

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO

SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS CON TÉCNICAS AVANZADAS, APLICADAS AL EDIFICIO RESIDENCIAL MONTELIMAR

Trabajo final de investigación aplicada sometido a la consideración de la Comisión del Programa de Estudios de Posgrado en  
Arquitectura para optar al grado y título de Maestría Profesional en Arquitectura y Construcción

VANESSA JULIETH ARCINIEGAS FERREIRA

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, Costa Rica

2022

## **Dedicatoria**

Dedico este trabajo de investigación a Dios, autor y dador de la vida; y a mis padres Gala Ferreira e Ismael Arciniegas quienes me han formado en valores y principios de bien, enseñándome la importancia del estudio y la preparación académica como parte complementaria del ser humano; ellos me han apoyado, y me han acompañado en todo mi proceso de formación como profesional y como estudiante de la Maestría en Arquitectura y Construcción en la Universidad de Costa Rica.

## **Agradecimientos**

Agradezco a Dios por darme la oportunidad de desarrollarme como Arquitecta y permitirme realizar este trabajo final de investigación de posgrado en la Maestría de Arquitectura y Construcción. Extiendo mi gratitud hacia mis padres, quienes con su amor y sabiduría estuvieron presentes en todo el desarrollo de mis estudios profesionales, animándome a continuar con la mejor actitud.

La universidad de Costa Rica, su cuerpo docente y mis compañeros de los diferentes posgrados de arquitectura, estuvieron siempre atentos y dispuestos a ayudar a los demás, y no desaprovecharon la oportunidad para compartir sus experiencias y conocimiento, enriqueciendo no solo la realización de este trabajo de investigación, sino también, la experiencia de realizar una maestría en un país extraño, y en condiciones atípicas causadas por una pandemia.

“Este trabajo final de investigación aplicada fue aceptado por la Comisión del Programa de Estudios de Posgrado Arquitectura de la Universidad de Costa Rica, como requisito parcial para optar al grado y título de Maestría Profesional en Arquitectura y Construcción.”

---

Mag. Dania Chavarría Núñez  
**Representante de la Decana Sistema de Estudios de Posgrado**

---

Mag. Rudy Piedra Mena  
**Profesor Guía**

---

Mag. Sergio Ferreto Brenes  
**Lector**

---

MMA Nidia Cruz Zúñiga  
**Lectora**

---

M.sc. Federico Mata Herrera  
**Representante de la Directora del Programa de Posgrado en Arquitectura**

---

Vanessa Julieth Arciniegas Ferreira  
**Sustentante**

Nota aclaratoria: la sustentante que consta en esta acta, cuyas rúbricas físicas son omisas, se encuentran fuera de la República de Costa Rica, razón por la cual la grabación de la defensa de tesis, debidamente resguardada por la Universidad de Costa Rica, respalda la aprobación y participación de su parte.

## CONTENIDO

<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>I</b>
<b>AGRADECIMIENTOS.....</b>	<b>II</b>
<b>HOJA DE APROBACIÓN.....</b>	<b>IV</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>IX</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>IX</b>
<b>CAPITULO I .....</b>	<b>1</b>
<b>PLANTEAMIENTO .....</b>	<b>1</b>
1.1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.2. JUSTIFICACIÓN .....	2
1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	3
1.4. HIPÓTESIS.....	3
1.5. OBJETIVOS.....	3
1.4.1. OBJETIVO GENERAL.....	3
1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	3
1.6. ENTREGABLES DEL PROYECTO.....	4
1.7. MATRIZ DE INTERESADOS .....	4
1.8. MARCO METODOLÓGICO .....	5
Fase 1: Investigación y estudio de referentes:.....	6
Fase 2: Evaluación de proyectos estudiados .....	6
Fase 3: Elaboración de propuesta .....	6
<b>CAPITULO II.....</b>	<b>1</b>
<b>2.1. MARCO CONCEPTUAL.....</b>	<b>1</b>
2.1.1. MATRIZ MULTICRITERIO .....	1
2.1.2. SOSTENIBILIDAD .....	2
2.1.3. LEED.....	3
<b>2.2. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>2</b>

2.2.1. ARQUITECTURA SOSTENIBLE .....	2
2.2.2. AISLAMIENTO TERMOACÚSTICO .....	2
2.2.3. MATERIALES SOSTENIBLES .....	2
Madera.....	2
Ecoblock .....	5
Panel fenólico.....	6
Revestimiento Ecosiding.....	6
Vidrio aislante de doble capa .....	7
<b>2.3. CASOS DE ESTUDIO .....</b>	<b>1</b>
2.3.1. BANCO TRIODOS .....	1
Descripción .....	1
Misión y Visión.....	2
Materialidad.....	4
Parámetros de sostenibilidad.....	6
Estación de carga para vehículos eléctricos .....	7
Planos Arquitectónicos: .....	8
2.3.1.1. Ficha técnica Banco Triodos.....	13
2.3.2. PALAZZO ITALIA .....	17
Descripción .....	17
Principios de sostenibilidad .....	18
Construcción del edificio .....	21
Planos Arquitectónicos .....	22
2.3.2.1. Ficha Técnica Palazzo Glimpses .....	29
2.3.3. NEW LIFE CONCEPT .....	33
Descripción general del proyecto.....	33
Descripción arquitectónica del edificio .....	34
Razón de la forma .....	34
Eficiencia en la construcción.....	34
Condición de construcción en la zona .....	36
Materialidad.....	36
Datos de instalaciones electromecánicas .....	38
Mantenimiento del edificio.....	39
Planos arquitectónicos .....	41
2.3.3.1. Ficha Técnica NEW LIFE CONCEPT.....	45
2.3.4. CENTRO INFANTIL EL GUADUAL.....	49

Integración Social.....	50
Impacto urbano.....	50
Parámetros de Sostenibilidad.....	50
Planos Arquitectónicos.....	54
2.3.4.1. Ficha Técnica Centro de Desarrollo Infantil El Guadual.....	61
2.3.5. CURVE APPEAL.....	65
Filosofía:.....	66
Descripción del proyecto.....	68
Materialidad.....	68
Beneficios de la construcción de C-Fab.....	69
Fabricación Celular.....	69
Diseño Arquitectónico.....	71
2.3.5.1. Ficha Técnica Curve Appeal.....	73
2.3.6. CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE PROYECTOS INTERNACIONALES.....	77
<b>2.4. EVALUACIÓN DE LOS CASOS DE ESTUDIO.....</b>	<b>78</b>
2.4.1. TABLA COMPARATIVA.....	78
2.4.2. MATRIZ MULTICRITERIO.....	85
Componentes de evaluación.....	85
Resultados del peso relativo:.....	94
Resultados de la evaluación.....	95
2.4.3. CONCLUSIÓN DE LA EVALUACIÓN.....	100
<b>CAPITULO III.....</b>	<b>102</b>
3.1. CONJUNTO RESIDENCIAL LOMAS DE MONTELIMAR.....	103
3.1.2. Localización.....	103
3.1.3. Planos Arquitectónicos.....	104
3.1.4. Visualizaciones 3D.....	110
3.1.5. Sistema Constructivo.....	114
3.1.6. Ficha Técnica.....	115
3.2. EVALUACIÓN MULTICRITERIO.....	116
4.5. POSIBLES ESCENARIOS.....	118
4.5.1. Conjunto Residencial Lomas de Montelimar.....	120
<b>CAPITULO IV.....</b>	<b>121</b>
4.1. POSIBLES ESCENARIOS.....	122

4.1.1. Escenario Eficiente:.....	124
4.1.2. Escenario Eco-asequible .....	126
4.1.3. Escenario Tecno-ecológico .....	128
4.1.4. Escenario Sociocultural Tecnológico .....	130
4.2. CONCLUSIONES DEL DESARROLLO DE LOS POSIBLES ESCENARIOS .....	132
4.3. ESCENARIO PROPUESTO.....	133
4.3.1. Tabla comparativa del proyecto intervenido y los proyectos de estudio. ....	133
<b>CAPITULO V.....</b>	<b>136</b>
5.1. PROPUESTA A DESARROLLAR.....	137
5.1.1. Sistema estructural.....	138
5.1.2. Sistemas de pieles.....	152
5.1.3. Estudio Termoacústico .....	155
5.1.4. Instalaciones electromecánicas.....	165
5.1.5. Parámetros sostenibles .....	169
5.1.7. Opciones de zonificación .....	176
5.1.8. Plantas de conjunto iniciales y plantas replanteadas.....	179
5.1.9. Visualizaciones del proyecto .....	187
5.2. NUEVA FICHA TÉCNICA.....	196
5.3. MATRIZ MULTICRITERIO FINAL .....	199
5.4. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN .....	222
<b>CAPITULO VI.....</b>	<b>232</b>
<b>6.1. CONCLUSIONES .....</b>	<b>233</b>
<b>6.2. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>234</b>

## **RESUMEN**

En el desarrollo de este proyecto de investigación será posible observar el estudio de diferentes técnicas constructivas en edificaciones nacionales e internacionales. A través del análisis de cinco proyectos arquitectónicos localizados en diversos países, reconocidos por el uso de nuevas tecnologías en materialidad y su bajo impacto medioambiental generado en el proceso de edificación, se evaluarán diferentes técnicas y alternativas constructivas que puedan ser implementadas en el proyecto nacional, que será objeto de estudio.

El proyecto Montelimar, será intervenido arquitectónicamente y se planteará el cambio del sistema constructivo, la materialidad y el diseño electromecánico que conforma el edificio con el fin de proponer un conjunto residencial que contribuya a disminuir el consumo energético y los efectos contaminantes en el lugar de implantación, mejorando la calidad de vida de los habitantes en el edificio y zonas colindantes.

## **ABSTRACT**

Through this investigation, it will be possible to find different information about new technologies and methodologies to build constructions with a low impact on the environment. It is going to be studied five projects worldwide that give us information about sustainable parameters to improve actual architectural projects in Costa Rica. By using some assessment tools, it will be possible to compare both buildings and decide if the intervention on the building reduce the harmful effect on the environment.

Montelimar will be architecturally intervened to improve the lifestyle of the residents in the building and the neighbors around the project. The constructive technique, the materials, and the electromechanical systems are going to be changed to propose a better place to live.

## Lista de Cuadros.

Cuadro 1. Matriz de interesados.....	4
Cuadro 2 Técnicas Utilizadas .....	14
Cuadro 3 Técnicas Utilizadas .....	30
Cuadro 4 Técnicas Utilizadas .....	46
Cuadro 5 Técnicas Utilizadas .....	62
Cuadro 6 Técnicas Utilizadas .....	74
Cuadro 7 Valor relativo. Fuente: Elaboración propia. ....	89
Cuadro 8 Resultado análisis Triodos Bank. ....	95
Cuadro 9 Resultado análisis Palazzo Italia.....	96
Cuadro 10 Resultado análisis New Life Concept.....	97
Cuadro 11 Resultado análisis Institución educativa El Guadual. ....	98
Cuadro 12 Resultado análisis Curve Appeal.....	99
Cuadro 13 Resultados matriz multicriterio. Lomas de Montelimar. ....	117
Cuadro 14 Tabla comparativa del proyecto a intervenir y los casos de estudio internacionales a implementar. ....	133
Cuadro 15 Técnicas Utilizadas .....	197
Cuadro 16 Peso relativo para la evaluación de proyectos a través de la matriz multicriterio. ....	199
Cuadro 17 Evaluación de la sostenibilidad Físico-ambiental .....	207
Cuadro 18 Evaluación de la sostenibilidad Socio-cultural .....	215
Cuadro 19 Resultados de evaluación en el Triodos Bank. ....	222
Cuadro 20 Resultados de evaluación en el Palazzo Italia. ....	223
Cuadro 21 Resultados de evaluación en New Life Concept.....	224
Cuadro 22 Resultados de evaluación en Institución educativa El Guadual.....	225
Cuadro 23 Resultados de evaluación en Curve Appeal.....	226
Cuadro 24 Resultados de evaluación actual del proyecto Lomas de Montelimar .....	227
Cuadro 25 Resultados para el edificio inicial de Lomas de Montelimar.....	229
Cuadro 26 Resultados de evaluación para el edificio de Lomas de Montelimar intervenido. ....	230

## Lista de figuras.

Figura 1 Reducción del uso de energía y emisiones de carbono. I.....	3
Figura 2 Ficha técnica Ecoblok.....	6
Figura 3 Esquema doble piel de vidrio.....	7
Figura 4 Comportamiento del doble cristal en invierno.....	7
Figura 5 Comportamiento del doble cristal en verano.....	7
Figura 6 Banco Triodos.....	1
Figura 7 Interior del proyecto.....	3
Figura 8 Escaleras.....	3
Figura 9 Sótano.....	4
Figura 10 Primeras fases de construcción.....	4
Figura 11 Entrepisos de madera. s.....	5
Figura 12 Estructura para ventanería.....	5
Figura 13 Instalación de cristales.....	5
Figura 14 Proceso al 70% de obra gris.....	5
Figura 15 Comedor del banco.....	6
Figura 16 Vista exterior.....	6
Figura 17 Fachada este.....	10
Figura 18 Fachada Sur.....	10
Figura 19 Principios sustentables.....	11
Figura 20 Ciclo del uso de materiales.....	12
Figura 21 Banco Triodos.....	13
Figura 22 Fachada.....	13
Figura 23 Vista Interior. s.....	14
Figura 24 Terrazas.....	14
Figura 25 Madera CTL.....	15
Figura 26 Terminado de madera laminada.....	15
Figura 27 Skilpod.....	16
Figura 28 MINIMOD.....	16
Figura 29 Italy Pavilion Milan Expo 2015.....	17

Figura 30 Estructura.....	19
Figura 31 Cristales fotovoltaicos.....	19
Figura 32 Acesos a diferentes niveles.....	20
Figura 33 Vista Interior.....	20
Figura 34 Pasillo.....	20
Figura 35 Vista exterior.....	21
Figura 36 Exposición al interior.....	21
Figura 37 Sección DD.....	22
Figura 38 Sección BB.....	22
Figura 39 Sección FF.....	22
Figura 40 Sección CC.....	23
Figura 41 Sección EE.....	24
Figura 42 Sección AA.....	24
Figura 43 Sección maqueta.....	24
Figura 44 Fachada este.....	24
Figura 45 Elevación general.....	28
Figura 46 Fachada norte.....	28
Figura 47 Fachada sur.....	28
Figura48 Pabellón de Italia.....	29
Figura 49 Sección Longitudinal.....	29
Figura 50 Escaleras.....	30
Figura 51 Fotocatalización.....	31
Figura 52 fachada cemento fotovoltaico.....	31
Figura 53 Reflexión solar.....	31
Figura 54 Puente Italia.....	32
Figura 55 Umberto Tunnel.....	32
Figura 56 Bleuzen street.....	32
Figura 57 New life style, vista exterior.....	33
Figura 58 Construcción de vivienda.....	35
Figura 59 Material de construcción.....	35

Figura 60 Módulos.....	36
Figura 61 Vista módulo de vivienda.....	37
Figura 62 Vista interior.....	37
Figura 63 Pérgola exterior.....	37
Figura 64 Zonas verdes.....	37
Figura 65 Programa informático de mantenimiento.....	39
Figura 66 Zona de mantenimiento electromecánico.....	40
Figura 67 Panel de control de mantenimiento.....	40
Figura 68 Secciones.....	41
Figura 69 Secciones vivienda.....	41
Figura 70 Secciones interiores de vivienda.....	42
Figura 71 Modelo de planta de distribución.....	42
Figura 72 Modelos de plantas modulares.....	43
Figura 73 Modelos de plantas.....	44
Figura 74 Vista exterior.....	45
Figura 75 Construcción de vivienda.....	45
Figura 76 Exterior de la vivienda.....	46
Figura 77 Moldura de formas con tecnología GRC.....	47
Figura 78 Aplicación del cemento en cubiertas.....	47
Figura 79 Al Asmakh Palace.....	48
Figura 80 1000 Museum, Miami I.....	48
Figura 81 Museum Miami.....	48
Figura 82 Entrada principal.....	49
Figura 83 Sistema estructural en guadua.....	51
Figura 84 Fachada.....	51
Figura 85 Vista interior.....	51
Figura 86 Pasillos.....	52
Figura 87 Valla perimetral.....	52
Figura 88 Patio.....	53
Figura 89 Huertos interiores.....	53

Figura 90 Aulas. ....	53
Figura 91 Planta 1 .....	54
Figura 92 Planta 2. ....	55
Figura 93 Aulas. ....	56
Figura 94 Planos aulas. ....	57
Figura 95 Corte fachada. ....	58
Figura 96 Sección estructural. ....	58
Figura 97 Análisis Centro Infantil El Guadual. ....	59
Figura 98 Análisis 2. ....	60
Figura99 Aula guadua .....	61
Figura 100 Estructura interior. ....	62
Figura 101. Fuente: Italcementi.com .....	63
Figura 102 Guadua Suramérica. ....	63
Figura 103 Iglesia sin religión .....	64
Figura 104 Escuela para la vida. ....	64
Figura 105 Render vista exterior .....	65
Figura 106 Render interior. ....	66
Figura 107 Cubierta. ....	66
Figura 108 Render cocina. ....	67
Figura 109 Render zona común. ....	67
Figura 110 Render sala de estar. ....	67
Figura 111 Render fachada. ....	67
Figura 112 Estructura modular. ....	68
Figura 113 Render vista exterior .....	70
Figura 114 Vista exterior. ....	70
Figura 115 Lámina de explicación. ....	72
Figura116 Pabellón de Italia. ....	73
Figura 117 Fachricación celular. ....	74
Figura 118 Panel de fachada. ....	75
Figura 119 Estructura impresa. ....	75

Figura 120 Casa GAIA. ....	76
Figura 121 Casa Yhonova. ....	76
Figura 122 Casa Apis cor. ....	76
Figura 123 Categorías de evaluación LEED. ....	78
Figura 124 Comparación sitios sustentables. ....	79
Figura 125 Comparación Eficiencia del agua. ....	80
Figura 126 Comparación energía y atmosfera. ....	81
Figura 127 Comparación materiales y recursos. ....	82
Figura 128 Calidad ambiental interior. ....	83
Figura 129 Comparación Innovación en diseño y prioridad regional. ....	84
Figura 130 categorías de evaluación LEED. C. ....	85
Figura 131 Criterios de evaluación de sostenibilidad Físico-ambiental. ....	86
Figura 132 Criterios de evaluación de sostenibilidad Socio - cultural. ....	87
Figura 133 Criterios de evaluación de sostenibilidad Económico - financiera. ....	88
Figura 134 Resultados peso relativo. ....	94
Figura 135 Ubicación de la Finca a urbanizar. ....	103
Figura 136 Zona colindante del predio a intervenir. ....	103
Figura 137 Planta 4 Lomas de Montelimar. ....	107
Figura 138 Cubierta, Fachada lateral y frontal. Lomas de Montelimar. ....	109
Figura 139 Vista interior, cocina y comedor, Lomas de Montelimar. ....	110
Figura 140 Vista interior de la sala en los apartamentos de Lomas de Montelimar. ....	111
Figura 141 Vistas interiores del gimnasio comunal. ....	111
Figura 142 Visualización de la fachada principal. ....	112
Figura 143 Vista de fachada exterior. Lomas de Montelimar. ....	113
Figura 144 Vista exterior. Lomas de Montelimar. ....	113
Figura 145 Cimentación. ....	114
Figura 146 Muros. ....	114
Figura 147 Posibles Escenarios. ....	118
Figura 148 Posibles escenarios. Lomas de Montelimar. ....	120
Figura 149 Posibles Escenarios. ....	122

Figura 150 Elección de proyectos internacionales.....	123
Figura 151 Escenario eficiente.....	124
Figura 152 Visualización del escenario eficiente.....	125
Figura 153 Escenario eco-asequible .....	126
Figura 154 Visualización del escenario eco-asequible.....	127
Figura 155 Escenario tecno-ecológico .....	128
Figura 156 Visualización del escenario tecno-ecológico.....	129
Figura 157 Escenario en desarrollo.....	130
Figura 158 Visualización del escenario sociocultural tecnológico.....	131
Figura 159 Sistemas de instalación de paneles de madera CTL.....	137
Figura 160 Ensamble madera laminada.....	138
Figura 161 Esquema de estructura antigua.....	139
Figura 162 Stadthaus, Murray Grove.....	140
Figura 163 Estructura propuesta.....	141
Figura 164 Ensamblaje de cubierta.....	143
Figura 165 Uniones para pisos.....	143
Figura 166 Detalle de unión de entrepisos.....	144
Figura 167 Conexiones entre madera -madera.....	144
Figura 168 Muro estructural de panel de madera CLT.....	145
Figura 169 Forjado de panel contralaminado de madera CLT.....	145
Figura 170 Forjado de cubierta inclinada de panel contralaminado de madera (CLT).....	146
Figura 171 Escalera de huellas y tabicas de panel contralaminado de madera (CLT).....	146
Figura 172 Apoyo de muro estructural de panel contralaminado de madera (CLT), sobre cimentación de hormigón.....	147
Figura 173 Construcción modular de madera CTL.....	148
Figura 174 Conexiones para el sistema constructivo Mass Timber CLT.....	149
Figura 175 Revestimientos para las construcciones en CLT.....	149
Figura 176 Anclajes para montaje e instalación.....	150
Figura 177 Lámina impermeabilizante para ductería y escaleras.....	151
Figura 178 Impermeabilizantes para entrepisos y cubierta.....	151
Figura 179 Ubicación de paneles de bioconcreto en el proyecto.....	152

Figura 180 Instalación de paneles de bioconcreto en fachada. ....	152
Figura 181 Detalle de transición de madera hasta el revestimiento TX Active. ....	153
Figura 182 Aplicación de i.tech CARGO en el asfalto. ....	154
Figura 183 Instalación de cintas sellantes.....	156
Figura 184 Soluciones constructivas y bandas resilientes.....	156
Figura 185 Área de estudio térmico. ....	157
Figura 186 Transmitancia solar.....	158
Figura 187 Coeficiente global.....	159
Figura 188 Transmitancia solar.....	160
Figura 189 Coeficiente global.....	161
Figura 190 Valor de TL.....	163
Figura 191 Valor de TL.....	164
Figura 192 Instalación electromecánica.....	165
Figura 193 Ventajas de usar aire acondicionado con bomba de calor.....	166
Figura 194 Absorción de CO <sub>2</sub> de la madera.....	169
Figura 195 Estudio de iluminancia en planta.....	171
Figura 196 Estudio de iluminancia una vez se ha intervenido el proyecto arquitectónicamente.....	171
Figura 197 Percepción lumínica en sección.....	172
Figura 198 Percepción lumínica en zonas de circulación.....	172
Figura 199 Percepción lumínica en sección.....	172
Figura 200 Percepción lumínica en sección.....	172
Figura 201 Percepción lumínica en salón comunal.....	173
Figura 202 Percepción lumínica en sala-comedor.....	173
Figura 203 Percepción lumínica en cocina y comedor.....	173
Figura 204 Percepción lumínica en sala.....	173
Figura 205 Valores de iluminancia en cocina y comedor.....	174
Figura 206 Valores de iluminancia en habitación.....	174
Figura 207 Valores de iluminancia en gimnasio.....	174
Figura 208 Detalle de cubierta verde.....	175
Figura 209 Posibles cambios en el sótano.....	176

Figura 210 Ampliación de balcones. ....	177
Figura 211 Posibles cambios en terraza y fachadas. ....	178
Figura 212 Diferencia de la planta 1 al ser intervenida arquitectónicamente. ....	179
Figura 213 Diferencia de la planta 2 al ser intervenida arquitectónicamente. ....	180
Figura 214 Diferencia de la planta 3 al ser intervenida arquitectónicamente. ....	181
Figura 215 Diferencia de la planta 4 al ser intervenida arquitectónicamente. ....	182
Figura 216 Diferencia de la planta de cubiertas al ser intervenida arquitectónicamente. ....	183
Figura 217 Diferencia de la sección longitudinal al ser intervenida arquitectónicamente. ....	184
Figura 218 Diferencia de la sección transversal al ser intervenida arquitectónicamente. ....	185
Figura 219 Diferencia de la fachada lateral al ser intervenida arquitectónicamente. ....	185
Figura 220 Diferencia de la fachada principal al ser intervenida arquitectónicamente. ....	186
Figura 221 Vista de la fachada principal. ....	187
Figura 222 Representación gráfica del acceso vehicular. ....	188
Figura 223 Representación gráfica de la cicloruta en acceso. ....	189
Figura 224 Representación gráfica de la vista superior. ....	190
Figura 225 Representación gráfica de la cubierta. ....	191
Figura 226 Representación gráfica de la sala en los apartamentos. ....	192
Figura 227 Representación gráfica del comedor y la cocina en los apartamentos. ....	193
Figura 228 Representación gráfica del comedor en los apartamentos. ....	194
Figura 229 Representación gráfica de la habitación en los apartamentos. ....	195
Figura230 Vista de acceso principal en el proyecto intervenido. ....	196
Figura231 Representación gráfica del nuevo proyecto Montelimar. ....	196
Figura 232 Escaleras. ....	197
Figura 233 Puente Italia. ....	198
Figura 234 MINIMOD . ....	198

## **Lista de Ilustraciones.**

Ilustración 1 Configuración de evaluación para una matriz multicriterio.....	1
Ilustración 2 Sótano.....	8
Ilustración 3 Planta 1. ....	8
Ilustración 4 Planta 2. ....	9
Ilustración 5 Planta 3. ....	9
Ilustración 6 Planta 1. ....	25
Ilustración 7 Planta de Sótano. ....	26
Ilustración 8 Planta 2. ....	27
Ilustración 9 Planta arquitectónica. ....	71
Ilustración 10 Parqueo Lomas de Montelimar .....	104
Ilustración 11 Planta 2 Lomas de Montelimar.....	105
Ilustración 12 Planta 3 Lomas de Montelimar.....	106
Ilustración 13 Apartamento tipo.....	108
Ilustración 14 Esquema de instalación eléctrica con paneles solares y cristales fotovoltaicos en Montelimar.. ....	167
Ilustración 15 Esquema de recolección de aguas lluvias en Montelimar.....	167
Ilustración 16 Esquema de ventilación a través de una bomba de calor en Montelimar.: ....	168
Ilustración 17 Esquema de sistema de automatización en Montelimar. ....	168



**Autorización para digitalización y comunicación pública de Trabajos Finales de Graduación del Sistema de Estudios de Posgrado en el Repositorio Institucional de la Universidad de Costa Rica.**

Yo, Vanessa Arciniegas Ferreira, con cédula de identidad Pasaporte: AQ879566, en mi condición de autor del TFG titulado SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS CON TÉCNICAS AVANZADAS, APLICADAS AL EDIFICIO RESIDENCIAL MONTELMAR

Autorizo a la Universidad de Costa Rica para digitalizar y hacer divulgación pública de forma gratuita de dicho TFG a través del Repositorio Institucional u otro medio electrónico, para ser puesto a disposición del público según lo que establezca el Sistema de Estudios de Posgrado. SI  NO \*

\*En caso de la negativa favor indicar el tiempo de restricción: \_\_\_\_\_ año (s).

Este Trabajo Final de Graduación será publicado en formato PDF, o en el formato que en el momento se establezca, de tal forma que el acceso al mismo sea libre, con el fin de permitir la consulta e impresión, pero no su modificación.

Manifiesto que mi Trabajo Final de Graduación fue debidamente subido al sistema digital Kerwá y su contenido corresponde al documento original que sirvió para la obtención de mi título, y que su información no infringe ni violenta ningún derecho a terceros. El TFG además cuenta con el visto bueno de mi Director (a) de Tesis o Tutor (a) y cumplió con lo establecido en la revisión del Formato por parte del Sistema de Estudios de Posgrado.

**INFORMACIÓN DEL ESTUDIANTE:**

Nombre Completo: Vanessa Julieeth Arciniegas Ferreira

Número de Carné: B99568 Número de cédula: Pasaporte: AQ879566

Correo Electrónico: vanessa.arciniegas@ucr.ac.cr

Fecha: 14-03/2022 Número de teléfono: 8773-0698

Nombre del Director (a) de Tesis o Tutor (a): Rudy Piedra Mena

**FIRMA ESTUDIANTE**

Nota: El presente documento constituye una declaración jurada, cuyos alcances aseguran a la Universidad, que su contenido sea tomado como cierto. Su importancia radica en que permite abreviar procedimientos administrativos, y al mismo tiempo genera una responsabilidad legal para que quien declare contrario a la verdad de lo que manifiesta, puede como consecuencia, enfrentar un proceso penal por delito de perjurio, tipificado en el artículo 318 de nuestro Código Penal. Lo anterior implica que el estudiante se vea forzado a realizar su mayor esfuerzo para que no sólo incluya información veraz en la Licencia de Publicación, sino que también realice diligentemente la gestión de subir el documento correcto en la plataforma digital Kerwá.

An aerial photograph of a city skyline, likely Bogotá, Colombia, featuring several prominent skyscrapers. A large red circle is superimposed over the center of the image, containing the text 'CAPITULO I' and 'PLANTEAMIENTO'.

# **CAPITULO I**

## **PLANTEAMIENTO**

---

## 1.1 INTRODUCCIÓN

Los diseñadores y arquitectos tomamos en cuenta diferentes variables para llevar a cabo un proyecto de construcción, en la mayoría de los casos edificamos pensando en el bienestar del usuario y el posible impacto que genera el objeto arquitectónico en el entorno inmediato y el medio natural.

Sin embargo, a través del tiempo, la manera en cómo se conciben los proyectos y la escogencia de los materiales tradicionales en la construcción han ocasionado diferentes impactos negativos a nivel social, económico, político y medioambiental.

Por esto se pretende que a lo largo de esta investigación se estudien diferentes tipos de sistemas constructivos, empleados en estructuras arquitectónicas reconocidas por su sostenibilidad, su impacto social, económico, político y por supuesto, su relación con el cuidado medioambiental.

Por otra parte, los avances tecnológicos que van a la vanguardia con respecto a metodologías constructivas de cero emisiones de CO2 serán evaluadas con el fin de obtener valores que demuestren su efectividad en el desarrollo de nuevas infraestructuras de Costa Rica y en general en América Latina.

Si bien es cierto que existen limitantes de tiempo y de costos, una buena planificación del proyecto en las etapas previas a la construcción, y un mejor estudio sobre la materialidad y los procesos constructivos a llevar a cabo, podrían generar estructuras de menor impacto ambiental, con mejores condiciones de confort para el usuario, e incluso, la valoración financiera podría verse impactada de manera favorable en un gran porcentaje, si se toman decisiones contundentes a tiempo.

## 1.2. JUSTIFICACIÓN

Las decisiones tomadas con respecto al crecimiento y desarrollo urbano de las ciudades a lo largo de tiempo, las costumbres y los hábitos de consumo en la sociedad, han ocasionado una serie de problemáticas ambientales que están dañando el medio natural que nos rodea, y, por ende, la salud de la población.

“La pérdida de la naturaleza y la biodiversidad es tan grave que plantea graves riesgos para nuestra salud, economía y medios de vida. Las pandemias, los incendios forestales, la disminución de la vida silvestre y el cambio climático son síntomas de nuestra relación peligrosamente desequilibrada con el mundo natural. Ya no podemos ignorarlo y debemos actuar con decisión”, señala Marco Lambertini, director general de WWF-International” (Eco-sitio, 2020)

Sin embargo, aunque el panorama no es favorable, existen muchas técnicas y soluciones arquitectónicas que permiten que el consumo energético sea menor, y que los efectos contaminantes disminuyan. En Costa Rica se ha emitido un plan de descarbonización que busca que el país tenga “cero emisiones” para el año 2050. Dentro de este plan, se establece un eje de “Desarrollo de edificaciones de diversos usos (comercial, residencial, institucional) bajo estándares de alta eficiencia y procesos de bajas emisiones.” Por lo tanto, los nuevos proyectos a desarrollar deben considerar que la edificación cumpla con este objetivo y se tenga en cuenta la sostenibilidad como factor indispensable a la hora de realizar un proyecto de construcción.

La guía de estudio LEED permite al diseñador generar proyectos de bajo impacto medioambiental, por esta razón, se tomará como base para evaluar los criterios de sostenibilidad en el edificio Montelimar, y los proyectos internacionales de estudio, para realizar una propuesta arquitectónica en la que se implementen dichos parámetros y se obtenga una mayor probabilidad de sostenibilidad en el edificio residencial.

### **1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

¿Cuáles son las intervenciones de diseño arquitectónico y de materialidad que se deben realizar en el Edificio Montelimar, para generar un proyecto sostenible, de acuerdo con la guía de estudio LEED?

### **1.4. HIPÓTESIS**

Mediante el estudio de diferentes proyectos internaciones, reconocidos por utilizar sistemas constructivos de bajo impacto ambiental y el análisis de las diferentes estrategias que permiten la reducción del consumo al interior de la edificación, se logrará proponer un diseño arquitectónico que mejore en los niveles de sostenibilidad del edificio Montelimar evaluada por una matriz multicriterio, basada en la guía de estudio LEED.

### **1.5. OBJETIVOS**

#### **1.4.1. OBJETIVO GENERAL**

Realizar una intervención arquitectónica en el edificio Montelimar, que permita incrementar los niveles de sostenibilidad de acuerdo la guía de estudio LEED; a partir del análisis de diferentes proyectos internacionales, reconocidos por la implementación de nuevas tecnologías constructivas que reducen el impacto ambiental.

#### **1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1.2.2.1. Investigar diferentes estructuras arquitectónicas desarrolladas en los últimos siete años, que hayan sido catalogadas como sostenibles, o que se caractericen por el uso de metodologías limpias, por su avance tecnológico en el uso de materiales de bajo impacto ambiental o por su impacto positivo en el cuidado medioambiental.

1.2.2.2. Evaluar los materiales utilizados en proyectos internacionales, para establecer tecnologías pertinentes que puedan ser aplicadas a proyectos existentes en Costa Rica, o construcciones que se estén llevando a cabo en la actualidad en el país.

1.2.2.3. Intervenir arquitectónicamente el edificio Montelimar en su materialidad y sistema constructivo con el fin de mejorar los niveles de sostenibilidad de acuerdo con la guía de estudio LEED.

## 1.6. ENTREGABLES DEL PROYECTO

Se realiza la entrega de una investigación de posibles alternativas de materialidad, de sistemas constructivos utilizadas en proyectos internacionales, aplicadas al edificio Montelimar, permitiendo que este tenga un mayor nivel de sostenibilidad y por ende, un menor impacto medioambiental en su entorno.

Los planos arquitectónicos y algunas vistas en 3D de la nueva propuesta servirán de apoyo para mostrar los cambios planteados para la mejora del proyecto, así como una evaluación multicriterio basada en la guía de estudio LEED que permita calificar los resultados del proyecto de investigación.

## 1.7. MATRIZ DE INTERESADOS

Cuadro 1. Matriz de interesados.

Interesado	Relación con el TFIA	Poder / influencia	Estrategia de comunicación
<b>Sistema de Estudios de Posgrado</b>	Organismo encargado del compendio de los trabajos finales de investigación aplicada en el posgrado de arquitectura.	4	Reuniones con el docente guía y los lectores del TFIA.

<b>Profesionales en el campo del diseño arquitectónico y la construcción</b>	Búsqueda de información en el documento	2	Entrevistas con arquitectos y constructores que permitan identificar dudas comunes sobre la materialidad en proyectos de construcción.
<b>Estudiantes en el posgrado de arquitectura</b>	Búsqueda de información en el documento	2	Publicación del documento final en el repositorio de trabajos finales del SEP
<b>Desarrollador del proyecto</b>	Desarrollador del proyecto en estudio	3	Comunicación a través de correos electrónicos
<b>Constructora</b>	Constructora del proyecto	2	Comunicación vía email

*Nota.* Fuente: Elaboración propia.

## 1.8. MARCO METODOLÓGICO

El proyecto de investigación aplicada se dividirá en 3 fases:

- Fase 1: Investigación y estudio de referentes
- Fase 2: Evaluación de proyectos estudiados
- Fase 3: Elaboración de propuesta

### **Fase 1: Investigación y estudio de referentes:**

En esta fase se realizará el estudio de proyectos internacionales reconocidos por tener un bajo impacto medioambiental en su construcción y concepción arquitectónica; así mismo, se investigará sobre los diferentes sistemas constructivos que utilizan y las diferentes características tecnológicas que implementan para reducir el consumo energético

### **Fase 2: Evaluación de proyectos estudiados**

Para la segunda fase, se evaluarán las diferentes variables que conforman la matriz multicriterio, basada en la guía de estudio LEED. Para esta etapa se pretende realizar un cuadro comparativo entre los cinco proyectos estudiados, con el fin de identificar las alternativas de diseño y construcción que podrían aplicarse en países de América Latina, buscando reducir el impacto medioambiental que ha causado la construcción.

### **Fase 3: Elaboración de propuesta**

En la fase tres, se procederá a aplicar las técnicas constructivas estudiadas en los proyectos internacionales y se realizará una propuesta de intervención para el edificio Montelimar, de tal forma que se eleve la probabilidad de que el edificio sea sostenible.

En este proceso se establecerán cuatro posibles escenarios que reúnan las características de los proyectos estudiados y se llevará a cabo el desarrollo de una propuesta final, conformada por:

- Propuesta del sistema constructivo
- Propuesta en la materialidad
- Estudio termoacústico
- Estudio de iluminación natural
- Representación gráfica del proyecto

An aerial photograph of a city skyline, likely Manila, Philippines, featuring numerous skyscrapers and a prominent building with 'DBVA' signage. A large red circle is superimposed over the center of the image, containing the chapter title. The background is slightly faded to make the text stand out.

# **CAPITULO II**

## **DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN**

## 2.1. MARCO CONCEPTUAL

### 2.1.1. MATRIZ MULTICRITERIO

Una matriz multicriterio es “un medio para solventar la carencia de instrumentos metodológicos apropiados a las necesidades emergentes, tanto en arquitectura, como en urbanismo y es una herramienta que permite ordenar integralmente el proceso de diseño y sus diferentes fases, a saber: la formulación, la configuración y la evaluación del proyecto” (Ramírez, 2012)

Se puede entender la matriz multicriterio como herramienta evaluativa que tiene como fin integrar la multiplicidad de puntos de vista, jerarquizar la información necesaria e instrumentar y sistematizar el modelo cualitativo en uno cuantitativo.

Está conformado por diferentes componentes que, en el caso de esta investigación, están enfocados hacia la sostenibilidad; asimismo, se definen una serie de variables para cada uno de los componentes; y por último, se formulan unos criterios que siguen una relación de valor ponderado

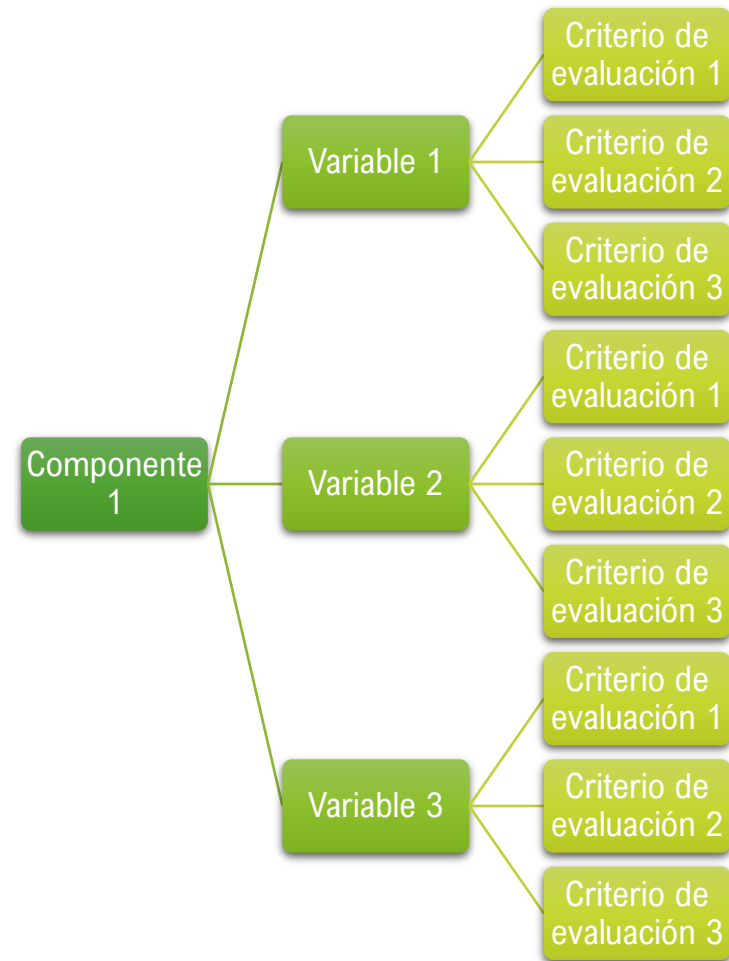


Ilustración 1 Configuración de evaluación para una matriz multicriterio. Fuente: Elaboración propia.

Esta matriz se formula en base a la experiencia del estudiante, la investigación y el criterio profesional; por lo cual es importante que la base de exploración tenga soporte de estudios.

El modelo de evaluación como procedimiento que depende de la vigencia y precisión de los contenidos de los criterios, y de la incidencia de las variables seleccionadas, se comprende la importancia y relevancia de la investigación de aspectos teóricos y técnicos que deben actualizarse.

Se puede considerar que el modelo facilita la toma de decisiones de diseño en proyectos arquitectónicos y de intervención urbana.

Esta herramienta no solo puede utilizarse para generar proyectos de bajo impacto ambiental enfocados en la sostenibilidad, sino que también puede utilizarse en otras ramas del diseño e incluso en aplicaciones de diferente índole, por su facilidad de adaptación.

### **2.1.2. SOSTENIBILIDAD**

“El desarrollo sostenible es un concepto que aparece por primera vez en 1987 con la publicación del Informe

Brundtland, que alertaba de las consecuencias medioambientales negativas del desarrollo económico y la globalización y trataba de buscar posibles soluciones a los problemas derivados de la industrialización y el crecimiento de la población.” (Acciona business as unusual, 2021)

Esta preocupación por el cambio climático y las consecuencias negativas que se pueden observar en el medio ambiente ha traspasado hasta el ámbito de la arquitectura y la construcción.

Según la definición de la UNESCO, la sostenibilidad, es “el desarrollo que satisface las necesidades de la generación sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades” (Macedo, 2005)

Este nuevo término nos confronta a tener la necesidad de involucrar sistemas que permitan reducir el impacto medioambiental y la huella de carbono que emiten los proyectos de construcción; ya que los efectos negativos pueden perdurar hasta futuras generaciones trayendo consecuencias no solo inmediatas sino, que traspasan en el tiempo.

### 2.1.3. LEED

“LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) es el sistema de clasificación de edificios ecológicos más utilizado en el mundo. Disponible para prácticamente todos los tipos de edificios, LEED proporciona un marco para edificios ecológicos saludables, altamente eficientes y que ahorran costos. La certificación LEED es un símbolo mundialmente reconocido de liderazgo y logros en sostenibilidad. “ (USGB, 2021)

La certificación LEED no solo otorga un reconocimiento de sostenibilidad a la construcción sino que tiene beneficios económicos que generalmente se evidencian a largo plazo, al reducir el consumo energético, consumo de agua, el mantenimiento del edificio e incluso el ahorro la producción de residuos.

El instituto Green Building Council estima algunos de los porcentajes de reducción del consumo energético y de la emisión de CO<sub>2</sub> en edificios certificados:

#### Reducción del uso de energía y emisiones de carbono.



Figura 1 Reducción del uso de energía y emisiones de carbono. Fuente: Green Building Council

Las certificaciones LEED se emiten de acuerdo al tipo de proyecto:

- Diseño y construcción de edificios BD + C
- Operaciones y mantenimiento de edificios O + M
- Desarrollo del vecindario de ND
- Casas
- Ciudades y comunidades
- Recertificación LEED
- LEED cero

La Guía de Estudio de LEED AP Diseño y Construcción de Edificios del USGBC (USGBC LEED AP Building Design + Construction Study Guide) muestra las categorías de

evaluación que requiere un edificio para obtener esta certificación.

1. **Sitios sustentables:** evalúa el lugar de implantación del proyecto, interpretando las condiciones físicas y naturales del lugar, su contexto y la forma en cómo el proyecto puede repercutir en el desarrollo de la zona colindante, por ejemplo, el fomentar el uso de transporte alternativo, desarrollo de ciclorutas, generación de espacios culturales, entre otros.
2. **Eficiencia del agua:** En esta categoría se debe tomar en cuenta todos los procesos que se requieren para obtener el agua en el lugar y el tratamiento que se realiza para que se existan procesos de reciclaje del recurso natural y se reduzca el consumo de este líquido.
3. **Energía y atmosfera:** Para esta tercera categoría es necesario identificar los métodos de reducción del consumo energético mediante estrategias de obtención de energía renovable y a través de

técnicas arquitectónicas que permitan la reducción del uso de energía

4. **Materiales y recursos:** Para este ítem es necesario estudiar que el uso de materiales tenga la opción de ser reciclable para reducir los desechos al final de su vida útil; podría optarse también por la opción de la reutilización del edificio, la obtención de materiales regionales; y/o el uso de materiales rápidamente renovables.
5. **Calidad ambiental interior:** Esta categoría esta enfocada en controlar los contaminantes al interior del edificio mediante la buena ventilación, la calidad del aire, y el aprovechamiento de la iluminación natural.
6. **Innovación del diseño y prioridad regional:** En esta última categoría, se busca fomentar el uso de nuevas tecnologías en el proyecto, con enfoque en la adaptación de estas técnicas en la población o usuario final.

## 2.2. MARCO TEÓRICO

Algunos de los parámetros más importantes a tener en cuenta en el desarrollo de un proyecto de construcción es el consumo energético del edificio, y las consecuencias medioambientales que produce en el entorno.

La materialidad, el sistema constructivo, la disposición de espacios y la concepción del diseño en un lugar determinado son determinantes a la hora de hablar de sostenibilidad en la construcción. Por esta razón es importante que el equipo de diseño tenga claras las alternativas que se pueden utilizar en un proyecto arquitectónico para que éste tenga una baja emisión de contaminantes.

### 2.2.1. ARQUITECTURA SOSTENIBLE

“La arquitectura sostenible es aquella manera de concebir el diseño, gestión y ejecución de un “hecho arquitectónico” a través del aprovechamiento racional, apropiado y apropiable de los recursos naturales y culturales del “lugar” de su emplazamiento buscando minimizar sus

impactos ambientales sobre los contextos natural y cultural en cuestión” (Garzón, 2010)

Dentro de la arquitectura sostenible es necesario desarrollar el diseño del edificio de manera tal, que contemple:

- Sitio de implantación y entorno
- Distribución de espacios de acuerdo con el usuario final entendiendo sus costumbres, cultura y situación socioeconómica
- Debido control con los materiales propuestos de tal forma que se tenga sensibilidad sobre su ciclo de vida y el impacto que genera en el medio ambiente
- Innovación tecnológica
- Control y seguridad en los diferentes ciclos del proyecto (construcción, uso y mantenimiento)
- Uso consiente de la energía
- Uso consiente del agua
- Aprovechamiento racional de los recursos naturales
- Involucrar los actores del proyecto

### 2.2.2. AISLAMIENTO TERMOACÚSTICO

“El aislamiento térmico tiene como objetivo dificultar las transmisiones de calor del interior al exterior y viceversa para evitar las pérdidas de calor en periodos fríos y la ganancia del mismo en épocas cálidas.” (Turegano, 2009)

Un edificio que use composiciones constructivas que permitan el aislamiento termoacústico, va a permitir que exista un mayor confort térmico al interior y esto va a disminuir el consumo energético del proyecto, ya que, se minimiza la necesidad de utilizar reguladores térmicos como aires acondicionados o el uso de calefacción.

Algunos de los objetivos al enfocar el diseño con un aislamiento termoacústico son:

- Reducir el consumo energético
- Reducir las pérdidas térmicas
- Confort térmico al interior
- Evitar condensaciones superficiales y por ende, la humedad

### 2.2.3. MATERIALES SOSTENIBLES

Algunos materiales utilizados en la construcción suelen tener un impacto ambiental menor, cuando cumplen con características como:

- Obtención del material en la zona
- Compuesto de materiales reciclados
- Materiales rápidamente renovables
- Toxicidad mínima del material
- Bajos niveles de emisión de CO<sub>2</sub>
- Niveles altos de aislamiento termoacústico

Muchos de estos materiales se mencionan a continuación:

#### **Madera**

Algunos sistemas estructurales de madera utilizados en Latinoamérica se evaluaron en el siguiente cuadro comparativo:

Tabla 1 Comparación entre sistemas constructivos de madera.

Tipo	Descripción	Desventajas
Sistema de Panel SIP (Structural Insulated Panels)	Panel prefabricado, conformado por dos tableros de OSB (capas de virutas de varios centímetros, donde cada capa es prensada con las virutas orientadas en la misma dirección, y se van uniendo las capas) y espuma rígida de poliestireno. Se utilizan, fundamentalmente, para generar elementos modulares.	Entre sus limitaciones, está el hecho de que los paneles OSB deben ser tratados con algún tipo de revestimiento ignífugo para que el sistema constructivo SIP responda de manera óptima frente al fuego. Son utilizados en edificaciones de baja altura.

Sistema de plataforma	Está conformado por muros de corte y diafragmas horizontales hechos de tableros estructurales de contrachapado u OSB clavados a entramados de madera	Utilizado en viviendas de mediana altura
Sistema Block	El sistema Block deriva de la lógica de la “casa tronco”, en el cual se entrecruzan los vértices y se hace un montaje vertical de las piezas. La principal ventaja	Estructuralmente, no es una solución eficaz, ya que las piezas se montan en dirección perpendicular a la fibra, con lo que se reduce la resistencia

	que ofrece este sistema es la buena aislación térmica, pero presenta problemas en la variabilidad dimensional por efecto de los cambios climáticos.	estructural de la madera.
Sistema de poste y viga	Este sistema se caracteriza por utilizar elementos sólidos –poste y viga– o, bien, elementos laminados para lograr mayores luces sin pilares	En general, las uniones se resuelven empleando herrajes metálicos o conectores especiales, cuya adecuada utilización determinará, en

	intermedios, lo que permite proyectar amplias zonas de plantas libres. Los pilares o se empotran en su base y se encargan de recibir los esfuerzos de la estructura a través de las vigas maestras, sobre las cuales descansan las viguetas que conforman la plataforma del primer piso o del entrepiso.	buena medida, la calidad de la construcción.
--	--	--

CLT (Cross Laminated Timber)	Los paneles de CLT o madera contralaminada constan de tres, cinco o siete capas de madera adheridas, cada una de las cuales se orienta en ángulo recto respecto de la capa anterior. Las dimensiones varían según el fabricante y se pueden personalizar, aunque la longitud está limitada generalmente por las restricciones del transporte.	Entre sus múltiples ventajas, destaca su alto nivel de prefabricación, la rapidez con la que permite trabajar – especialmente en edificaciones entre 5 y 8 pisos–, buena aislación térmica y acústica, excelente comportamiento ante el fuego y gran estabilidad dimensional.
------------------------------	---	---

Aunque la madera es uno de los materiales que, por sus características físicas, tiene un bajo impacto medioambiental, sus altos costos suelen ser uno de los limitantes a la hora de ser elegido como materia prima principal en los proyectos de construcción.

Sin embargo, es uno de los materiales con menor huella ecológica, ya que es de fácil obtención en Costa Rica y puede considerarse como un material “rápidamente renovable” si se estudian diferentes especies de madera de rápido crecimiento en el país.

### **Ecoblock**

Material con innovación tecnológica, en Costa Rica es fabricado por Pedregal. Su ficha técnica es la siguiente:

**PEDREGAL**  
BASE SOLIDA DE SU CONSTRUCCION

**ECOBLOCK**  
**ESTÁNDAR N-12**

**ECOBLOCK**  
PEDREGAL

**VENTAJAS**

- Bloques ambientalmente amigables.
- Bloques sísmo resistentes. Cumplen con los requerimientos del código sísmico.
- Pesa 4,7% menos que un bloque convencional.
- Una casa de 60 m<sup>2</sup> consume aproximadamente 545 kg de plástico reciclado.
- Resistente al fuego.

**USOS**

- Los bloques de concreto Ecoblock pueden utilizarse en la construcción de estructuras de mampostería integral o confinada con refuerzo de elementos de concreto con acero o una combinación de ambos sistemas.
- Ayudamos a disminuir la contaminación del medio ambiente con plásticos de todo tipo.

**NORMAS**

Los bloques PEDREGAL se certifican utilizando las siguientes normas y códigos.

- Código sísmico Costa Rica 2010
- Unidades de mampostería de concreto para uso estructural INTE C90:2017 (ASTMC90)
- MUESTREO Y METODOS DE ENSAYO DE UNIDADES DE MAPOSTERÍA DE CONCRETO Y UNIDADES RELACIONADAS INTE C50:2018 (ASTM C140)

**DATOS TÉCNICOS**

Tamaño pieza nominal	12 x 20 x 40 cm
Tamaño pieza real	12 x 19 x 39 cm
Peso aproximado	10,65 Kg
Unidades por cubo	150
Peso por cubo	1,598 kg
Resistencia mínima	133 kg/cm <sup>2</sup> 13,0 MPa

ECOBLOCK es un novedoso elemento de concreto estructural ambientalmente amigable. Se produce con partículas de plástico regenerado que se mezclan con la arena y el cemento conformando un elemento de alta resistencia y durabilidad, este genera una solución para la problemática mundial de la contaminación con plástico al utilizarse como parte de la materia prima para la producción

Figura 2 Ficha técnica Ecoblok. Fuente: <http://pedregal.co.cr>

Este material ha sido galardonado ambientalmente, ya que contribuye con la disminución de la contaminación en el ambiente natural; los fabricantes reciclan los plásticos que

han sido desechados, y los incorporan en la composición química de los blocks. Ésta tecnología ha permitido que el material de construcción sea mucho más resistente y cumpla con los requerimientos técnicos que se exigen en el país.

### Panel fenólico

Es un laminado a base de hojas de celulosa impregnadas con resinas fenólicas prensadas a alta presión y temperatura. Este material cuenta con una capacidad de resistencia muy alta, ideal para usarse en zonas expuestas a la intemperie. Es utilizado en fachadas ventiladas, sistemas en los que se reduce de manera importante la conducción de calor, permitiendo un mayor confort térmico al interior de la edificación.

### Revestimiento Ecosiding

“ECOSIDING es un revestimiento exterior de DVP desarrollado en PVC reciclado, ideal para crear fachadas más amigables con el medio ambiente. Es fabricado con al menos un 60% de material reciclado proveniente de materiales recuperados post consumo, post industrial o una combinación de ambos.” (ArchDaily, 2021)

### Vidrio aislante de doble capa

Este tipo de fachadas acristaladas que cuentan con doble vidrio, son alternativas constructivas utilizadas en cerramiento con el fin de reducir la conducción de calor entre el exterior y el interior. El muro cortina con doble acristalamiento reduce la influencia del ruido exterior en la habitación debido al efecto de protección de la piel sobre el ruido. Sin embargo, la mayoría de los cristales son traídos del exterior, causando que la huella ecológica crezca en este sistema.



Figura 3 Esquema doble piel de vidrio. Fuente: Construdata



Figura 4 Comportamiento del doble cristal en invierno. Fuente: Extralum



Figura 5 Comportamiento del doble cristal en verano. Fuente: Extralum

## 2.3. CASOS DE ESTUDIO

### 2.3.1. BANCO TRIODOS



Figura 6 Banco Triodos. Fuente: plataformaarquitectura.com

**Arquitectos:** RAU Architects

**Arquitectos A Cargo:** Thomas Rau, Peter Klaassen, Erik Mulder, Robin Hurts, Dennis Grootenboer, Vincent Valentijn, Michael Noordam, Jochem Alferink

**Cientes:** Triodos Bank Nederland, EDGE

**Ubicación:** Zeist, De Reehorst Estate

**Superficie bruta:** 12. 693 m<sup>2</sup>

**Año:** 2019

**Proveedores:** Hunter Douglas, GRAPHISOFT, Schuco, AesyLiften, Boon Edam, De Groot Vroomshoop, Derix, GEZE, Guardian Glass, Harry van Interieurbouw, Jules Dock, Luxaflex, Rockfon

#### Descripción

El banco Triodos es un Proyecto realizado por RAU Architects, está ubicada en Landgoed De Reehorst. De Reehorst es parte de una serie de áreas rurales en Zeist y Driebergen lugar que es un enlace importante dentro de la Red Ecológica Nacional. Es un edificio neutro en energía con una certificación A+++, además cuenta con la certificación BREEAM Outstanding con una puntuación del 94,32%.

El edificio cuenta con tres módulos con alturas de tres a seis plantas, limitando el número de pisos para que no sobrepasen las copas de los árboles existentes. El objeto arquitectónico es ser un proyecto caracterizado por ser “el primer edificio de oficinas a gran escala, 100% madera, reconstruible. Este edificio también sirve como el primer

banco de material temporal, y su huella de CO2 es mínima.” (Plataforma Arquitectura, 2020)

La forma y la distribución de espacios fueron pensados de tal forma que el proyecto se integrara al medio natural circundante; el mensaje que buscaban enviar, era el de la armonía entre la economía, la cultura y la naturaleza. El personal es dirigido a las instalaciones a través de diferentes senderos ecológicos que se encuentran en la zona.

La estructura del edificio es en madera; el objeto arquitectónico cuenta con una fachada de cristal permitiendo diferentes entradas de luz natural, el diseño de las ventanas, permite la apertura de las mismas, haciendo que exista un contacto con el entorno sin que se modifique el confort térmico en el interior del edificio.

Cabe destacar que este proyecto fue pensado con el fin de ser desmontado de la misma forma que fue construido, para general la cultura de reutilizar y aprovechar sus materiales cuando el banco decida hacer reformas en sus espacios, o incluso cuando se llegue a pensar en la demolición del edificio.

“Se ha prestado especial atención al uso de materiales sostenibles y a la gestión de los residuos. Además, se ha puesto especial atención a que los materiales empleados sean no tóxicos y no contaminantes. Por ello la madera utilizada para amueblar el edificio es reciclada y proviene de la finca De Reehorst y del municipio holandés cercano de Utrechtse Heuvelrug.” (Construible.es, 2020)

### **Misión y Visión**

La firma diseñadora hace énfasis en que la arquitectura se debe concebir pensando en los posibles cambios que surjan a lo largo de su ciclo de vida, como variaciones en los requisitos del usuario, diferencias en el mantenimiento de los materiales del edificio, influencias externas, o quizá cambio climático. La oficina del banco se atornilla literalmente con 165.312 tornillos. La estrategia constructiva buscaba que a la hora de desmantelar los módulos circulares se pudiera aprovechar el 100% de la estructura sin pérdida de valor de materiales, componentes y productos, pudiendo ser reutilizados en otros proyectos o en otras obras de construcción.



Figura 7 Interior del proyecto. Fuente: RAU Architects



Figura 8 Escaleras. Fuente: RAU Architects

## Materialidad

La construcción del banco tiene 1.615 m<sup>3</sup> de madera laminada, más de 1.008 m<sup>3</sup> de madera laminada cruzada (CLT) y 5 troncos de árboles originales. El sótano todavía tuvo una construcción de hormigón debido a la gestión del agua. Estas metodologías han permitido que el edificio sea considerado como uno de los proyectos que genera la huella de CO<sub>2</sub> más baja hasta la fecha.

“La construcción de madera es inmediatamente visible en forma de cerchas laminadas y núcleos de madera CLT (Cross Laminated Timber). Los suelos de las plantas CLT, que también son de madera, están parcialmente camuflados por los rieles de madera y los elementos climáticos del techo sobre ellos. La planta baja tiene una altura de piso grande, creando una asociación con una 'catedral' al observar las cerchas de madera colocadas alrededor de los núcleos completamente de madera” (RAU Architects, 2020)



Figura 9 Sótano. Fuente: RAU Architects



Figura 10 Primeras fases de construcción. Fuente: RAU Architects



Figura 11 Entrepisos de madera. Fuente: RAU Architects.



Figura 13 Instalación de cristales. Fuente: RAU Architects.



Figura 12 Estructura para ventanería. Fuente: RAU Architects.



Figura 14 Proceso al 70% de obra gris. Fuente: RAU Architects.



Figura 15 Comedor del banco. Fuente: RAU Architects.



Figura 16 Vista exterior. Fuente: RAU. Architects.

### Parámetros de sostenibilidad

- El edificio ha recibido premios como:
- Proyecto más sostenible de 2019 por los Premios Cobouw.
- Edificio de oficinas del año 2019 de Architectenweb.
- Edificio y diseño inclusivo para la naturaleza por Bird Protection Asociaton de Países Bajos.
- Proyecto más sostenible de los Países Bajos 2020 por los Premios Duurzaam Bouwen.

“La nueva oficina también es un alojamiento de energía neutral que cumple con los más altos requisitos de salud de los materiales procesados. Por ejemplo, la proporción de madera en la construcción de soporte principal es casi del 100% y solo se utilizan textiles naturales en el interior. El edificio tiene una instalación de baja tecnología con un efecto de alta tecnología. Las islas climáticas regulan el clima a nivel micro. Por tanto, la sostenibilidad integrada constituye la base de este desarrollo (de construcción) socialmente responsable.” (RAU Architects, 2020)

Las placas de yeso y las vigas de madera del comedor del proyecto se obtuvieron de una demolición cercana y los

ventanales del edificio fueron hechos de un plástico reciclado proveniente de fuentes oceánicas.

Fueron propuestas la instalación de diferentes placas fotovoltaicas que cubren 3.300 m<sup>2</sup> de superficie en la cubierta del proyecto. Con la energía obtenida, se suministra no solo la totalidad del consumo energético del edificio, sino que también alimenta la zona de carga de vehículos eléctricos.

Cuando la energía producida sobrepasa el consumo total del edificio y los carros eléctricos, se diseñó un sistema de recirculación en donde la energía se vuelca a la red circundante.

“Se ha prestado mucha atención tanto a la calidad del aire como a la cantidad de aire fresco que entra en el edificio. El edificio cuenta con ventilación cruzada y con sensores en diferentes espacios que miden los niveles de CO<sub>2</sub>, de esta forma el sistema de ventilación ajusta el suministro de aire para mantener bajos los niveles.” (RAU Architects, 2020)

La totalidad de las cubiertas del objeto arquitectónico son verdes, con un revestimiento de musgo sedum y flores específicas que atraen la presencia de insectos, como las abejas. El diseño del techo que cubre el comedor, tiene

características diferentes, como lo es una cubierta verde con plantas de invierno y arbustos pequeños implantados, para generar un hábitat de aves e insectos de otras clases.

### **Estación de carga para vehículos eléctricos**

El edificio Triodos cuenta con un estacionamiento moderno con estaciones de carga bidireccional, es decir que los automóviles eléctricos tienen la posibilidad de cargar sus baterías y estas a su vez pueden utilizarse para almacenar la energía solar de la construcción.

“El sistema permite a la red hacer frente a picos de demanda de energía, ya que los cargadores bidireccionales están conectados directamente a los 3.300 m<sup>2</sup> de paneles solares. Cuenta con una función triple: los automóviles eléctricos pueden cargarse en sus 120 cargadores inteligentes, los vehículos que tengan la batería cargada pueden descargarse y su energía puede usarse en el edificio o devolverse a la red.” (RAU Architects, 2020)

**Planos Arquitectónicos:**



Ilustración 2 Sótano. Fuente: Archdaily.com

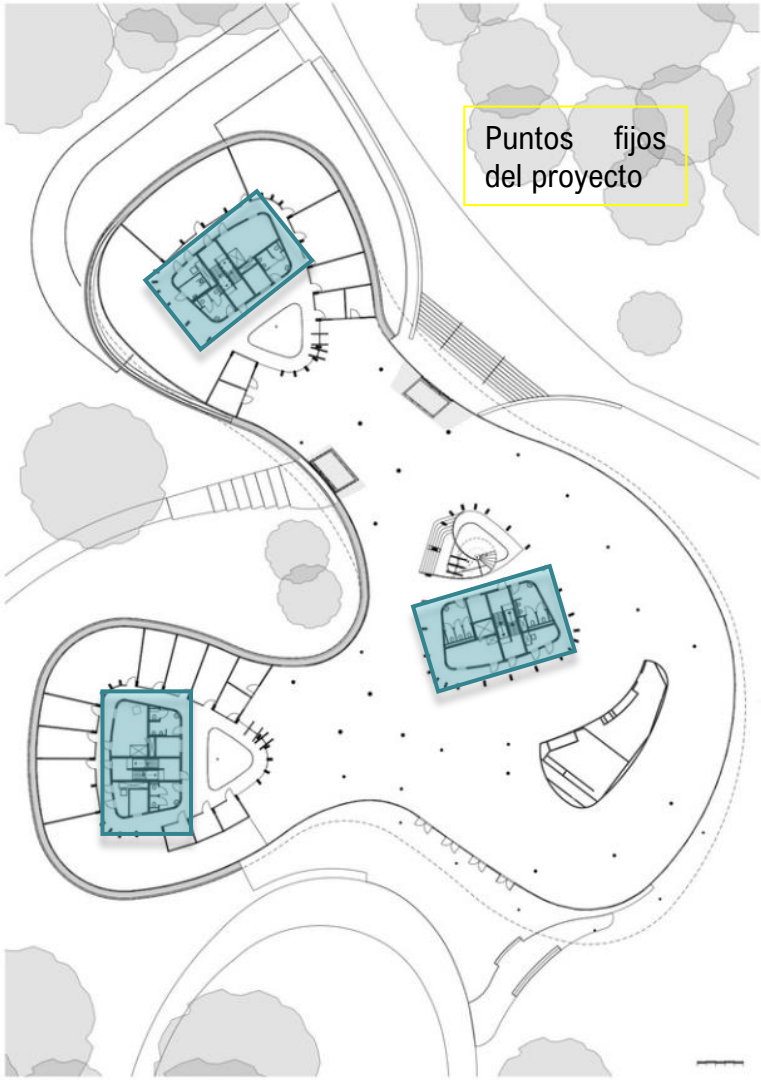


Ilustración 3 Planta 1. Fuente: Archdaily.com

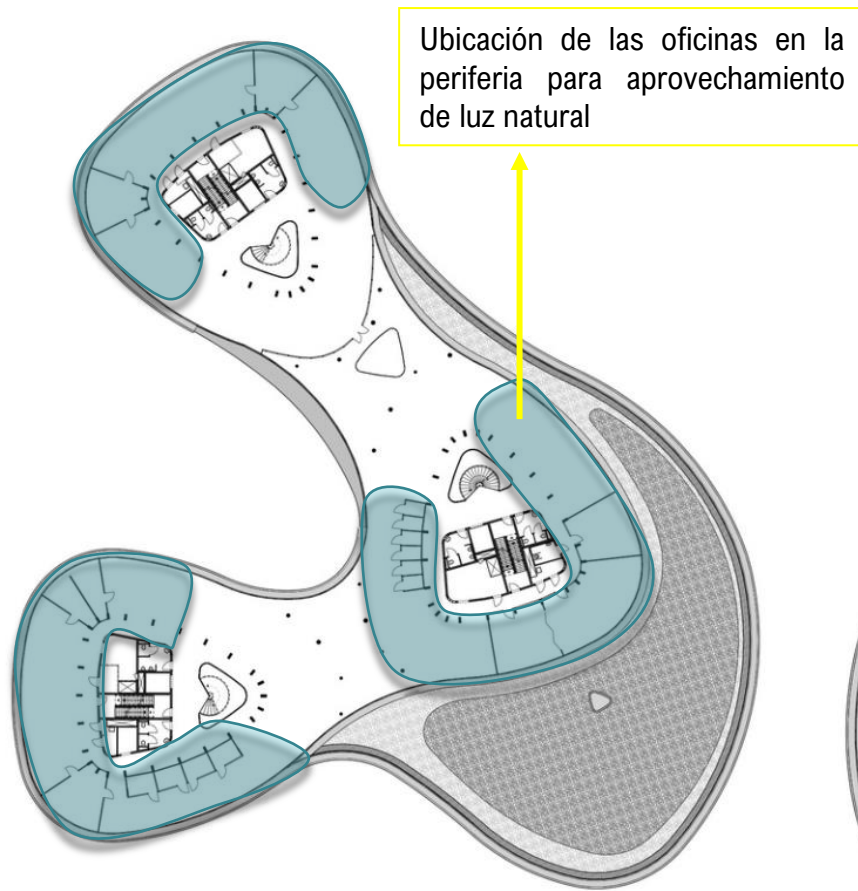


Ilustración 4 Planta 2. Fuente: Archdaily.com

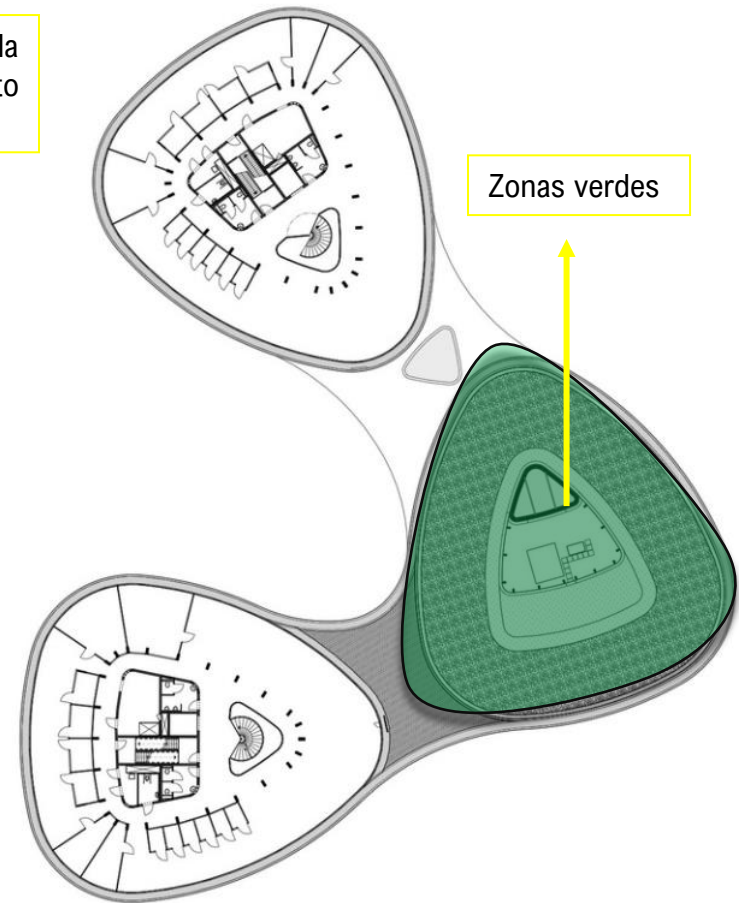


Ilustración 5 Planta 3. Fuente: Archdaily.com



Figura 17 Fachada este. Fuente: Archdaily.com



Figura 18 Fachada Sur. Fuente: Archdaily.com

# SUSTAINABILITY

## WELL-BEING

- Water efficient roof**  
The green roofs have a big variety in plants. In this way flora and fauna can flourish.
- Daylight**  
In the design the use of daylight is optimized by using glass facade walls, skylights and a transparent facade.
- Orientation**  
It is easy to integrate in the building by the clear and open lines of sight.
- E-bikes**  
The reserved bike storage also provides places to charge e-bikes.
- Stimulating public transport**  
Traveling by bike is stimulated by creating good facilities for bikes, such as a covered storage, changing rooms and showers.
- Materials with low emission rates**  
The applied materials don't contain toxic substances.

## ENERGY

- Smart ventilation**  
Ventilation is guided by CO2 sensors who measure the quality of the air inside the building.
- High quality insulation**  
The facade is built up by high-quality insulation and triple glazing.
- Energy-efficient lighting**  
Energy efficient lighting is provided by standard network cables which is part of the data network within the building.
- Heat recovery**  
Heat recovery from the outgoing air is applied.
- Thermal energy storage**  
Thermal energy storage in the grounds used to supply the building with heating and cooling.

## SOCIAL

- Smart lighting**  
Lighting is guided to meeting persons.
- Promotes a healthy working environment**  
The reception service walls with slats also provide clear lines of sight and promote an open-work environment.

## WATER

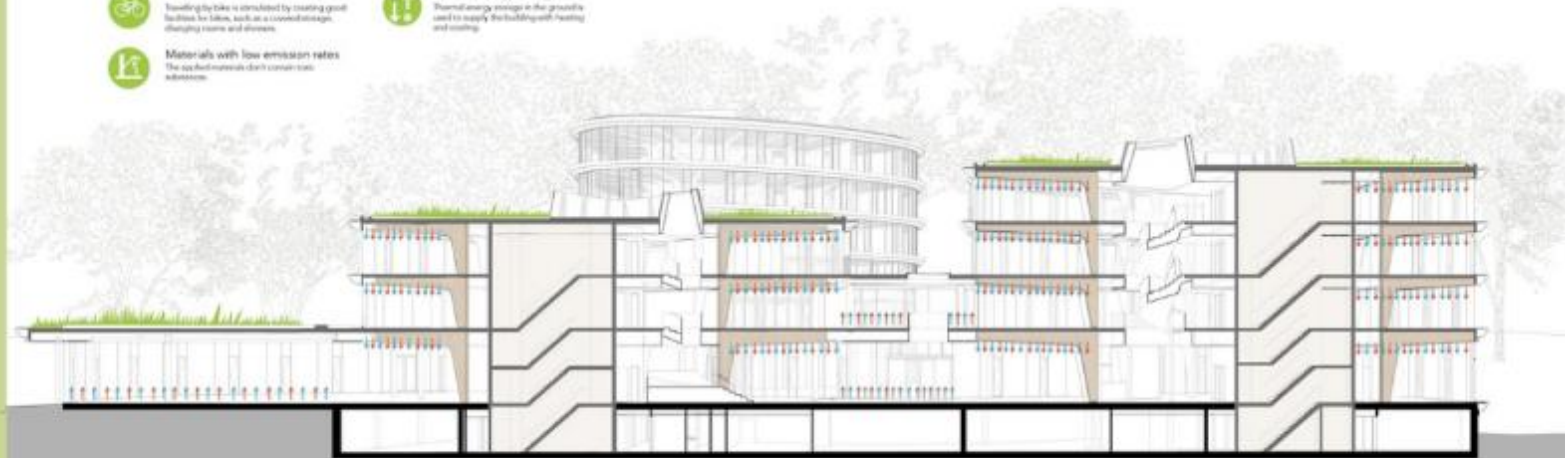
- Efficient water taps**  
All toilets and water taps are water efficient.
- Water efficient landscape**  
Green roofs function as a buffer to conserve or prevent surplus water and building in the sewage system.

## FLEXIBLE

- Flexibility**  
All exterior walls are constructed in such a way that they can easily be replaced or removed.

## MATERIALS

- Materials with a known origin**  
Materials with certificates like FSC and PEFC are applied.
- Limit use of waste**  
Specific parts of the building are CNC made in the factory to limit the use of materials and waste, on and off construction site.
- Regrowing materials**  
When IT reaches end of life around the world which is applied in the building is engine in common forests.
- Bio composite facade bands**  
For the horizontal bands in the facade, bio composite materials are used.



## WELL-BEING

- Transport**  
The use of bikes is stimulated by giving some attention to bike facilities. The lowest part location of the ground level to the trash station makes it easy for people to walk with public transport.
- Food**  
The backland of the terrace is being used to grow food.

## ENERGY

- PV panels**  
The cost of the parking places is the biggest factor in cost of parking places in the world.
- E-cars**  
The parking system is equipped with an charging system. The energy used is generated by solar panels.

## SOCIAL

- Working flexibility**  
The building also serves as a meeting place for the public working environment. The semi-transparent open building and people create a basis for an optimal working environment.
- Floors and facade**  
The building is constructed in such a way that as far as possible needed for the use, also allowing being opened up to the public. The lighting of the building is reflective to the surrounding streets.

## WATER

- Buffer**  
The ground can buffer water during heavy rain. It simultaneously provides a filtering spot for water.
- Water efficient landscape**  
The landscape is designed according to natural design principles. In this way the amount of water is minimized so that you can use the area naturally.

## MATERIALS

- Use of materials**  
None of the waste or building material ends up in the landscape. From stone of construction is also re-used.

Figura 19 Principios sustentables. Fuente: Archdaily.com

## CIRCULARITY

## MATERIAL PASPORT



## Material pasport of building

All elements and materials which are applied in the building are described in a report. The report gives information about resources, emission rates, origin, connections, and possible certificates.

## REMOVABLE



## Remountable

The wooden structure is built up by only dry connections with 165,321 screws. In this way parts can be remounted.

## FLEXIBLE



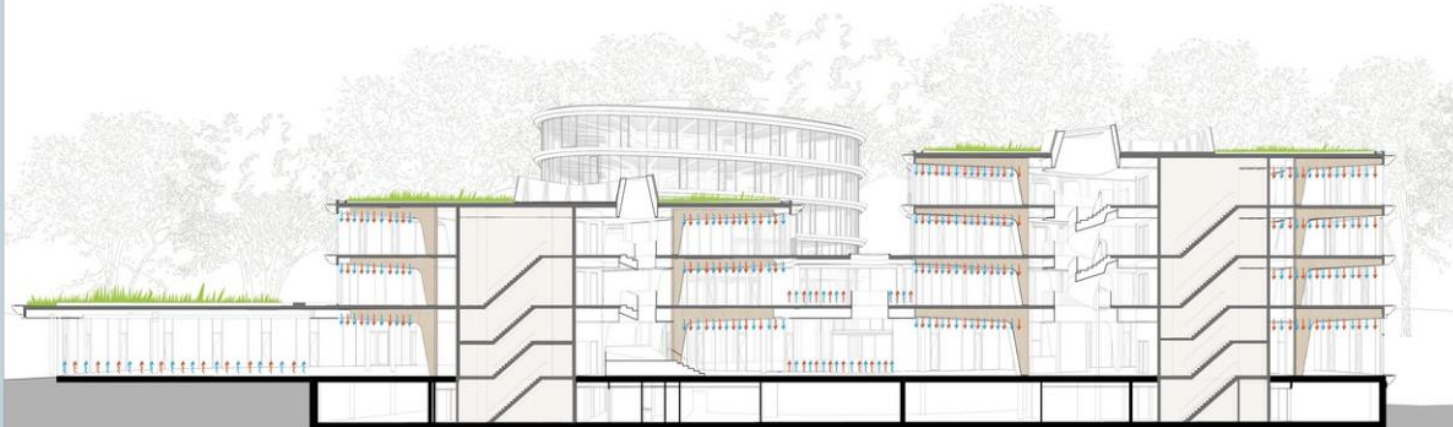
## Flexible interior walls

All interior walls are constructed in such a way that they can be replaced or removed for interior flexibility.



## Flexible floor structure

The floor is constructed in such a way that it can be demounted.



## MATERIAL PASPORT



## Material pasport of terrain

All elements and materials which are applied in the building are described in a report. The report gives information about resources, emission rates, origin, connections, and possible certificates.

## REMOVABLE



## Remountable

The steel structure at the parking places are made up with dry connections. In this way parts of the structure can be demounted.

## RE-USE



## Re-use of seating

The benches which are placed in the park were taken from old property of the Troodos Bank.



## Re-use of wooden beams

The wooden beams that are used in the restaurant are re-used from older buildings.



## Re-use of pavement

Old stones from the construction site were used in the pavement.

Figura 20 Ciclo del uso de materiales. Fuente: Archdaily.com

## INFORMACIÓN GENERAL

**Nombre del proyecto:** Banco Triodos  
**Profesionales a cargo:** RAU Architects  
**Localización:** Zeist, De Reehorst Estate. Países Bajos  
**Área:** 12. 693 m<sup>2</sup>  
**Descripción:** El Pabellón de Italia consta del edificio permanente Palazzo Italia (6 niveles, área construida 14398 m<sup>2</sup>) y los edificios temporales a lo largo del Cardo (2 niveles, área construida: 12,551 m<sup>2</sup>).

## MISIÓN Y VISIÓN

Proyecto caracterizado por ser “el primer edificio de oficinas a gran escala, 100% madera, reconstruible. El edificio también se considera el primer banco de material temporal, con huella de CO<sub>2</sub> es mínima.”

El edificio fue pensado con el fin de ser desmontado de la misma forma que fue construido, para generar la cultura de reutilizar y aprovechar sus materiales cuando el banco decida hacer reformas en sus espacios

## 2.3.1.1. Ficha técnica Banco Triodos

### MATERIALIDAD

La construcción del banco tiene 1.615 m<sup>3</sup> de madera laminada, más de 1.008 m<sup>3</sup> de madera laminada cruzada (CLT) y 5 troncos de árboles originales. El sótano todavía tuvo una construcción de hormigón debido a la gestión del agua. Estas metodologías han permitido que el edificio sea considerado como uno de los proyectos que genera la huella de CO<sub>2</sub> más baja hasta la fecha.



Figura21 Banco Triodos. Fuente: archdaily.com

### SISTEMA CONSTRUCTIVO



Figura 22 Fachada. Fuente: archdaily.com

“La construcción de madera es inmediatamente visible en forma de cerchas laminadas y núcleos de madera CLT (Cross Laminated Timber). Los suelos de las plantas CLT, que también son de madera, están parcialmente camuflados por los rieles de madera y los elementos climáticos del techo sobre ellos. La planta baja tiene una altura de piso grande, creando una asociación con una 'catedral' al observar las cerchas de madera colocadas alrededor de los núcleos completamente de madera” (RAU Architects, 2020)



Figura 23 Vista Interior. Fuente: RAU Architects

### PRINCIPIOS DE SOSTENIBILIDAD

La proporción de madera en la construcción de soporte principal es casi del 100% y solo se utilizan textiles naturales en el interior.

Las placas de yeso y las vigas de madera del comedor del proyecto se obtuvieron de una demolición cercana y los ventanales del edificio fueron hechos de un plástico reciclado proveniente de fuentes oceánicas.

Fueron propuestas la instalación de diferentes placas fotovoltaicas que cubren 3.300 m<sup>2</sup> de superficie en la

cubierta del proyecto. Con la energía obtenida, se suministra no solo la totalidad del consumo energético del edificio, sino que también alimenta la zona de carga de vehículos eléctricos.

La totalidad de las cubiertas del objeto arquitectónico son verdes, con un revestimiento de musgo sedum y flores específicas que atraen la presencia de insectos, como las abejas.

### Cuadro 2 Técnicas Utilizadas

TÉCNICAS UTILIZADAS	
Materiales reutilizables	x
Reciclaje	X
Uso de recursos renovables	x
Baja energía embebida	
Reducción de contaminación y toxicidad	x
Construir bajo la premisa de "cero desperdicio"	x
Materiales locales	x
Adaptación al entorno	x
Integración social	
Absortancia de los materiales	
Confort térmico	x
Durabilidad en el material	x
Fácil mantenimiento	x
Integración del medio ambiente	x



Figura 24 Terrazas. Fuente: RAU Architects

### TECNOLOGÍAS CONSTRUCTIVAS

#### MADERA CLT

La madera laminada cruzada, es un material formado por láminas o tablonos de madera aserrada y encolada, donde las capas están dispuestas en direcciones perpendiculares a la capa anterior. Este tipo de distribución de las laminillas otorga rigidez estructural al panel que se utilizara en una construcción.



Figura 25 Madera CTL Fuente: Plataforma Arquitectura.

Es posible confundir la madera CLT (Cross Laminated Timber) por sus siglas en inglés, con la madera de tipo contrachapada, ya que son maderas similares, salvo que la primera cuenta con componentes de mayor grosor

“Generalmente, los paneles hechos de CLT se ensamblan y cortan en su producción, y ya prevén las juntas, las aberturas y las perforaciones especificados en el diseño. Las partes

se transportan al sitio y el ensamblaje se lleva a cabo allí.” (Franco, 2019)

El método constructivo se da a través de los paneles sólidos compuestos por un solo material, con la madera CLT, se puede utilizar la estructura como revestimiento del edificio, aunque el tipo de madera permite aplicar diferentes tipos de acabados, el material se presta para funcionar como piel del objeto arquitectónico al tiempo que resiste las cargas del edificio, reduciendo costos en materiales y mano de obra

Usualmente los proyectos con CLT son construidos rápidamente, el proceso de edificación no dura más que unos pocos días por ser un trabajo muy bien planificado a través de módulos. El trabajo tiene muy poca generación de residuos.

#### **MANTENIMIENTO**

Cuando se habla de materiales de construcción como la madera, la humedad y la intemperie son algunos de los enemigos que más afectan el material.

Por lo tanto, una madera CLT debe ser protegida cuando hace parte de una estructura externa para evitar su desgaste, corrosión y futuros daños en el sistema soportante del proyecto.

Por un lado, podemos agregar nuevas capas de revestimiento sobre la madera, como fibrocemento, ladrillo, piedra, u otros, pero si se quiere dejar el CLT expuesto, existen una serie de protecciones y acabados que la protegen efectivamente. (Franco, 2019)



Figura 26 Terminado de madera laminada. Fuente: Plataforma Arquitectura

Los aceites vegetales y algunas pinturas minerales pueden aplicarse con el fin de evitar el deterioro de la madera, se recomienda la aplicación cada 5 años, garantizando incluso 25 años de protección sin desprendimiento ni decoloración.

## APLICACIONES DEL PRODUCTO

### Skilpod #150 Zero Energy



Figura 27 Skilpod. Fuente: Plataforma Arquitectura

“Skilpod ofrece soluciones para todo tipo de posibilidades de vida que van desde casas de 30m<sup>2</sup> hasta 150m<sup>2</sup>. El

enfoque se centra en viviendas de pequeño tamaño (+ - 50m<sup>2</sup> en un módulo) para viviendas sociales o proyectos de vida en grupo. Los principales grupos de enfoque son las familias monoparentales, las personas mayores e inquilinos o compradores por primera vez. Los módulos pueden ser conectados o apilados uno encima del otro para formar bloques de apartamentos.” (Plataforma Arquitectura, 2020)

Los paneles que conforman la vivienda cuentan con un aislante de un sistema especial de Rockwool, llamado Redair (Rockwool de alta densidad), este recubrimiento es diseñado y utilizado para diferentes tipos de madera laminada. Este proyecto ha utilizado un sistema de fachada abierta y ventilada con Padouk (madera dura tropical) FSC, un material de alta duración, que inclusive se compara con fachadas de piedra,

### MINIMOD Catuçaba / MAPA

Es una vivienda ubicada al este del estado de São Paulo, Brasil, en una zona de la cadena montañosa costera.

La casa está diseñada con un sistema estructural modular de madera CLT, que permite el transporte de los cubículos ensamblados a diferentes lugares de Brasil



Figura 28 MINIMOD . Fuente: Plataforma Arquitectura

## COSTOS

Aunque el costo de la madera TCL alto, factores como una mayor efectividad, reducción de costos y mano de obra en construcción, un mayor control de calidad y de limpieza, puede disminuir los costos totales del proyecto.

### 2.3.2. PALAZZO ITALIA



Figura 29 Italy Pavilion Milan Expo 2015. Fuente: ARQA /  
Fotografía: Luigi Filetici

**Arquitectos:** Nemesi

**Diseño:** Nemesi & Partners Srl, Arch. Michele Molè Fundador y Director y Arch. Susanna Tradati Socio Asociado y Gerente de Proyectos

**Localización:** Milán, Italia

**Zona:** 27000 m<sup>2</sup>

**Año:** 2015

**Fabricantes:** Progress Profiles SpA , Styl Comp

**Contratista general:** Italiana Costruzioni SpA

**Fecha de la competencia:** 17 – Diciembre / 2012

**Fecha de premiación:** 17 – Mayo/2013

**Coordinador:** Arq. Alessandro Miele

**Equipo:** Alessandro Belilli, Claudio Cortese, Kai Felix Dorl, Daniele Durante, Enrico Falchetti, Alessandro Franceschini, Davide Giambelli, Alessandra Giannone, Paolo Greco, Sebastiano Maccarrone, Paolo Masello, Matteo Pavese, Fabio Rebolini, Giuseppe Zaccaria, Fabrizio Bassetta, Tiziano De Paolis, Francesca Fabiana Fochi, Chiara Maiorana, Mariarosaria Meloni

**Aliados:** Proger SpA – Bms Progetti Srl, Engineering and Cost Management Prof. Ing. Livio de Santoli, Sustainability Energy

#### **Descripción**

Palazzo Italia fue un concurso de diseño a nivel internacional, que buscaba la mejor propuesta para el evento “Expo 2015 Spa”; participaron 68 estudios de los cuales, el diseño ganador fue del estudio Nemesi & Partners, asociados con Proger y BMS Progetti en asuntos relacionados con la gestión de ingeniería y costo; y el Prof. Livio De Santoli en temas de sostenibilidad. Actualmente es usado por el centro de investigación Human Technopole.

“La Expo de Milán giró en torno al tema "alimentar el planeta, energía para la vida", y este concepto es parte integral del Palazzo Italia. Los arquitectos de Nemesi explican que el edificio de 155,000 pies cuadrados está inspirado en el concepto de un bosque urbano, con el revestimiento exterior diseñado para parecerse a las ramas de los árboles entrelazados. Y al igual que los árboles absorben CO<sub>2</sub>, el revestimiento 'captura' la contaminación del aire y la neutraliza antes de volver a liberarse a la atmósfera.” (CRUICKSHANK, 2018)

La construcción consta de seis niveles que conforman 14.398 m<sup>2</sup> construidos, la altura mayor en el edificio es de 35 m; al rededor se pueden observar los edificios complementarios a lo largo del cardo, con dos niveles edificados que cuentan con 12.551 m<sup>2</sup> de área construida.

El proyecto arquitectónico ha sido considerado como uno de los edificios que han desafiado el sistema constructivo gracias a la complejidad e innovación tecnológica que usa en su estructura y en la conformación de sus espacios.

## **Principios de sostenibilidad**

Palazzo Italia es un edificio caracterizado por el material innovador que utiliza en sus fachadas, se trata de un concreto inteligente que absorbe los contaminantes y los neutraliza, generando que el aire circundante sea de mejor calidad y exista una limpieza atmosférica en el entorno del proyecto.

“Las propiedades de consumo de smog de Palazzo Italia se deben a su piel biodinámica, una telaraña de hormigón inteligente de 97.000 pies cuadrados que utiliza la tecnología patentada TX Active. Este hormigón es la creación de Italcementi , parte del Heidelberg Cement Group, y es el resultado de más de 12.500 horas de investigación. Sus poderes neutralizantes de CO<sub>2</sub> se deben a los fotocatalizadores creados por el óxido de titanio dentro del hormigón. Esta sustancia utiliza la energía de la luz del sol para crear reactivos oxidantes, que descomponen los átomos de los contaminantes del aire nocivos” (CRUICKSHANK, 2018)

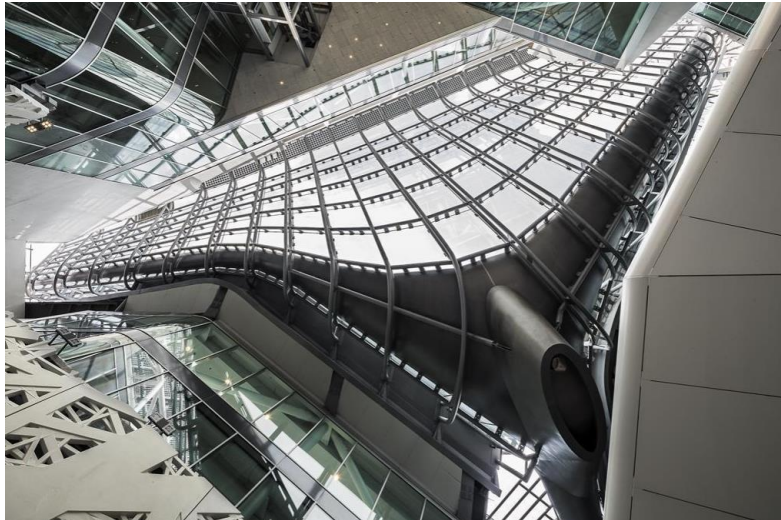


Figura 30 Estructura. Fuente: ARQA / Fotografía: Luigi Filetici

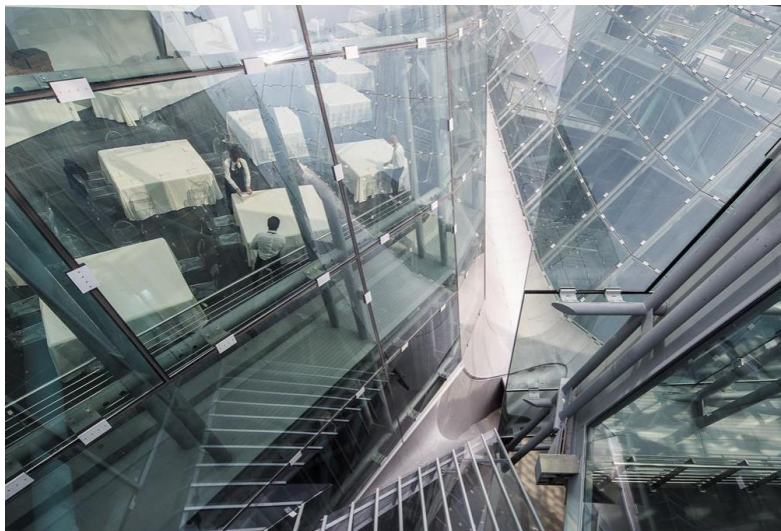


Figura 31 Cristales fotovoltaicos. Fuente: ARQA / Fotografía: Luigi Filetici

Los fabricantes afirman que este tipo de concreto puede reducir la contaminación del aire hasta en un 70% ocasionando resultados muy positivos para la población que circunda el edificio.

Por otra parte, el mortero utilizado es 80% reciclado, aquí se incluyen también todos los materiales de desechos de canteras de mármol, responsables de otorgarle al cemento blanco usado en fachadas, el particular brillo que caracteriza la piel del proyecto. Los paneles envolventes del edificio son elementos únicos diseñados por Styl-Comp.

“El pabellón incluye serie de edificios temporarios que usan la tecnología para ser fácilmente reubicables en otro sitio cuando finalice la exposición. Éstos son espacios de exposición, que representan las diferentes regiones de Italia.” (ARQA, 2015)

Cabe resaltar que otro principio que utiliza el edificio para considerarse sostenible, es el uso de cristales fotovoltaicos que permiten convertir la energía solar que absorbe el edificio en electricidad, permitiendo que la energía del proyecto en Milán sea neutra.

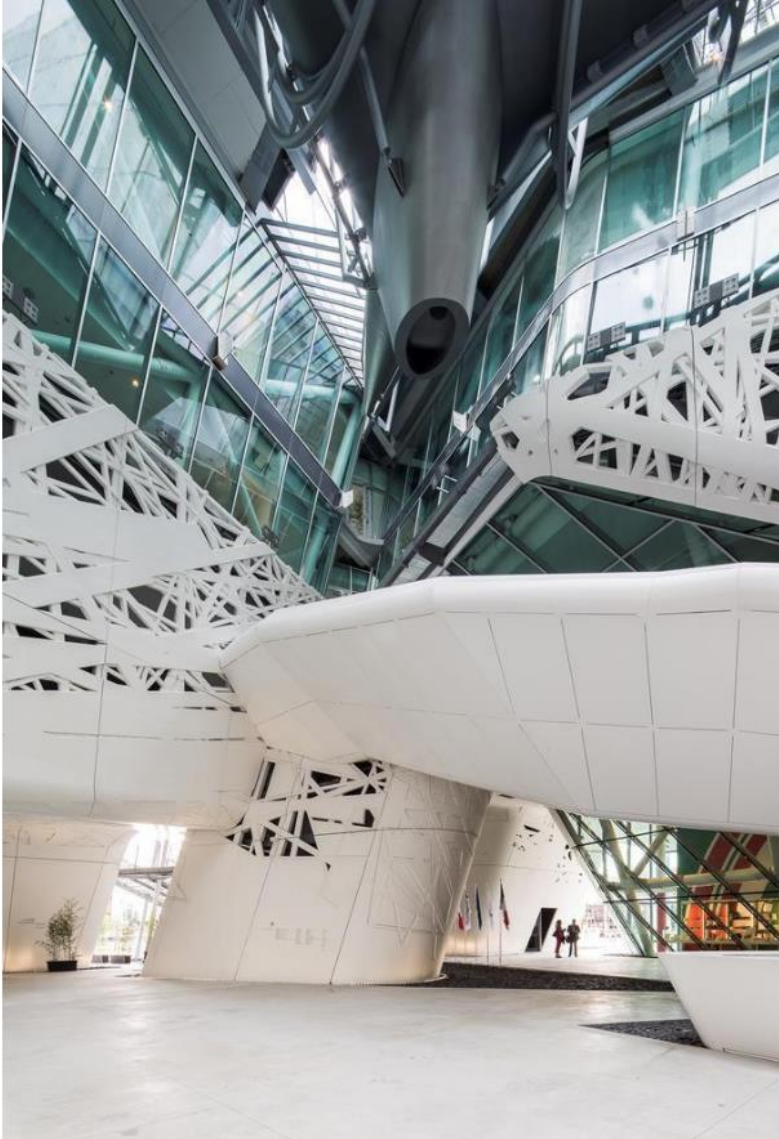


Figura 32 Acesos a diferentes niveles. Fuente: ARQA /  
Fotografía: Luigi Filetici



Figura 33 Vista Interior. Fuente: ARQA / Fotografía: Luigi  
Filetici



Figura 34 Pasillo. Fuente: ARQA / Fotografía: Luigi Filetici

## Construcción del edificio

Palazzo Italia es una estructura que cuenta con el desarrollo de 9.000 m<sup>2</sup> de superficie exterior, cuyos 900 paneles cuentan con formas alineadas y curvas para cubrir la piel del edificio. Se diseñaron 600 marcos y 300 marcos de esquina distintas, todos tienen dimensiones aproximadas de 4 x 4,2 m.

La estructura soporta el peso de cada panel, que ronda entre una y cuatro toneladas, además del uso de 400 toneladas de acero y vidrio fotovoltaico con un peso aproximado de 450 toneladas.

Para el desarrollo del proyecto se tomaron alrededor de 10.560 horas de estudios e investigaciones a cargo de 15 profesionales involucrados en la gestión del nuevo material, que finalmente utilizó 2.000 toneladas de hormigón biodinámico.

El diseño preliminar tomó siete meses desde simples sketches hasta el desarrollo del diseño ejecutivo. La construcción tuvo una duración de 14 meses con más de 200 profesionales involucrados en el proceso, en el desarrollo de 27.000 m<sup>2</sup> de espacios para exposiciones.



Figura 35 Vista exterior. Fuente: ARQA / Fotografía: Luigi Filetici

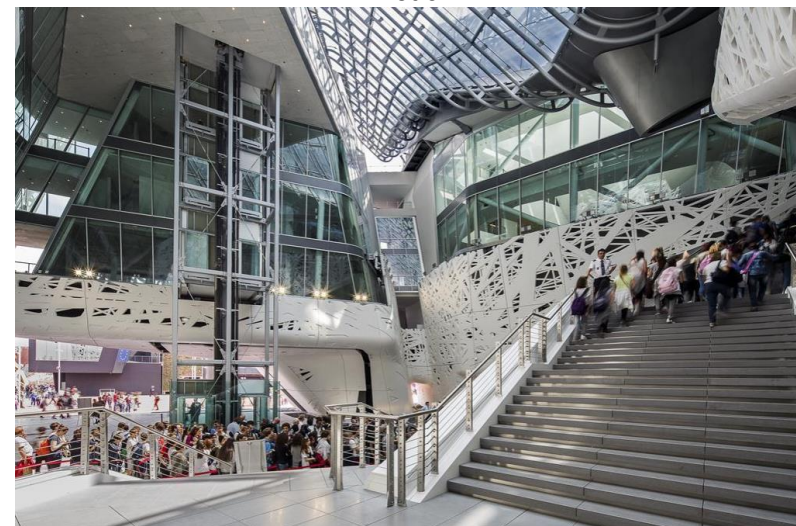


Figura 36 Exposición al interior. Fuente: ARQA / Fotografía: Luigi Filetici

## Planos Arquitectónicos

El proyecto Palazzo Italia, está dividido en dos módulos, el primer edificio o la construcción permanente, contiene diferentes espacios de exposición, auditorios, oficinas, lugares especiales para eventos, zonas de comida, áreas para reuniones y espacios para delegaciones.

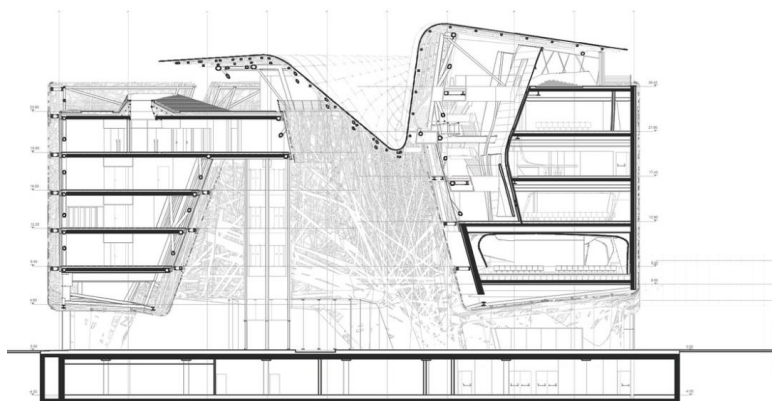


Figura 37 Sección DD. Fuente: ARQA

En los edificios temporales del proyecto se pueden encontrar diferentes espacios para el desarrollo de exposiciones, zonas de eventos, oficinas, restaurantes y terrazas con usos mixtos.

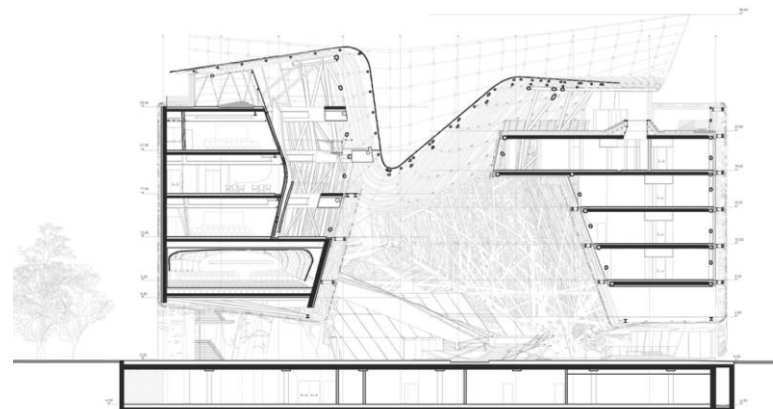


Figura 38 Sección BB. Fuente: ARQA

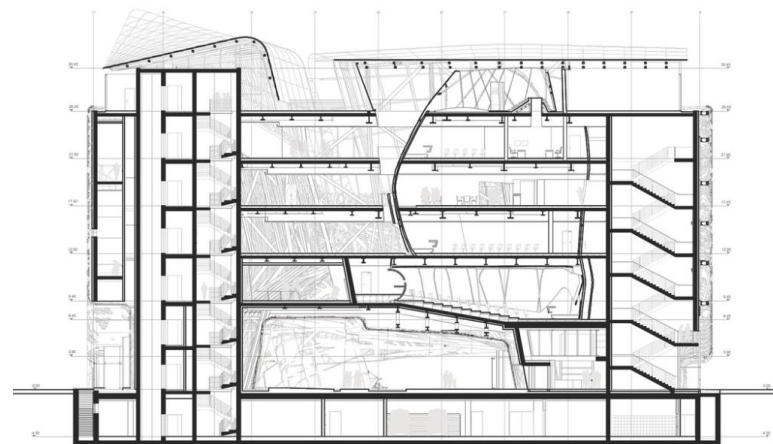


Figura 39 Sección FF. Fuente: ARQA

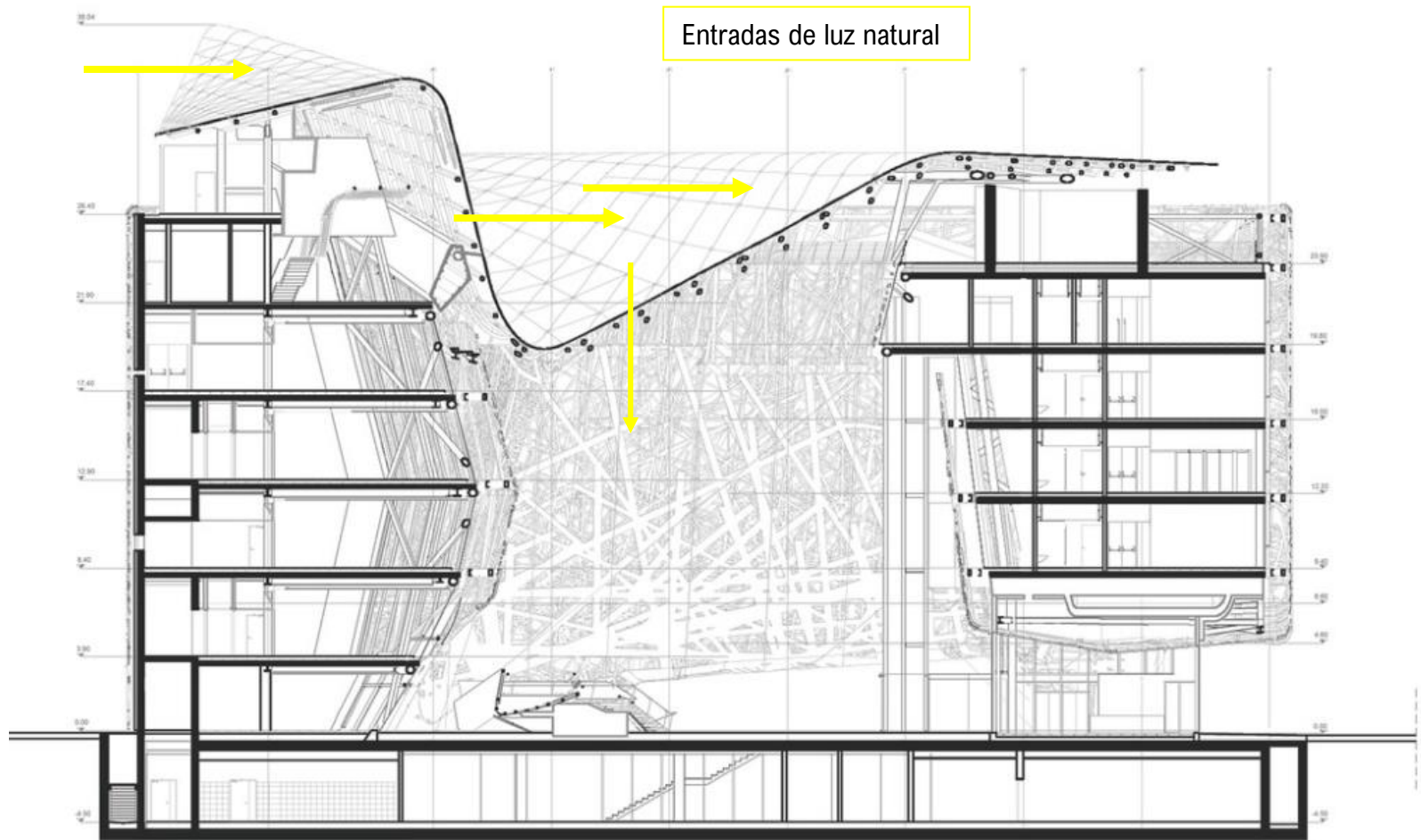


Figura 40 Sección CC. Fuente: ARQA

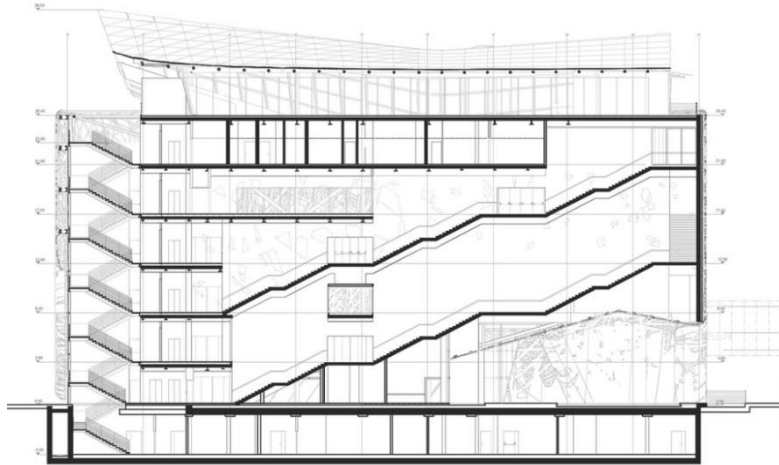


Figura 41 Sección EE. Fuente: ARQA

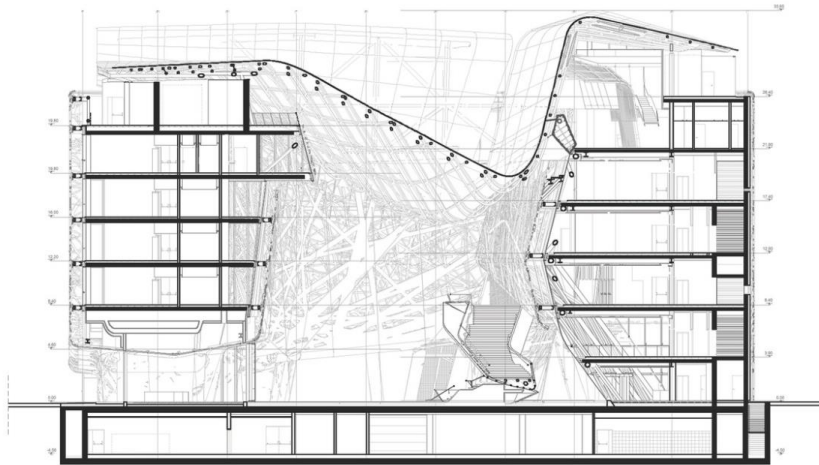


Figura 42 Sección AA . Fuente: ARQA

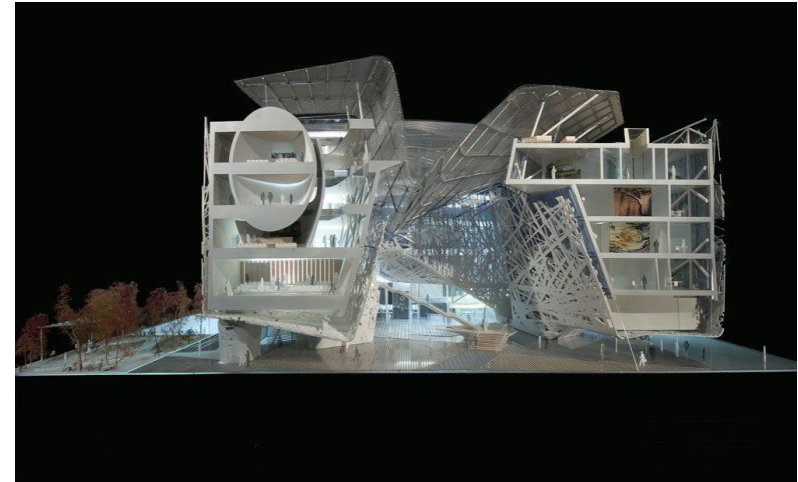


Figura 43 Sección maqueta. Fuente: ARQA / Fotografía: Moreno Maggi

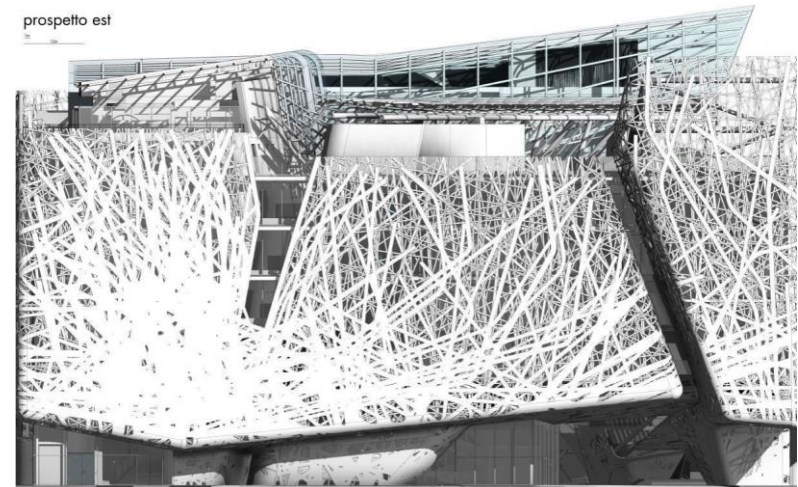
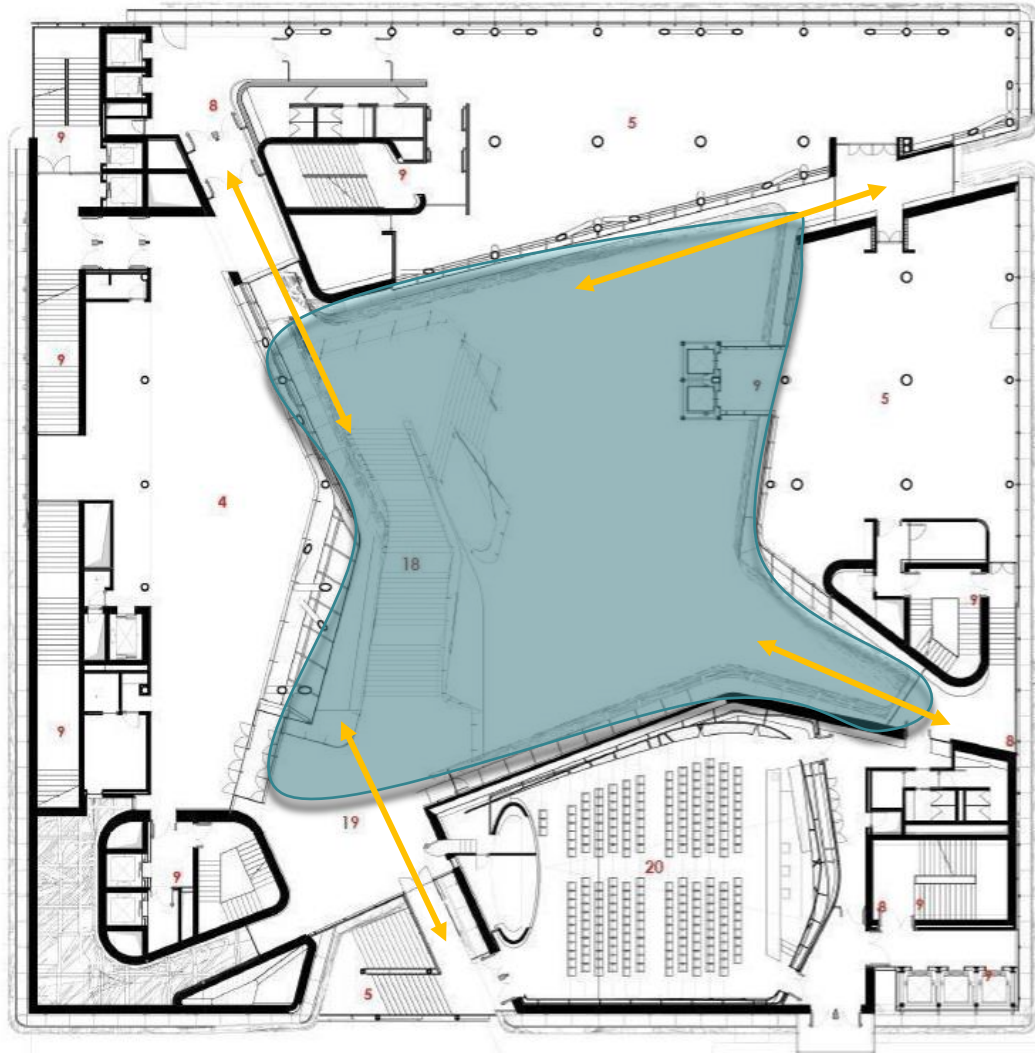


Figura 44 Fachada este. Fuente: ARQA



LEGEND/LEGENDA

- 1\_Main entrance/Scala principale d'ingresso
- 2\_Entrance/Ingresso
- 3\_Space for events/Spazio eventi
- 4\_Exhibition area/Area Expo
- 5\_Offices/Area uffici
- 6\_Meeting rooms for delegations/Area delegati
- 7\_Restaurant/Ristorante
- 8\_Common spaces and foyer/Superficie comune e foyer
- 9\_Vertical connections/Collegamenti verticali
- 10\_Main Technical Areas/Aree tecniche principali
- 11\_Terrace/Terrazza
- 12\_Auditorium Foyer/Foyer Auditorium
- 13\_Office Foyer/Foyer Uffici
- 14\_Ticket/Biglietteria
- 15\_Bookshop Expo
- 16\_Deposit/Deposito
- 17\_Deposit Foyer/ Foyer Deposito
- 18\_Expo Main Stair/ Scala principale Expo
- 19\_Square/Piazza
- 20\_Auditorium
- 21\_Meeting
- 22\_Expo Commissioners Office/ Ufficio Commissari Expo
- 23\_High Representation Office/ Uffici Alta Rappresentanza
- 24\_Cucine/ Kitchens
- 25\_Bar
- 26\_Delegations Room/ Sala Delegazioni

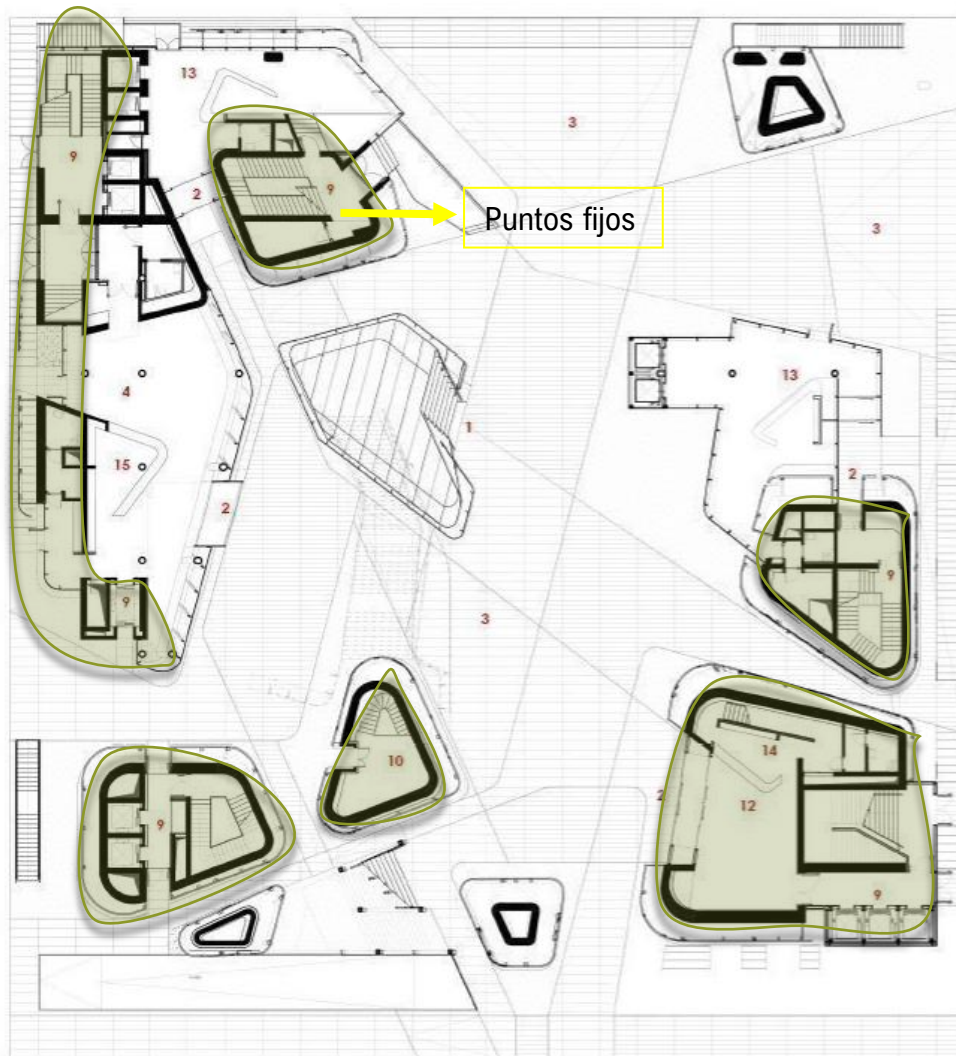
AREA:

Expo: 353 mq  
Spazi per eventi: 1850mq  
Auditorium: 300mq  
Offices: 743mq

Organización de espacios a partir de una plazoleta principal



Ilustración 6 Planta 1. Fuente: ARQA



LEGEND/LEGENDA

- 1\_Main entrance/Scala principale d'ingresso
- 2\_Entrance/Ingresso
- 3\_Space for events/Spazio eventi
- 4\_Exhibition area/Area Expo
- 5\_Offices/Area uffici
- 6\_Meeting rooms for delegations/Area delegati
- 7\_Restaurant/Ristorante
- 8\_Common spaces and foyer/Superficie comune e foyer
- 9\_Vertical connections/Collegamenti verticali
- 10\_Main Technical Areas/Aree tecniche principali
- 11\_Terrace/Terazzo
- 12\_Auditorium Foyer/Foyer Auditorium
- 13\_Office Foyer/Foyer Ufficio
- 14\_Ticket/Biglietteria
- 15\_Bookshop Expo
- 16\_Deposit/Deposito
- 17\_Deposit Foyer/ Foyer Deposito
- 18\_Expo Main Stair/ Scala principale Expo
- 19\_Square/Piazza
- 20\_Auditorium
- 21\_Meeting
- 22\_Expo Commissioners Office/ Ufficio Commissari Expo
- 23\_High Representation Office/ Uffici Alta Rappresentanza
- 24\_Cucine/ Kitchens
- 25\_Bar
- 26\_Delegations Room/ Sala Delegazioni

AREA:

Expo: 200 mq  
 Spazi per eventi: 1850mq  
 Foyer: 300mq



Ilustración 7 Planta de Sótano. Fuente: ARQA



Áreas de exposición en la periferia

LEGEND/LEGENDA

- 1\_Main entrance/Scala principale d'ingresso
- 2\_Entrance/Ingresso
- 3\_Space for events/Spazio eventi
- 4\_Exhibition area/Area Expo
- 5\_Offices/Area uffici
- 6\_Meeting rooms for delegations/Area delegati
- 7\_Restaurant/Ristorante
- 8\_Common spaces and foyer/Superficie comune e foyer
- 9\_Vertical connections/Collegamenti verticali
- 10\_Main Technical Areas/Aree tecniche principali
- 11\_Terrace/Terrazza
- 12\_Auditorium Foyer/Foyer Auditorium
- 13\_Office Foyer/Foyer Uffici
- 14\_Ticket/Biglietteria
- 15\_Bookshop Expo
- 16\_Deposit/Deposito
- 17\_Deposit Foyer/ Foyer Deposito
- 18\_Expo Main Stair/Scala principale Expo
- 19\_Square/Piazza
- 20\_Auditorium
- 21\_Meeting
- 22\_Expo Commissioners Office/ Ufficio Commissari Expo
- 23\_High Representation Office/ Uffici Alta Rappresentanza
- 24\_Cucine/ Kitchens
- 25\_Bar
- 26\_Delegations Room/ Sala Delegazioni



Ilustración 8 Planta 2. Fuente: ARQA



Figura 45 Elevación general .Fuente: ARQA

prospetto nord

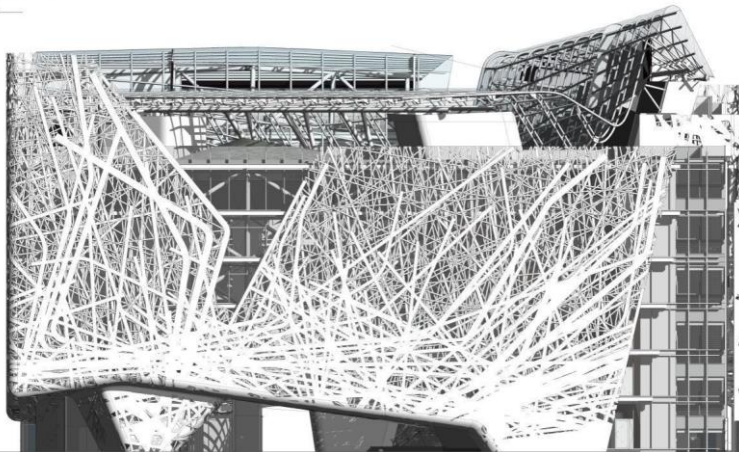


Figura 46 Fachada norte. Fuente: ARQA

prospetto sud

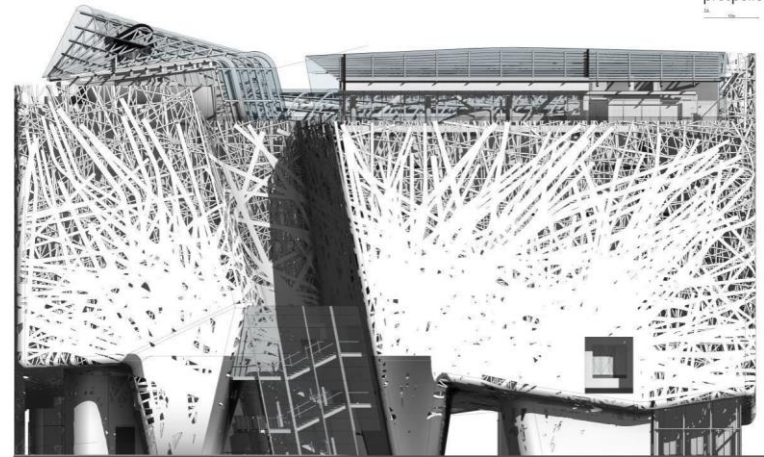


Figura 47 Fachada sur. Fuente: ARQA

El problema de contaminación atmosférica es un gran reto para los arquitectos y constructores hoy día, sin embargo, este tipo de tecnologías podría convertirse en un material común a nivel mundial, ya que este tipo de concreto es muy versátil, pudiéndose usar en pavimentos, materiales de construcción como tejas, revestimientos o carreteras. Por ahora, el cemento fotovoltaico se considera costoso para la mayoría de países latinoamericanos, pero en un futuro, con adecuaciones e investigaciones más profundas, este tipo de metodologías promete la mejora en la calidad de vida de la población en general.

## INFORMACIÓN GENERAL

**Nombre del proyecto:** Palazzo Glimpses.

**Profesionales a cargo:** Nemesi

**Localización:** Vía Giorgio Stephenson, 107, 20157 Milán, Italia

**Área:** 27.000 m<sup>2</sup>

**Descripción:** El Pabellón de Italia consta del edificio permanente Palazzo Italia (6 niveles, área construida 14398 m<sup>2</sup>) y los edificios temporales a lo largo del Cardo (2 niveles, área construida: 12,551 m<sup>2</sup>).

## ANTECEDENTES

El diseño fue elegido como ganador del concurso de diseño internacional otorgado por Expo 2015 SpA en mayo de 2013; su triunfo se debió entre otras cosas, por la sostenibilidad del proyecto.

## MISIÓN Y VISIÓN

Se esperaba que la estructura evoque la naturaleza en su arquitectura, al igual que los árboles absorben CO<sub>2</sub>, el proyecto captura la contaminación del aire y la neutraliza

### 2.3.2.1. Ficha Técnica Palazzo Glimpses

“Para Nemesi, la chispa del Palazzo Italia fue un concepto de cohesión en el que la fuerza de atracción genera un sentido de comunidad y pertenencia redescubierto. La plaza interior representa la energía de la comunidad. Este espacio, corazón simbólico del complejo, es el punto de partida del recorrido expositivo, en medio de los cuatro volúmenes que componen el Palazzo Italia.” (ArchDaily, 2015)



Figura48 Pabellón de Italia. Fuente: archdaily.com

## MATERIALIDAD

El fabricante de elementos de hormigón complejos, fabricó más de 700 paneles de revestimiento utilizando un mortero especial a base de cemento de alto rendimiento que ofrece una alta resistencia a la flexión. El llamado "cemento biodinámico activo" presenta la tecnología activa TX patentada que permite que la pared exterior enrejada orgánica filtre el aire, convirtiendo los contaminantes en sales inertes. Esto ayuda a reducir el smog en las calles de Milán densamente transitadas.

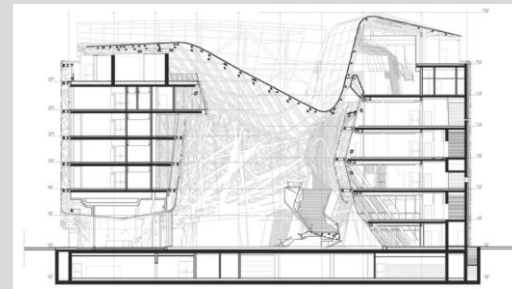


Figura 49 Sección Longitudinal. Fuente: archdaily.com



Figura 50 Escaleras. Fuente: Archdaily.com

### SISTEMA CONSTRUCTIVO

2.000 Toneladas de hormigón biodinámico activo más de 700 paneles ramificados, todos ellos 4.000 metros cuadrados de revestimiento de velas - 400 toneladas de acero.

El diseño preliminar tomó siete meses, la construcción tuvo una duración de 14 meses con más de 200 profesionales involucrados en el proceso, en el desarrollo de 27.000 m<sup>2</sup> de espacios para exposiciones.

### PRINCIPIOS DE SOSTENIBILIDAD

Palazzo Italia se considera un desafío arquitectónico y constructivo por la complejidad e innovación en el diseño, materiales y tecnologías utilizadas. El edificio está diseñado de forma sostenible gracias al aporte del vidrio fotovoltaico en la cubierta y las propiedades fotocatalíticas del nuevo hormigón para la fachada ramificada.

#### Cuadro 3 Técnicas Utilizadas

TÉCNICAS UTILIZADAS	
Materiales reutilizables	x
Reciclaje	X
Uso de recursos renovables	
Baja energía embebida	
Reducción de contaminación y toxicidad	x
Construir bajo la premisa de "cero desperdicio"	
Materiales locales	
Adaptación al entorno	x
Integración social	
Absortancia de los materiales	x
Confort térmico	x
Durabilidad en el material	x
Fácil mantenimiento	x
Integración del medio ambiente	

### TECNOLOGÍAS CONSTRUCTIVAS

#### TX ACTIVE® :

Es el material fotocatalítico utilizado en el concreto biodinámico que brinda calidad del aire en los centros urbanos mantiene características de forma que perduran en el tiempo

“La acción combinada de la luz y el ingrediente activo TXActive® descompone los contaminantes producidos por la actividad humana (fábricas, tráfico, calefacción doméstica), restaurando una mejor calidad del aire.” (Italcementi, 2020)

Se puede afirmar que gracias a la acción fotocatalizadora del concreto, 1.000 m<sup>2</sup> construidos con tecnología TX Active equivale a la siembra de 100 árboles o la eliminación de la contaminación que provocan 22 carros de gasolina o 16 carros que funcionan con diesel.

Un fotocatalizador es una sustancia semiconductor que puede activarse químicamente por radiación de luz; da como resultado una reacción de oxidación-reducción. Este proceso es

similar a la fotosíntesis en plantas en las en el que la clorofila actúa como catalizador para producir oxígeno a partir de dióxido de carbono y agua.



Figura 51 Fotocatalización. Fuente: Italcementi.com

Los cementos catalizadores pueden tener diferentes tipos de aplicaciones como pavimentos, techos, bloques de mampostería, mobiliario urbano, paneles de concreto, entre otros.

Los materiales altamente reflectantes a la radiación solar cuando se utilizan en el entorno urbano presentan una temperatura superficial significativamente menor y contribuyen a reducir los efectos de isla de calor urbano.



Figura 52 fachada cemento fotovoltaico. Fuente: Heidelberg cement

El bioconcreto no solo cuenta con características reflectantes, sino que también, el albedo del hormigón disminuye con el tiempo, la suciedad, el desgaste del material, ahorrando costos de mantenimiento.

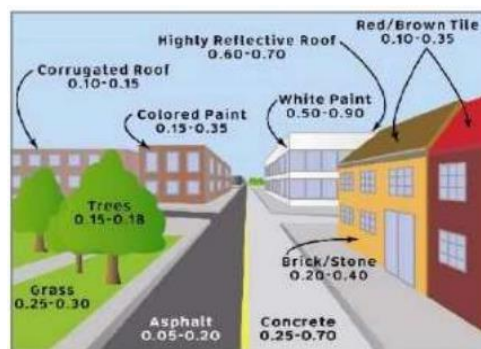


Figura 53 Reflexión solar. Fuente: Heidelberg cement

## MANTENIMIENTO

Debido a las características del material, “Una simple limpieza periódica con agua puede ser suficiente para evitar que el polvo penetre en el material cementoso” (Heidelberg Cement, 2020)

## NORMATIVA

Dentro de la UNI (la organización italiana de normalización), durante más de tres años "Fotocatálisis" ha estado trabajando para estándares de prueba para la construcción materiales con actividad fotocatalítica.

Se han publicado sobre materiales a base de cemento:

- UNI 11238-1. Determinación de la degradación catalítica de microcontaminantes orgánicos en el aire. Parte 1: Materiales cementosos fotocatalíticos.
- UNI 11247. Determinación de la degradación catalítica de dióxidos nitrosos por fotocatalítica materiales inorgánicos.
- UNI 11259. Determinación de la actividad fotocatalítica de ligantes hidráulicos. Rodamina método de prueba.

## APLICACIONES DEL PRODUCTO

### Umberto I Tunnel – Rome, Italy

Ubicado en el centro de Roma, el Túnel Umberto fue construido a principios del siglo XX para conectar la calle Tritone con la avenida Nazionale bajo el Palacio Quirinale (que es la residencia del presidente de la República Italiana).

Entrance from  
Nazionale Avenue



Entrance from Tritone  
Street



Figura 54 Puente Italia. Fuente:  
fotocatalisis.org

En agosto de 2007, el Túnel fue objeto de una restauración de un mes, cuya bóveda de 9.000 m<sup>2</sup> ha sido revestida

con pintura cementosa a base de TX ARIA®, y un sistema de iluminación específico para mejorar los beneficios descontaminantes de TX Aria® y aumentar la seguridad vial.



Figura 55 Umberto Tunnel. Fuente:  
fotocatalisis.org

Los datos de elementos contaminantes fueron supervisados antes y después de la reforma del túnel obteniendo resultados en los que se evidencia que la reducción del nivel de contaminación en el centro del túnel resulta ser superior al 50% (las reducciones calculadas oscilan entre el 51% y el 64%). Además, otro efecto relevante fue la reducción de los picos de contaminación en los gases NOX (NO y NO<sub>2</sub>)

### Jean Bleuzen street – Vanves, France

Junto a la autopista del área de París, la calle Jean Bleuzen sido incluida en la Red Vial. El proyecto de recalificación consistió en 300 m de revestimiento de hormigón TX ARIA® sobre un sustrato de hormigón tradicional, con aceras y bordillos en adoquines hechos con TX ARIA®. El resultado inmediato fue una reducción de contaminación auditiva, junto con una disminución de la contaminación de al menos un 20%.



Figura 56 Bleuzen street. Fuente:  
Fotocatalisis.org

### COSTOS

El precio de cemento Italcementi que contiene TX Active® es de alrededor de 1 euro / kg, La pavimentación en bloques fotocatalíticos cuesta en promedio 10 - 20% más que el pavimento tradicional.

### 2.3.3. NEW LIFE CONCEPT



Figura 57 New life style, vista exterior. Fuente: Constucción21.org

**Arquitectos:** LPR Arquitectes SLP

**localización:** Carme Monturiol 11, oficina 4. 08026 Barcelona.

**Contratista general:** Construccions Busquets Sitjà SL

**Constructor principal:** Construccions Busquets Sitjà SL

**Fabricante de productos:** Prefabricats Planas, Fusteria Danés

**Calculista de estructuras:** Blazquez-Guanter SLP, Tramatecnoambiental TTA, Emblemma, SiS consultoria acústica SL

**Planeamiento vigente:** Pla de Ordenación Urbanística

**Tipo de suelo:** Suelo urbano

**Subzona:** Predominio tipología de edificación residencial unifamiliar en forma de ciudad jardín (clave 6C)

**Usos admitidos:** Vivienda unifamiliar

**Dotación mínima de parqueo:** 2 espacios por vivienda

**Superficie de parcela :** 1014 m<sup>2</sup>

**Superficie construida :** 159 %

**Zonas verdes :** 817 m<sup>2</sup>

#### Descripción general del proyecto

“La propuesta quiere hacer énfasis en la posibilidad de plantear construcciones no compactas para facilitar la conjunción entre necesidades, presupuesto y evolución del núcleo familiar.” (Construcción 21 España, 2020)

El proyecto es una construcción inmobiliaria que busca tener una demanda energética muy baja, por esta razón, el diseño y los materiales utilizados generan un edificio con bajos niveles de contaminación ambiental

El diseño arquitectónico está compuesto por dos módulos, el principal que alberga los espacios necesarios para una vivienda de dos habitaciones y el segundo módulo que

tiene posibilidad de cambios para integrar dos habitaciones con un baño, un estudio, un espacio de taller, un despacho, una habitación de música, una sala de reuniones, una sala de juegos para los niños, o una oficina

La ubicación de la fachada principal tiene una orientación hacia el sur, y el cuerpo secundario este situado hacia el este, con el fin de garantizar un menor consumo energético. Los dos módulos y la entrada están unidos por una pérgola pavimentada. Y la valla principal de la está ubicada cercana a la malla vial del sector para los espacios de parqueo del proyecto

### **Descripción arquitectónica del edificio**

“Los edificios se generan partiendo de una sección circular de diámetro interior 410 cm. El elemento base tiene una longitud de 265 cm y la sección transversal está formada por tres piezas, construidas con una estructura metálica en forma de arco que sujeta una lámina de GRC a dos de ellas y una estructura metálica llana con plafón de madera que sujeta la otra: las dos primeras tienen la función de envolvente exterior y la tercera como envolvente inferior.” (Construcción 21 España, 2020)

### **Razón de la forma**

Los autores consideran que la piel del edificio es el lugar por donde se gana o se pierde energía, y las aristas son los puntos esenciales donde existe la mayor pérdida energética, por lo tanto, encontraron en la forma cilíndrica reducir los puntos críticos, generando un mayor volumen de aire con la misma superficie útil dando una sensación de espacios amplios y confortables al interior.

### **Eficiencia en la construcción**

“Tanto en el ámbito de la organización como de control de calidad y de gestión del rendimiento del trabajo. Debemos transformar el proceso de construcción de la obra en un proceso de montaje. El objetivo es garantizar la calidad y el confort reduciendo costes para poder ofrecer un precio más ajustado.” (Construcción 21 España, 2020)



Figura 58 Construcción de vivienda. Fuente: Constucción21.org



Figura 59 Material de construcción. Fuente: Constucción21.org

Los módulos están conformados por tres anillos estructurales compuestos por metal galvanizado, tienen una piel interior de hormigón reforzado con fibra de vidrio, 24 cm de lana de roca, una cámara de aire ventilada de 4 cm y una chapa galvanizada lacada.

El despiece de los anillos permite que los elementos cuenten con bajo peso, facilitando el transporte estándar y una descarga y montaje a obra sin maquinaria especial.

Los tabiques del proyecto llegan a la obra pintados y con los mecanismos instalados; las conexiones se hacen por el sótano. La facilidad de la construcción genera un proceso de ejecución de obra de tres meses.

El sistema constructivo se basa en 3 diseños de anillos que conectan con otros anillos, formando los espacios interiores. El diámetro interior es de 410 cm, con una altura libre de 310 cm y una profundidad de 265 cm. Este sistema recibe el nombre de “Sistema constructivo 240”

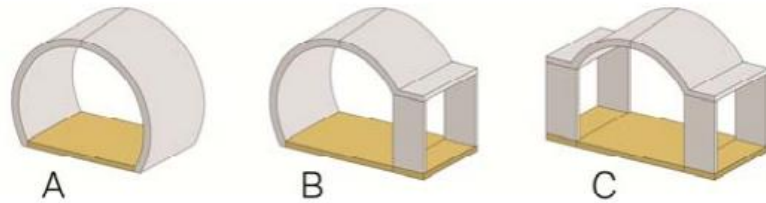


Figura 60 Módulos. Fuente: Construcción21.org

“Nuestro sistema constructivo disminuye el impacto en el terreno al ser edificios ligeros. Garantizan un bajo consumo energético a lo largo de su vida. Al ser una construcción basada en el montaje de piezas no genera residuos de obra. La fabricación de los edificios garantiza la minimización de consumo de energía y de producción de residuos, aumentando la seguridad en el trabajo. El edificio puede ser deconstruido por el derribo o traslado.”

(New Life Concept, 2020)

### Condición de construcción en la zona

El lugar tiene fácil acceso de camiones de 13 m de altura, el terreno no tiene elementos a demoler y la vegetación actual en el entorno se encuentra intacta; las condiciones del terreno muestran una capacidad soportante superior a 1,0 kg

/ cm<sup>2</sup>, y presenta un nivel freático a 2 m por debajo del nivel de cimentación. La zona presenta una buena señal de televisión-FM. Conexión a Internet para gestión de programa de control de las instalaciones a distancia.

### Materialidad

Para el espacio que está en contacto con la tierra, se utiliza un pavimento de hormigón, los muros hacen uso de este mismo material con bloques encofrados, y un aislamiento de XPS de 4 cm de espesor debajo del pavimento y 8 cm de espesor en los muros, además de una lámina de impermeabilización.

La piel es una estructura es galvanizada con una lámina interior de GRC (Glass Reinforced Concrete) y una chapa metálica grecada galvanizada de 0,75, en el interior existe una cámara de ventilación y un aislamiento de lana de roca de 24 cm.

Para las fachadas, se utilizaron paneles de madera de abeto termotratada. Los acabados mantienen el mismo lenguaje con terminados de madera pintada y barnizada.



Figura 61 Vista módulo de vivienda. Fuente: Constucción21.org



Figura 63 Pérgola exterior. Fuente: Constucción21.org



Figura 62 Vista interior. Fuente: Constucción21.org



Figura 64 Zonas verdes. Fuente: Constucción21.org

Los autores del proyecto mencionan que “Dada la vocación ecológica de esta casa hemos racionalizado la demanda de agua de riego minimizando la superficie de césped, que se concentra en la zona más noble del jardín, situada frente a la zona estar-comedor-cocina. El resto del jardín está tratado con "mulch" (restos de madera de bosque trituradas) de nulo mantenimiento. El pavimento exterior es de piedra artificial; losa Vulcano de BREINCO. En un par de años el módulo pequeño quedará cubierto por enredaderas.” (New Life Concept, 2020)

#### **Datos de instalaciones electromecánicas**

- Consumo de energía primaria: 29.00kWhpe/m<sup>2</sup>, year
- Método de cálculo: Real decreto español 47/2007
- Coste de eficiencia energética del edificio: kWhpe/€

#### **Sistemas:**

- Calefacción: Bomba de calor, pozos canadienses
- Agua caliente: Bomba de calor, paneles solares
- Refrigeración: Bomba de calor reversible
- Ventilación: Ventilación natural, doble flujo, nocturna

- Sistemas renovables: Energía solar fotovoltaica, paneles solares, bombas de calor

#### **Calidad ambiental del edificio:**

- Adaptabilidad del edificio
- Salud por la calidad del aire interior
- Biodiversidad
- Acústico
- Confort (olfativo, térmico, visual)
- Gestión del agua
- Eficiencia energética, la gestión de la energía
- Energía renovable
- Gestión y mantenimiento de los edificios
- Gestión del espacio, la integración en el sitio
- Procesos de construcción
- Productos y materiales de la construcción

## Mantenimiento del edificio

Las instalaciones electromecánicas se encuentran en el sótano de 120 cm de altura, con acceso desde el exterior, todas las operaciones de mantenimiento se hacen sin tener contacto con el espacio habitable.

La entidad diseñadora menciona: “Hemos diseñado un programa informático específico y abierto que centraliza en una sola pantalla la gestión de todas las instalaciones, tanto

las existentes como las que se puedan incorporar en el futuro. Esta pantalla nos da información sobre el funcionamiento y los consumos de las distintas instalaciones y permite su manipulación desde cualquier dispositivo, incluso remoto (teléfono móvil). Está conectado a una central de averías, desde donde se pueden solucionar pequeños problemas o localizar la reparación necesaria.” (Construcción 21 España, 2020)

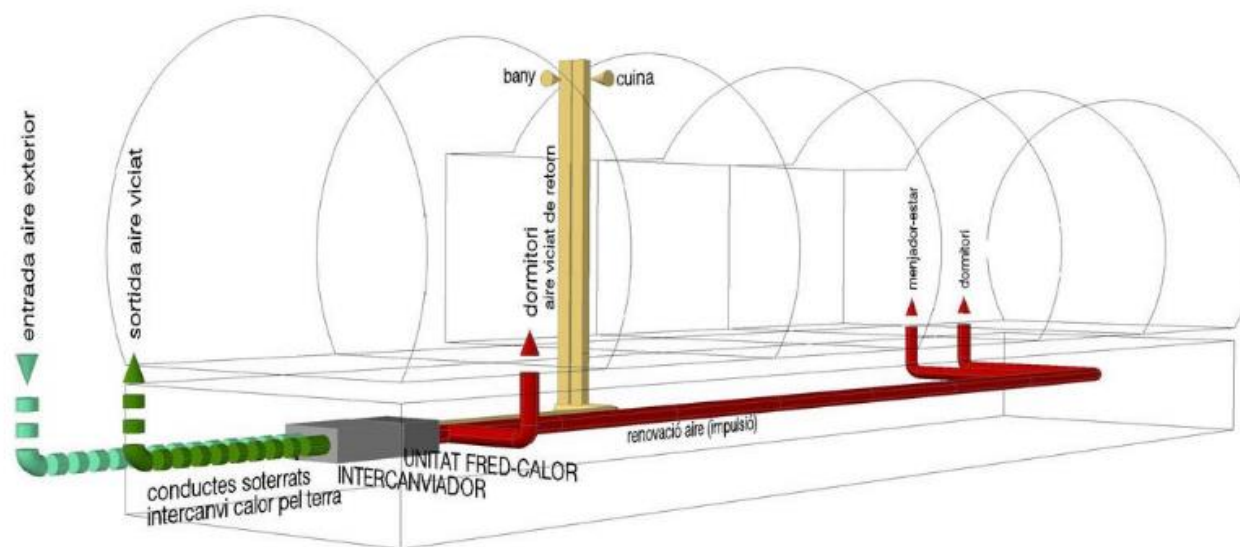


Figura 65 Programa informático de mantenimiento. Fuente: Construcción21.org



Pantalla a l'interior de l'habitatge

Figura 66 Zona de mantenimiento electromecánico. Fuente: Construcción21.org



Figura 67 Panel de control de mantenimiento. Fuente: Contrucción21.org

## Planos arquitectónicos

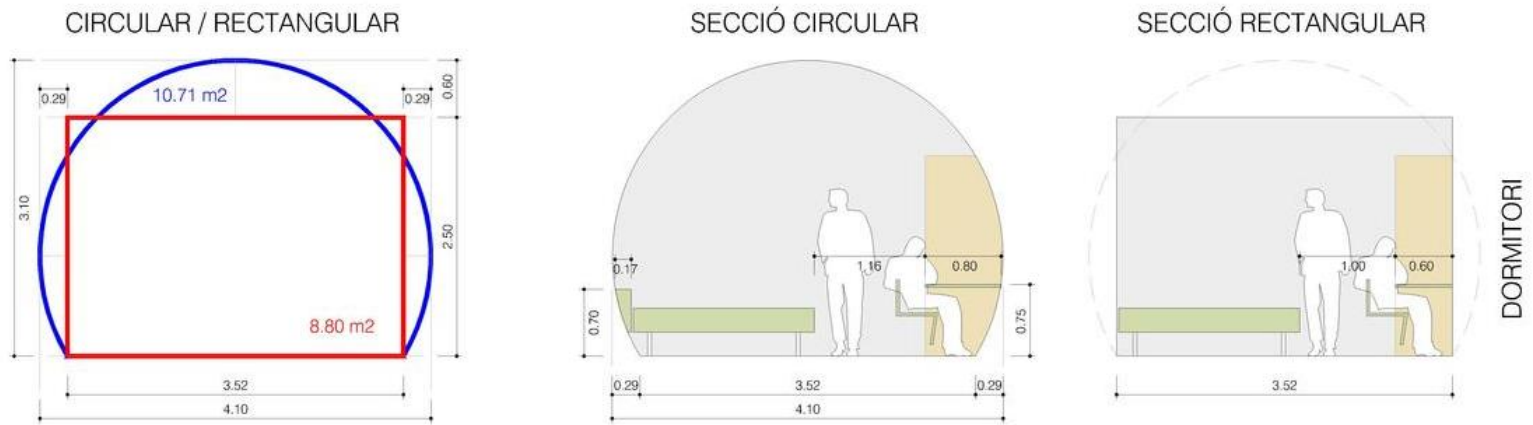


Figura 68 Secciones. Fuente: New life concept

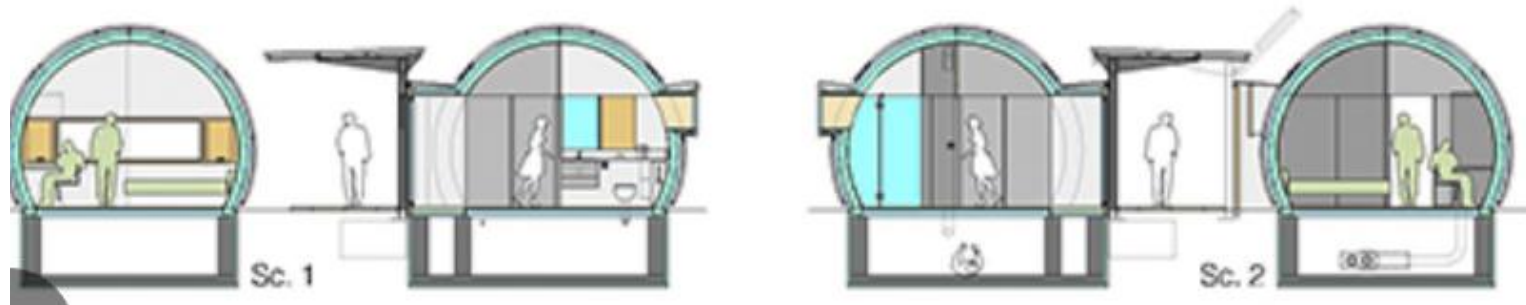


Figura 69 Secciones vivienda. Fuente: New life concept

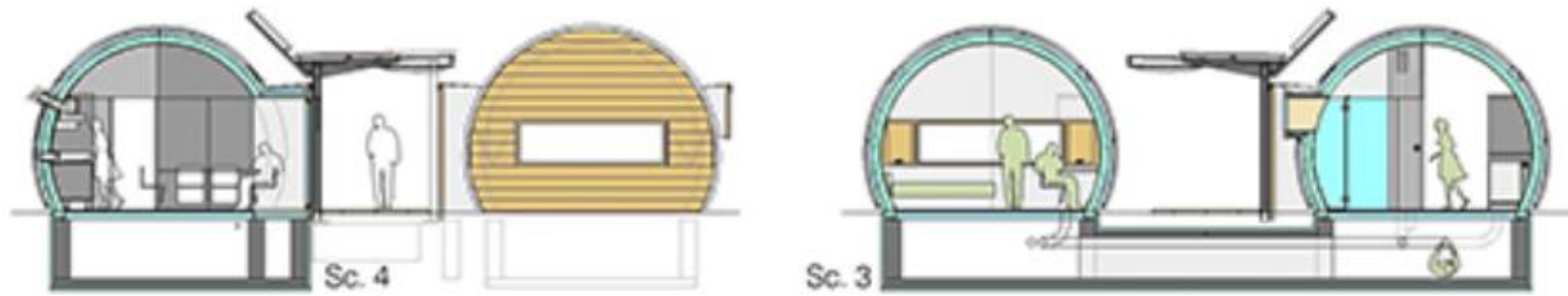


Figura 70 Secciones interiores de vivienda. Fuente: New life concept



Figura 71 Modelo de planta de distribución. Fuente: New life concept

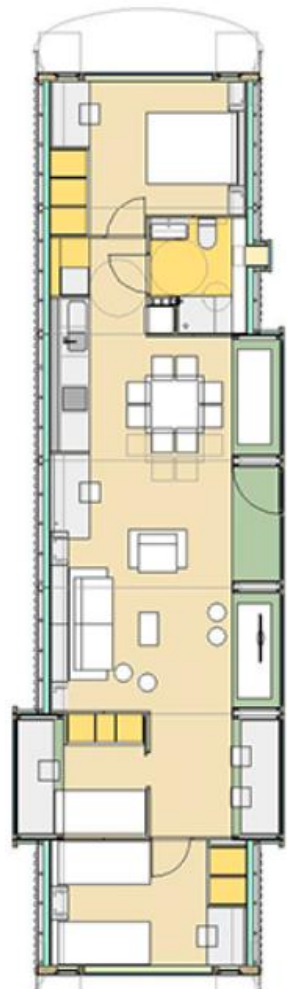
5 Anelles  
2 H 67.09 m<sup>2</sup>  
Px - 10.84 m<sup>2</sup>



6 Anelles  
2 H 80.88 m<sup>2</sup>  
Px - 10.84 m<sup>2</sup>



7 Anelles  
3 H 95.93 m<sup>2</sup>  
Px - 10.84 m<sup>2</sup>



9 Anelles  
3 H 104.37 m<sup>2</sup>  
Px - 42.64 m<sup>2</sup>



Figura 72 Modelos de plantas modulares. Fuente: New life concept

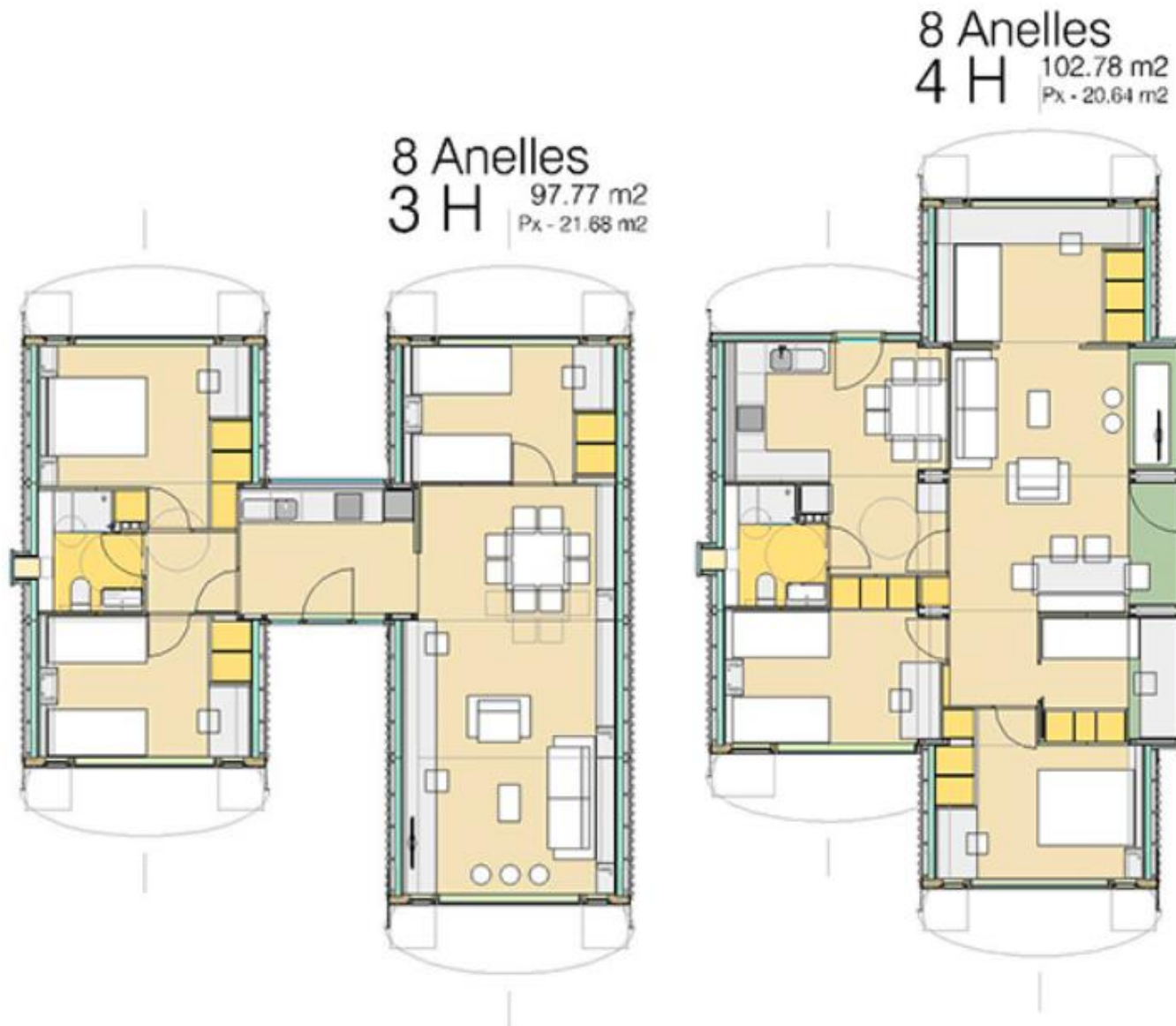


Figura 73 Modelos de plantas. Fuente: New life concept

## INFORMACIÓN GENERAL



Figura 74 Vista exterior. Fuente: New life concept

### Nombre del proyecto:

Vivienda New Life Concept

### Profesionales a cargo:

LPR Arquitectes SLP

### Localización:

Construccions Busquets Sitjà SL

Área: 95 m<sup>2</sup> Superficie útil

### ENTORNO

#### Datos urbanísticos:

Planeamiento vigente:

Pla de Ordenación Urbanística Municipal de Vilobí d'Onyar, aprobado inicialmente el 29 de julio de 2010

## 2.3.3.1. Ficha Técnica NEW LIFE CONCEPT

**Calificación del suelo:** Suelo urbano

**Denominación zona:** Zona de ordenación de casas aisladas

**Subzona:** Predominio tipología de edificación residencial unifamiliar en forma de ciudad jardín (clave 6C)

Usos admitidos: Vivienda unifamiliar

Dotación mínima aparcamiento 2 plazas / vivienda

**Otro planeamiento:** Plano Especial del sistema general aeroportuario de Girona, aprobado el 18 de noviembre de 2004

## MISIÓN Y VISIÓN

La propuesta quiere hacer énfasis en la posibilidad de plantear construcciones no compactas para facilitar la conjunción entre necesidades, presupuesto y evolución del núcleo familiar.

## SISTEMA CONSTRUCTIVO

Los edificios se generan partiendo de una sección circular de diámetro interior 410 cm. El elemento base tiene una longitud

de 265 cm y la sección transversal está formada por tres piezas, construidas con una estructura metálica en forma de arco que sujeta una lámina de GRC a dos de ellas y una estructura metálica llana con plafón de madera que sujeta la otra: las dos primeras tienen la función de envolvente exterior y la tercera como envolvente inferior



Figura 75 Construcción de vivienda. Fuente: Constucción21.org

## MATERIALIDAD

Los módulos están conformados por tres anillos estructurales compuestos por metal galvanizado, tienen una piel interior de hormigón reforzado con fibra de vidrio, 24 cm de lana de roca, una cámara de aire ventilada de 4 cm y una chapa galvanizada lacada.

## PRINCIPIOS DE SOSTENIBILIDAD

El sistema constructivo disminuye el impacto en el terreno al ser edificios ligeros. Garantizan un bajo consumo energético a lo largo de su vida. Al ser una construcción basada en el montaje de piezas no genera residuos de obra. La fabricación de los edificios garantiza la minimización de consumo de energía y de producción de residuos, aumentando la seguridad en el trabajo. El edificio puede ser deconstruido por el derribo o traslado. El material utiliza menos cemento que el concreto y produce emisiones de dióxido de carbono mucho más bajas durante su fabricación.

Cuadro 4 Técnicas Utilizadas

TÉCNICAS UTILIZADAS	
Materiales reutilizables	x
Reciclaje	X
Uso de recursos renovables	
Baja energía embebida	
Reducción de contaminación y toxicidad	x
Construir bajo la premisa de “cero desperdicio”	
Materiales locales	
Adaptación al entorno	x
Integración social	
Absortancia de los materiales	x
Confort térmico	x
Durabilidad en el material	x
Fácil mantenimiento	x
Integración del medio ambiente	



Figura 76 Exterior de la vivienda.  
Fuente: construcción21.org

## TECNOLOGÍAS CONSTRUCTIVAS

### Cemento GRC

“El GRC, que es el acrónimo en inglés de “Glassfibre Reinforced Cement” es un material compuesto, formado por una matriz de mortero de cemento armada con fibras de vidrio resistentes a los álcalis del mortero. La matriz está formada por un mortero de cemento gris CEM I 52,5 R o blanco BL II 42,5 R, con resistencias de 52,5 i 42,5 N/mm<sup>2</sup> respectivamente, y arena de silicio con contenido de Cuarzo (SiO<sub>2</sub>) superior al 96 % del peso de la arena y con una granulometría de máximo 1,6 mm de diámetro. Cemento y arena se mezclan con la proporción indicada de agua y aditivos. Estos aditivos pueden ser: plastificantes, fluidificantes, súper plastificantes, impermeabilizantes, hidrófugos” (Construcción 21 España, 2020)

El cemento GRC tiene propiedades que le permiten moldearse fácilmente ante diferentes formas, detalles y texturas, su nivel de resistencia permite el uso de este material para elementos de revestimiento delgados y ligeros, por otra parte, el material se presta para utilizarse con diferentes colores

provenientes de pinturas, pigmentos o revestimientos de piedra natural.

Por sus características y propiedades físicas, el revestimiento de GRC puede utilizarse en vez el hormigón prefabricado tradicional donde el peso o la forma se convierten en problemáticas constructivas.



Figura 77 Moldura de formas con tecnología GRC. Fuente: GRC International

La manera en cómo se fabrican los elementos arquitectónicos con este material, es a través de una pistola que moldea las formas y texturas deseadas del material. Es necesario contemplar que existen diferentes tratamientos posteriores que elevan su resistencia mecánica a flexión e impacto haciendo de este material una opción resistente a pesar de su estructura liviana.

“Las cualidades de GRC se muestran con gran ventaja en el área de la construcción modular. Los paneles GRC son ligeros y fáciles de transportar, pero también resistentes a los daños. Unidades pequeñas como baños modulares o carcasas de equipos de telecomunicaciones se pueden enviar en una sola pieza y rápidamente elevado a su posición” (GRCA International, 2018)

#### **MANTENIMIENTO**

El Glassfibre Reinforced Cement es un material con características de durabilidad alta, y que requiere de bajo mantenimiento, ya que es impermeable, resistente a los agentes atmosféricos, combustibles y no inflamables.



Figura 78 Aplicación del cemento en cubiertas. Fuente: GRC International

#### **APLICACIONES DEL PRODUCTO**

##### **Al Asmakh Palace, Doha, Qatar**

“El cliente de este proyecto, Ibrahim Hassan Al Asmakh es el fundador / propietario (presidente y presidente) de Regency Group Holding, el grupo empresarial líder en Qatar que incluye bienes raíces, viajes y turismo, hoteles y hotelería, construcción, transporte, seguros y tecnología. Logística y Servicios Médicos. El cliente construyó este palacio para que fuera su residencia personal.” (International GRCA, 2020)



Figura 79 Al Asmakh Palace Fuente: GRC International

Las características que GRC generó en este proyecto fueron:

- Columnas decorativas acanaladas con perfil de base y capitel de varios tamaños que muestran diseños del Imperio Romano y Mediterráneo.
- Fachadas y entradas altamente decorativas
- Cúpulas decorativas
- Cornisas y molduras
- Majlis
- Muros limítrofes
- Techo decorativo

“Otra característica única y distintiva del GRC suministrado a este proyecto fue el acabado de lavado ácido y el

sistema de fijación oculto del GRC con materiales de acero inoxidable. Este es el primer palacio privado en Qatar que utiliza este tipo de acabado.” (International GRCA, 2020)

### 1000 Museum, Miami, USA

Se trata del último rascacielos diseñado por Zaha Hadid, su exoesqueleto está diseñado con tecnologías de hormigón reforzado con fibras de vidrio o GRC. Este es uno de los ejemplos de cómo este material permite el desarrollo de grandes estructuras.



Figura 80 1000 Museum, Miami Fuente: GRC International



Figura 81 Museum Miami Fuente:projetimmobilierdeprestige.com

### COSTOS

Aunque la densidad relativa es similar a la del hormigón, los paneles GRC pueden ser mucho más delgados que los paneles de hormigón tradicionales, lo que los hace hasta un 75% más ligeros que las piezas similares fundidas con hormigón tradicional. Esto hace que las piezas sean más fáciles de manejar, reduce los costos de transporte y reduce los requisitos fundamentales.

### 2.3.4. CENTRO INFANTIL EL GUADUAL



Figura 82 Entrada principal. Fuente: Plataforma Arquitectura

- **Architectos:** Daniel Joseph Feldman Mowerman, Iván Dario Quiñones Sanchez
- **Localización:** Villa Rica, Cauca, Colombia
- **Área:** 1823 m<sup>2</sup>
- **Año:** 2013
- **Fabricantes:** Acesco, Argos, Calypso, Corona, Fiberglass Colombia, Guadua macana, Lfalum, Metalinox, Reforplas, Servimontajes y Suministros

El proyecto es un colegio dedicado a la educación de primera infancia, dentro de los servicios que presta, se atienden 300 niños de 0 a 5 años, 100 madres embarazadas y 200 recién nacidos como parte de la estrategia nacional integral de atención temprana a la juventud "de Cero a Siempre".

El centro educativo está ubicado en Villa Rica un municipio del departamento del Cauca, el edificio es conformado por 10 salones de estudio, un comedor, zonas de recreación, espacios artísticos, sala de primeros auxilios, áreas administrativas, huerto, fuente de agua, teatro público al aire libre y una plaza cívica.

El diseño interno fue pensado en diferentes alternativas pedagógicas que permite que los niños tengan una experiencia de aprendizaje más rica; se puede observar una arquitectura con espacios abiertos, obstáculos y zonas especiales que generan la sensación de descubrimiento y recreación para los infantes.

Este tipo de arquitectura desarrolla en los niños la toma de decisiones individuales, ya que la composición de espacios entre aulas se conecta a través de montañas, puentes,

escaleras y toboganes; por otra parte, cada salón cuenta con un baño propio, para evitar que el profesor se desplace a espacios lejanos cuando el niño ingresa a los servicios sanitarios, permitiendo que el docente se centre en la optimización de la educación de los niños.

### **Integración Social**

“Las charadas de diseño con niños, adolescentes, jóvenes trabajadores y líderes locales fueron el punto de partida del diseño en términos de espacios, materiales, dimensiones y relaciones con la ciudad. La construcción duró 9 meses y el costo total del proyecto fue de US \$ 1,6 millones. Los fondos para construir el proyecto provienen de la cooperación internacional, donaciones privadas, recursos públicos y donaciones en especie.” (ArchDaily, 2014)

La ejecución en obra contó con el apoyo de más de 60 profesionales locales, quienes obtuvieron certificaciones en técnicas de construcción.

El proyecto generó un sentido de pertenencia a los habitantes de la región, ya que el colegio fue diseñado y

construido con la participación de los Villaricenses por medio de talleres de diseño participativo.

### **Impacto urbano**

Al realizar el proyecto de construcción, el desarrollo urbano del entorno ha sido notable, ya que el proyecto fomentó el desarrollo de nuevas aceras peatonales, un cine al aire libre, una sala de arte abierta al público, y una plaza cívica. El impacto regional ha hecho que esta zona sea un hito para las actividades que se desarrollan en el municipio

### **Parámetros de Sostenibilidad**

El instituto de educación es considerado como un proyecto de construcción ambiental por responsabilidad medioambiental, ya que los materiales que utiliza tienen una gran durabilidad, son renovables, y de fácil obtención en la zona.



Figura 83 Sistema estructural en guadua. Fuente: Plataforma arquitectura



Figura 84 Fachada. Fuente: Plataforma arquitectura



Figura 85 Vista interior. Fuente: Plataforma arquitectura

“Todos los espacios reciben luz natural durante los días y están ventilados de forma natural permitiendo que el centro funcione sin necesidad de energía. Las paredes de hormigón texturizado absorben el calor manteniendo los espacios frescos, y el techo de varias capas controla el impacto del sol dentro de las habitaciones. El uso del bambú como una forma de revalorizar las tradiciones locales de una manera contemporánea habla de la necesidad de utilizar materiales locales y preservar los cauces de los ríos. Cada salón de clases recolecta agua de lluvia que se usa para jardinería y mantenimiento, pero hace que el proceso de recolección y utilización sea evidente para los niños y visitantes.” (ArchDaily, 2014)

El diseño de las fachadas tiene una textura particular realizada con elementos de guadua, material característico del proyecto. La valla del colegio contiene un recubrimiento de materiales reciclados que fueron recolectados e instalados por el personal docente de la institución.



Figura 86 Pasillos. Fuente: Plataforma arquitectura



Figura 87 Valla perimetral. Fuente: Plataforma arquitectura



Figura 88 Patio. Fuente: Plataforma arquitectura

“Su construcción de baja tecnología y los diferentes métodos de recolección de agua, iluminación y ventilación natural, resaltan la arquitectura bioclimática que maneja el centro educativo, permitiendo además que la guadua transforme cada espacio con que cuenta el CDI por medio de diferentes texturas e iluminación, generando percepciones diferentes y jugando con el ambiente.” (Castaño, 2015)



Figura 89 Huertos interiores. Fuente: Plataforma arquitectura



Figura 90 Aulas. Fuente: Plataforma arquitectura



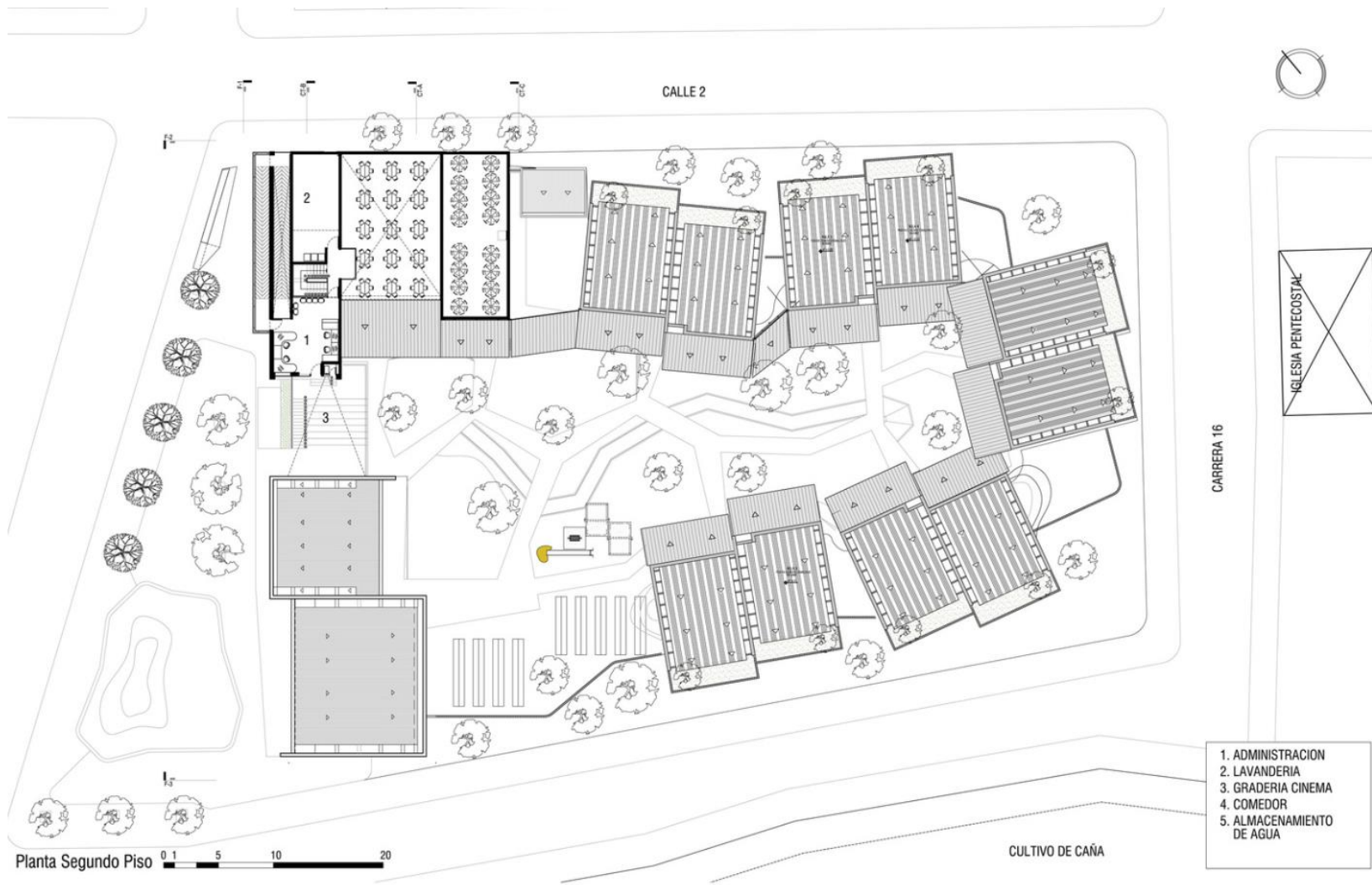


Figura 92 Planta 2. Fuente: Plataforma arquitectura

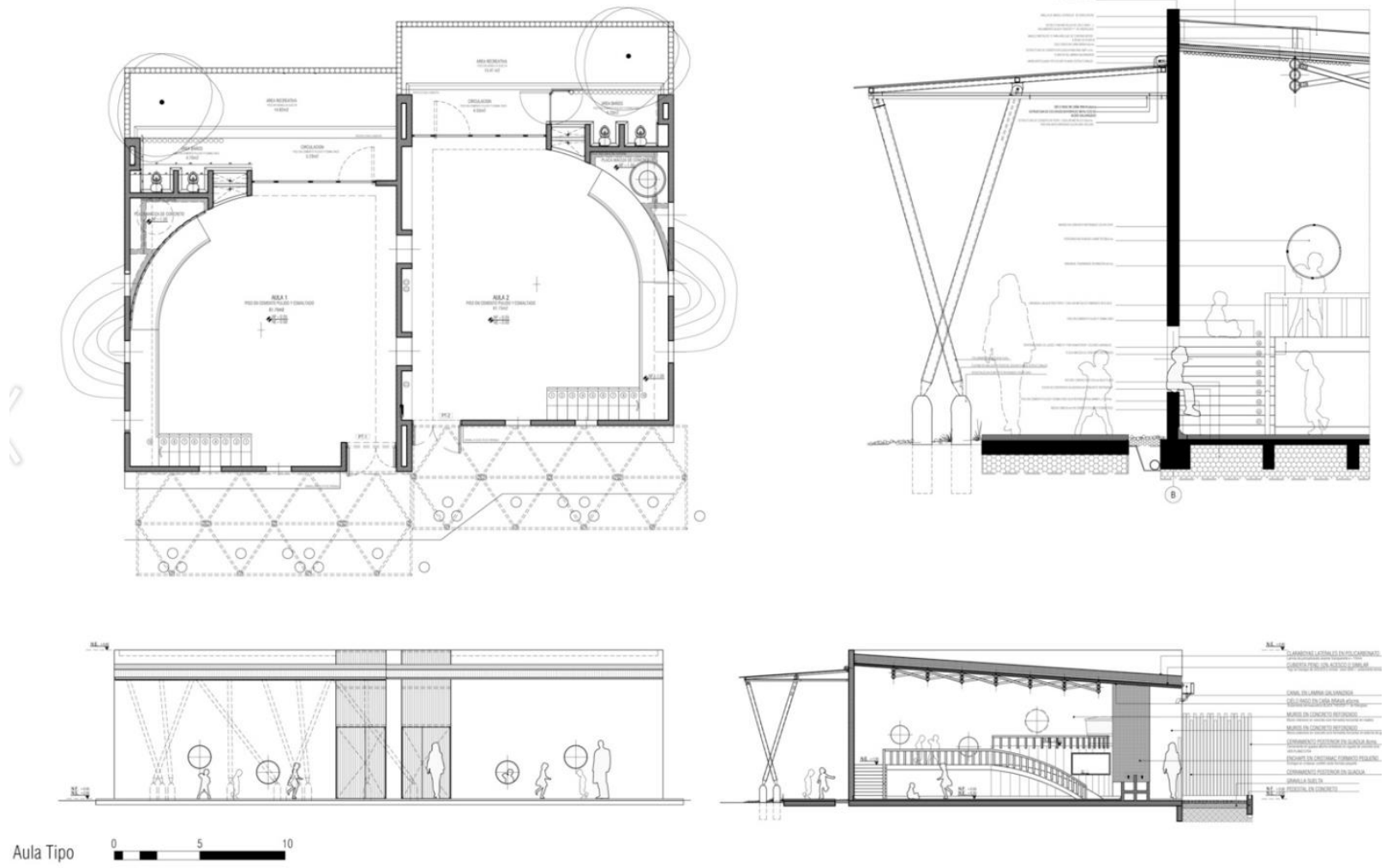


Figura 93 Aulas. Fuente: Plataforma arquitectura

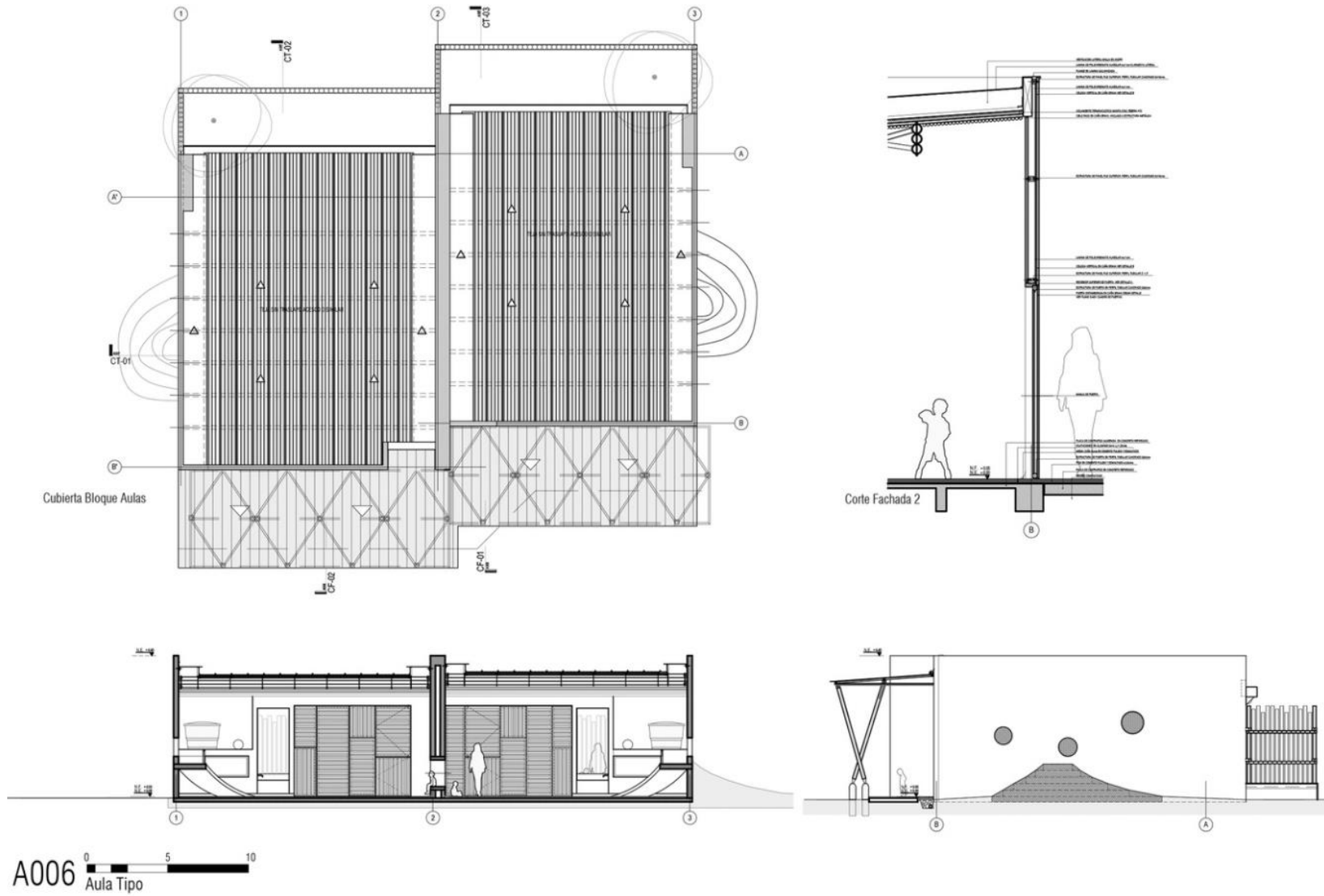


Figura 94 Planos aulas. Fuente: Plataforma arquitectura

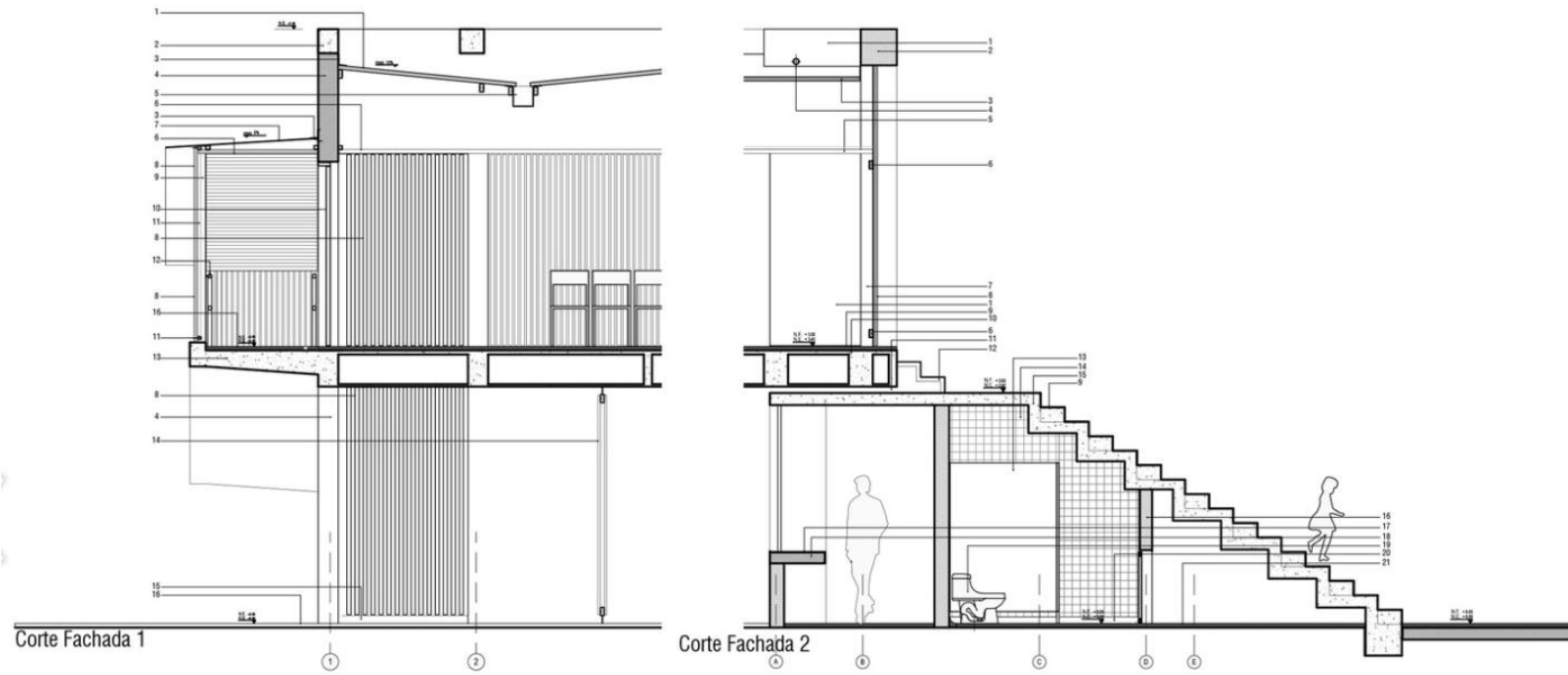


Figura 95 Corte fachada. Fuente: Plataforma arquitectura

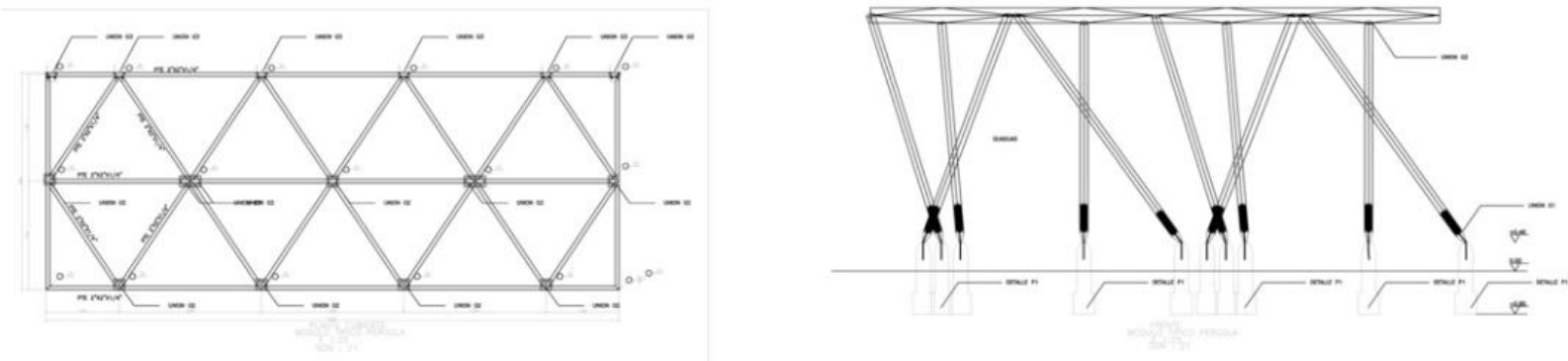


Figura 96 Sección estructural. Fuente: Plataforma arquitectura

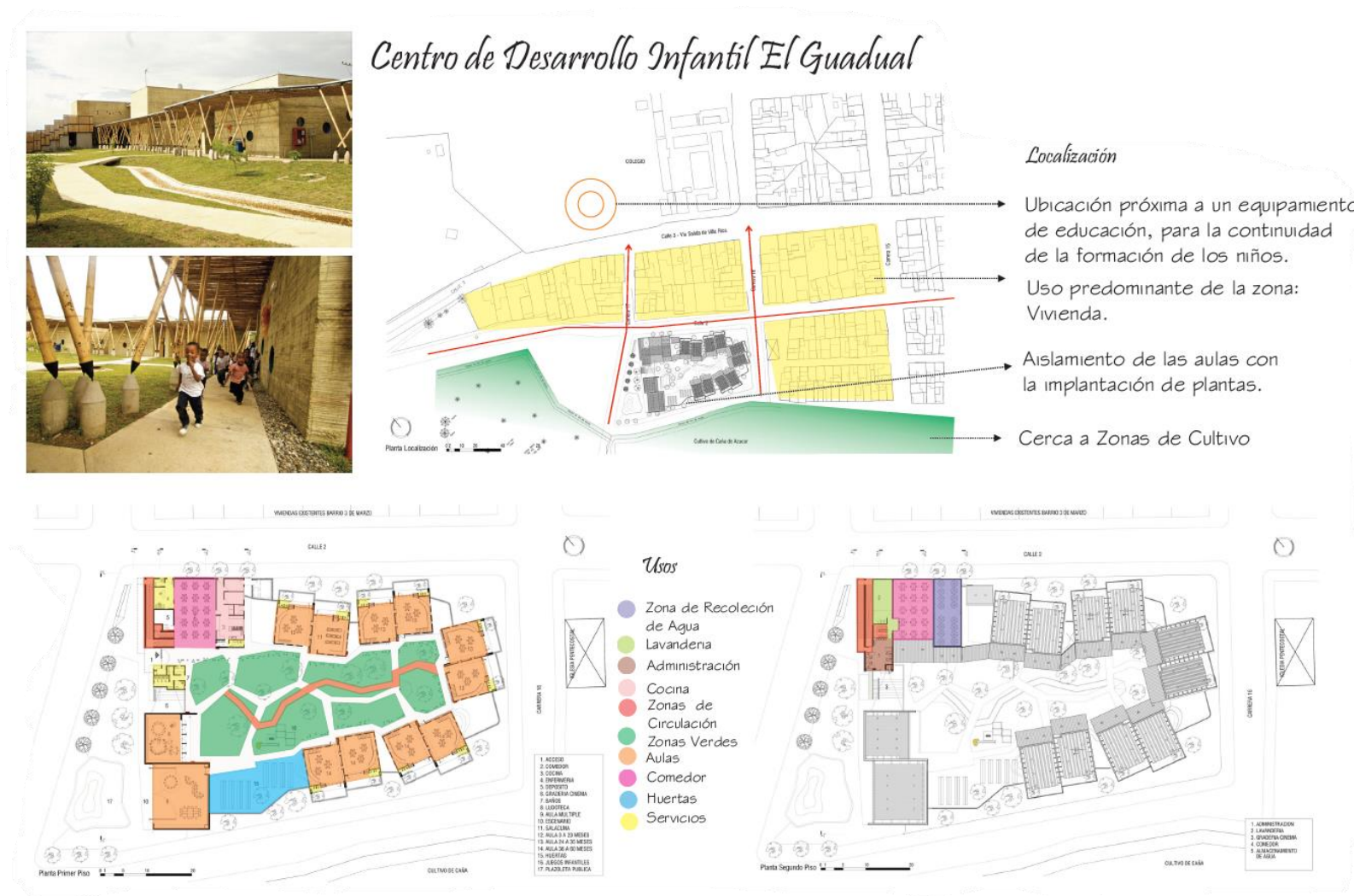


Figura 97 Análisis Centro Infantil El Guadual. Fuente: Elaboración propia.

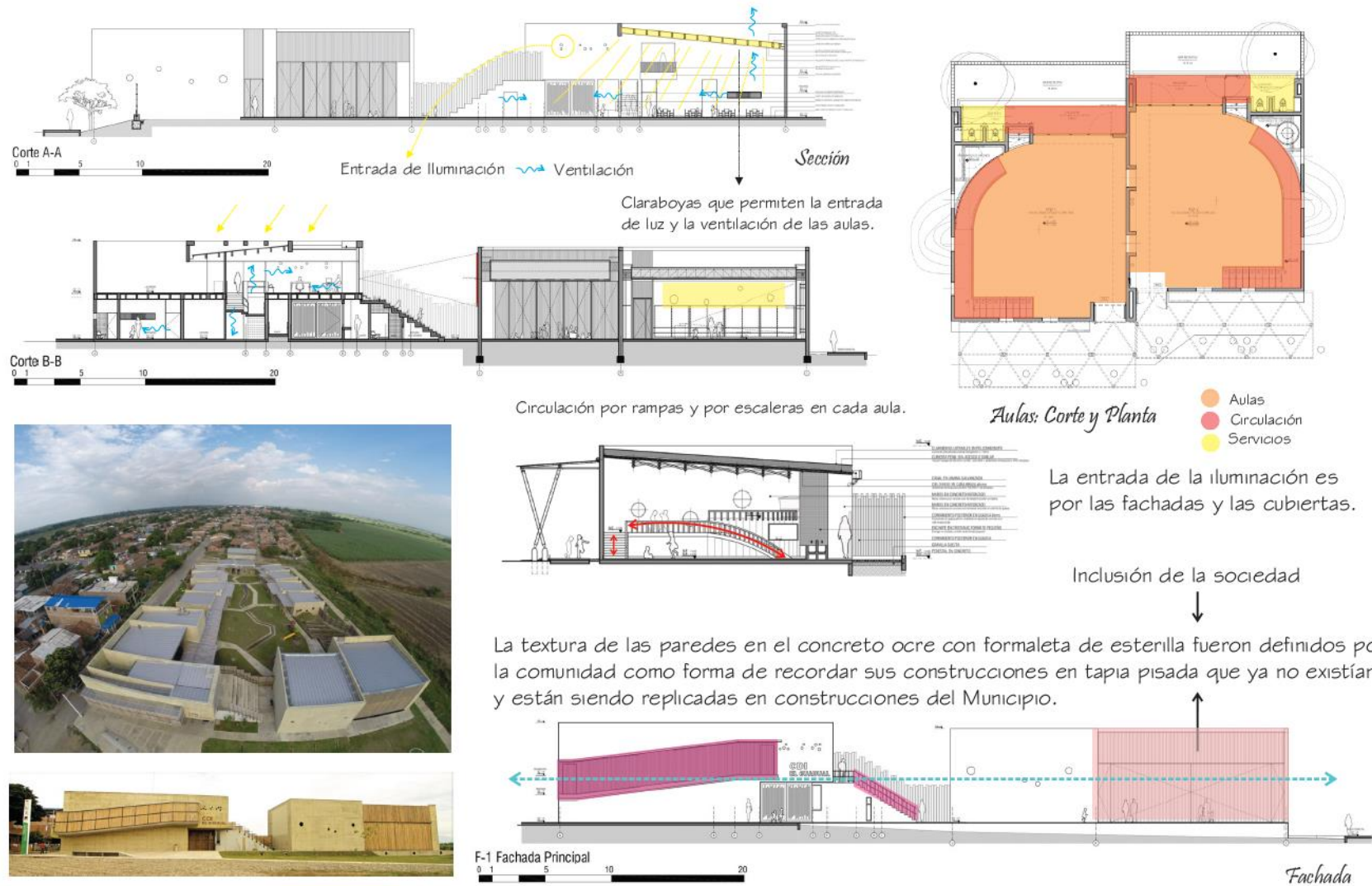


Figura 98 Análisis 2. Fuente: Elaboración propia

### 2.3.4.1. Ficha Técnica Centro de Desarrollo Infantil El Guadual

#### INFORMACIÓN GENERAL

**Nombre del proyecto:** Centro de Desarrollo Infantil El Guadual

**Architectos:** Daniel Joseph Feldman Mowerman, Iván Dario Quiñones Sanchez

**Localización:** Villa Rica, Cauca, Colombia

**Área:** 1823 m<sup>2</sup>

**Descripción:** El proyecto es un colegio dedicado a la educación de primera infancia, dentro de los servicios que presta, se atienden 300 niños de 0 a 5 años, 100 madres embarazadas y 200 recién nacidos como parte de la estrategia nacional integral de atención temprana a la juventud "de Cero a Siempre".

#### ANTECEDENTES

El proyecto generó un sentido de pertenencia a los habitantes de la región, ya que el colegio fue diseñado y construido con la participación de los Villaricenses por medio de talleres de diseño participativo.

#### INTEGRACIÓN SOCIAL

El proyecto generó un sentido de pertenencia a los habitantes de la región, ya que el colegio fue diseñado y construido con la participación de los Villaricenses por medio de talleres de diseño participativo.

Al realizar el proyecto de construcción, el desarrollo urbano del entorno ha sido notable, ya que el proyecto fomentó el desarrollo de nuevas aceras peatonales, un cine al aire libre, una sala de arte abierta al público, y una plaza cívica. El impacto regional ha hecho que esta zona sea un hito para las actividades que se desarrollan en el municipio



Figura99 Aula guadua Fuente: archdaily.com

#### MATERIALIDAD

La guadua es un material que gracias a sus favorables propiedades mecánicas, alta tasa de crecimiento, bajo peso y costo, es un material de construcción con altas opciones estructurales.

“Un estudio realizado en la India muestra que sembrar bambú resulta económicamente rentable y puede compararse con otro tipo de cultivos de huerto y estacionales (Krishnankutty, 2004). En términos de resistencia a la tensión y rigidez el bambú es comparable con el acero, pero la energía para producir un metro cúbico de bambú es solo 0.1 % de la requerida para producir la misma cantidad de acero (Albermani, Goh & Chan, 2007).” (García Aladín, 2018)



Figura 100 Estructura interior. Fuente: Plataforma arquitectura

La durabilidad del bambú depende en gran medida del proceso que lleva a cabo en la fase de preservación y secado. Hay muchos métodos de modificación para mejorar las propiedades de la madera y otros materiales biológico, sin embargo, la duración de la guadua depende de la

protección que se tenga contra el sol y el agua durante su vida de servicio.

### SISTEMA CONSTRUCTIVO

El bambú se destaca por su gran resistencia y altos módulos de elasticidad a tracción y compresión paralelos a la fibra de la planta, la baja resistencia y bajos módulos de elasticidad se encuentra en las direcciones perpendiculares a la fibra.

“Habitualmente, las uniones de bambú se construyen por medio de ataduras, con la introducción de tacos de madera o con la perforación con taladro de los elementos individuales para unirlos a otros mediante pernos. Las conexiones atadas no tienen la capacidad de transmitir momento y las conexiones con tacos de madera suelen desgarrar los elementos.” (García Aladín, 2018)

Este tipo de situaciones ha provocado que las uniones tradicionalmente han sido las partes menos predecibles y susceptibles.

### PRINCIPIOS DE SOSTENIBILIDAD

El instituto de educación es considerado como un proyecto de construcción ambiental por responsabilidad medioambiental, ya que los materiales que utiliza tienen una gran durabilidad, son renovables, y de fácil obtención en la zona.

Su construcción de baja tecnología y los diferentes métodos de recolección de agua, iluminación y ventilación natural, resaltan la arquitectura bioclimática que maneja el centro educativo, permitiendo además que la guadua transforme cada espacio con que cuenta el CDI por medio de diferentes texturas e iluminación, generando percepciones diferentes y jugando con el ambiente.

Cuadro 5 Técnicas Utilizadas

TÉCNICAS UTILIZADAS	
Materiales reutilizables	x
Reciclaje	
Uso de recursos renovables	
Baja energía embebida	
Reducción de contaminación y toxicidad	x
Construir bajo la premisa de “cero desperdicio”	
Materiales locales	x

Adaptación al entorno	x
Integración social	x
Absortancia de los materiales	
Confort térmico	
Durabilidad en el material	x
Fácil mantenimiento	x
Integración del medio ambiente	x

## TECNOLOGÍAS CONSTRUCTIVAS GUADUA

El tipo de guadua catalogada como una de las de mayor uso en Colombia es la llamada angustifolia se conocen la guadua cebolla, guadua rayada y la guadua macana, siendo esta última la más empleada en la construcción, puesto que tiene las paredes más gruesas.



Figura 101. Fuente: Italcementi.com



Figura 102 Guadua Suramérica.  
Fuente: ecuadorforestal.org

El bambú es una de las plantas de crecimiento mas rápido, ya que pueden crecer hasta un metro en 24 horas. El proceso de secado para la utilización del material en construcción se hace a través del método de vinagrado, o el método a través de químicos.

El vinagrado es una técnica tradicional en Suramérica para la utilización de la guadua en sistemas constructivos, el método es de bajo costo, pero no se puede comparar con la efectividad de la preservación química.

“En el vinagrado, se deja la caña sobre el mismo tocón o una piedra, apoyada a los bambúes vecinos durante 3 semanas, dejando ramas y hojas intactas. En este proceso se disminuye los almidones, azúcares y humedad, limitando la vulnerabilidad de la caña al ataque de insectos y microorganismos. La caña cambia temporalmente de color verde a naranja y huele a alcohol (“caña borracha”).” (Construir con Bambú (Caña de Guayaquil) Manual de construcción, 2015)

Por otra parte, la técnica de inmersión en solución de bórax y ácido bórico, es el más recomendado, por su eficacia, costo, seguridad para los usuarios, y de bajo impacto al medio ambiente. Se recomienda que la inmersión se realice con cañas secadas durante una semana como máximo.

Las estructuras de bambú requieren de un muy buen acabado con ceras, lacas barnices o pinturas, para evitar el desgaste del material o la pérdida de su valor estético.

## MANTENIMIENTO

Para piezas de bambú que están expuestas a la intemperie deben tener un mantenimiento por lo menos cada 6 meses con los acabados mencionados anteriormente. Para piezas de bambú en exteriores, que se encuentre con protección de la intemperie, se debe realizar el mantenimiento cada año.

## NORMATIVA

La Oficina para América Latina y el Caribe – INBAR menciona que las construcciones de guadua o bambú tienen una restricción de dos plantas por edificio, y establece como requisito que la guadua a utilizar no haya sido atacada por insectos, ya que esta condición la hace no apta para la construcción; por otra parte, no se acepta el bambú que presente algún grado de pudrición.

## APLICACIONES DEL PRODUCTO

### Iglesia sin religión. Simón Vélez. Pereira, Colombia

“En la Iglesia sin religión, Simón Vélez diseña una estructura de bambú en forma de arcos apuntados en la que

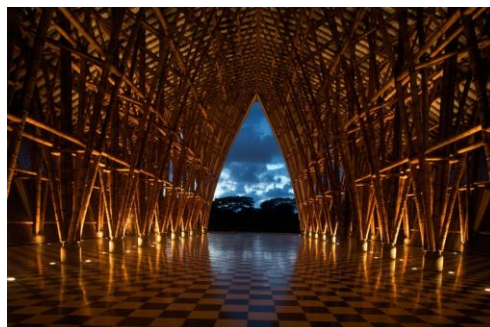


Figura 103 Iglesia sin religión. Fuente: Diedrica.com

el bambú se encarga de transmitir las cargas a unos elementos que a modo de pilares semienterrados, son los que se encargan de transmitirlos al terreno. Asimismo, las uniones de las piezas de bambú sin revestir dejan a la vista la estructura.” (DIEDRICA, 2020)

### Fundación escuela para la vida. Cali, Colombia



Figura 104 Escuela para la vida. Fuente: Plataforma arquitectura

El proyecto arquitectónico tiene una gran riqueza por el uso de bambú, el instituto se construye esperando que sea un ejemplar del uso de guadua en Latinoamérica. La construcción de la fundación se ha llevado a cabo desde el año 2012 por jóvenes de Montebello y por varios voluntarios internacionales

## COSTOS

La guadua se considera un elemento de construcción económico ya que el mantenimiento de la planta es sencillo e incluso crece sin necesidad de un mantenimiento muy riguroso, sin embargo, el costo cuando es muy bajo, no incluye el proceso de lavado ni secado.

Es importante tener en cuenta que el valor se incrementa al dejar el bambú listo para instalar en una construcción. El debido acabado a la planta, va a generar que la calidad del material perdure y se conserve la estética deseada en el edificio.

### 2.3.5. CURVE APPEAL



Figura 105 Render vista exterior. Fuente: WATG

- **Diseñador:** Estudio de arquitectura urbana de WATG en Chicago, Illinois
- **Ubicación:** Chattanooga State Community College en Chattanooga, TN, Estados Unidos
- **Ingeniero estructural:** SOM
- **Estado de la construcción:** En progreso
- **Arquitectos a Cargo:** Daniel Caven, Miguel Alvarez, Brent Watanbe
- **Equipo de Diseño:** WATG
- **Área:** 700.0 m<sup>2</sup>
- **Año Proyecto:** 2016

El concurso “The Freedom Home Design Challenge” convocó diferentes firmas diseñadoras que estuvieran interesadas en construir un proyecto de innovación e investigación de tecnologías de impresión 3D esperando que los estudios demostraran que este tipo de estructuras pueden mejorar la calidad de vida de las personas

El reto era diseñar una vivienda unifamiliar de 55 – 75 m<sup>2</sup> desafiando las formas arquitectónicas, las estructuras y los sistemas constructivos tradicionales utilizados con tecnologías de impresión 3D.

“Branch Technology requirió que los participantes propusieran soluciones conceptuales para todos los aspectos de la casa. Por ejemplo, la envolvente del edificio debía considerar las aplicaciones de materiales, la ventana y la estructura. Los interiores debían incluir una cocina, un baño, una sala de estar y un dormitorio. Además, los sistemas de construcción debían resolver los requisitos mecánicos, eléctricos, de plomería e iluminación y, al mismo tiempo, permitir estrategias de diseño solar pasivo.” (WATG, 2016)

Hubo más de 1000 propuestas en 97 países, se compartieron las 50 mejores presentaciones a una votación online para seleccionar el ganador final, y WATG Urban WATG Urban Architecture Studio en Chicago fue el ganador con el compromiso de construir una vivienda de una planta, cuyos espacios se distribuyen en un dormitorio, un baño, patio al aire libre y estacionamiento para autos, en el campus de Chattanooga State College.

WATG es una de las firmas de diseño hotelero más reconocido a nivel mundial, ocuparon el onceavo puesto en la revista Interior Design Magazine en la encuesta “Gigantes de la hostelería” desarrollada por la revista en el 2015.

### Filosofía:

“Curve Appeal es un proyecto de demostración destinado a mostrar todo el potencial de la fabricación celular (C-Fab™), la combinación de impresión 3D de forma libre y materiales de construcción convencionales para crear componentes de construcción compuestos funcionales.” (Branch Technology, 2020)



Figura 106 Render interior. Fuente: WATG



Figura 107 Cubierta. Fuente: WATG



Figura 108 Render cocina. Fuente: WATG



Figura 110 Render sala de estar. Fuente: WATG

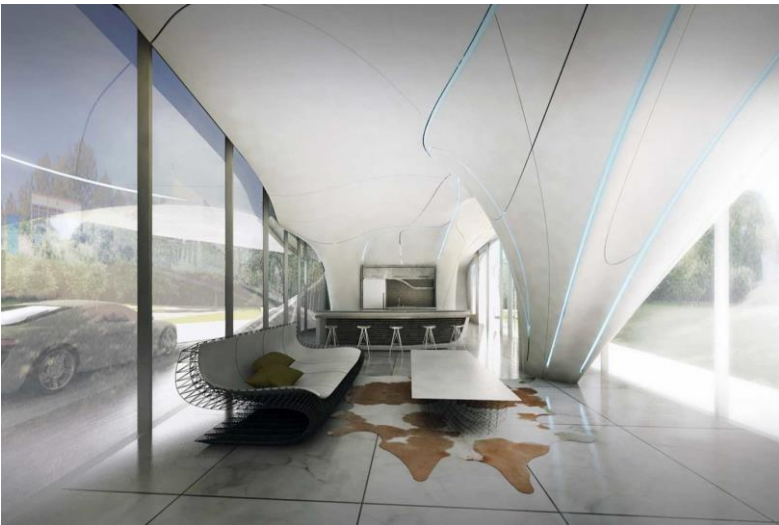


Figura 109 Render zona común. Fuente: WATG



Figura 111 Render fachada. Fuente: WATG

### **Descripción del proyecto**

La vivienda si bien está proyectada como un lugar funcional, se construirá con fines investigativos, Los ingenieros estructurales han diseñado 136 piezas que conforman el soporte de la vivienda. Actualmente la casa se encuentra en construcción en el Campus de Chattanooga State Community College.

"Curve Appeal, combina un núcleo estructural interior con dos paredes exteriores y un techo, que en conjunto comprenden 28 paneles que se imprimirán en 3D. -sitio. La firma ganó \$ 8,000 además de que Branch Technology construyó su diseño." (SHANESY, 2016)

### **Materialidad**

La envolvente del proyecto, las divisiones que conforman los espacios interiores, las columnas estructurales y el mobiliario propuesto están conformados por paneles de diferentes tamaños compuestos por una celosía estructural de la matriz C-Fab de Branch.



Figura 112 Estructura modular. Fuente Branch Technology

El revestimiento exterior esta propuesto de concreto reforzado con fibra de vidrio, la matriz interna que conforma el panel es de ABS reforzado con fibra de carbono, con una espuma de poliuretano de celda cerrada. El acabado interior está proyectado con productos a base de yeso.

“Branch dice que la construcción compuesta proporcionará entre tres y cuatro veces la resistencia de la construcción tradicional con montantes de madera, tendrá un aislamiento proyectado (o valor "R") tan alto como 50 y producirá una estructura de energía neta cero.” (Grace, 2018)

### **Beneficios de la construcción de C-Fab**

El método C-Fab por su previa y rigurosa planificación permite que los elementos prefabricados tengan materiales mejorados y de costos reducidos, por otra parte, la mano de obra es menor y se obtiene una mayor eficiencia energética.

El proceso de construcción a llevar a cabo no tiene desperdicios, ya que en las construcciones tradicionales el 30% de materiales se convierten en desechos, a diferencia del método C-Fab que limita el uso de materiales estrictamente necesarios.

Otra ventaja de esta metodología de construcción es la eficiencia a la hora de llevar a cabo la ejecución del proyecto, “La industria de la construcción de EE. UU. Desperdicia aproximadamente \$ 73 mil millones en mano de obra cada año debido a las ineficientes técnicas de fabricación en el sitio. Al enviar componentes modulares al sitio de trabajo, afirma, los contratistas pueden realizar un proceso de ensamblaje que es hasta un 30 por ciento más rápido y 1,7 veces más eficiente en mano de obra que los métodos típicos en el sitio.” (Grace, 2018)

### **Fabricación Celular**

Este tipo de tecnologías permite la elaboración de volúmenes impresos como matrices celulares. Las celdas abiertas permiten el desarrollo de formas dimensionales restringidas en el diseño arquitectónico



Figura 113 Render vista exterior. Fuente: WATG



Figura 114 Vista exterior. Fuente: WATG

“Con este proceso, el material se puede solidificar en el aire para crear estructuras de matriz abierta capaces de adoptar prácticamente cualquier forma. Para aplicaciones arquitectónicas, la matriz actúa como encofrado o andamio para aceptar materiales de construcción tradicionales. “ (Grace, 2018)

El método constructivo utiliza un cabezal de extracción unido a un brazo robótico, este brazo lo que busca es desplazarse a lo largo de una pista horizontal, formando diferentes volúmenes de construcción. Con este proceso se pueden elaborar casi que cualquier diseño en forma física.

La impresión 3D puede producir piezas de aproximadamente 2.5 m de ancho por 3.6 m de alto, por 12 m de largo. Estos componentes pueden ser unidos a otras piezas generando amplias superficies para construcciones de grande escala.

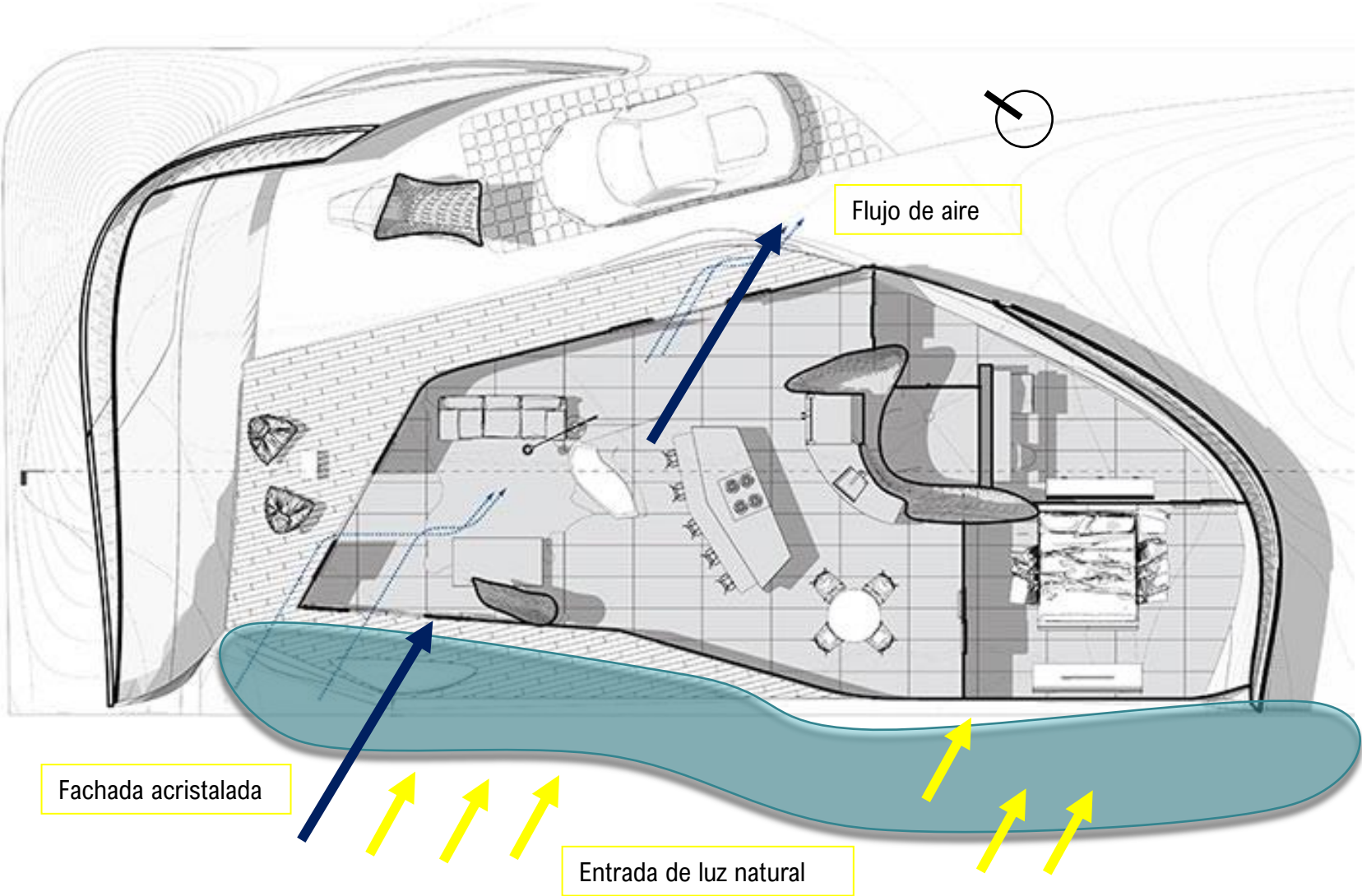


Ilustración 9 Planta arquitectónica. Fuente: WATG



Figura 115 Lámina de explicación. Fuente: WATG

## INFORMACIÓN GENERAL

**Nombre del proyecto:** Curve Appeal

**Profesionales a cargo:** Estudio de arquitectura urbana de WATG

**Localización** Chattanooga State Community College en Chattanooga, TN, Estados Unidos

**Área:** 7.000 m<sup>2</sup>

## DESCRIPCIÓN

Vivienda de una planta, cuyos espacios se distribuyen en un dormitorio, un baño, patio al aire libre y estacionamiento para autos, en el campus de Chattanooga State College.

## ANTECEDENTES

El concurso "The Freedom Home Design Challenge" convocó diferentes firmas que estuvieran interesadas en construir un proyecto de innovación utilizando impresión 3D. El reto era diseñar una vivienda unifamiliar de 55 – 75 m<sup>2</sup> desafiando las formas arquitectónicas, las estructuras y los sistemas constructivos tradicionales utilizados con tecnologías de impresión 3D

## 2.3.5.1. Ficha Técnica Curve Appeal

### MISIÓN Y VISIÓN

Curve Appeal es un proyecto de demostración destinado a mostrar todo el potencial de la fabricación celular (C-Fab™), la combinación de impresión 3D de forma libre y materiales de construcción convencionales para crear componentes de construcción compuestos funcionales.



Figura116 Pabellón de Italia. Fuente: archdaily.com

### MATERIALIDAD

Los ingenieros estructurales han diseñado 136 piezas que conforman el soporte de la vivienda.

"Curve Appeal, combina un núcleo estructural interior con dos paredes exteriores y un techo, que en conjunto comprenden 28 paneles que se imprimirán en 3D. en sitio. (SHANESY, 2016)

La envolvente del proyecto, las divisiones que conforman los espacios interiores, las columnas estructurales y el mobiliario propuesto, están conformados por paneles de diferentes tamaños compuestos por una celosía estructural de la matriz C-Fab de Branch. El revestimiento exterior esta propuesto de concreto reforzado con fibra de vidrio, la matriz interna que conforma el panel es de ABS reforzado con fibra de carbono, con una espuma de poliuretano de celda cerrada.



Figura 117 Fachricación celular.  
Fuente: Branch Technology

### PRINCIPIOS DE SOSTENIBILIDAD

“Branch dice que la construcción compuesta proporcionará entre tres y cuatro veces la resistencia de la construcción tradicional con montantes de madera, tendrá un aislamiento proyectado (o valor "R") tan alto como 50 y producirá una estructura de energía neta cero.” (Grace, 2018)

Cuadro 6 Técnicas Utilizadas

TÉCNICAS UTILIZADAS	
Materiales reutilizables	
Reciclaje	
Uso de recursos renovables	
Baja energía embebida	x
Reducción de contaminación y toxicidad	x
Construir bajo la premisa de “cero desperdicio”	x
Materiales locales	x
Adaptación al entorno	x
Integración social	
Absortancia de los materiales	x
Confort térmico	x
Durabilidad en el material	x
Fácil mantenimiento	
Integración del medio ambiente	x

El diseño de la casa, cuenta con tecnologías pasivas, para el confort térmico en el interior del proyecto, en estaciones de invierno y verano

### TECNOLOGÍAS CONSTRUCTIVAS

#### Fabricación Celular (C-FAB®):

Branch utiliza un sistema de fabricación digital directa que está liderando el surgimiento temprano de

la fabricación avanzada en el campo de la construcción. El sistema de hardware y software patentado de extremo a extremo abarca la prefabricación y desbloquea un aumento de la productividad diez veces mayor, al tiempo que proporciona un entorno más confiable que fomenta un mayor control de calidad de los productos y los plazos de los proyectos.

#### Matriz de polímero de forma libre

Matrix es una celosía estructural impresa en 3D de forma libre que emplea principios de optimización geométrica para generar componentes arquitectónicos con la máxima resistencia y el mínimo uso de material. Matrix está completamente impresa en 3D y es perfecta para aplicaciones escultóricas, artísticas y arquitectónicas sin ningún material adicional.

#### Panel de fachada terminado

Este sistema compuesto es la base de nuestros paneles de fachada / pantalla de lluvia BranchClad™ y el sistema de construcción de rocas impresa en 3D StrataForm. Sobre la base de las

capacidades de los paneles de matriz rellenos y fresados personalizados, estos componentes se enviarán al sitio con un acabado GFRC o estuco sintético.

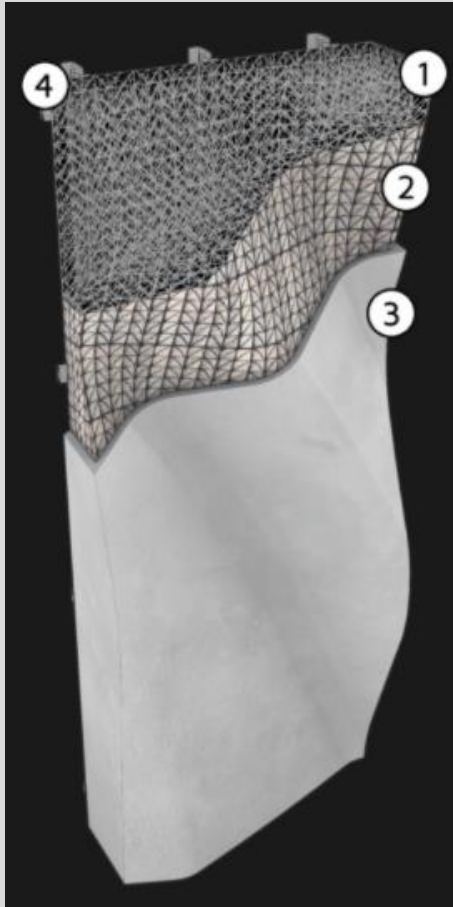


Figura 118 Panel de fachada. Branch Technology



Figura 119 Estructura impresa. Branch Technology

#### Llenado + Milled Composite

Las celdas abiertas de la matriz impresa permiten la introducción de materiales complementarios que, cuando se combinan, mejoran las capacidades estructurales existentes y las propiedades del material.

Este producto compuesto de múltiples materiales desbloquea la máxima libertad de diseño y eficiencia de recursos al tiempo que satisface la funcionalidad del edificio y la necesidad de capacidades arquitectónicas integradas.

#### Conexiones + Hardware

La adaptabilidad de los productos permite conexiones a hardware de pantalla de lluvia estándar, así como a accesorios estructurales diseñados completamente a medida. Las soluciones incluyen marcos de acero incrustados que se extienden de piso a piso para los paneles más grandes o soportes impresos en 3D que se fijan directamente a los sistemas de pared estándar.

#### CONSTRUCCIÓN EN 3D

Existen otros tipos de tecnologías de impresión 3d exploradas con materiales extraídos en la zona aledaña de construcción y con modelos robóticos distintos.

#### WASP

Wasp es una de las compañías pioneras de impresiones 3d en la construcción, una de sus edificaciones mas relevantes es la casa GAIA, ubicada en Italia, reconocida por el uso de materiales naturales en la zona.

Gaia, cuyo nombre se debe al uso de tierra cruda como material principal, combina fibras vegetales como la cascarilla de arroz para mejorar el aislamiento térmico acústico, para esta manera alcanzar un mínimo impacto ambiental. La receta del material con el que se construye está compuesta de 25% de suelo tomado del sitio (arcilla, limo y arena), 40% de paja, 25% de cascarilla de arroz y un 10% de cal húmeda.” (Construdata, 2019)



Figura 120 Casa GAIA. Fuente: ecoinventos.com

### Batiprint3d



Figura 121 Casa Yhnova. Fuente: Construdata

Batiprint 3d es otro desarrollo que va a la vanguardia con tecnologías 3d. El proyecto nace después del trabajo investigativo de instituciones educativas en Francia, el método supone construcciones impresas en 3d bajo la innovación de tecnologías robóticas.

Uno de los ejemplos es la casa Yhnova, estructura de 95 metros cuadrados, diseñada para una familia de cinco personas, El costo de la vivienda fue de 234.000 dolares y tuvo una duración de 54 horas la impresión de la misma.

### Apis cor

Apis cor ha tenido el reto de identificar el mejor método constructivo, no solo aquí en nuestro planeta tierra, sino en diferentes lugares del universo como Marte.

La compañía participó en un concurso organizado por la NASA, en la que fue ganador con su propuesta de construcción a través de una grúa y brazo robótico que construye in situ la estructura arquitectónica.

“Apis cor trabaja con equipos móviles y transportables con el uso de maquinaria de construcción regular. Otra de las ventajas en el proceso constructivo es la disminución de desperdicios en la obra, que son prácticamente nulos en comparación con la construcción tradicional.” (Construdata, 2019)



Figura 122 Casa Apis cor. Fuente: tecnología.libero.it

### 2.3.6. CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE PROYECTOS INTERNACIONALES

- El estudio de proyectos innovadores en temas de tecnología y sobresalientes por sus parámetros de sostenibilidad, enriquecen y abren las posibilidades al elaborar propuestas arquitectónicas en países de Latinoamérica donde la exploración de este tipo de metodologías constructivas aún no es común.
- Los avances tecnológicos han permitido que las exploraciones de materiales de construcción hoy en día contribuyan con el desarrollo de proyectos arquitectónicos que transformen la contaminación por aires más limpios que dan mejoría a la calidad de vida de la población
- En muchos casos, los materiales utilizados en la antigüedad obtenidos del entorno circundante y del medio natural, han sido protagonistas en los hallazgos tecnológicos relacionados con métodos constructivos innovadores. Quizá en la actualidad se tenga expectativa por el descubrimiento de nuevos métodos para hacer arquitectura, pero las investigaciones concuerdan en continuar con el uso de componentes que han sido explorados ancestralmente.

## 2.4. EVALUACIÓN DE LOS CASOS DE ESTUDIO

### 2.4.1. TABLA COMPARATIVA

Se realiza una tabla comparativa entre los diferentes edificios estudiados para interpretar de forma clara, las características que sobresalen de cada proyecto, frente a los componentes de evaluación de la Guía de Estudio de LEED AP Diseño y Construcción de Edificios del USGBC (USGBC LEED AP Building Design + Construction Study Guide). Las áreas de evaluación de esta guía son las siguientes:

- Factores del sitio del proyecto
- Gestión del agua
- Impactos energéticos y sistemas del proyecto
- Adquisición, instalación y gestión de los materiales del proyecto
- Mejoras ambientales interiores
- Participación de los interesados en la innovación
- Entorno del proyecto y alcance público



ÁREAS DE ENFOQUE DEL EXAMEN DEL GBCI		CATEGORÍAS DE CRÉDITO DEL SISTEMA DE CALIFICACIÓN LEED	
I.	Factores del sitio del proyecto =		Sitios sustentables (Sustainable Sites, SS)
II.	Gestión del agua =		Eficiencia de agua (Water Efficiency, WE)
III.	Impactos energéticos y sistemas del proyecto =		Energía y atmósfera (Energy and Atmosphere, EA)
IV.	Adquisición, instalación y gestión de los materiales del proyecto =		Materiales y recursos (Materials and Resources, MR)
V.	Mejoras del ambiente en interiores =		Calidad ambiental interior (Indoor Environmental Quality, IEQ)
VI.	Participación de los interesados en la innovación =		Innovación en diseño (ID) y prioridad regional (Regional Priority, RP)
VII.	Entorno del proyecto y alcance público =		

Figura 123 Categorías de evaluación LEED. Fuente: Guía de Estudio de LEED AP Diseño y Construcción de Edificios del USGBC



## SITIOS SUSTENTABLES

El sitio del proyecto, de manera bastante literal y figurativa, funciona como la base para edificios ecológicos. Es ideal seleccionar sitios que reduzcan la dependencia de los automóviles, que incorporen estrategias que mejoren los hábitats del entorno, y que mantengan la calidad del agua y del aire.

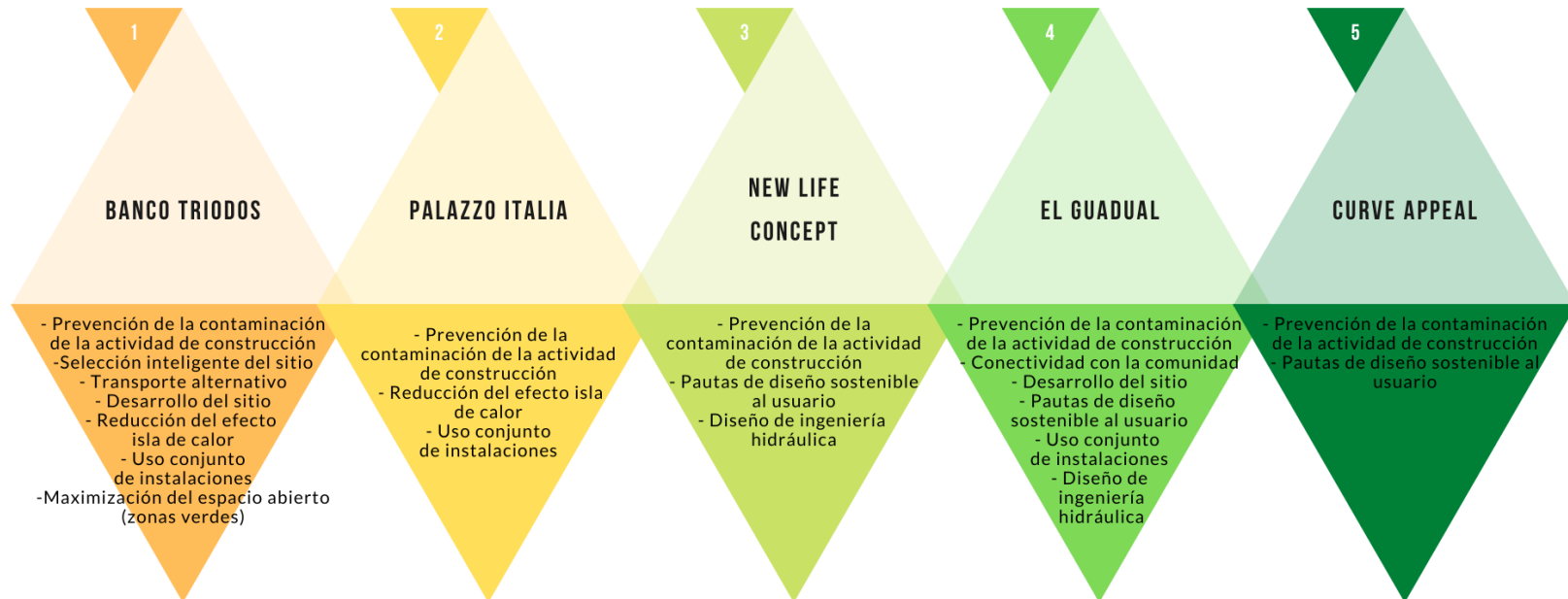


Figura 124 Comparación sitios sustentables. Fuente: Elaboración propia



## EFICIENCIA DEL AGUA

La importancia del agua para la vida del ser humano, las plantas y la vida silvestre simplemente no se puede sobrestimar. Es fundamental para todas las formas de vida y su gestión y descarga adecuadas deben ser una parte integral de cualquier proyecto sustentable



Figura 125 Comparación Eficiencia del agua. Fuente: Elaboración propia

# ENERGÍA Y ATMOSFERA



En la evaluación del consumo energético, se abordan las consecuencias económicas, sociales y ambientales del uso de energía. Esto se realiza por medio de la conservación y generación de energía de maneras que minimizan los impactos negativos asociados con la mayoría de los sistemas de energía actuales.

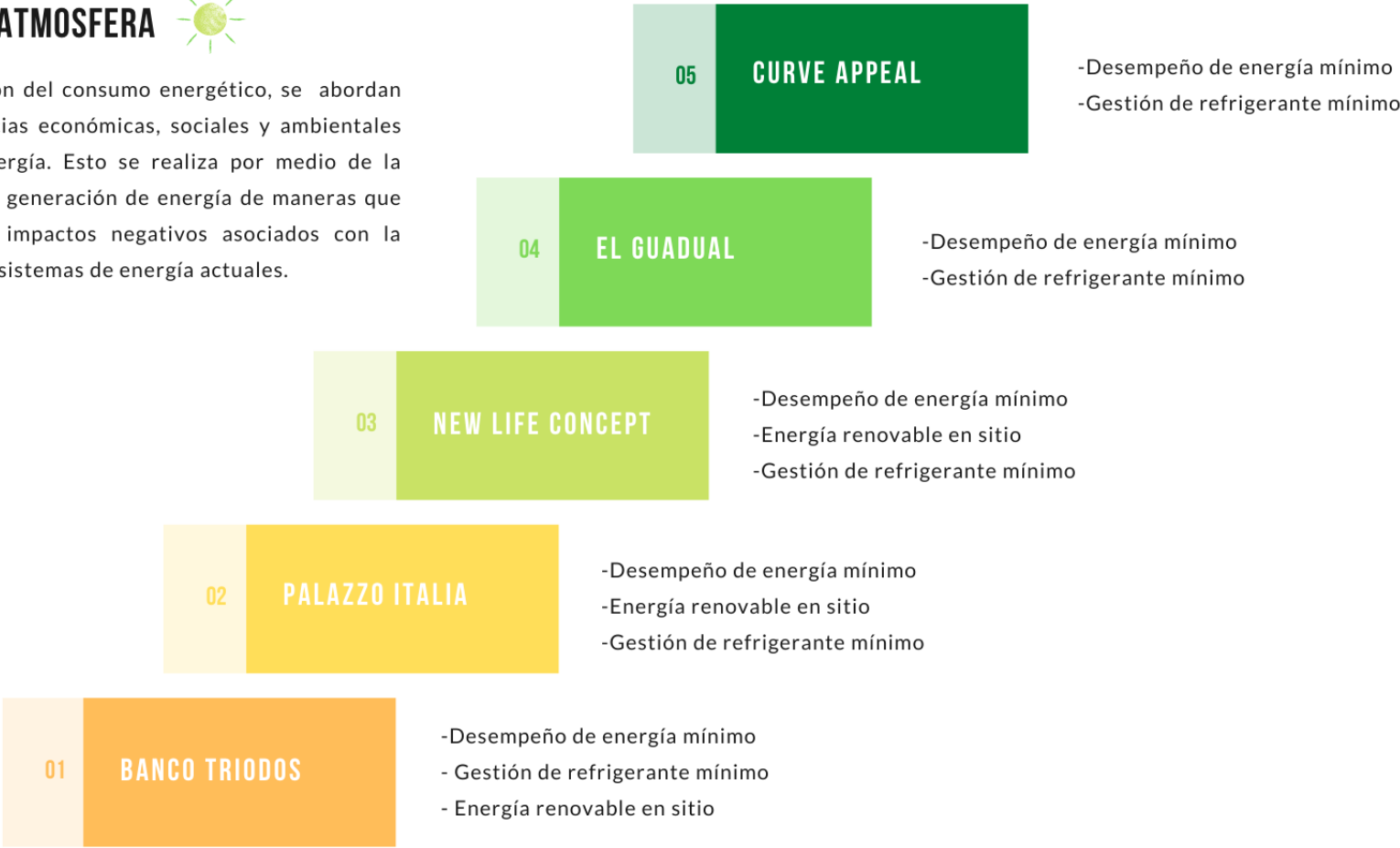
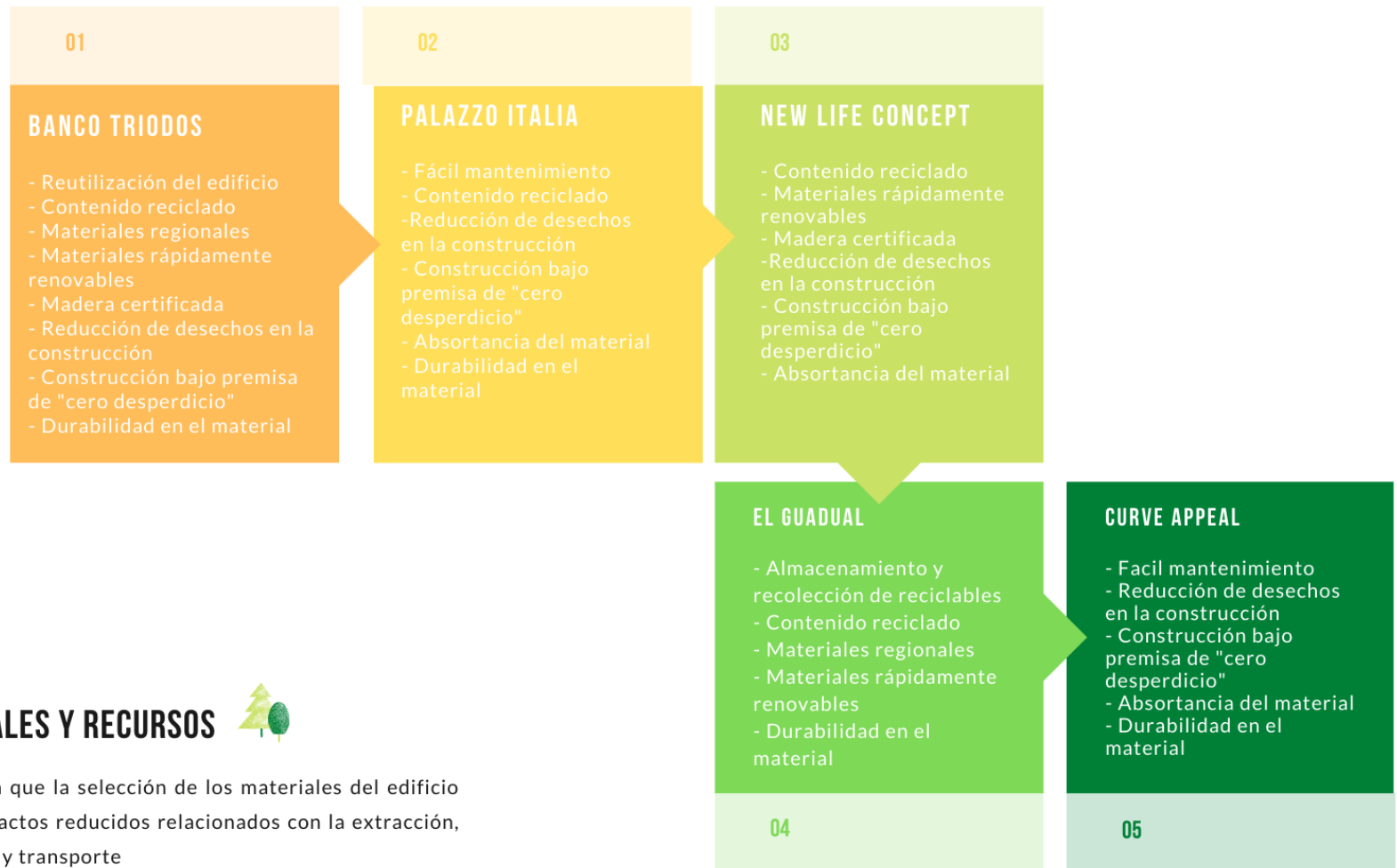


Figura 126 Comparación energía y atmosfera. Fuente: Elaboración propia



## MATERIALES Y RECURSOS

Se evaluará que la selección de los materiales del edificio tengan impactos reducidos relacionados con la extracción, fabricación y transporte

Figura 127 Comparación materiales y recursos. Fuente: Elaboración propia

## CALIDAD AMBIENTAL INTERIOR

La calidad ambiental puede garantizar la mejorar la ventilación, controlar los contaminantes en el aire y mejorar el confort de los ocupantes.

01	BANCO TRIODOS	<ul style="list-style-type: none"><li>- Reducción de contaminación y toxicidad</li><li>- Control del suministro del aire exterior</li><li>- Mayor ventilación</li><li>- Materiales de baja emisión</li><li>- Confort térmico</li><li>- Iluminación natural</li></ul>
02	PALAZZO ITALIA	<ul style="list-style-type: none"><li>- Control del suministro del aire exterior</li><li>- Reducción de contaminación y toxicidad</li><li>- Mayor ventilación</li><li>- Materiales de baja emisión</li><li>- Confort térmico</li><li>- Iluminación natural</li></ul>
03	NEW LIFE CONCEPT	<ul style="list-style-type: none"><li>- Desempeño acústico mínimo</li><li>- Control del suministro del aire exterior</li><li>- Mayor ventilación</li><li>- Materiales de baja emisión</li><li>- Confort térmico</li><li>- Iluminación natural</li></ul>
04	EL GUADUAL	<ul style="list-style-type: none"><li>- Control del suministro del aire exterior</li><li>- Reducción de contaminación y toxicidad</li><li>- Mayor ventilación</li><li>- Materiales de baja emisión</li><li>- Confort térmico</li><li>- Iluminación natural</li></ul>
05	CURVE APPEAL	<ul style="list-style-type: none"><li>- Control del suministro del aire exterior</li><li>- Mayor ventilación</li><li>- Materiales de baja emisión</li><li>- Confort térmico</li><li>- Iluminación natural</li></ul>

Figura 128 Calidad ambiental interior. Fuente: Elaboración propia

## INNOVACIÓN EN DISEÑO Y PRIORIDAD REGIONAL



Se espera identificar proyectos que tengan innovación tecnológica de bajo impacto ambiental, además de soluciones a problemáticas inherentes a la ubicación del proyecto.



Figura 129 Comparación Innovación en diseño y prioridad regional. Fuente: Elaboración propia

## 2.4.2. MATRIZ MULTICRITERIO

### Componentes de evaluación

Se han establecido 3 diferentes componentes que integran los ejes de la sostenibilidad:

- Físico-ambiental
- Socio-cultural
- Económico-financiero

Para cada una de estas categorías es necesario definir las variables de evaluación que permitirán dar una calificación numérica a las cualidades que conforman un proyecto arquitectónico.

En este caso, como en la tabla comparativa anterior, las categorías se proponen en base a la Guía de Estudio de LEED AP Diseño y Construcción de Edificios del USGBC (USGBC LEED AP Building Design + Construction Study Guide), los elementos de evaluación que permiten que un edificio obtenga una certificación LEED son:

- Sitios sustentables
- Eficiencia del agua
- Energía y Atmosfera
- Materiales y recursos
- Calidad ambiental interior
- Innovación en diseño



Figura 130 categorías de evaluación LEED. Fuente: Guía de Estudio de LEED AP Diseño y Construcción de Edificios del USGBC

A partir de estas categorías de evaluación, se plantean las variables y los criterios de evaluación de cada componente como se muestra en las siguientes figuras.

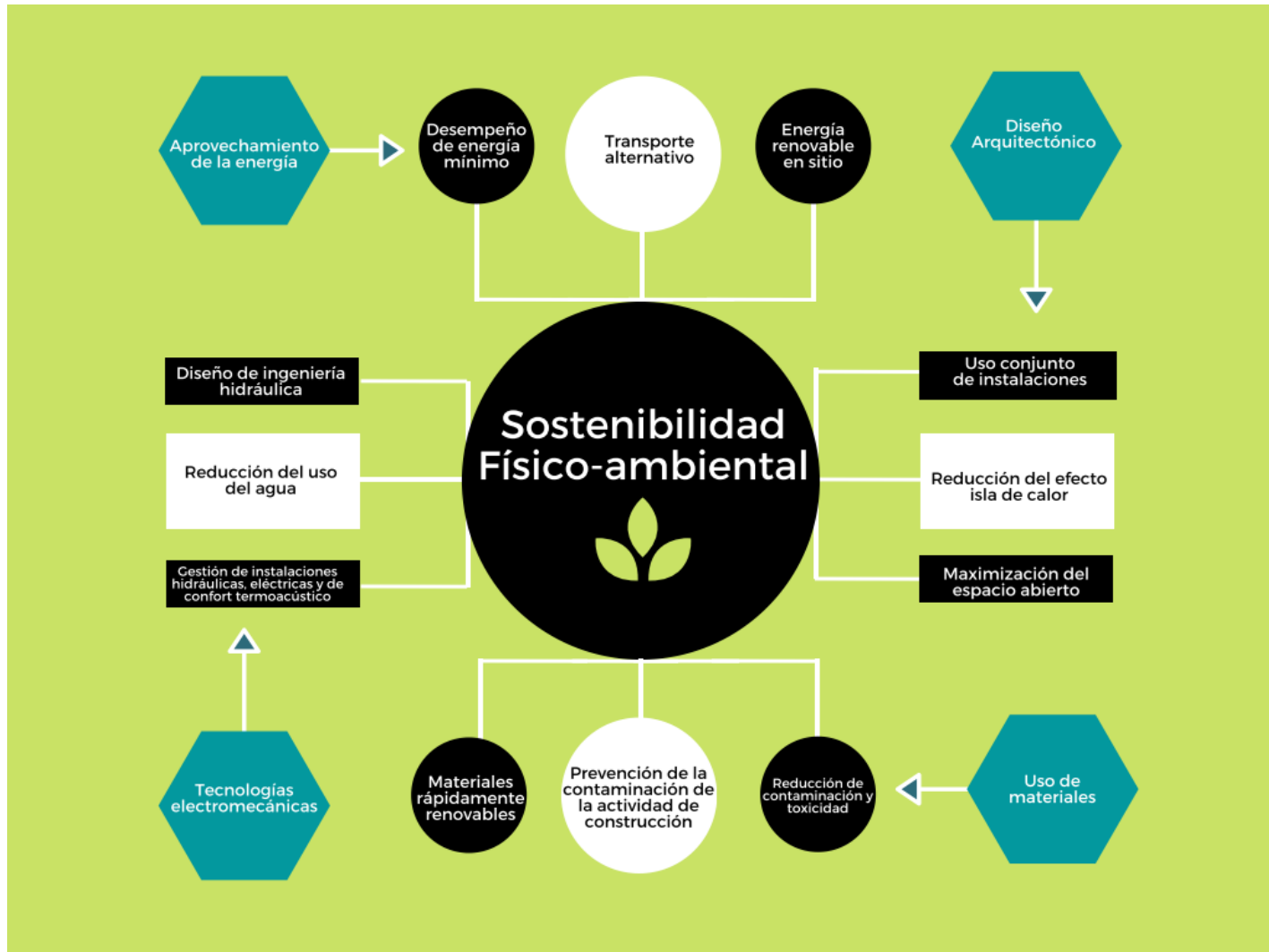


Figura 131 Criterios de evaluación de sostenibilidad Físico-ambiental. Fuente: Elaboración propia.



Figura 132 Criterios de evaluación de sostenibilidad Socio - cultural. Fuente: Elaboración propia.

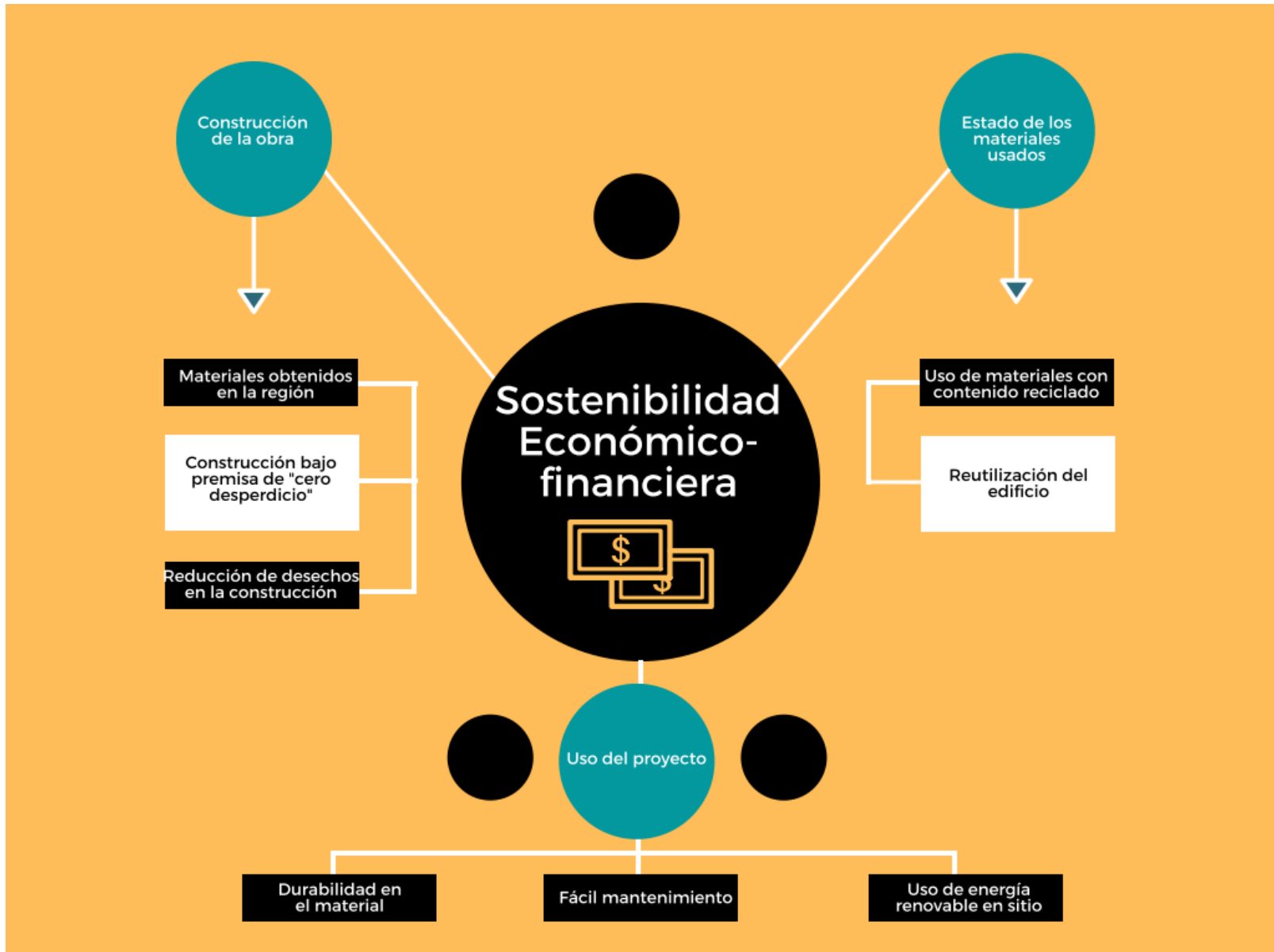


Figura 133 Criterios de evaluación de sostenibilidad Económico - financiera. Fuente: Elaboración propia.

La evaluación multicriterio se aplica en los cinco proyectos estudiados de la siguiente manera:

- ED 1: Banco Triodos
- ED 2: Palazzo Italia
- ED 3: New life concept
- ED 4: Centro Infantil El Guadual
- ED 5 Curve Appeal

Cuadro 7 Valor relativo.

I SOSTENIBILIDAD FÍSICO-AMBIENTAL							
VARIABLES	ESTADOS	VALOR	PUNTAJE ED 1	PUNTAJE ED 2	PUNTAJE ED 3	PUNTAJE ED 4	PUNTAJE ED 5
1 Diseño arquitectónico que pretende que el edificio tenga un desempeño de energía mínimo	a- El desempeño de la energía dentro del edificio es mínimo en un 71% - 100%	3					
	b- El desempeño de la energía dentro del edificio es mínimo en un 51% - 70%	2	3	2	3	3	3
	c- El desempeño de la energía dentro del edificio es mínimo en un 26% - 50%	1					
	d- El desempeño de la energía dentro del edificio es mínimo en un 0% - 25%	0					
2 Diseño planteado de forma que causa una reducción del efecto de isla de calor	a- La construcción del proyecto está diseñada para reducir los efectos de isla de calor en un 71% - 100%	3					
	b- La construcción del proyecto está diseñada para reducir los efectos de isla de calor en un 51% - 70%	2	2	3	3	3	2
	c- La construcción del proyecto está diseñada para reducir los efectos de isla de calor en un 26% - 50%	1					
	d- La construcción del proyecto está diseñada para reducir los efectos de isla de calor en un 0% - 25%	0					

3	Tecnologías constructivas realizadas con materiales rápidamente renovables	a- Uno de los rubros establecido en la gestión de los costos del proyecto fue la estimación de los costos al realizar un proyecto sustentable en un 71% - 100%	3					
		b- Uno de los rubros establecido en la gestión de los costos del proyecto fue la estimación de los costos al realizar un proyecto sustentable en un 51% - 70%	2	3	2	2	3	2
		c- Uno de los rubros establecido en la gestión de los costos del proyecto fue la estimación de los costos al realizar un proyecto sustentable en un 26% - 50%	1					
		d- Uno de los rubros establecido en la gestión de los costos del proyecto fue la estimación de los costos al realizar un proyecto sustentable en un 0% - 25%	0					
		TOTAL:		11	10	11	11	9
			91,67%	83,33%	91,67%	91,67%	75,00%	

## II SOSTENIBILIDAD SOCIO-CULTURAL

1	Desarrollo urbano y ambiental en el entorno del proyecto al ejecutar la construcción del edificio	a- El impacto de la construcción del edificio provocó el desarrollo urbanoambiental en el entorno en un 71% - 100%	3	3	3	3	3
		b- El impacto de la construcción del edificio provocó el desarrollo urbanoambiental en el entorno en un 51% - 70%	2				

		El impacto de la construcción del edificio provocó el desarrollo urbanoambiental en el entorno en un 26% - 50%	1					
		El impacto de la construcción del edificio provocó el desarrollo urbanoambiental en el entorno en un 0% - 25%	0					
2	Pautas de diseño sostenible al usuario	Se gestionaron espacios dedicados a la socialización y educación de pautas de diseño sostenible a los usuarios del proyecto en un 71% - 100%	3					
		Se gestionaron espacios dedicados a la socialización y educación de pautas de diseño sostenible a los usuarios del proyecto en un 51% - 70%	2	3	3	2	3	2
		Se gestionaron espacios dedicados a la socialización y educación de pautas de diseño sostenible a los usuarios del proyecto en un 26% - 50%	1					
		Se gestionaron espacios dedicados a la socialización y educación de pautas de diseño sostenible a los usuarios del proyecto en un 0% - 25%	0					
3	Adaptación a la innovación tecnológica	La población de la zona y los usuarios del proyecto se adaptaron a las nuevas tecnologías utilizadas en el proyecto en un 71% - 100%	3					
		La población de la zona y los usuarios del proyecto se adaptaron a las nuevas tecnologías utilizadas en el proyecto en un 51% - 70%	2	3	3	2	3	3
		La población de la zona y los usuarios del proyecto se adaptaron a las nuevas tecnologías utilizadas en el proyecto en un 26% - 50%	1					
		La población de la zona y los usuarios del proyecto se adaptaron a las nuevas tecnologías utilizadas en el proyecto en un 0% - 25%	0					
4	Integración de los interesados y usuarios del proyecto en las	La planeación del proyecto y su fase de construcción involucraron las costumbres y la cultura autóctona de la zona en su diseño en un 71% - 100%.	3	2	2	2	3	3

etapas de planeación y construcción del edificio	b	La planeación del proyecto y su fase de construcción involucraron las costumbres y la cultura autóctona de la zona en su diseño en un 51% - 70%	2					
	-							
	c-	La planeación del proyecto y su fase de construcción involucraron las costumbres y la cultura autóctona de la zona en su diseño en un 26% - 50%	1					
	d	La planeación del proyecto y su fase de construcción involucraron las costumbres y la cultura autóctona de la zona en su diseño en un 0% - 25%	0					
TOTAL:				11	11	9	12	11
				91,67%	91,67%	75,00%	100,00%	91,67%

### III SOSTENIBILIDAD ECONÓMICO-FINANCIERA

1	Materiales obtenidos en la región	a-	El total de los materiales utilizados en obra fueron obtenidos en la región en un 71% -100%	3					
		b	El total de los materiales utilizados en obra fueron obtenidos en la región en un 51% - 70%	2	3	2	2	3	2
		c-	El total de los materiales utilizados en obra fueron obtenidos en la región en un 26% - 50%	1					
		d	El total de los materiales utilizados en obra fueron obtenidos en la región en un 0% - 25%	0					

2	Uso de materiales con contenidos reciclados	a-	Se estableció un adecuado cronograma del proyecto tomando en cuenta los diferentes métodos, herramientas y modelos de información, para evitar que el proyecto incremente costos, por cumplimiento de fechas en un 71% - 100%	3					
		b	Se estableció un adecuado cronograma del proyecto tomando en cuenta los diferentes métodos, herramientas y modelos de información, para evitar que el proyecto incremente costos, por cumplimiento de fechas en un 51% - 70%	2	3	3	3	3	2
		c-	Se estableció un adecuado cronograma del proyecto tomando en cuenta los diferentes métodos, herramientas y modelos de información, para evitar	1					

		que el proyecto incremente costos, por cumplimiento de fechas en un 26% - 50%						
	d	Se estableció un adecuado cronograma del proyecto tomando en cuenta los diferentes métodos, herramientas y modelos de información, para evitar que el proyecto incremente costos, por cumplimiento de fechas en un 0% - 25%	0					
3		La gestión del proceso constructivo se llevó a cabo con la premisa de "cero desperdicio" desde la etapa de planeación y hasta el final del ciclo de vida útil del proyecto	3					
	a-	La gestión del proceso constructivo se llevó a cabo con la premisa de "cero desperdicio" desde la etapa de planeación y hasta la construcción total del edificio	2	3	3	2	2	3
	b	La gestión del proceso constructivo se llevó a cabo con la premisa de "cero desperdicio" solamente en algunas zonas de la construcción del edificio	1					
	c-	La gestión del proceso constructivo no se llevó a cabo con la premisa de "cero desperdicio"	0					
	d							
4		Se considera que las instalaciones del proyecto son de fácil mantenimiento en un 71% - 100%	3					
	a-	Se considera que las instalaciones del proyecto son de fácil mantenimiento en un 51% - 70%	2	3	3	2	3	2
	b	Se considera que las instalaciones del proyecto son de fácil mantenimiento en un 26% - 50%	1					
	c-	Se considera que las instalaciones del proyecto son de fácil mantenimiento en un 0% - 25%	0					
	d							
	-							
		<b>TOTAL:</b>		12	11	9	11	9
				100,00%	91,67%	75,00%	91,67%	75,00%
		<b>PUNTAJE TOTAL POSIBLE / OBTENIDO:</b>	36	34	32	29	34	29

**Resultados del peso relativo:**

Banco Triodos

34	PUNTAJE TOTAL OBTENIDO =100%
32%	33,00%
32%	33,00%
35%	36,00%

100%

Palazzo Italia

32	PUNTAJE TOTAL OBTENIDO =100%
31%	30,00%
34%	33,00%
34%	33,00%

100%

New life concept

29	PUNTAJE TOTAL OBTENIDO =100%
38%	33,00%
31%	27,00%
31%	27,00%

100%

Centro Infantil El Guadual

34	PUNTAJE TOTAL OBTENIDO =100%
32%	33,00%
35%	36,00%
32%	33,00%

100%

Curve Appeal

29	PUNTAJE TOTAL OBTENIDO =100%
31%	27,00%
38%	33,00%
31%	27,00%

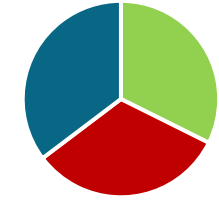
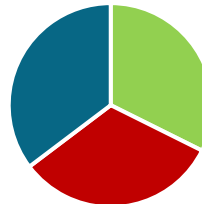
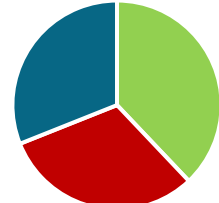
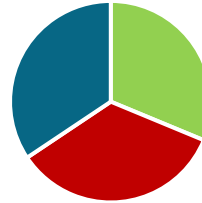


Figura 134 Resultados peso relativo.

## Resultados de la evaluación

Cuadro 8 Resultado análisis Triodos Bank.

Análisis de Sostenibilidad Triodos Bank (ED 1)					
Dimensiones de sostenibilidad	Peso relativo	Puntaje máximo	Puntaje obtenido	Calificación	Calificación relativa
1.0 FISICO-AMBIENTAL	33,0%	36	32	89%	0,29
2.0 SOCIO-CULTURAL	33,0%	27	21	78%	0,26
3.0 ECONOMICO-FINANCIERA	36,0%	24	23	96%	0,35
Grado de sostenibilidad				Calificación final	90%
Rango de 1% a 60%, <b>sin</b> posibilidades de éxito Rango de 61% a 70%, <b>pocas</b> posibilidades de éxito Rango de 71% a 80%, <b>regulares</b> posibilidades de éxito Rango de 81% a 90%, <b>buenas</b> posibilidades de éxito Rango de 91% a 100%, <b>excelentes</b> posibilidades de éxito					
<b>FISICO-AMBIENTAL</b>	RESUMEN				
	Total de Variables		12		
	Puntaje máximo posible		36		
	Puntaje Obtenido		32		
	Valor Porcentual			89%	
<b>SOCIO-CULTURAL</b>	RESUMEN				
	Total de Variables		9		
	Puntaje máximo posible		27		
	Puntaje Obtenido		21		
	Valor Porcentual			78%	
<b>ECONOMICO-FINANCIERA</b>	RESUMEN				
	Total de Variables		8		
	Puntaje máximo posible		24		
	Puntaje Obtenido		23		
	Valor Porcentual			96%	



Nota: Fuente. Elaboración propia

Cuadro 9 Resultado análisis Palazzo Italia.

Análisis de Sostenibilidad Palazzo Italia (ED 2)										
Dimensiones de sostenibilidad	Peso relativo	Puntaje máximo	Puntaje obtenido	Calificación	Calificación relativa					
1.0 FISICO-AMBIENTAL	30,0%	36	31	86%	0,26					
2.0 SOCIO-CULTURAL	33,0%	27	21	78%	0,26					
3.0 ECONOMICO-FINANCIERA	33,0%	24	22	92%	0,30					
Grado de sostenibilidad				Calificación final	82%					
<table border="1"> <tr> <td>Rango de 1% a 60%, <b>sin</b> posibilidades de éxito</td> </tr> <tr> <td>Rango de 61% a 70%, <b>pocas</b> posibilidades de éxito</td> </tr> <tr> <td>Rango de 71% a 80%, <b>regulares</b> posibilidades de éxito</td> </tr> <tr> <td>Rango de 81% a 90%, <b>buenas</b> posibilidades de éxito</td> </tr> <tr> <td>Rango de 91% a 100%, <b>excelentes</b> posibilidades de éxito</td> </tr> </table>						Rango de 1% a 60%, <b>sin</b> posibilidades de éxito	Rango de 61% a 70%, <b>pocas</b> posibilidades de éxito	Rango de 71% a 80%, <b>regulares</b> posibilidades de éxito	Rango de 81% a 90%, <b>buenas</b> posibilidades de éxito	Rango de 91% a 100%, <b>excelentes</b> posibilidades de éxito
Rango de 1% a 60%, <b>sin</b> posibilidades de éxito										
Rango de 61% a 70%, <b>pocas</b> posibilidades de éxito										
Rango de 71% a 80%, <b>regulares</b> posibilidades de éxito										
Rango de 81% a 90%, <b>buenas</b> posibilidades de éxito										
Rango de 91% a 100%, <b>excelentes</b> posibilidades de éxito										
<b>FISICO-AMBIENTAL</b>	RESUMEN									
	Total de Variables		12							
	Puntaje máximo posible		36							
	Puntaje Obtenido		31							
	Valor Porcentual		86%							
<b>SOCIO-CULTURAL</b>	RESUMEN									
	Total de Variables		9							
	Puntaje máximo posible		27							
	Puntaje Obtenido		21							
	Valor Porcentual		78%							
<b>ECONOMICO-FINANCIERA</b>	RESUMEN									
	Total de Variables		8							
	Puntaje máximo posible		24							
	Puntaje Obtenido		22							
	Valor Porcentual		92%							



Nota: Fuente. Elaboración propia

Cuadro 10 Resultado análisis New Life Concept

Análisis de Sostenibilidad New Life Concept (ED 3)					
Dimensiones de sostenibilidad	Peso relativo	Puntaje máximo	Puntaje obtenido	Calificación	Calificación relativa
1.0 FISICO-AMBIENTAL	33,0%	36	31	86%	0,28
2.0 SOCIO-CULTURAL	27,0%	27	18	67%	0,18
3.0 ECONOMICO-FINANCIERA	27,0%	24	20	83%	0,23
Grado de sostenibilidad				Calificación final	69%
Rango de 1% a 60%, <b>sin</b> posibilidades de éxito Rango de 61% a 70%, <b>pocas</b> posibilidades de éxito Rango de 71% a 80%, <b>regulares</b> posibilidades de éxito Rango de 81% a 90%, <b>buenas</b> posibilidades de éxito Rango de 91% a 100%, <b>excelentes</b> posibilidades de éxito					
FISICO-AMBIENTAL	RESUMEN				
	Total de Variables		12		
	Puntaje máximo posible		36		
	Puntaje Obtenido		30		
	Valor Porcentual		86%		
SOCIO-CULTURAL	RESUMEN				
	Total de Variables		9		
	Puntaje máximo posible		27		
	Puntaje Obtenido		18		
	Valor Porcentual		67%		
ECONOMICO-FINANCIERA	RESUMEN				
	Total de Variables		8		
	Puntaje máximo posible		24		
	Puntaje Obtenido		20		
	Valor Porcentual		83%		



Nota: Fuente. Elaboración propia

Cuadro 11 Resultado análisis Institución educativa El Guadual.

Análisis de Sostenibilidad Institución educativa el Guadual (ED 4)						
Dimensiones de sostenibilidad	Peso relativo	Puntaje máximo	Puntaje obtenido	Calificación	Calificación relativa	
1.0 FISICO-AMBIENTAL	33,0%	36	26	72%	0,24	
2.0 SOCIO-CULTURAL	36,0%	27	24	89%	0,32	
3.0 ECONOMICO-FINANCIERA	33,0%	24	18	75%	0,25	
Grado de sostenibilidad				Calificación final	81%	
<p>Rango de 1% a 60%, <b>sin</b> posibilidades de éxito</p> <p>Rango de 61% a 70%, <b>pocas</b> posibilidades de éxito</p> <p>Rango de 71% a 80%, <b>regulares</b> posibilidades de éxito</p> <p>Rango de 81% a 90%, <b>buenas</b> posibilidades de éxito</p> <p>Rango de 91% a 100%, <b>excelentes</b> posibilidades de éxito</p>						
FISICO-AMBIENTAL	RESUMEN					
	Total de Variables		12			
	Puntaje máximo posible		36			
	Puntaje Obtenido		26			
	Valor Porcentual		72%			
SOCIO-CULTURAL	RESUMEN					
	Total de Variables		9			
	Puntaje máximo posible		27			
	Puntaje Obtenido		24			
	Valor Porcentual		89%			
ECONOMICO-FINANCIERA	RESUMEN					
	Total de Variables		8			
	Puntaje máximo posible		24			
	Puntaje Obtenido		18			
	Valor Porcentual		75%			



Nota: Fuente. Elaboración propia

Cuadro 12 Resultado análisis Curve Appeal.

Análisis de Sostenibilidad Curve Appeal (ED 5)											
Dimensiones de sostenibilidad		Peso relativo	Puntaje máximo	Puntaje obtenido	Calificación	Calificación relativa					
1.0	FISICO-AMBIENTAL	27,0%	36	25	69%	0,19					
2.0	SOCIO-CULTURAL	33,0%	27	18	67%	0,22					
3.0	ECONOMICO-FINANCIERA	27,0%	24	18	75%	0,20					
Grado de sostenibilidad					Calificación final	61%					
<table border="1"> <tr> <td>Rango de 1% a 60%, <b>sin</b> posibilidades de éxito</td> </tr> <tr> <td>Rango de 61% a 70%, <b>pocas</b> posibilidades de éxito</td> </tr> <tr> <td>Rango de 71% a 80%, <b>regulares</b> posibilidades de éxito</td> </tr> <tr> <td>Rango de 81% a 90%, <b>buenas</b> posibilidades de éxito</td> </tr> <tr> <td>Rango de 91% a 100%, <b>excelentes</b> posibilidades de éxito</td> </tr> </table>							Rango de 1% a 60%, <b>sin</b> posibilidades de éxito	Rango de 61% a 70%, <b>pocas</b> posibilidades de éxito	Rango de 71% a 80%, <b>regulares</b> posibilidades de éxito	Rango de 81% a 90%, <b>buenas</b> posibilidades de éxito	Rango de 91% a 100%, <b>excelentes</b> posibilidades de éxito
Rango de 1% a 60%, <b>sin</b> posibilidades de éxito											
Rango de 61% a 70%, <b>pocas</b> posibilidades de éxito											
Rango de 71% a 80%, <b>regulares</b> posibilidades de éxito											
Rango de 81% a 90%, <b>buenas</b> posibilidades de éxito											
Rango de 91% a 100%, <b>excelentes</b> posibilidades de éxito											
FISICO-AMBIENTAL	RESUMEN										
	Total de Variables		12								
	Puntaje máximo posible		36								
	Puntaje Obtenido		25								
	Valor Porcentual		69%								
SOCIO-CULTURAL	RESUMEN										
	Total de Variables		9								
	Puntaje máximo posible		27								
	Puntaje Obtenido		24								
	Valor Porcentual		67%								
ECONOMICO-FINANCIERA	RESUMEN										
	Total de Variables		8								
	Puntaje máximo posible		24								
	Puntaje Obtenido		18								
	Valor Porcentual		75%								



Nota: Fuente. Elaboración propia

### 2.4.3. CONCLUSIÓN DE LA EVALUACIÓN

- El banco de Triodos Bank se caracterizó por el tener el puntaje más alto en comparación con los proyectos estudiados por sus condiciones estructurales, al utilizar materiales rápidamente renovables y de bajos costos en mantenimiento; el diseño modular permite una construcción con índices de desperdicio mínimos, la reutilización de materiales de la zona y las disposiciones de espacios conforman un proyecto de bajo impacto ambiental con condiciones de confort térmico acústico al interior del edificio.
- Palazzo Italia tiene buenas probabilidades de éxito por la tecnología utilizada en el sistema constructivo del edificio, el sistema modular y el uso de elementos de recolección de energía alternos permiten que este proyecto tenga uno de los puntajes más altos en la dimensión económico-financiera, por otra parte, la misión y visión de la construcción están directamente relacionadas con promover el cuidado medioambiental a los usuarios que vienen de diferentes lugares del mundo, extendiendo el concepto de atención al entorno natural a nivel internacional.
- El proyecto de New Life Concept se desempeña mejor en la dimensión físico-ambiental por su iniciativa al implementar tecnologías de control electromecánico, sus diferentes procesos de eficiencia energética colocan este proyecto como uno de los mejores al gestionar los procesos de baja emisión de CO<sub>2</sub> su principal característica constructiva modular, permiten que la vivienda reduzca costos, tiempo y desperdicios en la ejecución del proyecto.
- El Centro Infantil El Guadual, se caracterizó por tener una intervención social elevada, ya que incluyó en su proceso de planificación y ejecución a los usuarios del proyecto, su construcción trajo consigo la mejora del entorno urbano y construido

y natural y su sistema estructural promueve el cuidado medioambiental con costos bajos de mantenimiento. Por estos motivos sus puntajes más altos se encuentran en la dimensión socio-cultural y económico-financiera.

- La vivienda Curve Appeal tuvo su puntaje más alto en la dimensión económico-financiera, este resultado es gracias a su método constructivo, ya que la planificación de los paneles que conforma la estructura del proyecto es exhaustiva y permite una edificación bajo la premisa de “cero desperdicio” si bien, la innovación tecnológica deja un margen de incertidumbre, por encontrarse en investigación, el uso de robots supone un proceso constructivo exitoso. Por otra parte, el valor más bajo se observa en la dimensión socio-cultural por llevar una etapa de diseño que no involucra muchos de los aspectos culturales y sociales de la zona.

An aerial photograph of a city skyline, likely Manila, Philippines, featuring numerous skyscrapers and buildings. A large red circle is superimposed over the center of the image, containing the text 'CAPITULO III' and 'PROYECTO A INTERVENIR'.

# **CAPITULO III**

**PROYECTO A INTERVENIR**

---

## 3.1. CONJUNTO RESIDENCIAL LOMAS DE MONTELMAR

### 3.1.1. Descripción

El conjunto residencial es un proyecto inmobiliario conformado por el desarrollo de 27 apartamentos ubicados en el cantón de Goicoechea en San José, Costa Rica.

El sector es de uso residencial y tiene su acceso principal desde la rotonda que conecta con la calle 11.

El proyecto tiene un área de huella de 875.12 m<sup>2</sup> y un área construída de 2.625,36 m<sup>2</sup> construidos de los cuales, la primera planta libre es de uso de parqueo con espacio para 34 vehiculos, cuartos técnicos y zona de vigilancia; en el segundo nivel se distribuyen 9 apartamentos y un salón de eventos de uso comunitario. En el tercer piso se observarán 9 viviendas y un gimnasio para uso de los habitantes del proyecto; y por último, en el nivel más alto, se diseñaron 9 aptos y espacios semiabiertos de recreación para los usuarios del edificio.

### 3.1.2. Localización

El edificio estará ubicado en San José, colinda con vecinos de la zona hacia el costado sur, este y oeste, y hacia el norte limita con la rotonda

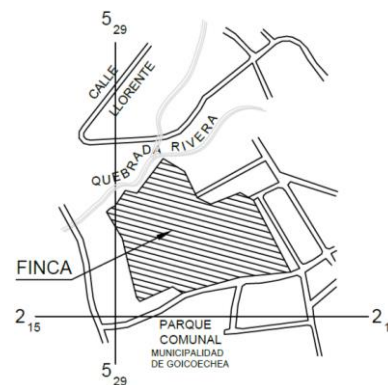


Figura 135 Ubicación de la Finca a urbanizar



Figura 136 Zona colindante del predio a intervenir

3.1.3. Planos Arquitectónicos

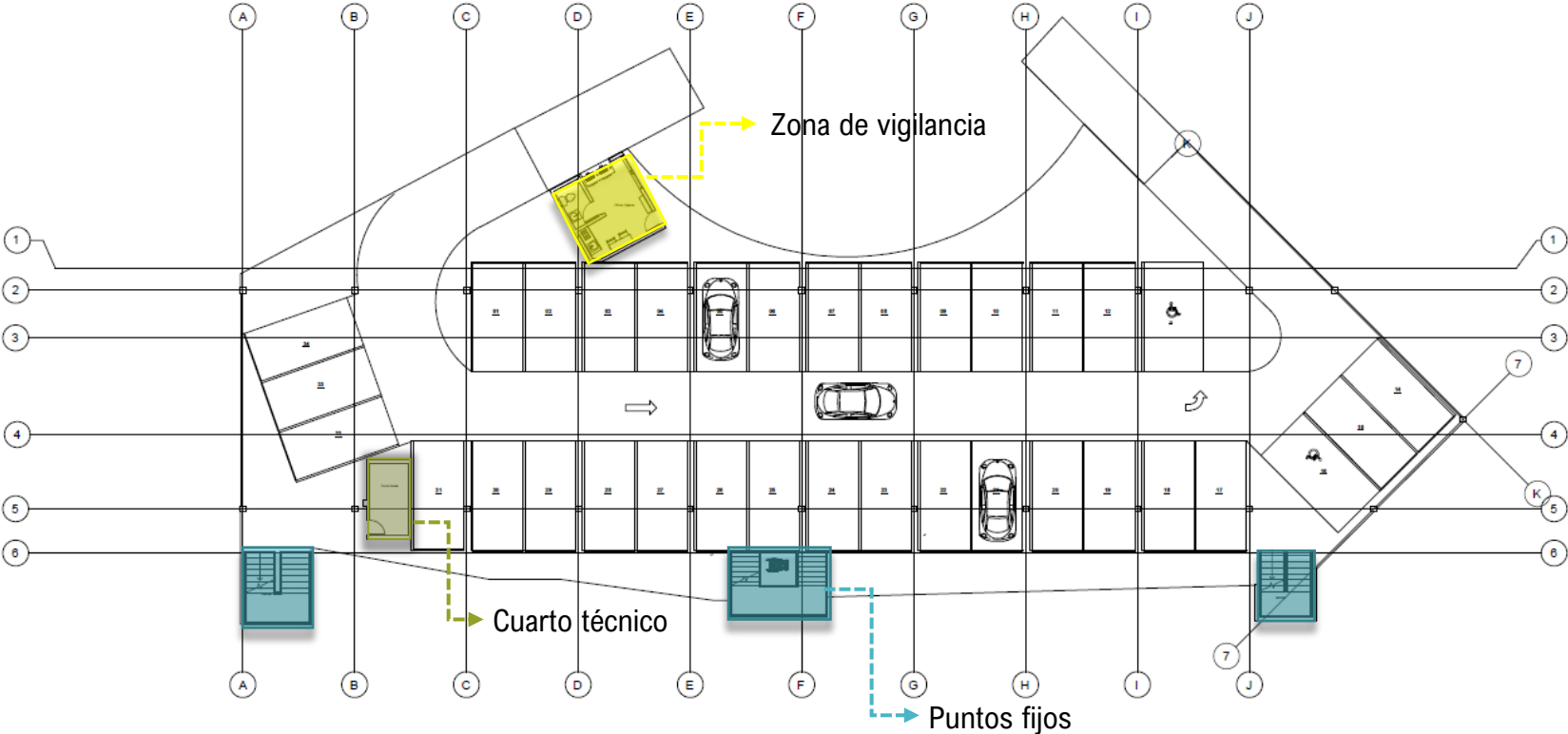


Ilustración 10 Parqueo Lomas de Montelimar. Fuente: Elaboración propia.

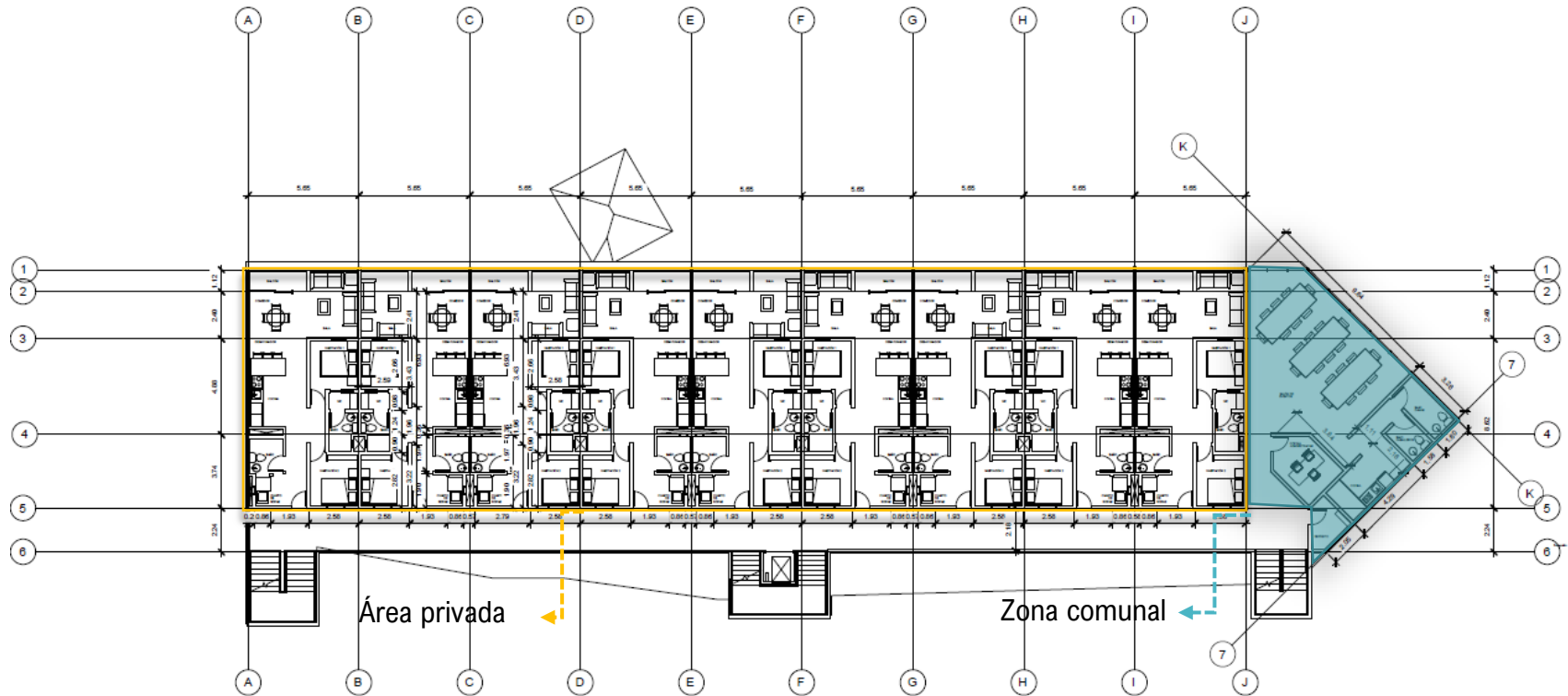


Ilustración 11 Planta 2 Lomas de Montelimar. Fuente: Elaboración propia.

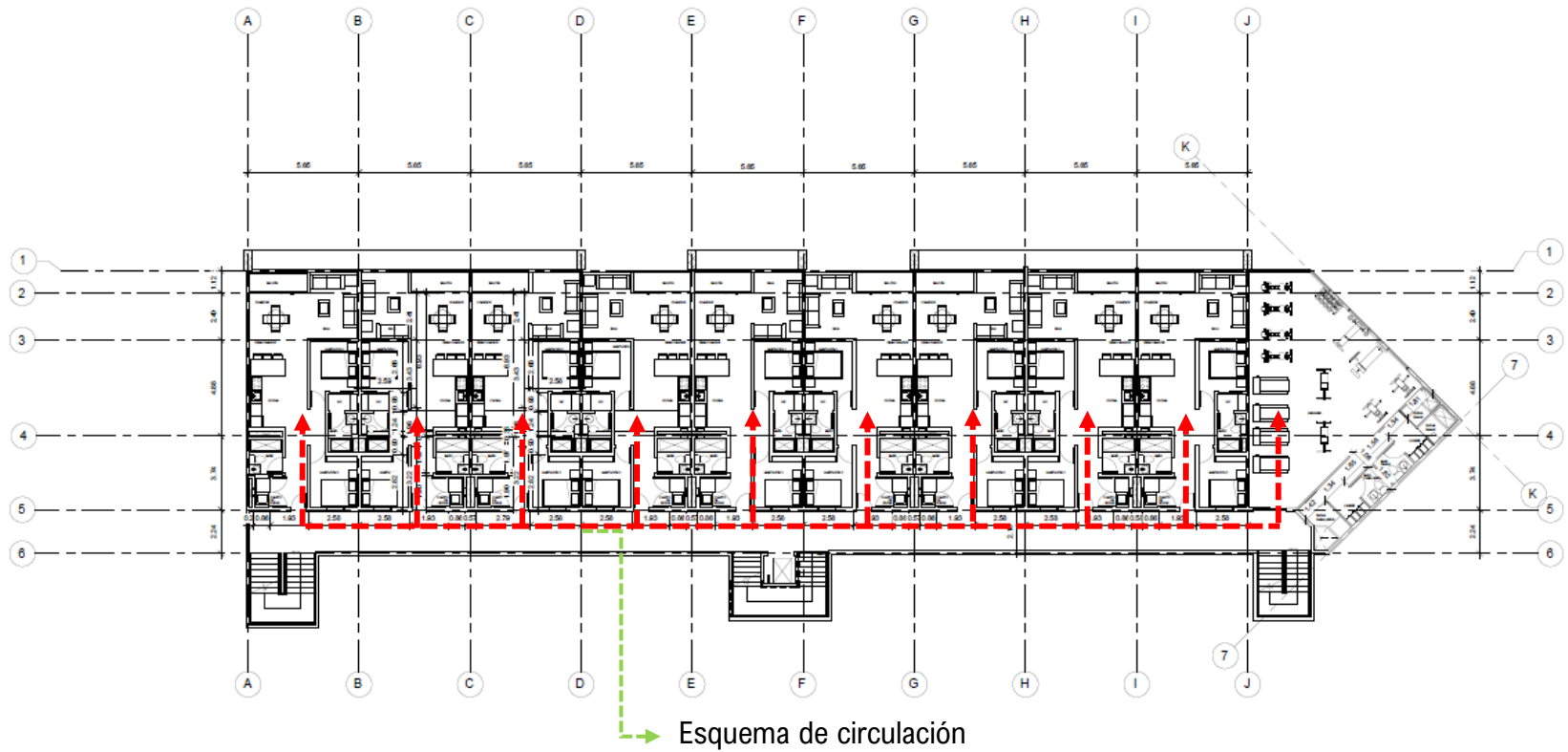


Ilustración 12 Planta 3 Lomas de Montelimar. Fuente: Elaboración propia.

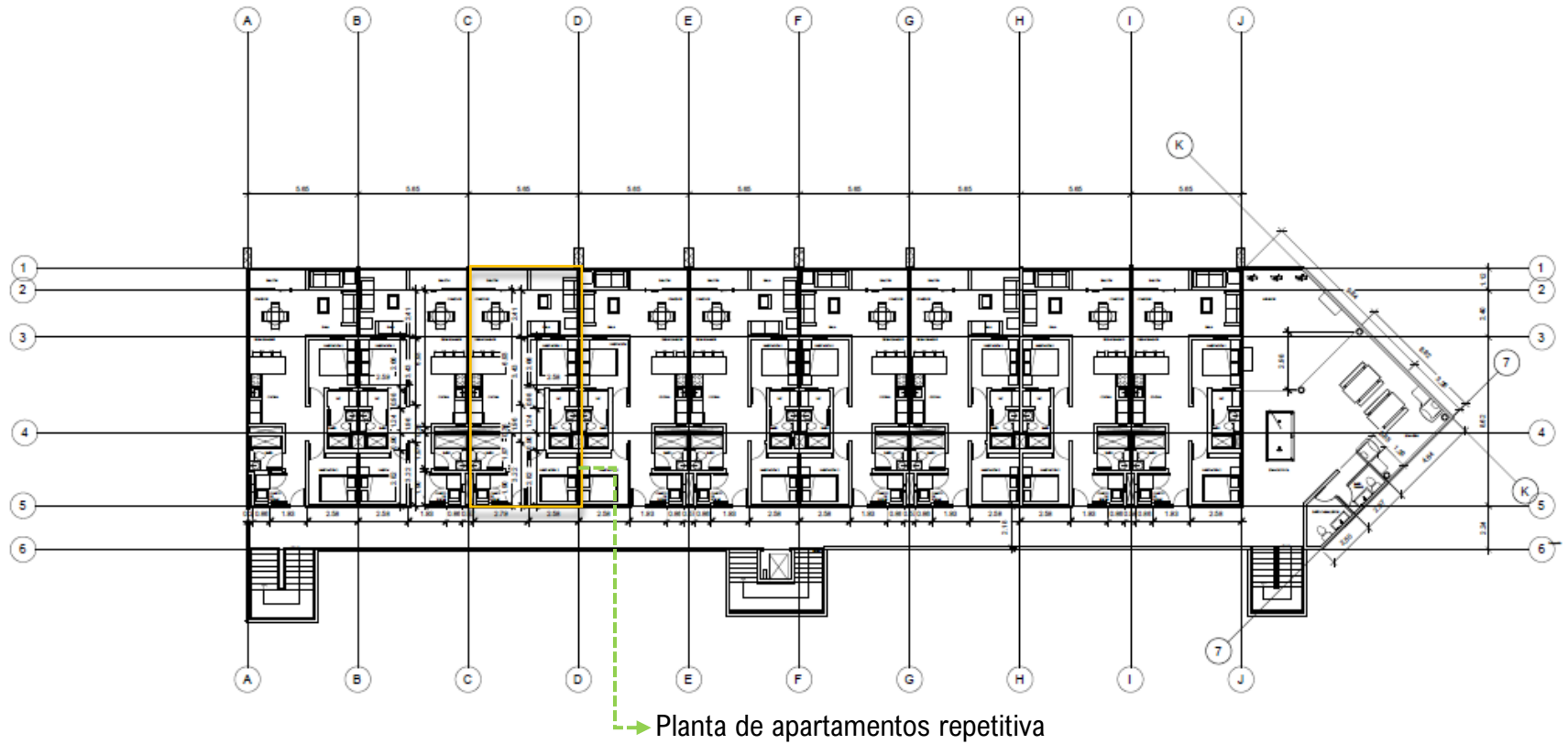


Figura 137 Planta 4 Lomas de montelimar. Fuente: Elaboración propia



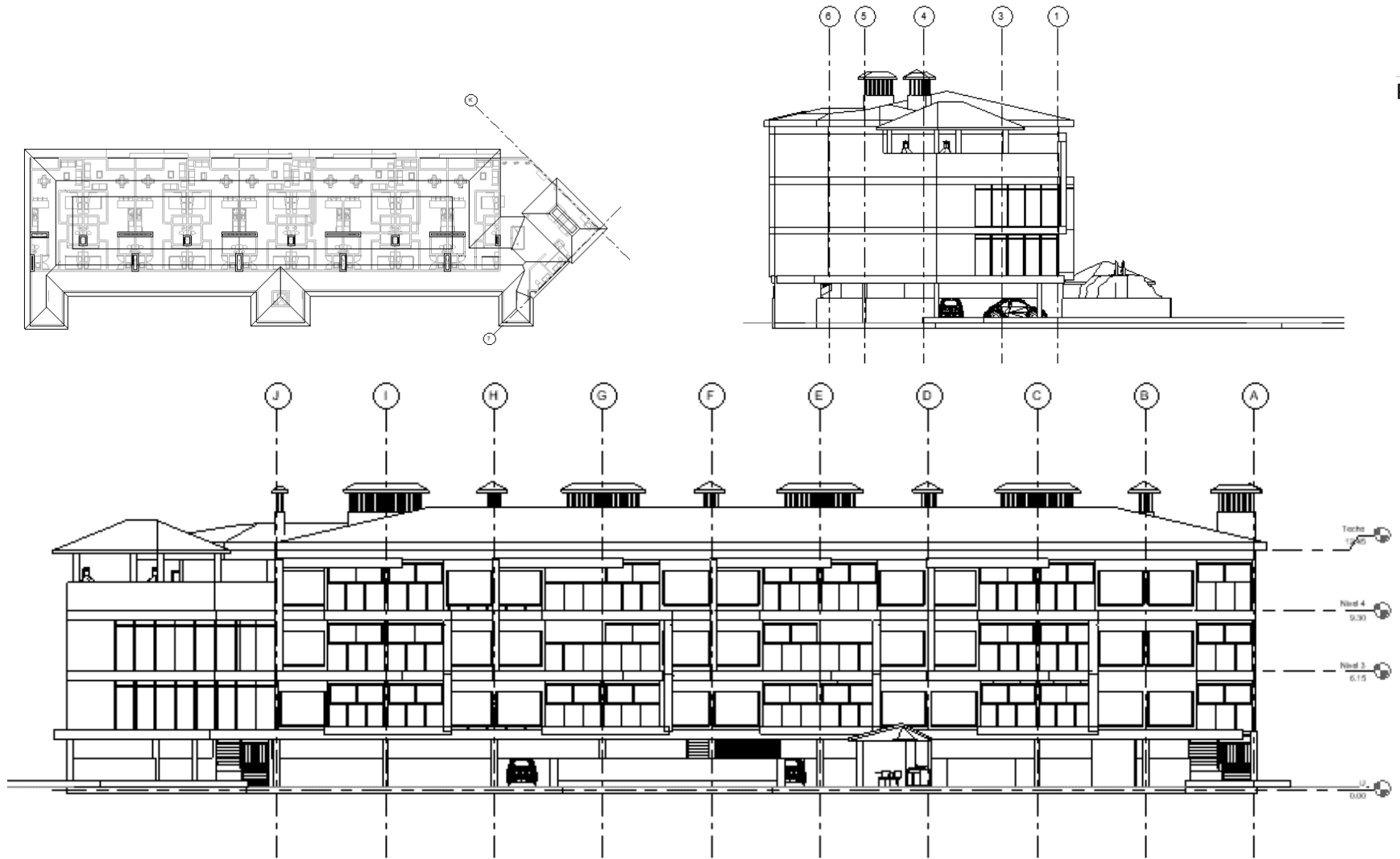


Figura 138 Cubierta, Fachada lateral y frontal. Lomas de Montelimar. Fuente: Elaboración propia

### 3.1.4. Visualizaciones 3D



Figura 139 Vista interior, cocina y comedor, Lomas de Montelimar. Fuente: Elaboración propia.



Figura 140 Vista interior de la sala en los apartaemaentos de Lomas de Montelimar. Fuente: Elaboración Propia.

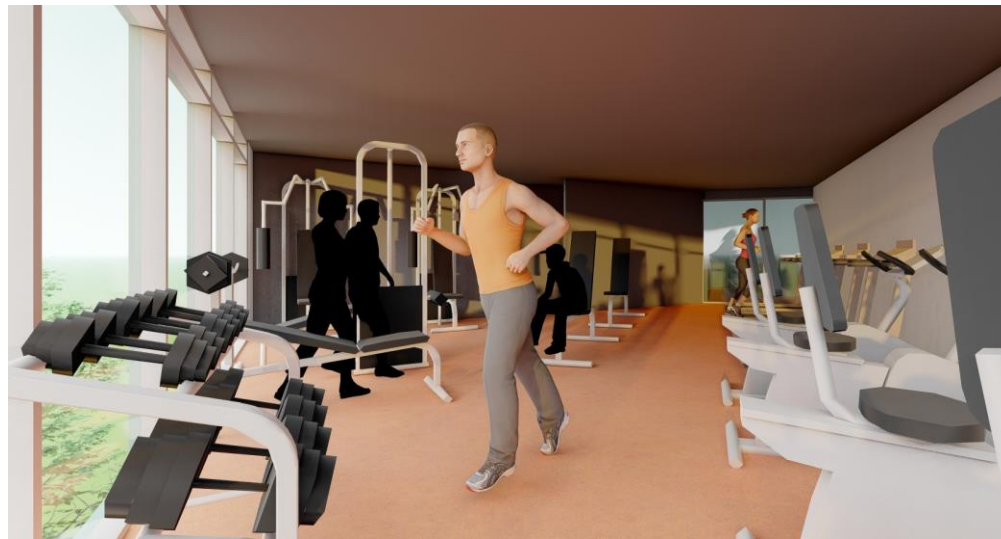


Figura 141 Vistas interiores del gimnasio comunal. Fuente: Elaboración propia



Figura 142 Visualización de la fachada principal. Fuente: Elaboración propia.



Figura 143 Vista de fachada exterior. Lomas de Montelimar. Fuente: Elaboración propia.



Figura 144 Vista exterior. Lomas de Montelimar. Fuente: Elaboración Propia.

### 3.1.5. Sistema Constructivo

La estructura del proyecto consiste en un sistema de marcos de concreto reforzado con luces de 5.65; la cimentación se llevará a cabo con zapatas aisladas, el contrapiso sigue el sistema tradicional de placa de hormigón con malla electrolosada y los muros serán colados en sitio.

Ahora bien, el acero es sin duda alguna el elemento que va a permitir la mayor resistencia a las cargas en el proyecto; “Sabemos que el acero es básicamente una aleación de hierro y carbono, en el cual este último le confiere la resistencia mecánica que le permite ser utilizado como material estructural.” (Perles 2016)

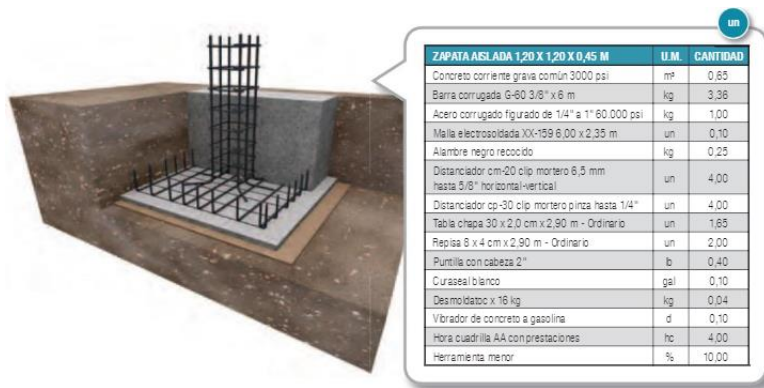


Figura 145 Cimentación. Fuente: Construdata



Figura 146 Muros. Fuente: Construdata

### 3.1.6. Ficha Técnica



#### Descripción:

El conjunto residencial es un proyecto inmobiliario conformado por el desarrollo de 27 apartamentos ubicados en el cantón de Goicoechea en San José, Costa Rica.

La primera planta libre es de uso de parqueo con espacio para 34 vehículos, cuartos técnicos y zona de vigilancia; en el segundo nivel se distribuyen 9 apartamentos y un salón de eventos de uso comunitario. En el tercer piso se observarán 9 viviendas y un gimnasio para uso de los habitantes del proyecto; y por último, en el nivel más alto, se diseñaron 9 aptos y espacios semiabiertos de

recreación para los usuarios del edificio

#### Localización:

El edificio estará ubicado en San José, colinda con vecinos de la zona hacia el costado sur, este y oeste, y hacia el norte limita con la rotonda

#### Sistema Constructivo:



La estructura del proyecto consiste en un sistema de marcos de concreto reforzado con luces de 5.65; la cimentación se llevará a cabo con zapatas aisladas, el contrapiso sigue el sistema tradicional de placa de hormigón con malla electrolosada y los muros serán colados in situ.



MURO EN CONCRETO 10 CM-3000 PSI	U.M.	CANTIDAD
Concreto corriente grava común 3000 psi	m <sup>3</sup>	0,11
Malla electrosoldada XX-109 6,00 x 2,35 m	un	0,14
Distancador tipo puente plástico muro 10 cm	un	4,00
Formalita metálica con accesorios	m <sup>2</sup>	1,00
Curaseal blanco	gal	0,10
Desmoldador x 10 kg	kg	0,03
Vibrador de concreto a gasolina	d	0,08
Hora cuadrilla AA con prestaciones	hc	3,00
Herramienta menor	%	10,00

#### Resultados de la evaluación

Los valores obtenidos muestran un 13% de probabilidad de éxito, ya que el proyecto no fue pensado para ser sostenible, su puntaje mas bajo es en la dimensión socio cultural, ya que el edificio no toma en cuenta las características de la población en la zona.

### 3.2. EVALUACIÓN MULTICRITERIO

El proyecto fue evaluado con la matriz multicriterio, evidenciando que el objeto de estudio no cuenta con grandes posibilidades para ser sostenible.

El diseño se realizó con fines estrictamente comerciales, por lo tanto, la constructora y los interesados directos en la construcción de estos proyectos, no realizaron una inversión en estudios culturales o sociales en la zona de implantación del proyecto. Se puede concluir que la materialidad, los diseños y la forma estructural de la propuesta no involucran el entorno social, natural y/o económico de la zona en la que se construirá el edificio

Lomas de Montelimar, destaca por su puntaje bajo, ya que en este proyecto lo más relevante a la hora de diseñar, era la optimización de espacios, para aprovechar la mayor cantidad de área en uso residencial, esto ocasionó que las variables de sostenibilidad no fueran relevantes en el proyecto, y no se tomaran en cuenta materiales o sistemas constructivos alternativos en la etapa de planificación y diseño del conjunto residencial.

El puntaje obtenido se puede observar en el siguiente cuadro, donde se mencionan los resultados del análisis de sostenibilidad con económico-financiera, socio-culturales y físico-ambiental:

Cuadro 13 Resultados matriz multicriterio. Lomas de Montelimar.

Análisis de Sostenibilidad Lomas de Montelimar (PP 1)						
Dimensiones de sostenibilidad	Peso relativo	Puntaje máximo	Puntaje obtenido	Calificación	Calificación relativa	
1.0 FISICO-AMBIENTAL	6,0%	36	13	36%	0,02	
2.0 SOCIO-CULTURAL	6,0%	27	11	41%	0,02	
3.0 ECONOMICO-FINANCIERA	15,0%	24	13	54%	0,08	
Grado de sostenibilidad				Calificación final	13%	
Rango de 1% a 60%, <b>sin</b> posibilidades de éxito Rango de 61% a 70%, <b>pocas</b> posibilidades de éxito Rango de 71% a 80%, <b>regulares</b> posibilidades de éxito Rango de 81% a 90%, <b>buenas</b> posibilidades de éxito Rango de 91% a 100%, <b>excelentes</b> posibilidades de éxito						
FISICO-AMBIENTAL	RESUMEN					
	Total de Variables		12			
	Puntaje máximo posible		36			
	Puntaje Obtenido		13			
	Valor Porcentual		36%			
SOCIO-CULTURAL	RESUMEN					
	Total de Variables		9			
	Puntaje máximo posible		27			
	Puntaje Obtenido		11			
	Valor Porcentual		41%			
ECONOMICO-FINANCIERA	RESUMEN					
	Total de Variables		8			
	Puntaje máximo posible		24			
	Puntaje Obtenido		13			
	Valor Porcentual		54%			



Nota: Fuente. Elaboración propia

## 4.5. POSIBLES ESCENARIOS

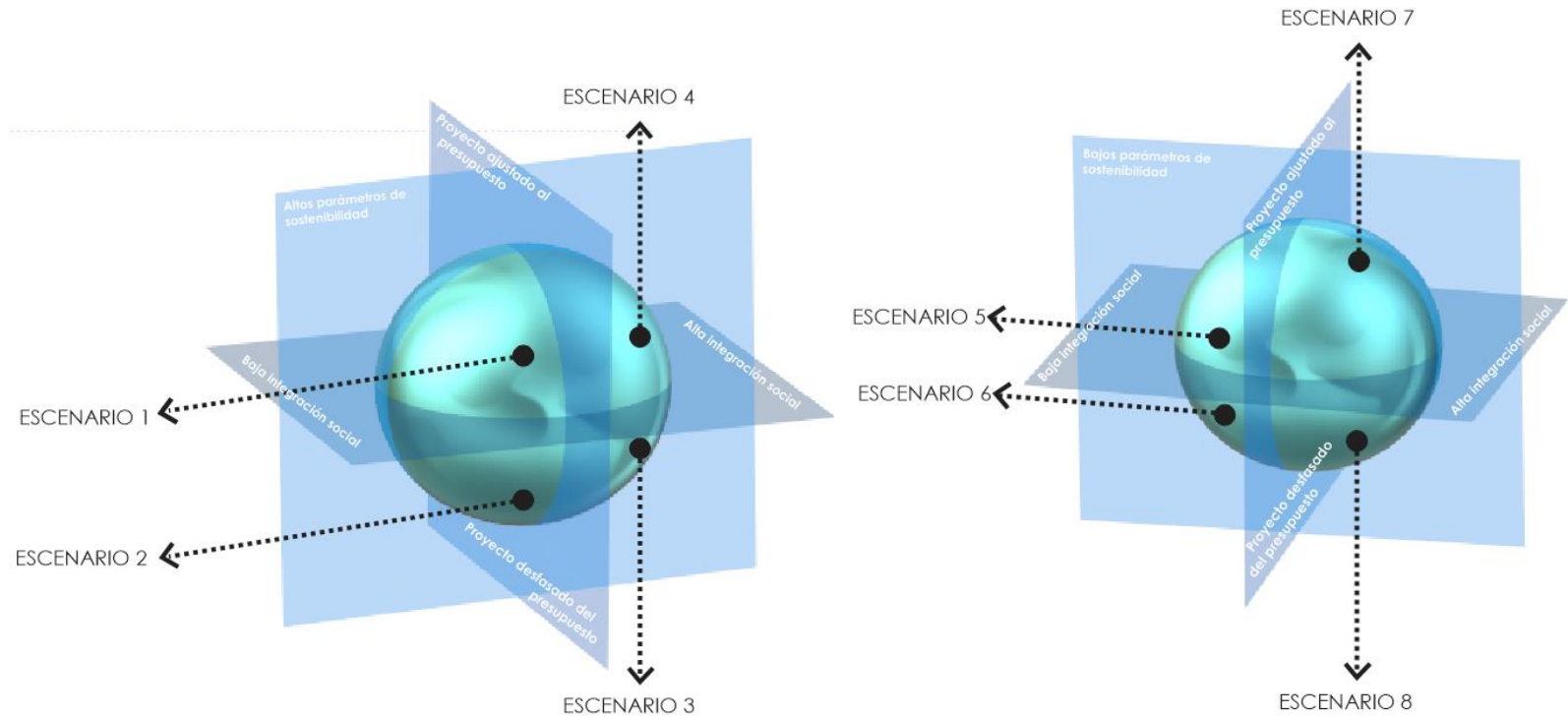


Figura 147 Posibles Escenarios. Fuente: Elaboración Propia

Para una evaluación que permita entender las fortalezas y debilidades de cada proyecto, se establecieron diferentes posibles escenarios que incluyen variables de sostenibilidad, criterios de economía en el desarrollo del objeto arquitectónico y por último, la integración de los usuarios del proyecto y el contexto en el que se implantaría el proyecto.

**Parámetros de sostenibilidad:** En esta categoría se evaluarán si los proyectos cuentan con técnicas sostenibles en términos de diseño arquitectónico y estructural; escogencia de materiales con baja emisión de CO<sub>2</sub>; técnicas constructivas que permiten que se desarrolle una construcción de cero residuos; elementos de recolección de energía renovable en sitio; y diseños que fomenten el uso de transporte alternativo.

**Presupuesto del proyecto:** En esta variable se busca identificar si el proyecto cumple con el presupuesto gestionado en la etapa de planificación y tiene un costo que no se eleva por la escogencia de los materiales, o el método constructivo elegido.

**Integración social:** Para esta sección de evaluación se pretende establecer si el proyecto involucra a los stakeholders y los usuarios finales del objeto arquitectónico, además de promover el desarrollo urbanoambiental colindante al lugar de intervención.

Los valores para los criterios de evaluación solo podrán tener dos valores en los que se cumple o no con las categorías de estudio, dando como resultado ocho posibles escenarios para los 3 proyectos diseñados.

En las siguientes ilustraciones se muestran los posibles escenarios de acuerdo a las condiciones propias del proyecto del conjunto residencial Lomas de Montelimar.

### 4.5.1. Conjunto Residencial Lomas de Montelimar

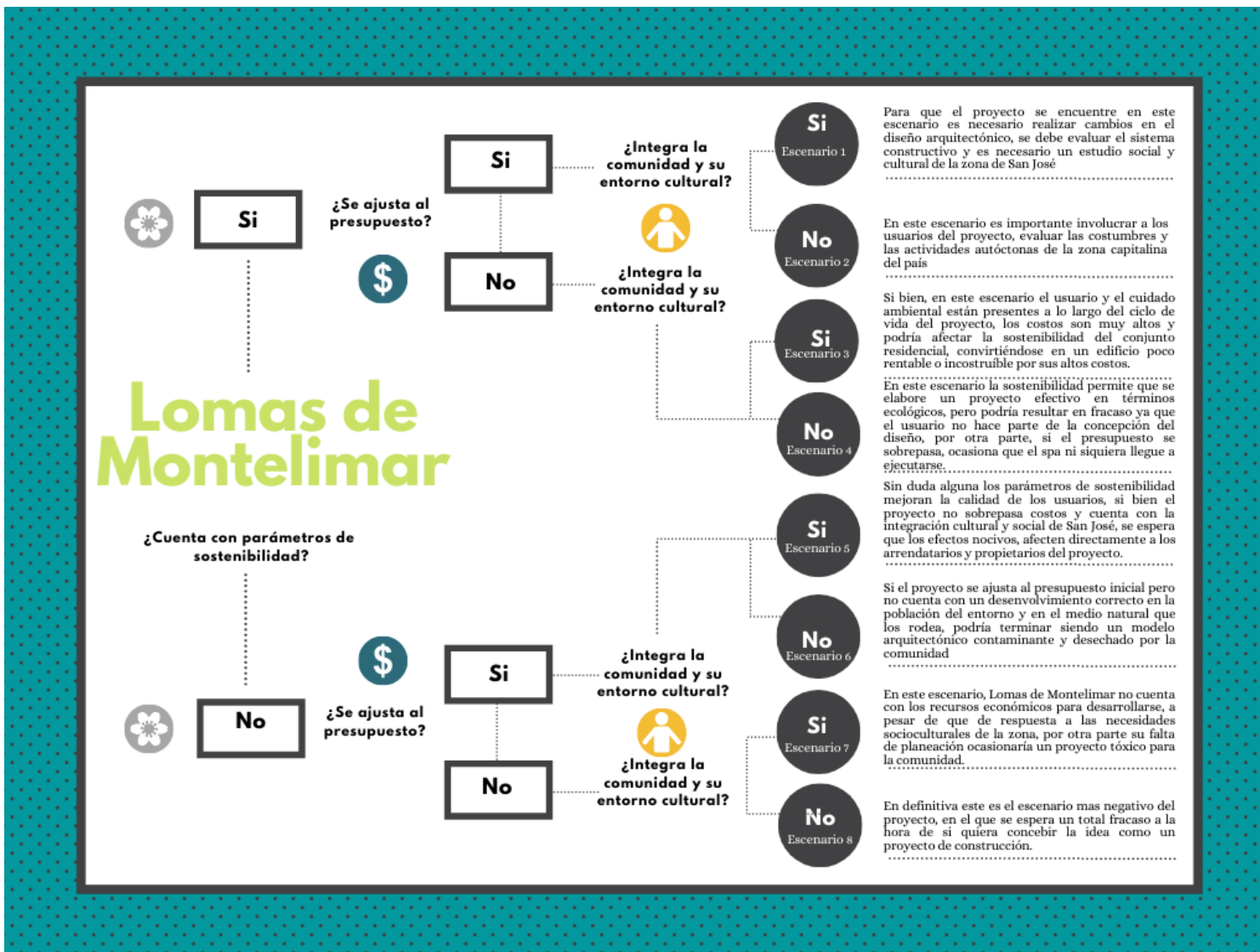


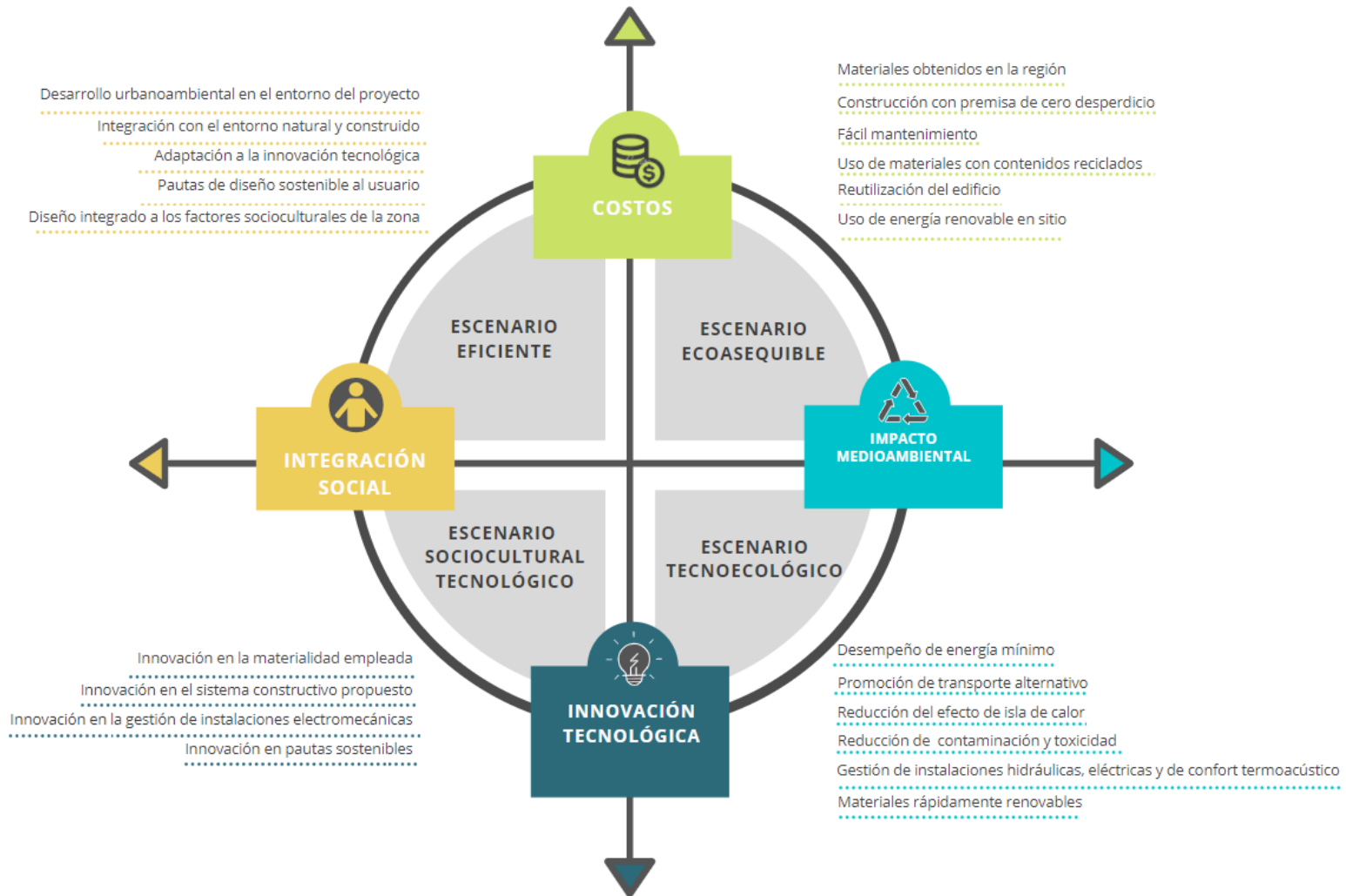
Figura 148 Posibles escenarios. Lomas de Montelimar. Fuente: Elaboración propia

An aerial photograph of a city skyline, likely Bogotá, Colombia, featuring numerous skyscrapers and buildings. A large red circle is superimposed over the center of the image, containing the chapter title. The text 'CAPITULO IV' is written in bold black letters within the upper part of the circle, and 'POSIBLES ESCENARIOS' is written in bold white letters within the lower part of the circle.

# **CAPITULO IV**

## **POSIBLES ESCENARIOS**

## 4.1. POSIBLES ESCENARIOS



149 Posibles Escenarios. Fuente: Elaboración propia.

Figura





Variables		Montelimar	Banco Triodos	Palazzo Italia	New Life concept	El Guadual	Curve Appeal
	Desarrollo urbano-ambiental en el entorno del proyecto	2	3	3	3	3	2
	Integración con el entorno natural y construido	2	3	2	2	3	2
	Adaptación a la innovación tecnológica	2	3	3	2	3	2
	Pautas de diseño sostenible al usuario	1	3	3	2	3	2
	Diseño integrado a los factores socioculturales de la zona	2	2	2	3	3	1
	<b>TOTAL</b>	<b>9</b>	<b>14</b>	<b>13</b>	<b>12</b>	<b>15</b>	<b>9</b>
	Materiales obtenidos en la región	1	3	2	2	3	2
	Construcción con premisa de cero desperdicio	1	3	3	2	2	3
	Fácil mantenimiento	3	3	3	2	3	2
	Uso de materiales con contenidos reciclados	1	3	3	3	3	2
	Reutilización del edificio	1	3	2	2	2	2
	Uso de energía renovable en sitio	1	3	3	3	1	1
<b>TOTAL</b>	<b>8</b>	<b>18</b>	<b>16</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>12</b>	
	Innovación en la materialidad empleada	1	1	3	2	1	3
	Innovación en el sistema constructivo propuesto	1	3	3	2	2	3
	Innovación en la gestión de instalaciones electromecánicas	1	2	2	3	1	1
	Innovación en pautas sostenibles	1	3	3	3	2	2
<b>TOTAL</b>	<b>4</b>	<b>9</b>	<b>11</b>	<b>10</b>	<b>6</b>	<b>9</b>	
	Desempeño de energía mínimo	1	3	2	3	3	3
	Promoción de transporte alternativo	1	3	2	1	2	1
	Reducción del efecto de isla de calor	1	2	3	3	3	2
	Reducción de contaminación y toxicidad	1	3	3	3	3	3
	Gestión de instalaciones hidráulicas, eléctricas y de confort termoacústico	1	3	3	3	2	2
	Materiales rápidamente renovables	1	3	2	2	3	2
<b>TOTAL</b>	<b>6</b>	<b>17</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>13</b>	
<b>TOTAL</b>	<b>27</b>	<b>58</b>	<b>55</b>	<b>51</b>	<b>51</b>	<b>43</b>	

Figura 150 Elección de proyectos internacionales. Fuente: Elaboración propia.

Los posibles casos de estudio que permiten el desarrollo de los 4 escenarios se compararon de acuerdo a las características propias de cada proyecto, la evaluación se realizó a partir de una tabla de puntajes que evidencia los valores más altos y más bajos de cada edificio en relación a las variables que conforman las categorías de integración social, costos, innovación tecnológica e impacto ambiental.

#### 4.1.1. Escenario Eficiente:

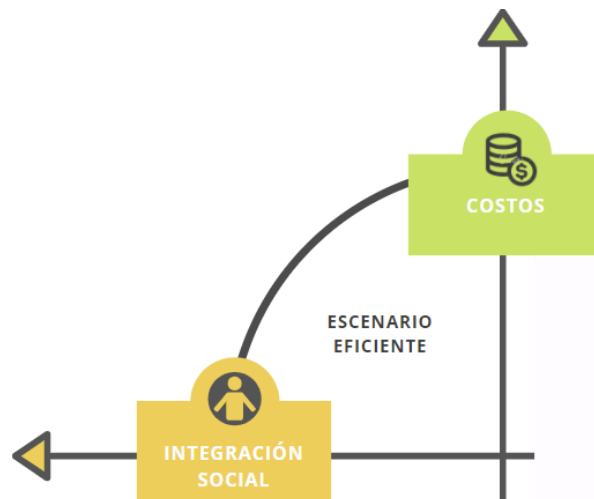


Figura 151 Escenario eficiente. Fuente: Elaboración propia.

En este escenario, las variables de costos e integración social, muestran un proyecto que podría

considerarse “eficiente” ya que, si bien el principal objetivo en este escenario no es el cuidado ambiental, la gestión de los materiales usados permite que se empleen estrategias que mitiguen la contaminación y la emisión contaminante del edificio, ya que tiene un método constructivo con premisas de cero desperdicio, fomenta el uso de materiales con contenido reciclado, y emplea fuentes de energía renovable en sitio, con el fin de reducir los costos y presentar un producto asequible.

La adaptabilidad de los usuarios genera que el conjunto residencial sea beneficioso para los propietarios y arrendatarios por la apropiación del objeto arquitectónico en la comunidad y el desarrollo urbano que este representa para la zona de implantación.

Los proyectos internacionales que tienen puntajes más altos en estas categorías son El Centro Infantil El Guadual y el Banco Triodos, éstos serán los proyectos de los cuales se adaptarán las técnicas constructivas y los parámetros de diseño y construcción para el desarrollo de un “escenario eficiente” para el conjunto residencial Lomas de Montelimar en San José.

**Visualización escenario eficiente:**



Figura 152 Visualización del escenario eficiente. Fuente: Elaboración propia.

#### 4.1.2. Escenario Eco-asequible

Dentro del escenario eco-asequible se evidencia la preocupación por el cuidado medioambiental a bajos costos, este sería un proyecto viable en términos de sostenibilidad ecológica y financiera pero no es sustentable social y culturalmente, en este escenario se corre el peligro de proyectar un edificio que no se adecue a las necesidades de la comunidad, y podría considerarse como una construcción indeseada por los usuarios de la zona.

Las características de un edificio eco-asequible que no toma en cuenta las costumbres socioculturales de la zona de implantación, son el bajo impacto ambiental, debido a la poca emisión de CO<sub>2</sub>; la promoción de transporte alternativo, permite una descontaminación en la zona; la gestión adecuada de las instalaciones electromecánicas, va a dar como resultado un proyecto que tiene conciencia sobre el uso del agua, y la energía; en este escenario se garantiza una escogencia de materiales con técnicas de reciclaje y/o el uso de tecnologías con elementos de construcción rápidamente renovables.



Figura 153 Escenario eco-asequible. Fuente: Elaboración Propia

Sin embargo, el diseño de espacios, al no tener presente las condiciones socioculturales de los usuarios podría resultar insuficiente para el objetivo del proyecto, que es brindar una vivienda unifamiliar a los ocupantes del edificio.

Los proyectos estudiados que harían posible son el Banco Triodos por su alto puntaje en la reducción del impacto ambiental, y Curve Appeal por su poca preocupación al integrar los intereses de los usuarios.

**Visualización escenario eco-asequible:**



Figura 154 Visualización del escenario eco-asequible. Fuente: Elaboración propia.

### 4.1.3. Escenario Tecno-ecológico

El escenario tecno-ecológico mezcla las variables de la innovación tecnológica y la minimización del impacto medioambiental en la zona de intervención del proyecto.

De escogerse este escenario para el desarrollo del conjunto residencial Montelimar, tendríamos como resultado un edificio que tiene como prioridad respetar el medio ambiente a través de nuevas tecnologías constructivas en la edificación del proyecto.

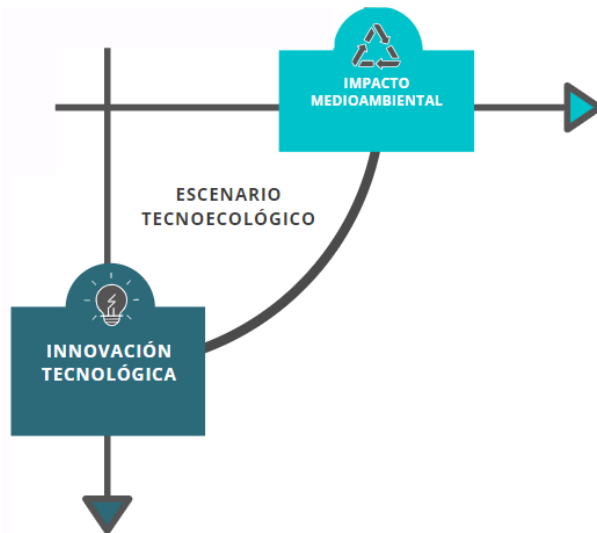


Figura 155 Escenario tecno-ecológico. Fuente: Elaboración Propia

El uso de herramientas tecnológicas que innoven en la materialidad, el sistema constructivo, la gestión de instalaciones electromecánicas y los parámetros sostenibles en un edificio residencial, van a permitir que probablemente exista una eficiencia energética y constructiva a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

Sin embargo, las tecnologías innovadoras, por considerarse en un proceso de estudio y evaluación, podrían resultar inicialmente con costos elevados ya que se requiere de una inversión importante, mientras se identifican los posibles resultados a largo plazo al implementar estas nuevas metodologías en construcciones con el contexto de Costa Rica. Por otra parte, el desinterés de parte del diseñador, por la apropiación de los usuarios en el proyecto, puede causar que la comunidad no se adapte a los cambios tecnológicos y se deseche el proyecto de parte de los habitantes de la zona.

Los proyectos que por sus puntajes se adecuarían en el conjunto residencial Montelimar y darían como resultado un escenario tecno-ecológico son el Palazzo Italia, y el Banco Triodos.

**Visualización escenario tecno-ecológico:**



Figura 156 Visualización del escenario tecno-ecológico. Fuente: Elaboración propia.

#### 4.1.4. Escenario Sociocultural Tecnológico

Este es un escenario que contempla las costumbres, los arraigos culturales y las diferentes preferencias de la comunidad en donde será implantado el edificio, la innovación tecnológica se convierte en la herramienta principal para ofrecer un proyecto que innove en su método constructivo mientras da respuesta a las necesidades de socioculturales de los usuarios.

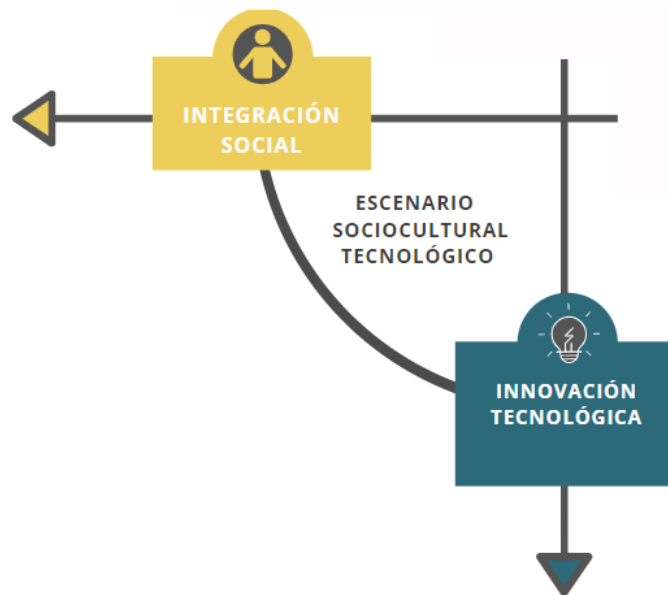


Figura 157 Escenario en desarrollo. Fuente: Elaboración Propia

Las principales características de este proyecto serían el desarrollo urbano ambiental en el contexto inmediato del proyecto, además de una integración con el entorno natural y construido de la zona, es importante resaltar que en este diseño se contemplan espacios dedicados para que el usuario reciba pautas de sostenibilidad en su vida cotidiana, sin embargo, esto no garantiza que el proyecto se construya con los parámetros de sostenibilidad suficientes, para evitar un edificio tóxico.

La innovación de este proyecto podía incurrir en costos, ya que las nuevas tecnologías siempre están en período de prueba, hasta que se establezcan resultados definitivos sobre el comportamiento de la materialidad y el sistema integrado en zonas como San José de Costa Rica.

En el escenario sociocultural tecnológico, se adaptarán las tecnologías utilizadas por los proyectos Palazzo Italia y El Guadual por sus puntajes obtenidos en innovación tecnológica e integración social.

**Visualización escenario sociocultural tecnológico:**



Figura 158 Visualización del escenario sociocultural tecnológico. Fuente: Elaboración propia.

## 4.2. CONCLUSIONES DEL DESARROLLO DE LOS POSIBLES ESCENARIOS

4.2.1. El desarrollo de posibles escenarios, integrando las diferentes variables que dan como fruto proyectos sostenibles, permite que se evidencien los posibles resultados a la hora de tomar decisiones frente al diseño arquitectónico o el proyecto a construir.

4.2.2. Los escenarios propuestos no suplen la totalidad de las necesidades requeridas para que el conjunto residencial Montelimar tenga una alta probabilidad de ser sostenible, sin embargo, el acercamiento a un posible resultado evidencia las falencias del proyecto que pueden modificarse o intervenir con el fin de hacer una propuesta mucho más integral.

4.2.3. Si bien este proceso de planificación de escenarios toma tiempo y no es una actividad común en el ejercicio de la construcción, el debido proceso de evaluación y propuesta de posibles escenarios puede dar una gama de posibilidades de intervención, ampliando la visión del diseñador y tomando en cuenta variables que tal vez no integraba en el momento de realizar el anteproyecto, reduciendo el margen de error del objeto arquitectónico.

### 4.3. ESCENARIO PROPUESTO

#### 4.3.1. Tabla comparativa del proyecto intervenido y los proyectos de estudio.

Cuadro 14 Tabla comparativa del proyecto a intervenir y los casos de estudio internacionales a implementar.

CARÁCTERÍSTICAS	MONTELMAR	BANCO TRIODOS	PALAZZO ITALIA
Visualización del proyecto			
Arquitectos	Vanessa Arciniegas	Nemesi	RAU Architects
Localización	San José, Costa Rica	Zeist, De Reehorst Estate. Países Bajos	Milán, Italia
Área construida	2.625,36 m <sup>2</sup>	12. 693 m	27000 m <sup>2</sup>
Fecha de construcción	2021	2019	2015
Número de plantas	4	6	8
Sistema constructivo	✓ Construcción tradicional de estructura aporricada de concreto.	✓ Construcción modular en madera laminada ✓ Cerchas de madera	✓ Estructura de acero ✓ Piel con sistema modular de bioconcreto

		✓ Estructura aporticada de concreto en el primer nivel	
Materialidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Concreto</li> <li>✓ Acero</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Madera laminada</li> <li>✓ Madera laminada cruzada</li> <li>✓ Concreto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Acero</li> <li>✓ Cemento biodinámico activo TX</li> </ul>
Parámetros de sostenibilidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Durabilidad en el material</li> <li>✓ Fácil mantenimiento</li> <li>✓ Desarrollo urbano-ambiental en el entorno del proyecto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Construcción reutilizable</li> <li>✓ Materiales reciclados</li> <li>✓ Uso de recursos rápidamente renovables</li> <li>✓ Baja energía embebida</li> <li>✓ Construcción bajo la premisa de “cero desperdicio”</li> <li>✓ Uso de materiales locales</li> <li>✓ Integración del medio ambiente</li> <li>✓ Confort térmico</li> <li>✓ Durabilidad en el material</li> <li>✓ Fácil mantenimiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Materiales reciclados</li> <li>✓ Baja energía embebida</li> <li>✓ Construcción bajo la premisa de “cero desperdicio”</li> <li>✓ Uso de materiales locales</li> <li>✓ Integración del entorno construido</li> <li>✓ Confort térmico</li> <li>✓ Durabilidad en el material</li> <li>✓ Fácil mantenimiento</li> <li>✓ Desarrollo urbano-ambiental en el entorno del proyecto</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Desarrollo urbano-ambiental en el entorno del proyecto</li> <li>✓ Pautas de diseño sostenible al usuario</li> <li>✓ Uso de energía renovable en sitio</li> <li>✓ Innovación en el sistema constructivo propuesto</li> <li>✓ Innovación en pautas sostenibles</li> <li>✓ Promoción de transporte alternativo</li> <li>✓ Gestión de instalaciones hidráulicas, eléctricas y de confort termoacústico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Pautas de diseño sostenible al usuario</li> <li>✓ Uso de energía renovable en sitio</li> <li>✓ Innovación en el sistema constructivo propuesto</li> <li>✓ Absortancia de los materiales</li> <li>✓ Adaptación a la innovación tecnológica de parte de los usuarios</li> <li>✓ Innovación en pautas sostenibles</li> <li>✓ Innovación en la materialidad empleada</li> <li>✓ Reducción de contaminación y toxicidad</li> </ul>
--	--	--	--

*Nota:* Fuente. Elaboración propia

An aerial photograph of a city skyline, featuring numerous skyscrapers and buildings. A large, semi-transparent red circle is overlaid on the image, centered horizontally. The text 'CAPITULO V' is written in bold black letters across the upper part of the circle, and 'PROPUESTA' is written in white letters across the lower part of the circle.

# CAPITULO V

**PROPUESTA**

## 5.1. PROPUESTA A DESARROLLAR

### 5.1.1. Materialidad

La adaptación de Montelimar iniciará con el cambio de materiales por maderas rápidamente renovables de tipo laminada CTL, el proceso de fabricación comienza con una selección de madera seca sometida a controles de humedad y resistencia para ser unida con piezas tan largas como el elemento a fabricar.



Wall panel anchored to floor panel.



Typical internal wall arrangement.



Floor panel installation.



Floor panel installation.

Figura 159 Sistemas de instalación de paneles de madera CTL. Fuente: Trada

“Cada lámina es cepillada por sus dos caras, de modo de generar una superficie óptima para el encolado, para después ordenarse en la ubicación que tendrán en el elemento laminado. Finalmente, cada pieza es encolada y dispuesta inmediatamente en las prensas, donde se les aplica la presión necesaria para asegurar un buen encolado, en prensa hidráulica o mecánica.” (Materials, 2015)

### Consideraciones de diseño:

- Las estructuras son funcionales y decorativas, debido al aspecto agradable de la madera natural, además de sus condiciones de resistencia y versatilidad
- El ensamble de la madera laminada TCL es rápido y simple
- Este tipo de estructura puede ser modificada con facilidad
- El cielo entablado autoportante que permite que el elemento funcione como cielo interior y cubierta del edificio.



Self-drill woodscrews installed using lightweight power drivers.



Easy fixing of services to ceiling.

Figura 160 Ensamble madera laminada. Fuente: Trada

### 5.1.1. Sistema estructural

La construcción en sitio se llevará a cabo mediante un sistema estructural donde cada uno de los paneles será prefabricado, incluidos los vanos para ventanas y puertas. Con el fin de colocarse de inmediato en su posición y reducir los tiempos de ejecución en obra.

#### Madera y fuego

Las condiciones inflamabilidad de la madera hace que este material sea evitado en construcción, sin embargo,

existen ciertos productos que permiten que el proceso de expansión de las llamas sea más lento. Algunos ignífugos o retardantes aplicados a través de elementos químicos, pinturas especiales y otros compuestos proporcionan a la madera una protección razonable.

Por esta razón es indispensable incluir en el proceso de construcción esta etapa de protección de la madera contra la expansión de llamas para prevenir la destrucción del edificio en caso de que llegue a presentarse un caso incendio en el futuro.

#### Sistema estructural inicial y sistema estructural replanteado

El sistema estructural del proyecto inicial en Lomas de Montelimar está conformado principalmente por materiales como el acero y el concreto. Los marcos son de concreto reforzado con luces de 6; la cimentación se lleva a cabo con zapatas aisladas, el contrapiso sigue el sistema tradicional de placa de hormigón con malla electrolosada, los entrepisos están dados a través de placas de bloque aligerado de concreto y los muros son colados en sitio.

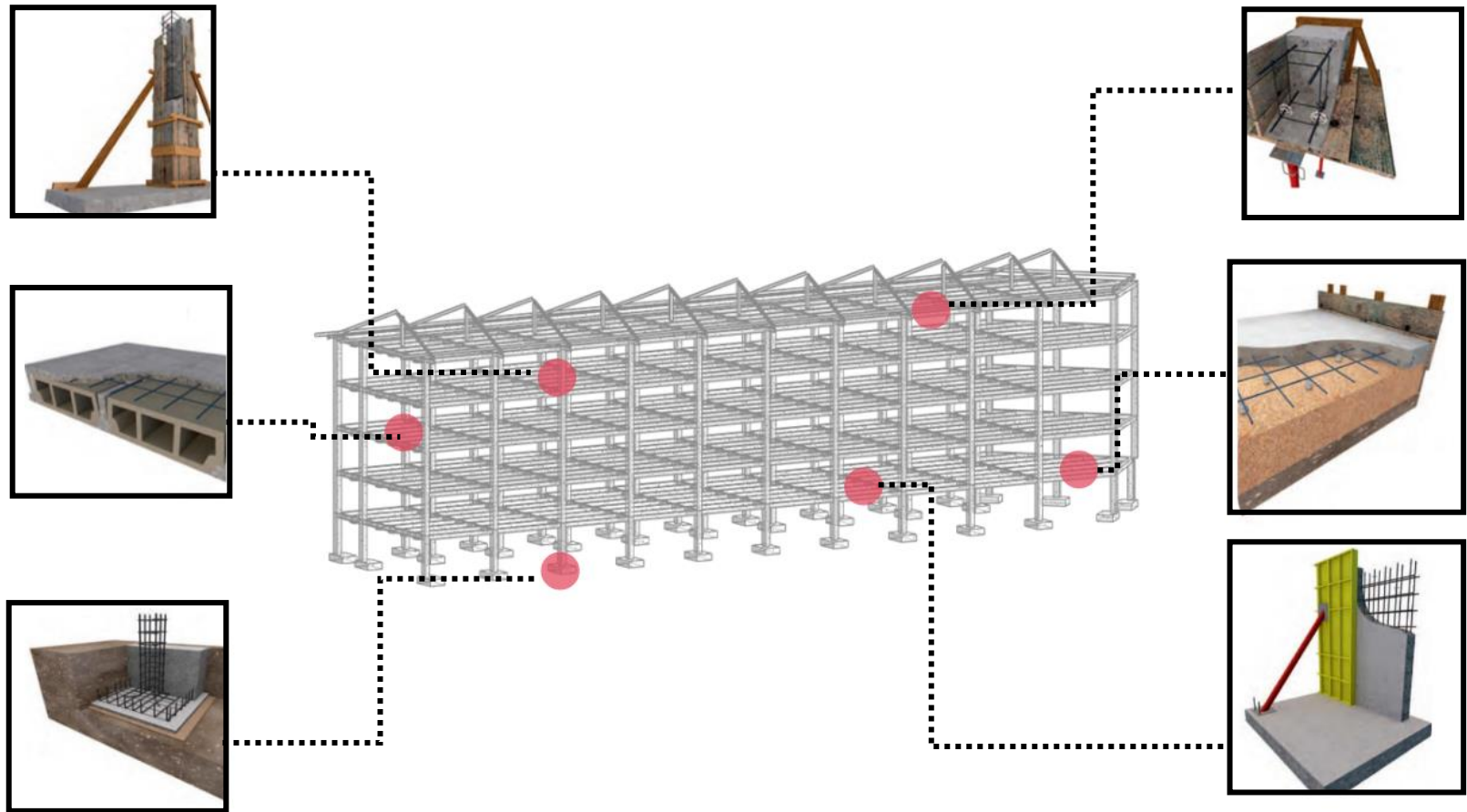


Figura 161 Esquema de estructura antigua. Fuente: Elaboración propia con detalles tomados de Construdata.

Para el nuevo sistema constructivo se propone el uso de paneles CLT como muros de carga y ensambles con los diferentes entrepisos conformados por un sistema de viguetas que soportan las estructuras de suelo. En Costa Rica este tipo de estructuras se pueden realizar con las maderas de Melina (*Gmelina arborea*) y Teca (*Tectona grandis*), especies cultivadas en el país con el fin de ser utilizadas para la construcción.

“El panel ejerce no solo como un método de construcción de bloques de apartamentos de madera, sino también como una estructura rígida tanto en paredes como en suelos. Los orificios y las juntas de los paneles se realizan en la propia fábrica, gracias a la precisión de la tecnología de fresado controlada por ordenador. El tamaño máximo de un panel de CLT es de 3 x 16 metros y están disponibles en muchas y muy diversas resistencias. La capacidad del panel es suficiente para edificios de hasta 12 plantas. Los elementos se entregan según el nivel deseado de preparación, como el aislamiento, los materiales de superficie, ventanas y puertas” (woodproductsfi, 2020)



Figura 162 Stadthaus, Murray Grove. Imagen suministrada por KLH UK

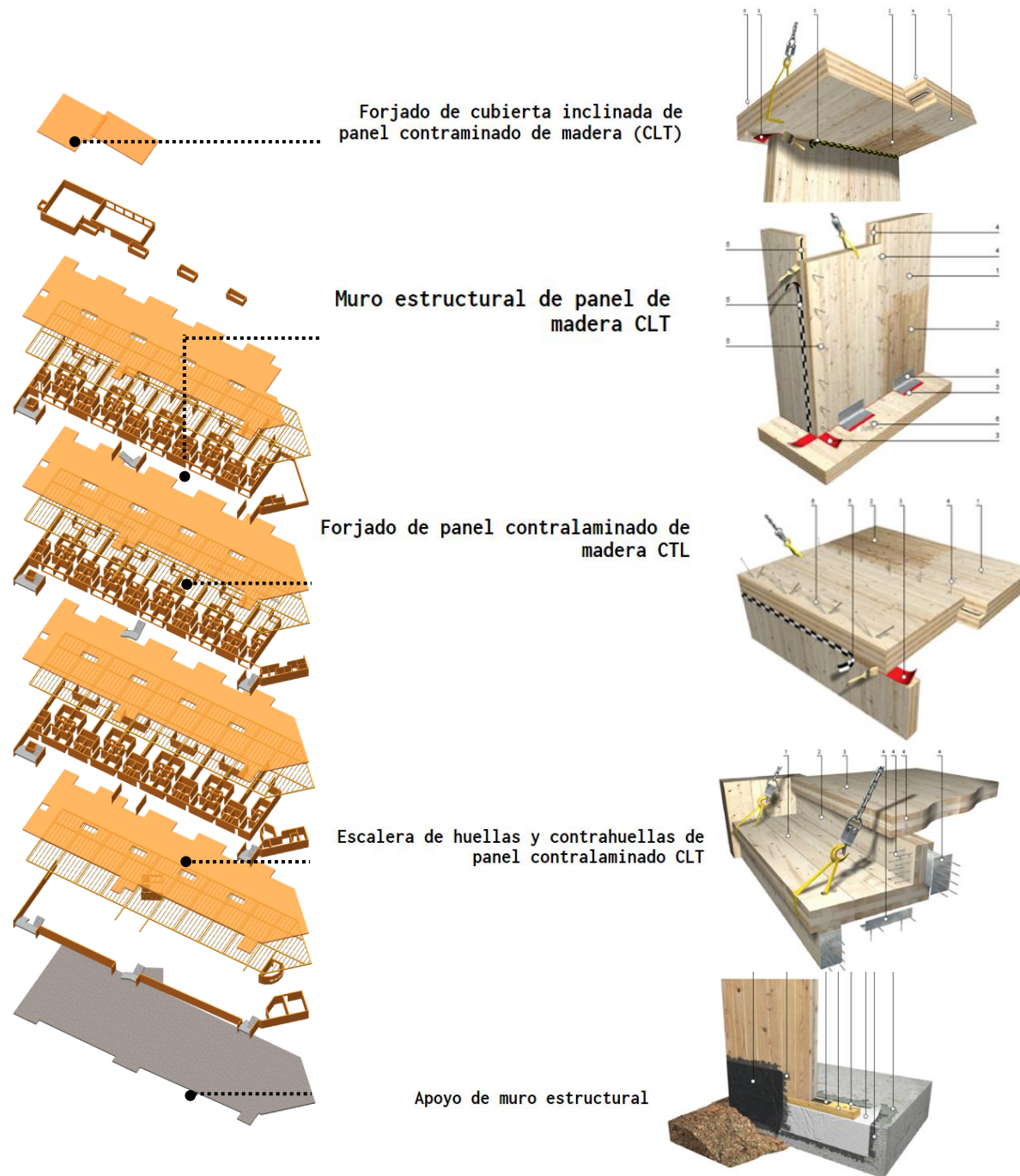


Figura 163 Estructura propuesta. Fuente: Elaboración propia con detalles tomados de CYPE Ingenieros

El sistema estructural propone una cimentación conformada por una placa de concreto que soporta las cargas de los apartamentos y las trasmite eficientemente al suelo, el desarrollo de los diferentes espacios se da a través de muros de carga ensamblados de madera CLT que permiten que el edificio de cuatro plantas tenga una mayor estabilidad; por otra parte, el sistema de entresijos cuenta con una serie de viguetas que da paso al siguiente nivel y por donde se instala el falso techo que contiene los ductos horizontales de instalaciones electromecánicas que alimentan el proyecto.

Las uniones para ensamblar y compactar las diferentes piezas de madera, se instalan a través de conexiones metálicas y pernos específicos que aseguran la estabilidad del edificio; una serie de cintas y pegamentos se requieren en la instalación de los componentes estructurales.

Algunos de los detalles constructivos del proyecto especifican los materiales y los tipos de elementos para que el edificio se mantenga lo más compacto posible. En el caso de la cubierta (zona de mayor exposición ambiental) se optará por el uso no solo de madera, sino que se contará con un recubrimiento de capas de yeso, espumas y zinc. Para los

entresijos y las uniones de los muros, los angulares de acero inoxidable serán protagonistas para un adecuado ajuste entre los diferentes elementos.

El uso de pernos se podrá observar durante la mayoría de las uniones de madera CLT ya que, el ensamble con este tipo de estructuras requiere un refuerzo mucho mayor al que brindan los pegamentos y las cintas ajustables por sí solos.

Es importante que antes de llevarse a cabo el procedimiento de instalación de acabados, se utilice sobre los paneles de madera que forman la estructura un tratamiento superficial hidrofugante que permita la protección de la madera contra el agua y las condiciones climáticas particulares de la zona tropical en lugares como San José en Costa Rica, caracterizados por precipitaciones en diferentes meses del año.

## Unión para la cubierta:

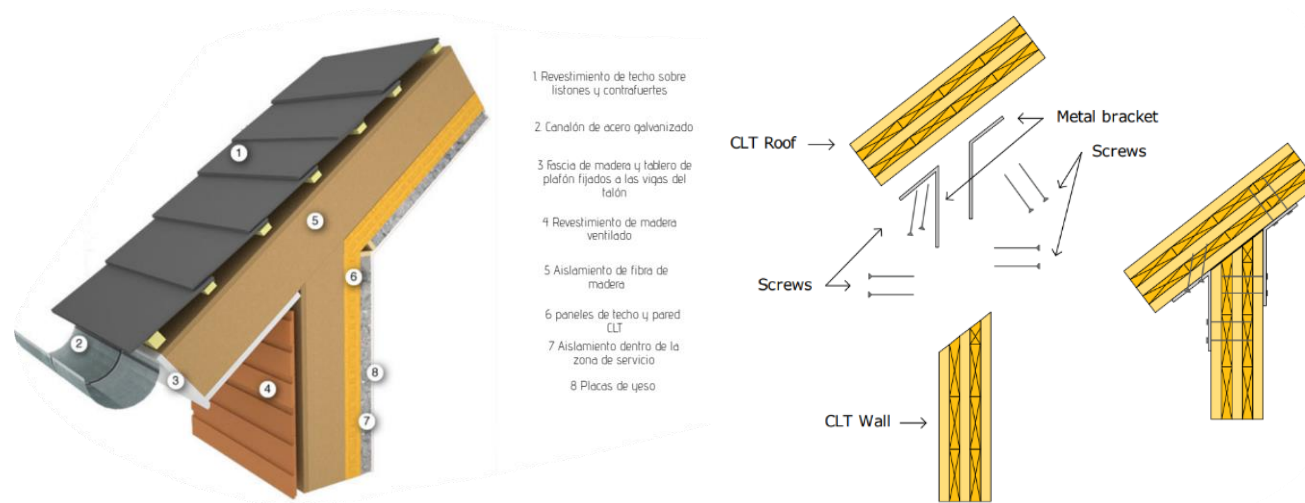


Figura 164 Ensamblaje de cubierta. Fuente: greenspec.co.uk. think wood.

## Especificaciones para las uniones en los pisos:

SISTEMA DE ALUMINIO PARA LA FIJACIÓN AL SUELO DE EDIFICIOS

MARCADO CE CONFORME A ETA  
 El perfil puede transmitir los esfuerzos de corte, tracción y compresión a los cimientos. Las resistencias se prueban, calculan y certifican según la específica ETA.

REALCE CON RESPECTO A LOS CIMENTOS  
 El perfil permite eliminar el contacto entre los paneles de madera (CLT o TIMBER FRAME) y la subestructura de hormigón. Excelente durabilidad de la fijación al suelo del edificio.

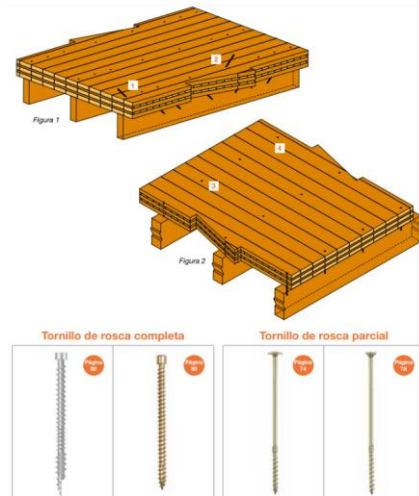
NIVELACIÓN DE LA SUPERFICIE DE APOYO  
 Gracias a las correspondientes planillas de montaje, el nivel de la superficie de colocación es fácil de regular. La nivelación de todo el edificio es simple, precisa y rápida.

**PROTECT**  
 BANDA BUTÍLICA AUTOADHESIVA ENFOSCABLE

PECULIARIDAD	impermeabilización y sellado de la fijación al suelo y cerramientos
MATERIAL	compuesto butílico adhesivo con soporte de tejido de polipropileno (PPI) y película de separación
DIMENSIONES	330 mm x 10 m   500 mm x 10 m
ESPESOR	1 mm

Figura 165 Uniones para pisos. Fuente: Rothoblaas

## Detalle de unión entrepisos:



## SEAL BAND CINTA MONOADHESIVA PARA INTERIOR



PECULIARIDAD	sellado de láminas y elementos constructivos en interiores
MATERIAL	soporte de papel impregnado hidrorrepelente, adhesivo acrílico y película de separación
DIMENSIONES	60 mm x 40 m
VENTAJAS	disponible en versión con liner precortado para facilitar la colocación en las esquinas

Figura 166 Detalle de unión de entrepisos. Fuente: Rothoblass. Strongtie.

## TITAN S ANGULAR PARA FUERZAS DE CORTE Y DE TRACCIÓN



**AGUJEROS PARA HBS PLATE**  
La fijación con tornillos PLATE HBS Ø9 mm con atomizador facilita y agiliza la instalación y permite trabajar en condiciones de seguridad y confort.

**85 kN A CORTE**  
Excepcionales resistencias al corte. Hasta 85,9 kN en hormigón (con arandela TCW). Hasta 60,0 kN en madera.

**75 kN A TRACCIÓN**  
En hormigón, el angular TCS con arandela TCW garantiza una óptima resistencia a la tracción,  $R_{t1}$  hasta 75,9 kN característicos.

## EPO-FIX PLUS ANCLAJE QUÍMICO EPÓXICO DE ALTAS PRESTACIONES



PECULIARIDAD	hormigón fisurado, no fisurado y categoría sísmica C2
MATERIAL	resina de base epóxica
FORMATO	365 ml
VENTAJAS	ideal para hormigón seco, húmedo o con agujeros sumergidos. Altas prestaciones mecánicas.



Figura 167 Conexiones entre madera -madera. Fuente: Rothoblass

## Detalles constructivos

Es posible observar información detallada en los siguientes detalles constructivos que conforman el desarrollo arquitectónico del edificio ensamblado en madera CLT:

### Muro estructural de panel de madera CLT

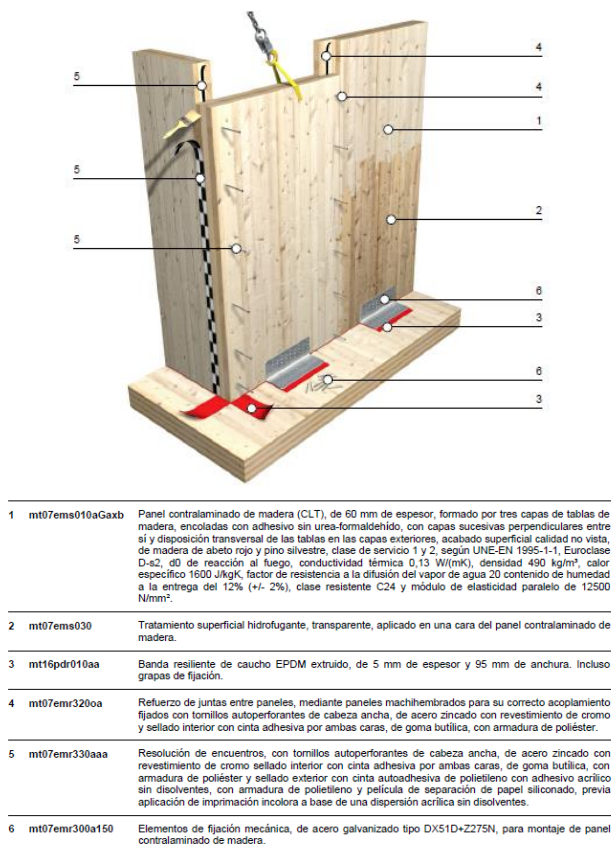
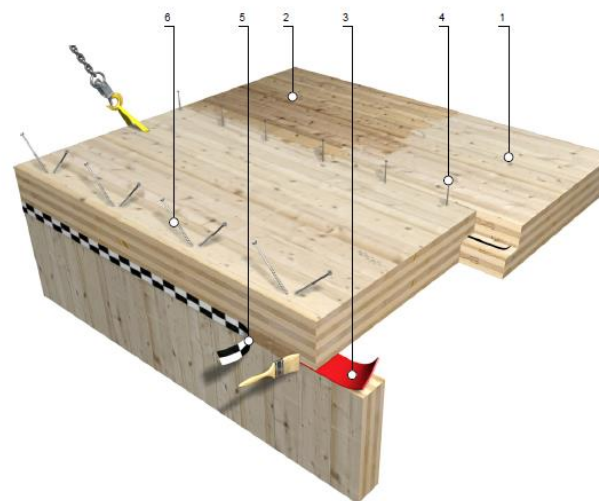


Figura 168 Muro estructural de panel de madera CLT.  
Fuente: CYPE Ingenieros

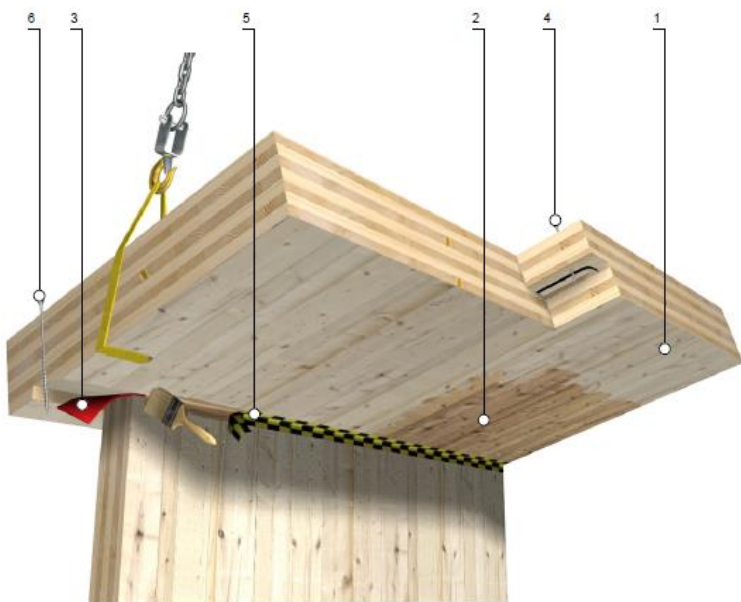
## Forjado de panel contralaminado de madera CLT



1	mt07ems020bccaxb	Panel contralaminado de madera (CLT), de 80 mm de espesor, formado por tres capas de tablas de madera, encoladas con adhesivo sin urea-formaldehído, con capas sucesivas perpendiculares entre sí y disposición transversal de las tablas en las capas exteriores, acabado superficial calidad no vista, de madera de abeto rojo y pino silvestre, clase de servicio 1 y 2, según UNE-EN 1995-1-1, Euroclase D-s2, d0 de reacción al fuego, conductividad térmica 0,13 W/(mK), densidad 490 kg/m³, calor específico 1600 J/kgK, factor de resistencia a la difusión del vapor de agua 20 contenido de humedad a la entrega del 12% (+/- 2%), clase resistente C24 y módulo de elasticidad paralelo de 12500 N/mm².
2	mt07ems030	Tratamiento superficial hidrofugante, transparente, aplicado en una cara del panel contralaminado de madera.
3	mt16pdr010aa	Banda resiliente de caucho EPDM extruido, de 5 mm de espesor y 95 mm de anchura. Incluso grapas de fijación.
4	mt07emr320oa	Refuerzo de juntas entre paneles, mediante paneles machihembrados para su correcto acoplamiento fijados con tornillos autopercutorantes de cabeza ancha, de acero zincado con revestimiento de cromo y sellado interior con cinta adhesiva por ambas caras, de goma butílica, con armadura de poliéster.
5	mt07emr330lua	Resolución de encuentros, mediante sellado exterior con cinta autoadhesiva de polietileno con adhesivo acrílico sin disolventes, con armadura de polietileno y película de separación de papel siliconado, previa aplicación de imprimación incolora a base de una dispersión acrílica sin disolventes.
6	mt07emr117a150	Tornillos de cabeza redonda, de acero galvanizado, para montaje de panel contralaminado de madera.

Figura 169 Forjado de panel contralaminado de madera CLT.  
Fuente: CYPE Ingenieros

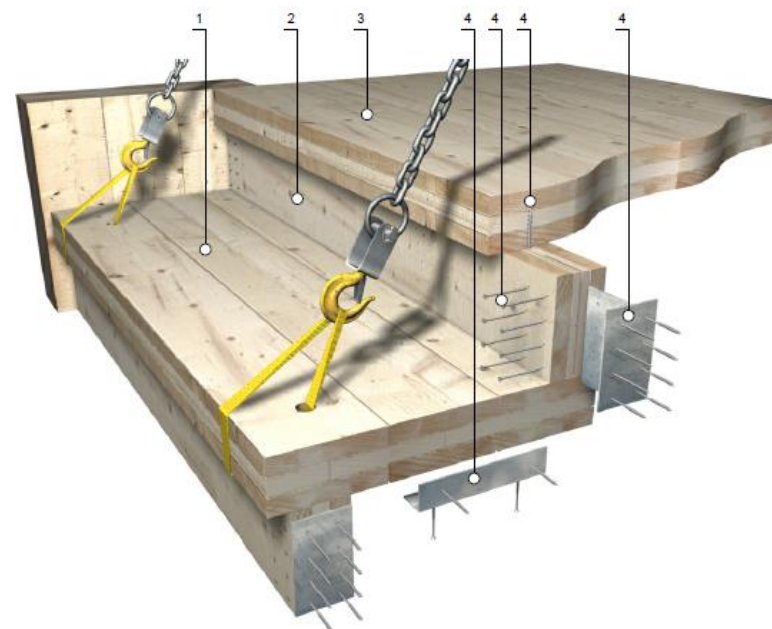
## Forjado de cubierta inclinada de panel contraminado de madera (CLT)



1	mt07ems020bccaxb	Panel contralaminado de madera (CLT), de 80 mm de espesor, formado por tres capas de tablas de madera, encoladas con adhesivo sin urea-formaldehído, con capas sucesivas perpendiculares entre sí y disposición transversal de las tablas en las capas exteriores, acabado superficial calidad no vista, de madera de abeto rojo y pino silvestre, clase de servicio 1 y 2, según UNE-EN 1995-1-1, Euroclase D-s2, d0 de reacción al fuego, conductividad térmica 0,13 W/(mK), densidad 490 kg/m <sup>3</sup> , calor específico 1600 J/kgK, factor de resistencia a la difusión del vapor de agua 20, contenido de humedad a la entrega del 12% (+/- 2%), clase resistente C24 y módulo de elasticidad paralelo de 12500 N/mm <sup>2</sup> .
2	mt07ems030	Tratamiento superficial hidrofugante, transparente, aplicado en una cara del panel contralaminado de madera.
3	mt16pdr010aa	Banda resiliente de caucho EPDM extruido, de 5 mm de espesor y 95 mm de anchura. Incluso grapas de fijación.
4	mt07emr320oa	Refuerzo de juntas entre paneles, mediante paneles machihembrados para su correcto acoplamiento fijados con tornillos autopercutorantes de cabeza ancha, de acero zincado con revestimiento de cromo y sellado interior con cinta adhesiva por ambas caras, de goma butílica, con armadura de poliéster.
5	mt07emr330rvc	Resolución de encuentros, mediante sellado exterior con cinta autoadhesiva de papel impregnado con adhesivo acrílico sin disolventes y película de separación de papel siliconado, previa aplicación de imprimación incolora a base de una dispersión acrílica sin disolventes.
6	mt07emr117a150	Tornillos de cabeza redonda, de acero galvanizado, para montaje de panel contralaminado de madera.

Figura 170 Forjado de cubierta inclinada de panel contraminado de madera (CLT). Fuente: CYPE Ingenieros.

## Escalera de huellas y tabicas de panel contralaminado de madera (CLT)



1	mt07ems040aj	Huella de panel contralaminado de madera (CLT), de 900x360x60 mm, formado por tres capas de tablas de madera, encoladas con adhesivo sin urea-formaldehído, con capas sucesivas perpendiculares entre sí y disposición transversal de las tablas en las capas exteriores, acabado superficial calidad vista para viviendas, de madera de abeto rojo, Euroclase D-s2, d0 de reacción al fuego.
2	mt07ems050aj	Tabica, de panel contralaminado de madera (CLT), de 900x110x60 mm, formado por tres capas de tablas de madera, encoladas con adhesivo sin urea-formaldehído, con capas sucesivas perpendiculares entre sí y disposición transversal de las tablas en las capas exteriores, acabado superficial calidad vista para viviendas, de madera de abeto rojo, Euroclase D-s2, d0 de reacción al fuego.
3	mt07ems080aj	Meseta semicircular de panel contralaminado de madera (CLT), de 950 mm de radio y 60 mm de espesor, formado por tres capas de tablas de madera, encoladas con adhesivo sin urea-formaldehído, con capas sucesivas perpendiculares entre sí y disposición transversal de las tablas en las capas exteriores, acabado superficial calidad vista para viviendas, de madera de abeto rojo, Euroclase D-s2, d0 de reacción al fuego.
4	mt07ems090	Elementos de fijación mecánica, para montaje de escalera de panel contralaminado de madera (CLT).

Figura 171 Escalera de huellas y tabicas de panel contralaminado de madera (CLT). Fuente: CYPE Ingenieros.

## Apoyo de muro estructural de panel contralaminado de madera (CLT), sobre cimentación de hormigón



1	mt09reh080a	Mortero modificado con polímeros, de nivelación superficial, con una resistencia a compresión a 28 días mayor o igual a 31 N/mm <sup>2</sup> , para reparación no estructural del hormigón.
2	mt15pdr020a	Imprimación monocomponente a base de elastómeros.
3	mt14lbr020a	Lámina bituminosa autoadhesiva, de 1 mm de espesor, de aplicación en frío, temperatura de aplicación entre 0°C y 40°C, para cimentaciones.
4	mt07mee203c	Listón de 45x57 mm de sección, de madera de pino tratada en autoclave, con clase de uso 4 según UNE-EN 335.
5	mt07emr100aa	Tornillo estructural de acero zincado, con arandela, de 7,5 mm de diámetro y 60 mm de longitud, de cabeza hexagonal, para atornillar directamente sobre el taladro realizado en el hormigón.
6	mt15pdr010a	Banda de sellado de caucho sintético EPDM de 100 mm de anchura, que lleva adherida por una de sus caras dos cintas de espuma de poliuretano, rango de temperatura de trabajo de -30 a 100°C.
8	mt14lbr010c	Lámina bituminosa autoadhesiva, de 1,5 mm de espesor, de aplicación en frío, temperatura de aplicación entre -4°C y 30°C, para cimentaciones.

Figura 172 Apoyo de muro estructural de panel contralaminado de madera (CLT), sobre cimentación de hormigón. Fuente: CYPE Ingenieros.

## Sistema constructivo

El sistema constructivo del proyecto está constituido por madera maciza CLT a través de grandes paneles que se ensamblan formando las paredes, los pisos y los techos de la construcción.

Este tipo de construcciones se caracterizan por la rápida velocidad en la fase de construcción y esto permite la baja de costos en el proyecto. Bernhard Gafner, ingeniero estructural de la empresa Fast + Epp, dice que, “en su experiencia, un proyecto de madera maciza es aproximadamente un 25 por ciento más rápido de construir

que un proyecto similar en concreto. También dice que ofrece un 90 por ciento menos de tráfico (camiones que entregan materiales) en la construcción y requiere un 75 por ciento menos de trabajadores en la plataforma activa. Lo que lo convierte en un lugar mucho más silencioso” (Think Wood, 2020)

El bajo peso de este material permite que el diseño estructural tenga menos requisitos a la hora de resistir las eventuales fuerzas sísmicas. El ingeniero estructural Robert

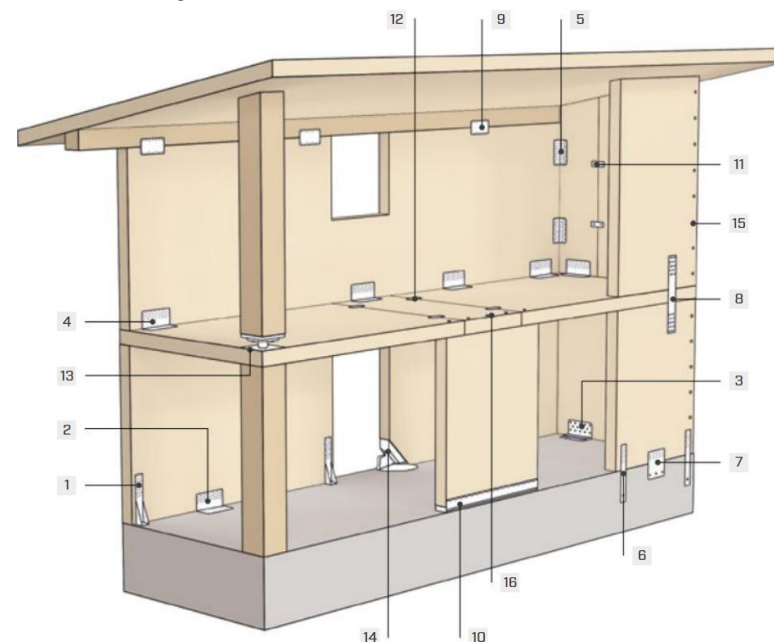
Malczyk habla sobre el edificio de la Universidad de Massachusetts, donde menciona que “La fuerza sísmica es proporcional al peso del edificio. Si este edificio fuera diseñado en hormigón, se considera que el peso sería seis veces más que el diseño de madera en masa”

El sistema constructivo va a permitir que el conjunto residencial de Montelimar se construya bajo la premisa de “cero desperdicio”. Cabe mencionar que las tuberías y el cableado electromecánico se monta en la superficie con correas simples atornilladas para este método de construcción con madera laminada CLT.



Figura 173 Construcción modular de madera CTL. Fuente: Maderas UV

## Conexiones para el sistema constructivo



### ANGULARES

Se utilizan para conexiones madera-madera y madera-hormigón. En función del modelo específico, se pueden usar para transferir fuerzas de tracción, de corte o una combinación de ambas. El uso con arandelas especiales mejora su rendimiento y versatilidad.

- 1 WHT
- 2 TITAN N
- 3 TITAN S + WASHER
- 4 TITAN V
- 5 TITAN F

### PLACAS BIDIMENSIONALES

Permiten transferir tanto fuerzas de tracción como de corte; en función del tipo utilizado son adecuadas tanto para conexiones madera-madera como madera-hormigón. La posibilidad de utilizar fijaciones de diferente diámetro permite cubrir una amplia gama de resistencias.

- 6 WHT PLATE C
- 7 TITAN PLATE C
- 8 WHT PLATE T
- 9 TITAN PLATE T

### CONECTORES ESPECIALES

Una nueva gama de soluciones simples para resolver problemas complejos, tanto en pequeños edificios residenciales como en edificios multipisos. Nuevas oportunidades para proyectistas y constructores, para salir de los esquemas habituales y encontrar soluciones innovadoras.

- 10 ALU START
- 11 SLOT
- 12 SLOT
- 13 SPIDER/PILLAR
- 14 X-RAD

### TORNILLOS AUTOPERFORANTES

Para cada tipo de acción de sollicitación existe, dentro de la gama de conectores autoperforantes, la solución ideal para cumplir con los requisitos de proyecto.

- 15 tornillos HBS/TBS
- 16 tornillos VGZ

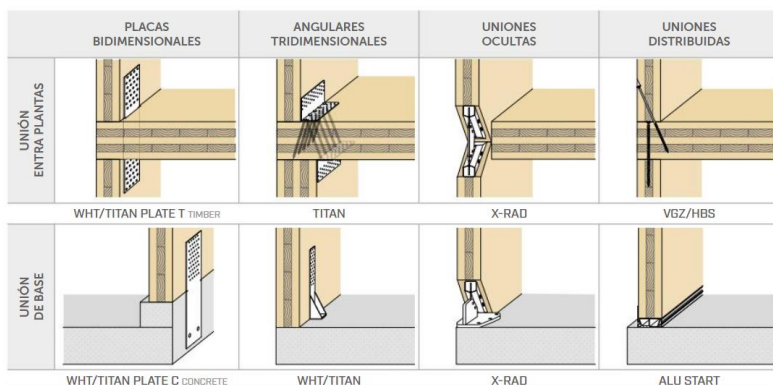


Figura 174 Conexiones para el sistema constructivo Mass Timber CLT. Fuente: Rothoblass

Las conexiones que permiten la unión en el sistema constructivo masivo tienen una gran importancia, ya que tienen una función de resistencia ante la presencia de un eventual sismo cumpliendo con trabajos específicos de transmisión de esfuerzos (difusión) o de disipar la energía (disipación).

La unión entre muros de CLT apilados se puede realizar de distintas formas, a través de placas bidimensionales, angulares, conexiones especiales o tornillos auto perforantes.

Será de importancia identificar el tipo de ambiente en el que realizará la construcción, ya que las conexiones pueden sufrir deterioro por las condiciones climáticas, los vientos, la

humedad, las sales del mar o los químicos utilizados en piscinas; estas características del entorno podrían afectar los elementos que conectan las piezas de madera CLT.

La siguiente tabla muestra algunos de los revestimientos utilizados para recubrir las conexiones, dependiendo del ambiente en que se realice la construcción con madera masiva.

Se usan diferentes revestimientos, que dependen del uso previsto del producto.	
INTERIOR	<b>Z275</b> <b>Acero galvanizado Z275:</b> el acero se sumerge en zinc caliente fundido y este forma un revestimiento de 20 µm por cada cara. Este método ofrece una resistencia a la corrosión adaptada a los entornos con corrosión débil.
	<b>EC</b> <b>Electrocincado:</b> este sistema de revestimiento está compuesto por una capa fina de base de zinc que se forma mediante depósito electrolítico. Este método ofrece una resistencia a la corrosión adaptada a los entornos con corrosión débil.
	<b>Z350</b> <b>Acero galvanizado Z350:</b> el acero se sumerge en zinc caliente fundido y este forma un revestimiento de 25 µm por cada cara. Este método ofrece una resistencia a la corrosión adaptada a los entornos con corrosión media.
EXTERIOR	<b>AG</b> <b>Electrocincado amarillo:</b> este sistema de revestimiento está compuesto por una capa de base de zinc que se forma mediante depósito electrolítico y por una capa de acabado. Este método ofrece una resistencia a la corrosión adaptada a los entornos con corrosión moderada.
	<b>DB</b> <b>Double Barrier:</b> el revestimiento Simpson Strong-Tie Double Barrier es un revestimiento exclusivo que ofrece un nivel de resistencia a la corrosión equivalente a la galvanización en caliente en la mayoría de entornos no marinos.
	<b>GALVA</b> <b>Galvanización en caliente:</b> los productos se templean en zinc fundido a 550-560 °C. A continuación, se produce una reacción química entre el acero y el zinc. Ofrece una buena resistencia frente a la corrosión en la mayoría de los entornos.
	<b>SH</b> <b>Acero cincado por sublimación:</b> la sherardización consiste en la difusión y penetración del zinc en el acero, permitiendo así la obtención de un revestimiento de tipo aleación hierro-zinc. Este método ofrece una buena resistencia frente a la corrosión en la mayoría de los entornos.
	<b>A2</b> <b>Acero inoxidable no resistente a los ácidos 304, 304L-A2 (1.4301...):</b> los aceros inoxidables de tipo 304 son aceros inoxidables austeníticos con aleación de níquel y cromo. Los aceros inoxidables de tipo 304 no se endurecen con tratamientos térmicos y son esencialmente no magnéticos. Este método ofrece una gran resistencia a la corrosión y son adecuados para usar en muchos entornos corrosivos.
SEVERO	<b>A4</b> <b>Acero inoxidable resistente a los ácidos 316, 316L-A4 (1.4404, 1.4404...):</b> los aceros inoxidables de tipo 316 son aceros inoxidables austeníticos con aleación de níquel y cromo que contienen un 2-3 % de molibdeno. Los aceros inoxidables de tipo 316 no se endurecen con tratamientos térmicos y son esencialmente no magnéticos. Ofrece un nivel de protección frente a la corrosión que es adecuado para entornos severos.
Otros	<b>AL</b> <b>Aluminio:</b> es resistente a la lluvia, pero no se debe usar con otros metales que presenten un riesgo de corrosión galvánica. Algunas aleaciones de aluminio se pueden usar en el exterior con 1,4401, 1,4404 y 1,4571 en ausencia de cloruros.



Figura 175 Revestimientos para las construcciones en CLT. Fuente: Strongtie

## Conexiones para el montaje y la instalación

“La industria de la construcción ofrece varias técnicas para levantar y manipular paneles CLT para que puedan usarse en la construcción de edificios y otras estructuras. La complejidad del edificio o su ubicación a menudo dicta las técnicas y sistemas que se utilizarán.” (Think wood, 2013)

Para el proyecto de Montelimar se utilizarán diferentes tipos de anclaje, tirapaneles y soporte que permiten que el anclaje se lleva a cabo de forma eficiente.

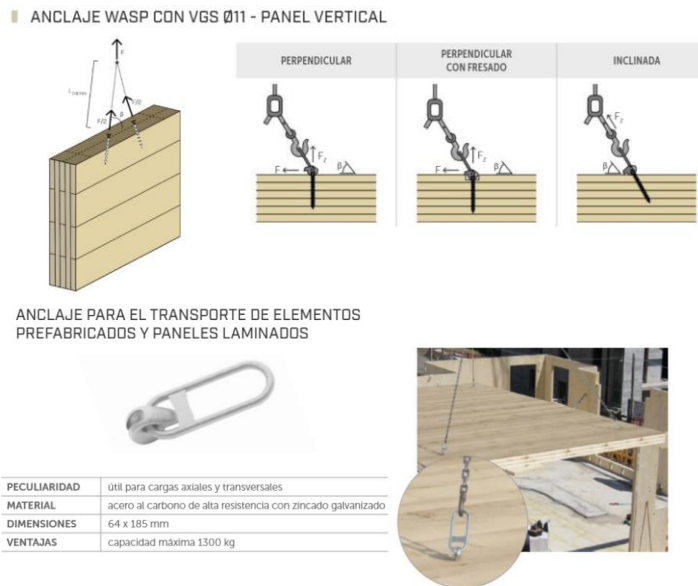


Figura 176 Anclajes para montaje e instalación. Fuente: Rothoblass.

El transporte del material se debe realizar a través de camiones con dimensiones específicas, ya que el tamaño de los paneles usualmente es grande, estos vehículos de carga pesada generalmente cuentan con alturas de 4m, un ancho de 2.6m y una longitud de 16m.

### 6.1.3.1. Impermeabilizantes:

“CLT ofrece inherentemente una buena cantidad de resistencia térmica. Por lo general, se requiere aislamiento adicional para que el ensamblaje de la pared cumpla con los requisitos del código de energía local o los objetivos particulares de rendimiento energético de un edificio determinado.” (Think wood, 2013)

Sin embargo, la impermeabilización para estructuras de madera CLT se recomienda principalmente en las zonas exteriores donde el material queda expuesto a las condiciones climáticas de la zona en la que se va a implantar el proyecto.

Las diferentes metodologías para impermeabilizar y evitar el deterioro de la madera no solo prolongan la vida útil de este material, sino que también permite tener una barrera que reduce los puentes térmicos y mejora el rendimiento energético.

En los climas cálidos y húmedos, los impermeabilizantes mantienen las superficies del CLT mucho más cerca de fomentar ambientes secos al interior del proyecto.

### SILENT WALL

LÁMINA FONDAISLANTE E IMPERMEABILIZANTE BITUMINOSA AUTOADHESIVA

**ABATIMIENTO ACUSTICO**  
Gracias a su masa y elevada resistencia, el producto absorbe hasta 27 dB.

**PRÁCTICO**  
Gracias al betún autoadhesivo, la colocación del producto es rápida y precisa. Sin grapas que interfieran en la prestación acústica.

**AUTOADHESIVO**  
Ideal para la colocación sobre superficies tanto planas como verticales gracias al autoadhesivo.



#### CÓDIGOS Y DIMENSIONES

CÓDIGO	g/m <sup>2</sup>	H x L [m]	s [mm]	A [m <sup>2</sup> ]	un. / b
SILENTWALL	5000	1.0 x 8.5	4.0	8.5	24

### SILENT STEP UNI

LÁMINA AUXILIAR EN POLIURETANO DE ALTA DENSIDAD CON ELEVADA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

**VERSÁTIL**  
Gracias a su masa y a su superficie, el producto es universalmente adecuado tanto para la instalación con encofrado, como para la colocación flotante.

**RESISTENTE**  
La elevada densidad lo hace idóneo para la colocación de laminados y LVT con espesores reducidos, garantizando una excelente estabilidad mecánica.

**EFICAZ**  
El bajo valor de aislamiento térmico (Rt) hace que el producto sea especialmente adecuado para su uso en sistemas con calefacción por suelo.



#### CÓDIGOS Y DIMENSIONES

CÓDIGO	g/m <sup>2</sup>	H x L [m]	s [mm]	A [m <sup>2</sup> ]	un. / b
SILENTSTEP	800	1.0 x 10	2.0	10	12

Figura 177 Lámina impermeabilizante para ductería y escaleras. Fuente: Rothoblass

### Freno de vapor

Film freno de vapor y capas de protección de polipropileno (PP)



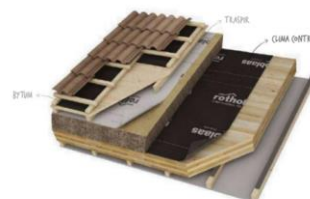
#### COMPOSICIÓN



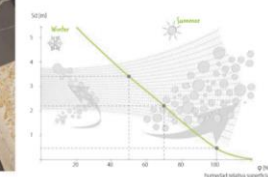
- capa superior: tejido no tejido de PP
- capa intermedia: film freno de vapor de PP
- capa inferior: tejido no tejido de PP

### Lámina de difusión variable

Film freno de vapor de poliamida (PA) con doble protección de polipropileno (PP) y malla de refuerzo

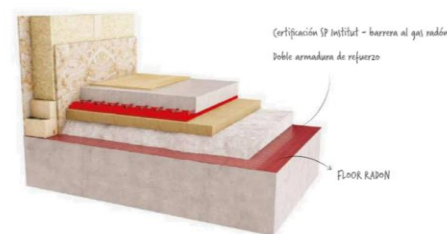


- Protege el edificio durante la construcción liberando el exceso de humedad. Sirve de freno a vapor con la obra terminada.
- Sirve de transpirable cuando la humedad relativa interna es excesiva y de freno de vapor cuando la humedad interna es a pleno regímen.



### Barrera al gas radón impermeabilizadora para cimientos

Doble capa de polietileno de baja densidad (LDPE) con malla de refuerzo y armadura de polietileno de alta densidad (HDPE)



#### COMPOSICIÓN



- capa superior: capa de LDPE roja
- armadura: malla de refuerzo en PE
- capa intermedia: capa de HDPE
- capa inferior: capa de LDPE negra

Figura 178 Impermeabilizantes para entrepisos y cubierta. Fuente: Rothoblass

### 5.1.2. Sistemas de pieles

Algunas zonas del conjunto residencial contarán con una piel compuesta de bioconcreto TX Active, con el fin de reducir los gases contaminantes pertenecientes a la zona de San José.

Cabe recordar que este tipo de biocemento no solo va a permitir la descontaminación del smog que se encuentra en la zona, también mejora de las condiciones de confort climático al interior del edificio por sus propiedades.

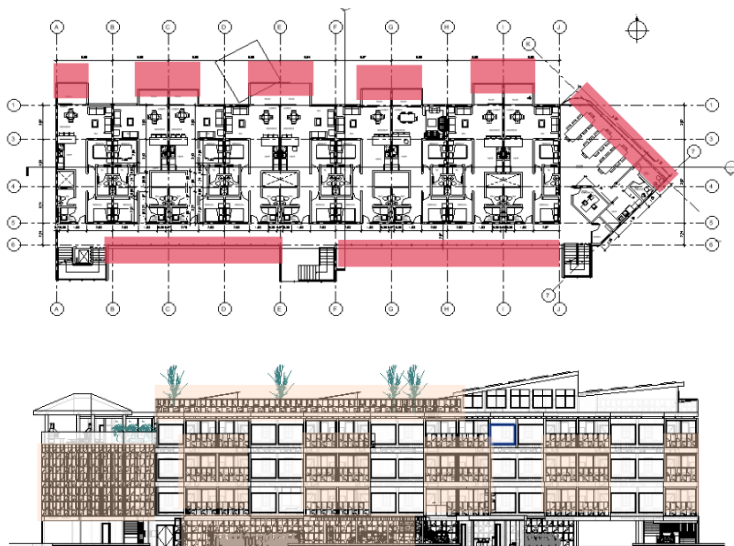


Figura 179 Ubicación de paneles de bioconcreto en el proyecto. Fuente: Elaboración propia.

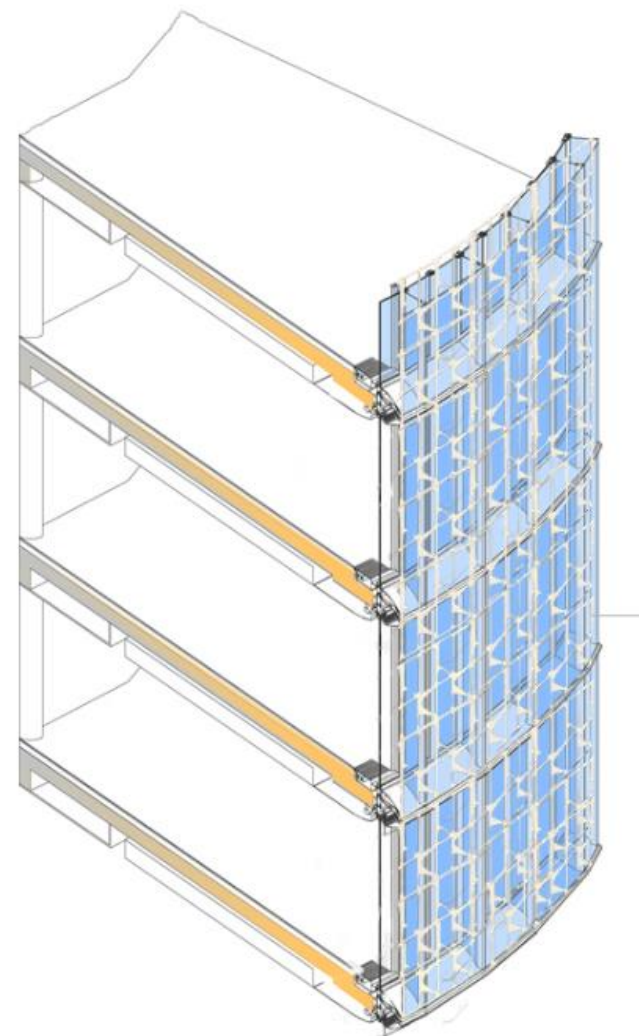


Figura 180 Instalación de paneles de bioconcreto en fachada. Fuente: Elaboración propia

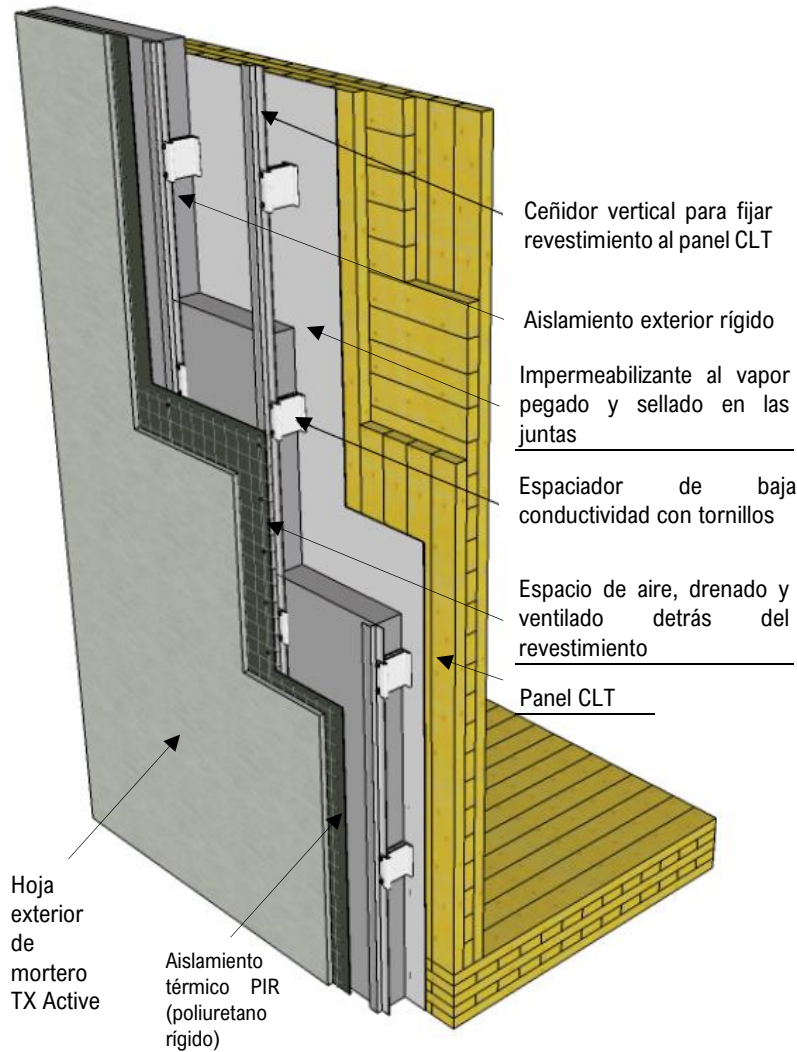


Figura 181 Detalle de transición de madera hasta el revestimiento TX Active. Fuente: Elaboración propia a partir de grafico de Think wood

El detalle constructivo representa un montaje “CLT donde el aislamiento exterior es suficientemente rígido (poliestireno extruido, poliestireno expandido, polisocianuro, lana mineral rígida) para permitir que los listones de enrasar se atornillen directamente a través del panel CLT con una mínima compresión. En este conjunto, se aplica una membrana barrera de aire / WRB permeable al vapor continuo antes de colocar el aislamiento rígido en el exterior del panel.” (Think wood, 2013)

Los parales que se encuentran de forma vertical se instalan en madera contrachapada y se sujetan directamente a través de una capa de aislamiento a los paneles CLT los tornillos de anclaje tienen que tener una longitud suficiente para proporcionar un punto que sujete el revestimiento de ETIXc.

“El sistema ETIXc se basa en un panel prefabricado de grandes dimensiones elaborado con un mortero de muy altas prestaciones que incorpora en su estructura un aislante térmico. ETIXc es capaz de reducir significativamente la transmitancia térmica, incidiendo directamente en una

disminución de la demanda energética y las emisiones de CO2” (Heidelberg cement group, 2020)

La instalación del sistema ETIXc soporta el máximo nivel de estanqueidad exigido, y garantiza la protección de la madera de CLT, mejorando la habitabilidad de la vivienda

- Este mortero reduce en más de un 70% la transmitancia térmica.
- Disminuye en un 60% la demanda energética destinada a calefacción.
- Contribuye a la descarbonización emitiendo de media 450 kg menos de CO2 al año por piso

Este material de 30 mm de espesor se prefabrica en paneles con tamaños de 3x1.5m, adaptándose a formas irregulares, su sistema constructivo modular facilita el montaje en un tiempo menor de instalación.

“El envase y almacenamiento ETIXc se suministra sobre camión plataforma, con todos los elementos mecánicos para su montaje. Se puede estudiar el envío en contenedores. La empresa responsable del montaje y sellado deberá proporcionar los medios auxiliares y los materiales de sellado

necesarios para dichas operaciones.” ” (Heidelberg cement group, 2020)

Otro material propuesto en el proyecto es i.tech CARGO, un producto con contenidos de TX Active utilizado en asfaltos. Por sus propiedades descontaminantes será propuesto en la intervención urbana de Montelimar.

i.tech CARGO se filtra a través en los pavimentos asfálticos rellenando y cubriendo las posibles fisuras formando superficies que soportan altas cargas.

Las instrucciones para su aplicación requieren que previamente exista una capa de asfalto para continuar con el vertimiento del producto.



Figura 182 Aplicación de i.tech CARGO en el asfalto. Fuente: Heidelberg cement group

### 5.1.3. Estudio Termoacústico

El tráfico de vehículos, los equipos electromecánicos, las actividades diarias y los materiales en un espacio determinado generan ciertos niveles de sonido que afectan el confort acústico.

En los edificios, el sonido se transmite por el aire o proviene del impacto. Para mitigar los efectos de transmisión de sonido y su impacto, hay una variedad de opciones de aislamiento acústico.

Usualmente los edificios de madera clasifican como "pobres" en comparación con el hormigón armado y la mampostería para efectos de protección termoacústica. Sin embargo, "los paneles CLT tienen una densidad significativamente más alta que los edificios con estructura de madera. Proporcionan un núcleo estructural sólido sobre el que se pueden agregar diferentes capas independientes y de separación.

Esta forma de fabricación permite que la madera atienda de manera eficiente a problemas de transferencia de sonido.

Sin embargo, puede que la simple madera CLT no sea suficiente; una de las opciones para abordar la transmisión de sonido, es a través de montajes de suelo y pared que cubren los espacios por los que el viento pueda compartir las ondas sonoras.

Las cintas sellantes y las bandas resilientes no solo se ubican en uniones entre las piezas de madera, sino que también se colocan en las conexiones de acero inoxidable en el ensamble de los paneles en CLT.

Inclusive, en muchas ocasiones es posible observar el uso de materiales como el cartón, el yeso o la arena en soluciones constructivas para reducir al mínimo la exposición a contaminación auditiva.

### XYLOFON WASHER

ARANDELA DE DESACOPLE PARA MADERA



#### CÓDIGOS Y DIMENSIONES

XYLOFON WASHER					
CÓDIGO	Altura	Ø (mm)	Ø <sub>ext</sub> (mm)	Ø <sub>int</sub> (mm)	x (mm)
XYLW03811	Ø8	Ø50	38	11	6,0 x 50
LISE 440 - ARANDELA					
CÓDIGO	Altura	Ø <sub>ext</sub> (mm)	Ø <sub>int</sub> (mm)	x (mm)	un.
LYL52143	Ø8	Ø50	34	11	5,0 x 200
HBS - TORNILLO PARA MADERA <sup>1)</sup>					
CÓDIGO	Ø HBS	L (mm)	un.		
HBS1880	8	180	100		
HBS2000	8	200	100		
HBS18200	10	200	50		
HBS2040	10	240	50		

NOTAS: <sup>1)</sup> www.sprengwerk.com/usa/es

### XYLOFON WASHER

ARANDELA DE DESACOPLE PARA ANGULAR WHT



#### CÓDIGOS Y DIMENSIONES

XYLOFON WASHER					
CÓDIGO	WHT	Ø (mm)	P (mm)	B (mm)	x (mm)
XYLW06600	WHT40	23	60	60	6,0 x 10
XYLW06800	WHT20	27	80	80	6,0 x 10
XYLW06400	WHT60	30	80	180	6,0 x 1
WHT - ANGULAR DE TRACCIÓN					
CÓDIGO	WHTW	H (mm)	Ø (mm)	Ø <sub>ext</sub> (mm)	x (mm)
WHT40	WHT40S	140	18	20	5,0 x 10
WHT40	WHT40L	440	18	20	5,0 x 10
WHT40	WHT40D	140	22	45	5,0 x 10
WHT40	WHT40S	630	26	35	5,0 x 10
WHT40	WHT40D	240	29	75	5,0 x 1



#### MATERIAL Y DURABILIDAD

Mezcla de polipropileno (PP shure). Producto exento de VOC (COV) o sustancias nocivas. Muy estable químicamente y sin deformaciones con el paso del tiempo.

#### CAMPOS DE APLICACIÓN

Desacople mecánica de uniones de cierre madera - madera realizado con tornillos.

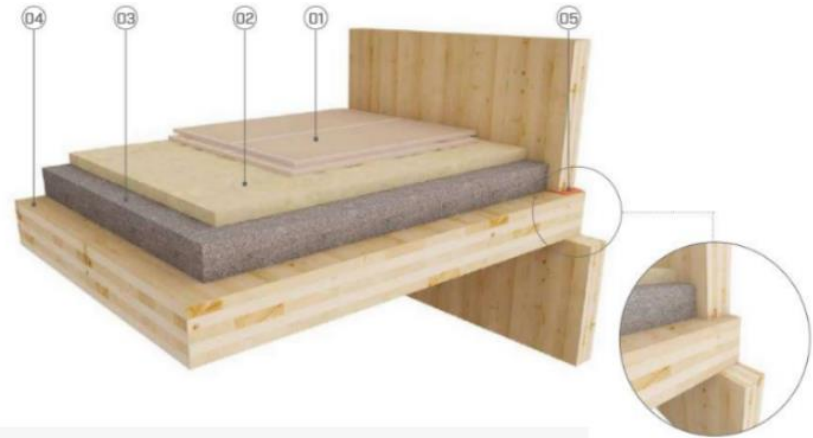


#### MATERIAL Y DURABILIDAD

Mezcla de polipropileno (PP shure). Producto exento de VOC (COV) o sustancias nocivas. Muy estable químicamente y sin deformaciones con el paso del tiempo.

#### CAMPOS DE APLICACIÓN

Desacople mecánica de uniones de tracción madera - madera realizado con WHT.



- 01. Paneles de cartón y arena de alta densidad (s: 30 mm)
- 02. Aislante de fibra de madera de alta densidad (s: 40 mm)

- 03. Grava fragmentada de alta densidad (s: 100 mm)
- 04. CLT (s: 160 mm)
- 05. Banda resiliente: XYLOFON

### FRAME BAND

CINTA SELLANTE AUTEXPANDIBLE PARA CERRAMIENTOS

**HERMÉTICO**  
Impermeable al agua y al vapor. Intimpeable posibles puentes acústicos en la unión ventana-cerramiento.

**PRÁCTICO**  
Corta en la banda adhesiva. La colocación es fácil y precisa sin necesidad de aplicar otros capas adhesivos.

**VERSÁTIL**  
Sella eficazmente cualquier tipo de hendidura entre 2 y 30 mm, resistente a la lluvia batiente.



#### CÓDIGOS Y DIMENSIONES

CÓDIGO	B (mm)	L (m)	h <sub>ext</sub> (mm)	f (mm)	un.
FRAME2074	14	30	20	2-10	7
FRAME2074	14	30	20	2-10	6



#### CONFORME

Conforme con las prescripciones En'vy BML garantiza también un elevado aislamiento térmico pasivo.

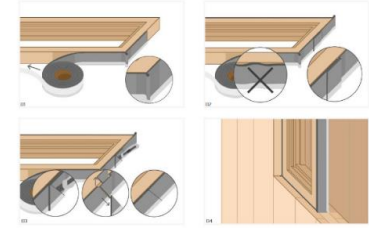
#### MATERIAL

Espuma poliuretánica precompactada impregnada con sustancias protectoras y recubierta de polietileno (PE).

#### DATOS TÉCNICOS

Propiedad	Normativa	Valor
Capacidad	DN 18424	clase R1,2 (RGR)
Conductividad térmica	DN 12467	λ102 ± 0,019 W/mK
Valor U Marco 60 mm	DN 65913	0,28 W/m <sup>2</sup> K
Valor U Marco 70 mm	DN 65912	0,27 W/m <sup>2</sup> K
Valor U Marco 80 mm	DN 65911	0,26 W/m <sup>2</sup> K
Valor S <sub>int</sub> exterior	DN EN ISO 12412	20 m <sup>2</sup>
Valor S <sub>int</sub> interior	DN EN ISO 12412	0,5 m <sup>2</sup>
Resistencia al agua batiente	DN 1837	≥ 2000 l/m <sup>2</sup>
Coefficiente de paso de agua	DN 12454	w = 0,01 m <sup>3</sup> /h m x (delta P) <sup>0,5</sup>
Compatibilidad con otros materiales de construcción	DN 12455	según normativa según normativa
Isolación dimensional	DN 170 1415	según normativa
Reacción al fuego	DN 4007	clase B1
Aislamiento acústico Rw+C <sub>w</sub> <sup>1)</sup>	ST Escudo 100	41 (-) - 42 (+)
Resistencia térmica	DN 18424	≥ 0,7 m <sup>2</sup> K/W
Temperatura de aplicación	-	+5 °C
Temperatura de almacenamiento	-	+5 °C - 25 °C
Presencia de disolventes	-	NO
Emitidos de VOC (Zn)	-	< 0,02 g/l (valor An)

#### INDICACIONES PARA LA COLOCACIÓN



NOTAS: <sup>1)</sup> Datos de laboratorio en condiciones de laboratorio. <sup>2)</sup> Datos de laboratorio en condiciones de laboratorio.

### XYLOFON

BANDA RESILIENTE DE ELEVADAS PRESTACIONES PARA EL AISLAMIENTO ACÚSTICO

**ALTO RENDIMIENTO**  
Reduce significativamente la transmisión del ruido por vía aérea y estructural (shure 6, 8 y a partir de 15 dB).

6 mm  
El reducido espesor de las 5 versiones abarca un amplio rango de carga (shure 6, 8 y a partir de 15 dB) en las condiciones de proyecto. Admisión también para 14.

**MONOLÍTICO**  
La estructura monolítica del polipropileno garantiza estabilidad, impermeabilidad al agua y ausencia de deformaciones con el paso del tiempo.

#### CÓDIGOS Y DIMENSIONES

CÓDIGO	Shure	B (mm)	L (m)	x (mm)	un.
XYL50290	35	80	1,66	6,0	1
XYL50300	35	100	1,66	6,0	1
XYL50320	35	120	1,66	6,0	1
XYL50340	35	140	1,66	6,0	1
XYL50360	35	160	1,66	6,0	1
XYL50380	35	180	1,66	6,0	1
XYL50400	35	200	1,66	6,0	1
XYL50420	35	220	1,66	6,0	1
XYL50440	35	240	1,66	6,0	1
XYL50460	35	260	1,66	6,0	1
XYL50480	35	280	1,66	6,0	1
XYL50500	35	300	1,66	6,0	1
XYL50520	35	320	1,66	6,0	1
XYL50540	35	340	1,66	6,0	1
XYL50560	35	360	1,66	6,0	1
XYL50580	35	380	1,66	6,0	1
XYL50600	35	400	1,66	6,0	1
XYL50620	35	420	1,66	6,0	1
XYL50640	35	440	1,66	6,0	1
XYL50660	35	460	1,66	6,0	1
XYL50680	35	480	1,66	6,0	1
XYL50700	35	500	1,66	6,0	1
XYL50720	35	520	1,66	6,0	1
XYL50740	35	540	1,66	6,0	1
XYL50760	35	560	1,66	6,0	1
XYL50780	35	580	1,66	6,0	1
XYL50800	35	600	1,66	6,0	1
XYL50820	35	620	1,66	6,0	1
XYL50840	35	640	1,66	6,0	1
XYL50860	35	660	1,66	6,0	1
XYL50880	35	680	1,66	6,0	1
XYL50900	35	700	1,66	6,0	1
XYL50920	35	720	1,66	6,0	1
XYL50940	35	740	1,66	6,0	1
XYL50960	35	760	1,66	6,0	1
XYL50980	35	780	1,66	6,0	1
XYL51000	35	800	1,66	6,0	1
XYL51020	35	820	1,66	6,0	1
XYL51040	35	840	1,66	6,0	1
XYL51060	35	860	1,66	6,0	1
XYL51080	35	880	1,66	6,0	1
XYL51100	35	900	1,66	6,0	1
XYL51120	35	920	1,66	6,0	1
XYL51140	35	940	1,66	6,0	1
XYL51160	35	960	1,66	6,0	1
XYL51180	35	980	1,66	6,0	1
XYL51200	35	1000	1,66	6,0	1



**ABATIMIENTO ACÚSTICO**  
Protección y confort para el usuario como capa de desacople y de interrupción mecánica en los muros de construcción. Permite deformaciones de hasta 1 mm de espesor.

**VALORES CERTIFICADOS**  
Probados por el FRANCOFONO (FRANCIA) en el Centro de Investigación Industrial de la Universidad de Bolonia según la norma EN ISO 16844. Valores a partir de una frecuencia de 125 Hz.

**INSTALACIÓN**  
Los bandos pueden instalarse convenientemente con los herramientas de obra más comunes, su fiabilidad en el tiempo está garantizada gracias a la homogeneidad del polipropileno, un material estable e impermeable.

**MATERIAL Y DURABILIDAD**  
Mezcla de polipropileno con un shure entre 35 y 90 shure. Producto exento de VOC (COV) o sustancias nocivas. Muy estable químicamente y sin deformaciones con el paso del tiempo.

Figura 183 Instalación de cintas sellantes. Fuente: Rothoblass

Figura 184 Soluciones constructivas y bandas resilientes. Fuente: Rothoblass

Además de los elementos que permiten reducir la contaminación sonora y la conducción térmica, existen diferentes configuraciones arquitectónicas que permiten que el edificio tenga un mayor confort. Para verificar que la solución arquitectónica es mejor que el proyecto actual, se realiza un análisis termoacústico.

### Análisis térmico

El área de estudio se localizará en la fachada norte, siendo esta área de interés, por la cantidad de cristales que la conforman. Se tomará uno de los apartamentos del segundo piso y se identificarán las condiciones térmicas de la sala del mismo.

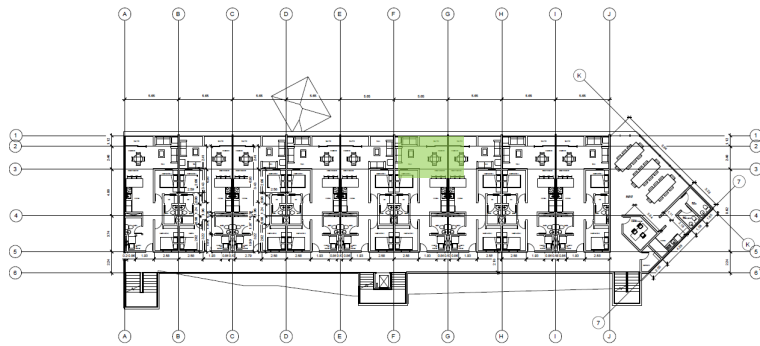


Figura 185 Área de estudio térmico. Fuente: Elaboración propia.

El material que se utiliza en las fachadas va a afectar directamente las condiciones de confort termoacústico al interior del edificio, por esto es importante identificar las propiedades físicas de los elementos exteriores y su relación con la percepción térmica del usuario.

Actualmente, el área de estudio cuenta con una puerta de cristal, compuesta por un vidrio claro temperado de 6 mm, con marcos de aluminio, el estudio se realizará en el segundo nivel, contando con un área de 4.41 m<sup>2</sup> de cristal, la irradiación solar en un día soleado es de 800 W/m<sup>2</sup>. La temperatura interna del edificio es 23 °C y la temperatura exterior es 28 °C. Se considera que no existen infiltraciones de aire. Se estima incidencia solar normal sobre la ventana, ignorando los efectos de radiación difusa:

Se procede a aplicar la siguiente fórmula:

$$Q_{rad}/A_{acr} = U(T_{ext} - T_{int}) + (SHGC) \cdot G_{solar}$$

El CHGC del muro cortina se podrá obtener de la siguiente información:

**Table 10 Visible Transmittance  $T_v$ , Solar Heat Gain Coefficient (SHGC), Solar Transmittance  $T$ , Front Reflectance  $R^f$ , Back Reflectance  $R^b$ , and Layer Absorptance  $\mathcal{A}_n^f$  for Glazing and Window Systems**

ID	Glazing System		Center Glazing $T_v$		Center-of-Glazing Properties								Total Window SHGC at Normal Incidence		Total Window $T_v$ at Normal Incidence				
					Incidence Angles								Aluminum		Other Frames		Aluminum		Other Frames
	Glass Thick., mm				Normal 0.00	40.00	50.00	60.00	70.00	80.00	Hemis., Diffuse	Operable	Fixed	Operable	Fixed	Operable	Fixed	Operable	Fixed
<i>Uncoated Single Glazing</i>																			
1a	3	CLR	0.90	SHGC	0.86	0.84	0.82	0.78	0.67	0.42	0.78	0.78	0.79	0.70	0.76	0.80	0.81	0.72	0.79
				$T$	0.83	0.82	0.80	0.75	0.64	0.39	0.75								
				$R^f$	0.08	0.08	0.10	0.14	0.25	0.51	0.14								
				$R^b$	0.08	0.08	0.10	0.14	0.25	0.51	0.14								
				$\mathcal{A}_1^f$	0.09	0.10	0.10	0.11	0.11	0.11	0.10								
1b	6	CLR	0.88	SHGC	0.81	0.80	0.78	0.73	0.62	0.39	0.73	0.74	0.74	0.66	0.72	0.78	0.79	0.70	0.77
				$T$	0.77	0.75	0.73	0.68	0.58	0.35	0.69								
				$R^f$	0.07	0.08	0.09	0.13	0.24	0.48	0.13								
				$R^b$	0.07	0.08	0.09	0.13	0.24	0.48	0.13								
				$\mathcal{A}_1^f$	0.16	0.17	0.18	0.19	0.19	0.17	0.17								
1c	3	BRZ	0.68	SHGC	0.73	0.71	0.68	0.64	0.55	0.34	0.65	0.67	0.67	0.59	0.65	0.61	0.61	0.54	0.60
				$T$	0.65	0.62	0.59	0.55	0.46	0.27	0.56								
				$R^f$	0.06	0.07	0.08	0.12	0.22	0.45	0.12								
				$R^b$	0.06	0.07	0.08	0.12	0.22	0.45	0.12								
				$\mathcal{A}_1^f$	0.29	0.31	0.32	0.33	0.33	0.29	0.31								
1d	6	BRZ	0.54	SHGC	0.62	0.59	0.57	0.53	0.45	0.29	0.54	0.57	0.57	0.50	0.55	0.48	0.49	0.43	0.48
				$T$	0.49	0.45	0.43	0.39	0.32	0.18	0.41								
				$R^f$	0.05	0.06	0.07	0.11	0.19	0.42	0.10								
				$R^b$	0.05	0.06	0.07	0.11	0.19	0.42	0.10								
				$\mathcal{A}_1^f$	0.46	0.49	0.50	0.51	0.49	0.41	0.48								
1e	3	GRN	0.82	SHGC	0.70	0.68	0.66	0.62	0.53	0.33	0.63	0.64	0.64	0.57	0.62	0.73	0.74	0.66	0.72
				$T$	0.61	0.58	0.56	0.52	0.43	0.25	0.53								
				$R^f$	0.06	0.07	0.08	0.12	0.21	0.45	0.11								

SHGC=0.74

Figura 186 Transmitancia solar. Fuente: ASRAE Handbook – Fundamentals (SI)

Ahora bien, para hallar el coeficiente global (u) del muro, se utiliza la siguiente tabla:

**Table 4 U-Factors for Various Fenestration Products in  $W/(m^2 \cdot K)^i$**

Product Type		Glass Only		Vertical Installation									
				Operable (including sliding and swinging glass doors)					Fixed				
Frame Type		Center of Glass	Edge of Glass	Aluminum Without Thermal Break	Aluminum With Thermal Break	Reinforced Vinyl/Aluminum Clad Wood	Wood/Vinyl	Insulated Fiberglass/Vinyl	Aluminum Without Thermal Break	Aluminum With Thermal Break	Reinforced Vinyl/Aluminum Clad Wood	Wood/Vinyl	Insulated Fiberglass/Vinyl
ID	Glazing Type			7.01	6.08	5.27	5.20	4.83	6.38	6.06	5.58	5.58	5.40
1	3.2 mm glass	5.91	5.91	7.01	6.08	5.27	5.20	4.83	6.38	6.06	5.58	5.58	5.40
2	6 mm acrylic/polycarb	5.00	5.00	6.23	5.35	4.59	4.52	4.18	5.55	5.23	4.77	4.77	4.61
3	3.2 mm acrylic/polycarb	5.45	5.45	6.62	5.72	4.93	4.86	4.51	5.96	5.64	5.18	5.18	5.01

**Table 4 U-Factors for Various Fenestration Products in  $W/(m^2 \cdot K)^i$  (Concluded)**

Vertical Installation					Sloped Installation									ID
Garden Windows		Curtainwall			Glass Only (Skylights)		Manufactured Skylight				Site-Assembled Sloped/Overhead Glazing			
Aluminum Without Thermal Break	Wood/Vinyl	Aluminum Without Thermal Break	Aluminum With Thermal Break	Structural Glazing	Center of Glass	Edge of Glass	Aluminum Without Thermal Break	Aluminum With Thermal Break	Reinforced Vinyl/Aluminum Clad Wood	Wood/Vinyl	Aluminum Without Thermal Break	Aluminum With Thermal Break	Structural Glazing	
14.21	11.94	6.86	6.27	6.27	6.76	6.76	10.03	9.68	9.16	8.05	7.66	7.64	7.10	
12.70	10.42	6.03	5.44	5.44	5.85	5.85	9.09	8.74	8.23	7.45	6.83	6.80	6.27	
13.45	11.18	6.44	5.86	5.86	6.30	6.30	9.56	9.21	8.70	7.89	7.24	7.22	6.68	

Figura 187 Coeficiente global. Fuente ASRAE Handbook – Fundamentals (SI)

El valor de  $U = 5.44 \text{ W}/(m^2 \cdot ^\circ\text{C})$

Se reemplazan valores en la ecuación:

$$\frac{Q_{rad}}{A_{acr}} = 5.44 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ\text{C}} (28^\circ\text{C} - 23^\circ\text{C}) + 0.74 \cdot 800 \frac{W}{m^2}$$

$$Q = 619.2 \text{ W}/m^2$$

La cantidad de calor que ingresa por la fachada acristalada al área de estudio es de 619.2 W/m<sup>2</sup>.

En la propuesta de intervención se ha modificado el cristal de las puertas con una configuración de doble cristal, uno de ellos contiene un tinte de color grisáceo (GRY), ambos

vidrios tendrán un espesor de 6 mm y un espacio de 13 mm lleno de aire, sus marcos serán de madera sellada herméticamente. Se considera la incidencia solar normal sobre la ventana, ignorando los efectos de radiación difusa:

La tabla nos muestra el valor del SHGC:

**Table 10 Visible Transmittance  $T_v$ , Solar Heat Gain Coefficient (SHGC), Solar Transmittance  $T$ , Front Reflectance  $R^f$ , Back Reflectance  $R^b$ , and Layer Absorptance  $A_n^f$  for Glazing and Window Systems (Continued)**

Glazing System		Center Glazing $T_v$	Center-of-Glazing Properties								Total Window SHGC at Normal Incidence		Total Window $T_v$ at Normal Incidence						
			Incidence Angles								Aluminum		Other Frames		Aluminum		Other Frames		
			Normal	40.00	50.00	60.00	70.00	80.00	Hemis., Diffuse	Operable	Fixed	Operable	Fixed	Operable	Fixed	Operable	Fixed		
5g	3	GRY CLR	0.56	SHGC	0.60	0.57	0.54	0.48	0.37	0.20	0.51	0.55	0.55	0.49	0.53	0.50	0.50	0.45	0.49
				$T$	0.51	0.48	0.45	0.39	0.29	0.12	0.42								
				$R^f$	0.09	0.09	0.11	0.16	0.26	0.48	0.14								
				$R^b$	0.12	0.13	0.15	0.21	0.34	0.59	0.19								
				$A_1^f$	0.34	0.37	0.39	0.40	0.41	0.37	0.37								
				$A_2^f$	0.05	0.06	0.06	0.05	0.05	0.03	0.05								
5h	6	GRY CLR	0.41	SHGC	0.47	0.44	0.42	0.37	0.29	0.16	0.39	0.43	0.43	0.38	0.42	0.36	0.37	0.33	0.36
				$T$	0.36	0.32	0.29	0.25	0.18	0.07	0.28								
				$R^f$	0.07	0.07	0.08	0.12	0.21	0.43	0.12								
				$R^b$	0.10	0.11	0.13	0.18	0.31	0.55	0.17								
				$A_1^f$	0.51	0.54	0.56	0.57	0.56	0.47	0.53								
				$A_2^f$	0.07	0.07	0.07	0.06	0.05	0.03	0.06								

SHGC=0.43

Figura 188 Transmitancia solar. Fuente: ASRAE Handbook – Fundamentals (SI)

Para hallar el coeficiente global (u), se requiere de la siguiente tabla:

**Table 4 U-Factors for Various Fenestration Products in  $W/(m^2 \cdot K)^i$**

Product Type		Glass Only		Vertical Installation										
				Operable (including sliding and swinging glass doors)					Fixed					
Frame Type		Center of Glass	Edge of Glass	Aluminum Reinforced					Aluminum Reinforced					
ID	Glazing Type			Without Thermal Break	With Thermal Break	Aluminum Clad	Aluminum Vinyl/ Wood	Reinforced Wood/ Vinyl	Insulated Fiberglass/ Vinyl	Without Thermal Break	With Thermal Break	Aluminum Clad	Aluminum Vinyl/ Wood	Reinforced Wood/ Vinyl
		<b>Single Glazing</b>												
1	3.2 mm glass	5.91	5.91	7.01	6.08	5.27	5.20	4.83	6.38	6.06	5.58	5.58	5.40	
2	6 mm acrylic/polycarb	5.00	5.00	6.23	5.35	4.59	4.52	4.18	5.55	5.23	4.77	4.77	4.61	
3	3.2 mm acrylic/polycarb	5.45	5.45	6.62	5.72	4.93	4.86	4.51	5.96	5.64	5.18	5.18	5.01	
<b>Double Glazing</b>														
4	6 mm airspace	3.12	3.63	4.62	3.61	3.24	3.14	2.84	3.88	3.52	3.18	3.16	3.04	
5	13 mm airspace	2.73	3.36	4.30	3.31	2.96	2.86	2.58	3.54	3.18	2.85	2.83	2.72	
6	6 mm argon space	2.90	3.48	4.43	3.44	3.08	2.98	2.69	3.68	3.33	3.00	2.98	2.86	
7	13 mm argon space	2.56	3.24	4.16	3.18	2.84	2.74	2.46	3.39	3.04	2.71	2.69	2.58	
<b>Double Glazing, <math>e = 0.60</math> on surface 2 or 3</b>														
8	6 mm airspace	2.95	3.52	4.48	3.48	3.12	3.02	2.73	3.73	3.38	3.04	3.02	2.90	
9	13 mm airspace	2.50	3.20	4.11	3.14	2.80	2.70	2.42	3.34	2.99	2.67	2.65	2.53	
10	6 mm argon space	2.67	3.32	4.25	3.27	2.92	2.82	2.54	3.49	3.13	2.81	2.79	2.67	
11	13 mm argon space	2.33	3.08	3.98	3.01	2.68	2.58	2.31	3.20	2.84	2.52	2.50	2.39	

**Table 4 U-Factors for Various Fenestration Products in  $W/(m^2 \cdot K)^i$  (Concluded)**

Vertical Installation						Sloped Installation									ID
Garden Windows		Curtainwall				Glass Only (Skylights)		Manufactured Skylight				Site-Assembled Sloped/Overhead Glazing			
Aluminum Without Thermal Break	Wood/ Vinyl	Aluminum Without Thermal Break	Aluminum With Thermal Break	Structural Glazing	Center of Glass	Edge of Glass	Aluminum Without Thermal Break	Aluminum With Thermal Break	Reinforced Aluminum Clad	Wood/ Vinyl	Aluminum Without Thermal Break	Aluminum With Thermal Break	Structural Glazing		
14.21	11.94	6.86	6.27	6.27	6.76	6.76	10.03	9.68	9.16	8.05	7.66	7.64	7.10		
12.70	10.42	6.03	5.44	5.44	5.85	5.85	9.09	8.74	8.23	7.45	6.83	6.80	6.27		
13.45	11.18	6.44	5.86	5.86	6.30	6.30	9.56	9.21	8.70	7.89	7.24	7.22	6.68		
9.78	7.50	4.38	3.79	3.56	3.29	3.75	6.23	5.46	5.21	4.79	4.54	4.71	3.75		
9.19	6.92	4.03	3.45	3.22	3.24	3.71	6.17	5.41	5.16	4.74	4.49	4.68	3.70		
9.44	7.17	4.18	3.60	3.37	3.01	3.56	5.96	5.19	4.94	4.54	4.30	4.52	3.51		
8.94	6.67	3.89	3.30	3.07	3.01	3.56	5.96	5.19	4.94	4.54	4.30	4.52	3.51		
9.53	7.25	4.23	3.65	3.41	3.07	3.60	6.01	5.24	4.99	4.59	4.35	4.56	3.55		
8.86	6.58	3.84	3.25	3.02	3.01	3.56	5.96	5.19	4.94	4.54	4.30	4.52	3.51		
9.11	6.84	3.99	3.40	3.17	2.78	3.40	5.74	4.97	4.72	4.34	4.10	4.37	3.31		
8.61	6.33	3.69	3.11	2.88	2.78	3.40	5.74	4.97	4.72	4.34	4.10	4.37	3.31		

Figura 189 Coeficiente global. Fuente ASRAE Handbook – Fundamentals (SI)

El valor de  $U = 4.52 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C})$

Se reemplazan valores en la ecuación:

$$\frac{Q_{rad}}{A_{acr}} = 4.52 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C} (28 ^\circ C - 23 ^\circ C) + 0.43 \cdot 800 \frac{W}{m^2}$$

$$Q = 366.6 \text{ W}/m^2$$

La cantidad de calor que ingresa por la fachada acristalada al área de estudio es de  $366.6 \text{ W}/m^2$ .

En este caso, hay una reducción de entrada de calor del **40.79%**

### **Análisis acústico**

El ruido es uno de los contaminantes más comunes que causan daños en la salud del ser humano, puede llegar a causar la pérdida de la audición en los casos más graves, y en otros, puede influir en el confort del usuario, modificando incluso su forma de ejecutar las actividades.

Entre las fuentes de ruido más comunes a las que se ve expuesto el edificio Montelimar, encuentra el ruido exterior, conformado por el tráfico rodado y aéreo, y el entorno urbano,

las actividades públicas y las obras constructivas en ejecución al entorno de un lugar:

- Bocina de un auto a 3 m que emite 100 dB
- Conversación de personas a 2 m de distancia con 30 dB
- Calle muy ruidosa con 100 dB

Se deberá calcular la suma del nivel de ruido de las fuentes:

$$L_{sum} = 10 \text{ Log} \left( \sum 10 \frac{L_i}{10} \right) \\ = 10 \text{ Log} \left( 10 \frac{L_1}{10} + 10 \frac{L_2}{10} + 10 \frac{L_3}{10} \right)$$

$$L_{sum} = 10 \text{ Log} \left( 10 \frac{100}{10} + 10 \frac{30}{10} + 10 \frac{100}{10} \right)$$

$$L_{sum} = 103.01 \text{ dB}$$

Es posible identificar el nivel de pérdida de transmisión sonora (TL) a partir de la configuración actual de la fachada, que cuenta con una puerta de cristal, compuesta por un vidrio claro temperado de 6 mm, con marcos de aluminio este tipo de cristal tiene un valor de STC de 31. Se asume una

frecuencia de 1000 Hz. Por lo tanto, se halla el valor del TL con la gráfica, en función de STC y frecuencia:

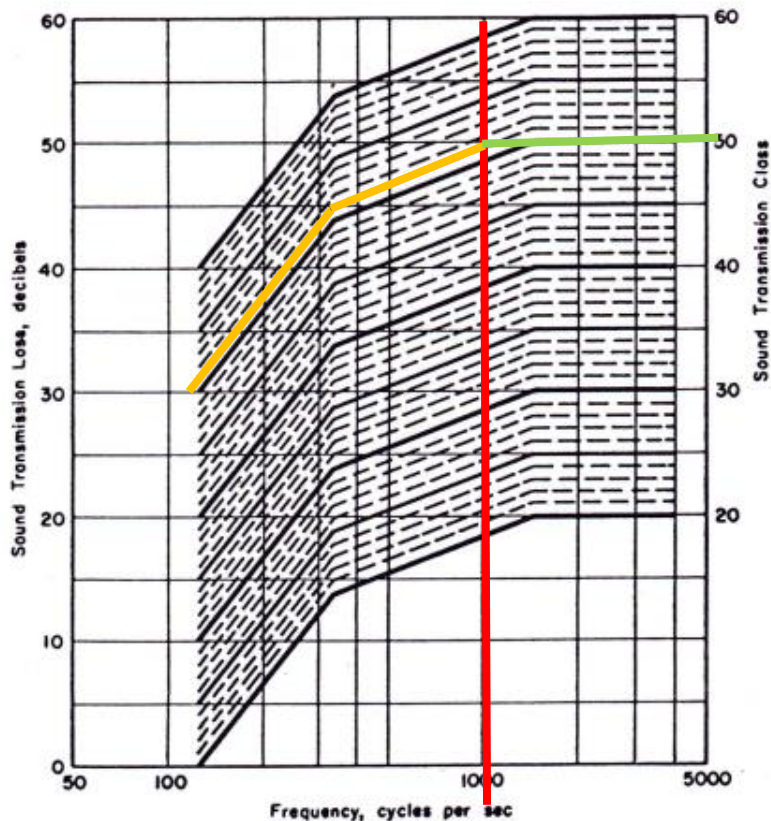


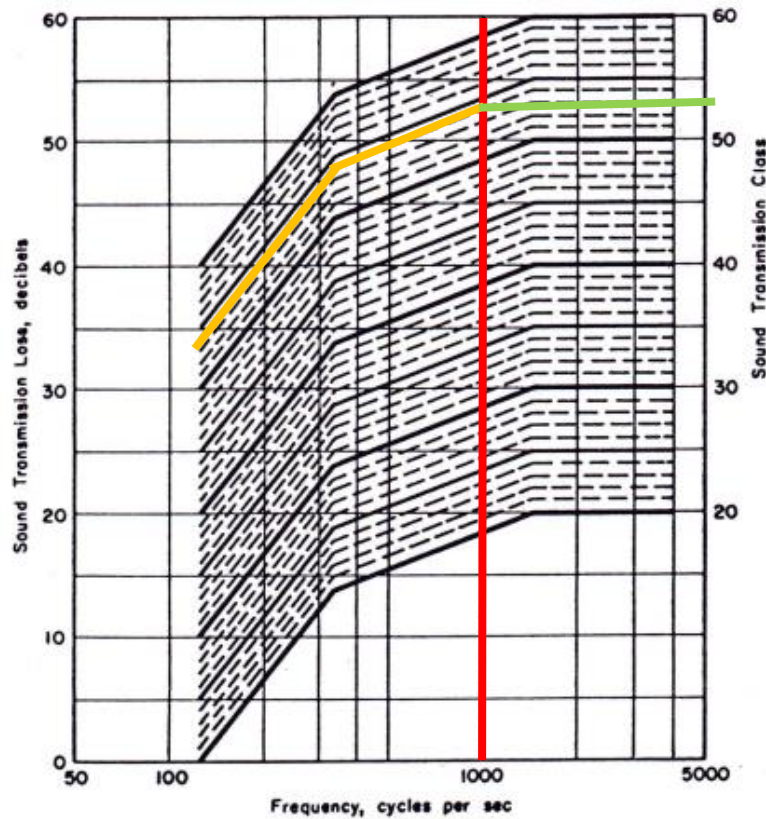
Figura 190 Valor de TL. Fuente, elaboración propia, a partir del gráfico de contornos para establecer clase de transmisión de sonido de una partición. (Reprodeced by permission from ASTM Standards 1961, Copyright, American Society for Testing Materials, 1962)

**El valor de TL es de 50**

Ahora bien, si la fuente de ruido es de 103.03 dB, el nivel de sonido al interior de la oficina es de:

$$103.01 \text{ dB} - 50 \text{ dB} = 51.01 \text{ dB}$$

El nivel de sonoridad de confort en una sala comedor debe estar por los 50 dB, si bien, es un valor cercano, se compara con la configuración propuesta en el que el cristal de la puerta tiene un STC de 34:



**El valor de TL es de 53**

Ahora bien, si la fuente de ruido es de 103.03 dB, el nivel de sonido al interior de la oficina es de:

$$103.01 \text{ dB} - 53 \text{ dB} = 50.01 \text{ dB}$$

Para esta configuración, el nivel de sonoridad al interior de la sala es de 50.01 dB, si bien la diferencia es poca, en este caso la habitación estudiada ya cumple con los niveles de sonoridad recomendados, y se encuentra en confort acústico.

Figura 191 Valor de TL. Fuente, elaboración propia, a partir del gráfico de contornos para establecer clase de transmisión de sonido de una partición. (Reprodeced by permission from ASTM Standards 1961, Copyright, American Society for Testing Materials, 1962)

#### 5.1.4. Instalaciones electromecánicas

Los cuartos técnicos de las instalaciones electromecánicas se encuentran en el primer nivel esperando adaptar las tecnologías del sistema electromecánico de New Life Concept en el que se utilice un un programa informático que centralice en una sola pantalla la gestión de todas las instalaciones. Esta pantalla da información sobre el funcionamiento y los consumos de las distintas instalaciones y permite su manipulación desde cualquier dispositivo, incluso remoto (teléfono móvil). Está conectado a una central de averías, desde donde se pueden solucionar pequeños problemas o localizar la reparación necesaria

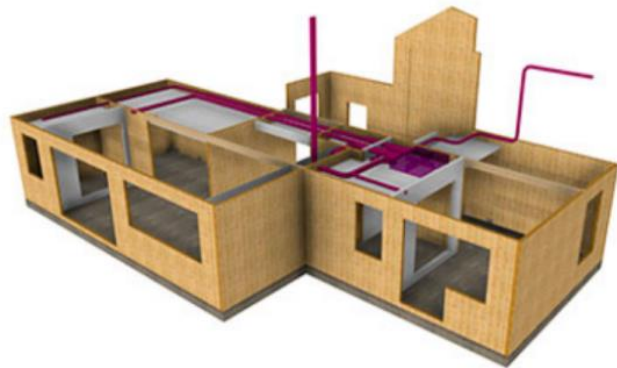


Figura 192 Instalación electromecánica. Fuente: Maderayconstrucción.com

**Energía:** Para la instalación eléctrica se contemplarán la integración de un estacionamiento con estaciones de carga para automóviles esperando que, como en el caso del edificio Triodos, la red haga frente a picos de demanda de energía, ya que los cargadores estarán conectados directamente a los paneles solares. Teniendo las siguientes funciones: los automóviles eléctricos pueden cargarse en cargadores inteligentes, los vehículos que tengan la batería cargada pueden descargarse y su energía puede usarse en el edificio o devolverse a la red.

Por otra parte, siguiendo los parámetros del diseño de consumo energético de Palazzo Italia, se espera que la ventanería del conjunto residencial sea con cristales fotovoltaicos que permitan convertir la energía solar que absorbe el edificio en electricidad, haciendo que la energía del proyecto sea neutra.

**Sistema de refrigeración:** Para el sistema de refrigeración del edificio se estudiarán diferentes técnicas pasivas para evitar el uso de aires acondicionados, y en caso de ser necesario el uso de aparatos tecnológicos para lograr un confort climático, se espera contar con una bomba de calor

reversible, que permita enfriar el interior del edificio de manera sostenible.

“Conseguir aire acondicionado con bomba de calor reversible es la forma más eficiente para conseguir reducir la temperatura de un espacio, ya que la bomba de calor entrega siempre más energía de la que consume. Entre las ventajas, la bomba de calor captura la energía procedente de fuentes renovables (como son el aire ambiente, el suelo o aguas subterráneas), la convierte en energía utilizable y reduce la dependencia respecto de otras fuentes más contaminantes. A su capacidad de captura de energía renovable, se suma la contribución a la reducción de emisiones indirectas de CO2, como consecuencia directa de su eficiencia de funcionamiento.” (Arnabat, 2015)

**Tratamiento del agua:** El tratamiento del agua tendrá como primera medida, el control mediante el software inteligente que mide los consumos de cada residente del edificio; por otra parte, se generará la recolección de aguas lluvias para el riego de las zonas verdes, el lavado de autos de los propietarios, el mantenimiento del conjunto residencial y el tratamiento de aguas grises con conexión a los sanitarios

de las viviendas; además de la instalación de aparatos hidrosanitarios especiales como inodoros de alta eficiencia, duchas y grifos de flujo bajo.



Figura 193 Ventajas de usar aire acondicionado con bomba de calor. Fuente: caloryfrio.com

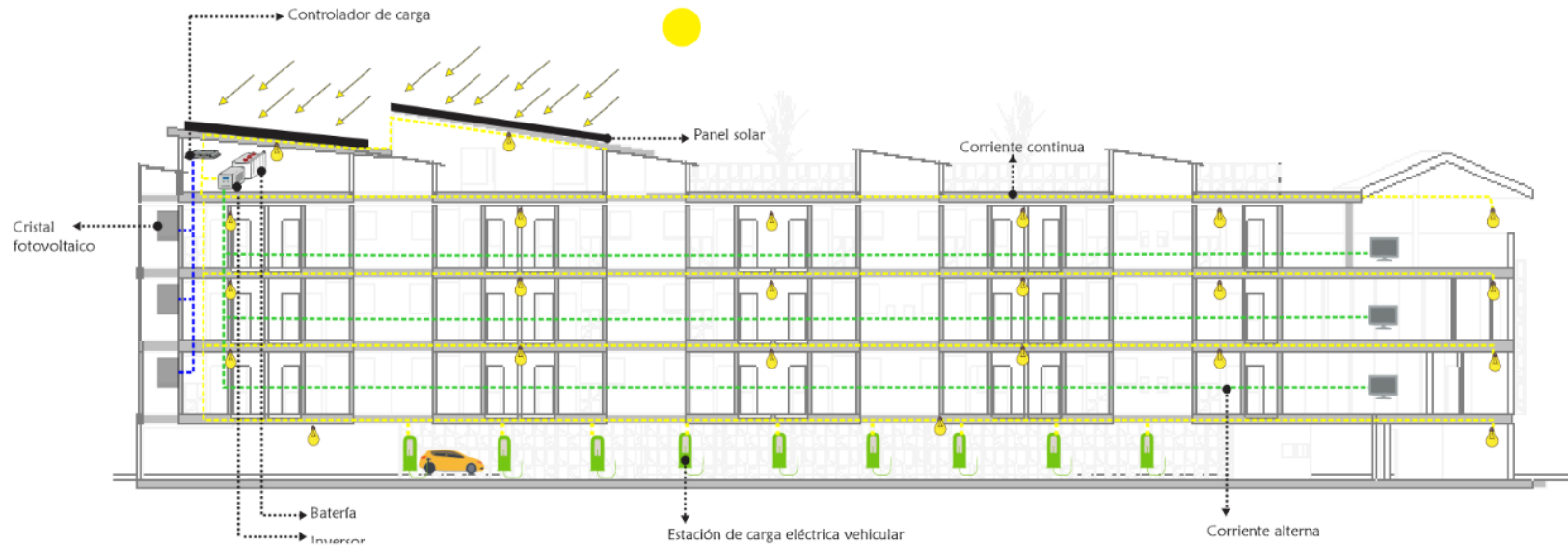


Ilustración 14 Esquema de instalación eléctrica con paneles solares y cristales fotovoltaicos en Montelimar. Fuente: Elaboración propia.

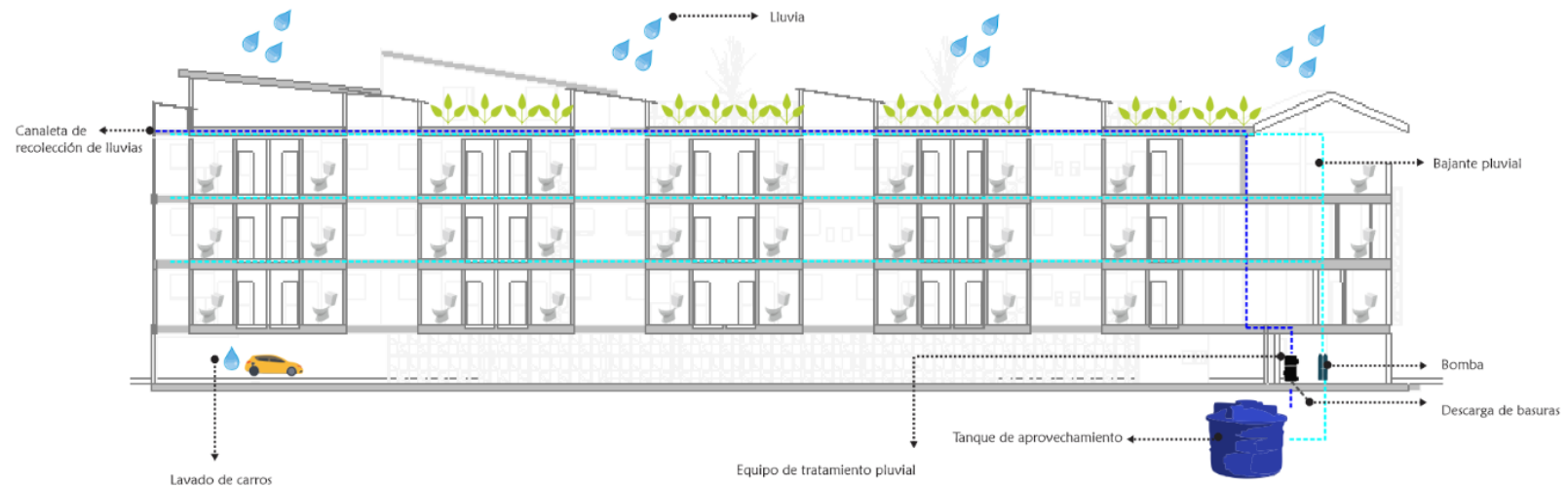


Ilustración 15 Esquema de recolección de aguas lluvias en Montelimar. Fuente: Elaboración propia.

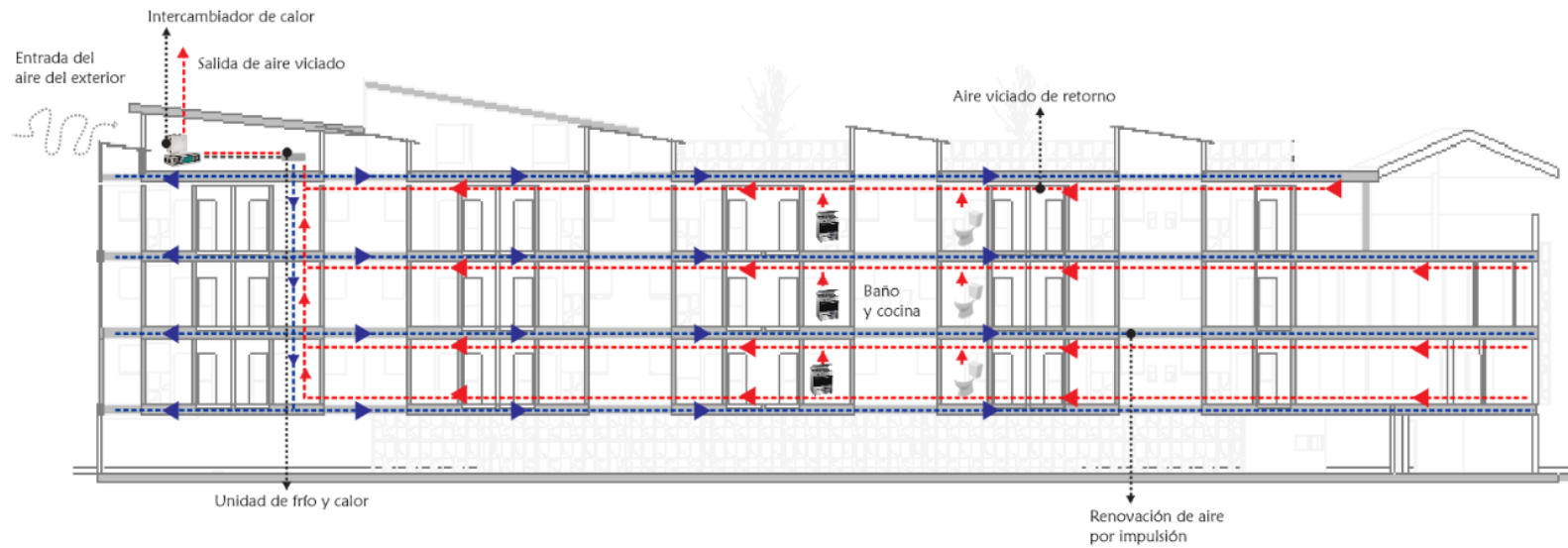


Ilustración 16 Esquema de ventilación a través de una bomba de calor en Montelimar. Fuente: Elaboración propia.

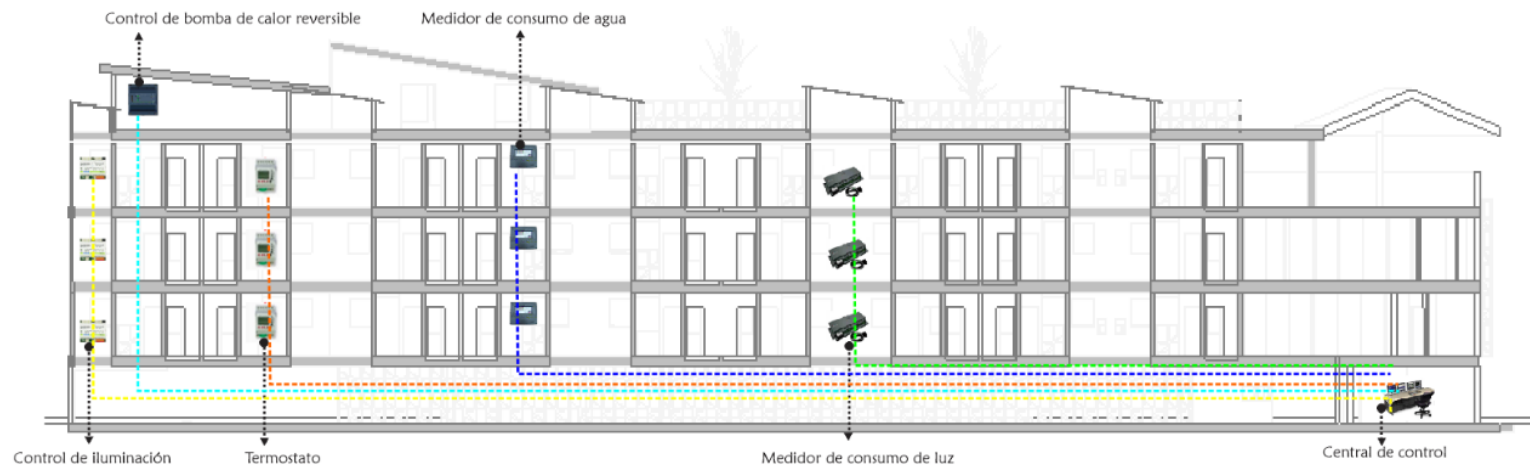


Ilustración 17 Esquema de sistema de automatización en Montelimar. Fuente: Elaboración propia.

### 5.1.5. Parámetros sostenibles

El uso de materiales rápidamente renovables como la madera laminada CTL, va a permitir que el proyecto eleve sus condiciones de impacto ambiental, “Los elementos contruidos a base de madera, son de los materiales de construcción que menor cantidad de gases de efecto invernadero (GEI) emiten en su fabricación. Además, si lo comparamos con los otros dos sistemas estructurales más utilizados, el acero y el hormigón armado, la diferencia es realmente sustancial. Pero lo más importante es la asombrosa capacidad que posee la madera de secuestrar CO<sub>2</sub> de la atmosfera: 1 m<sup>3</sup> almacena durante la vida del árbol 1 Ton de CO<sub>2</sub>” (egoin, 2020)

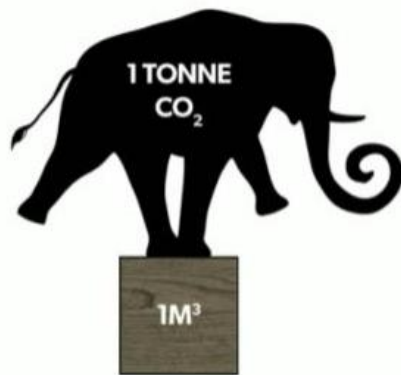


Figura 194 Absorción de CO<sub>2</sub> de la madera. Fuente: egoin.

La materialidad a través del bioconcreto Active TX es generador de la limpieza del smog del entorno, causando una mejora de la calidad del aire no solo en el conjunto residencial sino también, en el entorno urbano donde se encuentra el proyecto

Se espera también que la gestión de las instalaciones electromecánicas permita el cuidado del agua y la reducción del consumo de energía de parte de los residentes del edificio.

El replanteamiento del diseño de Lomas de Montelimar contempla la posibilidad de incluir espacios que permitan que los habitantes del edificio tengan educación sobre formas de reciclaje y generen conciencia acerca de actividades cotidianas que pueden contribuir al cuidado medioambiental.

Las condiciones de confort termoacústico no solo se van a ver afectadas por el cambio de materiales sino también, por el estudio de técnicas pasivas que permitan que el consumo de energía del edificio se reduzca considerablemente.

Por otra parte, el diseño espera incluir la intervención en el espacio urbano colindante para que exista la integración

social de los habitantes de la zona en el proyecto y se genere la apropiación de espacios de parte de los residentes.

### **Iluminación Natural**

El comportamiento del sol sin duda alguna afecta el confort bioclimático al interior de las edificaciones, estudiar los procesos de radiación en un lugar determinado, permiten entender la forma en cómo se deben adecuar los espacios interiores para que el usuario pueda desarrollar sus actividades de forma tal, que disminuya el uso de aparatos artificiales y se reduzca el consumo energético en el proyecto.

San José, se encuentra en la región central, donde las temperaturas promedio en el año son de 22.3 °C. El mes más cálido es abril, con 23.6 °C, y octubre es el mes más fresco, con ambientes de 21.6 °C. Las precipitaciones suelen ser más recurrentes entre junio a diciembre. Esta característica climática da a entender que es importante manejar técnicas pasivas para el enfriamiento de las instalaciones y que se evite el uso de lámparas artificiales que contribuyan al alza de temperaturas.

Con el fin de reducir el consumo energético, se realizará el estudio de iluminación natural a través de Velux, la

herramienta informática que permite realizar análisis sobre la incidencia solar en un determinado espacio, presentando los valores de luminancia e iluminancia de acuerdo a la ubicación y la configuración arquitectónica del proyecto.

Una vez localizado el modelo 3d en la plataforma Velux, se continua con la asignación de materiales en los que el cristal, la madera y el concreto son protagonistas en el proyecto inicial. El estudio se realizó en fechas del 21 de mayo en horas del mediodía (12:00 pm) con condiciones de cielo intermedio.

Los resultados arrojaron valores muy bajos en las zonas de cocina y áreas de circulación comunal en donde el uso de iluminación artificial se hace necesaria al obtener valores por debajo de los 50 lux en donde el confort visual es inexistente.

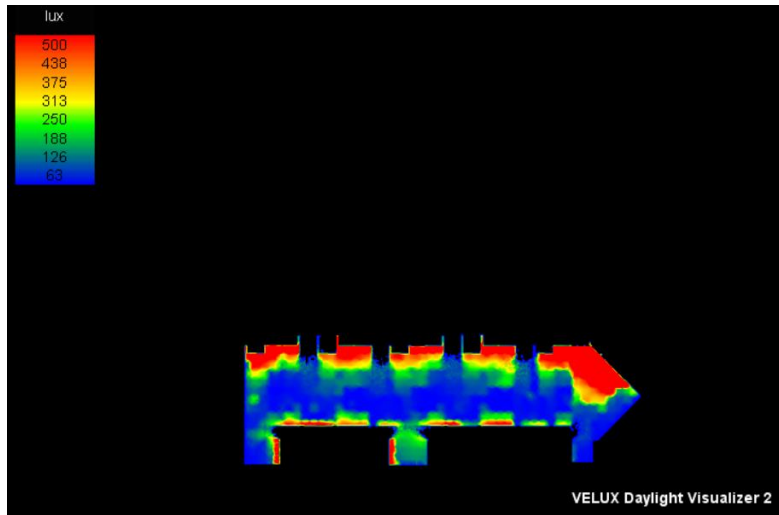


Figura 195 Estudio de iluminancia en planta. Fuente: Elaboración propia.

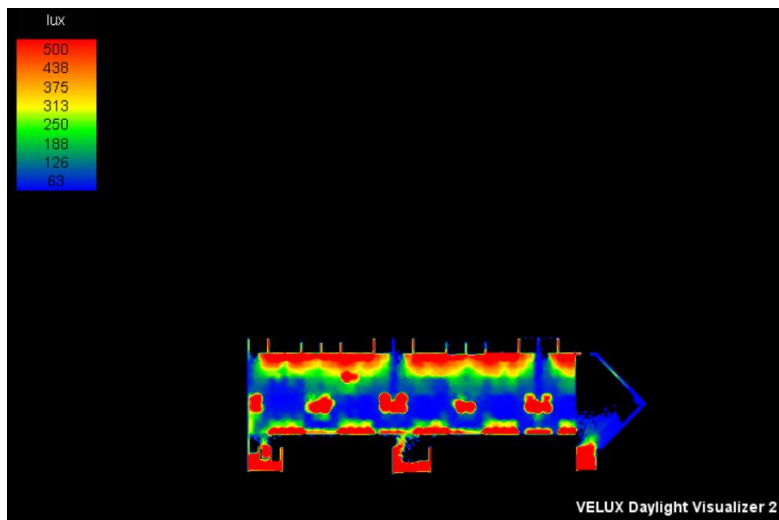


Figura 196 Estudio de iluminancia una vez se ha intervenido el proyecto arquitectónicamente. Fuente: Elaboración propia.

Para obtener mejores niveles de iluminación se realizaron diferentes cambios en el edificio, como la ampliación del volumen hacia la fachada sur, con el fin de generar entradas de luz cenitales que reflejaran la luminosidad hacia la cocina, y la apertura de espacios hacia la fachada sur, para aumentar los valores de luminancia e iluminancia en las zonas de pasillos y escaleras.

Una vez, se realizó el cambio de materialidad en el interior del proyecto, y se intervinieron los espacios arquitectónicamente, se obtuvieron valores de 300 lux para las áreas de la cocina y el comedor, así como valores aproximados de 500 lux en las áreas de circulación horizontal y vertical en el sector sur.

Por otra parte, los otros espacios que conforman cada apartamento como las habitaciones, la sala, el comedor y las zonas de servicio, mantienen los niveles de iluminancia e iluminancia con valores similares a los del proyecto inicial, ya que existía un confort visual en estos espacios previamente.



Figura 197 Percepción lumínica en sección. Fuente: Elaboración propia.



Figura 199 Percepción lumínica en sección. Fuente: Elaboración propia.

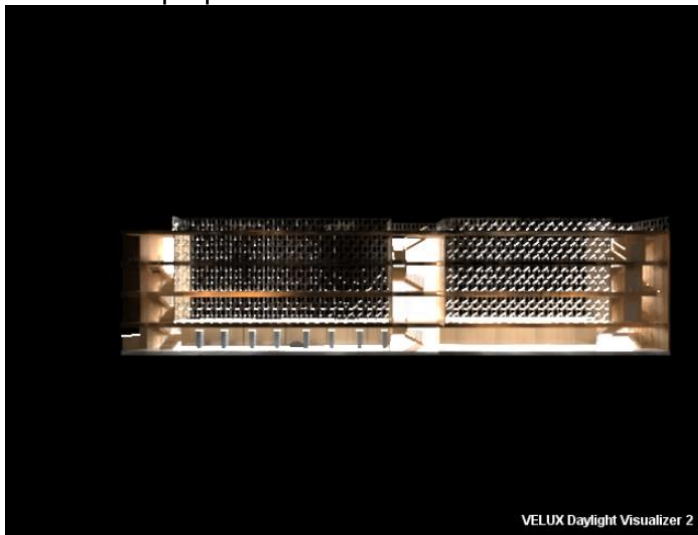


Figura 198 Percepción lumínica en zonas de circulación. Fuente: Elaboración propia.



Figura 200 Percepción lumínica en sección. Fuente: Elaboración propia.



Figura 201 Percepción lumínica en salón comunal. Fuente: Elaboración propia.



Figura 203 Percepción lumínica en cocina y comedor. Fuente: Elaboración propia.



Figura 202 Percepción lumínica en sala-comedor. Fuente: Elaboración propia.



Figura 204 Percepción lumínica en sala. Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a lo sugerido por la guía del libro “The Lighting Handbook” los niveles de iluminación óptimos para desempeñar actividades cotidianas al interior de una vivienda son: en la cocina, 200 - 300 lux; en la sala de estar, por lo menos 500 lux; en las habitaciones, de 200 – 500 lux; y en áreas comunales como el gimnasio de 200 – 300 lux.

De acuerdo a la simulación en Velux, la iluminación en estos espacios cumple con las recomendaciones generales, por lo tanto, se mantienen al interior acabados en madera para los muros, y tonos blancos para los cielos, ya que el reflejo de la luz en estos materiales permite un mayor confort lumínico.

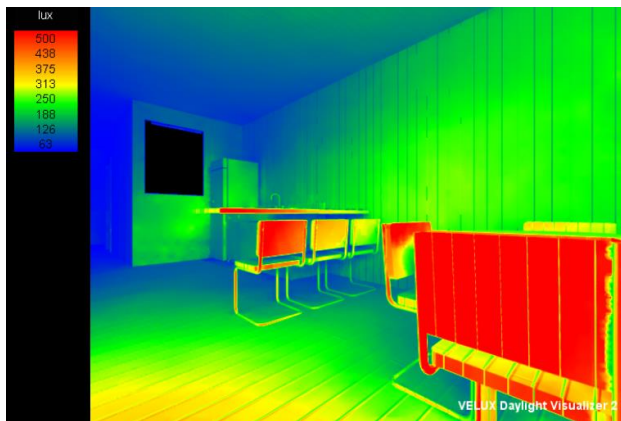


Figura 205 Valores de iluminancia en cocina y comedor.  
Fuente: Elaboración propia.

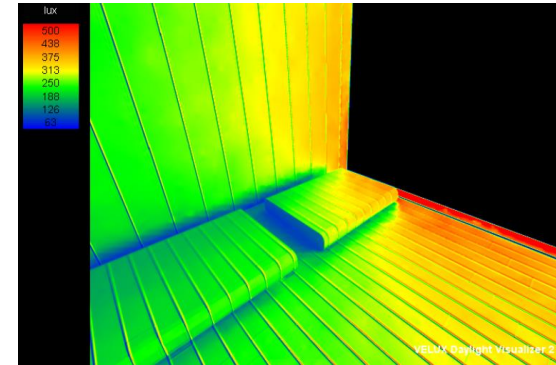


Figura 206 Valores de iluminancia en habitación. Fuente:  
Elaboración propia.

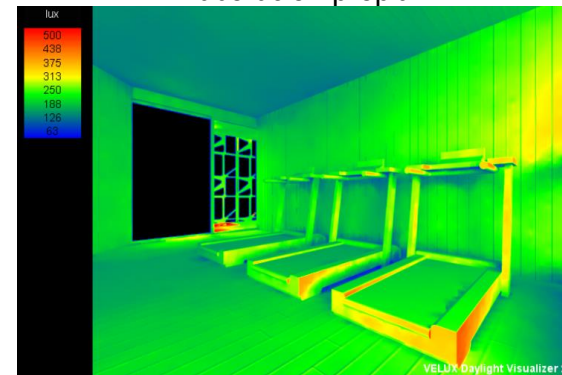


Figura 207 Valores de iluminancia en gimnasio. Fuente:  
Elaboración propia.

Un adecuado uso de estos softwares va a generar la reducción de consumo energético en las edificaciones gracias a que las decisiones tomadas en el diseño y el uso técnicas pasivas aplicadas en la vivienda son mucho más efectivas. Al tener la opción de comprobar el desempeño de la edificación

en un software, es posible obtener resultados mucho más certeros y se reduce el margen de error en el diseño.

### **Cubierta Verde**

El proyecto de Lomas de Montelimar no cuenta con zonas verdes en ninguno de sus niveles, por lo tanto, una de las propuestas arquitectónicas es la instalación de una cubierta verde transitable en el último nivel, con el fin de generar espacios que integren las actividades cotidianas de los usuarios con la vegetación y la fauna de aves y mariposas que atraen las plantaciones.

El uso de cubiertas verdes, además de contribuir con la reducción de los efectos contaminantes en el medio ambiente, contribuye con una visual agradable para los usuarios y, además, reduce el alza de temperaturas al interior del proyecto.

Se acuerdo a las condiciones climáticas en Costa Rica, y para lograr una cubierta verde que no tenga un peso demasiado alto, se plantea la plantación de musgos y Sedum. Los cuales “miden de 3 a 4 cm y pesan, en estado de sembrado acuoso, cerca de 30 a 40 kg/m<sup>2</sup>. Como vegetación, se adaptan los tipos resistentes a las sequías, aquellos que

caen en un "sueño de sequía" durante los largos períodos secos. Los musgos prefieren sitios de sombra y humedad. En superficies fuertemente soleadas se utilizan primordialmente tipos de Sedum” (Minke, 2020)

Para la elección de la impermeabilización del techo se debe tomar en cuenta que el material utilizado sea 100% impermeable y 100% resistente. Una de las soluciones para reducir costos, es el uso de láminas de polietileno de hasta 8 m de ancho y 0,5 mm de espesor. Pero ésta es fácilmente perforable, por lo tanto, no se puede soldar y debe siempre ser protegida, sobre y debajo de la lámina con un fieltro protector.

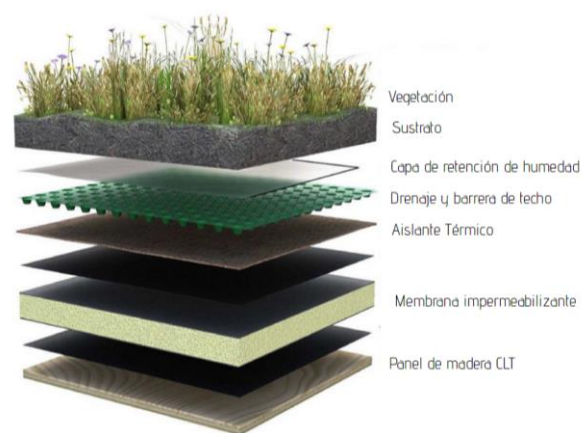


Figura 208 Detalle de cubierta verde. Fuente: [arquitecturayempresa.es](http://arquitecturayempresa.es)

### 5.1.7. Opciones de zonificación

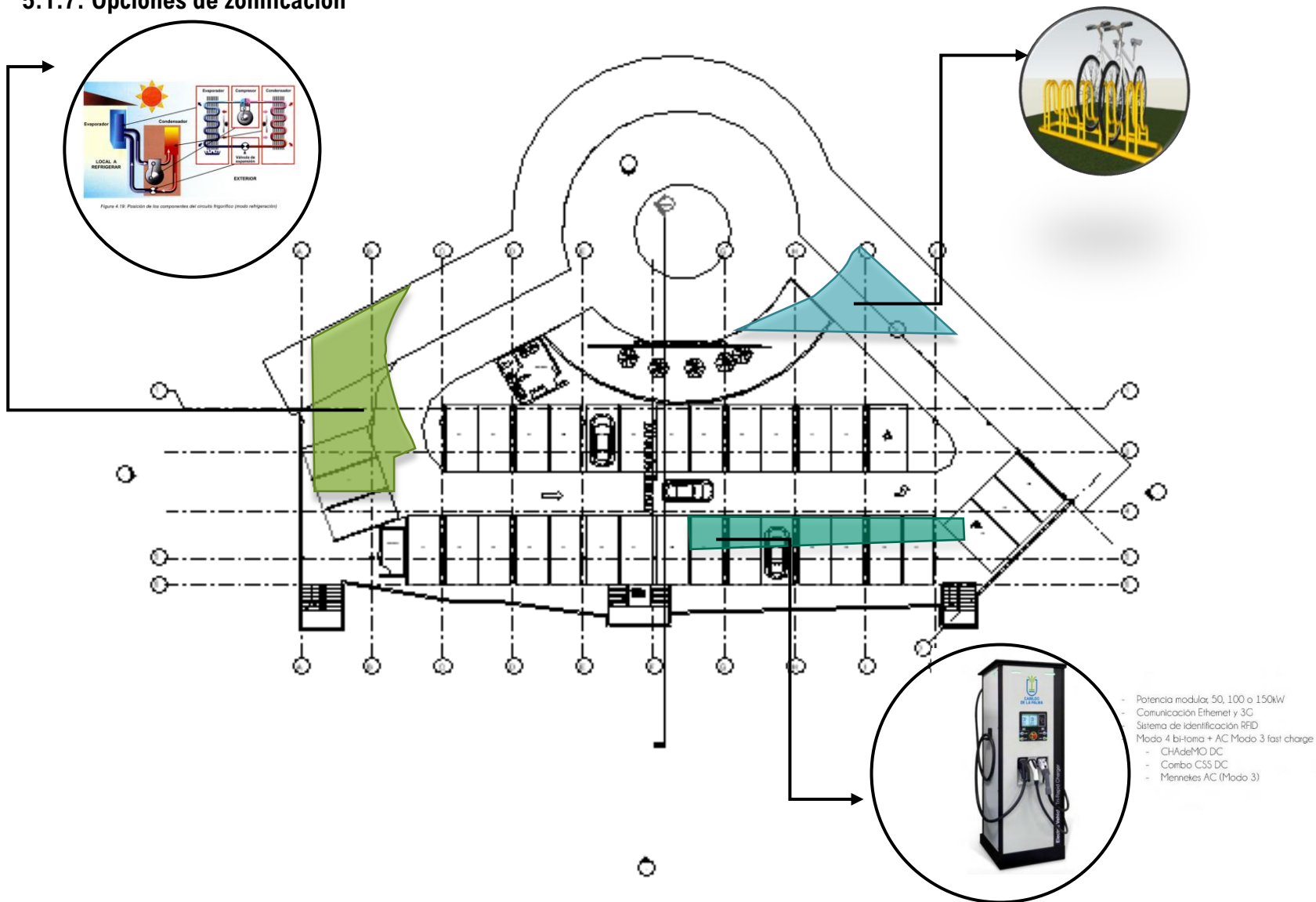


Figura 209 Posibles cambios en el sótano. Fuente: Elaboración propia.

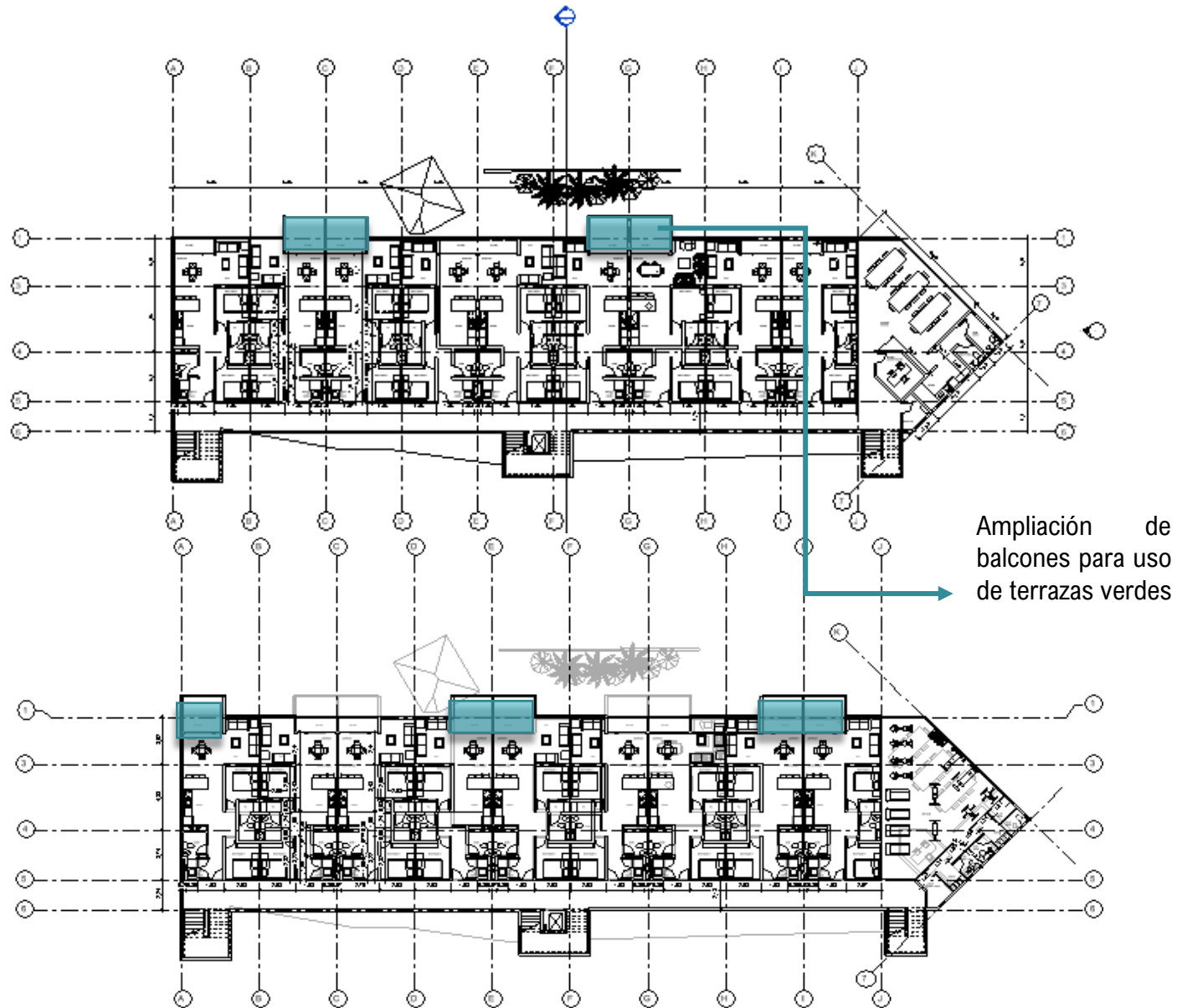


Figura 210 Ampliación de balcones. Fuente: Elaboración propia.

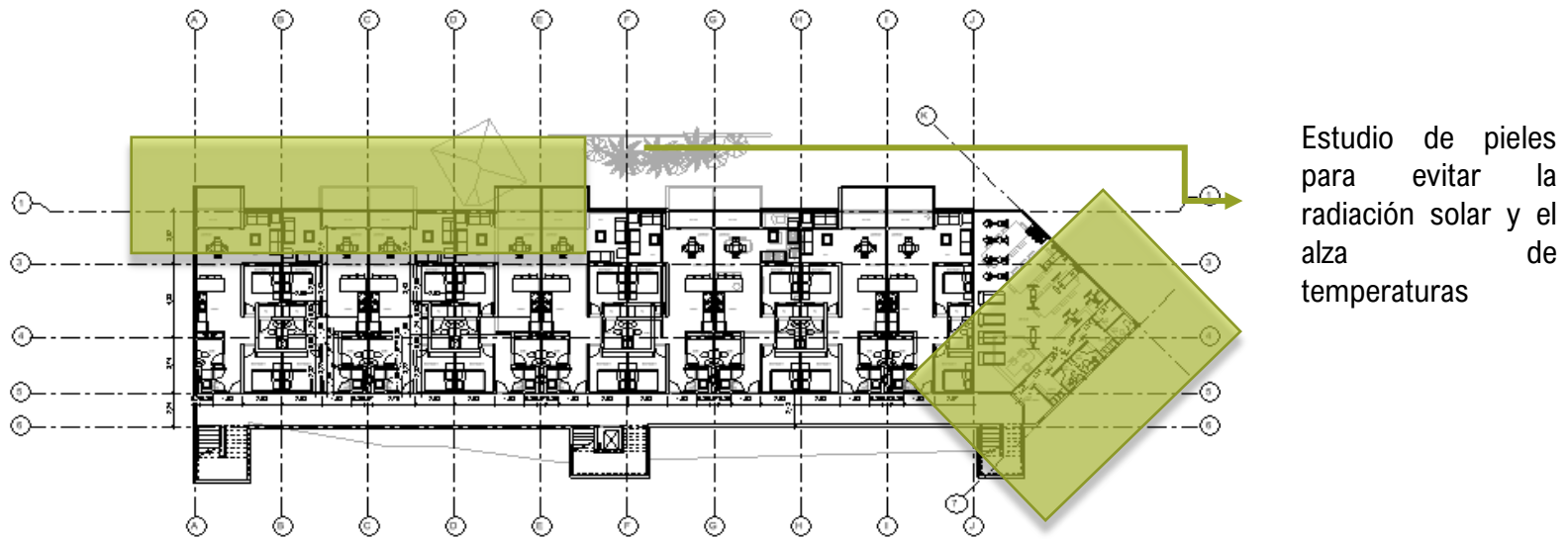
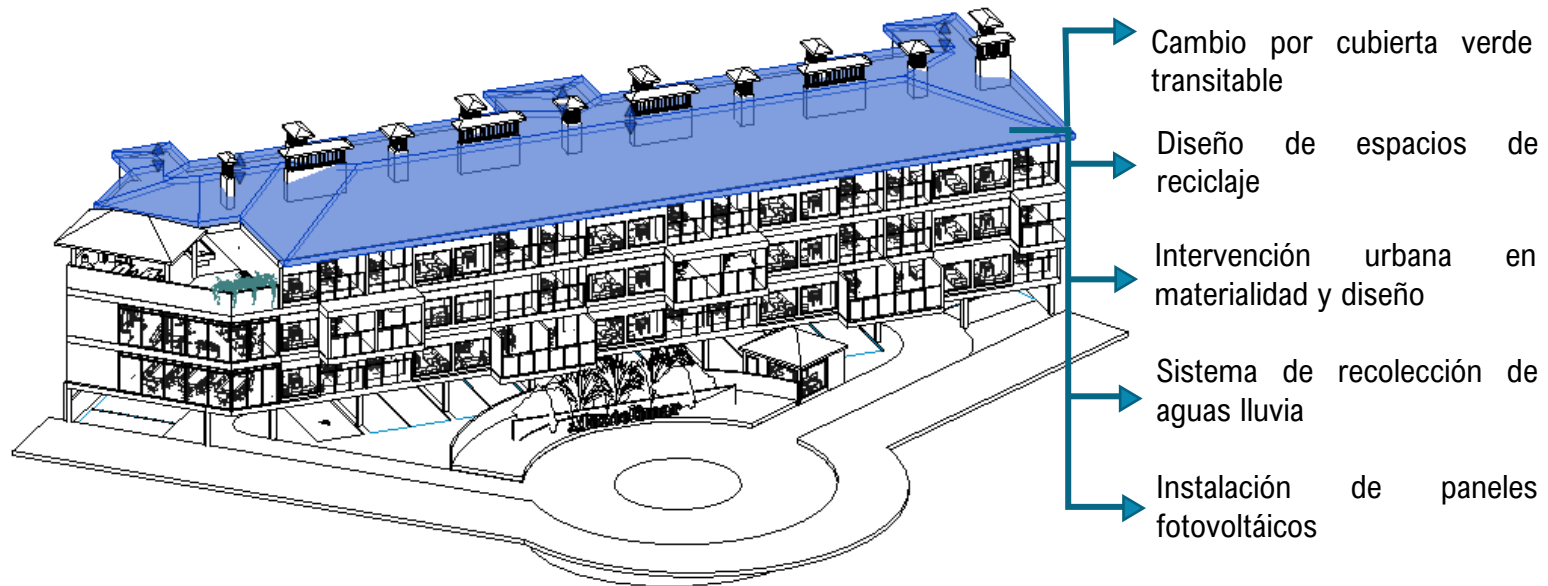


Figura 211 Posibles cambios en terraza y fachadas. Fuente: Elaboración propia.

### 5.1.8. Plantas de conjunto iniciales y plantas replanteadas

#### PLANTA 1

Los cambios propuestos para el nivel del primer piso consisten en reducir algunos espacios de parqueo, para aumentar el estacionamiento para bicicletas y así, promover el uso de transporte alternativo; se intervendrá una zona en el espacio colindante con una ciclorruta para conectar el proyecto con el contexto urbano.

También será posible observar nuevos espacios para el control de las instalaciones electromecánicas, además de estaciones eléctricas para recargar carros con fuentes de energía renovables.

En el costado occidental se localizará una zona de lavado de carros con aguas de lluvia y en el acceso principal se encontrará una zona para ofrecer productos realizados con materiales reciclados.

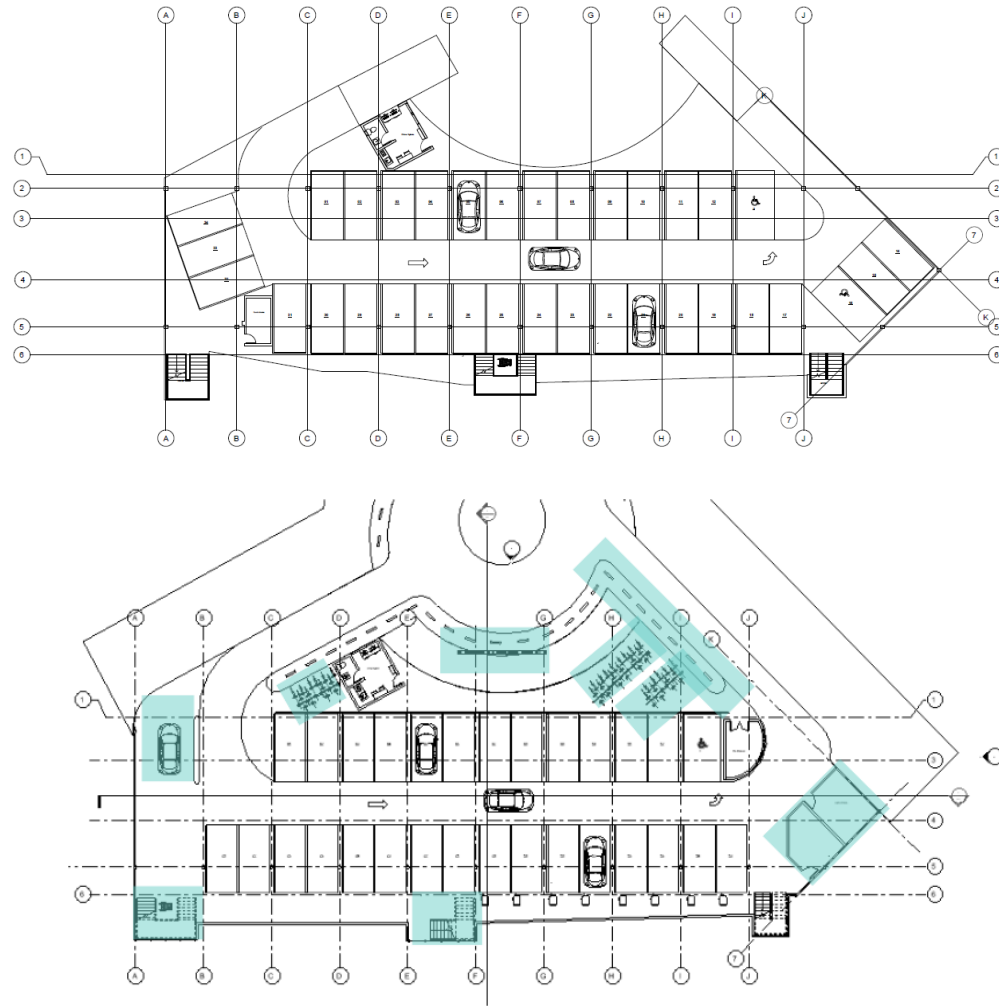


Figura 212 Diferencia de la planta 1 al ser intervenida arquitectónicamente. Fuente: Elaboración propia.

## PLANTA 2

Las plantas del segundo, tercer y cuarto piso son repetitivas, por lo cual el cambio arquitectónico fue igual en las tres plantas.

Se propuso la ampliación de balcones para aumentar el ducto de luz en la cocina, también se añadieron entradas de luz hacia la zona de circulación comunal del edificio, y se estableció la instalación de una fachada flotante de bioconcreto TX Active para controlar la radiación solar en la fachada oriental.

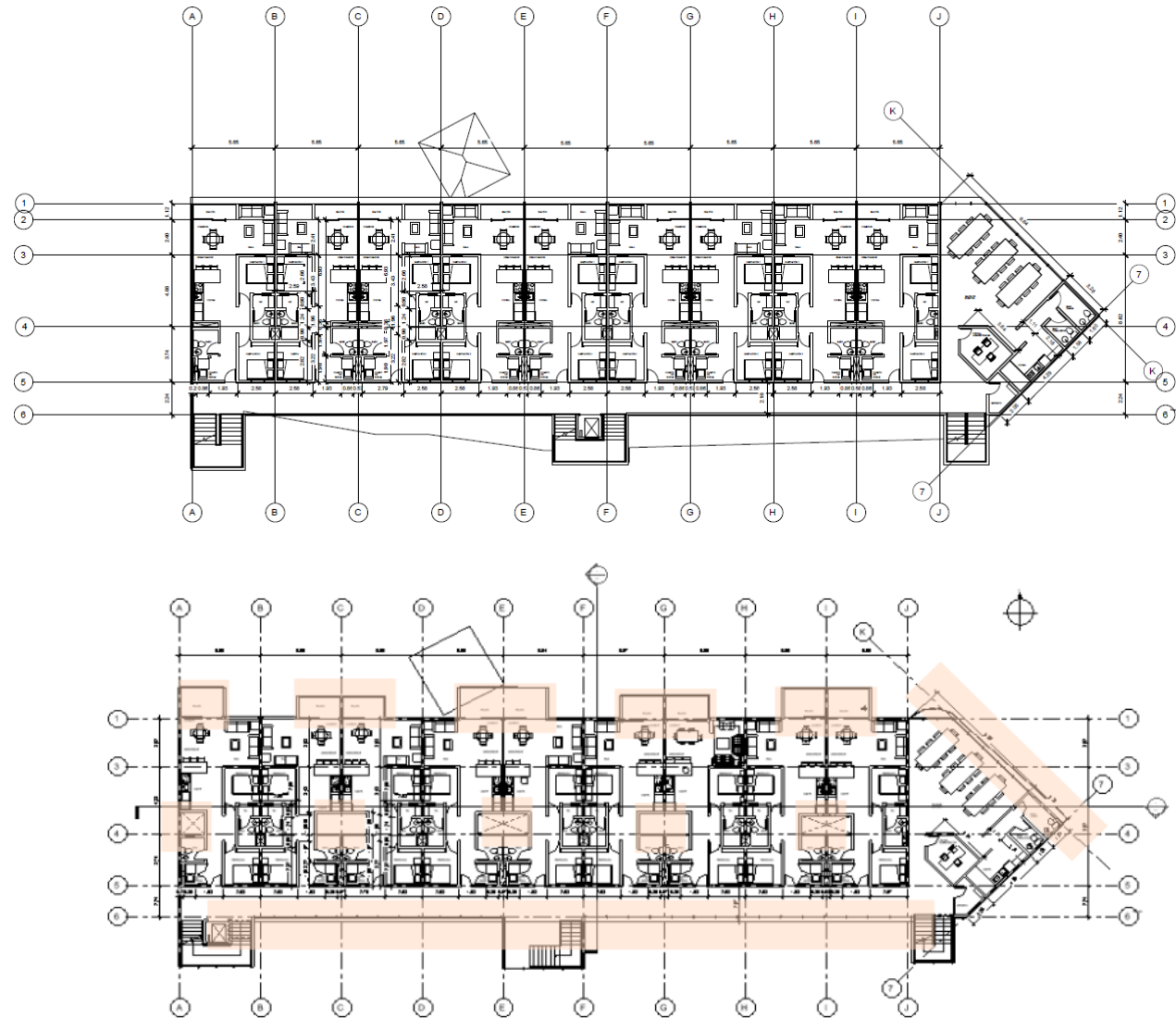


Figura 213 Diferencia de la planta 2 al ser intervenida arquitectónicamente. Fuente: Elaboración propia.

PLANTA 3

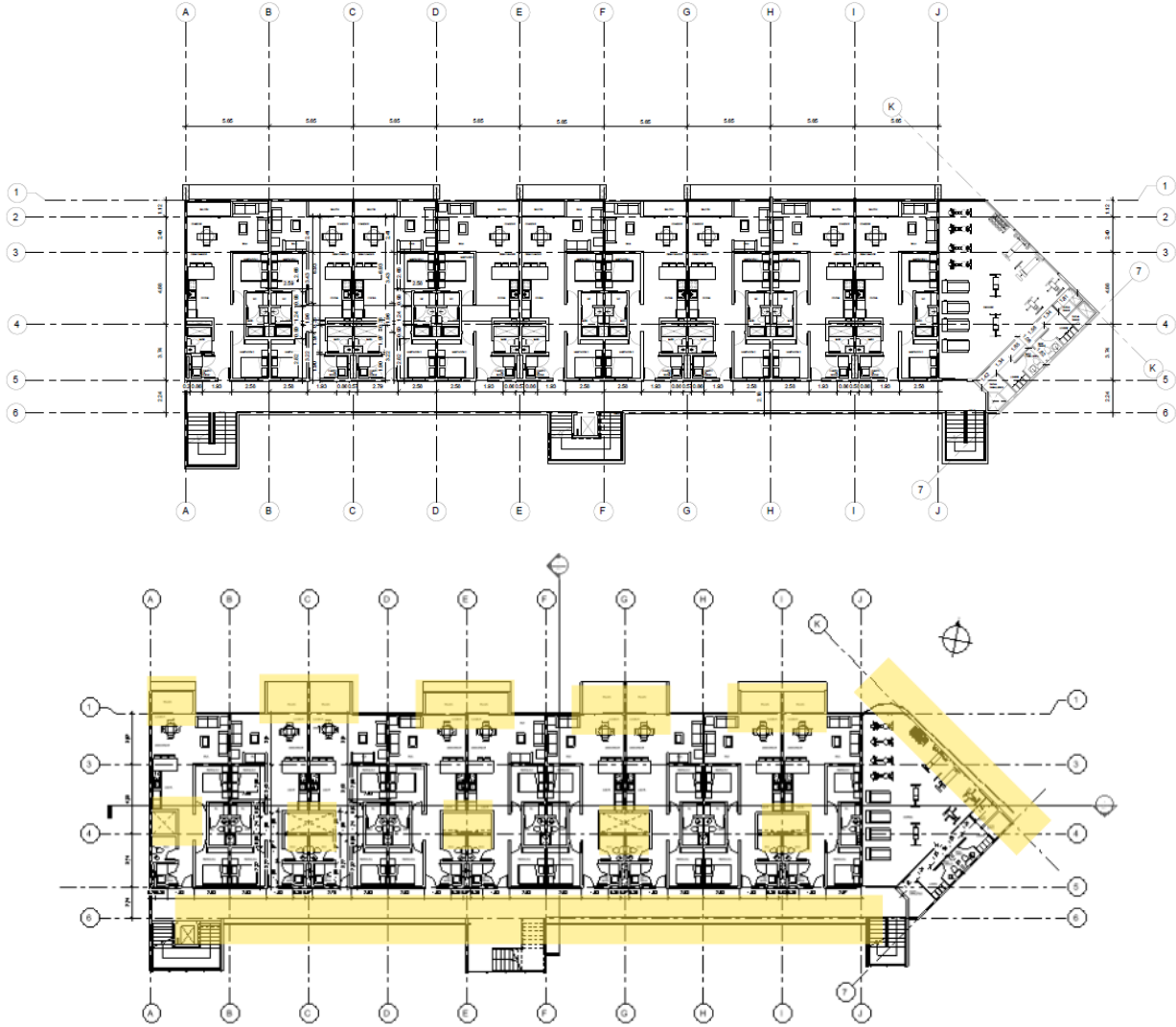


Figura 214 Diferencia de la planta 3 al ser intervenida arquitectónicamente. Fuente: Elaboración propia.

PLANTA 4

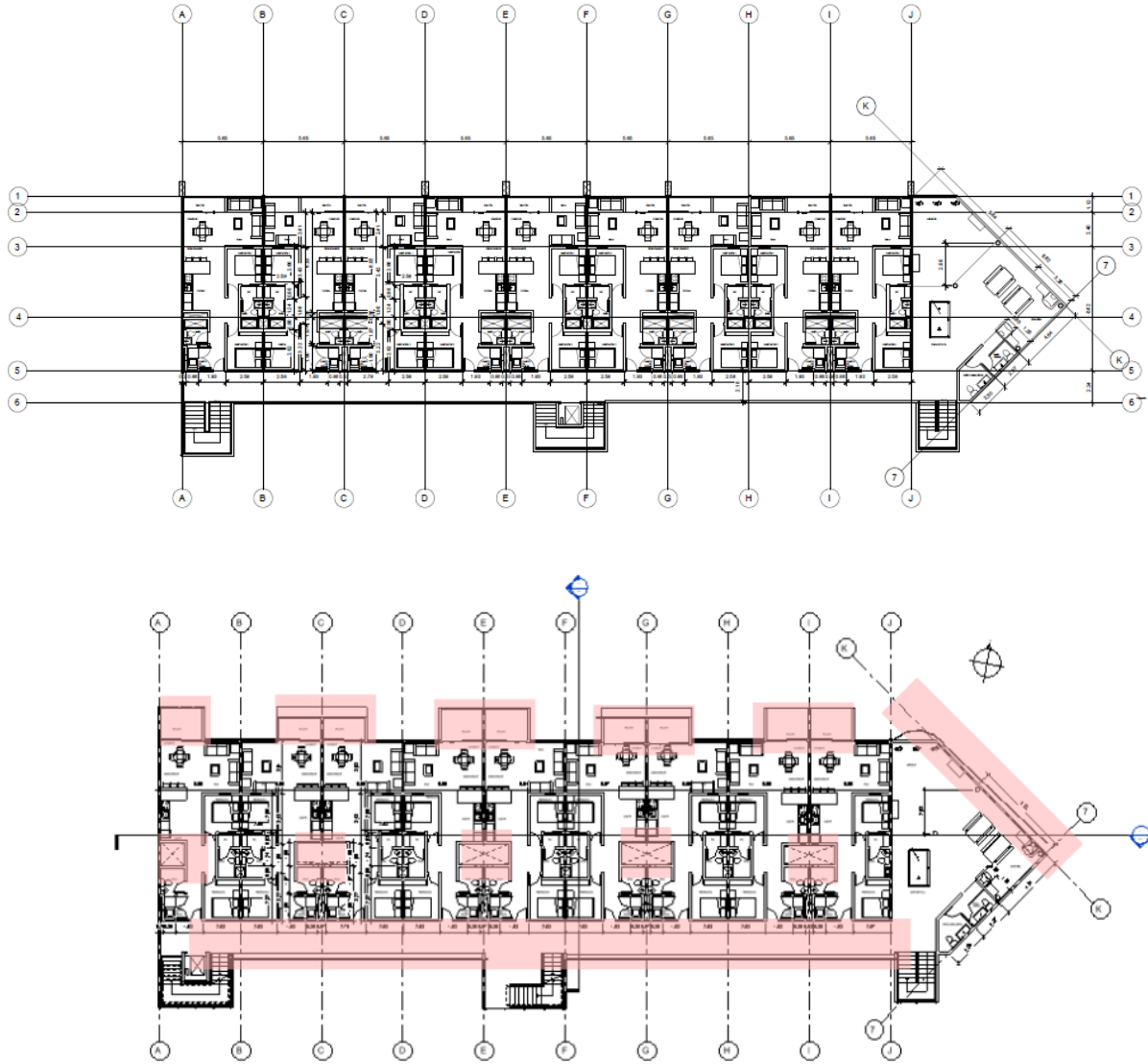


Figura 215 Diferencia de la planta 4 al ser intervenida arquitectónicamente. Fuente: Elaboración propia.

## PLANTA DE CUBIERTAS

En el área de cubierta se implementó un cuarto técnico para los aparatos de la bomba de calor que refrigera los apartamentos.

Se planteó una cubierta verde transitable que integra el proyecto con el entorno natural, además de instalar diferentes paneles solares que reduzcan el impacto medioambiental del edificio.

Se propone un área destinada a crear objetos útiles a partir de materiales reciclados que se pondrán a la venta con el fin de solventar gastos administrativos en el conjunto residencial.

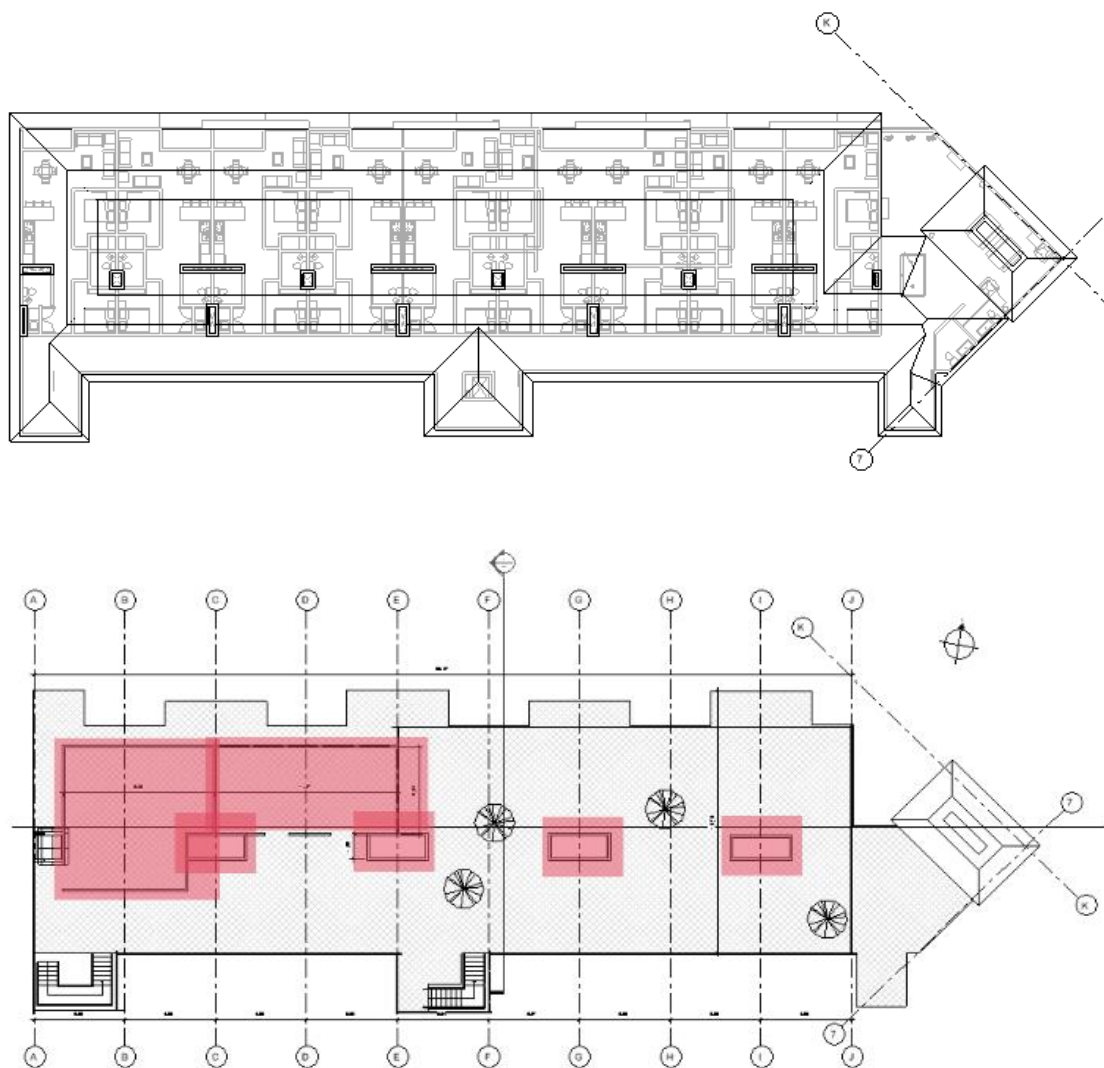


Figura 216 Diferencia de la planta de cubiertas al ser intervenida arquitectónicamente. Fuente: Elaboración propia.

## SECCIÓN LONGITUDINAL

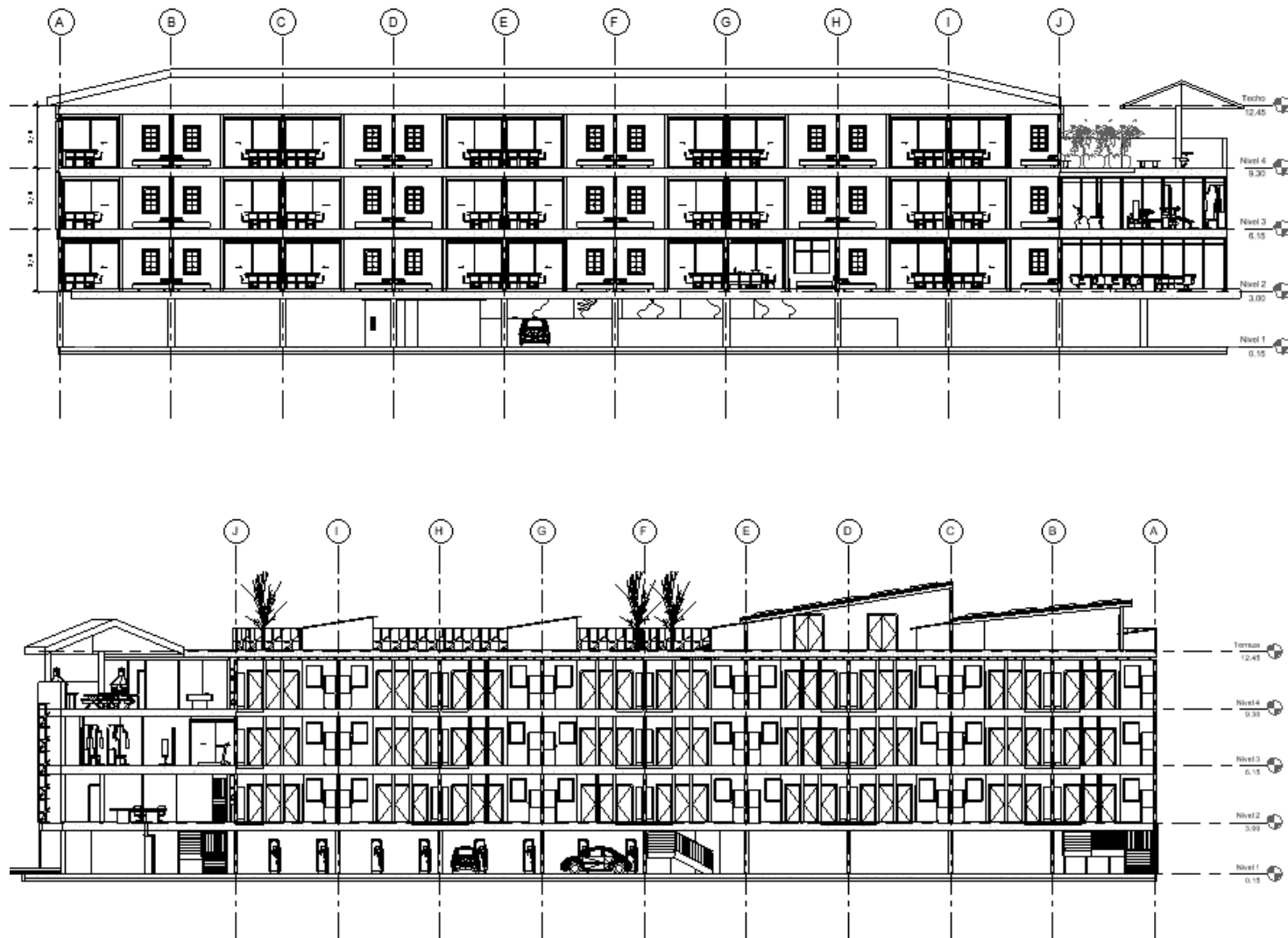


Figura 217 Diferencia de la sección longitudinal al ser intervenida arquitectónicamente. Fuente: Elaboración propia.

## SECCIÓN TRANSVERSAL

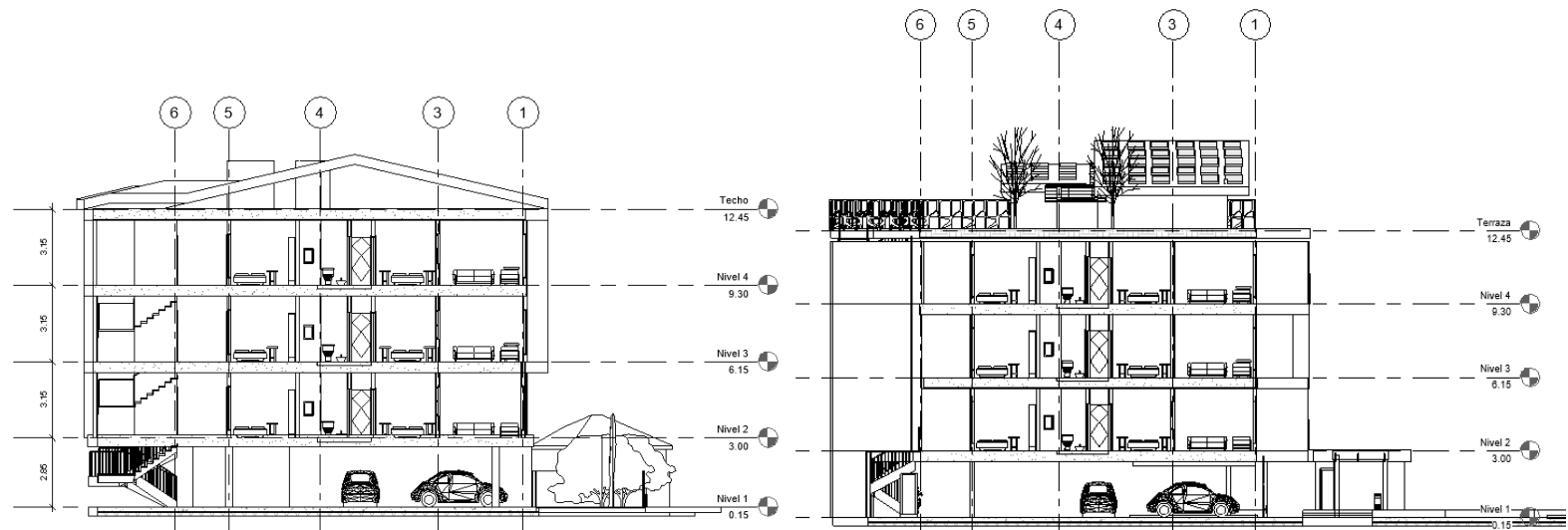


Figura 218 Diferencia de la sección transversal al ser intervenida arquitectónicamente. Fuente: Elaboración propia.

## FACHADA LATERAL

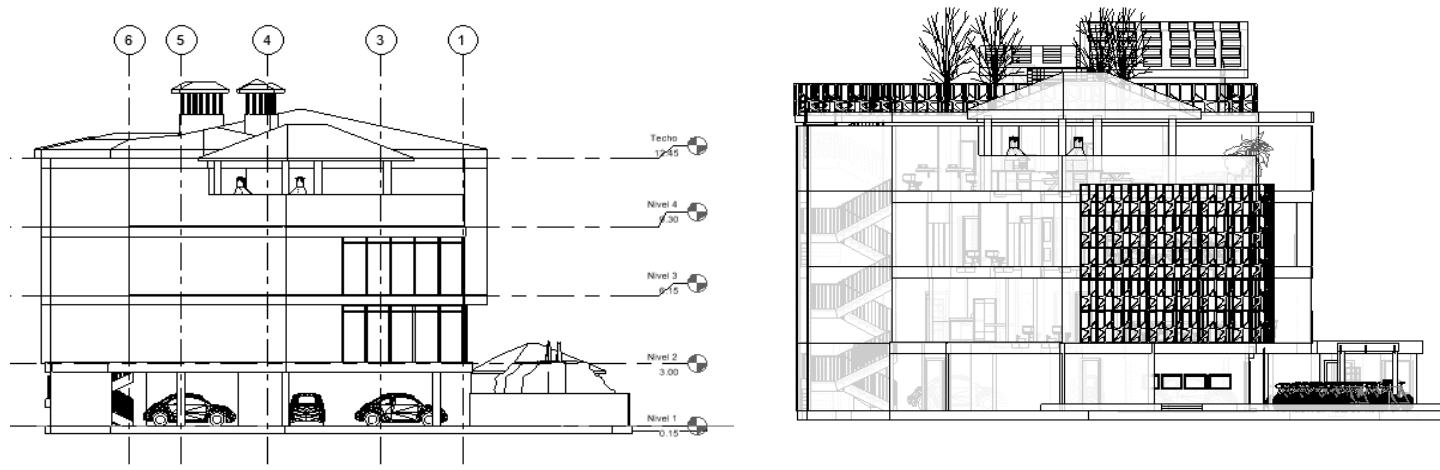


Figura 219 Diferencia de la fachada lateral al ser intervenida arquitectónicamente. Fuente: Elaboración propia.

## FACHADA PRINCIPAL

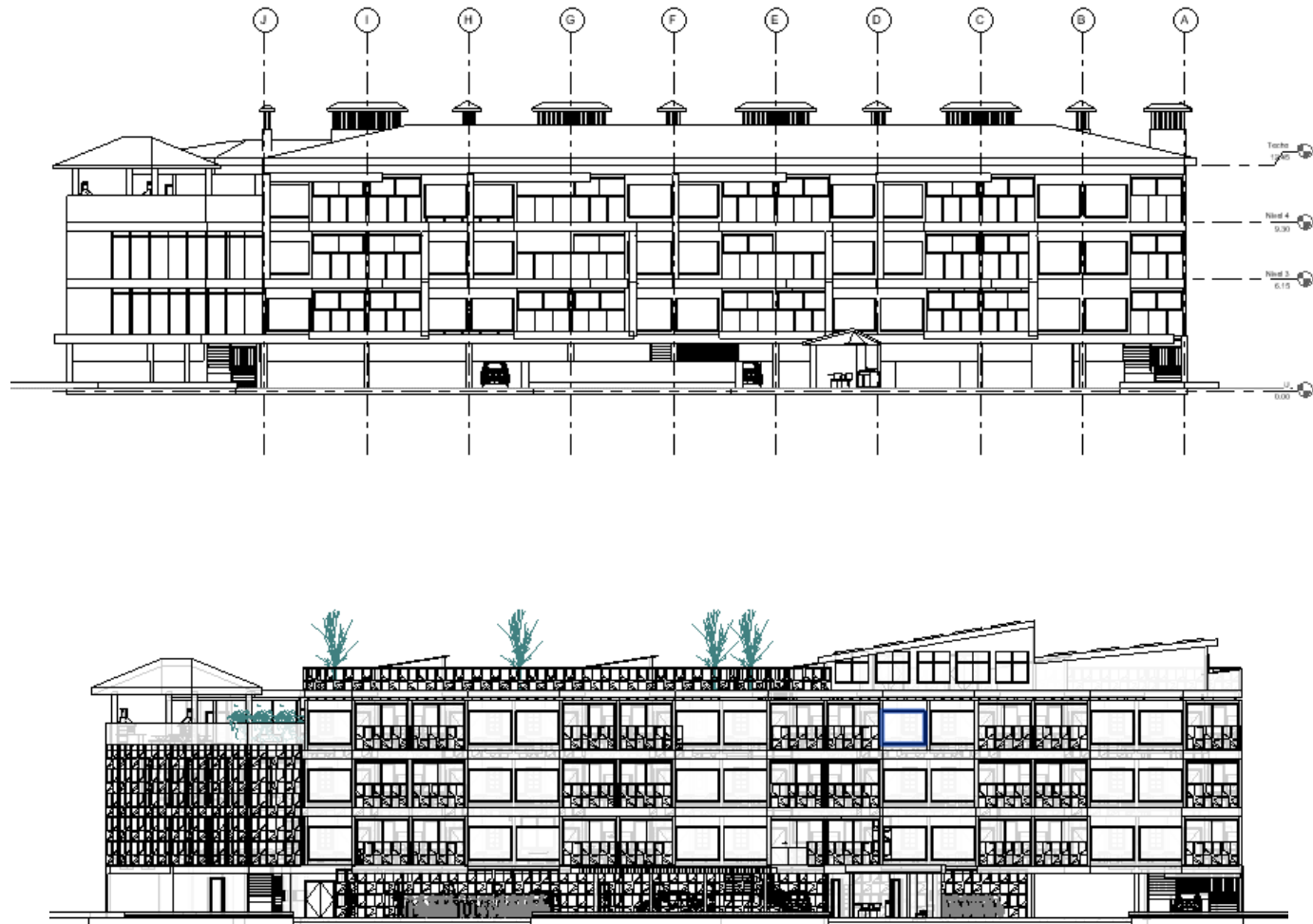


Figura 220 Diferencia de la fachada principal al ser intervenida arquitectónicamente. Fuente: Elaboración propia.

### 5.1.9. Visualizaciones del proyecto

Vistas exteriores:



Figura 221 Vista de la fachada principal. Fuente: Elaboración propia.



Figura 222 Representación gráfica del acceso vehicular. Fuente: Elaboración propia.



Figura 223 Representación gráfica de la cicloruta en acceso. Fuente: Elaboración propia.



Figura 224 Representación gráfica de la vista superior. Fuente: Elaboración propia.



Figura 225 Representación gráfica de la cubierta. Fuente: Elaboración propia.

**Vistas interiores:**



Figura 226 Representación gráfica de la sala en los apartamentos. Fuente: Elaboración propia.



Figura 227 Representación gráfica del comedor y la cocina en los apartamentos. Fuente: Elaboración propia.



Figura 228 Representación gráfica del comedor en los apartamentos. Fuente: Elaboración propia.



Figura 229 Representación gráfica de la habitación en los apartamentos. Fuente: Elaboración propia.

## 5.2. NUEVA FICHA TÉCNICA

### INFORMACIÓN GENERAL

**Nombre del proyecto:** Lomas de Montelimar

**Profesionales a cargo:** Arq. Vanessa Arciniegas Ferreira

**Localización:** San José, Costa Rica

**Área:** 2.625,36 m<sup>2</sup>

### Descripción:

El conjunto residencial es un proyecto inmobiliario conformado por el desarrollo de 27 apartamentos; la primera planta libre es de uso de parqueo, cuartos técnicos y zona de vigilancia; en el segundo nivel se distribuyen 9 apartamentos y un salón de eventos de uso comunitario. En el tercer piso se observarán 9 viviendas y un gimnasio para uso de los habitantes del proyecto; en el nivel más alto, se diseñaron 9 aptos y espacios semiabiertos de recreación para los usuarios del edificio y en la terraza se destina una zona de cubierta verde transitable.

### MISIÓN Y VISIÓN

La misión de Montelimar es realizar un proyecto que albergue a 27 familias de

tal forma que el confort en el lugar y las condiciones físicas y arquitectónicas respondan a las necesidades de habitabilidad de los residentes; el propósito del proyecto incluye tener el menor impacto medioambiental en la zona.



Figura230 Vista de acceso principal en el proyecto intervenido. Fuente: Elaboración propia.

### MATERIALIDAD

Los principales materiales en el proyecto serán la madera laminada CLT y el hormigón biodinámico Active TX. Según la escogencia de los proyectos internacionales: Triodos Bank – Palazzo Italia.

“Generalmente, los paneles hechos de CLT se ensamblan y cortan en su producción, y ya prevén las juntas, las aberturas y las perforaciones especificados en el diseño. Las partes se transportan al sitio y el ensamblaje se lleva a cabo allí.” (Franco, 2019)

El llamado "cemento biodinámico activo" presenta la tecnología activa TX patentada que permite que la pared exterior enrejada orgánica filtre el aire, convirtiendo los contaminantes en sales inertes. Esto ayuda a reducir el smog en las calles de Milán densamente transitadas.



Figura231 Representación gráfica del nuevo proyecto Montelimar. Fuente: Elaboración propia.



Figura 232 Escaleras. Fuente: Archdaily.com

### SISTEMA CONSTRUCTIVO

El sistema constructivo a utilizar para “Lomas de Montelimar será modular, de tal forma que la ejecución y los tiempos en obra sean mínimos, además de que se construya bajo la premisa de “cero desperdicio”. Por otra parte, cabe mencionar que las tuberías y el cableado electromecánico se monta en la superficie con correas simples atornilladas para este método de construcción con madera laminada CLT.

### PRINCIPIOS DE SOSTENIBILIDAD

El uso de materiales rápidamente renovables como la madera laminada CTL y el bioconcreto Active TX, va a permitir que el proyecto eleve sus condiciones de impacto ambiental. Se espera también que la gestión de las instalaciones electromecánicas permita el cuidado del agua y la reducción del consumo de energía de parte de los residentes del edificio.

Cuadro 15 Técnicas Utilizadas

TÉCNICAS UTILIZADAS	
Materiales reutilizables	x
Reciclaje	X
Uso de recursos renovables	x
Baja energía embebida	x
Reducción de contaminación y toxicidad	x
Construir bajo la premisa de “cero desperdicio”	x
Materiales locales	x
Adaptación al entorno	x
Integración social	x
Absortancia de los materiales	x
Confort térmico	x
Durabilidad en el material	x
Fácil mantenimiento	x

Integración del medio ambiente x

### TECNOLOGÍAS CONSTRUCTIVAS

#### TX ACTIVE® :

Es el material fotocatalítico utilizado en el concreto biodinámico que brinda calidad del aire en los centros urbanos mantiene características de forma que perduran en el tiempo

“La acción combinada de la luz y el ingrediente activo TXActive® descompone los contaminantes producidos por la actividad humana (fábricas, tráfico, calefacción doméstica), restaurando una mejor calidad del aire.” (Italcementi, 2020)

#### MADERA CLT

El método constructivo se da a través de los paneles sólidos compuestos por un solo material, con la madera CLT, se puede utilizar la estructura como revestimiento del edificio, aunque el tipo de madera permite aplicar diferentes tipos de acabados, el material se presta para funcionar como piel del objeto arquitectónico al tiempo que resiste las cargas del edificio, reduciendo costos en materiales y mano de obra.

Usualmente los proyectos con CLT son construidos rápidamente, el proceso de edificación no dura más que unos pocos días por ser un trabajo muy bien planificado a través de módulos. El trabajo tiene muy poca generación de residuos.

### MANTENIMIENTO

**Active TX:** Debido a las características del material, “Una simple limpieza periódica con agua puede ser suficiente para evitar que el polvo penetre en el material cementoso” (Heidelberg Cement, 2020)

**Madera laminada:** Cuando se habla de materiales de construcción como la madera, la humedad y la intemperie son algunos de los enemigos que más afectan el material.

Por lo tanto, una madera CLT debe ser protegida cuando hace parte de una estructura externa para evitar su desgaste, corrosión y futuros daños en el sistema soportante del proyecto.

Por un lado, podemos agregar nuevas capas de revestimiento sobre la madera, como fibrocemento, ladrillo,

piedra, u otros, pero si se quiere dejar el CLT expuesto, existen una serie de protecciones y acabados que la protegen efectivamente. (Franco, 2019)

### APLICACIONES DEL PRODUCTO

#### Umberto I Tunnel – Rome, Italy

Ubicado en el centro de Roma, el Túnel Umberto fue construido a principios del siglo XX para conectar la calle Tritone con la avenida Nazionale bajo el Palacio Quirinale (que es la residencia del presidente de la República Italiana).

Entrance from Nazionale Avenue



Entrance from Tritone Street



Figura 233 Puente Italia. Fuente: fotocatalisis.org

En agosto de 2007, el Túnel fue objeto de una restauración de un mes, cuya bóveda de 9.000 m<sup>2</sup> ha sido revestida con pintura cementosa a base de TX ARIA®, Los datos de elementos contaminantes fueron supervisados antes y después de la reforma del túnel obteniendo resultados en los que se evidencia que la reducción del nivel de contaminación en el centro del túnel resulta ser superior al 50%

#### MINIMOD Catuçaba / MAPA

Es una vivienda ubicada al este del estado de São Paulo, Brasil, en una zona de la cadena montañosa costera. La casa está diseñada con un sistema estructural modular de madera CLT, que permite el transpote de los cubículos ensamblados a diferentes lugares de Brasil



Figura 234 MINIMOD . Fuente: Plataforma Arquitectur



	b-	La construcción del proyecto está diseñada para reducir los efectos de isla de calor en un 51% - 70%	2							
	c-	La construcción del proyecto está diseñada para reducir los efectos de isla de calor en un 26% - 50%	1							
	d-	La construcción del proyecto está diseñada para reducir los efectos de isla de calor en un 0% - 25%	0							

3	<b>Tecnologías constructivas realizadas con materiales rápidamente renovables</b>	a-	Existió un plan de prevención de contaminación y toxicidad del proyecto con la escogencia de materiales constructivos que reducen el impacto medioambiental en 71% - 100%	3								
		b-	Existió un plan de prevención de contaminación y toxicidad del proyecto con la escogencia de materiales constructivos que reducen el impacto medioambiental en 51% - 70%	2	3	2	2	3	2	0	3	
		c-	Existió un plan de prevención de contaminación y toxicidad del proyecto con la escogencia de materiales constructivos que reducen el impacto medioambiental en 26% - 50%	1								
		d-	Existió un plan de prevención de contaminación y toxicidad del proyecto con la escogencia de materiales constructivos que reducen el impacto medioambiental en 0% - 25%	0								

4	<b>Gestión de instalaciones hidráulicas,</b>	a-	Existió un diseño electromecánico que permitiera que el edificio redujera los impactos medioambientales en un 71% - 100%	3	3	3	3	2	2	0	3
---	--	----	--	---	---	---	---	---	---	---	---

<b>eléctricas y de confort termoacústico</b>	b-	Existió un diseño electromecánico que permitiera que el edificio redujera los impactos medioambientales en un 51% - 70%	2							
	c-	Existió un diseño electromecánico que permitiera que el edificio redujera los impactos medioambientales en un 26% - 50%	1							
	d-	Existió un diseño electromecánico que permitiera que el edificio redujera los impactos medioambientales en un 0% - 25%	0							
	<b>TOTAL:</b>			12	10	11	11	10	2	12
				100,00%	83,33%	91,67%	91,67%	83,33%	16,67%	100,00%

**I SOSTENIBILIDAD SOCIO-CULTURAL**

<b>1 Desarrollo urbano y ambiental en el entorno del proyecto al ejecutar la construcción del edificio</b>	a-	El impacto de la construcción del edificio provocó el desarrollo urbanoambiental en el entorno en un 71% - 100%	3							
	b-	El impacto de la construcción del edificio provocó el desarrollo urbanoambiental en el entorno en un 51% - 70%	2	3	3	3	3	3	0	3
	c-	El impacto de la construcción del edificio provocó el desarrollo urbanoambiental en el entorno en un 26% - 50%	1							
	d-	El impacto de la construcción del edificio provocó el desarrollo urbanoambiental en el entorno en un 0% - 25%	0							
<b>2</b>	a-	Se gestionaron espacios dedicados a la socialización y educación de pautas de diseño	3	3	3	2	3	2	0	3

<b>Pautas de diseño sostenible al usuario</b>	b-	sostenible a los usuarios del proyecto en un 71% - 100% Se gestionaron espacios dedicados a la socialización y educación de pautas de diseño sostenible a los usuarios del proyecto en un 51% - 70%	2							
	c-	Se gestionaron espacios dedicados a la socialización y educación de pautas de diseño sostenible a los usuarios del proyecto en un 26% - 50%	1							
	d-	Se gestionaron espacios dedicados a la socialización y educación de pautas de diseño sostenible a los usuarios del proyecto en un 0% - 25%	0							
3	a-	La población de la zona y los usuarios del proyecto se adaptaron a las nuevas tecnologías utilizadas en el proyecto en un 71% - 100%	3							
	b-	La población de la zona y los usuarios del proyecto se adaptaron a las nuevas tecnologías utilizadas en el proyecto en un 51% - 70%	2	3	2	1	1	1	0	3
	c-	La población de la zona y los usuarios del proyecto se adaptaron a las nuevas tecnologías utilizadas en el proyecto en un 26% - 50%	1							
	d-	La población de la zona y los usuarios del proyecto se adaptaron a las nuevas tecnologías utilizadas en el proyecto en un 0% - 25%	0							
4	a-	La planeación del proyecto y su fase de construcción involucraron las costumbres y la	3	2	2	2	3	3	1	2





		la etapa de planeación y hasta la construcción total del edificio							
	c-	La gestión del proceso constructivo se llevó a cabo con la premisa de "cero desperdicio" solamente en algunas zonas de la construcción del edificio	1						
	d-	La gestión del proceso constructivo no se llevó a cabo con la premisa de "cero desperdicio"	0						

4	<b>Fácil mantenimiento</b>	a-	Se considera que las instalaciones del proyecto son de fácil mantenimiento en un 71% - 100%	3							
		b-	Se considera que las instalaciones del proyecto son de fácil mantenimiento en un 51% - 70%	2	3	3	2	3	2	3	3
		c-	Se considera que las instalaciones del proyecto son de fácil mantenimiento en un 26% - 50%	1							
		d-	Se considera que las instalaciones del proyecto son de fácil mantenimiento en un 0% - 25%	0							

TOTAL:	12	11	9	11	9	5	11
	100,00%	91,67%	75,00%	91,67%	75,00%	41,67%	91,67%
	36	35	31	28	32	28	8

ED1	%	35	PUNTAJE TOTAL OBTENIDO =100%
	34%		36,00%
	31%		33,00%
	34%		36,00%

100%

ED2

%

31	PUNTAJE TOTAL OBTENIDO =100%	
32%		30,00%
32%		30,00%
35%		33,00%

100%

ED3

%

28	PUNTAJE TOTAL OBTENIDO =100%	
39%		33,00%
29%		24,00%
32%		27,00%

100%

ED4

%

32	PUNTAJE TOTAL OBTENIDO =100%	
34%		33,00%
31%		30,00%
34%		33,00%

100%

ED5	%	28	PUNTAJE TOTAL OBTENIDO =100%
		36%	30,00%
		32%	27,00%
		32%	27,00%
	100%		

PM1	%	8	PUNTAJE TOTAL OBTENIDO =100%
		25%	6,00%
		13%	3,00%
		63%	15,00%
	100%		

NUEVO EDIFICIO	%	34	PUNTAJE TOTAL OBTENIDO =100%
		35%	36,00%
		32%	39,27%
		32%	33,00%
	100%		

Nota: Elaboración propia

Cuadro 17 Evaluación de la sostenibilidad Físico-ambiental

**Sostenibilidad Físico-Ambiental**

Variables de primer orden	Estados o actividades	Valor	Puntaje ED 1	Puntaje ED 2	Puntaje ED 3	Puntaje ED 4	Puntaje ED 5	Puntaje PM 1	NUEVO EDIFICIO
---------------------------	-----------------------	-------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	----------------

**APROVECHAMIENTO DE LA ENERGÍA**

<b>Desempeño de energía mínimo</b>	a.	El desempeño de la energía dentro del edificio es mínimo en un 71% -100%	3							
	b.	El desempeño de la energía dentro del edificio es mínimo en un 51% -70%	2	3	2	3	3	3	1	3
	c.	El desempeño de la energía dentro del edificio es mínimo en un 26% -50%	1							
	d.	El desempeño de la energía dentro del edificio es mínimo en un 0% -25%	0							

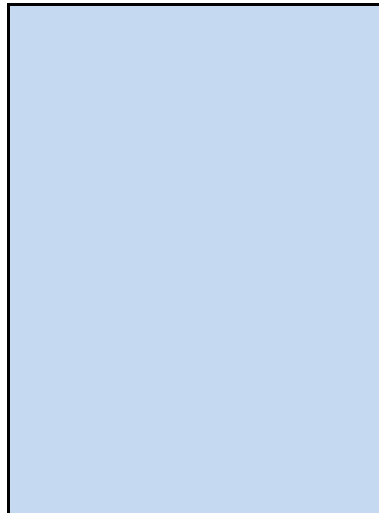
<b>Uso de transporte alternativo</b>	a.	Se dedicaron espacios dedicados a fomentar el uso de transporte alternativo como vehículos eléctricos, bicicletas, o rutas peatonales	3	3	2	1	2	1	1	3
	b.	Se dedicaron espacios dedicados a fomentar el uso de transporte alternativo como vehículos eléctricos, bicicletas	2							

	c.	Se dedicaron espacios dedicados a fomentar el uso de transporte alternativo como vehículos eléctricos	1							
	d.	No se dedicaron espacios dedicados a fomentar el uso de transporte alternativo como vehículos eléctricos, bicicletas, o rutas peatonales	0							

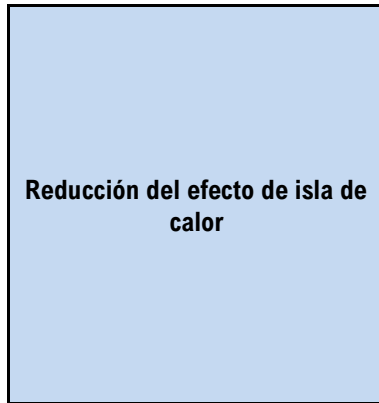
<b>Energía renovable en sitio</b>	a.	El proyecto considera fuentes renovables en sitio que suministra la energía del edificio en un 71% - 100%	3							
	b.	El proyecto considera fuentes renovables en sitio que suministra la energía del edificio en un 51% - 70%	2	3	3	1	1	1	0	3
	c.	El proyecto considera fuentes renovables en sitio que suministra la energía del edificio en un 26% - 50%	1							
	d.	El proyecto considera fuentes renovables en sitio que suministra la energía del edificio en un 0% - 25%	0							

**DISEÑO ARQUITECTÓNICO**

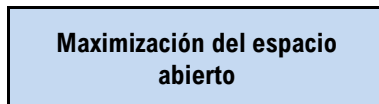
<b>Uso conjunto de instalaciones</b>	a.	Se desarrollaron diseños arquitectónicos en el que los espacios interiores tuvieran zonas	3	3	3	3	3	3	3	3
--------------------------------------	----	---	---	---	---	---	---	---	---	---



	de uso conjunto en un 71% - 100%								
b.	Se desarrollaron diseños arquitectónicos en el que los espacios interiores tuvieran zonas de uso conjunto en un 51% - 70%	2							
c.	Se desarrollaron diseños arquitectónicos en el que los espacios interiores tuvieran zonas de uso conjunto en un 26% - 50%	1							
d.	Se desarrollaron diseños arquitectónicos en el que los espacios interiores tuvieran zonas de uso conjunto en un 0% - 25%	0							



a.	La construcción del proyecto está diseñada para reducir los efectos de isla de calor en un 71% - 100%	3							
b.	La construcción del proyecto está diseñada para reducir los efectos de isla de calor en un 51% - 70%	2	2	3	3	3	2	1	3
c.	La construcción del proyecto está diseñada para reducir los efectos de isla de calor en un 26% - 50%	1							
d.	La construcción del proyecto está diseñada para reducir los efectos de isla de calor en un 0% - 25%	0							



a.	Existió un diseño planificado de tal forma que se maximizaron las zonas verdes en un 71% - 100%	3	3	3	2	2	3	1	2
----	---	---	---	---	---	---	---	---	---



b.	Existió un diseño planificado de tal forma que se maximizaron las zonas verdes en un 51% - 70%	2							
c.	Existió un diseño planificado de tal forma que se maximizaron las zonas verdes en un 26% - 50%	1							
d.	Existió un diseño planificado de tal forma que se maximizaron las zonas verdes en un 0% - 25%	0							

**USO DE MATERIALES**



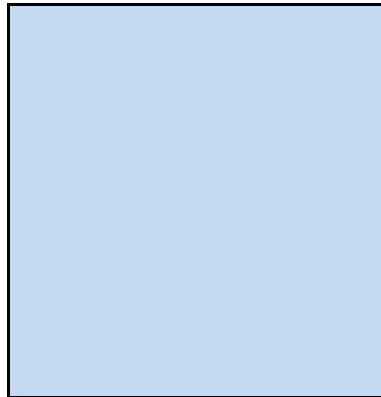
a.	La edificación del proyecto se llevó a cabo con la escogencia de materiales de construcción rápidamente renovables en un 71% - 100%	3							
b.	La edificación del proyecto se llevó a cabo con la escogencia de materiales de construcción rápidamente renovables en un 51% - 70%	2							
c.	La edificación del proyecto se llevó a cabo con la escogencia de materiales de construcción rápidamente renovables en un 26% - 50%	1	3	2	2	3	2	1	3
d.	La edificación del proyecto se llevó a cabo con la escogencia de materiales de construcción rápidamente renovables en un 0% - 25%	0							

**Prevención de la contaminación de la actividad de construcción**

a.	Se gestiona el uso responsable de materiales de construcción de tal forma que, en la etapa de ejecución del proyecto, se evitó la contaminación en un 71% - 100%	3							
b.	Se gestiona el uso responsable de materiales de construcción de tal forma que, en la etapa de ejecución del proyecto, se evitó la contaminación en un 51% - 70%	2	3	3	3	2	3	1	3
c.	Se gestiona el uso responsable de materiales de construcción de tal forma que, en la etapa de ejecución del proyecto, se evitó la contaminación en un 26% - 50%	1							
d.	Se gestiona el uso responsable de materiales de construcción de tal forma que, en la etapa de ejecución del proyecto, se evitó la contaminación en un 0% - 25%	0							

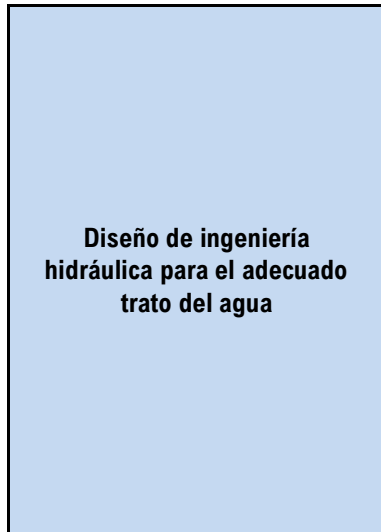
**Reducción de contaminación y toxicidad**

a.	Existió un plan de prevención de contaminación y toxicidad del proyecto con la escogencia de materiales constructivos que reducen el impacto medioambiental en 71% - 100%	3							
b.	Existió un plan de prevención de contaminación y toxicidad del proyecto con la escogencia de materiales constructivos que reducen el impacto medioambiental en 51% - 70%	2	3	3	3	3	3	1	3



c.	Existió un plan de prevención de contaminación y toxicidad del proyecto con la escogencia de materiales constructivos que reducen el impacto medioambiental en 26% - 50%	1							
	Existió un plan de prevención de contaminación y toxicidad del proyecto con la escogencia de materiales constructivos que reducen el impacto medioambiental en 0% - 25%	0							

**TECNOLOGÍAS ELECTROMECAÑICAS**



a.	Existió un diseño de ingeniería hidráulica que permitiera el adecuado tratamiento del agua en un 71% - 100%	3							
	Existió un diseño de ingeniería hidráulica que permitiera el adecuado tratamiento del agua en un 51% - 70%	2	2	3	3	1	1	1	3
c.	Existió un diseño de ingeniería hidráulica que permitiera el adecuado tratamiento del agua en un 26% - 50%	1							
	Existió un diseño de ingeniería hidráulica que permitiera el adecuado tratamiento del agua en un 0% - 25%	0							

**Reducción del uso del agua**

a.	Se realizó el proyecto de tal forma tal, que se redujera el consumo del agua en un 71% - 100%	3							
b.	Se realizó el proyecto de tal forma tal, que se redujera el consumo del agua en un 51% - 70%	2	1	1	3	1	1	1	3
c.	Se realizó el proyecto de tal forma tal, que se redujera el consumo del agua en un 26% - 50%	1							
d.	Se realizó el proyecto de tal forma tal, que se redujera el consumo del agua en un 0% - 25%	0							

**Gestión de instalaciones hidráulicas, eléctricas y de confort termoacústico**

a.	Existió un diseño electromecánico que permitiera que el edificio redujera los impactos medioambientales en un 71% - 100%	3							
b.	Existió un diseño electromecánico que permitiera que el edificio redujera los impactos medioambientales en un 51% - 70%	2	3	3	3	2	2	1	3
c.	Existió un diseño electromecánico que permitiera que el edificio redujera los impactos medioambientales en un 26% - 50%	1							
d.	Existió un diseño electromecánico que permitiera que el edificio redujera los impactos medioambientales en un 0% - 25%	0							

TOTAL	36	32	31	30	26	25	13	35
-------	----	----	----	----	----	----	----	----

Nota: Elaboración propia

Cuadro 18 Evaluación de la sostenibilidad Socio-cultural

**Sostenibilidad Sociocultural**

Variables de primer orden	Estados o actividades	Valor	Puntaje ED 1	Puntaje ED 2	Puntaje ED 3	Puntaje ED 4	Puntaje ED 5	Puntaje PP 1	NUEVO EDIFICIO
---------------------------	-----------------------	-------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	----------------

**ADAPTACIÓN E IMPACTO EN EL ENTORNO**

<b>Desarrollo urbano y ambiental en el entorno del proyecto</b>	a.	El impacto de la construcción del edificio provocó el desarrollo urbano ambiental en el entorno en un 71% - 100%.	3							
	b.	El impacto de la construcción del edificio provocó el desarrollo urbano ambiental en el entorno en un 51% - 70%	2	3	3	3	3	3	2	3
	c.	El impacto de la construcción del edificio provocó el desarrollo urbano ambiental en el entorno en un 26% - 50%	1							
	d.	El impacto de la construcción del edificio provocó el desarrollo urbano ambiental en el entorno en un 0% - 25%	0							

<b>Integración con el entorno natural y construido</b>	a.	La construcción del edificio tiene una integración con el entorno natural y construido en un 71% - 100%	3	3	2	2	3	2	2	2
--	----	---	---	---	---	---	---	---	---	---

	b.	La construcción del edificio tiene una integración con el entorno natural y construido en un 51% - 70%	2							
	c.	La construcción del edificio tiene una integración con el entorno natural y construido en un 26% - 50%	1							
	d.	La construcción del edificio tiene una integración con el entorno natural y construido en un 0% - 25%	0							

**COMPORTAMIENTO DEL USUARIO**

<b>Zonas diseñadas para la Integración de los interesados del proyecto</b>	a.	La planeación del proyecto y su fase de construcción involucraron las costumbres y la cultura autóctona de la zona en su diseño en un 71% - 100%	3								
	b.	La planeación del proyecto y su fase de construcción involucraron las costumbres y la cultura autóctona de la zona en su diseño en un 51% - 70%	2	2	2	2	3	3	1	3	
	c.	La planeación del proyecto y su fase de construcción involucraron las costumbres y la cultura autóctona de la zona en su diseño en un 26% - 50%	1								
	d.	La planeación del proyecto y su fase de construcción involucraron las costumbres y la cultura autóctona de la zona en su diseño en un 0% - 25%	0								

<b>Genera sentido de pertenencia en el usuario</b>	a.	El proyecto genera el sentido de pertenencia en el usuario en un 71% - 100%	3	1	2	2	3	2	2	3
--	----	---	---	---	---	---	---	---	---	---

	b.	El proyecto genera el sentido de pertenencia en el usuario en un 51% - 70%	2								
	c.	El proyecto genera el sentido de pertenencia en el usuario en un 26% - 50%	1								
	d.	El proyecto genera el sentido de pertenencia en el usuario en un 0% - 25%	0								

<b>Pautas de diseño sostenible al usuario</b>	a.	Se gestionaron espacios dedicados a la socialización y educación de pautas de diseño sostenible a los usuarios del proyecto en un 71% - 100%	3								
	b.	Se gestionaron espacios dedicados a la socialización y educación de pautas de diseño sostenible a los usuarios del proyecto en un 51% - 70%	2	3	3	2	3	2	1	3	
	c.	Se gestionaron espacios dedicados a la socialización y educación de pautas de diseño sostenible a los usuarios del proyecto en un 26% - 50%	1								
	d.	Se gestionaron espacios dedicados a la socialización y educación de pautas de diseño sostenible a los usuarios del proyecto en un 0% - 25%	0								

**TRANSPORTE ALTERNATIVO**

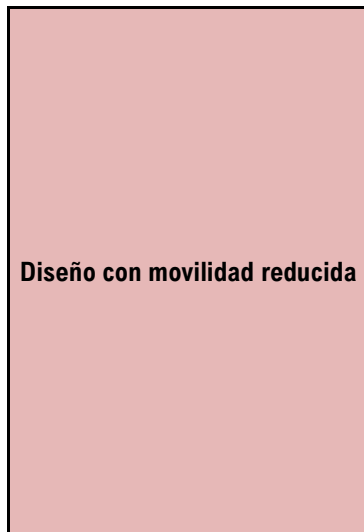
<b>Promoción de uso de vehículos eléctricos</b>	a.	Se dedicaron zonas para promover el uso y carga de vehículos eléctricos en el proyecto	3	3	2	1	1	1	0	3
	b.	Se dedicaron zonas para promover el uso de vehículos eléctricos en el proyecto	2							



c.	No se dedicaron zonas para promover el uso y carga de vehículos eléctricos en el proyecto	1							
d.	El diseño promueve el uso de vehículos combustibles en el proyecto	0							



a.	Existe el diseño de zonas dedicadas al desplazamiento de usuarios a través de bicicletas dentro y fuera del proyecto	3							
b.	Existe el diseño de zonas dedicadas al desplazamiento de usuarios a través de bicicletas dentro del proyecto	2	1	2	1	2	1	0	3
c.	Existe el diseño de zonas dedicadas al parqueo de bicicletas en el proyecto	1							
d.	No existe el diseño de zonas dedicadas al desplazamiento de usuarios a través de bicicletas dentro y/o fuera del proyecto	0							



a.	El proyecto cuenta con un diseño inclusivo para la movilidad de los usuarios del proyecto en un 71% - 100%	3							
b.	El proyecto cuenta con un diseño inclusivo para la movilidad de los usuarios del proyecto en un 51% - 70%	2	3	3	3	3	3	3	3
c.	El proyecto cuenta con un diseño inclusivo para la movilidad de los usuarios del proyecto en un 26% - 50%	1							
d.	El proyecto cuenta con un diseño inclusivo para la movilidad de los usuarios del proyecto en un 0% - 25%	0							

TOTAL	24	19	19	16	21	17	11	23
-------	----	----	----	----	----	----	----	----

Nota: Elaboración propia

**Sostenibilidad Económico - Financiera**

Variables de primer orden	Estado o actividades	Valor	E D 1	E D 2	E D 3	E D 4	E D 5	P P 1	NUEVO EDIFICIO
---------------------------	----------------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	----------------

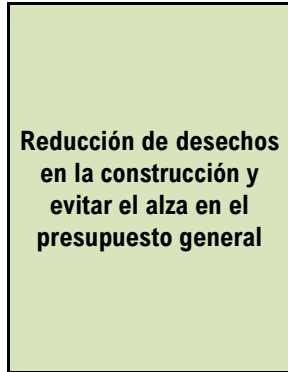
**CONSTRUCCIÓN DE LA OBRA**

Materiales obtenidos en la región para reducir costos	a.	El 71% -100% de los materiales utilizados en obra fueron obtenidos en la región	3							
	b.	El 51% -70% de los materiales utilizados en obra fueron obtenidos en la región	2							
	c.	El 26% -50% de los materiales utilizados en obra fueron obtenidos en la región	1	3	2	2	3	2	1	2
	d.	El 0% -25% de los materiales utilizados en obra fueron obtenidos en la región	0							

Construcción bajo premisa de "cero desperdicio"	a.	La gestión del proceso constructivo se llevó a cabo con la premisa de "cero desperdicio" desde la estâpa de planeación y hasta el final del ciclo de vida util del proyecto	3							
	b.	La gestión del proceso constructivo se llevó a cabo con la premisa de "cero desperdicio" desde la estâpa de planeación y hasta la construcción total del edificio	2	3	3	2	2	3	1	3
	c.	La gestión del proceso constructivo se llevó a cabo con la premisa de "cero desperdicio" solamente en algunas zonas de la construcción del edificio	1							

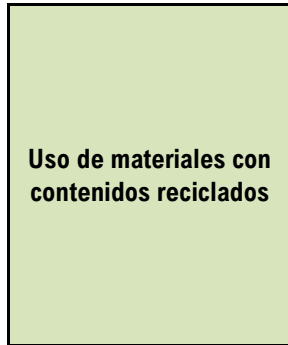


d .	La gestión del proceso constructivo no se llevó a cabo con la premisa de "cero desperdicio"	0									
-----	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--

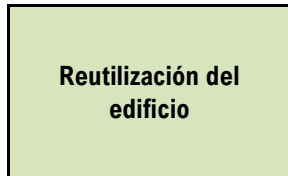


a .	Se planificó, gestionó y monitoreó la reducción de desechos en la construcción desde la etapa de planeación y hasta el final del ciclo de vida útil del proyecto	3									
b .	Se planificó, gestionó y monitoreó la reducción de desechos en la construcción desde la etapa de planeación y hasta la construcción total del edificio	2	3	3	3	2	3	2		3	
c .	Se planificó, gestionó y monitoreó la reducción de desechos en la construcción solamente en algunas etapas de la construcción del edificio	1									
d .	No se planificó, gestionó y monitoreó la reducción de desechos en la construcción del proyecto	0									

**ESTADO DE LOS MATERIALES USADOS**



a .	Se implementó una adecuada estrategia de uso de materiales con contenidos reciclados en un 71% - 100%	3									
b .	Se implementó una adecuada estrategia de uso de materiales con contenidos reciclados en un 51% - 70%	2	3	3	3	3	2	1		3	
c .	Se implementó una adecuada estrategia de uso de materiales con contenidos reciclados en un 26% - 50%	1									
d .	Se implementó una adecuada estrategia de uso de materiales con contenidos reciclados en un 0% - 25%	0									



a .	Hubo una adaptación de los procesos constructivos para promover la reutilización de los materiales del edificio en un 71% - 100%	3									
b .	Hubo una adaptación de los procesos constructivos para promover la reutilización de los materiales del edificio en un 51% - 70%	2	3	2	2	2	2	1		3	

	c.	Hubo una adaptación de los procesos constructivos para promover la reutilización de los materiales del edificio en un 26% - 50%	1								
	d.	Hubo una adaptación de los procesos constructivos para promover la reutilización de los materiales del edificio en un 0% - 25%	0								

**USO DEL PROYECTO**

<b>Durabilidad en el material</b>	a.	Los materiales que conforman el proyecto tienen una durabilidad del 71% - 100%	3								
	b.	Los materiales que conforman el proyecto tienen una durabilidad del 51% - 70%	2	2	3	3	2	3	3	3	
	c.	Los materiales que conforman el proyecto tienen una durabilidad del 26% - 50%	1								
	d.	Los materiales que conforman el proyecto tienen una durabilidad del 0% - 25%	0								

<b>Fácil mantenimiento</b>	a.	Se considera que las instalaciones del proyecto son de fácil mantenimiento en un 71% - 100%	3								
	b.	Se considera que las instalaciones del proyecto son de fácil mantenimiento en un 51% - 70%	2	3	3	2	3	2	3	3	
	c.	Se considera que las instalaciones del proyecto son de fácil mantenimiento en un 26% - 50%	1								
	d.	Se considera que las instalaciones del proyecto son de fácil mantenimiento en un 0% - 25%	0								

<b>Uso de energía renovable en sitio que abastecen el consumo que se genera en el proyecto</b>	a.	Se implementaron estrategias de recolección de energías renovables en sitio que abastecen el proyecto en un 71% - 100%	3	3	3	3	1	1	1	3
	b.	Se implementaron estrategias de recolección de energías renovables en sitio que abastecen el proyecto en un 51% - 70%	2							

	c.	Se implementaron estrategias de recolección de energías renovables en sitio que abastecen el proyecto en un 26% - 50%	1						
	d.	Se implementaron estrategias de recolección de energías renovables en sitio que abastecen el proyecto en un 0% - 25%	0						

Nota: Elaboración propia.

### 5.4. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN

Cuadro 19 Resultados de evaluación en el Triodos Bank.

Análisis de Sostenibilidad Triodos Bank (ED 1)											
Dimensiones de sostenibilidad		Peso relativo	Puntaje máximo	Puntaje obtenido	Calificación	Calificación relativa					
1,0	FISICO-AMBIENTAL	34,3%	36	32	89%	0,30					
2,0	SOCIO-CULTURAL	31,4%	24	19	79%	0,25					
3,0	ECONOMICO-FINANCIERA	34,3%	24	23	96%	0,33					
Grado de sostenibilidad					<b>Calificación final</b>	<b>88%</b>					
<table border="1"> <tr> <td>Rango de 1% a 60%, <b>sin</b> posibilidades de éxito</td> </tr> <tr> <td>Rango de 61% a 70%, <b>pocas</b> posibilidades de éxito</td> </tr> <tr> <td>Rango de 71% a 80%, <b>regulares</b> posibilidades de éxito</td> </tr> <tr> <td>Rango de 81% a 90%, <b>buenas</b> posibilidades de éxito</td> </tr> <tr> <td>Rango de 91% a 100%, <b>excelentes</b> posibilidades de éxito</td> </tr> </table>							Rango de 1% a 60%, <b>sin</b> posibilidades de éxito	Rango de 61% a 70%, <b>pocas</b> posibilidades de éxito	Rango de 71% a 80%, <b>regulares</b> posibilidades de éxito	Rango de 81% a 90%, <b>buenas</b> posibilidades de éxito	Rango de 91% a 100%, <b>excelentes</b> posibilidades de éxito
Rango de 1% a 60%, <b>sin</b> posibilidades de éxito											
Rango de 61% a 70%, <b>pocas</b> posibilidades de éxito											
Rango de 71% a 80%, <b>regulares</b> posibilidades de éxito											
Rango de 81% a 90%, <b>buenas</b> posibilidades de éxito											
Rango de 91% a 100%, <b>excelentes</b> posibilidades de éxito											

Nota: Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 20 Resultados de evaluación en el Palazzo Italia.

Análisis de Sostenibilidad Palazzo Italia (ED 2)						
Dimensiones de sostenibilidad		Peso relativo	Puntaje máximo	Puntaje obtenido	Calificación	Calificación relativa
1,0	FISICO-AMBIENTAL	32,3%	36	31	86%	0,28
2,0	SOCIO-CULTURAL	32,3%	24	19	79%	0,26
3,0	ECONOMICO-FINANCIERA	35,5%	24	22	92%	0,33
Grado de sostenibilidad					<b>Calificación final</b>	<b>86%</b>

Rango de 1% a 60%, <b>sin</b> posibilidades de éxito
Rango de 61% a 70%, <b>pocas</b> posibilidades de éxito
Rango de 71% a 80%, <b>regulares</b> posibilidades de éxito
Rango de 81% a 90%, <b>buenas</b> posibilidades de éxito
Rango de 91% a 100%, <b>excelentes</b> posibilidades de éxito

Nota: Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 21 Resultados de evaluación en New Life Concept

Análisis de Sostenibilidad New Life Concept (ED 3)											
Dimensiones de sostenibilidad		Peso relativo	Puntaje máximo	Puntaje obtenido	Calificación	Calificación relativa					
1,0	FISICO-AMBIENTAL	39,3%	36	31	86%	0,34					
2,0	SOCIO-CULTURAL	28,6%	24	16	67%	0,19					
3,0	ECONOMICO-FINANCIERA	32,1%	24	20	83%	0,27					
Grado de sostenibilidad					<b>Calificación final</b>						
					<b>80%</b>						
<table border="1"> <tr> <td>Rango de 1% a 60%, <b>sin</b> posibilidades de éxito</td> </tr> <tr> <td>Rango de 61% a 70%, <b>pocas</b> posibilidades de éxito</td> </tr> <tr> <td>Rango de 71% a 80%, <b>regulares</b> posibilidades de éxito</td> </tr> <tr> <td>Rango de 81% a 90%, <b>buenas</b> posibilidades de éxito</td> </tr> <tr> <td>Rango de 91% a 100%, <b>excelentes</b> posibilidades de éxito</td> </tr> </table>							Rango de 1% a 60%, <b>sin</b> posibilidades de éxito	Rango de 61% a 70%, <b>pocas</b> posibilidades de éxito	Rango de 71% a 80%, <b>regulares</b> posibilidades de éxito	Rango de 81% a 90%, <b>buenas</b> posibilidades de éxito	Rango de 91% a 100%, <b>excelentes</b> posibilidades de éxito
Rango de 1% a 60%, <b>sin</b> posibilidades de éxito											
Rango de 61% a 70%, <b>pocas</b> posibilidades de éxito											
Rango de 71% a 80%, <b>regulares</b> posibilidades de éxito											
Rango de 81% a 90%, <b>buenas</b> posibilidades de éxito											
Rango de 91% a 100%, <b>excelentes</b> posibilidades de éxito											

Nota: Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 22 Resultados de evaluación en Institución educativa El Guadual

Análisis de Sostenibilidad Institución educativa el Guadual (ED 4)						
Dimensiones de sostenibilidad		Peso relativo	Puntaje máximo	Puntaje obtenido	Calificación	Calificación relativa
1,0	FISICO-AMBIENTAL	34,4%	36	26	72%	0,25
2,0	SOCIO-CULTURAL	31,3%	24	21	88%	0,27
3,0	ECONOMICO-FINANCIERA	34,4%	24	18	75%	0,26
Grado de sostenibilidad					<b>Calificación final</b>	
					<b>78%</b>	

Rango de 1% a 60%, <b>sin</b> posibilidades de éxito
Rango de 61% a 70%, <b>pocas</b> posibilidades de éxito
Rango de 71% a 80%, <b>regulares</b> posibilidades de éxito
Rango de 81% a 90%, <b>buenas</b> posibilidades de éxito
Rango de 91% a 100%, <b>excelentes</b> posibilidades de éxito

Nota: Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 23 Resultados de evaluación en Curve Appeal.

Análisis de Sostenibilidad Curve Appeal (ED 5)											
Dimensiones de sostenibilidad		Peso relativo	Puntaje máximo	Puntaje obtenido	Calificación	Calificación relativa					
1,0	FISICO-AMBIENTAL	35,7%	36	25	69%	0,25					
2,0	SOCIO-CULTURAL	32,1%	24	17	71%	0,23					
3,0	ECONOMICO-FINANCIERA	32,1%	24	18	75%	0,24					
Grado de sostenibilidad					<b>Calificación final</b> <b>72%</b>						
<table border="1"> <tr> <td>Rango de 1% a 60%, <b>sin</b> posibilidades de éxito</td> </tr> <tr> <td>Rango de 61% a 70%, <b>pocas</b> posibilidades de éxito</td> </tr> <tr> <td>Rango de 71% a 80%, <b>regulares</b> posibilidades de éxito</td> </tr> <tr> <td>Rango de 81% a 90%, <b>buenas</b> posibilidades de éxito</td> </tr> <tr> <td>Rango de 91% a 100%, <b>excelentes</b> posibilidades de éxito</td> </tr> </table>							Rango de 1% a 60%, <b>sin</b> posibilidades de éxito	Rango de 61% a 70%, <b>pocas</b> posibilidades de éxito	Rango de 71% a 80%, <b>regulares</b> posibilidades de éxito	Rango de 81% a 90%, <b>buenas</b> posibilidades de éxito	Rango de 91% a 100%, <b>excelentes</b> posibilidades de éxito
Rango de 1% a 60%, <b>sin</b> posibilidades de éxito											
Rango de 61% a 70%, <b>pocas</b> posibilidades de éxito											
Rango de 71% a 80%, <b>regulares</b> posibilidades de éxito											
Rango de 81% a 90%, <b>buenas</b> posibilidades de éxito											
Rango de 91% a 100%, <b>excelentes</b> posibilidades de éxito											

Nota: Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 24 Resultados de evaluación actual del proyecto Lomas de Montelimar

Análisis de Sostenibilidad Lomas de Montelimar (PP 1)											
Dimensiones de sostenibilidad		Peso relativo	Puntaje máximo	Puntaje obtenido	Calificación	Calificación relativa					
1,0	FISICO-AMBIENTAL	25,0%	36	13	36%	0,09					
2,0	SOCIO-CULTURAL	12,5%	24	11	46%	0,06					
3,0	ECONOMICO-FINANCIERA	62,5%	24	13	54%	0,34					
Grado de sostenibilidad					<b>Calificación final</b>	<b>49%</b>					
<table border="1"> <tr> <td>Rango de 1% a 60%, <b>sin</b> posibilidades de éxito</td> </tr> <tr> <td>Rango de 61% a 70%, <b>pocas</b> posibilidades de éxito</td> </tr> <tr> <td>Rango de 71% a 80%, <b>regulares</b> posibilidades de éxito</td> </tr> <tr> <td>Rango de 81% a 90%, <b>buenas</b> posibilidades de éxito</td> </tr> <tr> <td>Rango de 91% a 100%, <b>excelentes</b> posibilidades de éxito</td> </tr> </table>							Rango de 1% a 60%, <b>sin</b> posibilidades de éxito	Rango de 61% a 70%, <b>pocas</b> posibilidades de éxito	Rango de 71% a 80%, <b>regulares</b> posibilidades de éxito	Rango de 81% a 90%, <b>buenas</b> posibilidades de éxito	Rango de 91% a 100%, <b>excelentes</b> posibilidades de éxito
Rango de 1% a 60%, <b>sin</b> posibilidades de éxito											
Rango de 61% a 70%, <b>pocas</b> posibilidades de éxito											
Rango de 71% a 80%, <b>regulares</b> posibilidades de éxito											
Rango de 81% a 90%, <b>buenas</b> posibilidades de éxito											
Rango de 91% a 100%, <b>excelentes</b> posibilidades de éxito											

Nota: Fuente: Elaboración propia.

Los resultados para los edificios internacionales evidencian que los objetos arquitectónicos que utilizan nuevas tecnologías obtuvieron valores mucho más altos como es el caso de Triodos Bank, Palazzo Italia y New life Concept, sin embargo, los ámbitos sociales y económicos en estos proyectos no siempre fueron los mejores. Para la institución educativa el Guadual, se obtuvieron resultados mayores en las categorías sociales ya que el diseño integro las costumbres de la zona. Es posible observar que la calibración de la tabla multicriterio arrojó el mismo orden para los edificios con probabilidades de ser sustentables.

El edificio Montelimar por su parte tuvo inicialmente una probabilidad del 49% para resultar ser un proyecto sostenible, a pesar de sus pocas probabilidades de éxito, al ser intervenido arquitectónicamente, obtuvo finalmente una probabilidad del 96% evidenciando que el mismo proyecto podría tener éxito al hacer cambios en su sistema constructivo, su materialidad y la forma en cómo se organizan las instalaciones electromecánicas al interior.

Concebir el diseño arquitectónico teniendo en cuenta la innovación tecnológica, los recursos que existen en la zona, las características sociales, culturales de la población y las condiciones climáticas que se presentan en un determinado lugar, permiten que la búsqueda de técnicas que permitan el desarrollo de proyectos sostenibles sea mucho más sencilla e integral.

Los resultados de evaluación comparando el proyecto actual de Montelimar y la propuesta, se evidencian en el cuadro 25 y 26:

Cuadro 25 Resultados para el edificio inicial de Lomas de Montelimar

Análisis de Sostenibilidad Lomas de Montelimar (PP 1)						
Dimensiones de sostenibilidad	Peso relativo	Puntaje máximo	Puntaje obtenido	Calificación	Calificación relativa	
1.0 FISICO-AMBIENTAL	25,0%	36	13	36%	0,09	
2.0 SOCIO-CULTURAL	12,5%	24	11	46%	0,06	
3.0 ECONOMICO-FINANCIERA	62,5%	24	13	54%	0,34	
Grado de sostenibilidad				Calificación final	49%	
Rango de 1% a 60%, <b>sin</b> posibilidades de éxito Rango de 61% a 70%, <b>pocas</b> posibilidades de éxito Rango de 71% a 80%, <b>regulares</b> posibilidades de éxito Rango de 81% a 90%, <b>buenas</b> posibilidades de éxito Rango de 91% a 100%, <b>excelentes</b> posibilidades de éxito						
<b>FISICO-AMBIENTAL</b>	RESUMEN					
	Total de Variables		12			
	Puntaje máximo posible		36			
	Puntaje Obtenido		13			
	Valor Porcentual		36%			
<b>SOCIO-CULTURAL</b>	RESUMEN					
	Total de Variables		9			
	Puntaje máximo posible		24			
	Puntaje Obtenido		11			
	Valor Porcentual		46%			
<b>ECONOMICO-FINANCIERA</b>	RESUMEN					
	Total de Variables		8			
	Puntaje máximo posible		24			
	Puntaje Obtenido		13			
	Valor Porcentual		54%			



Nota: Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 26 Resultados de evaluación para el edificio de Lomas de Montelimar intervenido.

Análisis de Nuevo Edificio						
Dimensiones de sostenibilidad	Peso relativo	Puntaje máximo	Puntaje obtenido	Calificación	Calificación relativa	
1,0 FISICO-AMBIENTAL	35,3%	36	35	97%	0,34	
2,0 SOCIO-CULTURAL	32,4%	24	23	96%	0,31	
3,0 ECONOMICO-FINANCIERA	32,4%	24	23	96%	0,31	
Grado de sostenibilidad				<b>Calificación final</b>	<b>96%</b>	
Rango de 1% a 60%, <b>sin</b> posibilidades de éxito Rango de 61% a 70%, <b>pocas</b> posibilidades de éxito Rango de 71% a 80%, <b>regulares</b> posibilidades de éxito Rango de 81% a 90%, <b>buenas</b> posibilidades de éxito Rango de 91% a 100%, <b>excelentes</b> posibilidades de éxito						
<b>FISICO-AMBIENTAL</b>	RESUMEN					
	Total de Variables		12			
	Puntaje máximo posible		36			
	Puntaje Obtenido		35			
	Valor Porcentual			97%		
<b>SOCIO-CULTURAL</b>	RESUMEN					
	Total de Variables		9			
	Puntaje máximo posible		24			
	Puntaje Obtenido		23			
	Valor Porcentual			96%		
<b>ECONOMICO-FINANCIERA</b>	RESUMEN					
	Total de Variables		8			
	Puntaje máximo posible		24			
	Puntaje Obtenido		23			
	Valor Porcentual			96%		



Nota: Fuente: Elaboración propia.



An aerial photograph of a city skyline, featuring numerous skyscrapers and buildings. A large red circle is superimposed over the center of the image, containing the text 'CAPITULO VI' and 'CONCLUSIONES'.

# **CAPITULO VI**

**CONCLUSIONES**

## 6.1. CONCLUSIONES

- 7.1.1. El uso de nuevas tecnologías en las construcciones muchas veces no está relacionado con el uso de materiales innovadores, ejemplo de ello es la madera, un material utilizado desde la antigüedad y que hoy en día presenta nuevas alternativas para llevar a cabo proyecto con un bajo impacto ambiental. Los métodos constructivos aplicados al proyecto de Montelimar, dieron como resultado un proyecto que, al utilizar la madera como elemento principal, contribuye a la descontaminación de la ciudad, e impacta de forma positiva el aspecto socioeconómico en San José.
- 7.1.2. Las nuevas tecnologías pueden llegar a ser un riesgo a la hora de implementarse en proyectos cuando están en etapa de estudio, sin embargo, en muchos casos, al involucrarse en la construcción trae beneficios que mejoran la calidad de vida de los usuarios. El uso de bioconcreto en Montelimar, reduce los índices de contaminación de forma considerable y permite que las estructuras sean mucho más resistentes a las condiciones climáticas, extendiendo el ciclo de vida de la construcción y reduciendo costos a largo plazo.
- 7.1.3. La intervención puntual de aspectos como la materialidad, la distribución de espacios tomando en cuenta el comportamiento del sol, las condiciones climáticas de la zona, y la gestión de la red electromecánica del proyecto de forma concienzuda, permitió que la probabilidad de que Montelimar sea un edificio sustentable aumentara, obteniendo una propuesta que satisface la necesidad del cliente, del usuario y del cuidado medioambiental.
- 7.1.4. Las leyes de la termodinámica aplicadas a la composición de los materiales utilizados en construcción, posibilita la realización de cálculos sobre la entrada de energía a un recinto, y da a conocer al arquitecto datos exactos sobre el ingreso de calor a un determinado espacio, permitiendo la toma de decisiones oportunas frente al diseño arquitectónico. Esto no solo genera un mayor confort térmico para el usuario, sino que también, reduce el consumo energético al interior del edificio.

- 7.1.5. El cálculo de los niveles sonoros en un determinado espacio y la comparación con otras alternativas en la configuración de los cerramientos de un lugar, permiten que la planificación del diseño sea certera frente a las condiciones acústicas de un lugar, generando que el usuario desarrolle sus actividades con mayor confort, y, por ende, una mayor calidad de vida.

## 6.2. BIBLIOGRAFÍA

- Acciona business as unusual. (18 de 08 de 2021). *¿Qué es el desarrollo sostenible?* Obtenido de ¿EN QUÉ CONSISTE LA SOSTENIBILIDAD?: [https://www.acciona.com/es/desarrollo-sostenible/?\\_adin=02021864894](https://www.acciona.com/es/desarrollo-sostenible/?_adin=02021864894)
- Alonso, A. (2020). *Madera y construcción*. Obtenido de EL CLT, LA PREFABRICACIÓN EN MADERA CONTRALAMINADA: <https://maderayconstruccion.com/el-clt-la-prefabricacion-en-madera-contralaminada/>
- ArchDaily. (14 de Mayo de 2015). *Pabellón de Italia - Expo Milán 2015 / Nemesi*. Obtenido de <https://www.archdaily.com/630901/italy-pavilion-milan-expo-2015-nemesi> ISSN 0719-8884
- ArchDaily. (06 de 08 de 2014). *Centro Infantil El Guadual / Daniel Joseph Feldman Mowerman + Iván Dario Quiñones Sanchez*. Obtenido de <https://www.archdaily.com/534059/centro-de-desarrollo-infantil-el-guadual-daniel-joseph-feldman-mowerman-ivan-dario-quinones-sanchez>
- Archdaily. (26 de 07 de 2018). *Vil-la Urània / SUMO Arquitectes SLP + Y.Olmo*. Obtenido de <https://www.archdaily.com/894963/vil-star-la-urania-sumo-arquitectes-slp-plus-yolmo>
- ArchDaily. (12 de Julio de 2021). *Revestimiento ECOSIDING*. Obtenido de <https://www.plataformaarquitectura.cl/catalog/cl/products/21769/revestimiento-ecosiding-dvp>
- arcVision Price. (01 de 05 de 2015). *Palazzo Italia*. Obtenido de <http://www.arcvision.org/palazzo-italia/?lang=en>
- Arnabat, I. (19 de 08 de 2015). *Caloryfrio.com*. Obtenido de Aire acondicionado con bomba de calor reversible (Infografía): <https://www.caloryfrio.com/aire-acondicionado/bomba-de-calor-reversible.html>
- ARQA. (19 de 06 de 2015). *Pabellón de Italia, en la Expo Milán 2015*. Obtenido de <https://arqa.com/arquitectura/italy-pavilion-milan-expo-2015.html>
- Branch Technology. (23 de 08 de 2020). *Curve Appeal*. Obtenido de <https://www.branch.technology/projects-1/2017/curveappeal>
- Castaño, J. C. (02 de 09 de 2015). *COSAS de ARQUITECTOS*. Obtenido de Centro de desarrollo infantil «El Guadual» – Colombia: <https://www.cosasdearquitectos.com/2015/02/centro-de-desarrollo-infantil-el-guadual-colombia/>

- Construcción 21 España. (22 de 08 de 2020). *La Vil·la Urània: complejo de equipamientos públicos*. Obtenido de <https://www.construction21.org/espana/case-studies/es/la-vil-la-urania-complejo-de-equipamientos-publicos.html>
- Construcción 21 España. (21 de 08 de 2020). *New Life Concept*. Obtenido de <https://www.construction21.org/espana/case-studies/es/new-life-concept.html>
- Construdata. (2019). IMPRESIÓN 3D DE EDIFICIOS. *Revista Construdata* 192, 52.
- Construdata. (s.f.). MATERIALES Y SISTEMAS - Revista Construcción Sostenible 5. *Construdata*, 84.
- Construible.es. (15 de 07 de 2020). *Desmontable, de madera y autosuficiente energéticamente, así es la sede de Triodos Bank en Países Bajos*. Obtenido de <https://www.construible.es/2020/07/15/desmontable-madera-autosuficiente-energeticamente-asi-es-sede-triodos-bank-paises-bajos>
- Construir con Bambú (Caña de Guayaquil) Manual de construcción. (2015). En J. M. Ubidia. Perú.: Red Internacional del Bambú y el Ratán – INBAR.
- CRUICKSHANK, A. (18 de 06 de 2018). *PlaceTech*. Obtenido de Los edificios más inteligentes del mundo: Palazzo Italia, Milán: <https://placetech.net/analysis/worlds-smartest-buildings-palazzo-italia-milan/>
- CYPE Ingenieros, S.A. (10 de 2020). *Detalles constructivos. Entramados de panel contralaminado de madera (CLT)*. Obtenido de [http://detalles-constructivos.cype.es/detalles\\_constructivos\\_entramados\\_de\\_panel\\_contralaminado\\_clt.htm](http://detalles-constructivos.cype.es/detalles_constructivos_entramados_de_panel_contralaminado_clt.htm)
- DIEDRICA. (27 de 08 de 2020). *IGLESIA SIN RELIGIÓN*. Obtenido de <http://www.diedrica.com/2014/04/iglesia-sin-religion.html>
- èadic. (10 de 2020). *Cuadernos de formación*. Obtenido de Tema 3. Arquitectura Bioclimática: <http://eadic.com/wp-content/uploads/2013/09/Tema-3-Confort-Ambiental.pdf>
- Eco-sitio. (29 de Septiembre de 2020). Compromiso político de presidentes sobre los ecosistemas.
- egoin. (10 de 2020). *SISTEMA CONSTRUCTIVO CLT (Cross Laminated Timber)*. Obtenido de <https://professionallybuilt.files.wordpress.com/2016/02/presentacic3b3n-sistema-clt.pdf>
- Franco, J. T. (14 de 08 de 2019). *Plataforma Arquitectura*. Obtenido de ¿Es la madera laminada cruzada (CLT) el hormigón del futuro?: <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/921337/es-la-madera-laminada-cruzada-clt-el-hormigon-del-futuro>
- García Aladín, M. F. (2018). Caracterización de las constantes mecánicas de la Guadua angustifolia Kunth. Bogotá, Colombia: Editorial Pontificia Universidad Javeriana.
- Garzón, B. (2010). *Arquitectura Sostenible - Bases, soportes y casos demostrativos*. Buenos Aires: Nobuko.
- Grace, R. (31 de 08 de 2018). *PROSPECTOR*. Obtenido de 3D Printing Aims to Add Architectural ‘Curve Appeal’: <https://knowledge.ulprospector.com/8731/pe-3d-printing-aims-to-add-architectural-curve-appeal/>
- GRCA International. (Agosto de 2018). *GRC In Action: Today’s GRC for Architects and Engineers*. Obtenido de <file:///C:/Users/vanez/Downloads/GRC%20In%20Action.pdf>
- Greenspec. (2020). *Crosslam / CLT - Junction details A*. Obtenido de CLT Eaves details: <https://www.greenspec.co.uk/building-design/cross-laminated-timber-junction-examples-a/>

- Heidelberg Cement. (08 de 2020). *PHOTOCATALYTIC*. Obtenido de file:///C:/Users/vanez/Downloads/photocatalysis\_communication\_kit.pdf
- Heidelberg cement group. (2020). *¿Y si un cemento pudiera hacer más resistente tu pavimento?* Obtenido de ¿Cómo se aplica i.tech CARGO?: [https://www.fym.es/sites/default/files/assets/document/13/e0/guia\\_de\\_aplicacion\\_i.tech\\_cargo.pdf](https://www.fym.es/sites/default/files/assets/document/13/e0/guia_de_aplicacion_i.tech_cargo.pdf)
- Heidelberg cement group. (2020). *Descubre ETIXc La solución para fachadas más sostenibles y eficientes*. Obtenido de [https://www.fym.es/sites/default/files/assets/document/c4/ad/poster\\_sistema\\_etixc.pdf](https://www.fym.es/sites/default/files/assets/document/c4/ad/poster_sistema_etixc.pdf)
- International GRCA. (28 de 08 de 2020). *Al Asmakh Palace, Doha, Qatar*. Obtenido de <https://www.grca.online/case-studies/al-asmakh-palace-doha-qatar>
- Italcementi. (24 de 08 de 2020). *Italcementi Heidelberg Cement Group*. Obtenido de <https://www.italcementi.it/it/txactive-principio-attivo>
- Macedo, B. (2005). *El Concepto de sostenibilidad*. Obtenido de <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000162177>
- Madera Estructural. (03 de Enero de 2018). *Sobre las construcciones en madera*. Obtenido de <https://maderaestructural.wordpress.com/2018/01/03/clt-el-estado-del-arte-parte-i/>
- Maderas-UV. (10 de 2020). *MADERA CONTRALAMINADA (CROSS LAMINATED TIMBER)* . Obtenido de <https://maderas-uv.weebly.com/madera-contralaminada-clt.html#:~:text=CLT%20por%20sus%20siglas%20en,y%20variado%20formato%2C%20lo%20que>
- Maderayconstrucción. (2020). *Maderayconstrucción.com*. Obtenido de EL ARTE DE DESVESTIR AL CLT: <https://maderayconstruccion.com/el-arte-de-desvestir-al-clt/>
- Materials. (01 de 06 de 2015). *La madera laminada y su aplicación en la arquitectura*. Obtenido de Plataforma Arquitectura: <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/767512/materiales-madera-laminada-y-su-aplicacion-en-la-arquitectura>
- minae. (2018). *Plan de Descarbonización Compromiso del Gobierno del Bicentenario*.
- Minke, G. (2020). *Techos verdes*. Obtenido de Planificación, ejecución, consejos prácticos: [https://ecocosas.com/wp-content/uploads/Biblioteca/Arquitectura/TechosVerdes\\_Pantalla.pdf](https://ecocosas.com/wp-content/uploads/Biblioteca/Arquitectura/TechosVerdes_Pantalla.pdf)
- MUÑOZ, L. F. (2015). Norma Andina para diseño y construcción de casas de uno y dos pisos en bahareque encementado. Quito, Ecuador: INBAR.
- New Life Concept . (04 de Febrero de 2014). *Youtube*. Obtenido de New Life Concept - A LA TEVA MIDA: [https://www.youtube.com/watch?list=PLGLIzfBjOuxd-BFK6PU5EYPH7HonOAjhQ&v=okmKCHIIBUM&feature=emb\\_logo](https://www.youtube.com/watch?list=PLGLIzfBjOuxd-BFK6PU5EYPH7HonOAjhQ&v=okmKCHIIBUM&feature=emb_logo)
- New Life Concept. (21 de 08 de 2020). *newlifeconcept*. Obtenido de <http://www.newlifeconcept.com/faqs/>
- Pérez, V. A. (1979). *Sistemas constructivos en madera*. En I. forestal. Santiago de Chile: INFOR.
- Plataforma Arquitectura. (30 de 01 de 2020). *Banco Triodos / RAU Architects*. Obtenido de <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/932559/banco-triodos-rau-architects>

- Plataforma Arquitectura. (28 de Agosto de 2020). *Skilpod #150 Zero Energy / Skilpod + UAU Collectiv*. Obtenido de <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/869678/skilpod-number-150-zero-energy-skilpod-plus-uau-collectiv>
- Ramírez, J. (2012). Modelo Multicriterio Arquitectura y Pedagogía. *Revista de la Escuela de Arquitectura de la Universidad de Costa Rica -UCR- Volumen 1 - Número 2* , 30.
- RAU Architects. (21 de 08 de 2020). *TRIODOS BANK PAÍSES BAJOS*. Obtenido de <https://www.rau.eu/portfolio/triodos-bank-nederland/>
- Rothoblass. (2020). *CLT Y Mass Timber*. Obtenido de Soluciones para diseñar y construir con sistemas de paneles de madera masiva: <https://issuu.com/rothoblaas/docs/guia-para-edificios-en-clt-es?mode=embed>
- Rothoblass. (2020). *Exterior*. Obtenido de Guía para pensar, proyectar y construir: [https://issuu.com/rothoblaas/docs/2018\\_01\\_exterior\\_es?e=18207635/57699328](https://issuu.com/rothoblaas/docs/2018_01_exterior_es?e=18207635/57699328)
- SHANESY, L. (13 de 06 de 2016). *"Curve Appeal" Will Be the World's First Freeform 3D-Printed House*. Obtenido de [https://www.architectmagazine.com/design/curve-appeal-will-be-the-worlds-first-freeform-3d-printed-house\\_c](https://www.architectmagazine.com/design/curve-appeal-will-be-the-worlds-first-freeform-3d-printed-house_c)
- Simpson Strong Tie. (2020). *Plataforma Arquitectura*. Obtenido de Conectores ocultos para madera aserrada y laminada: [https://www.plataformaarquitectura.cl/catalog/cl/products/11432/conectores-ocultos-para-madera-aserrada-y-laminada-simpson-strong-tie?ad\\_source=neufert&ad\\_medium=gallery&ad\\_name=close-gallery](https://www.plataformaarquitectura.cl/catalog/cl/products/11432/conectores-ocultos-para-madera-aserrada-y-laminada-simpson-strong-tie?ad_source=neufert&ad_medium=gallery&ad_name=close-gallery)
- Simpson Strong-Tie. (2020). *Conexiones y fijaciones para uniones CLT* . Obtenido de [https://neufert-cdn.archdaily.net/uploads/product\\_file/file/76011/Cata%CC%81logo\\_CLT\\_-\\_SST\\_espan%CC%83ol\\_2020.pdf](https://neufert-cdn.archdaily.net/uploads/product_file/file/76011/Cata%CC%81logo_CLT_-_SST_espan%CC%83ol_2020.pdf)
- Simpson Strong-Tie. (2020). *Plataforma Arquitectura*. Obtenido de Ángulos y placas clavadas para paneles CLT: [https://www.plataformaarquitectura.cl/catalog/cl/products/18299/angulos-y-placas-clavadas-para-paneles-clt-simpson-strong-tie?ad\\_source=neufert&ad\\_medium=gallery&ad\\_name=close-gallery](https://www.plataformaarquitectura.cl/catalog/cl/products/18299/angulos-y-placas-clavadas-para-paneles-clt-simpson-strong-tie?ad_source=neufert&ad_medium=gallery&ad_name=close-gallery)
- Souza, E. (06 de 05 de 2018). *Madera Laminada Cruzada (CLT): qué es y cómo usarla*. Obtenido de <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/893804/madera-laminada-cruzada-que-es-y-como-usarla>
- SUMO Arquitectes. (22 de 08 de 2020). *LA VIL·LA URÀNIA. UN COMPLEJO DE EQUIPAMIENTOS NZEB*. Obtenido de <https://www.construction21.org/espana/data/sources/users/1572/villa-uraniapresentacio.pdf>
- THE LIGHTING HANDBOOK. Tenth Edition | Reference and Application. (2011). En D. L. Steffy.. New York: Illuminating Engineering Society.
- Think wood. (2013). *CLT Handbook: cross-laminated timber*. Obtenido de [https://cdn2.hubspot.net/hubfs/5577290/PDFs/CLT%20Handbook/CLT\\_USA-Complete-document-Think\\_Wood.pdf](https://cdn2.hubspot.net/hubfs/5577290/PDFs/CLT%20Handbook/CLT_USA-Complete-document-Think_Wood.pdf)
- Think Wood. (2020). *DESIGN AND CONSTRUCTION OF TALLER WOOD BUILDINGS*. Obtenido de <https://1r4scx402tmr26fqa93wk6an-wpengine.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/2020/08/ThinkWood-CEU-Design-and-Construction-of-Taller-Wood-Buildings.pdf>

- Think Wood. (2020). *MASS TIMBER IN NORTH AMERICA*. Obtenido de EXPANDING THE POSSIBILITIES OF WOOD BUILDING DESIGN: <https://1r4scx402tmr26fqa93wk6an-wpengine.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/2020/08/Think-Wood-CEU-Mass-Timber-in-North-America.pdf>
- Think Wood. (2020). *Wood and Evolving Codes: The 2018 IBC and Emerging Wood Technologies*. Obtenido de <https://1r4scx402tmr26fqa93wk6an-wpengine.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/2020/08/Think-Wood-CEU-Wood-and-Evolving-Codes.pdf>
- TRADA Technology. (2009). *Stadthaus, 24 Murray Grove, London*. Obtenido de [http://eoinc.weebly.com/uploads/3/0/5/1/3051016/murray\\_grove\\_case\\_study.pdf](http://eoinc.weebly.com/uploads/3/0/5/1/3051016/murray_grove_case_study.pdf)
- Turegano, J. (2009). *Arquitectura Bioclimática y Urbanismo Sostenible. Volumen I*. España: Prensas Universitarias de Zaragoza.
- USGB. (18 de 08 de 2021). *Por qué LEED*. Obtenido de <https://www.usgbc.org/leed/why-leed>
- Vilar, I. (18 de 06 de 2016). *ArchDaily*. Obtenido de WATG presenta su diseño de casa impresa en 3D: [https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/789748/watgs-urban-architecture-studio-revela-su-diseno-de-casa-impresa-en-3d?ad\\_source=search&ad\\_medium=search\\_result\\_all](https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/789748/watgs-urban-architecture-studio-revela-su-diseno-de-casa-impresa-en-3d?ad_source=search&ad_medium=search_result_all)
- WATG. (01 de 06 de 2016). *La primera casa impresa en 3D de forma libre del mundo*. Obtenido de <https://www.watg.com/the-worlds-first-freeform-3d-printed-house/>
- woodproductsfi. (01 de 10 de 2020). *woodproductsfi*. Obtenido de Sistemas estructurales más comunes: <https://www.woodproducts.fi/es/content/sistemas-estructurales-mas-comunes>
- Asociación de Investigación Técnica de las Industrias de Madera. (06 de 07 de 2018). *Madera Contralaminada*. Obtenido de [https://infomadera.net/uploads/productos/informacion\\_general\\_394\\_Madera%20Contralaminada\\_2018.07.06.pdf](https://infomadera.net/uploads/productos/informacion_general_394_Madera%20Contralaminada_2018.07.06.pdf)
- testo. (06 de 2021). *Tabla de emisividades*. Obtenido de <https://static-int.testo.com/media/bd/b7/179e2db5dca8/Emissivity-table-ES.pdf>