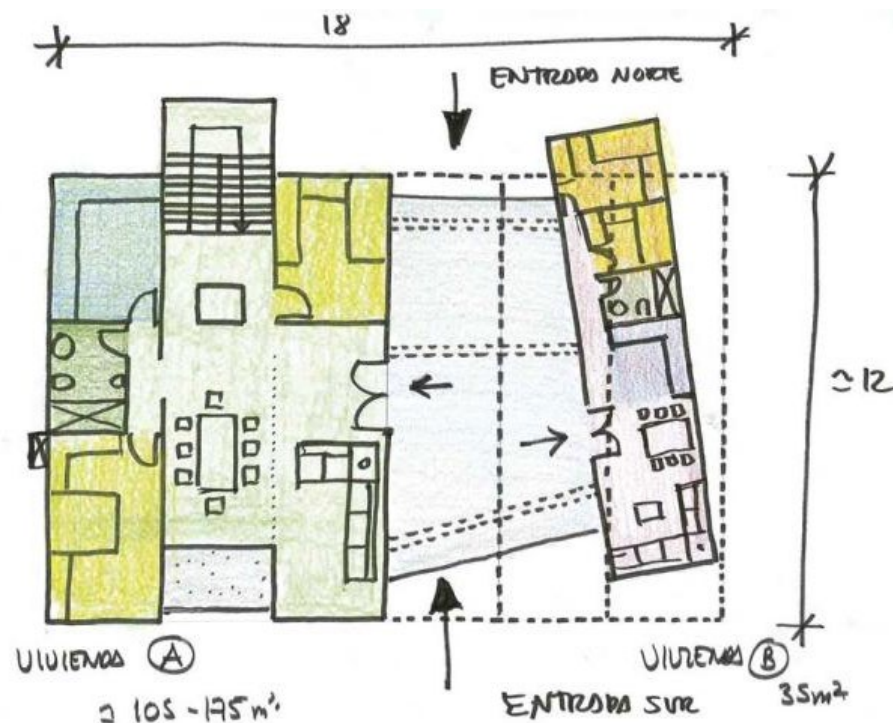


Figura 53: Planta R4House

Fuente: Extraída de (Luis de Garrido, 2021)

Proponer nuevos tipos de vivienda reconfigurables y ampliable

Uno de los principales desafíos en la promoción de viviendas actuales es la falta de correspondencia entre la oferta habitacional y las verdaderas necesidades de las personas. En muchos casos, el sistema obliga a los usuarios a adquirir viviendas que no se ajustan a su realidad económica o, comprometiéndose financieramente a largo plazo con deudas que limitan su calidad de vida.

Frente a este problema, R4 House propone un modelo más sensato y flexible de acceso a la vivienda, basado en una evolución progresiva de los espacios habitables según las necesidades y posibilidades de cada usuario. Este enfoque rescata la lógica tradicional de autoconstrucción y adaptación gradual, en contraste con la promoción inmobiliaria actual, cuyo principal objetivo es la rentabilidad inmediata. (Ver Figura 54)

Así, R4 House no solo responde a una visión arquitectónica sostenible, sino que también replantea el acceso a la vivienda como un proceso más equitativo, donde la funcionalidad, la accesibilidad económica y la sostenibilidad se priorizan sobre la especulación y la acumulación de beneficios en el menor tiempo posible. (Garrido, 2021)

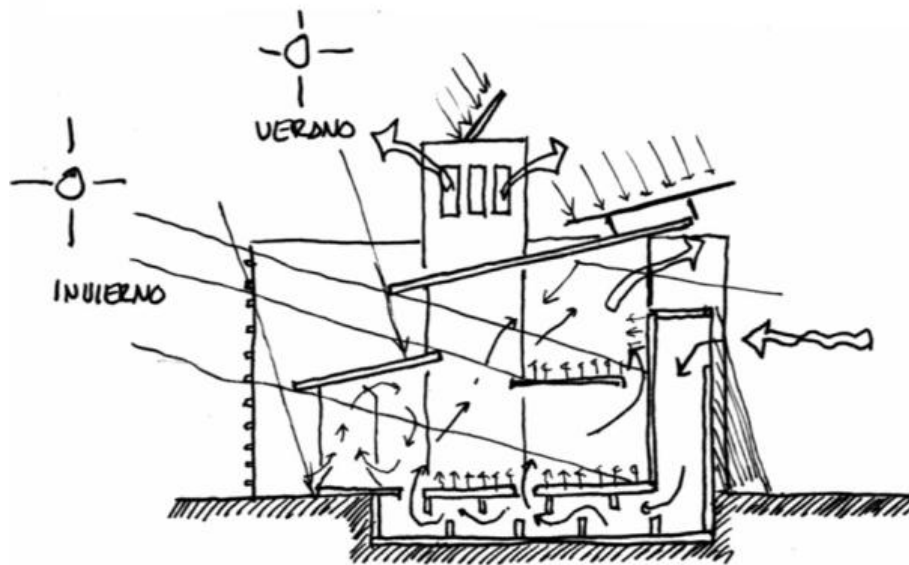


Figura 54: Estrategia de diseño R4House

Fuente: Extraída de (Luis de Garrido, 2021)

Históricamente, las viviendas han sido construidas de manera incremental, permitiendo a los propietarios ampliar sus espacios a medida que sus necesidades y capacidades económicas evolucionan. Siguiendo este principio, R4 House propone un modelo habitacional flexible basado en módulos de 30 m². Inicialmente, un usuario podría comenzar con un solo módulo que cubra sus necesidades básicas. Con el tiempo, y según sus posibilidades económicas, podría incorporar nuevos módulos para expandir su vivienda hasta alcanzar superficies de 60, 90, 120, 150, 180 m² o más.

Este enfoque permite a los habitantes personalizar su hogar de acuerdo con su evolución familiar, laboral o económica, evitando la necesidad de grandes inversiones iniciales y reduciendo el endeudamiento. Además, la modularidad facilita la adaptación a distintos terrenos y necesidades, promoviendo un urbanismo más dinámico y sostenible. (Garrido, 2021)

3.2.2 Container City

Container City es un innovador proyecto arquitectónico desarrollado por la firma *Nicholas and Partners Lacey* basado en el uso de contenedores marítimos reciclados para la construcción de espacios modulares y sostenibles. Ubicado en Londres, este proyecto representa un modelo de urbanismo alternativo que optimiza recursos, reduce costos y minimiza el impacto ambiental. Su diseño flexible permite la creación de viviendas, oficinas y espacios comunitarios en una estructura que puede expandirse y adaptarse según las necesidades de los usuarios. (Ver Figura 55 - 56)



Figura 55: Container City

Fuente: Extraída de (Nicholas and Partners Lacey, 2001)



Figura 56: Container City

Fuente: Extraída de (Nicholas and Partners Lacey, 2001)

La esencia de Container City radica en la reutilización de contenedores marítimos en desuso, transformándolos en módulos habitables y funcionales. Esta estrategia prolonga la vida útil de estas estructuras industriales, reduce significativamente los costos y el impacto ambiental asociados a la construcción tradicional. El sistema modular permite una flexibilidad en el diseño, combinando contenedores de diferentes formas y tamaños para adaptarse a diversas necesidades espaciales. (Ver Figura 57)



Figura 57: Proceso de construcción Container City

Fuente: Extraída de (Nicholas and Partners Lacey, 2001)

El proyecto inicial, conocido como Container City I, se horneó en cinco meses y constaba de tres pisos que albergaban 12 estudios de trabajo en una superficie de 446 m². Debido a la alta demanda, en 2003 se agregó un cuarto piso, incorporando tres apartamentos adicionales de uso mixto. (Ver Figura 57)

Posteriormente, en 2002, se desarrolló Container City II, ampliando el complejo con más unidades habitables. Este crecimiento refleja la adaptabilidad del sistema modular, permitiendo configuraciones que van desde espacios de 30 m² (equivalente a un contenedor estándar) hasta combinaciones que alcanzan superficies de 90 m² a 270 m², según las necesidades de los usuarios.

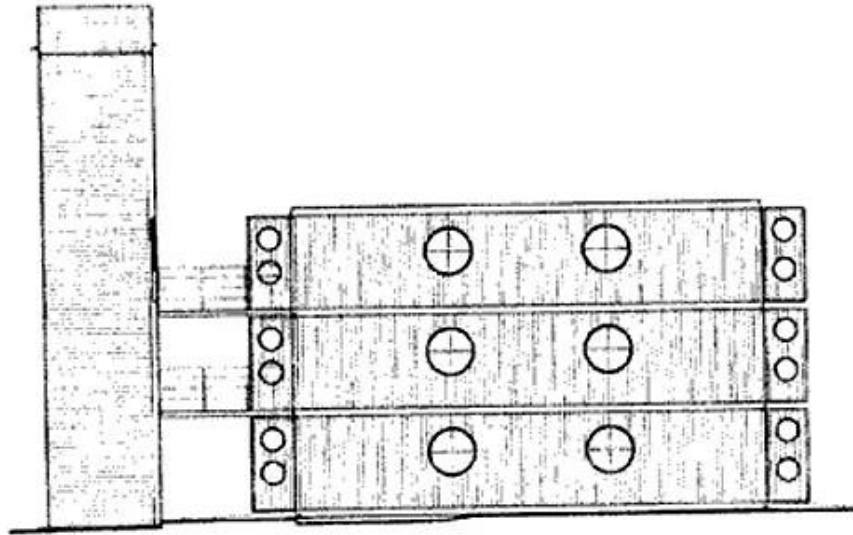


Figura 58: Proceso de diseño (elevación) Container City

Fuente: Extraída de (Nicholas and Partners Lacey, 2001)

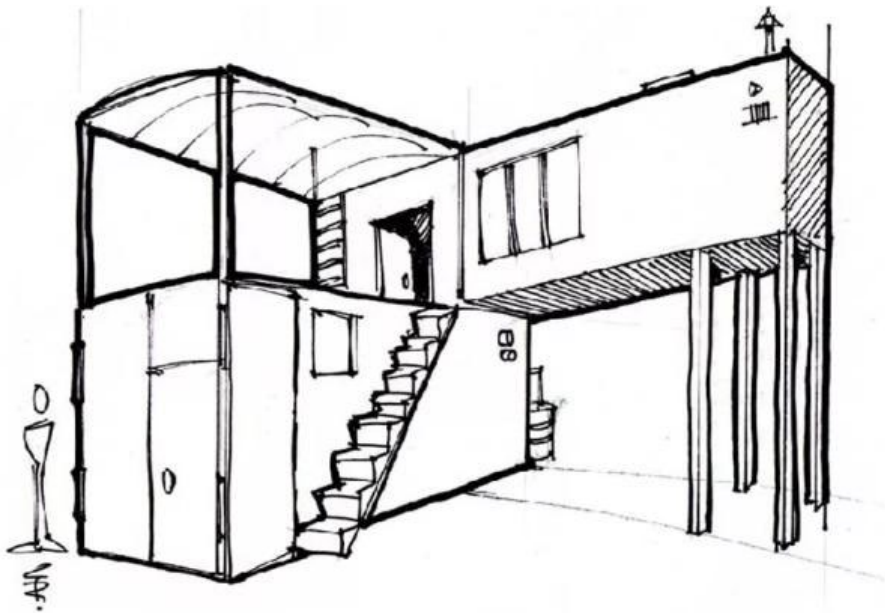


Figura 59: Proceso de diseño (perspectiva) Container City

Fuente: Extraída de (Nicholas and Partners Lacey, 2001)

Container City se ha convertido en un referente dentro de la Arquitectura Contenedor, destacándose como uno de los proyectos pioneros en este campo. Este desarrollo forma parte de las iniciativas de regeneración urbana lideradas por la organización (USM) Urban Space Management, cuya principal actividad es la creación de espacios funcionales y accesibles mediante el uso de contenedores marítimos reciclados. (Ver Figura 58 - 59)

La versatilidad de este modelo ha permitido su aplicación en diversos ámbitos, como aulas, teatros, oficinas y viviendas, proporcionando soluciones arquitectónicas innovadoras. Bajo la

premisa de “más ligero, más rápido, más barato”, este enfoque optimiza recursos y reduce costos, ofreciendo construcciones sostenibles y adaptables a distintas necesidades urbanas y sociales. (Nicholas and Partners Lacey, 2001).

Container City I, ubicado en Trinity Buoy Wharf, se fundó en mayo de 2001 como un innovador modelo de construcción modular a partir de contenedores marítimos. Inicialmente, este complejo albergaba 12 unidades habitacionales y comerciales, a las cuales se sumaron tres más con el tiempo. Este proyecto marcó el inicio de una serie de 14 edificaciones de este tipo en Inglaterra, consolidándose como un referente en la Arquitectura Contenedor. (Ver Figura 60)

Dado el éxito de la primera fase, en 2002 se desarrolló Container City II, ampliando el número de unidades disponibles y ofreciendo nuevas soluciones habitacionales. El módulo más pequeño cuenta con 30 m² equivalente a un solo contenedor y su precio de alquiler oscila entre 100 y 240 dólares mensuales. Estas unidades son especialmente demandadas por artistas y diseñadores en busca de espacios versátiles y económicos, generando incluso listas de espera para su ocupación.



Figura 60: Contextualización del proyecto Container City

Fuente: Extraída de (Nicholas and Partners Lacey, 2001)

El sistema constructivo de Container City se basa en la combinación de múltiples contenedores para crear viviendas modernas, funcionales y accesibles. Los módulos de 13 m² se pueden agrupar para formar espacios de entre 90 m² y 270 m², adaptándose a diferentes necesidades. Para mejorar la habitabilidad, se realizan modificaciones estructurales en los contenedores, como la apertura de secciones en paredes, suelos y techos para conectar los espacios interiores y generar aberturas hacia el exterior.

A diferencia del modelo tradicional en que un contenedor representa una unidad independiente, Container City propone una arquitectura más flexible, en la que los módulos pueden combinarse en distintas configuraciones. Este enfoque permite diseñar espacios personalizados, integrando diferentes alturas y distribuciones según los requerimientos de los usuarios, optimizando el uso del espacio y maximizando la funcionalidad del conjunto. (Ver Figura 61)

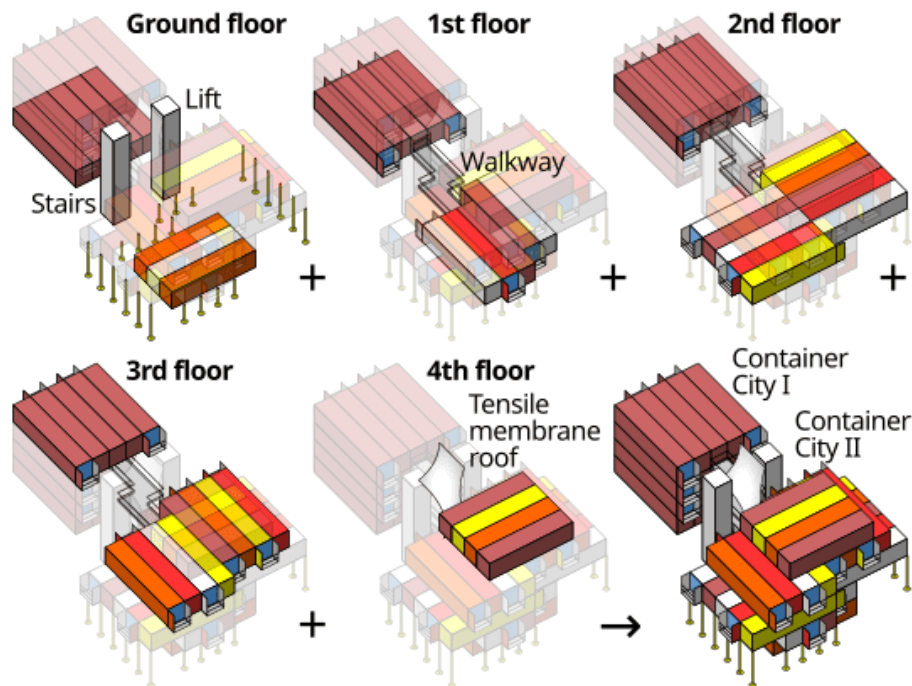


Figura 61: Proceso de construcción Container City

Fuente: Extraída de (Nicholas and Partners Lacey, 2001)

Este proyecto ejemplifica cómo la arquitectura sostenible puede integrarse en entornos urbanos, reutilizando recursos locales y ofreciendo soluciones habitacionales innovadoras. Su diseño modular y adaptable responde a necesidades funcionales que promueve una construcción más consciente y respetuosa con el medio ambiente. (Ver Figura 62)



Figura 62: Contextualización Container City

Fuente: Extraída de (Nicholas and Partners Lacey, 2001)

3.2.3 Upcycled House.

Ubicada en Nyborg, Dinamarca, Upcycled House es un innovador proyecto experimental desarrollado por el Estudio Danés Lendager en colaboración con la Fundación Realdania Byg, una entidad dedicada a promover la innovación y las mejores prácticas en el sector de la construcción. Su principal objetivo fue demostrar que es posible reducir significativamente las emisiones de carbono mediante el uso de materiales reciclados en la edificación de viviendas.

El proyecto se diseñó con un enfoque sostenible, destacando por su capacidad para minimizar el impacto ambiental de la construcción. De acuerdo con Lendager, esta vivienda logra una reducción del 86% en emisiones de carbono en comparación con una unidad construida con materiales y métodos tradicionales. (Ver Figura 63)

Este logro se debe a la utilización de materiales reutilizados, lo que disminuye la demanda de nuevos recursos, optimizando el ciclo de vida de los materiales descartados. (Archdaily, 2013)



Figura 63: Upcycled House

Fuente: Extraída de (Archdaily, 2013)

Upcycled House representa un avance en términos de eficiencia energética, introduce un modelo de construcción adaptable y escalable, capaz de integrarse en distintas condiciones climáticas y urbanas. El proyecto sigue estrictos lineamientos sostenibles, incorporando estrategias de diseño pasivo, aislamiento térmico de alta eficiencia y el uso de sistemas constructivos modulares. (Ver Figura 64)

Además, la vivienda ha sido concebida para maximizar el confort de sus ocupantes sin comprometer el rendimiento ambiental. La distribución de los espacios aprovecha la iluminación natural y la ventilación cruzada, reduciendo la necesidad de sistemas mecánicos de climatización. Con estas características, Upcycled House se consolida como un referente en la arquitectura

sostenible, demostrando que es posible desarrollar construcciones eficientes y ambientalmente responsables sin renunciar a la calidad ni a la funcionalidad.

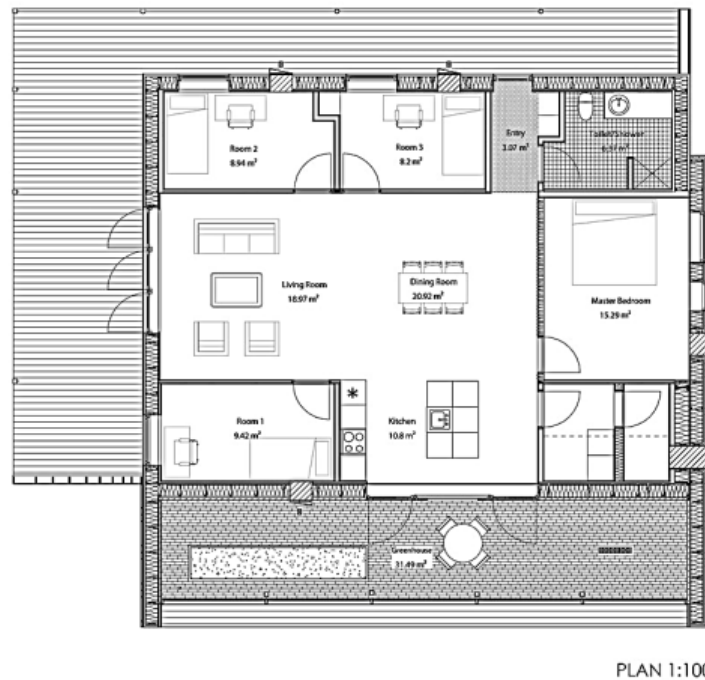


Figura 64: Upcycled House

Fuente: Extraída de (Archdaily, 2013)

Lineamientos bioclimáticos.

Energía Solar Pasiva

La vivienda incorpora un sistema eficiente de captación de energía solar pasiva mediante la construcción de muros con botellas de plástico recicladas. Estos elementos tienen la capacidad de absorber y almacenar el calor del sol durante el día, evitando que la temperatura interior aumente en exceso durante los meses más cálidos. En invierno, estos mismos muros ayudan a mantener el calor en el interior, reduciendo la necesidad de calefacción artificial.

Además, el uso de materiales reciclados contribuye a la reducción de residuos y fomenta una construcción más sostenible. (Ver Figura 65)

Ventilación Natural

El diseño arquitectónico de la vivienda optimiza la circulación del aire a través de una distribución estratégica de la ventanería. Las aberturas están ubicadas de manera que permitan la entrada constante de corrientes de aire, facilitando la ventilación cruzada y asegurando un ambiente fresco sin depender de sistemas mecánicos de climatización. Este enfoque no solo reduce el consumo de energía, sino que también mejora la calidad del aire interior, promoviendo un entorno más saludable para los ocupantes. Además, se han incorporado elementos como aleros y persianas regulables para controlar la cantidad de aire que ingresa según la temporada del año.

Clima Interior

Para optimizar la iluminación natural y mantener un equilibrio térmico adecuado, se ha dispuesto la ventanería en la fachada oeste de la vivienda. Esta orientación permite la entrada máxima de luz solar durante el día, asegurando espacios bien iluminados sin la necesidad de un uso excesivo de iluminación artificial. A su vez, el diseño de las ventanas evita problemas de sobrecalentamiento y deslumbramiento, gracias a la integración de vidrios de control térmico y dispositivos de sombreado. Esta estrategia permite reducir significativamente el consumo de energía eléctrica, mejorando la eficiencia energética del hogar y proporcionando un mayor confort térmico a sus habitantes.

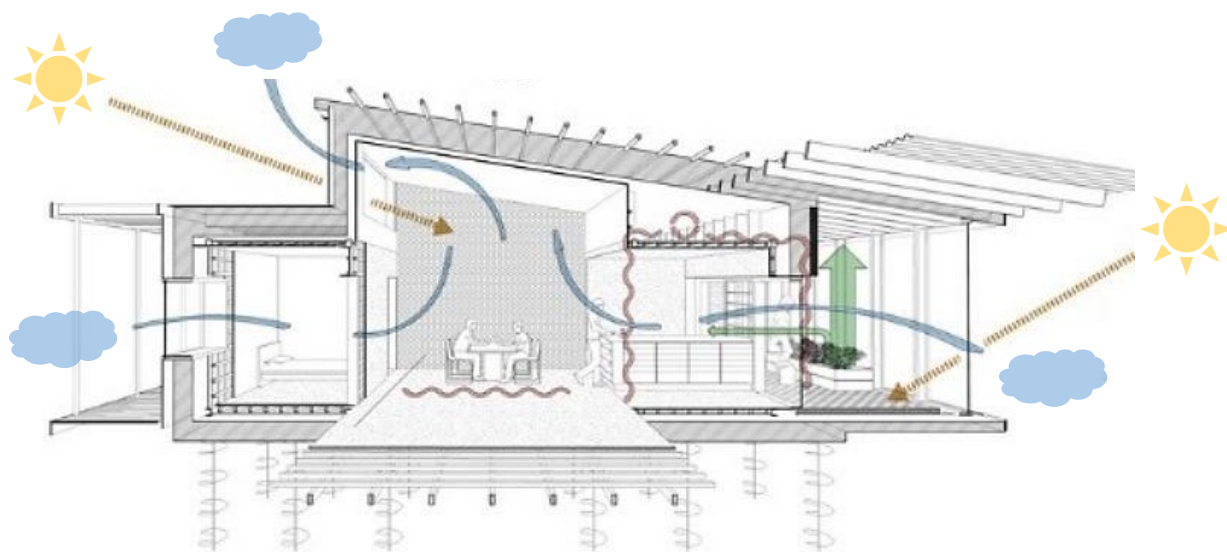


Figura 65: Estrategia de diseño Upcycled House

Fuente: Extraída de (Archdaily, 2013)

Estrategia de Ventilación.

El diseño de la vivienda incorpora un sistema de ventilación aire-aire ubicado en el espacio entre el contenedor y la cubierta (plenum), el cual regula la temperatura interna de manera eficiente. Este sistema equilibra las diferencias térmicas entre el invernadero y los espacios habitables, permitiendo una climatización natural sin depender de equipos mecánicos. Gracias a esta estrategia, se mejora el confort térmico, reduciendo el consumo energético y optimizando el uso de los recursos naturales. Además, este tipo de ventilación contribuye a la eliminación de la humedad y a la renovación constante del aire interior.

Biodiversidad.

La integración de un invernadero dentro del diseño arquitectónico fomenta un aumento en la biodiversidad, creando un microclima que favorece el crecimiento de diversas especies vegetales. Estas plantas no solo enriquecen el ecosistema del hogar, sino que también desempeñan un papel fundamental en la purificación del aire al generar oxígeno y absorber dióxido de carbono. Además,

este sistema de filtración natural mejora la calidad del aire interior, proporcionando un entorno más saludable para los residentes. La presencia de vegetación en el invernadero también permite una mayor comprensión de los ciclos naturales, promoviendo prácticas sostenibles dentro del hogar.

Voladizo del Techo.

El diseño de la cubierta cuenta con un voladizo extendido que proporciona múltiples beneficios funcionales y climáticos. Este elemento arquitectónico crea áreas protegidas al aire libre, que pueden ser aprovechadas durante diferentes estaciones del año, permitiendo su uso como espacios de descanso o reunión. Además, el voladizo protege la fachada de la vivienda de la exposición directa a la lluvia y otros agentes climáticos, reduciendo así el desgaste de los materiales y, por ende, los costos de mantenimiento. Su diseño optimiza la relación entre la vivienda y su entorno, garantizando mayor durabilidad y eficiencia estructural.

Sombreado

La cubierta extendida cumple una función esencial en la regulación térmica de la vivienda, ya que actúa como un sistema de sombreado natural. Durante el verano, su diseño minimiza la incidencia directa de la radiación solar sobre las fachadas y ventanas, evitando el sobrecalentamiento de los espacios interiores. Esto permite reducir la necesidad de sistemas de refrigeración artificial, disminuyendo el consumo energético y mejorando la eficiencia del hogar. Además, en invierno, el voladizo permite el ingreso de luz natural en ángulos adecuados, contribuyendo al calentamiento pasivo de la vivienda y maximizando su confort térmico a lo largo del año. (Ver Figura 66)

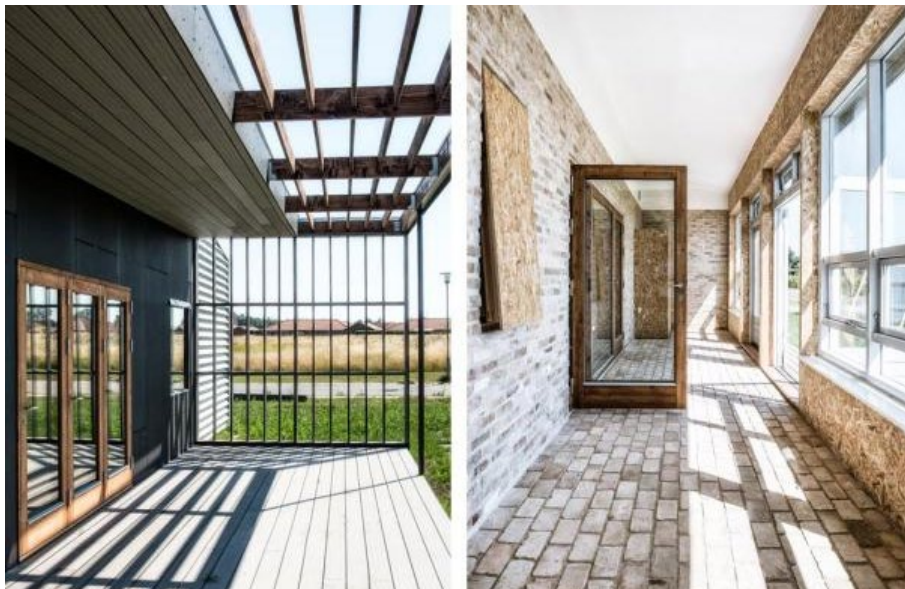


Figura 66: Espacios exteriores Upcycled House

Fuente: Extraída de (Archdaily, 2013)

Masa Térmica

El invernadero ha sido construido utilizando ladrillos reciclados, los cuales actúan como una eficiente masa térmica capaz de almacenar y regular la temperatura interior de la vivienda. Durante el día, los ladrillos absorben el calor del sol y lo retienen, liberándolos gradualmente cuando la temperatura ambiental disminuye, especialmente durante la noche. Este proceso natural ayuda a mantener un clima estable dentro del hogar sin necesidad de recurrir a sistemas de calefacción adicionales, reduciendo el consumo energético. Además, el aprovechamiento del exceso de calor dentro del invernadero mejora el confort térmico general de la vivienda, optimizando su eficiencia bioclimática. (Ver Figura 67)



Figura 67: Muros internos Upcycled House

Fuente: Extraída de (Archdaily, 2013)

De Cosecha Propia

El invernadero, estratégicamente ubicado con orientación al este, permite el cultivo de productos agrícolas de cosecha propia, fomentando una alimentación más saludable y sostenible. Esta característica no solo reduce la dependencia de los supermercados y disminuye el impacto ambiental derivado del transporte de alimentos, sino que también representa un beneficio económico para los habitantes, al disminuir los costos de compra. (Ver Figura 68)

La producción de alimentos dentro del hogar fortalece la autosuficiencia de los residentes, promoviendo hábitos ecológicos y reforzando el vínculo con el entorno natural. Además, el cultivo dentro del invernadero contribuye a la biodiversidad y mejora la calidad del aire, creando un ecosistema funcional dentro de la vivienda.

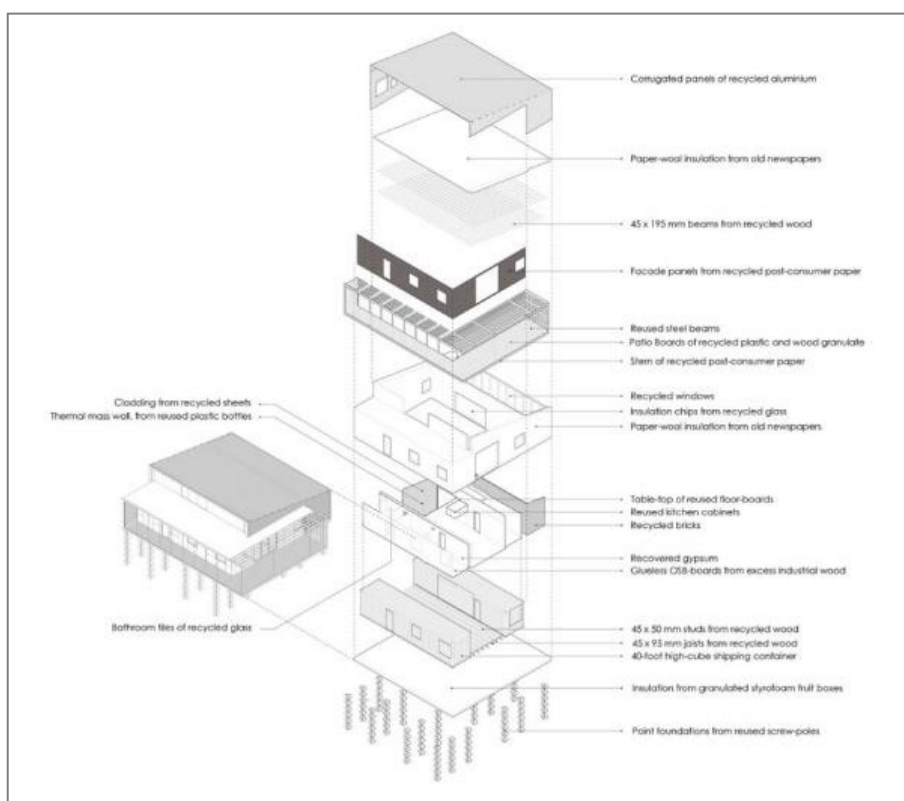


Figura 68: Despiece del proyecto Upcycled House

Fuente: Extraída de (Archdaily, 2013)

Upcycled House ha demostrado ser un referente en construcción sostenible gracias a su impacto positivo en la reducción de emisiones de carbono. Según su arquitecto y propietario, Anders Lendager, esta vivienda ha logrado disminuir las emisiones en un 86% en comparación con una casa construida con métodos y materiales tradicionales. Este cálculo se basa en un análisis detallado del ciclo de vida de la edificación (Life Cycle Assessment - LCA), considerando todas las fases del proceso constructivo, desde la selección de materiales hasta la ejecución de la obra.

Además, esta importante reducción de emisiones no solo se limita a la etapa de construcción, sino que se mantiene durante toda la vida útil de la vivienda, gracias a la implementación de estrategias de sostenibilidad previamente mencionadas. La eficiencia energética, el aprovechamiento de materiales reciclados y el diseño bioclimático permiten que el impacto ambiental sea mucho menor en comparación con edificaciones convencionales.

Desde un punto de vista técnico, Upcycled House genera aproximadamente 0,7 kilogramos de CO₂ por metro cuadrado construido, un valor sorprendentemente bajo en contraste con los 5,0 kilogramos de CO₂ por metro cuadrado que emite una vivienda convencional. Esta diferencia, además de ser considerable, pone en evidencia la urgente necesidad de repensar los sistemas constructivos actuales para mitigar el impacto ambiental de la industria. El caso de Upcycled House representa un modelo innovador que demuestra que es posible desarrollar viviendas sostenibles sin comprometer la funcionalidad ni el confort, sentando un precedente en el ámbito de la arquitectura ecológica. (Ver Figura 69)



Figura 69: Proceso de construcción Upcycled House

Fuente: Extraída de (Archdaily, 2013)

En Dinamarca se construyen 10.000 viviendas unifamiliares cada año, con una reducción de 4,3 KG CO₂/M²/YR y una superficie media más de 130 metros cuadrados, esto se traduce en una reducción de emisiones 5.590 Toneladas de CO₂ por año (Archdaily, 2013). El proyecto se concibe bajo la premisa de reutilizar lo reciclado, y demuestra que es posible el uso de materiales reciclados en la adecuación de un elemento también reciclado como lo es un contenedor, y es posible crear un espacio rentable, sostenible y humano. (Ver Figura 70)



Figura 70: Proceso de construcción de viviendas en contenedores

Fuente: Extraída de (Archdaily, 2013)

3.2.4 Matriz comparativa de casos de estudio

MATRIZ COMPARATIVA DE CASOS DE ESTUDIO				
Categoría	R4house	Container City	Upcycled House	Punto Común favorable
1. Materialidad y reciclaje	- Contenedores reciclados - Madera tratada sostenible	- Contenedores reciclados - Acero estructural	- Contenedores reciclados - Materiales de demolición reutilizados	✓ Uso de contenedores marítimos reciclados y materiales recuperados
2. Sistema constructivo	- Modular - Prefabricación - Ensamble rápido	- Modular - Ensamblaje en sitio	- Modular - Flexibilidad estructural	✓ Sistemas modulares que aceleran la construcción y permiten adaptabilidad
3. Energía y sustentabilidad	- Paneles solares - Aislantes térmicos naturales	- Iluminación natural optimizada - Reciclaje de aguas grises	- Paneles solares - Ventilación cruzada - Huella de carbono reducida	✓ Enfoque sustentable: uso de energía renovable, estrategias pasivas y reutilización de recursos
4. Eficiencia energética	- Envolvente térmica eficiente - Ventanas de bajo emisivo	- Sombreado pasivo - Maximización de luz natural	- Control térmico natural - Consumo energético mínimo	✓ Estrategias bioclimáticas efectivas para minimizar el uso de energía

5. Diseño adaptable	- Posibilidad de ampliar según necesidades familiares	- Adaptable a usos múltiples (residencial, oficinas, comercio)	- Diseño flexible para familias, adaptable a distintos terrenos	✓ Alta adaptabilidad a diferentes usos y usuarios
6. Enfoque social / comunitario	- Vivienda individual con enfoque ecológico	- Comunidad multifuncional - Áreas comunes compartidas	- Proyecto para promover la autoconstrucción consciente	✗ Solo Container City tiene un enfoque comunitario fuerte
7. Impacto ambiental	- Bajo impacto ambiental en construcción y uso	- Minimiza residuos urbanos - Reutiliza materiales	- Diseño circular: ciclo cerrado de materiales	✓ Reducción significativa del impacto ambiental
8. Costo y accesibilidad	- Costo medio, pero balanceado por durabilidad y eficiencia	- Costo medio-bajo - Adaptable al presupuesto del usuario	- Bajo costo total por uso de materiales recuperados	✓ Costo razonable con buena relación coste-beneficio
9. Innovación tecnológica	- Uso de domótica básica - Control solar automatizado	- Poca tecnología, enfoque más práctico	- Sistemas simples pero eficientes, sin automatización	✗ Solo R4House incorpora tecnología en automatización
10. Tiempo de ejecución	- Construcción en 3 meses	- Construcción por etapas según necesidad (rápida)	- Ensamble ágil gracias al prefabricado modular	✓ Tiempos de ejecución cortos y eficientes
11. Estética y diseño	- Diseño moderno con integración al entorno	- Estética industrial y urbana	- Diseño rústico y natural, amigable con el paisaje urbano	✓ Enfoques estéticos distintos pero coherentes con el contexto
12. Normativas y legalidad	- Cumple normativa europea ambiental y de vivienda	- Flexible en normativas urbanas locales	- Adecuación a normativas mínimas con posibilidad de regulación futura	✗ Necesidad de adaptación según contexto urbano

ASPECTO	ELEMENTOS PARA EXTRAER
Modularidad	✓ De los tres proyectos: construcción modular, prefabricada, rápida y adaptable.
Sostenibilidad	✓ Paneles solares (R4House y Upcycled) ✓ Aislantes térmicos naturales (R4House).
Materiales	✓ Uso combinado de contenedores, madera recuperada, y elementos de demolición.
Enfoque social	✓ Incorporar visión comunitaria (Container City), combinada con autoconstrucción (Upcycled).
Tecnología	✓ Domótica y control ambiental (R4House), como mejora energética y de confort.
Adaptabilidad	✓ Diseño pensado para ampliar o cambiar función fácilmente (presente en todos los casos).
Estética contextual	✓ Diseñar con una estética coherente con el entorno (urbano, rural o costero).
Costo controlado	Seleccionar materiales accesibles pero duraderos, estrategia común en los tres.

Fuente: Elaboración propia

3.3 Aspectos técnicos en la definición de la vivienda contenedor.

El proceso de transformación de un contenedor en una unidad habitacional Eco-Nest implica una serie de etapas clave, que garantizan un espacio habitable, seguro y eficiente. Estas etapas comprenden desde la selección del contenedor adecuado hasta la implementación de acabados interiores y sistemas sustentables.

Inicialmente, se realiza la inspección y selección del contenedor, verificando su estado estructural y asegurando que no presenta daños significativos ni contaminación por sustancias nocivas. Posteriormente, se procede al refuerzo y adecuación de la estructura, incluyendo cortes para aperturas de puertas y ventanas, así como la colocación de refuerzos metálicos si es necesario para garantizar su estabilidad.

La siguiente fase abarca la integración de sistemas de aislamiento térmico y acústico, fundamentales para optimizar el confort interior. Se emplean materiales ecológicos y eficientes que reducen la pérdida de calor en climas fríos y minimizan la acumulación de calor en zonas cálidas. Paralelamente, se instalan sistemas eléctricos, hidráulicos y sanitarios, asegurando su correcto funcionamiento y cumplimiento de normas de seguridad.

Una vez completadas las instalaciones, se procede a la incorporación de sistemas bioclimáticos y energías renovables, como paneles solares y sistemas de captación de agua de lluvia, los cuales refuerzan la sostenibilidad del modelo Eco-Nest. Finalmente, se realizan los

acabados interiores y exteriores, con revestimientos, pintura y mobiliario integrados que optimizan la funcionalidad del espacio. Cada una de estas etapas está diseñada para garantizar que la unidad habitacional Eco-Nest sea una alternativa viable, ecológica y adaptable a diferentes contextos y necesidades, promoviendo un modelo de vivienda sostenible y eficiente.

3.4 Etapas de construcción de la vivienda contenedor.

3.4.1 Aislamiento del terreno y cimentación

Existen tres opciones principales de cimentación que pueden emplearse en la construcción modular de Eco-Nest, zapatas corridas o aisladas, losas de cimentación y dados de concreto. La selección del tipo de cimentación dependerá de varios factores, como las condiciones del suelo, el diseño arquitectónico del proyecto y los requisitos estructurales específicos. (Ver Figura 71)



Figura 71: Aislamiento del terreno

Fuente: Extraída de (The Modern Home Project, 2020)

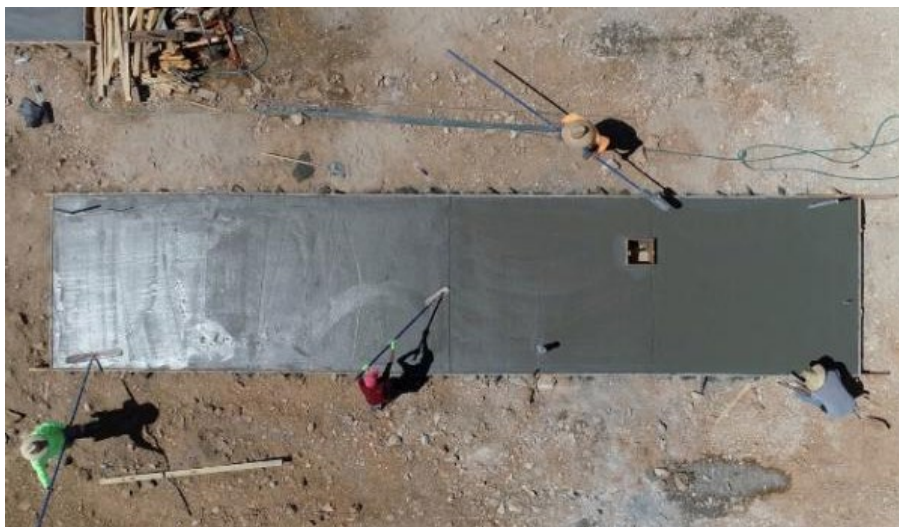


Figura 72: Cimentación

Fuente: Extraída de (The Modern Home Project, 2020)

Antes de proceder con la cimentación, es imprescindible llevar a cabo un estudio detallado del suelo para determinar su capacidad de carga y estabilidad. Este análisis permitirá definir la solución más adecuada para garantizar la seguridad y durabilidad de la construcción. Además, se debe realizar un cálculo estructural preciso, asegurando que la cimentación soporte correctamente el peso del contenedor y cualquier carga adicional que se genere por los elementos constructivos y los ocupantes. (Ver Figura 72)

Otro aspecto clave en la planificación de la cimentación es la integración de los sistemas hidrosanitarios y eléctricos. Es fundamental definir con antelación la ubicación exacta de las conexiones de agua, desagüe y electricidad, lo que facilitará la correcta instalación de tuberías y cableado sin afectar la estabilidad de la estructura. Asimismo, se deben establecer los puntos de referencia o niveles base (puntos cero) antes de proceder con la fundición de la cimentación. Esto garantizará que los elementos estructurales queden perfectamente alineados y nivelados, evitando problemas futuros en la instalación de los contenedores.

3.4.2 Colocación e instalación sobre el terreno

El proceso de instalación de Eco-Nest en el sitio designado requiere una planificación detallada y el uso de equipos especializados para garantizar su correcta disposición. El traslado del contenedor se realiza mediante un sistema de transporte con remolque, asegurando que llegue en óptimas condiciones hasta su destino. Para optimizar recursos y minimizar costos, es fundamental que el sistema de cimentación esté completamente fraguado antes de proceder con la instalación, ya que esto proporcionará una base estable y segura para la estructura. (Ver Figura 73)



Figura 73: Colocación de contenedor

Fuente: Extraída de (Boxtrainer Chile, 2023)

Una vez que la cimentación ha sido verificada y se encuentra lista, el contenedor se coloca en el sitio mediante una grúa o, en su defecto, utilizando un sistema de autodescarga, dependiendo de la accesibilidad del terreno y las condiciones del proyecto. Es crucial que este procedimiento se lleve a cabo con precisión para evitar daños en la estructura y garantizar un asentamiento adecuado.

Además, antes de la instalación definitiva, es necesario prever y realizar las aperturas estratégicas para la conexión de acometidas eléctricas e hidrosanitarias. Estas intervenciones deben estar bien planificadas para que la integración con las redes de servicios básicos sea eficiente y funcional. La correcta instalación del contenedor garantiza su estabilidad estructural, optimiza los tiempos de obra y reduce la necesidad de modificaciones posteriores, asegurando que la unidad habitacional esté lista para su acondicionamiento interno en el menor tiempo posible. (Ver Figura 74)



Figura 74: Instalación sobre terreno

Fuente: Extraída de (Boxtrainer Chile, 2023)

3.4.3 Acondicionamiento e impermeabilización de la cubierta

Para garantizar la durabilidad y resistencia de la cubierta de Eco-Nest, es imprescindible aplicar un sistema de impermeabilización adecuado. Una de las opciones más recomendadas es el uso de membranas de EPDM (Etileno Propileno Dieno Monómero), un material altamente eficiente y sostenible. Sin embargo, antes de su instalación, es fundamental realizar una inspección detallada de la cubierta para identificar posibles fisuras o irregularidades que puedan comprometer su desempeño. Cualquier desperfecto debe ser corregido antes de proceder con la impermeabilización para evitar filtraciones de agua y prevenir daños a la estructura metálica del contenedor.

Además, es esencial sellar correctamente todas las aberturas en la cubierta, como rejillas de ventilación, sistemas de re-ventilación e iluminación central, ya que cualquier espacio mal sellado puede convertirse en un punto vulnerable para la filtración de agua y la corrosión.

Este proceso no solo contribuye a la durabilidad del sistema constructivo, sino que también evita problemas a largo plazo que podrían generar costosas reparaciones y afectar la habitabilidad de la vivienda. (Ver Figura 75)



Figura 75: Acondicionamiento de cubierta

Fuente: Extraída de (Valcruz, 2019)

El uso de EPDM como material impermeabilizante ofrece múltiples beneficios, tanto a nivel técnico como ambiental. Se trata de un elastómero obtenido mediante un proceso de polimerización, caracterizado por su alta resistencia a la intemperie, la radiación ultravioleta y el envejecimiento. Una de sus principales ventajas es que es un material reciclable en un 94%, lo que lo convierte en una opción sostenible dentro del sector de la construcción. Aunque un pequeño porcentaje (aproximadamente un 6%) se pierde durante el proceso de pegado, su impacto ambiental sigue siendo considerablemente menor en comparación con otros sistemas de impermeabilización convencionales. (Ver Figura 76)

Otro aspecto relevante del EPDM es su compatibilidad con sistemas de captación de agua de lluvia. A diferencia de otros materiales, no libera sustancias químicas al entrar en contacto con el agua, por lo que es ideal para la recolección y reutilización de este recurso en sistemas de riego o abastecimiento doméstico. Además, su bajo impacto ambiental se refleja en su reducida huella de carbono, estimada en 28,3 kg/m² para láminas de 1,5 mm de espesor, lo que refuerza su papel dentro de las estrategias de construcción sostenible. El costo promedio por metro cuadrado es de \$5.50, en formatos de 2,15 x 30,5 metros, evitando las juntas de separación en la ejecución. En Eco-Nest (42M2), el material de impermeabilización de cubierta costaría alrededor de \$235.00 incluyendo gastos de transporte e instalación.

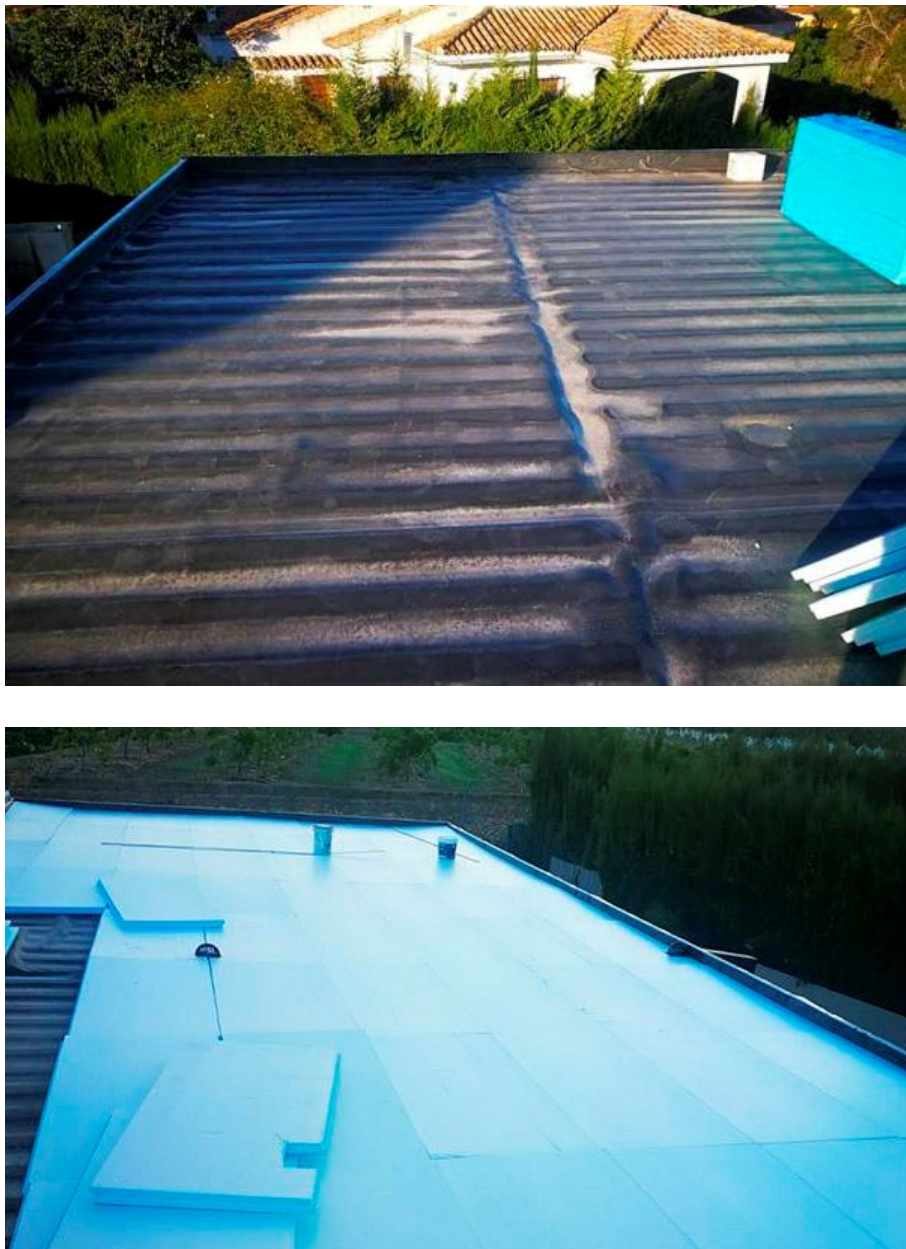


Figura 76: Impermeabilización de cubierta

Fuente: Extraída de (Valcruz, 2019)

3.4.4 Instalaciones hidrosanitarias y eléctricas sobre piso

La correcta ejecución de las instalaciones hidrosanitarias y eléctricas es un paso fundamental en la adecuación de Eco-Nest. Para ello, se requiere la instalación de acometidas hidráulicas, sanitarias y eléctricas de acuerdo con el diseño arquitectónico y las normativas vigentes.

Es esencial contar con un diseño de especialidades previamente elaborado por un profesional, quien determinará la ubicación estratégica de cada una de las conexiones y garantizará que los sistemas sean eficientes, seguros y funcionales. Este diseño debe incluir la distribución de tuberías, cableado y puntos de conexión, asegurando la correcta integración con la infraestructura del proyecto. (Ver Figura 77)



Figura 77: Instalaciones en contenedores

Fuente: Extraída de (Inarquía, 2024)

La ejecución de las instalaciones debe contar con personal capacitado y experimentado en este tipo de intervenciones, lo que permitirá minimizar errores, evitar desperdicios de materiales y optimizar costos a lo largo del proceso constructivo. Además, una instalación adecuada reducirá la posibilidad de futuras reparaciones o modificaciones costosas.

En el caso de las instalaciones eléctricas, es crucial cumplir con los estándares de seguridad, utilizando materiales certificados y protecciones adecuadas para evitar riesgos de sobrecargas o cortocircuitos. De igual manera, las conexiones hidráulicas y sanitarias deben garantizar una correcta presión y evacuación de aguas, evitando filtraciones y asegurando la durabilidad del sistema. (Ver Figura 78)



Figura 78: Instalaciones en contenedores

Fuente: Extraída de (Inarquía, 2024)

3.4.5 Apertura de vanos para ventanas y puertas e instalación de carpintería metálica

En la adecuación de Eco-Nest en apertura de vanos para ventanas y puertas es un proceso fundamental que debe ejecutarse con precisión y planificación estructural. Dado que los contenedores están diseñados para soportar cargas en sus esquinas y laterales, la modificación de sus paneles puede comprometer su estabilidad si no se toman las medidas adecuadas.

Al realizar aperturas de gran tamaño, es imprescindible reforzar la estructura con perfiles metálicos o marcos de acero que compensen la pérdida de material en las paredes. Este refuerzo permitirá mantener la resistencia de Eco-Nest y evitar posibles deformaciones o debilitamientos que puedan afectar la seguridad de la vivienda. (Ver Figura 79)

La instalación de carpintería metálica para ventanas y puertas se plantea realizar con materiales resistentes y de alta calidad, asegurando un sellado hermético para mejorar el aislamiento térmico y acústico. Se recomienda el uso de marcos con rotura de puente térmico y vidrios de doble acristalamiento para optimizar el confort en el interior del espacio.

Además, es importante evaluar la orientación de las aberturas para aprovechar al máximo la iluminación natural y la ventilación cruzada, reduciendo así la necesidad de consumo energético. La correcta distribución de las ventanas también influirá en la eficiencia térmica de la vivienda, permitiendo mantener una temperatura interior más estable. (Ver Figura 80)



Figura 79: Aperturas de vanos para ventanas

Fuente: Extraída de (The Modern Home Project, 2019)



Figura 80: Colocación de carpintería

Fuente: Extraída de (The Modern Home Project, 2019)

3.4.6 Estructura y construcción de muros internos

Para la configuración interna de Eco-Nest, se emplea sistemas constructivos livianos y de montaje en seco, ya que permiten una instalación más rápida, eficiente y adaptable a las necesidades del proyecto. Además, este tipo de construcción facilita la incorporación y distribución de las instalaciones eléctricas e hidrosanitarias dentro de la vivienda. (Ver Figura 81- 82)

En el caso de Eco-Nest, se ha optado por el uso de placas de OSB (Oriented Strand Board - Tableros de Fibra Orientada) en los muros internos perimetrales. Este material es ampliamente utilizado en Ecuador en proyectos comerciales y decorativos debido a su bajo costo (aproximadamente 3,60 USD/m²), facilidad de instalación y propiedades térmicas y aislantes.



Figura 81: Armado de estructura interior

Fuente: Extraída de (The Modern Home Project, 2019)

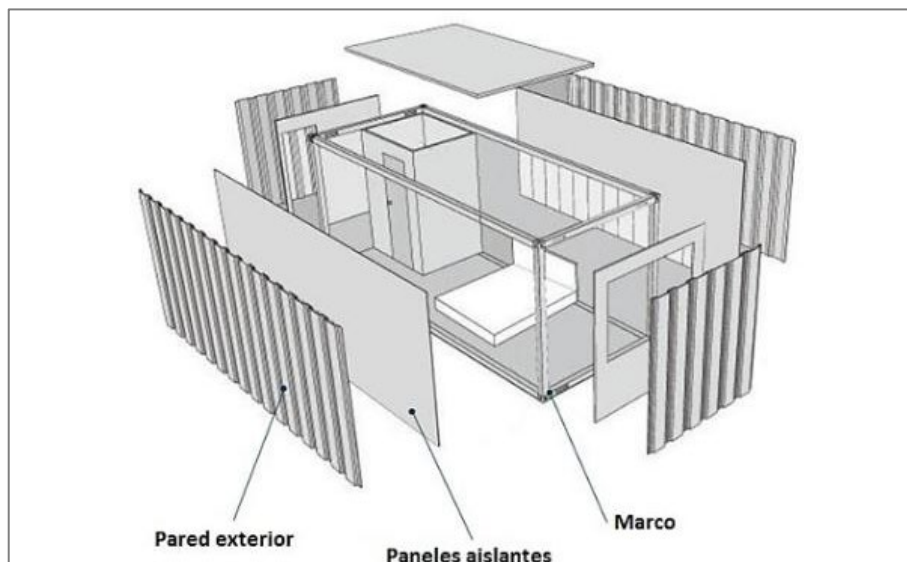


Figura 82: Estructura de muros internos

Fuente: Extraída de (Topolo, 2024)

3.4.7 Aislamiento térmico y revestimiento perimetral interno

Eco-Nest garantiza un ambiente confortable dentro de la unidad habitacional, propone la implementación de un aislamiento térmico y acústico a base de cascarilla de arroz, un material 100% ecológico y renovable. Este recurso ha sido sometido a diversos estudios que han demostrado su alta efectividad en la reducción de la transferencia térmica y la absorción del sonido, contribuyendo así a la eficiencia energética y al confort interior.

El uso de la cascarilla de arroz como aislante presenta múltiples ventajas: además de ser un material de bajo costo y fácilmente disponible, su producción genera un impacto ambiental mínimo en comparación con otros aislantes sintéticos. Su composición permite regular la temperatura dentro del espacio habitable, reduciendo la necesidad de sistemas de climatización artificial y, en consecuencia, el consumo energético. (Ver Figura 83)



Figura 83: Colocación de aislamiento térmico

Fuente: Extraída de (The Modern Home Project, 2020)



Figura 84: Revestimiento interno

Fuente: Extraída de (The Modern Home Project, 2020)

Para el revestimiento de los muros perimetrales internos, se plantea el uso de paneles de OSB (Oriented Strand Board - Tableros de Fibra Orientada). Este material se obtiene a partir de virutas de madera orientadas en capas, prensadas y unidas con resinas especiales, lo que le otorga resistencia mecánica, durabilidad y propiedades aislantes. Además, su uso no implica la tala de árboles de gran tamaño, ya que se fabrica con troncos delgados provenientes de bosques gestionados de manera sostenible.

Los paneles OSB, además de proporcionar una estética cálida y moderna, ofrecen ventajas como fácil instalación, alta resistencia a impactos y buena capacidad de aislamiento térmico y acústico. Gracias a su versatilidad, pueden utilizarse tanto en muros, techos y pisos, adaptándose a diferentes diseños arquitectónicos sin comprometer la funcionalidad del espacio. (Ver Figura 84)

La combinación del aislamiento de cascarilla de arroz con el revestimiento de OSB resulta en una solución eficiente y sostenible para la construcción de viviendas en contenedores, reduciendo costos de climatización, mejorando el confort de los habitantes y minimizando el impacto ambiental del proyecto.

3.4.8 Acondicionamiento de piso

Los pisos originales de los contenedores marítimos están fabricados en madera, pero pueden presentar problemas como contaminación por productos químicos, humedad o fracturas estructurales. Antes de proceder con cualquier tipo de revestimiento final, es fundamental evaluar el estado del piso y, en caso necesario, reemplazarlo para garantizar seguridad, durabilidad y confort dentro de la vivienda. (Ver Figura 85)



Figura 85: Estructura de piso

Fuente: Extraída de (The Modern Home Project, 2019)

Si el piso existente muestra signos de deterioro o contaminación, una alternativa viable que utiliza Eco-Nest es retirarlo y colocar una nueva base de madera tratada, libre de productos tóxicos. Además, para mejorar el aislamiento térmico y acústico, se recomienda incorporar una capa de aislamiento debajo del nuevo piso, utilizando materiales sostenibles como espuma de polietileno,

fibra de madera o paneles de corcho, los cuales ayudan a regular la temperatura y reducir la propagación del ruido dentro del espacio habitable. Para el revestimiento final, una opción eficiente y económica es el uso de pisos de linóleo, un material ecológico elaborado a base de aceite de linaza, harina de madera, resinas naturales y pigmentos orgánicos. (Ver Figura 86)



Figura 86: Acondicionamiento de piso

Fuente: Extraída de (The Modern Home Project, 2019)

3.4.9 Sistema de energía solar fotovoltaico

Eco-Nest utiliza la implementación de un sistema de energía solar fotovoltaico que permite reducir la dependencia de fuentes de energía convencionales, optimizando el consumo y favoreciendo la sostenibilidad ambiental. (Ver Figura 87)



Figura 87: Sistema de energía solar

Fuente: Extraída de (Ecosun , 2020)

El sistema consiste en la instalación de paneles solares fotovoltaicos en la cubierta o áreas estratégicas del módulo habitacional, aprovechando la radiación solar para generar electricidad. Este sistema puede ser autónomo o híbrido, dependiendo de las necesidades energéticas del usuario y la disponibilidad de conexión a la red eléctrica domiciliaria. (Ver Figura 88)



Figura 88: Distribución de paneles solares

Fuente: Extraída de (Ecosun , 2020)

Análisis del Funcionamiento de un Sistema de Paneles Solares

Los paneles solares son dispositivos que permiten aprovechar la energía del sol para transformarla en electricidad o calor, dependiendo del tipo de sistema utilizado. Su funcionamiento se basa en la captación de la radiación solar mediante materiales semiconductores, como el silicio, que generan corriente eléctrica al estar expuestos a la luz. Este tipo de tecnología se ha convertido en una de las principales alternativas sostenibles para la generación de energía, ya que no emite gases contaminantes y aprovecha una fuente natural, abundante y renovable. Su instalación en viviendas, industrias o zonas rurales contribuye significativamente a reducir el impacto ambiental y a fomentar la eficiencia energética. (Ver Tabla 12 - 13)

Componentes del sistema fotovoltaico

Un sistema solar para una vivienda tipo container requiere los siguientes elementos principales:

- **Paneles solares (fotovoltaicos):** capturan la energía del sol.
- **Estructura de soporte:** para anclaje de los paneles.
- **Inversor solar:** convierte la corriente continua (DC) en alterna (AC).
- **Controlador de carga (opcional en sistemas con baterías).**
- **Baterías** (en sistemas autónomos/off-grid): almacenan energía para uso nocturno.

- **Cableado y protecciones eléctricas:** incluye interruptores, fusibles y puestas a tierra.
- **Medidor bidireccional** (en sistemas conectados a red): mide el flujo de entrada y salida de electricidad.

Proceso de instalación y montaje

Estudio técnico previo

Antes de la instalación se debe hacer:

- Análisis de orientación solar y sombras.
- Cálculo de demanda energética de la vivienda.
- Determinación del número de paneles y tipo de sistema (on-grid, off-grid o híbrido).
- Evaluación estructural del techo del contenedor.

Anclaje y montaje de paneles

- **Estructura de soporte:**

Se instala una base metálica (galvanizada o de aluminio) fijada al techo del contenedor.

Esta estructura debe resistir el viento, lluvia y movimientos térmicos. Existen tres tipos de fijación:

- Directa al techo (con pernos y selladores impermeables).
- Mediante rieles tipo racking.
- Con contrapesos (para no perforar el techo, especialmente útil en contenedores móviles).

- **Inclinación y orientación:**

En Ecuador, se recomienda orientar los paneles al norte geográfico con una inclinación entre 5° y 15°, dependiendo de la latitud y propósito (verano/invierno).

- **Montaje de paneles:**

Se fijan sobre la estructura mediante grapas metálicas y se conectan eléctricamente en serie o paralelo según el diseño.

Instalación eléctrica del sistema

Cableado

- Se usan cables solares (resistentes a rayos UV y calor) desde los paneles hacia el inversor.
- Deben colocarse canaletas o ductos para proteger los cables del calor del contenedor.

Inversor solar

- Convierte la energía en corriente alterna (AC) lista para usarse en electrodomésticos.
- Se instala en el interior del contenedor, en un espacio ventilado y seco.
- En sistemas on-grid se conecta a la red pública; en off-grid, va conectado a las baterías.

Baterías (si aplica)

- Se alojan en una caja ventilada, lejos de fuentes de calor.
- Se recomienda usar baterías de litio por su eficiencia y menor mantenimiento.

Protecciones

- Se deben incluir: disyuntores DC y AC, fusibles, supresores de picos, puesta a tierra y sistema de protección contra sobrecargas.

Puesta en marcha y monitoreo

- Una vez todo conectado, el sistema se prueba midiendo la generación solar, la entrega al inversor y el consumo.
- Los sistemas modernos incluyen **monitoreo digital** mediante aplicaciones móviles para controlar generación, consumo y almacenamiento.
- El mantenimiento es bajo: limpieza periódica de paneles y revisión semestral de conexiones.

Ventajas del sistema solar en casas contenedor

Tabla 12 Ventajas del sistema solar en contenedores

Ventaja	Detalle
Autosuficiencia energética	Reduce la dependencia de la red eléctrica.
Bajo impacto ambiental	No emite gases contaminantes.
Adaptabilidad	Se puede instalar en zonas remotas o de difícil acceso.
Portabilidad	El sistema puede desmontarse y reubicarse con la casa.
Económico a largo plazo	Aunque requiere inversión inicial, ahorra en facturas de electricidad.

Fuente: Elaboración propia

Tabla comparativa de sistemas solares para casa contenedor

Tabla 13 Cuadro comparativo de sistemas solares en contenedores

Características	Sistema On-Grid	Sistema Off-Grid	Sistema Híbrido
Descripción	Se conecta a la red eléctrica pública.	Funciona de forma independiente, sin conexión a red.	Combina funcionamiento autónomo y conexión a red.
Ideal para	Zonas urbanas con acceso a red eléctrica.	Zonas rurales/remotas sin acceso a red.	Lugares con red inestable o necesidades de respaldo.
Paneles solares	4 a 6 paneles de 400W (1.6 kW – 2.4 kW)	6 a 10 paneles de 400W (2.4 kW – 4 kW)	6 a 10 paneles de 400W
Inversor	Inversor string conectado a red (1.5 – 3 kW)	Inversor híbrido o cargador off-grid	Inversor híbrido (AC/DC + red)
Baterías	✓ No necesarias	✓ Requiere banco de baterías (5 a 10 kWh)	✓ Requiere banco de baterías
Controlador de carga	Opcional (a veces integrado en inversor)	Necesario (MPPT preferible)	Necesario
Costo estimado (USD)	\$3,500 - \$4,500	\$6,000 - \$8,000	\$7,000 - \$9,500
Mantenimiento	Bajo (limpieza y revisión anual)	Medio (requiere revisión de baterías)	Medio – alto (mayor complejidad)
Ventajas	Bajo costo, compensación de energía, simple instalación	Total independencia, ideal para emergencias	Flexibilidad, respaldo durante cortes
Desventajas	No funciona durante cortes de luz	Mayor inversión inicial, requiere más espacio	Costo elevado, más componentes técnicos

Fuente: Elaboración propia

Recomendaciones técnicas adicionales:

- **Tipo de panel recomendado:** Monocristalino 400W, eficiencia +21%.
- **Estructura de montaje:** Aluminio anodizado o galvanizado, con tornillería de acero inoxidable.
- **Inclinación óptima en Ecuador:** 10° a 15° hacia el norte (según latitud).
- **Baterías recomendadas:** Litio LiFePO4 (mayor vida útil y carga rápida).
- **Medidor bidireccional:** Obligatorio en sistemas on-grid (instalación coordinada con empresa eléctrica).
- **Protecciones eléctricas:** Fusibles, disyuntores DC y AC, SPD, interruptor general.

3.4.10 Amoblamiento y decoración

Eco-Nest ofrece una gran versatilidad en la distribución y aprovechamiento del espacio, permitiendo una amplia variedad de usos sin comprometer la comodidad y funcionalidad.

Gracias a su diseño modular, es posible optimizar cada metro cuadrado para adaptarse a las necesidades de sus habitantes, garantizando el mismo grado de confort que una construcción convencional. (Ver Figura 89)



Figura 89: Amoblamiento interno

Fuente: Extraída de (Selva, 2022)

CAPÍTULO IV

4. ECO-NEST “DISEÑO EXPANSIBLE PARA UN FUTURO SOSTENIBLE”

La propuesta habitacional Eco-Nest se concibe como una solución arquitectónica sostenible, diseñada para ser expandible y adaptable tanto a las necesidades individuales de los usuarios como a las condiciones climáticas variables. Inspirada en los principios de diseño y construcción sustentables, esta vivienda modular busca optimizar los recursos y maximizar la funcionalidad. El concepto de Eco-Nest se basa en la construcción de un contenedor de 20 o 40 pies tanto individual como en la integración de un contenedor de 20 pies y otro de 40 pies, una combinación estratégica debido a su alta disponibilidad y accesibilidad en el mercado, además de su versatilidad para diversos usos. Esta tipología modular facilita la construcción eficiente, permite personalizaciones que promueven el confort y la sostenibilidad, alineándose con las demandas contemporáneas de vivienda económica y amigable con el medio ambiente.

4.1 Eco-Nest, Unidad Modular Básica.

Una vivienda funcional y adaptable puede definirse a partir de un contenedor de 20 pies, que ofrece una unidad básica de 13,50 metros cuadrados. Este espacio es ideal para configurarse como una vivienda prioritaria destinada a una familia joven compuesta por dos personas. Su versatilidad también la hace adecuada como refugio temporal en situaciones de emergencia o catástrofes naturales, gracias a la rapidez con la que puede ser construida e instalada, la vivienda Eco-Nest funciona tanto en el nivel 0 como en el nivel 1.80 elevado por los elevadores hidráulicos.

El módulo básico aprovecha al máximo el espacio disponible, integrando un conjunto de salón que combina un área de dormitorio con un área de servicios. Este último incluye una cocina funcional, un baño equipado y un comedor compacto. Además, cuenta con la opción de acceso a un patio exterior, donde se puede habilitar una zona de lavado. Esta solución proporciona comodidad, funcionalidad y representa una alternativa eficaz y sostenible frente a las necesidades habitacionales en diversos contextos.

UNIDAD MODULAR BASICA

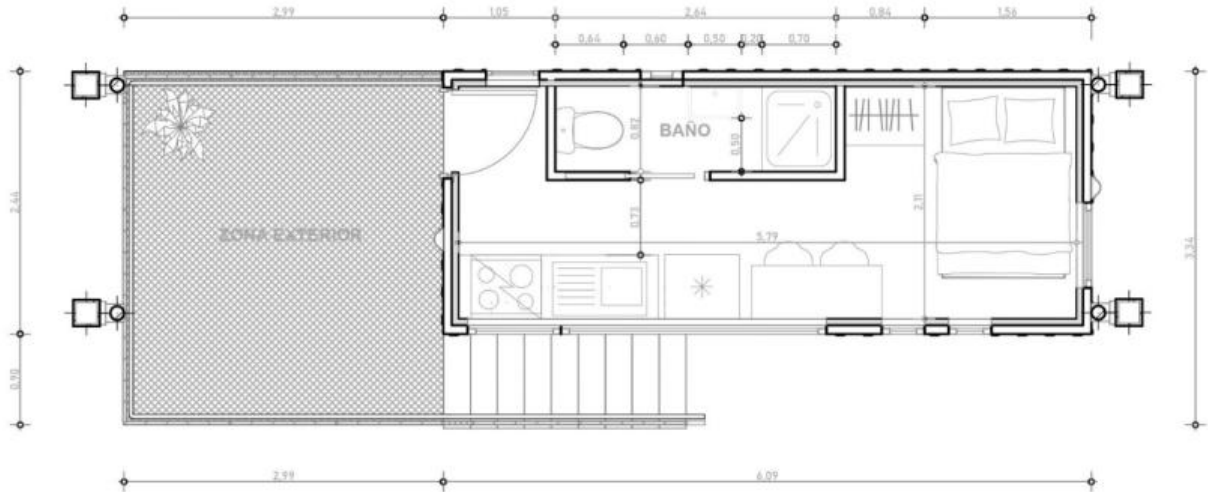


Figura 90: Planta arquitectónica modulo básico

Fuente: Extraída de Elaboración propia

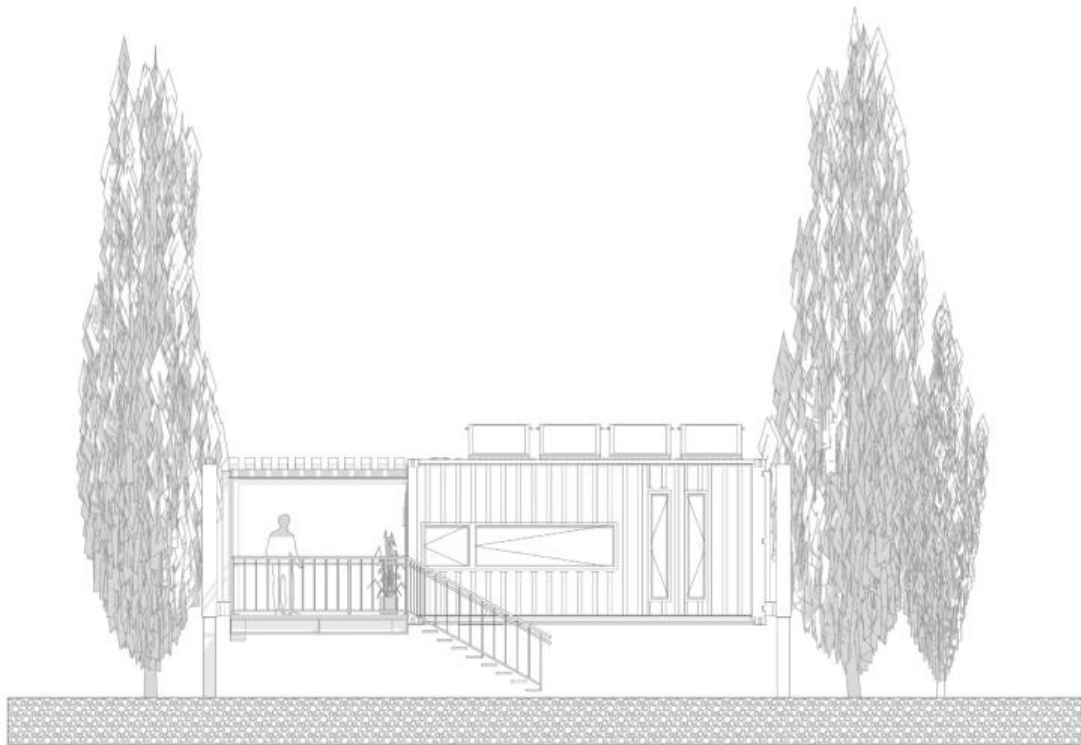


Figura 91: Elevación frontal modulo básico

Fuente: Extraída de Elaboración propia

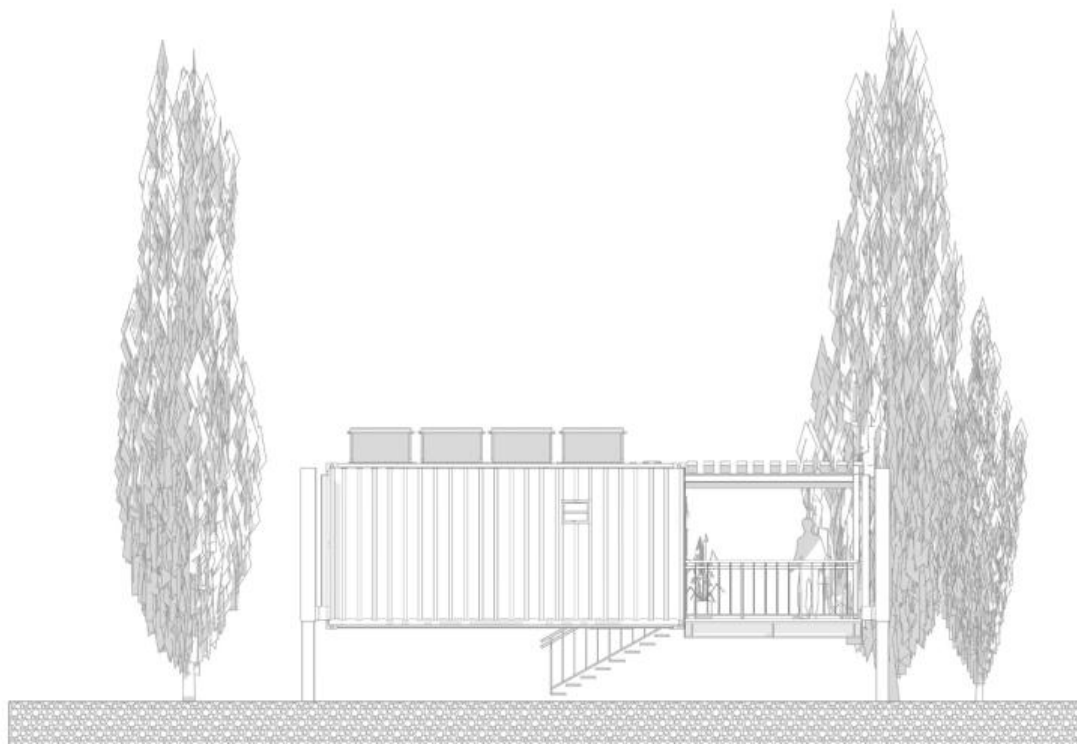


Figura 92: Elevación posterior modulo básico

Fuente: Extraída de Elaboración propia

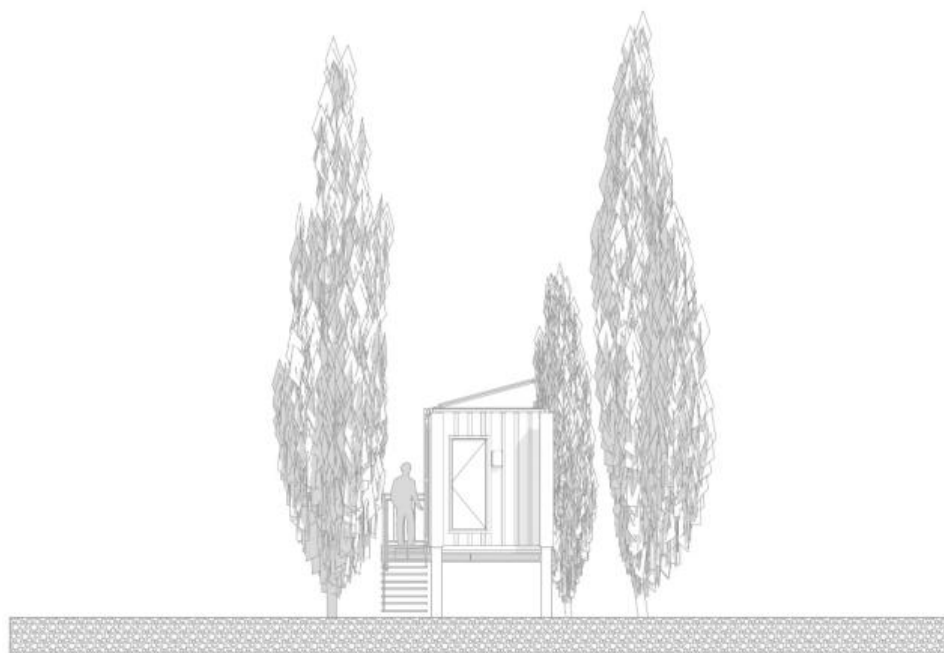


Figura 93: Elevación lateral derecha modulo básico

Fuente: Extraída de Elaboración propia

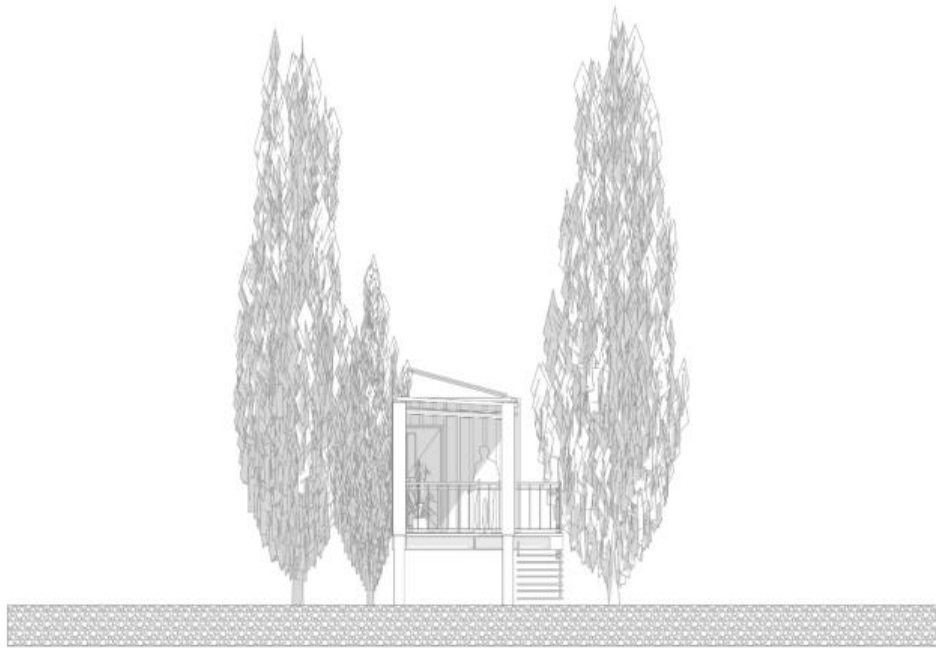


Figura 94: Elevación lateral izquierda modulo básico

Fuente: Extraída de Elaboración propia



Figura 95: Axonometría modulo básico

Fuente: Extraída de Elaboración propia



Figura 96: Render modulo básico

Fuente: Extraída de Elaboración propia

4.2 Eco-Nest, Unidad Modular Familiar.

Eco-Nest presenta un diseño modular familiar que permite evolucionar según las necesidades del usuario. La propuesta se enfoca en consolidar una vivienda completa que brinde confort a familias compuestas por dos a tres integrantes. Para lograrlo, el sistema se basa en desarrollar la vivienda en un contenedor de 40 pies.

En contextos rurales, donde la amplitud del terreno permite mayores posibilidades de diseño, la expansión de la vivienda de 40 pies encuentra una solución eficaz para una futura expansión. Esta estrategia aprovecha al máximo las características climáticas del entorno, como el asoleamiento y la ventilación natural, al organizar los módulos según las condiciones del terreno. De este modo, satisfacen los requerimientos habitacionales y se optimiza el confort térmico y lumínico en el interior.

UNIDAD MODULAR FAMILIAR

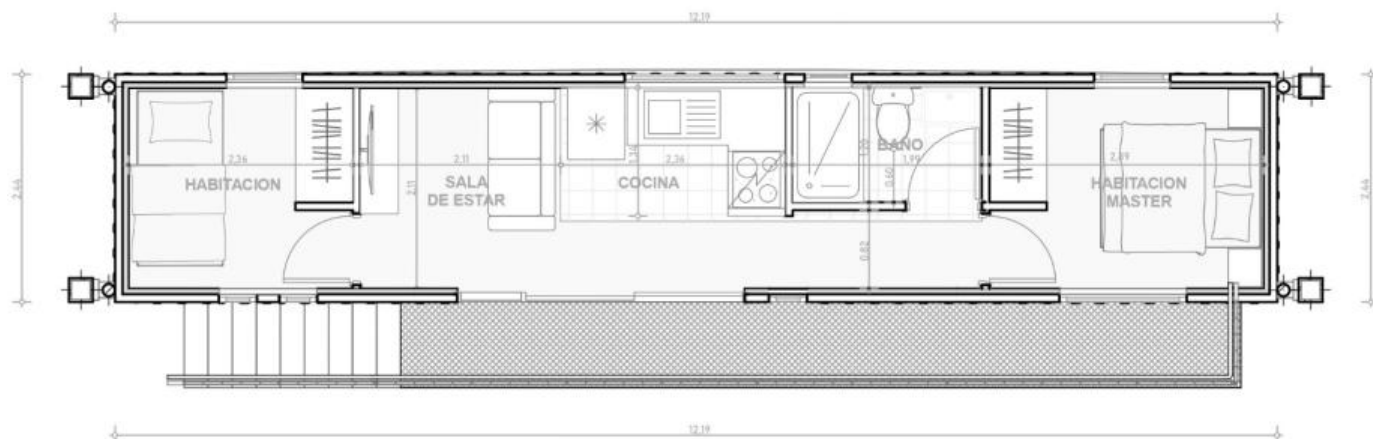


Figura 97: Planta arquitectónica modulo familiar

Fuente: Extraída de Elaboración propia

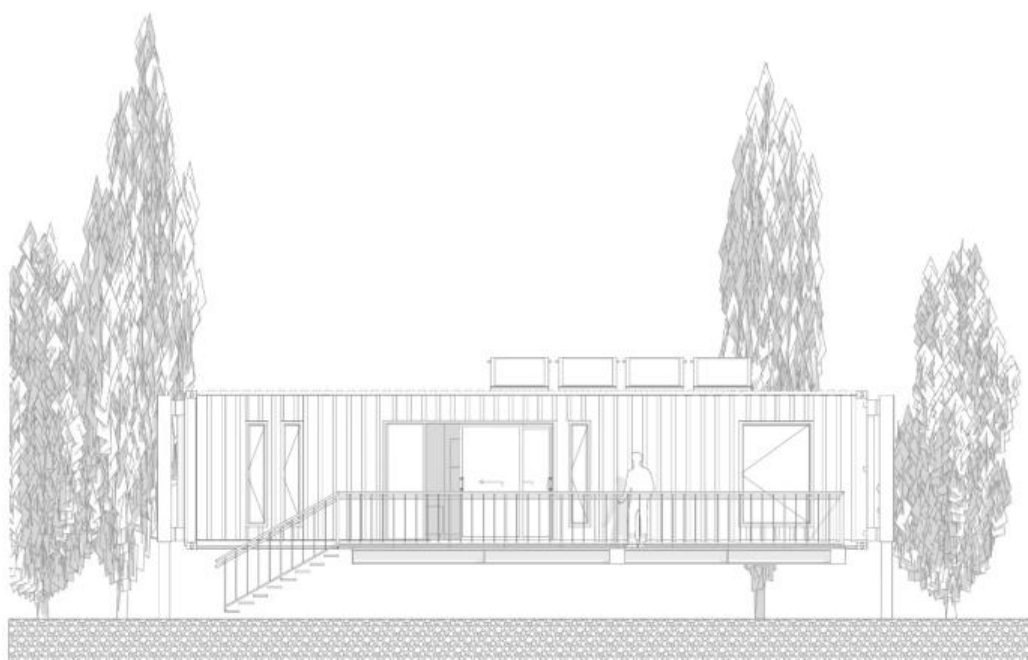


Figura 98: Elevación frontal modulo familiar

Fuente: Extraída de Elaboración propia

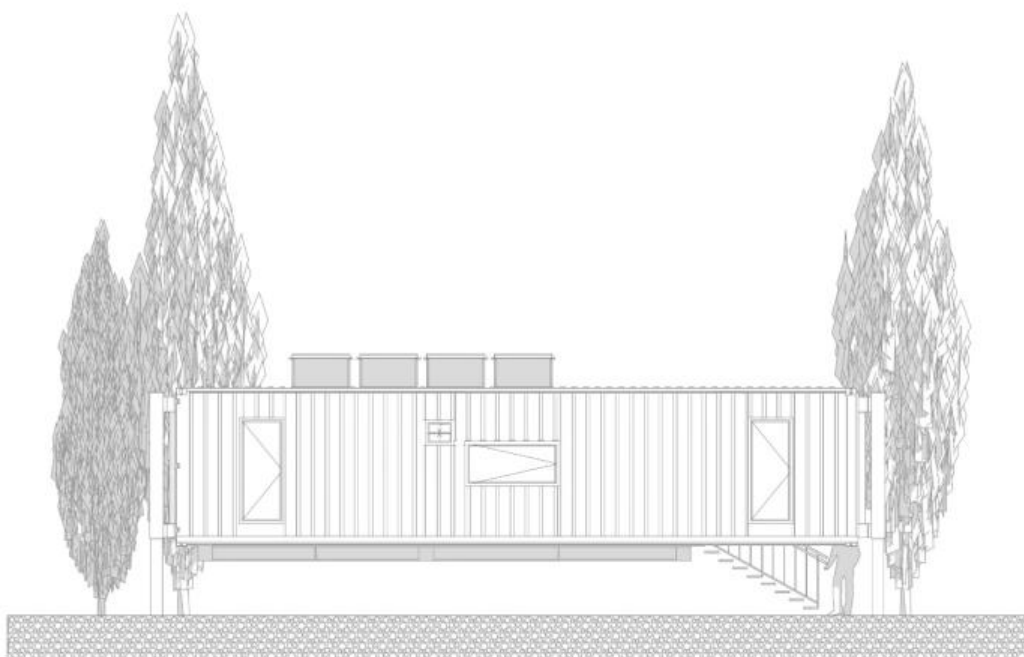


Figura 99: Elevación posterior modulo familiar

Fuente: Extraída de Elaboración propia

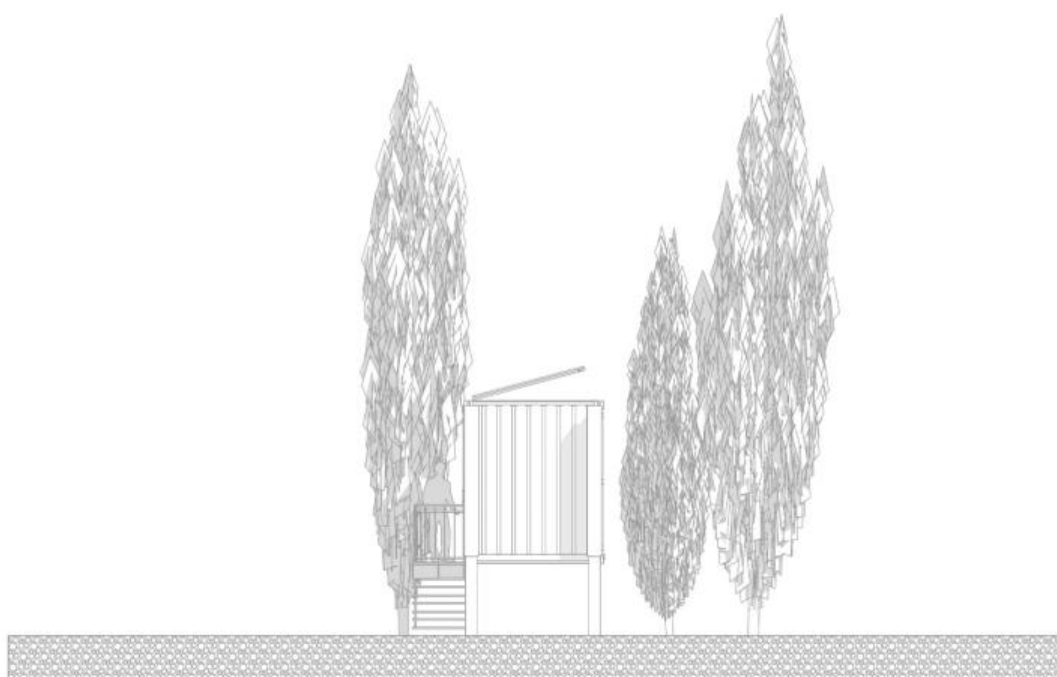


Figura 100: Elevación lateral derecha modulo familiar

Fuente: Extraída de Elaboración propia

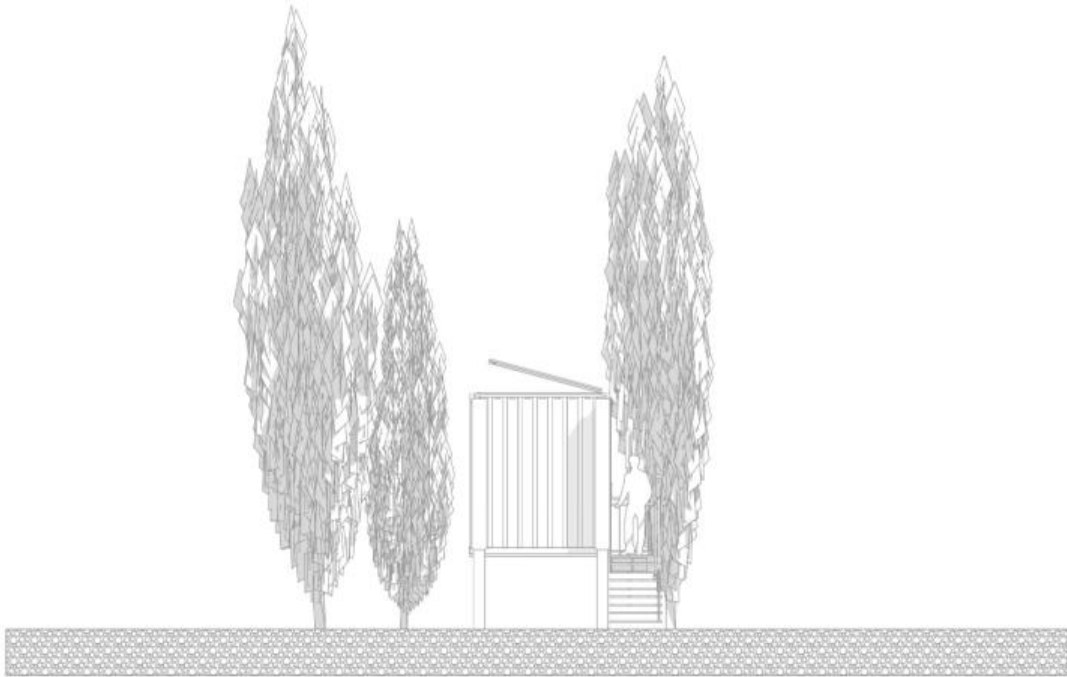


Figura 101: Elevación lateral izquierda modulo familiar

Fuente: Extraída de Elaboración propia



Figura 102: Axonometría modulo familiar

Fuente: Extraída de Elaboración propia



Figura 103: Render modulo familiar

Fuente: Extraída de Elaboración propia

4.3 Eco-Nest, Unidad Modular Expandida.

Eco-Nest expandida presenta un diseño modular familiar que permite evolucionar según las necesidades del usuario. La propuesta se enfoca en consolidar una vivienda completa que brinde confort a familias compuestas por 3 a 4 integrantes. Para lograrlo, el sistema se basa en desarrollar la vivienda en dos contenedores, de 20 y 40 pies respectivamente.

El diseño organiza la zona social y de servicios en el contenedor de 20 pies, optimizando recursos al mantener las instalaciones hidráulicas y eléctricas sin modificaciones significativas, lo que minimiza los costos durante el proceso de ampliación. Por su parte, el contenedor de 40 pies aporta el espacio adicional necesario para dormitorios u otros ambientes habitables, garantizando funcionalidad y adaptabilidad. Este enfoque expansible asegura que las viviendas puedan responder eficientemente a las cambiantes necesidades de las familias y se adapten a las limitaciones del entorno.

UNIDAD MODULAR EXPANDIDA

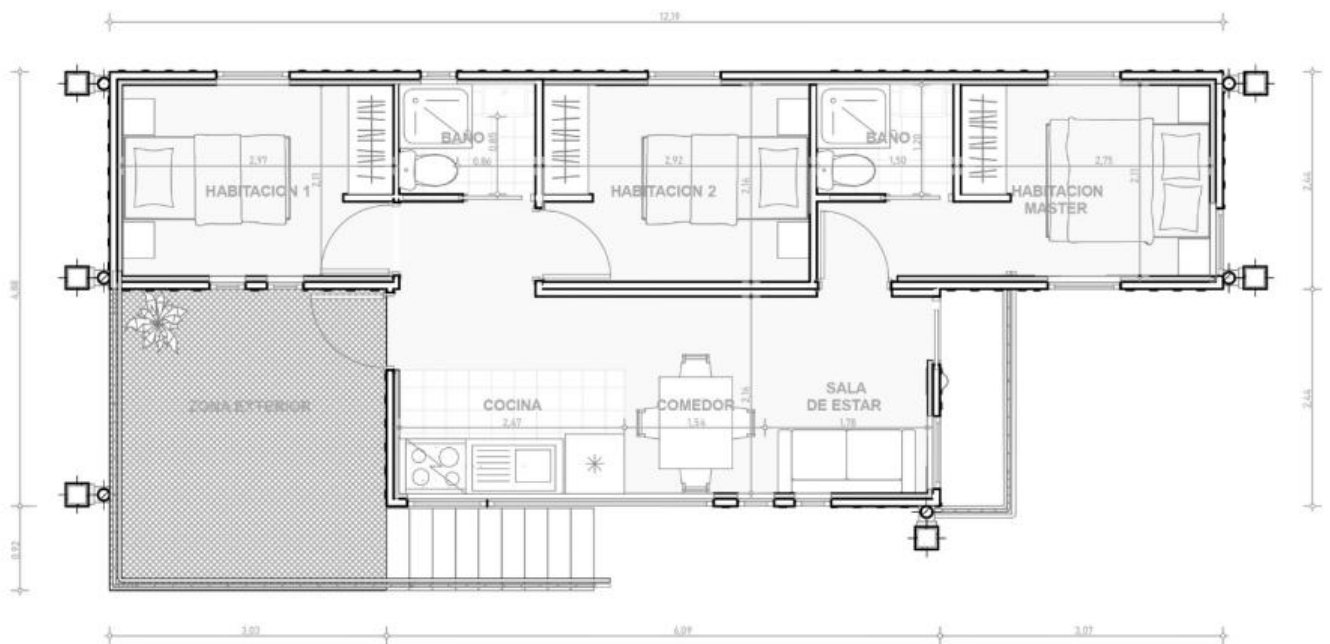


Figura 104: Planta arquitectónica modulo expandido

Fuente: Extraída de Elaboración propia

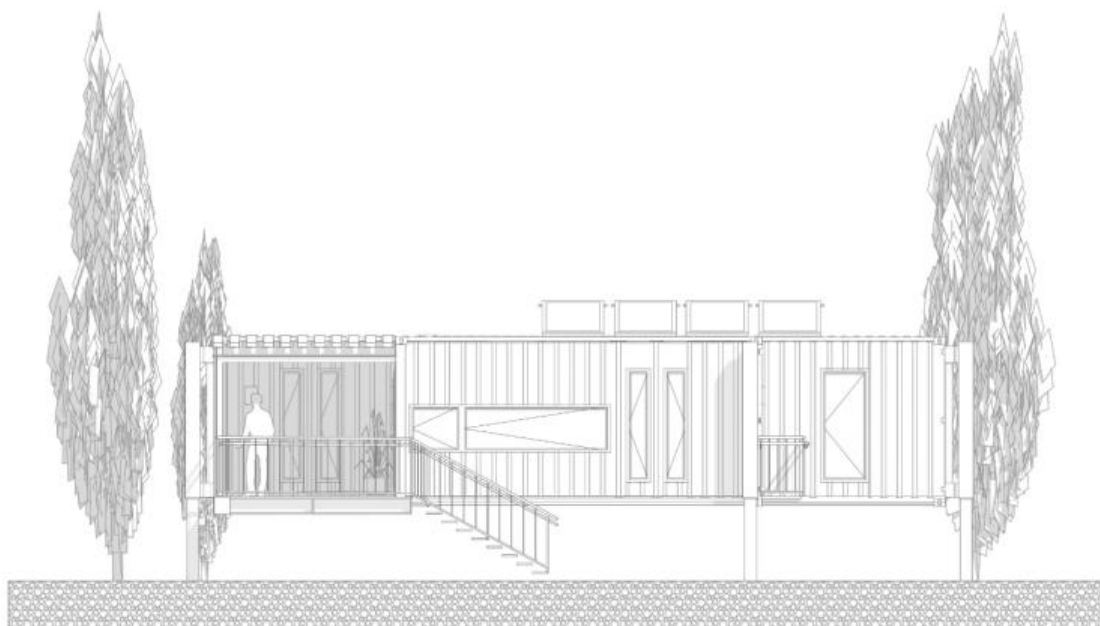


Figura 105: Elevación frontal modulo expandido

Fuente: Extraída de Elaboración propia

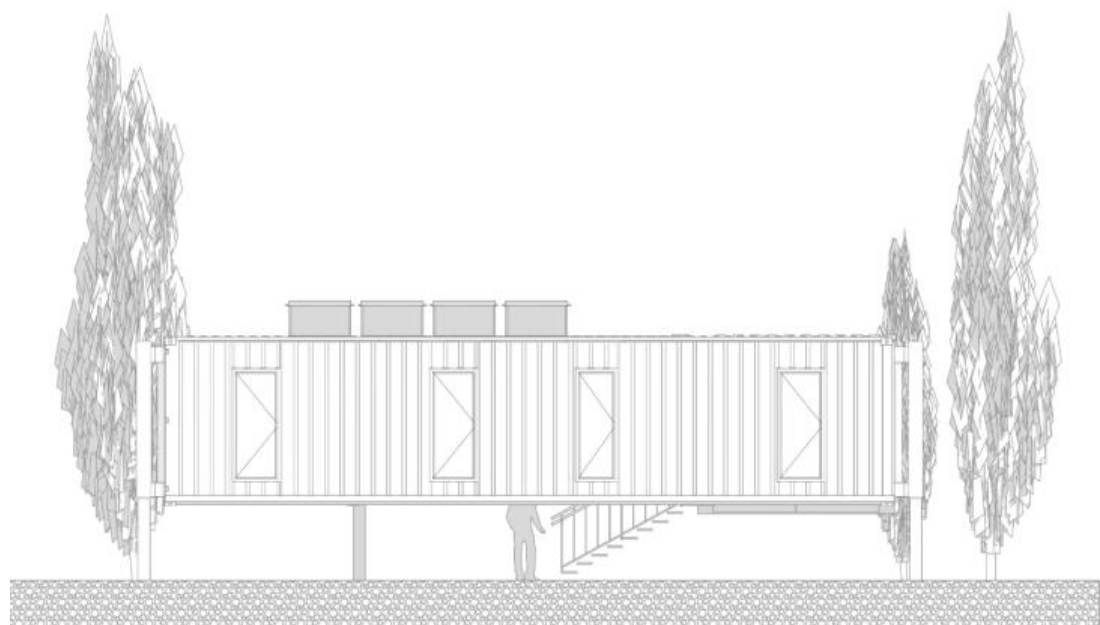


Figura 106: Elevación posterior modulo expandido

Fuente: Extraída de Elaboración propia

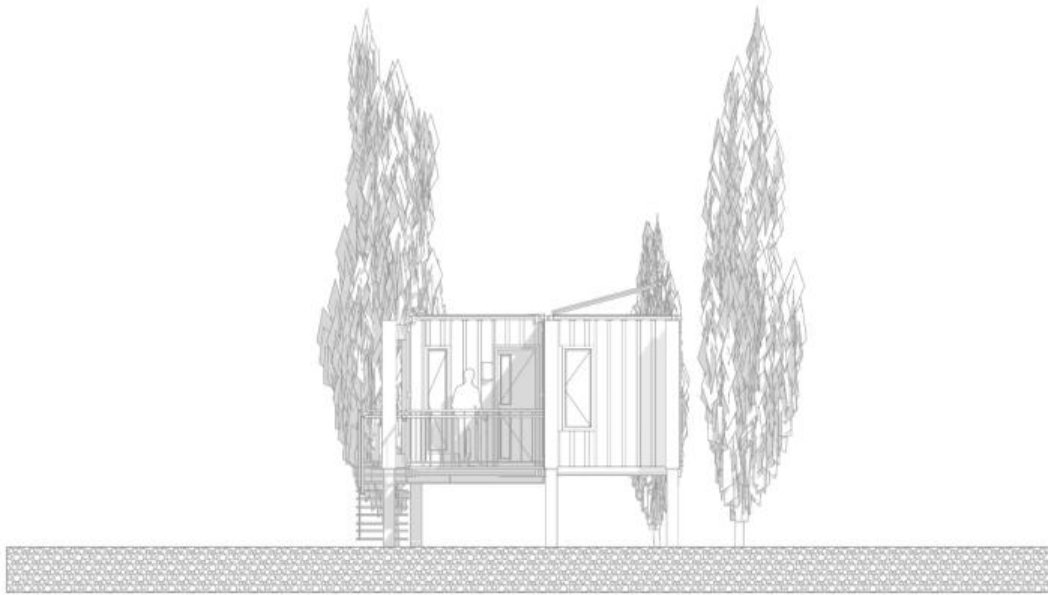


Figura 107: Elevación lateral derecha modulo expandido

Fuente: Extraída de Elaboración propia

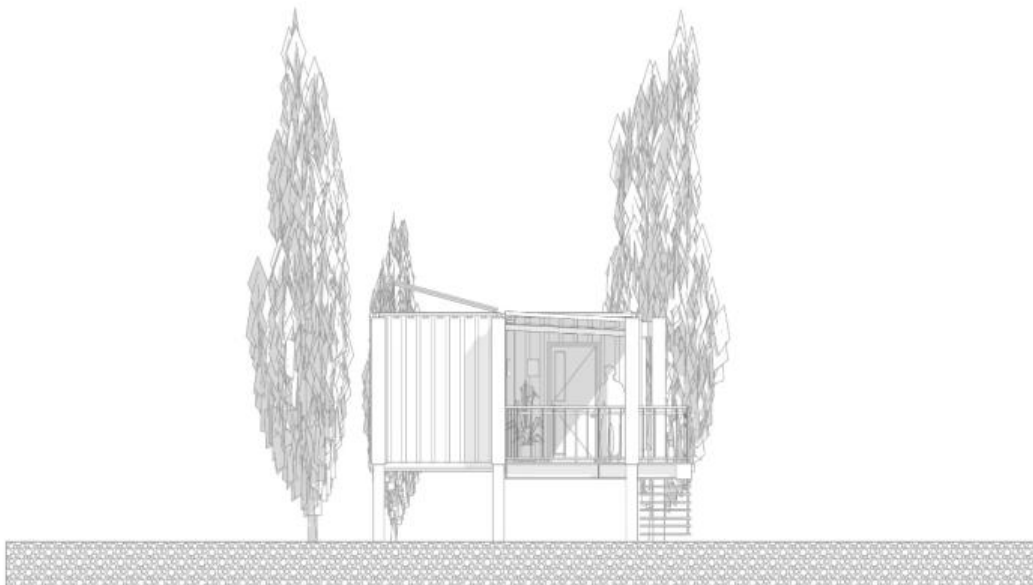


Figura 108: Elevación lateral izquierda modulo expandido

Fuente: Extraída de Elaboración propia



Figura 109: Axonetría modulo expandido

Fuente: Extraída de Elaboración propia



Figura 110: Render modulo expandido

Fuente: Extraída de Elaboración propia

4.4 Detalles constructivos.

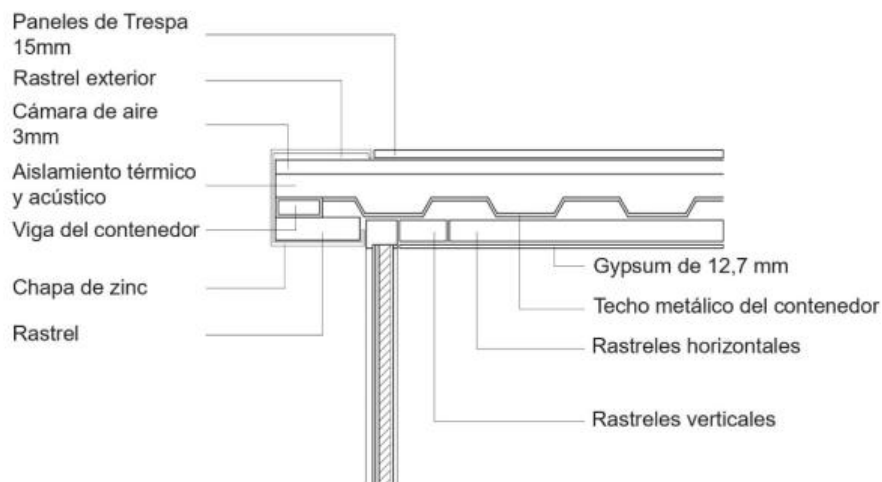


Figura 111: Detalle constructivo de techo

Fuente: Extraída de Elaboración propia

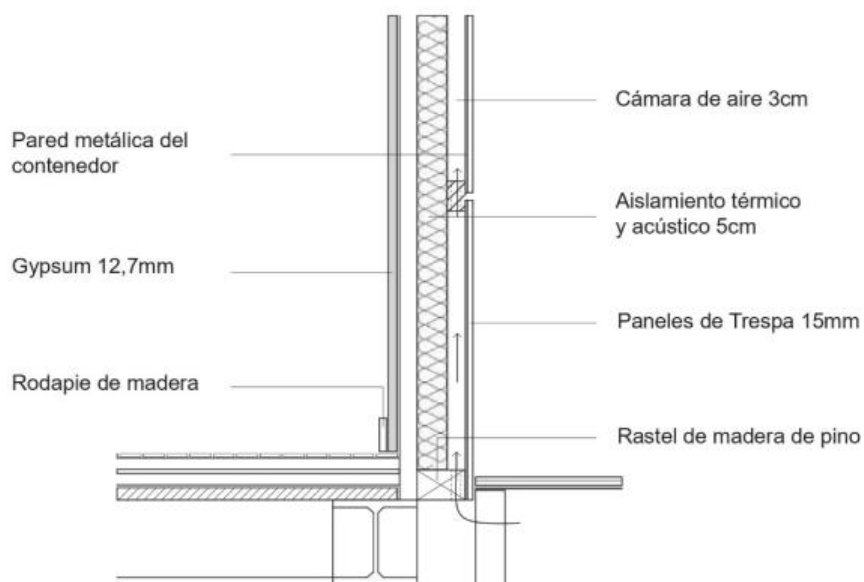


Figura 112: Detalle constructivo de paredes

Fuente: Extraída de Elaboración propia

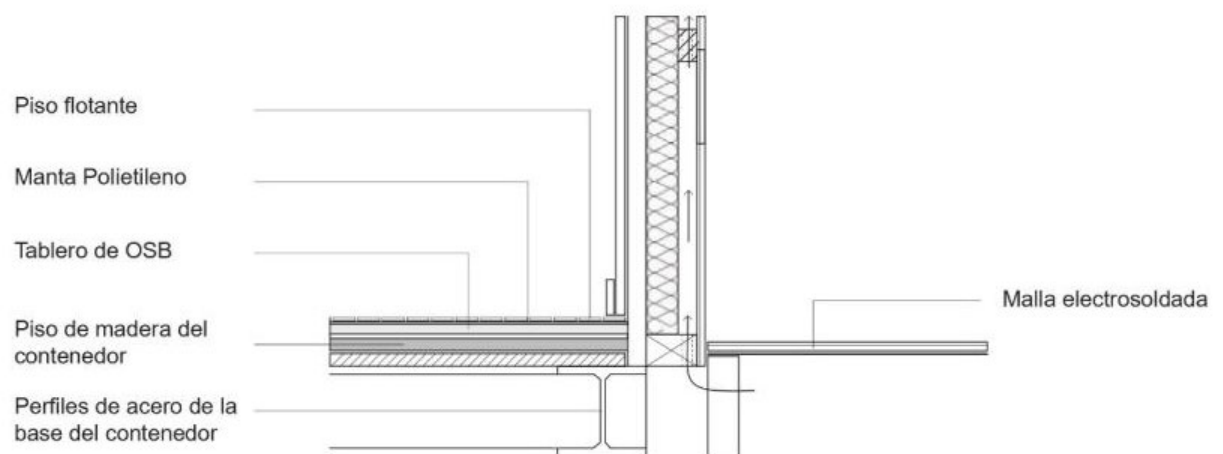


Figura 113: Detalle constructivo piso

Fuente: Extraída de Elaboración propia

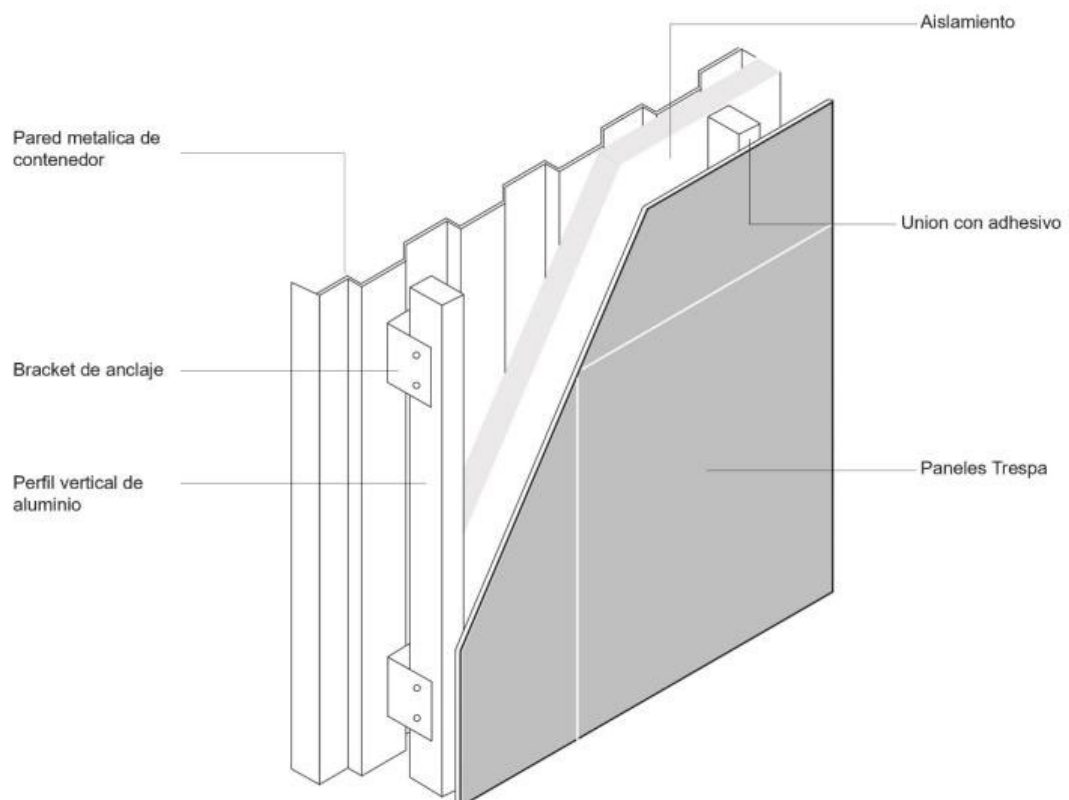


Figura 114: Detalle constructivo sistema Trespa

Fuente: Extraída de Elaboración propia

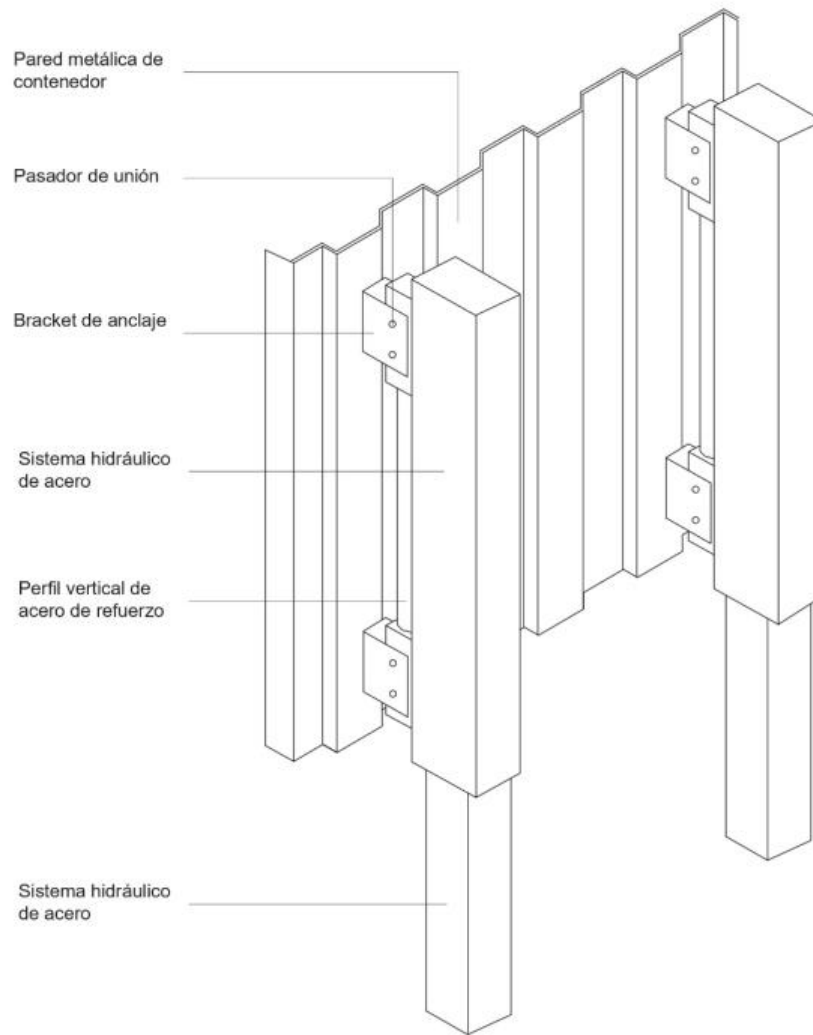


Figura 115: Detalle constructivo funcionamiento elevador hidráulico

Fuente: Extraída de Elaboración propia

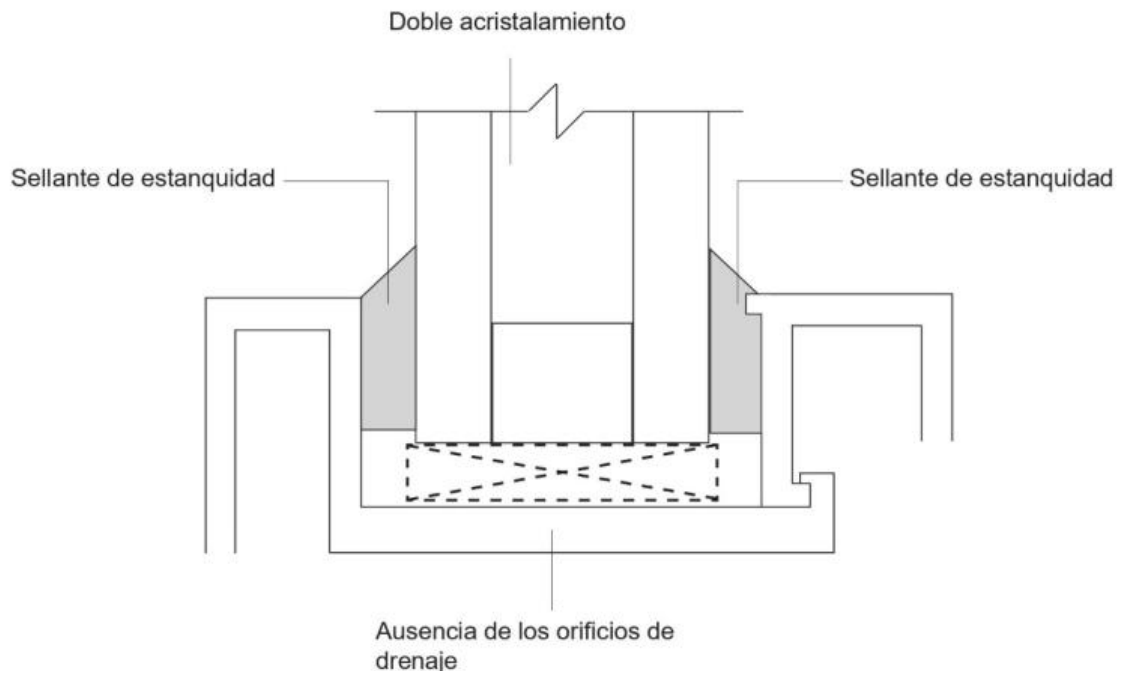


Figura 116: Detalle constructivo funcionamiento doble acristalamiento

Fuente: Extraída de Elaboración propia

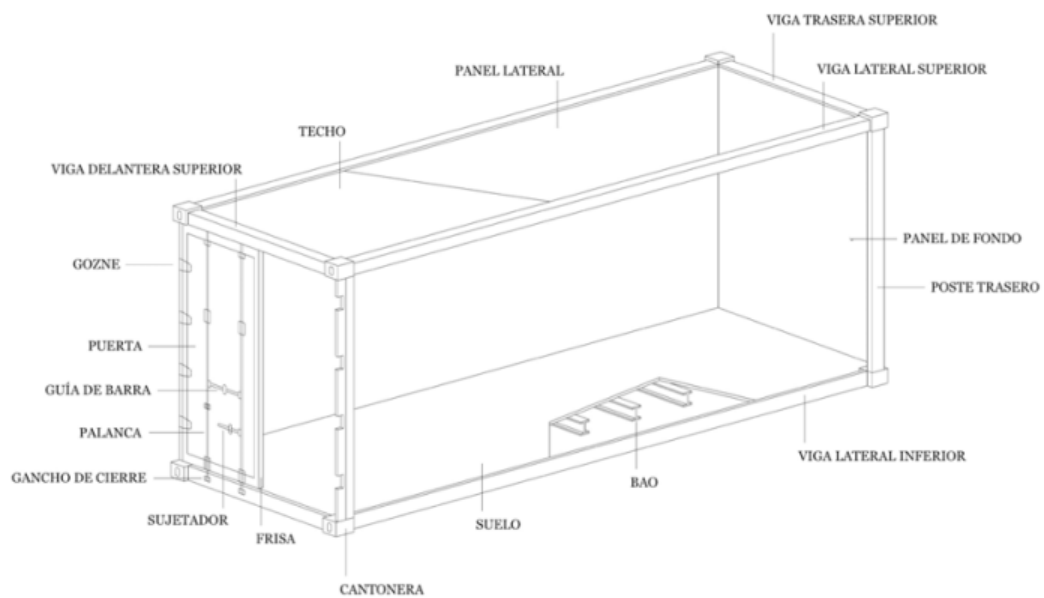


Figura 117 : Detalle constructivo contenedor marítimo

Fuente: Extraída de (Bryan Calderon, 2020)

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES.

La presente investigación sobre la vivienda en contenedores "Eco-Nest" ha permitido identificar aspectos clave en la percepción y viabilidad de esta alternativa habitacional. En primer lugar, se evidencia una alta aceptación por parte de la población de Guayaquil, Portoviejo y Esmeraldas ya que el 80% de los encuestados manifestó su conocimiento sobre la vivienda. Esta información estadística nos proporciona la aceptación de la población la cual nos da a conocer que en la actualidad los habitantes encuestados tienen acercamiento al tema.

Es importante destacar que mediante los resultados de las encuestas en la ciudad de Guayaquil los usuarios tienen una percepción positiva sobre la vivienda en contenedor con un resultado del 68%, sin embargo, en la ciudad de Portoviejo el 60% tiene una percepción neutral y en Esmeraldas el 44% se mantiene neutral. Es por ello que se destacan sus resultados por su percepción negativa. Este dato refleja la falta de información y uso a cerca de los contenedores marítimos como opción de vivienda.

Una apertura hacia nuevas formas de vivienda sostenible y accesible, especialmente en sectores vulnerables afectados por desastres naturales como las inundaciones causadas por el fenómeno del Niño.

Un aspecto destacado es el costo reducido, considerado como un beneficio importante por el 88.63% de los encuestados en las ciudades de Portoviejo y Esmeraldas. En Ecuador, la implementación de viviendas en contenedores resulta más económica que los programas gubernamentales de vivienda VIP (Vivienda de Interés Prioritario) y VIS (Vivienda de Interés Social). Esto convierte al proyecto "Eco-Nest" en una alternativa viable para proporcionar vivienda digna a familias de bajos recursos, contribuyendo así a la reducción del déficit habitacional en el país.

Además, Ecuador es un país altamente propenso a desastres naturales, especialmente a inundaciones provocadas por el fenómeno del Niño. En este contexto, la vivienda en contenedores con elevadores hidráulicos diseñados para elevar la estructura a 1.80 metros del suelo representa una solución innovadora y eficaz para evitar daños causados por inundaciones y otros fenómenos naturales. Esto convierte a "Eco-Nest" en una alternativa ideal como vivienda emergente para las familias afectadas por desastres naturales, brindando seguridad y protección a los residentes.

En la ciudad de Guayaquil el 35% de los encuestados prioriza un alto nivel de sostenibilidad, mientras que el 90% de los encuestados en las tres ciudades tienen mayor importancia sobre el costo reducido de la vivienda contenedor con una puntuación de escala del 1 al 5 donde los encuestados escogieron la opción 5. Esto resalta la importancia de integrar tecnologías ecológicas, como sistemas de energía renovable y materiales reciclados, que minimicen la huella de carbono y

mejoren la eficiencia energética. Además, el canal de venta más efectivo identificado por el 76% de los encuestados son los programas gubernamentales, lo que sugiere la necesidad de fortalecer la colaboración entre el sector público y privado para garantizar el acceso a este tipo de vivienda.

Finalmente, esta investigación concluye que la vivienda en contenedores es una solución económica y sostenible, es por ello que mejora la calidad de vida de los residentes al ofrecer espacios adaptables, funcionales y respetuosos con el medio ambiente. Sin embargo, para una implementación exitosa, es esencial abordar aspectos técnicos, normativos y sociales que permitan su integración en diferentes contextos urbanos y rurales.

5.2 RECOMENDACIONES.

Para asegurar que la implementación de las viviendas en contenedores sea exitosa y sostenible, es indispensable considerar aspectos técnicos, normativos y de confort.

En primer lugar, resulta crucial inspeccionar minuciosamente el estado del contenedor antes de su adquisición, ya que al comprarlos por encargo podrían presentar daños estructurales que incrementarían los costos de construcción. Es preferible optar por contenedores que hayan realizado pocos viajes, aunque su precio sea ligeramente superior, pues esto garantiza una estructura en óptimas condiciones y una mayor durabilidad a largo plazo.

Asimismo, es necesario familiarizarse con la normativa y legislación vigente en Ecuador, dado que las regulaciones para el uso de contenedores varían según el país. Esto permitirá evitar problemas legales y asegurar una edificación segura y conforme a los estándares establecidos.

Es recomendable que la ejecución del proyecto sea liderada por profesionales especializados en áreas como cimentación, acabados, instalaciones eléctricas e hidrosanitarias, y sistemas de impermeabilización. Esto ayudará a optimizar los costos garantizando una construcción de calidad y segura para los residentes.

Además, es imprescindible revisar las especificaciones técnicas de los contenedores y verificar su disponibilidad en el mercado ecuatoriano, ya que existen diferentes tamaños y alturas que pueden adaptarse mejor a las necesidades de cada usuario.

Un aspecto clave es comprender la estructura del contenedor para realizar modificaciones como aperturas para ventanas y puertas sin comprometer la resistencia del mismo. También es fundamental considerar el aislamiento térmico y acústico, seleccionando materiales adecuados que se adapten a las condiciones climáticas y topográficas de la región.

El diseño de las instalaciones eléctricas e hidrosanitarias debe ser planificado de manera eficiente para garantizar la seguridad y el buen funcionamiento de la vivienda. Al momento de colocar el contenedor en el terreno, se sugiere incorporar elementos paisajísticos, como barreras de árboles, que protejan contra factores ambientales y aumenten el confort de los residentes.

Además, la impermeabilización adecuada es esencial para prevenir filtraciones de agua, y actualmente existen materiales ecológicos y de bajo costo que pueden ser utilizados para este fin.

Por último, se recomienda realizar un monitoreo constante del desempeño de la vivienda una vez habitada, lo que permitirá identificar posibles mejoras en términos de confort, durabilidad y eficiencia energética.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alianza Media. (04 de 06 de 2024). *El Modulo de Le Corbusier*. Obtenido de Academia de Diseño: <https://academiadedisenio.com/2024/06/04/el-modulo-de-le-corbusier/>
- Almeida, C. D. (2020). Economía circular, una estrategia para el desarrollo sostenible. Avances en Ecuador. *Revistas UASB*.
- ambiente.gob.ec. (sf). *Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica*. Obtenido de ambiente.gob.ec: <https://www.ambiente.gob.ec/punto-verde-sector-productivo-y-de-servicios/>
- Anaconda, M. (2020). *LA VIVIENDA CONTENEDOR, UNA OPORTUNIDAD PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNIDADES HABITACIONALES SUSTENTABLES Y DE BAJO COSTO EN COLOMBIA, 2020 [Tesis de maestria, Universidad Pontificia Bolivariana]*. Repositorio Institucional. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.11912/8138>
- Anwar, S. (18 de 09 de 2021). *Quién fue - Malcolm McLean*. Obtenido de Medium: <https://medium.com/@shameemanwar.sa/who-was-malcolm-mclean-7c87e76539ed>
- Archdaily. (2013). *Casa Upcycle / Lendager Arkitekter*. Obtenido de Archdaily: <https://www.archdaily.cl/cl/02-319717/casa-upcycle-lendager-arkitekter>
- Arquitectura Zona Cero. (14 de junio de 2013). *la libertad del modulo 57 viviendas [Fotografía]*. Obtenido de Arquitectura Zona Cero: <https://arquitecturazonacero.blogspot.com/2013/06/la-libertad-del-modulo-57-viviendas.html>
- BFP constructor. (09 de 2016). *Características contenedores*. Obtenido de BFP constructor: <https://bfpconstructorsite.wordpress.com/2016/09/14/dimensiones-y-partes/>
- Boxtrainer Chile. (2023). *Elevación por pilotes para contenedores marítimos ¿es realmente necesario?* Obtenido de Boxtrainer Chile: <https://www.boxtainerchile.cl/tipos-de-cimientos-para-contenedores.html>
- Bryan Calderon. (2020). Analisis critico sobre la construccion en contenedores. *Universidad Politecnica de Madrid*, 82.
- CEES acelerando la construccion y el urbanismo hacia la sostenibilidad. (2011). *CEES acelerando la construccion y el urbanismo hacia la sostenibilidad*. Obtenido de CEES ecuador: <https://cees-ecuador.org/>
- Charry, L. (27 de 01 de 2024). *Se puede vivir en 35 metros cuadrados*. Obtenido de El Tiempo: <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-1567966>
- CYPE. (2020). *Impacto Ambiental, Analisis de Ciclo de Vida*. Obtenido de CYPE: http://gestion.cype.es/impacto_ambiental_analisis_ciclo_de_vida.htm

- Díaz Santana, C. S. (2019). Economía circular, una estrategia para el desarrollo sostenible. Avances en Ecuador. *Ponencia presentada en el Comité ISO TC 323 del INEN para la adopción de la norma AFNOR XP X30-901*.
- Dourojeanni, A. (2000). Procedimientos de gestión para el desarrollo sustentable. *Naciones Unidas*, 12.
- DSV Connect your business with the world. (2022). *Connect your business with the world*. Obtenido de DSV Connect your business with the world: <https://www.dsv.com/en>
- Econtainers. (01 de 02 de 2022). *Tiempo vida contenedor marítimo*. Obtenido de Econtainers: <https://econtainers.co/blog/tiempo-vida-contenedor-maritimo/>
- Ecosun . (2020). *Marco solar frame - watt [fotografía]*. Obtenido de Ecosun Innovations: <https://www.ecosuninnovations.com/es/productos/marco-solar-frame-watt/>
- Ecuavisa. (13 de 03 de 2023). *Invierno en Ecuador: ¿cuáles serán las zonas más afectadas por lluvias los próximos días?* Obtenido de Ecuavisa: <https://www.ecuavisa.com/noticias/ecuador/invierno-en-ecuador-cuales-seran-las-zonas-mas-afectadas-por-lluvias-los-proximos-dias-ED4599512>
- EDGE, Corporacion Financiera Internacional IFC. (03 de 2019). *Certifique edificios ecológicos con EDGE: su camino hacia la sostenibilidad*. Obtenido de EDGE, Corporacion Financiera Internacional IFC: <https://edgebuildings.com/?lang=es>
- Fregat Logistic. (2023). *Tipos y tamaños de contenedores*. Obtenido de Fregat Logistic: https://fregat-logistic.ru/es/types_of_containers
- Garrido, L. D. (26 de 11 de 2021). *R4HOUSE*. Obtenido de Luis De Garrido: <https://luisdegarrido.com/es/r4house-luis-de-garrido-vivienda-ecologica-bioclimatica-autosuficiente-con-consumo-energetico-cero-real-a-precio-convencional-2/>
- Gob.ec. (10 de 09 de 2024). *Emisión de certificación Ecuatoriana Punto Verde a construcciones sostenibles*. Obtenido de Gob.ec Portal unico de tramites ciudadanos: <https://www.gob.ec/maae/tramites/emision-certificacion-ecuatoriana-punto-verde-construcciones-sostenibles>
- Green Group Sustainability Consulting. (03 de 2019). *CERTIFICACION EDGE*. Obtenido de Green Group Sustainability Consulting: <https://www.greengroup.com.ar/detalle.php?a=certificaciOnedge&t=18&d=229>
- Gutierrez, E. M. (2024). EL MOVIMIENTO METABOLISTA: KISHO KUROKAWA V LA ARQUITECTURA DE LAS CAPSULAS. O. U. *Jisc, Productor - Obtenido de CORE*, 7.

- Hedd Engineered Design. (2022). *Galería de imágenes*. Obtenido de Hedd engineered design: <https://hedd.com.au/image-gallery/>
- Hudale, S. (18 de 12 de 2024). *Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO: la obra arquitectónica de Le Corbusier, una contribución excepcional al movimiento moderno [Fotografía]*. Obtenido de Rethinking the future: <https://www.re-thinkingthefuture.com/travel-and-architecture/a12626-unesco-world-heritage-sites-the-architectural-work-of-le-corbusier-an-outstanding-contribution-to-the-modern-movement/>
- Ibercontainer. (2021). *Base de contenedores*. Obtenido de Ibercontainer: <https://ibercontainer.com/producto/contenedor-maritimo-de-20-pies-nuevo/>
- Iglesias, P. (05 de 2010). *INTRODUCCION A LA VIVIENDA SOSTENIBLE O VIVIENDA SOSTENIBLE PARA EL MODERNO PROMETEO*. Madrid: AxA. Una revista de arte y arquitectura.
- Inarquía. (2024). *Cómo se Construye una Casa Container paso a paso*. Obtenido de Inarquía: <https://inarquia.es/como-construir-casa-container-paso-a-paso/>
- INEC . (12 de 2024). *Estadísticas de Edificaciones (ESED)*. Obtenido de INEC Buenas cifras, mejores vidas: [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Economicas/Encuesta_Edificaciones/2024/Trimestral_III/2.2024_ESED_Principales_resultados_IIIT.pdf?utm_source=chatgpt.com](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Economicas/Encuesta_Edificaciones/2024/Trimestral_III/2.2024_ESED_Principales_resultados_IIIT.pdf?utm_source=chatgpt.com)
- Introduccion al diseño / diseño de interiores. (2022). *Dimensiones interiores maqueta contenedor*. Obtenido de Introduccion al diseño / diseño de interiores: <https://um-introdiseno-tm-fadau.blogspot.com/2018/05/primer-paso-maqueta-contenedor.html>
- Isis, M. (10 de 11 de 2021). *Vivienda Sustentable*. Obtenido de Scribd: <https://es.scribd.com/document/538482286/VIVIENDA-SUSTENTABLE>
- Joy, V. (25 de 09 de 2024). *Guía de los contenedores de 20 pies frente a los de 40 pies: Tamaño, coste y casos de uso*. Obtenido de Pelicancontainers: <https://pelicancontainers.com/es/caracteristicas-del-contenedor/guia-de-los-contenedores-de-20-pies-frente-a-los-de-40-pies-tamano-coste-y-casos-de-uso>
- Keçeci, K. (31 de 08 de 2024). *habitat 67 espacios volumetricos [Fotografía]*. Obtenido de dokmimarlik: <https://dokmimarlik.com/es/habitat-67-espacios-volumetricos/>
- Kotnik, J. (2013). *New Container Architecture Manual Practico y 30 Proyectos*. Links.

- LEED Green Building Certification System. (21 de 06 de 2016). *LEED Certification Update: New in 2016*. Obtenido de U.S. Green Building Council: <https://www.usgbc.org/articles/leed-certification-update-new-2016>
- Lift Container Move Logistics. (2024). *Elevadores Hidráulicos Contenedores Solucion Portatil Para Elevar Contenedores*. Obtenido de Lift Container Move Logistics: <https://liftcontainer.com/es/elevadores-hidraulicos-contenedores/>
- Livingin Container. (26 de 03 de 2020). *Casa contenedor de lujo [Fotografía]*. Obtenido de Livingin a Container: <https://www.livinginacontainer.com/luxury-container-house-located-south-korea/>
- Il-ccertificacion. (2020). *Norma ISO 14001 Sistema de gestion ambiental*. Obtenido de Il-ccertificacion: <https://il-c.com.ec/certificacion/iso-14001/>
- Luis de Garrido. (26 de 11 de 2021). *R4 HOUSE*. Obtenido de LUIS DE GARRIDO: <https://luisdegarrido.com/es/r4house-luis-de-garrido-vivienda-ecologica-bioclimatica-autosuficiente-con-consumo-energetico-cero-real-a-precio-convencional-2/>
- M. de los Ángeles. Castillo Soriano, A. C.-F. (05 de 11 de 2020). *El imaginario suburbano y el Mass Media: una reflexión de su construcción y desmontaje en la generación del llamado Baby Boom en los Estados Unidos (1946-1974) [Fotografía]*. Obtenido de Revistas Perspectivas: <https://revistas.ufps.edu.co/index.php/perspectivas/article/download/2917/3510>
- Manaen Bobadilla, A. P. (2019). Malcom McLean Ideó el contenedor cambiando la logística marítima y le dio armas a la globalización [Fotografía]. *Prisma Tecnológico*, 4.
- MIDUVI. (2023). *Ministerior de Desarrollo Urbano y Vivienda*. Obtenido de El nuevo ecuador: <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/documentos-normativos-nec-norma-ecuatoriana-de-la-construccion/>
- Ministerio de desarrollo urbano y vivienda. (2023). *MIDUVI*. Obtenido de El nuevo ecuador: <https://www.gob.ec/miduvi>
- Ministerio de Energia y Minas. (2022). *Ecuador avanza hacia la disminución de emisiones de CO2 en el sector eléctrico*. Quito: Sistema nacional de informacion.
- Mom Pezas SL. (2020). *Esquina de contenedor marítimo superior delantera derecha / superior trasera izquierda ISO 1161. 300.300.10*. Obtenido de Mom Pezas SL: Esquina de contenedor marítimo superior delantera derecha / superior trasera izquierda ISO 1161. 300.300.10
- Municipio de Quito. (2020). *Manejo responsable de los residuos de la construcción se implementará en Quito*. Quito: quitoinforma.gob.ec.

Naciones Unidas. (1996). *Conferencias Habitat*. Obtenido de Naciones Unidas:
<https://www.un.org/es/conferences/habitat/istanbul1996>

Ocean containers trading. (21 de 07 de 2016). *Contenedores marítimos nuevos: almacenaje y mantenimiento recomendado*. Obtenido de Ocean containers trading:
<https://contenedoresmaritimos.eu/2016/07/21/contenedoresmaritimos-nuevos-almacenaje-y-mantenimiento-recomendando/>

ONU-Hábitat. (2015). *Déficit habitacional en América Latina y el Caribe: Una herramienta para el diagnóstico y el desarrollo de políticas efectivas en vivienda y hábitat*. Obtenido de UN-Hábitat: <https://unhabitat.org/deficit-habitacional-en-america-latina-y-el-caribe>

Pérez, I. (2020). *Sistemas de fachada ventilada en arquitectura sostenible*. Obtenido de <https://sistemasdefachadas.com/2020/02/>

Peru container line. (2024). *El contenedor y sus dimensiones*. Obtenido de Peru container line:
<https://www.peru-container.com.pe/el-contenedor-y-sus-dimensiones/>

Ponz, A. G. (30 de 06 de 2021). *Nakagin Capsule Tower: un clásico de la arquitectura al borde de la demolición*. Obtenido de arquitectura y empresa:
<https://arquitecturayempresa.es/noticia/nakagin-capsule-tower-un-clasico-de-la-arquitectura-al-borde-de-la-demolicion>

Prieto Barboza, E. A. (2013). Resiliencia y panarquía: claves para enfrentar la adversidad en sistemas sociales. *Multiciencias*, vol. 13, núm. 1, 23 - 29. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=90428348007%253E%2520ISSN%25201>

Selva, V. (26 de 11 de 2022). *Un contenedor convertido en una minicasa de lujo y con decoración minimalista*. Obtenido de idealista/news:
<https://www.idealista.com/news/inmobiliario/vivienda/2022/11/29/800343-un-contenedor-convertido-en-una-minicasa-de-lujo-y-con-decoracion-minimalista>

Shelters, E. (2020). *Excalibur Shelters*. Obtenido de Excalibur Shelters:
https://www.excaliburshelters.com/copy-of-sl-tainer?fbclid=IwZXh0bgNhZW0CMTAAAR0OB-uDaAFK8cyoKt6qdG9WmHgrHG9cYtpo67ydTm2Jlb2P8oB1iq8MzwY_aem_AalZnom7SWVFeVaW11G0EuFAqfTZjnk-EeSxiSzFMripB-VLS_b1UI6P3s8wDmyEKvl_4j_8scd60U2IbUfyone-

SL Tainer Self Lifting Container. (2020). *¡Menos de 15 minutos para cargar!* Obtenido de SL Tainer Self Lifting Container: https://www.excaliburshelters.com/copy-of-sl-tainer?fbclid=IwY2xjawl-11lleHRuA2FIbQlXMAABHV19O7cGh6OsoodsduhZuA65X3HmKi-5f9hRBHqatnIrQeQgeWgbi3LNcg_aem_caurQRTSI_wB7ZfmYs-weQ

- Söderqvist, L. (2011). El estructuralismo en la arquitectura: una definición. *Revista de estética y cultura*, 7.
- Starke, M. (23 de 01 de 2009). *CIAM, ARQUITECTURA MODERNA*. Obtenido de Arquitectura en red: <https://www.arqred.mx/blog/2009/01/23/ciam-arquitectura-moderna/>
- The Modern Home Project. (25 de 02 de 2019). Building a Shipping Container Home | EP02 Moving, Cutting, and Framing a Container House [video]. Youtube. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=sauEsj8YW9M>
- The Modern Home Project. (22 de 03 de 2020). Building a Shipping Container Home | EP03 Doors, Windows, and Insulation. Obtenido de https://www.youtube.com/watch?v=XIHXMtXt_0U&t=943s
- The Modern Home Project. (19 de 09 de 2020). *CONSTRUYENDO UNA CASA CON CONTENEDORES DE MARÍTIMO*. Obtenido de The Modern Home Project: <https://www.themodernhomeproject.com/process>
- Topolo. (2024). *Paneles de aislamiento para casas contenedor [fotografía]*. Obtenido de Topolo : <https://es.topolocfrt.com/paneles-de-aislamiento-para-casas-contenedor/>
- Tymbia. (2023). *Set Elevadores Hidráulicos Contenedores 32ton*. Obtenido de Tymbia: <https://www.tymbia.com/es/producto/2901-set-elevadores-hidraulicos-contenedores-32ton-elevadores-de-cargas-especiales-e000000001>
- UN Environment Programme. (2024). *Los edificios son un peso pesado de la acción climática: son responsables de alrededor del 37 por ciento de las emisiones de CO2 relacionadas con la energía y los procesos y de más del 34 por ciento de la demanda energética*. Obtenido de UN Environment Programme: <https://www.unep.org/topics/cities/buildings-and-construction>
- Urbanistas.lat Red Latinoamericana. (2025). *¿EN QUÉ CASA NOS QUEDAMOS CUANDO NO TENEMOS CASA?* Obtenido de Urbanistas.lat Red Latinoamericana: <https://urbanistas.lat/en-que-casa-nos-quedamos/>
- Valcruz. (17 de 06 de 2019). *Impermeabilización con lámina de EPDM en contenedor*. Obtenido de Valcruz: <https://www.comprarepdm.com/87-post-impermeabilizacion-con-lamina-de-epdm-en-contenedor>
- Vickers Hydraulics. (2022). *¿Cómo funcionan los elevadores hidráulicos?* Obtenido de vickers hydraulics: <https://vickers-hydraulics.com.mx/blog/como-funcionan-los-elevadores-hidraulicos/>
- Wr Arquitectos. (2020). *KFC [Fotografía]*. Obtenido de w+r arquitectos: <http://wr-arquitectos.com/portafolio/prefabricado/kfc/>

Youtopia. (04 de 11 de 2022). *El sector de la construcción incorpora prácticas sostenibles en beneficio del cuidado ambiental*. Obtenido de Youtopia: <https://youtopiaecuador.com/sector-construccion-practicas-sostenibles-ecuador/#:~:text=Los%20escombros%20y%20residuos%20de,de%20la%20contaminaci%C3%B3n%20del%20agua>.

ANEXOS

Anexo 1 Resultados de la encuesta

Encuesta sobre la vivienda contenedor en las ciudades de: Guayaquil, Portoviejo y Esmeraldas

Agradecemos su participación en nuestra encuesta sobre la vivienda contenedor a los habitantes encuestados en las ciudades de: Guayaquil, Portoviejo y Esmeraldas. El objetivo de esta encuesta es saber el conocimiento y aceptación de un prototipo de vivienda arquitectónico en contenedores marítimos.

La encuesta consta de varias preguntas y debería tomarle aproximadamente 10 minutos completarla. Sus respuestas son completamente anónimas y confidenciales.

¡Comencemos!

GUAYAQUIL

PREGUNTAS	RESPUESTAS	
	Calificacion	Ponderacion
¿Actualmente vive en una vivienda propia?		
SI	55	57%
NO	41	43%
	96	100%
Si no posee vivienda, ¿cuáles son sus principales obstáculos para adquirir una?		
- Alto costo	18	44%
- Falta de financiamiento	23	56%
- Requisitos burocráticos		0%
- Otros		0%
	41	100%
¿Ha oído hablar de las casas en contenedor como opción de vivienda?		
- Sí	76	79%
- No	20	21%
	96	100%
¿Cuál es su percepción sobre las casas en contenedor?		
- Muy positiva	62	65%
- Positiva	14	15%
- Neutral	12	13%
- Negativa	8	8%
	96	100%
¿Considera que las casas en contenedor son una solución viable para aquellos que no tienen vivienda?		
- Sí	85	88%
- No	11	11%
	96	100%
¿Qué aspecto considera más atractivo de las casas en contenedor?		
- Bajo costo	26	27%
- Rapidez de construcción	18	19%
- Sostenibilidad	34	35%
- Estética	12	13%
- Espacio interior	6	6%
	96	100%
En una escala del 1 al 5, ¿qué tan importante es para usted el costo de la vivienda al considerar diferentes opciones?		
1 (nada importante)	0	0%
2	0	0%
3	5	5%
4	9	9%
5 (muy importante)	82	85%
	96	100%
En una escala del 1 al 5, ¿qué tan atraído/a se siente por la idea de vivir en una casa en contenedor?		
1 (Nada atraído)	22	23%
2	14	15%
3	60	63%
4	0	0%
5 (Muy atraído)	0	0%
	96	100%

PORTOVIEJO

PREGUNTAS	RESPUESTAS	
	Calificacion	Ponderacion
¿Actualmente vive en una vivienda propia?		
Si	79	82%
No	17	18%
	96	100%
Si no posee vivienda, ¿cuáles son sus principales obstáculos para adquirir una?		
- Alto costo	63	80%
- Falta de financiamiento	16	20%
- Requisitos burocráticos	0	0%
- Otros	0	0%
	79	100%
¿Ha oído hablar de las casas en contenedor como opción de vivienda?		
- Si	65	68%
- No	31	32%
	96	100%
¿Cuál es su percepción sobre las casas en contenedor?		
- Muy positiva		0%
- Positiva	21	22%
- Neutral	58	60%
- Negativa	17	18%
	96	100%
¿Considera que las casas en contenedor son una solución viable para aquellos que no tienen vivienda?		
- Si	69	72%
- No	27	28%
	96	100%
Qué aspecto considera más atractivo de las casas en contenedor?		
- Bajo costo	84	88%
- Rapidez de construcción	12	13%
- Sostenibilidad	0	0%
- Estética	0	0%
- Espacio interior	0	0%
	96	100%
En una escala del 1 al 5, ¿qué tan importante es para usted el costo de la vivienda al considerar diferentes opciones?		
1 (nada importante)		0%
2	1	1%
3	4	4%
4		0%
5 (muy importante)	91	95%
	96	100%
En una escala del 1 al 5, ¿qué tan atraído/a se siente por la idea de vivir en una casa en contenedor?		
1 (Nada atraído)	8	8%
2	2	2%
3	21	22%
4	18	19%
5 (Muy atraído)	47	0%
	96	100%

ESMERALDAS

PREGUNTAS	RESPUESTAS	
¿Actualmente vive en una vivienda propia?	Calificación	Ponderación
Si	35	36%
No	61	64%
	96	100%
Si no posee vivienda, ¿cuáles son sus principales obstáculos para adquirir una?		
- Alto costo	58	95%
- Falta de financiamiento	3	5%
- Requisitos burocráticos		0%
- Otros		0%
	61	100%
¿Ha oído hablar de las casas en contenedor como opción de vivienda?		
- Sí	45	47%
- No	51	53%
	96	100%
¿Cuál es su percepción sobre las casas en contenedor?		
- Muy positiva		0%
- Positiva	27	28%
- Neutral	42	44%
- Negativa	27	28%
	96	100%
¿Considera que las casas en contenedor son una solución viable para aquellos que no tienen vivienda?		
- Sí	75	78%
- No	21	22%
	96	100%
Qué aspecto considera más atractivo de las casas en contenedor?		
- Bajo costo	89	93%
- Rapidez de construcción	5	5%
- Sostenibilidad		0%
- Estética	2	2%
- Espacio interior		0%
	96	100%
En una escala del 1 al 5, ¿qué tan importante es para usted el costo de la vivienda al considerar diferentes opciones?		
1 (nada importante)		0%
2	1	1%
3		0%
4	3	3%
5 (muy importante)	92	96%
	96	100%
En una escala del 1 al 5, ¿qué tan atraído/a se siente por la idea de vivir en una casa en contenedor?		
1 (Nada atraído)	4	4%
2		0%
3	13	14%
4	27	28%
5 (Muy atraído)	52	54%
	96	100%

Anexo 2 Presupuesto referencial

Presupuesto referencial realizado en base a la propuesta del modulo Básico, Familiar y Expandida

PRESUPUESTO SIN MOBILIARIO MODULO 1 CONTENEDOR DE 20 PIES					
Item	Cant.	Descripción	Unidad	P. Unitario	P. Total
CONTENEDOR MARITIMO Y CUBIERTA					
1	1	Contenedor marítimo 20 Pies (6,09m) + Transporte + Grúa	u	\$ 1.800,00	\$ 1.800,00
2	25,42	Cortes para ventanas y puertas	ml	\$ 0,89	\$ 42,89
3	1	Estructura de cubierta	u	\$ 290,00	\$ 290,00
4	1	Cubierta chapa acanalada	u	\$ 390,00	\$ 390,00
5	14,87	Recubrimiento techos GYPSUM / Aislamiento lana de fibra de vidrio	m²	\$ 17,00	\$ 252,79
6	44	Pintura interior sobre acero corrugado	m²	\$ 7,50	\$ 330,00
7	48,26	Pintura exterior contenedor	m²	\$ 7,50	\$ 361,95
8	1	Trabajo de soldadura	u	\$ 250,00	\$ 250,00
PISO DEL CONTENEDOR					
9	11,03	Tableros OSB de 18mm para piso + Instalacion	m²	\$ 62,00	\$ 683,86
10	11,03	Manto polietileno 2mm	m²	\$ 2,20	\$ 24,26
11	11,03	Piso flotante AC4 Ferrera OAK + Instalación	m²	\$ 12,50	\$ 137,87
12	16,16	Barredera Ferrara OAK + Instalacion	ml	\$ 9,24	\$ 149,31
MODULO COCINA, BAÑO, DORMITORIO					
13	40,15	Recubrimiento paredes GYPSUM / Aislamiento lana de fibra de vidrio	m²	\$ 17,00	\$ 682,55
14	40,15	Recubrimiento paredes GYPSUM RF/ Aislamiento lana de fibra de vidrio	m²	\$ 20,00	\$ 803,00
15	1	Mueble bajo de cocina (0,85 x 1,80 x 0,55)	u	\$ 370,00	\$ 370,00
16	1,8	Meson color negro terminado metálico epoxi; e=5cm/Mueble bajo de cocina	ml	\$ 60,00	\$ 108,00
17	1	Grifería monomando para cocina	u	\$ 34,16	\$ 34,16
18	1	Fregadero de 1 pozo 0,80 cm x 0,50 cm	u	\$ 40,00	\$ 40,00
19	1	Ventana aluminio doble acristalamiento cocina (1,70 x 0,80)m/vidrio claro	u	\$ 748,00	\$ 748,00
20	1	Campana extractora	u	\$ 70,00	\$ 70,00
21	1	Puertas abatibles (210 x 0,80)	u	\$ 90,00	\$ 90,00
22	3	Ventana aluminio doble acristalamiento dormitorio 2 (1,90 x 0,40)m/vidrio claro	u	\$ 212,80	\$ 638,40
23	1	Ventana aluminio doble acristalamiento baño (0,50 x 0,45)m/vidrio claro	u	\$ 63,00	\$ 63,00
24	1	Ventana aluminio doble acristalamiento dormitorio 1 (1,90 x 0,80)m/vidrio claro	u	\$ 712,88	\$ 712,88
25	1	Inodoro Blanco	u	\$ 90,00	\$ 90,00
26	1	Lavamanos Vessel Blanco	u	\$ 85,00	\$ 85,00
27	1	Grifería monomando VERA	u	\$ 74,10	\$ 74,10
28	1	Columna para ducha	u	\$ 143,72	\$ 143,72
29	1	Juego de accesorios para baño cromo	u	\$ 24,85	\$ 24,85

LÁMPARAS Y ACCESORIOS						
30	4	Foco led	u	\$	23,64	\$ 94,56
31	4	Foco dicroico led	u	\$	4,54	\$ 18,16
32	4	Tomacorriente bipolar	u	\$	14,99	\$ 59,96
33	1	Interruptor simple	u	\$	0,57	\$ 0,57
34	2	Interruptor doble	u	\$	1,12	\$ 2,24
35	2	Conmutadores	u	\$	1,43	\$ 2,86
36	1	Toma de telefono	u	\$	0,54	\$ 0,54
37	1	Toma de TV	u	\$	1,24	\$ 1,24
				Subtotal	\$ 9.670,72	
				I.V.A 14%	\$ 1.353,90	
				TOTAL	\$ 11.024,62	

PRESUPUESTO SIN MOBILIARIO MODULO 2 CONTENEDOR DE 40 PIES					
Item	Cant.	Descripción	Unidad	P. Unitario	P. Total
CONTENEDOR MARITIMO Y CUBIERTA					
1	1	Contenedor marítimo 40 Pies (12,19m) + Transporte + Grúa	u	\$ 2.500,00	\$ 2.500,00
2	48,2	Cortes para ventanas y puertas	ml	\$ 0,89	\$ 42,89
3	1	Estructura de cubierta	u	\$ 580,00	\$ 580,00
4	1	Cubierta chapa acanalada	u	\$ 780,00	\$ 780,00
5	29,74	Recubrimiento techos GYPSUM / Aislamiento lana de fibra de vidrio	m²	\$ 17,00	\$ 505,58
6	77,21	Pintura interior sobre acero corrugado	m²	\$ 7,50	\$ 356,02
7	82,78	Pintura exterior contenedor	m²	\$ 7,50	\$ 620,00
8	1	Trabajo de soldadura	u	\$ 380,00	\$ 380,00
PISO DEL CONTENEDOR					
9	22,07	Tableros OSB de 18mm para piso + Instalacion	m²	\$ 62,00	\$ 1.368,34
10	22,07	Manto polietileno 2mm	m²	\$ 2,20	\$ 48,55
11	22,07	Piso flotante AC4 Ferrera OAK + Instalación	m²	\$ 12,50	\$ 343,00
12	31,92	Barredera Ferrara OAK + Instalacion	ml	\$ 9,24	\$ 294,94
MODULO RECIBIDOR, SALA, COCINA					
13	17,29	Recubrimiento paredes GYPSUM / Aislamiento lana de fibra de vidrio	m²	\$ 17,00	\$ 293,93
14	17,29	Recubrimiento paredes GYPSUM RF/ Aislamiento lana de fibra de vidrio	m²	\$ 20,00	\$ 345,80
15	0,62	Mosaico blanco 5cm x 5cm pared cocina	m²	\$ 10,46	\$ 6,48
16	1	Mueble bajo de cocina (0,85 x 1,73 x 0,55)	u	\$ 350,00	\$ 350,00
17	1,73	Meson color negro terminado metálico epoxi; e=5cm/Mueble bajo de cocina	ml	\$ 60,00	\$ 103,80
18	1	Grifería monomando para cocina	u	\$ 34,16	\$ 34,16
19	1	Fregadero de 1 pozo 0,80 cm x 0,50 cm	u	\$ 40,00	\$ 40,00
20	1	Ventana aluminio doble acristalamiento cocina (1,70 x 0,80)m/vidrio claro	u	\$ 380,80	\$ 380,80
21	1	Campana extractora	u	\$ 70,00	\$ 70,00
MODULO BAÑO SOCIAL, DORMITORIO 1, DORMITORIO 2					
22	22,35	Recubrimiento paredes GYPSUM / Aislamiento lana de fibra de vidrio	m²	\$ 17,00	\$ 379,95
23	22,35	Recubrimiento paredes GYPSUM RF/ Aislamiento lana de fibra de vidrio	m²	\$ 20,00	\$ 447,00
24	3	Puertas abatibles (210 x 0,80)	u	\$ 90,00	\$ 270,00
25	2	Ventana aluminio doble acristalamiento dormitorio 2 (1,90 x 0,80)m/vidrio claro	u	\$ 425,00	\$ 850,00
26	2	Ventana aluminio doble acristalamiento dormitorio 2 (1,90 x 0,40)m/vidrio claro	u	\$ 212,80	\$ 425,60
27	1	Ventana aluminio doble acristalamiento dormitorio 1 (1,90 x 1,34)m/vidrio claro	u	\$ 712,88	\$ 712,88
28	1	Ventana aluminio doble acristalamiento baño (0,50 x 0,45)m/vidrio claro	u	\$ 63,00	\$ 63,00
29	1	Inodoro Blanco	u	\$ 90,00	\$ 90,00

30	1	Lavamanos Vessel Blanco	u	\$	85,00	\$	85,00
31	1	Grifería monomando VERA	u	\$	74,10	\$	74,10
32	1	Columna para ducha	u	\$	143,72	\$	143,72
33	1	Juego de accesorios para baño cromo	u	\$	24,85	\$	24,85
LÁMPARAS Y ACCESORIOS							
34	6	Foco led	u	\$	23,64	\$	141,84
35	8	Foco dicroico led	u	\$	4,54	\$	36,32
36	10	Tomacorriente bipolar	u	\$	14,99	\$	149,90
37	4	Interruptor simple	u	\$	0,57	\$	2,28
38	2	Interruptor doble	u	\$	1,12	\$	2,24
39	2	Conmutadores	u	\$	1,43	\$	2,86
40	1	Toma de telefono	u	\$	0,54	\$	0,54
41	1	Toma de TV	u	\$	1,24	\$	1,24
				Subtotal		\$	13.347,61
				I.V.A 14%		\$	1.868,67
				TOTAL		\$	15.216,28

PRESUPUESTO SIN MOBILIARIO MODULO 3 CONTENEDORES DE 40 Y 20 PIES					
Item	Cant.	Descripción	Unidad	P. Unitario	P. Total
2 CONTENEDORES MARITIMOS Y CUBIERTA					
1	1	Contenedor marítimo 40 Pies (12,19m) + Transporte + Grúa	u	\$ 2.500,00	\$ 2.500,00
2	1	Contenedor marítimo 20 Pies (6,09m) + Transporte + Grúa	u	\$ 1.800,00	\$ 1.800,00
3	73,62	Cortes para ventanas y puertas	ml	\$ 0,89	\$ 65,52
4	1	Estructura de cubierta	u	\$ 870,00	\$ 870,00
5	1	Cubierta chapa acanalada	u	\$ 1.170,00	\$ 1.170,00
6	44,61	Recubrimiento techos GYPSUM / Aislamiento lana de fibra de vidrio	m²	\$ 17,00	\$ 758,37
7	121,21	Pintura interior sobre acero corrugado	m²	\$ 7,50	\$ 909,07
8	131,04	Pintura exterior contenedor	m²	\$ 7,50	\$ 982,80
9	1	Trabajo de soldadura	u	\$ 610,00	\$ 610,00
PISO DEL CONTENEDOR					
10	33,01	Tableros OSB de 18mm para piso + Instalacion	m²	\$ 62,00	\$ 2.046,62
11	33,01	Manto polietileno 2mm	m²	\$ 2,20	\$ 72,62
12	33,01	Piso flotante AC4 Ferrera OAK + Instalación	m²	\$ 12,50	\$ 412,62
13	48,08	Barredera Ferrara OAK + Instalacion	ml	\$ 9,24	\$ 444,25
MODULO SALA, COMEDOR, COCINA					
14	18,61	Recubrimiento paredes GYPSUM / Aislamiento lana de fibra de vidrio	m²	\$ 17,00	\$ 316,37
15	18,61	Recubrimiento paredes GYPSUM RF/ Aislamiento lana de fibra de vidrio	m²	\$ 20,00	\$ 372,20
16	1	Mueble bajo de cocina (0,85 x 1,80 x 0,55)	u	\$ 370,00	\$ 370,00
17	1,8	Meson color negro terminado metálico epoxi; e=5cm/Mueble bajo de cocina	ml	\$ 60,00	\$ 108,00
18	1	Puertas abatibles (210 x 0,90)	u	\$ 90,00	\$ 90,00
19	1	Puertas corrediza (210 x 0,80)	u	\$ 238,00	\$ 238,00
20	1	Grifería monomando para cocina	u	\$ 34,16	\$ 34,16
21	1	Fregadero de 1 pozo 0,80 cm x 0,50 cm	u	\$ 40,00	\$ 40,00
22	2	Ventana aluminio doble acristalamiento dormitorio 1 (1,90 x 0,40)m/vidrio claro	u	\$ 425,00	\$ 425,00
23	1	Ventana aluminio doble acristalamiento dormitorio 2 (1,90 x 0,80)m/vidrio claro	u	\$ 712,88	\$ 712,88
24	1	Ventana aluminio doble acristalamiento cocina (3,36 x 0,80)m/vidrio claro	u	\$ 380,80	\$ 380,80
25	1	Campana extractora	u	\$ 70,00	\$ 70,00
MODULO BAÑO SOCIAL, DORMITORIO 1, DORMITORIO 2					
26	58,05	Recubrimiento paredes GYPSUM / Aislamiento lana de fibra de vidrio	m²	\$ 17,00	\$ 986,85
27	58,05	Recubrimiento paredes GYPSUM RF/ Aislamiento lana de fibra de vidrio	m²	\$ 20,00	\$ 1.161,00
28	1	Puertas corrediza (210 x 0,80)	u	\$ 238,00	\$ 238,00
29	2	Puertas abatibles (210 x 0,80)	u	\$ 90,00	\$ 180,00

30	2	Ventana aluminio doble acristalamiento dormitorio 2 (1,90 x 0,80)m/vidrio claro	u	\$	712,88	\$	1.425,76
31	2	Ventana aluminio doble acristalamiento dormitorio 1 (1,90 x 0,40)m/vidrio claro	u	\$	425,00	\$	850,00
32	1	Ventana aluminio doble acristalamiento baño (0,50 x 0,45)m/vidrio claro	u	\$	63,00	\$	63,00
33	1	Inodoro Blanco	u	\$	90,00	\$	90,00
34	1	Lavamanos Vessel Blanco	u	\$	85,00	\$	85,00
35	1	Grifería monomando VERA	u	\$	74,10	\$	74,10
36	1	Columna para ducha	u	\$	143,72	\$	143,72
37	1	Juego de accesorios para baño cromo	u	\$	24,85	\$	24,85
MODULO DORMITORIO MASTER, BAÑO MASTER							
38	39,81	Recubrimiento paredes GYPSUM / Aislamiento lana de fibra de vidrio	m ²	\$	17,00	\$	676,77
39	39,81	Recubrimiento paredes GYPSUM RF/ Aislamiento lana de fibra de vidrio	m ²	\$	20,00	\$	796,20
40	1	Puertas abatibles (210 x 0,80)	u	\$	90,00	\$	90,00
41	3	Ventana aluminio doble acristalamiento dormitorio 2 (1,90 x 0,80)m/vidrio claro	u	\$	425,00	\$	1.275,00
42	1	Inodoro Blanco	u	\$	90,00	\$	90,00
43	1	Lavamanos Vessel Blanco	u	\$	85,00	\$	85,00
44	1	Grifería monomando VERA	u	\$	74,10	\$	74,10
45	1	Columna para ducha	u	\$	143,72	\$	143,72
46	1	Juego de accesorios para baño cromo	u	\$	24,85	\$	24,85
LÁMPARAS Y ACCESORIOS							
47	8	Foco led	u	\$	23,64	\$	189,12
48	16	Foco dicroico led	u	\$	4,54	\$	72,64
49	20	Tomacorriente bipolar	u	\$	14,99	\$	299,80
50	8	Interruptor simple	u	\$	0,57	\$	4,56
51	4	Interruptor doble	u	\$	1,12	\$	4,48
52	4	Conmutadores	u	\$	1,43	\$	5,72
53	1	Toma de telefono	u	\$	0,54	\$	0,54
54	1	Toma de TV	u	\$	1,24	\$	1,24
				Subtotal		\$	24.955,30
				I.V.A 14%		\$	3.493,74
				TOTAL		\$	28.449,04

Anexo 3 Cuadro de materiales

Cuadro de materiales realizado en base a la propuesta del módulo Básico, Familiar y Expandida

CUADRO DE MATERIALES					
Item	Material	Características	Color	Acabado	Superficie
1		Contenedor marítimo 40 Pies (12,19m)	Versatil	Mate	Texturada
2		Contenedor marítimo 20 Pies (6,09m)	Versatil	Mate	Texturada
3		Chapa de techo acanalada 1,50 x 3,00	Rojizo/Cobre	Brillante	Texturada
4		Perfilería estructural para interiores	Metalico	Brillante	Lisa
5		Tornillo estructura metálica	Metalico	Brillante	Texturada
6		Geopannel 40mm 1250 x 600	Gris	Mate	Texturada
7		Tableros GYPSUM 1,22 x 2,44	Blanco	Mate	Lisa
8		Tableros GYPSUM 1,22 x 2,44	Rojizo	Mate	Lisa
9		Aislamiento lana de fibra de vidrio	Amarillo	Mate	Corrugada

10		Pintura interior sobre acero corrugado	Versatil	Mate	Lisa
11		Pintura exterior contenedor	Versatil	Brillante	Lisa
12		Tableros OSB de 18mm para piso 1,22 x 2,44	Amaderado	Mate	Corrugada
13		Manto polietileno 2mm	Blanco	Mate	Texturada
14		Piso flotante	Cendra escandinavo/arauc o (AC4 Ferrera OAK)	Mate	Texturada
15		Barredera	Cendra escandinavo/arauc o (AC4 Ferrera OAK)	Mate	Texturada
16		Mueble bajo de cocina (0,85 x 1,80 x 0,55)	Cendra escandinavo/arauc o (AC4 Ferrera OAK)	Mate	Texturada
17		Meson color negro terminado metálico epoxi; e=5cm/Mueble bajo de cocina	Negro/Marquina Black	Brillante	Lisa
18		Puertas abatibles (210 x 0,90)	Cendra escandinavo/arauc o (AC4 Ferrera OAK)	Mate	Texturada
19		Puertas corrediza (210 x 0,80)	Cendra escandinavo/arauc o (AC4 Ferrera OAK)	Mate	Texturada

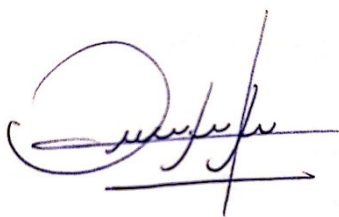
20		Ventana aluminio doble acristalamiento/vidrio claro	Metalico/sm	Brillante	Lisa
21		Grifería monomando para cocina	Metalico/Fioreza	Brillante	Lisa
22		Fregadero de 1 pozo 0,80 cm x 0,50 cm	Metalico/gillardy	Brillante	Lisa
23		Campana extractora	Metalico/Fioreza	Brillante	Lisa
24		Inodoro Blanco	Blanco/Hueso	Brillante	Lisa
25		Lavamanos Vessel Blanco	Blanco/Hueso	Brillante	Lisa
26		Grifería monomando VERA	Metalico/Fioreza	Brillante	Lisa
27		Columna para ducha	Metalico/Fioreza	Brillante	Lisa
28		Foco led	Blanco	Mate	Lisa
29		Foco dicroico led	Blanco	Mate	Lisa

30		Tomacorriente bipolar	Blanco	Mate	Lisa
31		Interruptor simple	Blanco	Mate	Lisa
32		Interruptor doble	Blanco	Mate	Lisa
33		Toma de telefono	Blanco	Mate	Lisa
34		Toma de TV	Blanco	Mate	Lisa

AUTORIZACION DE PUBLICACION EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Yo, Ariel De Leandro Ucho Sarmiento portador de la cédula de ciudadanía N.º 0106517899. En calidad de autor/a y titular de los derechos patrimoniales del trabajo de titulación “Diseño de viviendas en contenedores con el propósito de reducir la huella de carbono y mitigar los efectos de desastres naturales en sectores afectados por inundaciones” de conformidad a lo establecido en el artículo 114 Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, reconozco a favor de la Universidad Católica de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos, Así mismo; autorizo a la Universidad para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el Repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 15 de abril de 2025



F:

Ariel De Leandro Ucho Sarmiento

0106517899