



**FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO**

CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y CAPACITACIÓN EN MATERIALES  
SOSTENIBLES, DISTRITO DE SAN JUAN DE LURIGANCHO, AÑO 2024

**Línea de investigación:**  
**Construcción sostenible y sostenibilidad ambiental del territorio**

Tesis para optar el Título Profesional de Arquitecta

**Autora**

Cornejo Castro, Anita Katherine

**Asesor**

Cama Pérez, Tania

ORCID: 0000-0002-8723-7769

**Jurado**

Anicama Flores, Luis Miguel

Collins Camones, Jose Carlos

Delgado Dupont, Liliana Clarisa

**Lima - Perú**

**2025**



# 1A CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y CAPACITACIÓN EN MATERIALES SOSTENIBLES, DISTRITO DE SAN JUAN DE LURIGANCHO, AÑO 2024

## INFORME DE ORIGINALIDAD

18%

INDICE DE SIMILITUD

17%

FUENTES DE INTERNET

7%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="https://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	4%
2	<a href="https://repositorio.unfv.edu.pe">repositorio.unfv.edu.pe</a> Fuente de Internet	3%
3	<a href="https://repositorio.unp.edu.pe">repositorio.unp.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
4	Submitted to Universidad Nacional Federico Villarreal Trabajo del estudiante	<1%
5	<a href="https://docplayer.es">docplayer.es</a> Fuente de Internet	<1%
6	<a href="https://repositorio.ucv.edu.pe">repositorio.ucv.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1%
7	<a href="https://www.slideshare.net">www.slideshare.net</a> Fuente de Internet	<1%
8	<a href="https://www.actualidadambiental.pe">www.actualidadambiental.pe</a> Fuente de Internet	<1%



Universidad Nacional  
**Federico Villarreal**

**VRIN** | VICERRECTORADO  
DE INVESTIGACIÓN

**FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO**

**CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y CAPACITACIÓN EN MATERIALES  
SOSTENIBLES, DISTRITO DE SAN JUAN DE LURIGANCHO, AÑO 2024**

Línea de Investigación:

Construcción sostenible y sostenibilidad ambiental del territorio

Tesis para optar el Título Profesional de Arquitecta

**Autor(a)**

Cornejo Castro, Anita Katherine

**Asesor(a)**

Cama Pérez, Tania

ORCID: 0000-0002-8723-7769

**Jurado**

Anicama Flores, Luis Miguel

Collins Camones, Jose Carlos

Delgado Dupont, Liliana Clarisa

**Lima - Perú**

2025

## DEDICATORIA

Dedico esta tesis de manera especial a mis padres “Nancy y Jaime” y a mi hermano “Juan Carlos”, quienes han sido mi apoyo incondicional desde el primer día de esta travesía. Su confianza en mí y en mis capacidades me ha motivado a seguir adelante, incluso en los momentos más desafiantes. Gracias a su aliento constante, he podido enfrentar y superar todos los obstáculos que se han presentado en el camino.

Esta dedicación no solo representa un agradecimiento, sino también un reconocimiento a la influencia positiva que han tenido en mi desarrollo personal y académico. Sin su amor y respaldo, este viaje habría sido mucho más difícil. Gracias por estar siempre a mi lado.

## **AGRADECIMIENTO**

Con profundo estima y reconocimiento, extiendo mi más sincera gratitud a mi asesora de tesis, la Mtra. Cama Pérez Tania. Su dedicación, apoyo y guía durante mi etapa como estudiante han sido invaluable. Gracias a su compromiso, he adquirido numerosos conocimientos que han sido fundamentales en mi formación como la profesional que soy hoy en día.

## ÍNDICE

RESUMEN .....	xxvi
ABSTRACT.....	xxvii
I. Introducción .....	1
1.1. Descripción y formulación del problema .....	2
<i>1.1.1. Descripción del problema.....</i>	<i>2</i>
<i>1.1.2. Formulación del problema .....</i>	<i>11</i>
<i>1.1.2.1. Problema general. ....</i>	<i>11</i>
<i>1.1.2.2. Problemas específicos.....</i>	<i>11</i>
1.2. Antecedentes.....	11
<i>1.2.1. Antecedentes Nacionales .....</i>	<i>11</i>
<i>1.2.2. Antecedentes Internacionales .....</i>	<i>14</i>
1.3. Objetivos.....	17
<i>1.3.1. Objetivo General.....</i>	<i>17</i>
<i>1.3.2. Objetivos Específicos .....</i>	<i>18</i>
1.4. Justificación .....	18
II. Marco Teórico .....	21
2.1. Bases Teóricas sobre el Tema de Investigación .....	21
<i>2.1.1. Economía y Arquitectura circular.....</i>	<i>21</i>
<i>2.1.2. Avances y Tecnologías en la Gestión de Residuos.....</i>	<i>28</i>
<i>2.1.2.1. Separación y clasificación automatizada. ....</i>	<i>28</i>
<i>2.1.2.2. Tecnologías de reciclaje avanzado. ....</i>	<i>29</i>
<i>2.1.2.3. Tecnologías de valorización energética.....</i>	<i>29</i>
<i>2.1.2.4. Monitoreo y gestión inteligente de residuos. ....</i>	<i>29</i>



2.3.1.2.	<i>Título III.2 Estructuras.</i>	94
2.3.1.3.	<i>Título III.4 Instalaciones eléctricas y mecánicas.</i>	94
2.3.2.	<i>Decretos, leyes y ordenanzas</i>	94
2.3.3.	<i>Otras Normas.</i>	96
2.4.	Marco socioeconómico poblacional	96
2.5.	Marco Territorial	101
2.5.1.	<i>Ubicación.</i>	101
2.5.2.	<i>Vialidad.</i>	102
2.5.3.	<i>Clima.</i>	105
2.5.4.	<i>Topografía.</i>	106
2.5.5.	<i>Vulnerabilidad edificatoria.</i>	107
2.5.5.1.	<i>Riesgo sísmico.</i>	109
2.5.5.2.	<i>Riesgo por inundación.</i>	113
2.5.6.	<i>Análisis arquitectónico del entorno</i>	115
2.5.6.1.	<i>Sistema de bordes.</i>	115
2.5.6.2.	<i>Focos culturales.</i>	115
2.5.6.3.	<i>Áreas verdes y espacios públicos.</i>	116
2.5.6.4.	<i>Equipamiento urbano.</i>	116
III.	Método	117
3.1.	Tipo de investigación	117
3.2.	Ámbito temporal y espacial	117
3.2.1.	<i>Ámbito temporal</i>	117
3.2.2.	<i>Ámbito espacial.</i>	117
3.3.	Variables	117
3.4.	Población y Muestra	119

3.5.	Instrumentos .....	119
3.5.1.	<i>Análisis Documental:</i> .....	119
3.5.2.	<i>Análisis fotográfico</i> .....	119
3.5.3.	<i>Recolección y Descripción de cuadros estadísticos</i> .....	120
3.5.4.	<i>Software de Análisis de Datos</i> .....	120
3.6.	Procedimientos .....	120
3.6.1.	<i>Dimensión territorial</i> .....	121
3.6.2.	<i>Dimensión ambiental</i> .....	122
3.6.3.	<i>Dimensión funcional</i> .....	123
3.6.4.	<i>Dimensión constructiva y tecnológica</i> .....	124
3.6.5.	<i>Dimensión de sostenibilidad</i> .....	125
3.6.6.	<i>Dimensión paisajística</i> .....	126
3.6.7.	<i>Dimensión formal-espacial</i> .....	127
3.7.	Análisis de Datos .....	128
3.8.	Consideraciones éticas.....	128
IV.	Resultados .....	130
4.1.	Análisis teórico .....	130
4.1.1.	<i>Gestión de residuos</i> .....	131
4.1.1.1.	<i>Proceso de transformación de los residuos según su clasificación</i> .....	131
4.1.1.2.	<i>Maquinarias</i> .....	135
4.1.2.	<i>Sistema constructivo</i> .....	141
4.1.3.	<i>Materiales sostenibles</i> .....	144
4.1.4.	<i>Innovación tecnológica</i> .....	145
4.1.5.	<i>Tratamiento de aguas grises</i> .....	147

4.1.6.	<i>Captación de aguas pluviales</i> .....	150
4.1.7.	<i>Captación de energía solar</i> .....	151
4.1.8.	<i>Paisajismo</i> .....	153
4.1.8.1.	<i>Plantas ornamentales</i> .....	153
4.1.8.2.	<i>Sistema de riego</i> .....	156
4.2.	<i>Análisis del emplazamiento</i> .....	156
4.2.1.	<i>Ubicación del proyecto</i> .....	156
4.2.2.	<i>Dimensiones y límites</i> .....	160
4.2.3.	<i>Accesibilidad</i> .....	161
4.2.4.	<i>Equipamiento urbano</i> .....	164
4.2.5.	<i>Suelo y Relieve</i> .....	165
4.2.6.	<i>Clima</i> .....	167
4.2.6.1.	<i>Temperatura</i> .....	168
4.2.6.2.	<i>Humedad relativa</i> .....	169
4.2.6.3.	<i>Vientos</i> .....	170
4.2.6.4.	<i>Precipitaciones</i> .....	171
4.2.6.5.	<i>Asoleamiento</i> .....	172
4.3.	<i>Análisis arquitectónico</i> .....	176
4.3.1.	<i>Cuadro de necesidades y actividades</i> .....	176
4.3.2.	<i>Estudio de unidades de espacio funcionales</i> .....	188
4.3.3.	<i>Programa arquitectónico</i> .....	200
4.3.4.	<i>Organigramas</i> .....	210
4.3.5.	<i>Diagrama de relaciones ponderadas</i> .....	217
4.3.6.	<i>Diagrama de flujos</i> .....	220
4.3.7.	<i>Zonificación</i> .....	227

4.3.8.	<i>Conceptualización y espacialidad</i> .....	229
4.3.9.	<i>Plot plan y análisis de sitio</i> .....	231
4.3.10.	<i>Texturas y senderos</i> .....	232
4.3.11.	<i>Diseño de mobiliarios</i> .....	233
4.4.	<i>Análisis técnico ambiental</i> .....	237
4.4.1.	<i>Orientación volumétrica</i> .....	237
4.4.1.1.	<i>Recorrido solar</i> .....	237
4.4.1.2.	<i>Ventilación cruzada</i> .....	238
4.4.2.	<i>Captación de energía solar</i> .....	239
4.4.2.1.	<i>Cálculo de demanda energética y paneles solares</i> .....	240
4.4.3.	<i>Control de radiación</i> .....	242
4.4.4.	<i>Acústica</i> .....	242
4.4.5.	<i>Diseño paisajístico</i> .....	243
4.5.	<i>Planimetría y vistas 3D</i> .....	245
4.5.1.	<i>Listado de planos</i> .....	245
4.5.1.1.	<i>Ubicación</i> .....	245
4.5.1.2.	<i>Arquitectura</i> .....	245
4.5.1.3.	<i>Estructuras</i> .....	247
4.5.1.4.	<i>I. Eléctricas</i> .....	247
4.5.1.5.	<i>I. Sanitarias</i> .....	247
4.5.1.6.	<i>Seguridad y evacuación</i> .....	248
4.5.2.	<i>Vistas 3d del proyecto</i> .....	248
4.6.	<i>Cálculos asociados al diseño arquitectónico</i> .....	258
4.6.1.	<i>Cálculo de estacionamientos</i> .....	258
4.6.2.	<i>Cálculo de dotación de servicios higiénicos</i> .....	260

4.6.3. <i>Cálculo de ascensores</i> .....	262
4.7. Especialidades .....	263
4.7.1. <i>Seguridad</i> .....	263
4.7.2. <i>Cálculo de aforo y medios de evacuación</i> .....	263
4.7.3. <i>Instalaciones Sanitarias</i> .....	265
4.7.3.1. <i>Red de agua</i> .....	266
4.7.3.2. <i>Sistema de alcantarillado y desagüe</i> .....	267
4.7.3.3. <i>Sistema de agua contra incendio</i> .....	267
4.7.3.4. <i>Calculo dimensiones de las cisternas</i> .....	268
4.7.4. <i>Instalaciones Eléctricas</i> .....	269
V. Discusión de resultados.....	272
VI. Conclusiones.....	274
VII. Recomendaciones .....	275
VIII. Referencias.....	276
IX. Anexos .....	284
9.1. Memoria descriptiva de Arquitectura .....	284
9.2. Cuadro de vanos .....	288
9.3. Cuadro de acabados .....	289

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> <i>Residuos sólidos municipales generados en la provincia de Lima, según los diez primeros distritos más contaminantes, 2018-2021 (Toneladas)</i> .....	6
<b>Tabla 2</b> <i>Porcentaje</i> .....	27
<b>Tabla 3</b> <i>Características técnicas del ladrillo PET</i> .....	38
<b>Tabla 4</b> <i>Características técnicas del Marmoleum</i> .....	45
<b>Tabla 5</b> <i>Características técnicas del piso de goma</i> .....	51
<b>Tabla 6</b> <i>Características técnicas del panel de teja de plástico reciclado</i> .....	57
<b>Tabla 7</b> <i>Características técnicas del poliestireno expandido</i> .....	63
<b>Tabla 8</b> <i>Características técnicas del aislante de celulosa</i> .....	68
<b>Tabla 9</b> <i>Características técnicas del pallet de madera</i> .....	76
<b>Tabla 10</b> <i>Características técnicas del piso de bambú</i> .....	81
<b>Tabla 11</b> <i>Características técnicas de la madera cedro</i> .....	85
<b>Tabla 12</b> <i>Características técnicas del panel de corcho aglomerado</i> .....	89
<b>Tabla 13</b> <i>Población Censada y Tasa de crecimiento, distrito de San Juan de Lurigancho, 2007 y 2017</i> .....	96
<b>Tabla 14</b> <i>Grupo de edades de la población del distrito de San Juan de Lurigancho</i> .....	97
<b>Tabla 15</b> <i>Población del distrito de San Juan de Lurigancho que sabe leer y escribir</i> .....	100
<b>Tabla 16</b> <i>Características geográficas del distrito de San Juan de Lurigancho</i> .....	101
<b>Tabla 17</b> <i>Fundamento de la variable</i> .....	118
<b>Tabla 18</b> <i>Estructura de la dimensión territorial</i> .....	121
<b>Tabla 19</b> <i>Estructura de la dimensión ambiental</i> .....	122
<b>Tabla 20</b> <i>Estructura de la dimensión funcional</i> .....	123
<b>Tabla 21</b> <i>Estructura de la dimensión constructiva y tecnológica</i> .....	125
<b>Tabla 22</b> <i>Estructura de la dimensión de sostenibilidad</i> .....	125

<b>Tabla 23</b> <i>Estructura de la dimensión paisajística</i> .....	127
<b>Tabla 24</b> <i>Estructura de la dimensión formal espacial</i> .....	128
<b>Tabla 25</b> <i>Objetivos específicos del Centro de Investigación y Capacitación en Materiales sostenibles</i> .....	130
<b>Tabla 26</b> <i>Especificaciones técnicas de la cinta</i> .....	136
<b>Tabla 27</b> <i>Especificaciones técnicas de la trituradora</i> .....	137
<b>Tabla 28</b> <i>Especificaciones técnicas de la lavadora horizontal</i> .....	137
<b>Tabla 29</b> <i>Especificaciones técnicas de la centrifugadora dinámica</i> .....	138
<b>Tabla 30</b> <i>Especificaciones técnicas de la compactadora</i> .....	139
<b>Tabla 31</b> <i>Especificaciones técnicas del granulador</i> .....	139
<b>Tabla 32</b> <i>Especificaciones técnicas del separador magnético</i> .....	141
<b>Tabla 33</b> <i>Materiales sostenibles a implementar en el proyecto</i> .....	144
<b>Tabla 34</b> <i>Especificaciones técnicas de la biobox</i> .....	149
<b>Tabla 35</b> <i>Ficha técnica de las especies utilizadas en el proyecto</i> .....	154
<b>Tabla 36</b> <i>Levantamiento fotográfico del terreno</i> .....	159
<b>Tabla 37</b> <i>Estado actual de las vías locales secundarias próximas al terreno</i> .....	163
<b>Tabla 38</b> <i>Necesidades y actividades de la zona administrativa</i> .....	176
<b>Tabla 39</b> <i>Necesidades y actividades de la zona de comercio</i> .....	177
<b>Tabla 40</b> <i>Necesidades y actividades de la zona de experimentación y almacenamiento</i> .....	178
<b>Tabla 41</b> <i>Necesidades y actividades de la zona de investigación</i> .....	179
<b>Tabla 42</b> <i>Necesidades y actividades de la zona de revisión de información</i> .....	180
<b>Tabla 43</b> <i>Necesidades y actividades de la zona de capacitación</i> .....	180
<b>Tabla 44</b> <i>Necesidades y actividades de la zona de difusión 1 - Auditorio</i> .....	181
<b>Tabla 45</b> <i>Necesidades y actividades de la zona de difusión 2 - SUM</i> .....	182

<b>Tabla 46</b> <i>Necesidades y actividades de la zona de servicios complementarios 1 - Enfermería</i>	182
<b>Tabla 47</b> <i>Necesidades y actividades de la zona de servicios complementarios 2 - Cafetería / Comedor</i>	183
<b>Tabla 48</b> <i>Necesidades y actividades de la zona de servicios complementarios 3 - Lactario</i>	183
<b>Tabla 49</b> <i>Necesidades y actividades de la zona de servicios generales</i>	184
<b>Tabla 50</b> <i>Necesidades y actividades de la zona de acceso y recreación</i>	185
<b>Tabla 51</b> <i>Necesidades y actividades de la zona de estacionamientos</i>	185
<b>Tabla 52</b> <i>Índice de ocupación por ambiente</i>	187
<b>Tabla 53</b> <i>Parámetros de diseño para el área administrativa</i>	188
<b>Tabla 54</b> <i>Parámetros de diseño para el área de laboratorios</i>	191
<b>Tabla 55</b> <i>Parámetros de diseño para el área de biblioteca</i>	193
<b>Tabla 56</b> <i>Porcentaje de zonas de la biblioteca</i>	193
<b>Tabla 57</b> <i>Parámetros de diseño para el taller de capacitación</i>	195
<b>Tabla 58</b> <i>Parámetros de diseño para estacionamientos de uso público</i>	199
<b>Tabla 59</b> <i>Parámetros urbanísticos del terreno de intervención</i>	201
<b>Tabla 60</b> <i>Programa Arquitectónico del Centro de Investigación y Capacitación en Materiales Sostenibles</i>	202
<b>Tabla 61</b> <i>Demanda energética - Biblioteca</i>	240
<b>Tabla 62</b> <i>Demanda energética – Tienda souvenirs</i>	240
<b>Tabla 63</b> <i>Demanda energética - Capacitación</i>	241
<b>Tabla 64</b> <i>Cálculo de paneles solares – Sector E</i>	241
<b>Tabla 65</b> <i>Lámina de ubicación</i>	245
<b>Tabla 66</b> <i>Láminas de Arquitectura</i>	245

<b>Tabla 67</b> Láminas de Estructuras.....	247
<b>Tabla 68</b> Láminas de I. Eléctricas .....	247
<b>Tabla 69</b> Láminas de I. Sanitarias.....	247
<b>Tabla 70</b> Láminas de Seguridad y evacuación .....	248
<b>Tabla 71</b> Cálculo de estacionamientos según RNE.....	258
<b>Tabla 72</b> Cálculo de estacionamiento de bicicletas .....	259
<b>Tabla 73</b> Cálculo de dotación de servicios higiénicos .....	260
<b>Tabla 74</b> Cálculo de ascensores - Zona de revisión de información.....	262
<b>Tabla 75</b> Cálculo de ascensores - Zona de capacitación .....	262
<b>Tabla 76</b> Cálculo de aforo – primer nivel, sector “E”.....	263
<b>Tabla 77</b> Cálculo de aforo – segundo nivel, sector “E” .....	264
<b>Tabla 78</b> Cálculo de medios de evacuación – primer nivel, sector “E” .....	264
<b>Tabla 79</b> Cálculo de medios de evacuación, puertas/ pasadizos – segundo nivel, sector “E” .....	264
<b>Tabla 80</b> Cálculo de medios de evacuación, escaleras – segundo nivel, sector “E” .....	264
<b>Tabla 81</b> Cálculo del tiempo de evacuación – primer nivel, sector “E” .....	265
<b>Tabla 82</b> Cálculo del tiempo de evacuación – segundo nivel, sector “E”.....	265
<b>Tabla 83</b> Cálculo de dotación de agua fría – Cisterna Consumo Humano .....	266
<b>Tabla 84</b> Cálculo de dimensionamiento de cisternas .....	269
<b>Tabla 85</b> Cálculo de máxima demanda en primer piso – Sector E .....	270
<b>Tabla 86</b> Cálculo de máxima demanda en segundo piso – Sector E.....	271
<b>Tabla 87</b> Cuadro de áreas resultante – Sector “E” .....	285
<b>Tabla 88</b> Cuadro de áreas generales - Sector “E” .....	286
<b>Tabla 89</b> Cuadro de vanos.....	288
<b>Tabla 90</b> Cuadro de acabados – Ingreso y Servicios comunes .....	289

<b>Tabla 91</b>	<i>Cuadro de acabados – Z. Administrativa</i> .....	290
<b>Tabla 92</b>	<i>Cuadro de acabados – Z. Difusión</i> .....	290
<b>Tabla 93</b>	<i>Cuadro de acabados – Z. Servicios complementarios</i> .....	291
<b>Tabla 94</b>	<i>Cuadro de acabados – Z. Investigación</i> .....	291
<b>Tabla 95</b>	<i>Cuadro de acabados – Z. Revisión de información</i> .....	292
<b>Tabla 96</b>	<i>Cuadro de acabados – Z. Tienda</i> .....	292
<b>Tabla 97</b>	<i>Cuadro de acabados – Z. Capacitación</i> .....	293
<b>Tabla 98</b>	<i>Cuadro de acabados – Z. Experimentación y almacenamiento</i> .....	293

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> País/región según población ponderada, concentración promedio de PM2.5 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).....	4
<b>Figura 2</b> Ciudades regionales más contaminadas de América Latina y el Caribe.....	5
<b>Figura 3</b> Mapa nacional de infraestructura de disposición final de residuos sólidos.....	7
<b>Figura 4</b> Detalle de las categorías de residuos sólidos presentes en el distrito de San Juan de Lurigancho (%).....	9
<b>Figura 5</b> Configuración de los desechos sólidos presentes en el distrito de San Juan de Lurigancho (%).....	10
<b>Figura 6</b> Diagrama sistémico de la economía circular .....	23
<b>Figura 7</b> Capas de cambio .....	26
<b>Figura 8</b> Descripción de uso de tecnologías digitales en cadena de Gestión Integral de Residuos Sólidos .....	30
<b>Figura 9</b> Pirámide de jerarquía de tratamiento de los residuos .....	33
<b>Figura 10</b> Ladrillos prefabricados con plástico reciclado.....	34
<b>Figura 11</b> Detalle constructivo de un cerramiento con ladrillos reciclados y revoque a ambos lados .....	41
<b>Figura 12.a,b.</b> Cerramiento con ladrillo prefabricado con plástico reciclado sin revoque (a) y con revoque (b).....	41
<b>Figura 13.a,b.</b> Instalación de linóleo con adhesivo(a) y textura del material linóleo (b).....	43
<b>Figura 14</b> Instalación del piso de linóleo.....	47
<b>Figura 15</b> Detalle constructivo del piso de linóleo .....	47
<b>Figura 16</b> Piso de goma a base de neumáticos reciclados .....	49
<b>Figura 17.a,b.</b> Teja de plástico reciclado (a) y aplicación de tejado con tejas de plástico reciclado (b).....	56

<b>Figura 18.a,b.</b> <i>Instalación del panel de teja de plástico reciclado (a) y Piezas de accesorio para el tejado (b)</i> .....	58
<b>Figura 19.a,b.</b> <i>Detalle constructivo del tejado RoofEco (a) y Sistema tradicional de tejas (b)</i> .....	59
<b>Figura 20</b> <i>Pintura de poliestireno expandido</i> .....	61
<b>Figura 21</b> <i>Aplicación de la pintura de poliestireno expandido</i> .....	64
<b>Figura 22</b> <i>Aislamiento de celulosa a base de papel periódico reciclado</i> .....	66
<b>Figura 23.a,b,c.</b> <i>Aislamiento insuflado (a), Aislamiento proyectado (b) y Aislamiento soplado (c)</i> .....	69
<b>Figura 24</b> <i>Ecoladrillo, un bloque elaborado a base de plástico</i> .....	71
<b>Figura 25.a,b.</b> <i>Instalación con botellas recicladas (a) y Casa construida con botellas recicladas (b)</i> .....	73
<b>Figura 26.a,b.</b> <i>Pallet europeo (a) y Casa construida con pallets reciclados (b)</i> .....	74
<b>Figura 27</b> <i>Cerramiento de pallets</i> .....	77
<b>Figura 28</b> <i>Uniones mediante tablas recuperadas de pallets</i> .....	77
<b>Figura 29</b> <i>Capas del cerramiento de pallets</i> .....	77
<b>Figura 30.a,b,c.</b> <i>Extensión del rollo de polietileno (a), Instalación de las tablas de pallets (b) y Pavimento acabado (c)</i> .....	78
<b>Figura 31</b> <i>Tabla de bambú</i> .....	80
<b>Figura 32</b> <i>Instalación del piso de bambú</i> .....	82
<b>Figura 33</b> <i>Tejas de madera</i> .....	84
<b>Figura 34</b> <i>Separación de la albura y la corteza del duramen (a), Corte de las tejas (b), Acabado utilizando la herramienta “drawknife” (c) y Producto final (d)</i> .....	85
<b>Figura 35</b> <i>Instalación de la teja de madera</i> .....	86
<b>Figura 36</b> <i>Aglomerado de corcho expandido</i> .....	88

<b>Figura 37.a,b.</b> <i>Instalación de paneles de corcho (a) y Capas de una cubierta inclinada con paneles de corcho aislantes (b)</i> .....	90
<b>Figura 38</b> <i>Actividades económicas en el distrito de San Juan de Lurigancho</i> .....	98
<b>Figura 39</b> <i>Porcentaje de ocupaciones laborales en el distrito de San Juan de Lurigancho</i> .	99
<b>Figura 40</b> <i>Grado de estudios de la población del distrito de San Juan de Lurigancho</i> .....	100
<b>Figura 41</b> <i>Mapa del área de estudio</i> .....	101
<b>Figura 42</b> <i>Túneles Santa Rosa y San Martín: Conexión entre SJL y Cercado de Lima</i> .....	103
<b>Figura 43</b> <i>Sistema Vial Metropolitano – Adenda 74 – San Juan de Lurigancho</i> .....	104
<b>Figura 44</b> <i>Resumen de peligros existentes – San Juan de Lurigancho</i> .....	108
<b>Figura 45</b> <i>Mapa de microzonificación geotécnica - San Juan de Lurigancho</i> .....	109
<b>Figura 46</b> <i>Mapa de isoperiodos - San Juan de Lurigancho</i> .....	110
<b>Figura 47</b> <i>Mapa de microzonificación sísmica – San Juan de Lurigancho</i> .....	111
<b>Figura 48</b> <i>Resumen técnico del estudio de microzonificación sísmica - San Juan de Lurigancho</i> .....	112
<b>Figura 49</b> <i>Resumen técnico del estudio de vulnerabilidad y riesgo sísmico – San Juan de Lurigancho</i> .....	113
<b>Figura 50</b> <i>Mapa de ubicación de poblaciones vulnerables por inundación de la Quebrada Huaycoloro</i> .....	114
<b>Figura 51</b> <i>Identificación de bordes naturales</i> .....	115
<b>Figura 52</b> <i>Identificación de focos culturales</i> .....	115
<b>Figura 53</b> <i>Identificación de áreas verdes y espacios públicos</i> .....	116
<b>Figura 54</b> <i>Identificación de equipamientos urbanos</i> .....	116
<b>Figura 55</b> <i>Fases de investigación</i> .....	120
<b>Figura 56</b> <i>Fases del tratamiento de los residuos sólidos urbanos (RSU)</i> .....	131
<b>Figura 57</b> <i>Fases del reciclaje de plásticos</i> .....	132

<b>Figura 58</b> <i>Fases del reciclaje de papel y cartón</i> .....	133
<b>Figura 59</b> <i>Fases del reciclaje de metales</i> .....	134
<b>Figura 60</b> <i>Fases del reciclaje de vidrio</i> .....	135
<b>Figura 61</b> <i>Dimensiones de la cinta de separación manual</i> .....	135
<b>Figura 62</b> <i>Dimensiones de la máquina trituradora</i> .....	136
<b>Figura 63</b> <i>Dimensiones de la lavadora horizontal</i> .....	137
<b>Figura 64</b> <i>Dimensiones de la centrifugadora dinámica</i> .....	138
<b>Figura 65</b> <i>Dimensiones de la compactadora</i> .....	138
<b>Figura 66</b> <i>Dimensiones del granulador</i> .....	139
<b>Figura 67</b> <i>Dimensiones del separador magnético</i> .....	140
<b>Figura 68</b> <i>Distribución de cargas de un sistema aporticado</i> .....	142
<b>Figura 69</b> <i>Partes de una nave industrial</i> .....	143
<b>Figura 70</b> <i>Automatización en edificios - Inmótica</i> .....	146
<b>Figura 71</b> <i>Esquema general de funcionamiento de un edificio - Inmótica</i> .....	146
<b>Figura 72</b> <i>Tipologías de funcionamiento de un edificio - Inmótica</i> .....	147
<b>Figura 73</b> <i>Planta de tratamiento con cobertura</i> .....	148
<b>Figura 74</b> <i>Componentes de la biobox</i> .....	149
<b>Figura 75</b> <i>Etapas del reactor biológico secuencial</i> .....	150
<b>Figura 76</b> <i>Esquema de captación de agua pluvial</i> .....	151
<b>Figura 77</b> <i>Funcionamiento del sistema fotovoltaico de autoconsumo</i> .....	152
<b>Figura 78</b> <i>Diagrama del sistema fotovoltaico</i> .....	153
<b>Figura 79</b> <i>Sistema de riego mediante microaspersores</i> .....	156
<b>Figura 80</b> <i>Ubicación general del terreno</i> .....	157
<b>Figura 81</b> <i>Ubicación específica del terreno</i> .....	157
<b>Figura 82</b> <i>Zonificación del terreno</i> .....	158

<b>Figura 83</b> <i>Dimensiones del perímetro, áreas del terreno y colindancias</i> .....	161
<b>Figura 84</b> <i>Vías generales de acceso al terreno</i> .....	162
<b>Figura 85</b> <i>Vías locales secundarias próximas al terreno</i> .....	162
<b>Figura 86</b> <i>Corte esquemático de vías locales secundarias próximas al terreno</i> .....	162
<b>Figura 87</b> <i>Equipamiento Urbano - Educación</i> .....	164
<b>Figura 88</b> <i>Equipamiento Urbano - Salud</i> .....	164
<b>Figura 89</b> <i>Equipamiento Urbano – Iglesias y Capillas</i> .....	164
<b>Figura 90</b> <i>Equipamiento Urbano – Mercados y Supermercados</i> .....	165
<b>Figura 91</b> <i>Equipamiento Urbano – Parques y Losas deportivas</i> .....	165
<b>Figura 92</b> <i>Mapa de microzonificación sísmica - SJL</i> .....	166
<b>Figura 93</b> <i>Resumen técnico del estudio de Microzonificación sísmica - SJL</i> .....	166
<b>Figura 94</b> <i>Plano topográfico del terreno</i> .....	167
<b>Figura 95</b> <i>Corte topográfico A-A del terreno</i> .....	167
<b>Figura 96</b> <i>Mapa del clima del departamento de Lima</i> .....	168
<b>Figura 97</b> <i>Temperaturas medias y precipitaciones mensuales, distrito de San Juan de Lurigancho</i> .....	168
<b>Figura 98</b> <i>Temperaturas máximas diarias, distrito de San Juan de Lurigancho</i> .....	169
<b>Figura 99</b> <i>Rosa de vientos, distrito de San Juan de Lurigancho</i> .....	170
<b>Figura 100</b> <i>Velocidad del viento mensual, distrito de San Juan de Lurigancho</i> .....	171
<b>Figura 101</b> <i>Precipitaciones diarias, distrito de San Juan de Lurigancho</i> .....	171
<b>Figura 102</b> <i>Carta solar, recorrido del sol anual del terreno</i> .....	172
<b>Figura 103</b> <i>Esquema de iluminación y ventilación natural</i> .....	173
<b>Figura 104</b> <i>Parámetros bioclimáticos del proyecto</i> .....	174
<b>Figura 105</b> <i>Acondicionamiento bioclimático de la zona 01</i> .....	174
<b>Figura 106</b> <i>Características bioclimáticas de la zona 01</i> .....	175

<b>Figura 107</b> <i>Análisis funcional de la secretaría – sala de espera</i> .....	189
<b>Figura 108</b> <i>Análisis funcional de la dirección</i> .....	189
<b>Figura 109</b> <i>Análisis funcional de la subdirección</i> .....	189
<b>Figura 110</b> <i>Análisis funcional de la sala de reuniones</i> .....	190
<b>Figura 111</b> <i>Análisis funcional de la coordinación administrativa</i> .....	190
<b>Figura 112</b> <i>Análisis funcional del archivo</i> .....	191
<b>Figura 113</b> <i>Análisis funcional del economato</i> .....	191
<b>Figura 114</b> <i>Análisis funcional del laboratorio de investigación</i> .....	192
<b>Figura 115</b> <i>Análisis funcional del área de elaboración de prototipo</i> .....	192
<b>Figura 116</b> <i>Análisis funcional de la biblioteca</i> .....	194
<b>Figura 117</b> <i>Análisis funcional del taller de capacitación</i> .....	195
<b>Figura 118</b> <i>Distancias de las circulaciones próximas a los talleres de capacitación</i> .....	195
<b>Figura 119</b> <i>Análisis funcional del SUM</i> .....	196
<b>Figura 120</b> <i>Análisis funcional del comedor/ Tipo I</i> .....	197
<b>Figura 121</b> <i>Análisis funcional del comedor/ Tipo II</i> .....	197
<b>Figura 122</b> <i>Análisis funcional de la barra</i> .....	197
<b>Figura 123</b> <i>Análisis funcional del tópico</i> .....	198
<b>Figura 124</b> <i>Análisis funcional del estacionamiento para automóviles de visitantes y personal</i> .....	199
<b>Figura 125</b> <i>Análisis funcional del estacionamiento para automóviles de personas discapacitadas</i> .....	199
<b>Figura 126</b> <i>Análisis funcional del estacionamiento para buses</i> .....	200
<b>Figura 127</b> <i>Análisis funcional del estacionamiento para bicicletas y motos</i> .....	200
<b>Figura 128</b> <i>Análisis funcional del estacionamiento para camiones</i> .....	200
<b>Figura 129</b> <i>Organigrama General</i> .....	211

<b>Figura 130</b> <i>Organigrama de la zona administrativa, primer nivel</i> .....	211
<b>Figura 131</b> <i>Organigrama de la zona administrativa, segundo nivel</i> .....	212
<b>Figura 132</b> <i>Organigrama de la zona de comercio</i> .....	212
<b>Figura 133</b> <i>Organigrama de la zona de experimentación y almacenamiento, primer nivel</i>	212
<b>Figura 134</b> <i>Organigrama de la zona de experimentación y almacenamiento, segundo nivel</i> .....	213
<b>Figura 135</b> <i>Organigrama de la zona de investigación, primer nivel</i> .....	213
<b>Figura 136</b> <i>Organigrama de la zona de investigación, segundo nivel</i> .....	213
<b>Figura 137</b> <i>Organigrama de la zona de revisión de información, primer nivel</i> .....	214
<b>Figura 138</b> <i>Organigrama de la zona de revisión de información, segundo nivel</i> .....	214
<b>Figura 139</b> <i>Organigrama de la zona de capacitación, primer nivel</i> .....	214
<b>Figura 140</b> <i>Organigrama de la zona de capacitación, segundo nivel</i> .....	215
<b>Figura 141</b> <i>Organigrama de la zona de difusión 1 - Auditorio</i> .....	215
<b>Figura 142</b> <i>Organigrama de la zona de difusión 2 - SUM</i> .....	215
<b>Figura 143</b> <i>Organigrama de la zona de servicios complementarios 1 - Enfermería</i> .....	216
<b>Figura 144</b> <i>Organigrama de la zona de servicios complementarios 2 - Cafetería/Comedor</i> .....	216
<b>Figura 145</b> <i>Organigrama de la zona de servicios complementarios 3 - Lactario</i> .....	216
<b>Figura 146</b> <i>Organigrama de la zona de servicios generales</i> .....	217
<b>Figura 147</b> <i>Diagrama de relaciones ponderadas, parte 1</i> .....	218
<b>Figura 148</b> <i>Diagrama de relaciones ponderadas, parte 2</i> .....	219
<b>Figura 149</b> <i>Diagrama de flujos de la zona administrativa</i> .....	220
<b>Figura 150</b> <i>Diagrama de flujos de la zona de comercio</i> .....	221
<b>Figura 151</b> <i>Diagrama de flujos de la zona de experimentación y almacenamiento</i> .....	221
<b>Figura 152</b> <i>Diagrama de flujos de la zona de investigación</i> .....	222

<b>Figura 153</b>	<i>Diagrama de flujos de la zona de revisión de información</i> .....	222
<b>Figura 154</b>	<i>Diagrama de flujos de la zona de capacitación</i> .....	223
<b>Figura 155</b>	<i>Diagrama de flujos de la zona de difusión 1 - Auditorio</i> .....	223
<b>Figura 156</b>	<i>Diagrama de flujos de la zona de difusión 2 - SUM</i> .....	224
<b>Figura 157</b>	<i>Diagrama de flujos de la zona de servicios complementarios 1 - Enfermería</i> ..	224
<b>Figura 158</b>	<i>Diagrama de flujos de la zona de servicios complementarios 2 - Cafetería/Comedor</i> .....	225
<b>Figura 159</b>	<i>Diagrama de flujos de la zona de servicios complementarios 3 - Lactario</i> .....	225
<b>Figura 160</b>	<i>Diagrama de flujos de la zona de servicios generales</i> .....	226
<b>Figura 161</b>	<i>Diagrama de flujos de la zona de acceso, recreación y estacionamientos</i> .....	226
<b>Figura 162</b>	<i>Zonificación según sus accesos y relaciones</i> .....	227
<b>Figura 163</b>	<i>Zonificación preliminar</i> .....	228
<b>Figura 164</b>	<i>Zonificación resultante</i> .....	228
<b>Figura 165</b>	<i>Composición volumétrica</i> .....	230
<b>Figura 166</b>	<i>Plot plan - Centro de investigación y capacitación en materiales sostenibles</i> ..	231
<b>Figura 167</b>	<i>Diseño de senderos exteriores, ingreso</i> .....	232
<b>Figura 168</b>	<i>Diseño de senderos exteriores, conexión con zona de juegos</i> .....	233
<b>Figura 169</b>	<i>Lámina detalle, Mobiliario 01</i> .....	234
<b>Figura 170</b>	<i>Lámina detalle, Mobiliario 02</i> .....	234
<b>Figura 171</b>	<i>Lámina detalle, Mobiliario 04</i> .....	235
<b>Figura 172</b>	<i>Lámina detalle, Mobiliario 05</i> .....	235
<b>Figura 173</b>	<i>Vista general de mobiliario 01 y 02</i> .....	236
<b>Figura 174</b>	<i>Vista general de mobiliario 02 y 04</i> .....	236
<b>Figura 175</b>	<i>Vista general de mobiliario 05</i> .....	236

<b>Figura 176</b> <i>Recorrido solar del Centro de investigación y capacitación en solsticio de verano</i> .....	237
<b>Figura 177</b> <i>Recorrido solar del Centro de investigación y capacitación en solsticio de invierno</i> .....	237
<b>Figura 178</b> <i>Recorrido solar del Centro de investigación y capacitación en equinoccio de otoño</i> .....	238
<b>Figura 179</b> <i>Recorrido solar del Centro de investigación y capacitación en equinoccio de primavera</i> .....	238
<b>Figura 180</b> <i>Ventilación cruzada – Z. Revisión de información</i> .....	239
<b>Figura 181</b> <i>Ubicación de paneles solares – Sector E</i> .....	242
<b>Figura 182</b> <i>Sistema de celosías móviles – Z. Capacitación</i> .....	242
<b>Figura 183</b> <i>Solución acústica – Z. Revisión de información</i> .....	243
<b>Figura 184</b> <i>Diseño paisajístico – Acceso hacia zona administrativa</i> .....	244
<b>Figura 185</b> <i>Diseño paisajístico – Acceso hacia zona de experimentación y almacenamiento</i> .....	244
<b>Figura 186</b> <i>Diseño paisajístico – Acceso hacia cafetería</i> .....	244
<b>Figura 187</b> <i>Vista General del Centro – Esquina frontal derecha (Sin cobertura central)</i> ...	249
<b>Figura 188</b> <i>Vista General del Centro – Esquina posterior derecha (Sin cobertura central)</i> .....	249
<b>Figura 189</b> <i>Vista General del Centro – Esquina posterior izquierda (Sin cobertura central)</i> .....	249
<b>Figura 190</b> <i>Vista General del Centro – Esquina frontal izquierda (Con cobertura central)</i> .....	250
<b>Figura 191</b> <i>Vista General del Centro – Ingreso al Centro de investigación y capacitación en materiales sostenibles</i> .....	250

<b>Figura 192</b>	<i>Vista exterior – Estacionamientos públicos</i>	250
<b>Figura 193</b>	<i>Vista exterior frontal – Plaza Central</i>	251
<b>Figura 193</b>	<i>Vista exterior posterior – Plaza Central</i>	251
<b>Figura 194</b>	<i>Vista exterior – Estacionamiento de uso administrativo</i>	251
<b>Figura 195</b>	<i>Vista exterior – Ingreso hacia auditorio</i>	252
<b>Figura 196</b>	<i>Vista exterior – Ingreso hacia laboratorios</i>	252
<b>Figura 197</b>	<i>Vista exterior – Ingreso hacia zona de experimentación y almacenamiento</i>	252
<b>Figura 198</b>	<i>Vista exterior – Ingreso hacia zona de experimentación y almacenamiento</i>	253
<b>Figura 199</b>	<i>Vista exterior – Ingreso hacia zona de laboratorios</i>	253
<b>Figura 200</b>	<i>Vista exterior – Cafetería &amp; Restaurante</i>	253
<b>Figura 200</b>	<i>Vista exterior – Zona de recreación</i>	254
<b>Figura 200</b>	<i>Vista exterior – Vista lateral de zona de capacitación</i>	254
<b>Figura 201</b>	<i>Vista exterior – Zona de revisión de información</i>	254
<b>Figura 202</b>	<i>Vista exterior – Zona de capacitación</i>	255
<b>Figura 203</b>	<i>Vista exterior – Zona de acceso capacitación</i>	255
<b>Figura 204</b>	<i>Vista exterior – Zona de acceso administración</i>	255
<b>Figura 205</b>	<i>Vista exterior – Zona de acceso plaza central</i>	256
<b>Figura 206</b>	<i>Vista interior – Zona de revisión de información, lectura grupal</i>	256
<b>Figura 207</b>	<i>Vista interior – Zona de revisión de información, lectura informal</i>	256
<b>Figura 208</b>	<i>Vista interior – Zona de revisión de información, lectura individual</i>	257
<b>Figura 209</b>	<i>Vista interior – Zona de revisión de información, lectura colectiva</i>	257
<b>Figura 210</b>	<i>Vista interior – Zona de capacitación, aulas</i>	257

## RESUMEN

En el distrito de San Juan de Lurigancho, la contaminación ambiental representa uno de los principales desafíos debido a la alta producción diaria de residuos sólidos y la falta de infraestructura adecuada para su gestión. Esto conduce a que estos desechos terminen en vertederos informales, rellenos sanitarios o sean incinerados, causando daños irreversibles a la capa de ozono mediante la emisión de gases de efecto invernadero. El objetivo principal del estudio es desarrollar el proyecto "Centro de Investigación y Capacitación en Materiales Sostenibles, distrito de San Juan de Lurigancho, año 2024", integrando el principio de las 3R (Reducir, Reutilizar, Reciclar) para mejorar la calidad ambiental y de vida de la población local. La metodología empleada es descriptiva y aplicada, con un enfoque cualitativo que incluyó una exploración de campo exhaustiva y un análisis documental detallado para fundamentar el estudio con información veraz y fiable. Se identificaron las necesidades, actividades y relaciones espaciales para establecer el programa arquitectónico, considerando aspectos ambientales, de accesibilidad y equipamiento necesario para los usuarios. Las conclusiones subrayan la importancia de la sostenibilidad en la configuración y prestación de servicios esenciales del centro, donde se experimentará con residuos sólidos para transformarlos en materiales renovados. Estos prototipos se exhibirán en una plaza central, permitiendo a la comunidad aprender estrategias efectivas para gestionar sus desechos domésticos de manera sostenible.

*Palabras claves:* Centro de investigación, materiales sostenibles, reducir, reciclar, reutilizar, residuos sólidos, calidad de vida.

## ABSTRACT

In the district of San Juan de Lurigancho, environmental pollution represents one of the main challenges due to the high daily production of solid waste and the lack of adequate infrastructure for its management. This leads to this waste ending up in informal landfills, sanitary landfills or being incinerated, causing irreversible damage to the ozone layer through the emission of greenhouse gases. The main objective of the study is to develop the project "Research and Training Center in Sustainable Materials, district of San Juan de Lurigancho, year 2024", integrating the principle of the 3Rs (Reduce, Reuse, Recycle) to improve environmental and quality quality. life of the local population. The methodology used is descriptive and applicative, with a qualitative approach that included an exhaustive field exploration and detailed documentary analysis to support the study with truthful and reliable information. The needs, activities and spatial relationships were identified to establish the architectural program, considering environmental aspects, accessibility and necessary equipment for users. The conclusions underline the importance of sustainability in the configuration and provision of essential services at the center, where solid waste will be experimented with to transform it into renewed materials. These prototypes will be displayed in a central plaza, allowing the community to learn effective strategies to manage their household waste sustainably.

*Keywords:* Research center, sustainable materials, reduce, recycle, reuse, solid waste, quality of life.

## I. INTRODUCCIÓN

Actualmente, San Juan de Lurigancho se destaca como uno de los distritos que más residuos sólidos emite dentro de la ciudad de Lima Metropolitana, ocupando el primer lugar en términos de volumen, con una cifra que supera las 400 000 toneladas de desechos generados anualmente.

El presente proyecto arquitectónico “*CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y CAPACITACIÓN EN MATERIALES SOSTENIBLES, DISTRITO DE SAN JUAN DE LURIGANCHO, AÑO 2024*” tiene por objeto la exploración y reutilización de los desechos sólidos existentes en el distrito, además de difundir y promover una correcta educación del reciclaje. Por consiguiente, se llevó a cabo el planteamiento de diseño de un espacio eficiente y confortable en donde se trabaje de forma conjunta para aprovechar creativamente la materia adquirida, transformarla en un nuevo componente que sea útil y económicamente accesible para las personas.

La investigación se estructura en 6 capítulos, cada uno de ellos de gran importancia para el desarrollo del tema. El capítulo I se enfoca en el análisis general del problema para establecer los objetivos y justificar la investigación a partir de los antecedentes relevantes. En el capítulo II se definen las bases teóricas necesarias para comprender los parámetros del tema y organizar la información de manera efectiva. Mientras que el capítulo III detalla la metodología empleada, incluyendo variables, muestras, instrumentos y procedimientos para un análisis exhaustivo. Posteriormente, en el capítulo IV se presentan los resultados finales, describiendo detalladamente el estudio completo del proyecto, incluyendo la accesibilidad, los diagramas y todos los criterios de diseño empleados estratégicamente. El capítulo V se centra en la discusión de resultados del proyecto, abarcando múltiples planos y vistas 3D. Finalmente, se exponen las conclusiones de la investigación, las referencias bibliográficas y los anexos pertinentes.

## **1.1. Descripción y formulación del problema**

### ***1.1.1. Descripción del problema***

La presencia de contaminación derivada de los residuos sólidos constituye un desafío global de alcance considerable, cuyos efectos impactan de manera significativa en diversos aspectos, incluyendo la estabilidad del entorno natural, el bienestar de las personas y la riqueza biológica que habita en los ecosistemas.

La creciente producción de desechos, que abarca una variedad de elementos cotidianos como botellas de plástico, bolsas, envases de cartón y latas, es el resultado de la vida moderna. Sin una gestión adecuada, estos desechos terminan en lugares inapropiados, como ríos, calles, parques y vertederos.

La falta de una estrategia planificada y sostenible para abordar los desechos, tanto orgánicos como inorgánicos, intensifica la situación al dificultar su tratamiento y descomposición adecuados. Esto, a su vez, provoca un impacto negativo en el entorno y representa un riesgo para la salud de los habitantes.

Dichos factores afectan directa y negativamente a la calidad del agua potable, la condición del aire, la fertilidad del suelo y contribuye a la generación de montículos de basura en los espacios urbanos que provocan un impacto visual desfavorable en el área. Así como también, repercute en la salud de las personas ocasionando problemas respiratorios, infecciones, alergias, entre otras enfermedades relacionadas con la contaminación.

Jaramillo (2003) sostiene que existen otros riesgos provocados de manera indirecta, como la propagación de animales que portan microorganismos que transmiten enfermedades a toda la población. Encontrando moscas, ratas, cucarachas, entre otros; los cuales aprovechan estos desechos sólidos para alimentarse y como entorno para su reproducción. También menciona que en ocasiones la basura es usada como alimento regular del ganado vacuno,

porcino y aviar, poniendo en riesgo la salud pública de las personas. Así mismo, señala que la generación de cúmulos de basura presentes en los bordes de las vías de flujo vehicular es causante de múltiples accidentes de tránsito debido a la poca visibilidad que se tiene, en consecuencia, del humo generado por la quema de basura en el lugar.

En la figura 1, se puede observar que según el reporte presentado por World Air Quality (2022), Perú ocupa la posición número 38 en el ranking mundial de países/regiones con el índice más elevado de contaminación ambiental. Este dato resalta la preocupante situación en la que se encuentra el país en términos de calidad del aire y su impacto en el entorno. Dentro de este panorama, se identifican diversas fuentes de contaminación que contribuyen de manera significativa a esta problemática. Entre ellas, se destacan los vehículos que, al emitir una gran cantidad de gases tóxicos y nocivos, constituyen un factor esencial en la degradación de la calidad del aire. De igual manera, se menciona el uso desmesurado de la energía eléctrica, un aspecto que además se distingue como una fuente importante para la degradación ambiental.

Igualmente, se hace evidente que los incendios forestales desempeñan un papel de importancia en la contribución a la contaminación en el Perú. Por último, aunque no menos crucial, otro aspecto que emerge como un elemento relevante en esta coyuntura es la contaminación originada por la actividad industrial.

La presencia de industrias en el país, en su afán de producción y crecimiento económico, ha aportado de manera notoria a la emisión de contaminantes que afectan la calidad del aire. Este factor, aunque se considera el último en esta lista, está lejos de ser menos importante. De hecho, se une al conjunto de fuentes de contaminación que, en colaboración, ejercen una influencia negativa en la condición de la salud ambiental del país.

**Figura 1**País/región según población ponderada, concentración promedio de PM2.5 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

**2022 Country/region ranking**

Population weighted, 2022 average PM2.5 concentration ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) for countries, regions, and territories in descending order

1	Chad	89.7	45	Türkiye	21.1	89	Spain	10.0
2	Iraq	80.1	46	Sri Lanka	20.7	90	Maldives	10.9
3	Pakistan	70.9	47	Senegal	20.4	91	Belgium	10.8
4	Bahrain	66.6	48	Syria	20.0	92	Austria	10.6
5	Bangladesh	65.8	49	Mexico	19.5	93	Honduras	10.2
6	Burkina Faso	63.0	50	Greece	19.0	94	Latvia	10.1
7	Kuwait	55.8	51	Azerbaijan	18.9	95	Switzerland	10.0
8	India	53.3	52	Italy	18.9	96	Ukraine	9.7
9	Egypt	46.5	53	Israel	18.8	97	Japan	9.1
10	Tajikistan	46.0	54	Guatemala	18.6	98	Panama	9.0
11	United Arab Emirates	45.9	55	Bulgaria	18.3	99	United States	8.9
12	Sudan	44.6	56	South Korea	18.3	100	Nicaragua	8.9
13	Rwanda	44.0	57	Thailand	18.1	101	United Kingdom	8.9
14	Qatar	42.5	58	Algeria	17.8	102	Angola	8.8
15	Saudi Arabia	41.5	59	Malaysia	17.7	103	Denmark	8.6
16	Nepal	40.1	60	Romania	17.2	104	Cambodia	8.3
17	Uganda	39.6	61	Georgia	17.0	105	Liechtenstein	8.3
18	Nigeria	36.9	62	Poland	16.3	106	Portugal	8.1
19	Bosnia Herzegovina	33.6	63	Colombia	15.7	107	Costa Rica	7.9
20	Uzbekistan	33.5	64	Montenegro	15.7	108	Argentina	7.7
21	Iran	32.5	65	Cyprus	15.6	109	Ireland	7.5
22	Armenia	31.4	66	Democratic Republic of the Congo	15.5	110	Luxembourg	7.4
23	Ethiopia	31.3	67	Macao SAR	15.4	111	Canada	7.4
24	Kyrgyzstan	31.1	68	Slovenia	15.1	112	Bolivia	7.3
25	China	30.6	69	Philippines	14.9	113	Suriname	7.0
26	Indonesia	30.4	70	Kosovo	14.7	114	Norway	7.0
27	Ghana	30.2	71	Slovakia	14.5	115	Sweden	6.2
28	Mongolia	29.5	72	Hong Kong SAR	14.5	116	Belize	5.6
29	Laos	27.6	73	Albania	14.5	117	Andorra	5.4
30	Vietnam	27.2	74	El Salvador	14.2	118	Trinidad and Tobago	5.1
31	North Macedonia	25.6	75	Czech Republic	13.4	119	Finland	5.0
32	Gabon	25.0	76	Taiwan	13.4	120	Estonia	4.9
33	Serbia	24.7	77	Singapore	13.3	121	New Zealand	4.8
34	Zambia	24.6	78	Lithuania	13.2	122	Puerto Rico	4.3
35	Myanmar	24.3	79	Guyana	12.6	123	Australia	4.2
36	Madagascar	23.7	80	Hungary	12.6	124	Grenada	3.8
37	Croatia	23.7	81	Brazil	12.2	125	New Caledonia	3.5
38	Peru	23.5	82	Malta	11.7	126	Iceland	3.4
39	South Africa	23.1	83	Kenya	11.5	127	Bonin, Sint Eustasius and Saba	3.3
40	Kazakhstan	23.0	84	France	11.5	128	Bermuda	3.0
41	Moldova	22.6	85	Uruguay	11.3	129	U.S. Virgin Islands	2.9
42	Ivory Coast	22.5	86	Russia	11.2	130	French Polynesia	2.5
43	Chile	22.2	87	Netherlands	11.0	131	Guam	1.3
44	Turkmenistan	21.6	88	Germany	11.0			

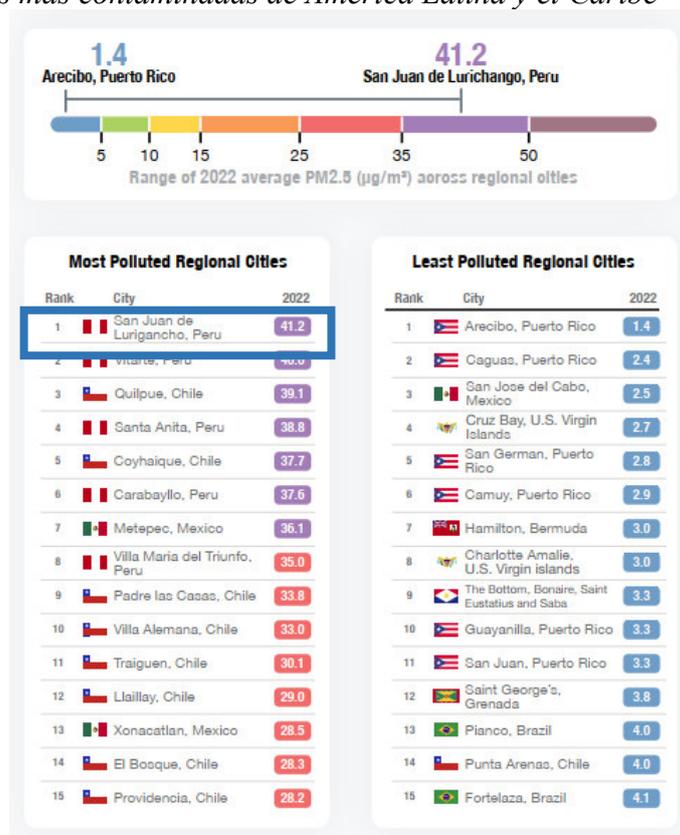
*Nota.* El Perú registra un total de 23.5 PM2.5 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) en una escala del 1 al 100 PM2.5 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Adaptada de “Region & City PM2.5 Ranking”, por IQAir, 2022, *World Air Quality Report*,

I(1). (<https://www.greenpeace.org/static/planet4-india-stateless/2023/03/2fe33d7a-2022-world-air-quality-report.pdf>).

Así mismo, también se catalogó a San Juan de Lurigancho como la región con la tasa más alta de contaminación en América Latina y el Caribe alcanzando un nivel de 41.2 partículas suspendidas en el aire con un diámetro de 2.5 micrómetros “PM2.5” ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), siendo el segundo puesto para el distrito de Ate Vitarte con una concentración de 40 PM2.5 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), ver figura 2.

**Figura 2**  
Ciudades regionales más contaminadas de América Latina y el Caribe



Nota. Adaptada de “Region & City PM<sub>2.5</sub> Ranking”, por IQAir, 2022, *World Air Quality Report*, 1(1). (<https://www.greenpeace.org/static/planet4-india-stateless/2023/03/2fe33d7a-2022-world-air-quality-report.pdf>).

De manera similar, la Municipalidad Metropolitana de Lima ha mantenido registros precisos sobre la cantidad de residuos sólidos generados anualmente en el período comprendido entre 2014 y 2021. Al examinar los datos detallados en la Tabla 1, se observa de manera evidente que San Juan de Lurigancho se posiciona de manera constante como el distrito que presenta la mayor producción de desechos en cada uno de esos años. Este patrón plantea una interrogante fundamental acerca de las razones detrás de esta marcada tendencia hacia una generación excesiva de residuos en dicho distrito.

El Instituto Nacional de Estadísticas e Informática (INEI) en el año 2022 indicó que San Juan de Lurigancho es el distrito con la mayor densidad poblacional, albergando a un total

de 1 millón 225 mil 92 personas. Esta cifra apunta a una conexión significativa entre la cantidad de habitantes en el distrito y la generación de residuos sólidos. Es evidente que el aumento en la población conlleva una creciente demanda de bienes y servicios, esto implica una mayor fabricación de productos, alimentos, envases y otros elementos. Esta dinámica directamente relacionada entre población y generación de desechos acentúa la importancia de implementar estrategias efectivas de gestión de residuos en una región densamente habitada como San Juan de Lurigancho.

**Tabla 1**

*Residuos sólidos municipales generados en la provincia de Lima, según los diez primeros distritos más contaminantes, 2018-2021 (Toneladas)*

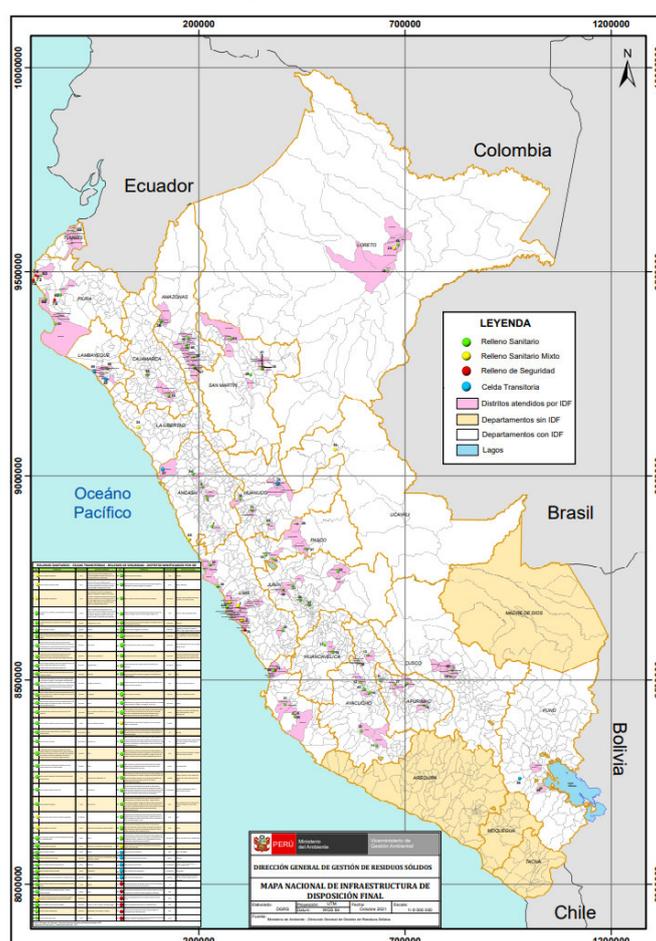
<b>Distrito</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021 P/</b>
San Juan de Lurigancho	345 483	357 745	365 622	413 557
San Martín de Porres	267 666	276 688	293 358	299 245
Lima	235 316	230 673	234 524	207 516
Ate	207 775	202 035	207 580	257 831
Comas	173 129	182 176	244 889	253 119
Villa María del Triunfo	193 382	178 141	180 263	179 779
Santiago de Surco	139 073	144 805	195 337	170 521
San Juan de Miraflores	163 874	167 792	164 758	191 784
La Victoria	142 453	165 528	195 297	143 790
Carabayllo	71 085	75 716	126 645	169 412

Nota. Adaptada de “Base de datos de la Municipalidad Metropolitana de Lima – Gerencia de Servicios a la Ciudad y Gestión Ambiental – Sub-Gerencia de Gestión”, por Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2014. ([https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=https%3A%2F%2Fm.inei.gob.pe%2Fmedia%2FMenuRecursivo%2Findices\\_tematicos%2F62\\_2.xlsx&wdOrigin=BROWSELINK](https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=https%3A%2F%2Fm.inei.gob.pe%2Fmedia%2FMenuRecursivo%2Findices_tematicos%2F62_2.xlsx&wdOrigin=BROWSELINK)).

Conforme a los datos proporcionados por el Ministerio del Ambiente del Perú (MINAM) en el año 2021, el país registró un total de 57 rellenos sanitarios, 8 rellenos sanitarios mixtos, 6 rellenos de seguridad y 5 celdas transitorias. Entre estas, se identificaron 5 en Amazonas, 6 en Áncash, 4 en Apurímac, 7 en Ayacucho, 2 en Cajamarca, 1 en el Callao, 2 en Cusco, 2 en Huancavelica, 4 en Huánuco, 4 en Ica, 5 en Junín, 1 en La Libertad, 3 en Lambayeque, 7 en Lima, 3 en Loreto, 4 en Pasco, 8 en Piura, 2 en Puno, 4 en San Martín, 1 en Tumbes, y finalmente, 1 en Ucayali (ver figura 3).

### Figura 3

*Mapa nacional de infraestructura de disposición final de residuos sólidos*



*Nota.* Tomado de *Mapa nacional de infraestructura de disposición final, 2021*, por Ministerio del Ambiente – Dirección general de gestión de residuos sólidos, 2021. ([https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2002072/Mapa%20Nacional%20de%20Infraestructura%20de%20disposición%20final\\_191021.pdf?v=1652317381](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2002072/Mapa%20Nacional%20de%20Infraestructura%20de%20disposición%20final_191021.pdf?v=1652317381)).

Sin embargo, es crucial destacar que de los siete rellenos sanitarios que existen en Lima, el relleno sanitario Huaycoloro, encargado de prestar servicios al distrito de San Juan de Lurigancho, no habría establecido una correcta gestión del traslado de la basura. Esto resulta en la presencia visible de acumulaciones de desechos en las calles tanto orgánicos como inorgánicos, lo que contribuye a la contaminación visual y ambiental en la zona. En este contexto, la implementación del principio de las 3R (Reducir, Reutilizar y Reciclar) podría ofrecer soluciones efectivas para minimizar la generación de residuos y gestionar de manera más eficiente aquellos que sí se producen, reduciendo así la carga sobre los rellenos sanitarios y disminuyendo la contaminación en el entorno urbano.

En cuanto a la composición física de los residuos generados en el distrito de estudio, según información proporcionada por la municipalidad distrital detallada en la Figura 4, se destaca que el 81.83% de estos residuos son aprovechables. Este porcentaje se divide en dos grupos principales: los residuos orgánicos, que representan el 40.18%, y los residuos inorgánicos, que constituyen el 41.65%. Estos últimos se subdividen en desechos plásticos (13%), papel (9%), cartón (7%), vidrio (3%), tetra brik (1%), metales (6%), textiles (2%), caucho-cuero-jebe (1%), ver figura 5.

En relación con los residuos que no son reciclables, constituyen un total del 18.64% del conjunto de desechos generados. Este grupo incluye una variedad de elementos como bolsas plásticas de un solo uso, residuos sanitarios (papel higiénico, pañales, toallas sanitarias), pilas y baterías usadas, tecnopor (o poliestireno expandido), residuos inertes como tierra y piedras, restos de medicamentos vencidos, envolturas de snacks y otros tipos de residuos no categorizados.

**Figura 4**

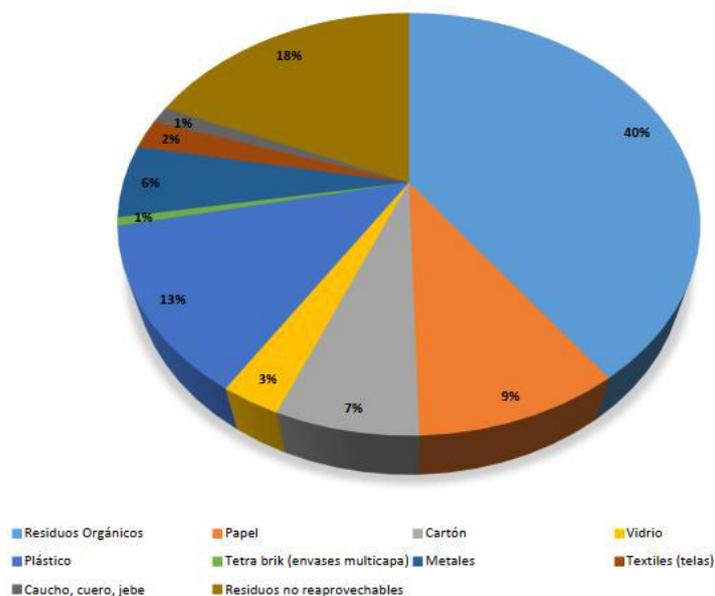
*Detalle de las categorías de residuos sólidos presentes en el distrito de San Juan de Lurigancho (%)*

TIPO DE RESIDUO SÓLIDO	COMPOSICIÓN			TOTAL Kg/día	COMPOSICIÓN PORCENTUAL %
	DOMICILIARIOS	NO DOMICILIARIOS	ESPECIAL		
	Kg/día	Kg/día	Kg/día		
<b>1. Residuos aprovechables</b>	540,721.06	332709.19	3,721.54	882,212.00	81.83%
<b>1.1. Residuos Orgánicos</b>	251,175.30	181098.85	937.42	433,211.57	40.18%
Residuos de alimentos (restos de comida, cascara, restos de frutas, verduras, hortalizas y otros similares)	165,882.97	157701.01	726.51	324,310.49	30.08%
Residuos de maleza y poda (restos de flores, hojas, tallos, grass, otros similares)	53,535.13	8546.27	0.00	62,081.40	5.76%
Otros orgánicos (estiércol de animales menores, huesos y similares)	31,757.20	14851.57	210.92	46,819.68	4.34%
<b>1.2. Residuos Inorgánicos</b>	289,545.76	151610.33	2,784.12	449,000.42	41.65%
<b>1.2.1. Papel</b>	65,130.49	37160.01	1,058.83	103,349.33	9.59%
Blanco	23,296.42	13347.01	77.70	36,721.13	3.41%
Periódico	24,683.27	9536.77	611.20	34,831.25	3.23%
Mixto (páginas de cuadernos, revistas, otros similares)	17,150.80	14276.23	369.92	31,796.96	2.95%
<b>1.2.2. Cartón</b>	42,252.38	28914.68	757.70	71,924.76	6.67%
Blanco (liso y cartulina)	17,712.72	4870.84	22.87	22,606.43	2.10%
Marrón (Corrugado)	14,393.60	16226.87	675.06	31,295.52	2.90%
Mixto (tapas de cuaderno, revistas, otros similares)	10,146.06	7816.97	59.77	18,022.81	1.67%
<b>1.2.3. Vidrio</b>	24,780.32	5453.84	37.13	30,271.30	2.81%
Transparente	13,250.86	4198.55	37.13	17,486.55	1.62%
Otros colores (marrón – ámbar, verde, azul, entre otros)	9,615.04	1078.56	0.00	10,693.60	0.99%
Otros (vidrio de ventana)	1,914.42	176.73	0.00	2,091.15	0.19%
<b>1.2.4. Plástico</b>	88,031.86	49311.77	755.09	138,098.73	12.81%
PET-Tereftalato de polietileno (1) (aceite y botellas de bebidas y agua, entre otros similares)	28,641.48	26198.33	379.81	55,219.62	5.12%
PEAD-Polietileno de alta densidad (2) (botellas de lácteos, shampoo, detergente líquido, suavizante)	15,021.23	6940.36	189.53	22,151.13	2.05%
PEBD -Polietileno de baja densidad (4) (empaques de alimentos, empaques de plástico de papel higiénico, empaques de detergente, empaque film)	18,326.70	8034.28	124.35	26,485.33	2.46%
PP-polipropileno (5) (baldes, tinas, rafia, estuches negros de CD, tapas de bebidas, tapers)	12,628.07	3823.21	36.81	16,488.09	1.53%
PS -Poliestireno (6) (tapas cristalinas de Cds, micas, vasos de yogurt, cubetas de helado, envases de lavavajilla)	10,004.96	3392.98	24.59	13,422.53	1.25%
PVC-Policloruro de vinilo (3) (Tuberías de agua, desagüe y eléctricas)	3,409.42	922.61	0.00	4,332.04	0.40%
<b>1.2.5. Tetra brik (envases multicapa)</b>	5,047.81	1562.56	6.69	6,617.07	0.61%
<b>1.2.6. Metales</b>	39,646.74	20453.73	86.26	60,186.73	5.58%
Latas-hojalata (latas de leche, atún, entre otros)	13,556.79	13346.61	86.26	26,989.66	2.50%
Acero	9,259.50	1779.02	0.00	11,038.53	1.02%
Hierro	8,604.87	158.40	0.00	8,763.27	0.81%
Aluminio	7,889.28	3196.60	0.00	11,085.88	1.03%
Otros Metales	336.30	1973.10	0.00	2,309.40	0.21%
<b>1.2.7. Textiles (telas)</b>	16,547.35	8247.35	82.41	24,877.11	2.31%
<b>1.2.8. Caucho, cuero, jébe</b>	13,169.02	506.38	0.00	13,675.40	1.27%
<b>2. Residuos no reaprovechables</b>	116,646.91	82796.48	1,497.03	200,940.43	18.64%
Bolsas plásticas de un solo uso	29,074.65	18337.65	512.14	47,924.44	4.45%
Residuos sanitarios (Papel higiénico/Pañales/toallas sanitarias, excretas de mascotas.)	29,492.98	24276.05	320.63	54,089.66	5.02%
Pilas	10,184.17	596.48	0.00	10,780.65	1.00%
Tecnopor (poliestireno expandido)	8,090.88	9659.94	370.58	18,121.40	1.68%
Residuos inertes (tierra, piedras, cerámicos, ladrillos, entre otros)	19,197.49	5494.50	8.93	24,700.92	2.29%
Restos de medicamentos	4,737.47	2021.52	1.54	6,760.53	0.63%
Envolturas de snacks, galletas, caramelos, entre otros	10,036.73	11230.65	137.36	21,404.75	1.99%
Otros residuos no categorizados	5,832.53	11179.69	145.85	17,158.08	1.59%
<b>TOTAL</b>	<b>657,367.97</b>	<b>415,505.67</b>	<b>5,218.57</b>	<b>1,078,092.21</b>	<b>100.00%</b>

*Nota. Tomado de Composición total de residuos sólidos municipales en el distrito de San Juan de Lurigancho (%), por Municipalidad distrital de San Juan de Lurigancho, 2021. (<https://smia.munlima.gob.pe/uploads/documento/35cd47abebe3cb81.pdf>).*

### Figura 5

Configuración de los desechos sólidos presentes en el distrito de San Juan de Lurigancho (%)



Nota. Tomado de *Composición distrital de residuos sólidos municipales (%)*, por Municipalidad distrital de San Juan de Lurigancho, 2021. (<https://smia.munlima.gob.pe/uploads/documento/35cd47abebe3cb81.pdf>).

En el contexto actual, las construcciones representan una actividad inevitablemente ligada a la generación de residuos, una realidad que contrasta con las aspiraciones de las nuevas tendencias como la economía circular. Esta tendencia emergente busca eliminar el concepto de desperdicio a través del reciclaje, la reutilización de materiales y la reducción de la producción de residuos desde el inicio del proceso constructivo, aplicando así el principio de las 3R mencionado anteriormente.

Lamentablemente, en el Perú, el desarrollo de la construcción sostenible aún se encuentra en una fase incipiente. Aunque existe un creciente interés por adoptar prácticas más amigables con el medio ambiente, la falta de regulaciones claras y de incentivos económicos adecuados ha limitado su implementación a gran escala. Esto se ve agravado por la escasez de capacitación especializada en técnicas y tecnologías sostenibles dentro del sector de la construcción.

### **1.1.2. Formulación del problema**

#### **1.1.2.1. Problema general.**

¿Cómo integrar el principio de las 3R, que aboga por la reutilización de residuos, en los lineamientos de diseño de una propuesta arquitectónica de un Centro de Investigación y Capacitación en materiales sostenibles en el distrito de San Juan de Lurigancho, año 2024?

#### **1.1.2.2. Problemas específicos.**

¿Qué materiales sostenibles son idóneos para integrar el diseño arquitectónico de un Centro de Investigación y Capacitación en materiales sostenibles en el distrito de San Juan de Lurigancho, año 2024, considerando su durabilidad, resistencia y viabilidad económica?

¿De qué manera el diseño de acabados y mobiliario, elaborado con materiales reciclados, puede mejorar la eficiencia y sostenibilidad del Centro de Investigación y Capacitación en materiales sostenibles en el distrito de San Juan de Lurigancho, año 2024?

¿Qué estrategias de diseño sostenible pueden implementarse para promover la adopción óptima de recursos renovables en el Centro de Investigación y Capacitación en materiales sostenibles en el distrito de San Juan de Lurigancho, año 2024, considerando tanto su viabilidad técnica como su impacto ambiental y económico a largo plazo?

## **1.2. Antecedentes**

### **1.2.1. Antecedentes Nacionales**

Seminario (2022) en su tesis "*Centro de investigación y producción de materiales reciclados para la construcción y reducción de la contaminación ambiental en la provincia de Sullana, Piura, Perú 2022*", tiene como objetivo central demostrar que la implementación de un centro de investigación y producción de nuevos materiales a partir del reciclaje de residuos sólidos con fines constructivos conllevaría a un impacto positivo significativo en la

disminución de los niveles de contaminación ambiental presentes en la provincia de Sullana. Además de este beneficio ecológico, se contempla que esta propuesta ofrece una alternativa concreta y estratégica frente al aumento continuo de los precios de los materiales tradicionales utilizados en la construcción. Al mismo tiempo, el autor menciona que el proyecto podría resolver la carencia actual de infraestructura adecuada para llevar a cabo este tipo de actividades en la zona.

El diseño planteado para este centro se basa en sólidos principios arquitectónicos preestablecidos que se alinean con la visión sostenible y funcional del proyecto. Un elemento clave es la implementación del concepto de "microciudad", el cual estudia de manera profunda la interacción entre la experiencia subjetiva de la ciudad y las estructuras físicas que la conforman. Este enfoque pretende crear una relación íntima entre los usuarios y su entorno construido, fomentando la conexión con el espacio y permitiendo una mayor apreciación de su funcionalidad. En paralelo, se introduce la perspectiva de la "Neuro arquitectura", que busca crear entornos que estimulen la actividad mental y reduzcan los niveles de estrés. Al fundamentarse en principios derivados de las neurociencias, esta idea apunta a la creación de espacios que no solo sean eficientes desde el punto de vista funcional, sino que también tengan un impacto positivo en el bienestar y la salud de los usuarios.

En conclusión, Seminario plantea una propuesta ambiciosa que va más allá de la simple reducción de contaminación, abordando la necesidad de alternativas sostenibles y el enriquecimiento del bienestar humano a través de la arquitectura, contribuyendo de manera significativa al desarrollo continuo y al progreso sostenible de la provincia.

Luis (2020) en su investigación "*Instituto Tecnológico de materiales reciclables de Villa El Salvador*", sostiene que el diseño del edificio posee una visión profunda y significativa: preservar y honrar la identidad local, al mismo tiempo que estimula la educación y difusión de esta esencia cultural. Tampoco se limita únicamente a la materialización física del edificio, sino

que abarca la interacción de la arquitectura, los materiales empleados, las circulaciones internas y los espacios diseñados. Cada uno de estos elementos adquiere un rol importante al enseñar al público sobre los procesos de reciclaje y su trascendencia en el área. Pero el propósito fundamental es la creación de un espacio que no solo refleje la esencia del lugar, sino que también se transmita múltiples conocimientos sobre la vital importancia del reciclaje y su impacto positivo en el medio ambiente.

El autor también menciona que el instituto debe satisfacer las demandas específicas de la zona de intervención, por lo que selecciono al distrito de Villa el Salvador, el cual posee un nivel elevado de contaminación y acumulación de desechos. Problemática que surge debido a la ausencia de una instalación destinada a la separación de residuos inorgánicos. En este sentido, no solo se busca abordar la problemática en su origen, sino complementar de manera proactiva los variados programas de reciclaje ya existentes en el área. A través de esta iniciativa, se aspira a proporcionar una zona de estudio y formación en diversas disciplinas relacionadas con la preservación del medio ambiente. Así mismo, Luis indica que el distrito cuenta con ocho grupos de recicladores que actualmente operan en esta área, las cuales podrían aprovechar las instalaciones del instituto, incluyendo laboratorios y talleres, para llevar a cabo sus actividades.

En resumen, el proyecto arquitectónico establece un llamado a la acción y a la conciencia ambiental. Teniendo como enfoque principal la preservación de la identidad local, la educación y la reducción de problemas ambientales mediante la creación de un instituto tecnológico de materiales reciclables en Villa El Salvador.

Salinas (2018) en su investigación *“Análisis de los requerimientos urbano-arquitectónicos para el diseño de un Centro de reciclaje especializado en la recuperación de residuos inorgánicos”*, destaca su propósito de contribuir de manera profesional a través de una solución que sea esencial en el tejido urbano de la ciudad de Trujillo, con el fin de abordar y atenuar la creciente acumulación de desechos en la localidad.

El enfoque adoptado por el autor va más allá de la concepción del diseño de un espacio físico para las actividades de reciclaje. Si bien el diseño de este espacio resulta fundamental, el proyecto también abarca el compromiso de mejorar el entorno laboral de los recicladores, una comunidad crucial, pero a menudo marginada en el proceso de gestión de residuos. Esta visión inclusiva no solo busca optimizar sus entornos laborales, sino también darles la facilidad para que desempeñen un papel más efectivo en la cadena de reciclaje. Además, Salinas menciona que la educación es otro pilar de suma importancia en el proyecto, debido a que reconoce la necesidad de promover la conciencia ambiental hacia la sostenibilidad en las futuras generaciones.

En síntesis, el propósito del proyecto no solo es reducir la cantidad de desechos que llegan al vertedero, lo cual resulta en una disminución tangible de la contaminación ambiental y los problemas de salud asociados, sino también en una transformación más profunda en la relación de la comunidad con su entorno y con los recursos que emplea.

### ***1.2.2. Antecedentes Internacionales***

Prieto (2021) en su investigación "*Centro de capacitación e investigación en manejo de residuos*", tiene como propósito fundamental la creación de un proyecto arquitectónico que se establezca como un ejemplo de sostenibilidad y renovación. Para alcanzar este objetivo, el autor propone la revitalización de una estructura preexistente, en la cual coinciden tanto la eficiencia espacial como la utilización optimizada de materiales reutilizables en una zona específica.

Así mismo, el autor destaca la introducción de los principios de las 3-R (reducir, reutilizar y reciclar) y la perspectiva del "ciclo del residuo". Este enfoque se muestra en una metodología explicativa que se apoya en conceptos esenciales como "la plaza" y "la calle", los cuales son hábilmente utilizados para fundamentar y justificar la elección de una edificación

sostenible como el corazón del proyecto. Esta sistemática no solo enriquece el enfoque arquitectónico, sino que también le da una base conceptual sólida y relevante al proyecto.

Asu vez, se pone en evidencia la contribución de la arquitectura efímera en su propuesta, tratándose de la selección cuidadosa de materiales desmontables y transparentes, que a su vez facilitan la visibilidad de los elementos constructivos originales de la estructura preexistente. Esta elección estratégica no solo resalta la importancia de honrar y preservar la historia arquitectónica, sino que también sirve como catalizador para la interacción visual entre lo antiguo y lo nuevo.

De manera adicional, el desafío estructural que se aprecia en la incorporación de los nuevos volúmenes en la malla de pilares ya existentes agrega una dimensión desafiante y creativa al proyecto. Esta solución ingeniosa, meticulosamente alineada con los conceptos previamente establecidos, no solo reafirma la coherencia del enfoque, sino que también fortalece la centralidad del proyecto en la reducción de la huella de carbono.

En consecuencia, se realza la importancia de la implementación de estrategias sostenibles en la planificación y construcción del centro, consolidando así su proyecto como una propuesta arquitectónica que no solo transforma el espacio físico, sino también los paradigmas sostenibles en el campo de la arquitectura.

Gutiérrez (2018) en su investigación “*Centro de investigación y capacitación en construcción sostenible*”, presenta una visión integral que abarca la revalorización del uso de la tierra y la transformación del sector industrial. Su propuesta se enfoca en un plan parcial meticulosamente diseñado, con el claro objetivo de transformar el área industrial a través de la introducción de equipamientos de vanguardia, que no solo revitalicen la zona, sino que también sea referente de innovación y sostenibilidad.

El escenario de esta propuesta se desarrolla en un extenso espacio urbano de dieciséis hectáreas, estratégicamente ubicado en la conurbación de Soacha. Esta ubicación se beneficia de vías principales que actúan como arterias de comunicación eficiente, permitiendo una conectividad fluida tanto a nivel regional, municipal, sectorial y comunitario. De esta manera el autor cataloga al proyecto como un epicentro de intercambio y colaboración en la región.

La orientación central de Gutiérrez es la investigación y la capacitación en el ámbito del manejo, creación, control y desarrollo de materiales con miras a impulsar la construcción sostenible. Así como también, pretende estimular la adopción de prácticas de construcción eficientes y controladas en una audiencia diversa que abarca desde jóvenes hasta adultos y empresarios. Esta iniciativa no solo busca fortalecer la competitividad de los productos, sino también inculcar la aplicación de tecnologías vanguardistas en el sector. Esta proyección tiene un impacto más allá de lo local, reverberando en toda la región y beneficiando tanto a la comunidad como al tejido económico.

La perspectiva de inclusión se destaca en el enfoque del autor, al integrar a una variedad de grupos de usuarios. Estos abarcan desde jóvenes con edades comprendidas entre 15 y 25 años, hasta adultos que oscilan entre los 26 y 55 años, e incluso personas mayores con rica experiencia y conocimientos empíricos en lugar de formación formal. Este enfoque inclusivo y diversificado es evidente en la configuración del equipamiento propuesto, que no solo se esfuerza por ser funcional y eficiente, sino también atractivo desde una perspectiva de diseño. La creación de un espacio público que se entrelaza con el entorno circundante se convierte en un recurso educativo invaluable, fomentando tanto el aprendizaje como la mejora de los conocimientos en el sector de la construcción sostenible.

Dobón (2018) en su investigación *“Materiales de construcción reciclados y reutilizados para la arquitectura sostenible”*, establece un propósito claro: investigar y

examinar detenidamente los materiales con la mirada puesta en su aplicación en el ámbito de la construcción, manteniendo una sintonía con los principios de la sostenibilidad.

En la búsqueda de este objetivo, Dobón se enfrenta a un conjunto de desafíos iniciales que abren camino para la profundización en su investigación. En primer lugar, la necesidad de presentar con precisión los fundamentos sólidos el concepto mismo de arquitectura sostenible. Esto implica no solo comprender a fondo sus principios, sino también su evolución histórica y articular su importancia en el contexto contemporáneo como una auténtica necesidad vigente.

Así mismo, el autor sostiene que clasifica de manera meticulosa los materiales recolectados, agrupándolos en categorías fundamentales: reciclados, reutilizados y ecológicos, cada uno con su propia aplicación en sistemas de construcción como cerramientos, pavimentos, cubiertas y aislantes. En este sentido, el análisis de cada tipo de material abarca desde su definición hasta su proceso de fabricación, pasando por sus características técnicas, métodos de instalación en proyectos arquitectónicos y, crucialmente, una evaluación detallada de sus ventajas y desventajas.

En resumen, la investigación adopta un enfoque riguroso e integro para examinar los materiales de construcción desde una perspectiva sostenible. A través de un análisis profundo y completo, donde el autor no solo investiga los materiales en sí, sino que también los ubica en el contexto más amplio de la arquitectura sostenible, construyendo así una base sólida para tomar decisiones informadas sobre su uso en proyectos arquitectónicos futuros.

### **1.3. Objetivos**

#### ***1.3.1. Objetivo General***

Determinar cómo integrar el principio de las 3R, que aboga por la reutilización de residuos, en los lineamientos de diseño de una propuesta arquitectónica de un Centro de

Investigación y Capacitación en materiales sostenibles en el distrito de San Juan de Lurigancho, año 2024.

### ***1.3.2. Objetivos Específicos***

Determinar qué materiales sostenibles son idóneos para integrar en el diseño arquitectónico de un Centro de Investigación y Capacitación en materiales sostenibles en el distrito de San Juan de Lurigancho, año 2024, considerando su durabilidad, resistencia y viabilidad económica.

Plantear en el diseño acabados y mobiliarios elaborados con materiales reciclados, para mejorar la eficiencia y sostenibilidad del Centro de Investigación y Capacitación en materiales sostenibles en el distrito de San Juan de Lurigancho, año 2024.

Definir las estrategias de diseño sostenible que se implementarán para promover la adopción óptima de recursos renovables en el Centro de Investigación y Capacitación en materiales sostenibles en el distrito de San Juan de Lurigancho, año 2024, considerando tanto su viabilidad técnica como su impacto ambiental y económico a largo plazo.

## **1.4. Justificación**

Dado el contexto actual, caracterizado por la creciente problemática de contaminación ambiental que afecta de manera significativa al distrito de San Juan de Lurigancho, resulta imperativo llevar a cabo la presente investigación, que tiene como fin explorar las ventajas y beneficios derivados del desarrollo de un diseño arquitectónico específicamente orientado hacia la implementación de estrategias innovadoras de reducción, reutilización y aprovechamiento de los residuos sólidos recolectados en la zona.

De acuerdo con la información previamente detallada, se constata que en el territorio peruano se encuentran en funcionamiento un total de 76 instalaciones destinadas al tratamiento de residuos sólidos. Sin embargo, resulta indiscutible que esta cantidad de establecimientos no

es suficiente para lidiar con la producción de desechos en cada rincón del país. Un ejemplo concreto de esta situación es el relleno sanitario Huaycoloro, el cual se encarga del manejo de la basura del distrito de San Juan de Lurigancho. En este caso, se percibe de manera notable la insuficiente correlación que existe entre el proceso de recolección de basura y su disposición final. Esta discrepancia entre los esfuerzos de recolección y la posterior gestión de los desechos resulta en una problemática evidente, donde el distrito mencionado se ve afectado por la acumulación y visibilidad de desechos sólidos en espacios públicos. Esto reitera la necesidad de abordar de manera efectiva y sostenible el tratamiento de residuos sólidos en el área.

En esta situación, surge una clara necesidad de abordar de manera eficaz la recolección de un porcentaje significativo de los residuos sólidos generados, con el objetivo primordial de encaminarlos hacia la reutilización, fomentando de esta manera la economía circular. Es en este punto donde la presente propuesta adquiere su relevancia, al plantearse como una vía para atender a esta demanda. Con la recolección, selección y reutilización de una cantidad específica de los desechos, el proyecto encuentra su finalidad al contribuir con el abastecimiento de la materia base para los procesos de investigación y desarrollo de materiales sostenibles en el centro. Esta convergencia entre la necesidad de una gestión eficiente de los residuos y el impulso por avanzar en la esfera de la sostenibilidad se materializa en una propuesta cuyo objetivo es cerrar el ciclo de los desechos y transformarlos en valiosos recursos para la innovación y el progreso sostenible. Además, promueve la interacción entre especialistas académicos, representantes industriales y otros actores relevantes, con el fin de generar ideas frescas y nuevas perspectivas. Asimismo, contribuye de manera esencial a promover la sensibilización y el conocimiento entre el público en cuanto a la importancia de una correcta gestión de los residuos sólidos y su efecto directo en la mejora del medio ambiente, lo cual conlleva a la reducción de la huella de carbono y al bienestar de los pobladores.

El proyecto de establecer un centro de investigación y capacitación en materiales sostenibles para la arquitectura no solo representa un paso crucial hacia un futuro más sostenible y responsable con el medio ambiente, sino que también se presenta como una respuesta concreta a los desafíos actuales y futuros en la gestión de residuos sólidos. Este tipo de iniciativa no solo promueve la innovación en el uso de materiales ecoamigables, sino que también tiene el potencial de impactar positivamente en múltiples niveles.

Una de las características sobresalientes de este proyecto es su enfoque en el diseño sostenible. A diferencia de los proyectos tradicionales que a menudo ignoran o minimizan el impacto ambiental, este centro se distingue por su compromiso con prácticas de construcción que reducen la huella ecológica. Utiliza tecnologías avanzadas y materiales renovables o reciclados, fomentando así la eficiencia energética, la gestión adecuada de recursos y la minimización de residuos.

Además de ser un espacio de aprendizaje y capacitación, este centro se posiciona como un modelo replicable. Su diseño y operación ejemplifican prácticas sostenibles que pueden ser adoptadas por otros proyectos de construcción en diversas ubicaciones y contextos. Al demostrar la viabilidad económica y ambiental de estas prácticas, inspira a instituciones y desarrolladores a seguir su ejemplo, promoviendo así un cambio positivo y duradero en la industria de la construcción.

En conclusión, el proyecto del centro de investigación y capacitación en materiales sostenibles no solo ofrece beneficios inmediatos en términos de educación y desarrollo tecnológico, sino que también establece un estándar elevado para el diseño arquitectónico responsable y adaptable. Al adoptar activamente los principios de las 3R (Reducir, Reutilizar y Reciclar), este centro puede servir como un catalizador para fomentar prácticas más responsables y eficientes en el manejo de los residuos sólidos, contribuyendo así a la creación de un entorno más saludable y sostenible para las generaciones presentes y futuras.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Bases Teóricas sobre el Tema de Investigación

#### 2.1.1. *Economía y Arquitectura circular*

La economía y arquitectura circular representan enfoques innovadores y sostenibles que buscan transformar los modelos tradicionales de producción y construcción. Estos conceptos, inspirados en el modelo de la economía circular, proponen una gestión más eficiente y responsable de los recursos, así como una integración armoniosa entre los procesos económicos y arquitectónicos.

La economía circular, como principio fundamental, desempeña una función de vital importancia en el contexto del reciclaje, constituyendo un enfoque sostenible cuyo propósito es maximizar la eficiencia en la utilización de recursos y reducir al mínimo la generación de residuos. Este paradigma no solo aborda la gestión de desechos, sino que también busca transformar principalmente la manera en que concebimos, producimos y consumimos recursos en nuestra sociedad.

Al abstenerse de incorporar materiales y energía adicionales en los procedimientos, se logra una disminución significativa de la presión ambiental durante el ciclo de vida de los productos. (Agencia Europea de Medio Ambiente [AEMA], 2017). La viabilidad de llevar a cabo estos procedimientos se logra a través de la implementación de una gestión de residuos eficaz que involucre de manera integral cada fase del ciclo, comenzando por la prevención y extendiéndose hacia la reutilización, el reciclado, la recuperación de energía, hasta llegar a la disposición final de aquellos materiales que no pueden ser aprovechados. (Lansink, 2018).

Según Deckymn (2018), Solórzano (2018) y la Fundación Ellen MacArthur (2013), el propósito central de la economía circular va más allá de simplemente mantener el valor de los materiales y productos durante un período prolongado. La esencia de este enfoque radica en la

intención de minimizar la cantidad de desechos enviados de vuelta a la naturaleza y, de manera simultánea, garantizar la reintegración eficiente de estos materiales al sistema productivo para su reutilización, contribuyendo así a la sostenibilidad y eficiencia en el manejo de los recursos.

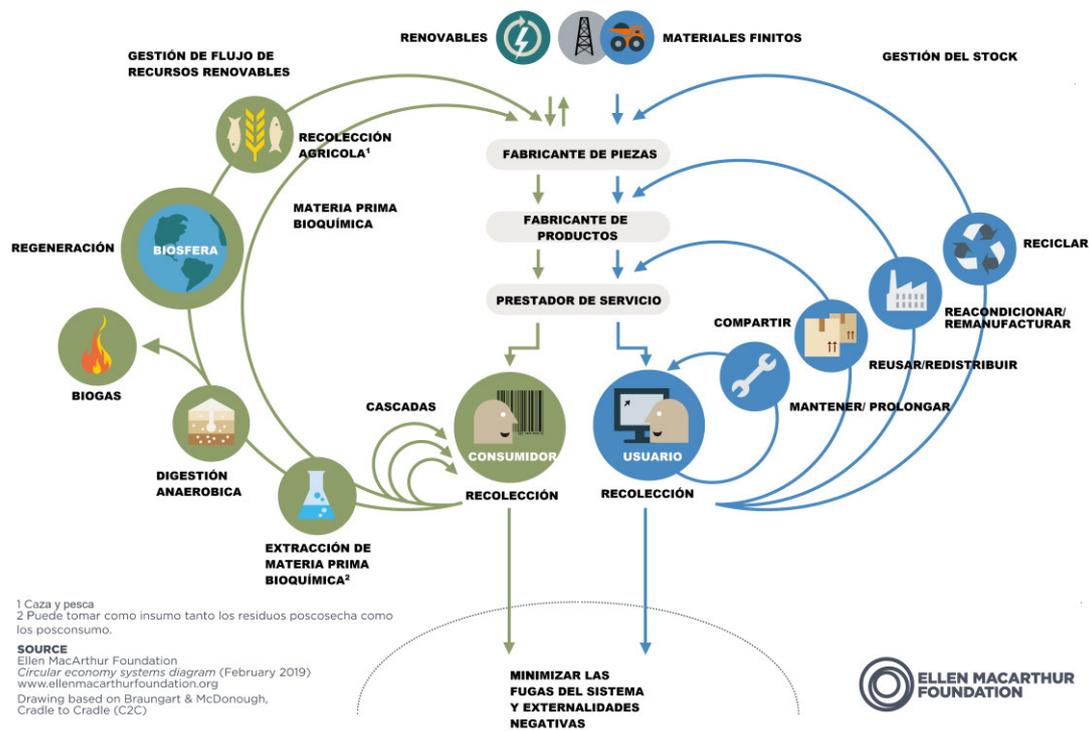
Por ende, el enfoque de economía circular delineado por la Fundación Ellen MacArthur se concentra en círculos que exhiben múltiples variaciones, todas ellas intrínsecamente vinculadas con los beneficios derivados de las acciones implementadas.

En la figura 6 se observa claramente dos ciclos: el ciclo biológico y el ciclo técnico, donde los beneficios más significativos se encuentran en prácticas como la recolección, prolongación, reutilización y reacondicionamiento, actividades centradas en el reciclaje y la recuperación de energía. Esta perspectiva se justifica al considerar las pérdidas inherentes durante la recolección y procesamiento, así como la degradación de la calidad de los materiales durante el proceso de reciclaje.

El modelo conceptual plantea la idea fundamental de maximizar el número de ocasiones en que los materiales pueden ser empleados. Cada extensión del ciclo de vida de un producto contribuye a evitar el consumo adicional de material, energía y mano de obra necesarios para la fabricación de un nuevo artículo.

Se propone, asimismo, la implementación de procesos que permitan la recuperación de materiales susceptibles de ser rediseñados y utilizados en nuevas aplicaciones. Adicionalmente, se destaca la posibilidad de identificar y recuperar materiales en estado puro, sin contaminación, preservando su calidad y propiedades originales. Estos materiales pueden reintegrarse a la fabricación primaria, prolongando así la productividad del material y contribuyendo a un ciclo más sostenible. (Ellen MacArthur Foundation, 2017).

**Figura 6**  
*Diagrama sistémico de la economía circular*



*Nota.* Tomado de *El diagrama de la mariposa: visualizando la economía circular*, por Fundación Ellen MacArthur, 2019. (<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/es/el-diagrama-de-la-mariposa>).

A través de las contribuciones previamente mencionadas, se evidencia el papel trascendental que desempeña la economía circular al proporcionar no solo una visión innovadora, sino también una metodología avanzada para la gestión de materiales destinados a la construcción sostenible. Este enfoque revolucionario marca un claro contraste con el modelo lineal convencional, conocido por sus etapas secuenciales de producción, consumo y eliminación; mientras que la economía circular propone, en cambio, un ciclo dinámico que abarca la reutilización, el reciclaje y la reintegración de materiales en nuevos proyectos arquitectónicos. Al optimizar el valor intrínseco de los materiales, no solo se contribuye a la reducción de la generación de residuos, sino que también se minimiza la necesidad de extraer recursos naturales adicionales.

En la década de los años 70, el arquitecto suizo Stahel W. introdujo el concepto "De la cuna a la cuna", destacando la importancia de utilizar bienes y materiales duraderos que no se conviertan en desechos al final de su vida útil, sino que regresen a la "cuna". Esto implica la posibilidad de reutilizarlos completamente para crear algo nuevo una vez que hayan cumplido su función inicial.

Posteriormente, este término fue rescatado y popularizado por los escritores McDonough W. y Braungart M. (2002) en su obra "Cradle to Cradle - De la cuna a la cuna: Rediseñando la forma en que hacemos las cosas". En este libro, destacan la importancia de reconsiderar la concepción de productos, abogando por la mejora de estos mediante la optimización de sus componentes para aumentar su rendimiento. En resumen, proponen un enfoque integral de la sostenibilidad, donde la reutilización y la revisión de los materiales desempeñan un papel crucial en la creación de un ciclo continuo de vida y renovación, en lugar de seguir una trayectoria lineal hacia la eliminación de residuos.

En términos generales, lo que busca la arquitectura circular es diseñar y construir edificaciones considerando el principio de las 4R's, un concepto que, según Treviño (2022), guarda similitud con la conocida regla de las 3R's aplicada en el ámbito de la sustentabilidad, aunque adaptada específicamente al contexto de la construcción. Al implementar estas cuatro dimensiones en un proyecto arquitectónico, se puede visualizar su aplicación de la siguiente manera:

**A. Reúso.** Brindarles una segunda vida a los materiales previamente utilizados en la construcción, para aprovechar al máximo el recurso.

**B. Reciclado.** Aprovechar los materiales previamente utilizados en la construcción, darles mantenimiento y tratar de regresarlos a su estado original o lo más parecido posible para seguir utilizando el mismo uso.

**C. Reducción.** Optimizar los materiales que se usarán en la construcción, y reducir la mayor cantidad posible. Puede ser la ausencia de materiales de repuesto o la reducción de materiales para espacios de menor relevancia.

**D. Recuperación.** Este nuevo término sumado al cuarteto se refiere a la utilización de materiales que no son parte del diseño. Son buscados y encontrados en obras existentes o demolidas, o bien de los materiales que se perdieron durante la construcción.

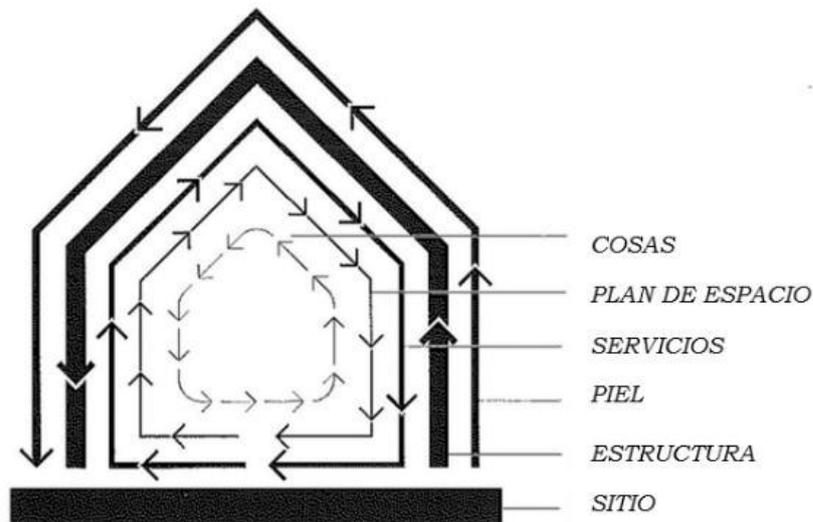
Sin embargo, la metodología tradicional de reutilización o incorporación de materiales reciclados ya no satisface las demandas actuales. La esencia consiste en explorar más a fondo, visualizando objetos de tal manera que, al concluir su ciclo de vida, puedan ser desmantelados y aprovechados nuevamente en el futuro. Aunque la dificultad persiste en la edificación de estructuras que se diseñan para satisfacer las necesidades actuales, sin tomar en cuenta su funcionalidad a lo largo de toda su vida útil.

Así mismo, también se observa que se emplean materiales con distintos lapsos de durabilidad (madera, acero, hormigón, plásticos, entre otros), sin considerar la eventualidad de realizar la restauración, el replanteamiento o la demolición del edificio en el futuro, y los métodos que se aplicarían para dicho procedimiento.

Stewart Brand desarrolló un principio denominado capas de cambio (shearing layers), el cual proporciona un marco estructurado para comprender la evolución y la adaptabilidad de los edificios a lo largo del tiempo. Este principio, representado visualmente en la figura 7, categoriza los diferentes aspectos de un edificio en diversas capas, que incluyen el emplazamiento, la estructura, la envolvente, las instalaciones/servicios, el espacio interior y el mobiliario. Cada una de estas capas tiene su propio ritmo de cambio y duración, lo que resalta

la complejidad y la interconexión de los elementos arquitectónicos en el proceso de diseño y construcción.

**Figura 7**  
*Capas de cambio*



**CORTANDO CAPAS DE CAMBIO. Debido a las diferentes velocidades de cambio de sus componentes, un edificio siempre está desmoronado.**

*Nota.* Adaptada de “Como aprenden los edificios: capas de cambio”, por Shah, 2019, *Medium*. (<https://medium.com/@bhakti1711/how-buildings-learn-wip-619bd89e845e>).

Es evidente que la duración de cada uno de estos componentes puede variar considerablemente, tal como se detalla en la tabla 2. Esta divergencia implica que no deben ser abordados de manera uniforme, sino que es crucial que estén coordinados de manera efectiva para garantizar un funcionamiento óptimo y eficiente.

La presente perspectiva nos lleva a repensar la viabilidad e importancia de las edificaciones concebidas de forma dinámica y adaptable, aspectos cruciales en el marco de la economía circular. Al adoptar un enfoque deconstructivo en el diseño arquitectónico, sería posible desarrollar proyectos que permitan un ensamblaje y desmontaje fluido, sin ocasionar daños a sus elementos constituyentes.

De esta manera, en lugar de simplemente ser considerados como residuos al final de su vida útil, los edificios podrían transformarse en auténticos almacenes de materiales valiosos. Esta visión amplía significativamente el paradigma convencional de construcción y demolición, al permitir que los materiales utilizados en la construcción se conviertan en recursos valiosos para futuros proyectos. Esta transformación no solo contribuiría a cerrar el ciclo de los recursos de manera más efectiva y sostenible, sino que también promovería una mentalidad de aprovechamiento y conservación de los recursos en la industria de la construcción.

**Tabla 2**  
*Porcentaje*

<b>Capas de cambio</b>	<b>Descripción</b>	<b>Vida útil</b>
Sitio	Ubicación y contexto	Permanente
Estructura	Sistema de soporte	30-300 años
Piel	Envolvente	20+años
Servicios	Iluminación, dotación de agua, etc.	7-20 años
Plan de espacio	Diseño interior	3 años
Cosas	Mobiliario y equipamiento	Menos de 3 años

*Nota.* Adoptado de “Reconditioning and Reconstruction: A Second Wind for Serbian Kindergartens”, por Stankovic et al., 2015, *Procedia Engineering*, 117. ([https://www.researchgate.net/publication/282479535\\_Reconditioning\\_and\\_Reconstruction\\_A\\_Second\\_Wind\\_for\\_Serbian\\_Kindergartens](https://www.researchgate.net/publication/282479535_Reconditioning_and_Reconstruction_A_Second_Wind_for_Serbian_Kindergartens)).

Ambos conceptos, economía y arquitectura circular, convergen en la idea de cerrar los ciclos de vida de los materiales, promoviendo la regeneración y comprimiendo la huella ambiental. En este contexto, la combinación de la economía y arquitectura circular se presenta como una poderosa herramienta para impulsar un futuro más sostenible y resiliente. Al integrar la noción de arquitectura modular a este paradigma, ampliamos aún más el potencial,

generando así una arquitectura verdaderamente eficiente y respetuosa del medio ambiente, que sea capaz de adaptarse de manera óptima a las demandas en constante evolución y de contribuir significativamente a la construcción de edificios más duraderos, ecológicos y resistentes, lo que a su vez promoverá un entorno construido más sostenible y resiliente a largo plazo.

### ***2.1.2. Avances y Tecnologías en la Gestión de Residuos***

En el contexto actual de la globalización, la creciente preocupación por la sostenibilidad y la conservación del medio ambiente ha cobrado una relevancia cada vez mayor, especialmente en respuesta a las repercusiones del cambio climático.

Las empresas están adoptando medidas para minimizar la generación de residuos, optimizar el uso de recursos, mejorar los procesos de producción y gestionar de manera más eficiente el tratamiento de los desechos. Además, la normativa vigente ha impuesto obligaciones tanto a particulares como a empresas, instándolos a adaptar sus prácticas de producción e invertir en sistemas de recolección, gestión y tratamiento de residuos.

Las nuevas tecnologías se han convertido en una herramienta fundamental, facilitando la gestión de residuos, reduciendo costos, conservando recursos y simplificando las labores técnicas relacionadas con este aspecto. A continuación, se detallan algunas de las principales tendencias en tecnología y avances para abordar la gestión integral en el tratamiento de residuos:

#### **2.1.2.1. Separación y clasificación automatizada.**

Mediante la creación de un sistema perspicaz para separar y clasificar residuos de forma automatizada, posibilita una recuperación más efectiva de materiales reciclables como papel, cartón, plástico, vidrio y metales. Estos sistemas emplean tecnologías como sensores ópticos, detectores de metales y separadores por gravedad para identificar y separar los materiales con rapidez y precisión.

### **2.1.2.2. Tecnologías de reciclaje avanzado.**

Se desarrollan tecnologías novedosas para el reciclaje de materiales que históricamente han sido complicados de procesar, tales como plásticos de clasificación difícil, textiles, residuos electrónicos y desechos provenientes de la construcción y demolición. Estas tecnologías engloban procesos como la pirólisis, gasificación, hidrólisis y biodegradación, los cuales posibilitan la transformación de estos materiales en productos útiles o materias primas para su uso en nuevas aplicaciones.

### **2.1.2.3. Tecnologías de valorización energética.**

La valorización energética de residuos, mediante la incineración controlada o la gasificación, está emergiendo como una alternativa cada vez más factible para el manejo de desechos, especialmente en zonas donde el uso de vertederos es restringido o poco práctico. Estas tecnologías posibilitan la producción de energía limpia a partir de los desechos, lo que contribuye a disminuir la dependencia de combustibles fósiles y a mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero.

### **2.1.2.4. Monitoreo y gestión inteligente de residuos.**

Actualmente, se aplican sistemas de monitoreo y gestión inteligente de residuos, aprovechando tecnologías como Internet de las Cosas (IoT) y análisis de datos, con el fin de optimizar la recolección, transporte y disposición de desechos. Estos sistemas emplean sensores y dispositivos conectados para recopilar información en tiempo real sobre los niveles de llenado de contenedores, rutas de recolección eficientes y patrones de generación de residuos, lo que posibilita una gestión más eficaz y sostenible de los desechos.

En la figura 8 se presenta de forma más detallada algunas de las estrategias previamente indicadas a nivel general, enfocándose en cómo la tecnología desempeña un papel fundamental en el campo de la gestión de residuos.

**Figura 8**

*Descripción de uso de tecnologías digitales en cadena de Gestión Integral de Residuos Sólidos*

<b>TECNOLOGÍAS DIGITALES</b>	 <b>GENERACIÓN</b>	 <b>LIMPIEZA</b>	 <b>ACOPIO TEMPORAL</b>	 <b>RECOLECCIÓN</b>	 <b>VALORIZACIÓN</b>	 <b>DISPOSICIÓN FINAL</b>
<b>¿PARA QUÉ?</b>	Generar canales de comunicación entre proveedores de servicio y clientes.	Sistemas más eficientes y optimización de recursos.	Sistemas más eficientes y optimización de recursos.	Sistemas más eficientes y optimización de recursos, menor impacto ambiental.	Sistemas más eficientes y optimización de recursos.	Sistemas para seguimiento y control.
<b>¿CÓMO?</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Definir días de recolección.</li> <li>Promover separación en la fuente.</li> <li>Facturación de servicio.</li> <li>Generación de reportes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Barredoras autónomas y auto dirigidas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Contenedores inteligentes.</li> <li>Diseño óptimo de rutas de recolección.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Eficiencia en rutas.</li> <li>Incremento de vida útil de vehículos.</li> <li>Control de operaciones.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificación de tipo de residuos.</li> <li>Clasificación de residuos en plantas de separación.</li> <li>Análisis de data para industria de reciclaje.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificación de posibles áreas para implementar rellenos sanitarios.</li> <li>Control de puntos de disposición final (formales e informales).</li> </ul>
<b>EJEMPLOS DE USOS DE TECNOLOGÍAS DIGITALES</b>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>Separación en la fuente.</li> <li>MensajesPush.</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>Barredoras dirigidas por robots.</li> <li>Barredoras autónomas.</li> <li>Identificación de residuos.</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>Sensores para peso, volumen.</li> <li>Chips RFID para ubicación y data de contenedor.</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>Diseño óptimo de rutas.</li> <li>Seguimiento de operación de vehículos.</li> <li>Seguimiento de la vida útil del vehículo (telemática).</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar y clasificar residuos reciclables.</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>Recolección de data de rellenos sanitarios (drones).</li> </ul>
	 <ul style="list-style-type: none"> <li>Facturación personalizada.</li> <li>Recolección programada.</li> <li>Servicio al cliente.</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>Identificación de microbasurales.</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>Administración de contenedores.</li> <li>Planificación y atención a contenedores.</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>Identificación de contenedores.</li> <li>Pesaje de residuos.</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>Evaluación de datos de sensores para plantas de clasificación automatizadas.</li> <li>Plataformas de negocios y mercado.</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>Identificación de basurales informales o clandestinos.</li> </ul>
	<b>TECNOLOGÍA EN COMUNICACIÓN</b>	<b>ROBÓTICA</b>	<b>INTELIGENCIA ARTIFICIAL (IA)</b>	<b>INTERNET DE LAS COSAS (IOT)</b>	<b>ANÁLISIS DE DATOS</b>	<b>COMPUTACIÓN EN LA NUBE</b>

*Nota.* Tomado de “La revolución digital ha llegado para transformar el modo en que vemos y manejamos nuestros residuos”, por Guerra, 2023, *BID*. (<https://blogs.iadb.org/agua/es/innovacion-tecnologica-en-la-gestion-de-residuos-solidos-la-revolucion-digital-que-ha-llegado-para-transformar-el-modo-en-que-vemos-y-manejamos-nuestros-residuos/>).

En síntesis, los progresos y la tecnología en la gestión de residuos están revolucionando la forma en que enfrentamos los desafíos vinculados con la producción, manejo y eliminación de desechos, impulsando una economía circular y sostenible donde los residuos se perciben como valiosos recursos en lugar de problemas medioambientales.

Este enfoque promueve la reutilización, reciclaje y recuperación de materiales para minimizar el desperdicio y maximizar el aprovechamiento de los recursos, contribuyendo así a la preservación del medio ambiente y la conservación de los recursos naturales.

### **2.1.3. Jerarquía de la gestión de residuos**

La gestión de residuos puede estructurarse en una jerarquía que clasifica diversas estrategias de acuerdo con su impacto ambiental y su viabilidad a largo plazo (ver figura 9). Esta jerarquía, comúnmente aceptada en la gestión de residuos, comprende una serie de etapas que van de mayor a menor en términos de sostenibilidad y eficacia:

#### **2.1.3.1. Prevención.**

Durante esta fase, se hace hincapié en reducir la producción de residuos mediante la adopción de métodos de producción y consumo más respetuosos con el medio ambiente y sostenibles a largo plazo. Esta iniciativa abarca la reducción de embalajes, la preferencia por productos reutilizables y la implementación de diseños que optimicen el uso de recursos para minimizar la generación de desechos.

#### **2.1.3.2. Reutilización.**

La reutilización consiste en prolongar la vida útil de productos y materiales antes de que se conviertan en desechos, mediante prácticas como la reparación, el intercambio, la donación o la venta de objetos en lugar de desecharlos. Su objetivo principal es extender el ciclo de vida de los recursos y disminuir la cantidad de residuos generados. Esta práctica no solo contribuye a la conservación del medio ambiente al reducir la demanda de nuevos recursos y la cantidad de desechos enviados a vertederos, sino que también puede tener beneficios económicos y sociales al fomentar la economía circular y la participación comunitaria. Además, la reutilización puede promover la creatividad y la innovación al encontrar nuevos

usos para objetos aparentemente obsoletos, impulsando así un cambio hacia un modelo más sostenible de consumo y producción.

#### **2.1.3.3. Reciclaje.**

El proceso de reciclaje conlleva la conversión de materiales previamente utilizados en nuevos productos, lo cual contribuye a la preservación de los recursos naturales al reducir la demanda de materias primas vírgenes. Además, al disminuir la cantidad de residuos que son enviados a los vertederos, el reciclaje ayuda a mitigar los impactos ambientales negativos asociados con la disposición final de desechos, al tiempo que fomenta una economía más circular y sostenible.

#### **2.1.3.4. Recuperación de energía.**

Cuando resulta factible reciclar ciertos materiales o cuando los residuos no son susceptibles de ser reciclados, se puede optar por la recuperación de energía. Este enfoque implica la transformación de residuos en energía mediante procesos tales como la incineración controlada o la gasificación, los cuales tienen como objetivo la producción de electricidad o calor. Esta alternativa contribuye a aprovechar recursos que de otro modo se perderían y ofrece una solución para la gestión de residuos que no pueden ser reciclados.

#### **2.1.3.5. Disposición final.**

Esta etapa, que se encuentra estrechamente relacionada con la disposición segura y controlada de los residuos, se centra en el uso de vertederos diseñados y administrados específicamente para minimizar los impactos ambientales negativos y prevenir la contaminación. Esta estrategia se fundamenta en la garantía de la protección del entorno natural durante el manejo adecuado de los residuos, abordando así la necesidad imperante de un tratamiento responsable para proteger la salud ambiental a largo plazo. Al implementar prácticas de gestión de residuos que prioricen la seguridad y la preservación del medio

ambiente en la disposición final de los desechos, se establece un compromiso con la sustentabilidad y se promueve la conservación de los recursos naturales para las generaciones venideras.

**Figura 9**  
*Pirámide de jerarquía de tratamiento de los residuos*



*Nota.* Tomado de “¿Cómo producir menos desechos en la casa?”, por Díaz, *Gente de cabecera*. (<https://www.gentedecabecera.com/2016/05/como-producir-menos-desechos-en-la-casa/>).

En resumen, la jerarquía de gestión de residuos es un marco que fomenta prácticas sostenibles y eficientes para abordar los desafíos asociados con la gestión de residuos. Al priorizar la prevención, la reutilización y el reciclaje, esta estructura busca reducir la generación de residuos y conservar los recursos naturales, lo que a su vez contribuye a preservar el medio ambiente y avanzar hacia una economía circular. Al adherirse a esta jerarquía, ya sea a nivel de organizaciones o comunidades, se puede mejorar significativamente la gestión de residuos, mitigar los impactos ambientales y cumplir con las normativas vigentes. Este enfoque no solo beneficia al entorno natural, sino que también promueve un futuro más sostenible y resistente para todos los actores involucrados.

## 2.1.4. Materiales reciclados para construcción

### 2.1.4.1. Cerramiento de ladrillo prefabricado con plásticos reciclados.

Los ladrillos prefabricados con plásticos reciclados (ver figura 10), están elaborados a base de la combinación de plástico triturado reutilizado, cemento portland y otros aditivos que facilitan la unión de las partículas plásticas con el cemento.

#### Figura 10

*Ladrillos prefabricados con plástico reciclado*



*Nota.* Tomado de “Ladrillos y placas prefabricadas con plásticos reciclados aptos para la autoconstrucción” [Fotografía], por Gaggino, 2008, *INVI*, 23(063). (<https://www.arpet.org/docs/Ladrillos-y-placas-prefabricadas-con-plasticos-reciclados-Gaggino.pdf>).

La materia prima empleada en el proceso de elaboración consiste en gran medida en plásticos reciclados obtenidos mayoritariamente de envases. Estos envases, a su vez, están conformados por una diversidad de tipos de plástico que abarcan una amplia gama de composiciones, incluyendo:

**A. Polietileno Tereftalato (PET).** Este plástico es comúnmente utilizado en envases para alimentos, como botellas para bebidas, aceites y salsas. Se destaca por su capacidad de moldearse fácilmente mediante calentamiento, lo que permite adaptarlo a diversas formas.

Además, su transparencia le otorga una apariencia cristalina y su ligereza facilita su manipulación.

**B. Policloruro de vinilo (PVC).** El plástico mencionado se ha utilizado ampliamente en diversas áreas, como la fabricación de tuberías y perfiles de ventanas, donde su adaptabilidad y características únicas son valoradas. También se encuentra en aplicaciones como la producción de botellas para aceite y agua, juguetes y mangueras multifuncionales. Además de su resistencia al fuego, es impermeable, lo que lo hace ideal para combatir la humedad.

**C. Polietileno de baja densidad (LDPE).** Está presente en la fabricación de envases destinados a alimentos, productos cosméticos y medicamentos, así como en la creación de bolsas para desechos y tuberías utilizadas en sistemas de riego, entre otros. Su naturaleza se caracteriza por ser liviana y adaptable, demostrando ser una elección flexible y funcional. Además, su claridad translúcida añade atractivo estético y practicidad al permitir la visibilidad a través del material.

**D. Polipropileno biorientado (BOPP).** Se observa en la creación de envases herméticos destinados a alimentos, etiquetas de embalaje, utensilios de laboratorio, materiales textiles, papel film, entre otros usos. Destaca por su capacidad de mantener el contenido protegido y seguro en entornos diversos. Además, presenta una excepcional adaptación a variaciones térmicas extremas, mostrando fortaleza tanto en altas como en bajas temperaturas. Esto se debe a su versatilidad, sostenibilidad y costos reducidos en comparación con el plástico rígido convencional.

**E. Poliestireno (PS).** Se utiliza en la creación de componentes para electrodomésticos, juguetes y envases desechables como vasos, platos y bandejas, así como en materiales aislantes, entre otros usos. Su versatilidad es evidente en diversos campos. Además, se caracteriza por

ser ligero y manejable, adecuado para una variedad de propósitos. En cuanto a su conductividad térmica, es baja, lo que puede ser beneficioso en ciertos contextos. Sin embargo, su resistencia a impactos se considera moderada, aspecto importante en aplicaciones donde la durabilidad es crucial.

### **Uso**

Los ladrillos PET se emplean principalmente en la construcción como una opción sostenible en reemplazo de los ladrillos convencionales hechos de arcilla. Estos ladrillos PET son comúnmente utilizados en tabiquerías, ya que no tienen la capacidad de soportar cargas significativas, lo que implica que la estructura general del edificio debe ser diseñada de manera independiente a la pared divisoria construida con estos ladrillos.

### **Proceso de elaboración**

Según Gaggino (2008) en primer lugar, se realiza la selección minuciosa de los residuos plásticos, eligiendo cuidadosamente los materiales a emplear. Cuando se trata de envases de PET, no es necesario quitar las etiquetas ni las tapas antes de proceder con el proceso de trituración. Sin embargo, es esencial recordar que no se deben utilizar envases procedentes de la industria agroquímica ni aquellos que pudieran haber estado en contacto con sustancias tóxicas en general.

En los casos en que los plásticos sean obtenidos de desechos sólidos urbanos, se realizará un proceso de lavado con el fin de garantizar la completa eliminación de posibles contaminantes o suciedad que puedan estar presentes en el material plástico.

Posteriormente, se desarrolla el proceso de trituración de estos plásticos utilizando un molino diseñado con precisión para obtener el tamaño de partícula necesario, permitiendo su integración adecuada con los demás componentes.

En la siguiente etapa, la mezcla se ejecuta en una mezcladora convencional, donde se combinan el cemento Portland, los plásticos previamente triturados, la cantidad adecuada de agua y un aditivo especial que se utiliza en el proceso. La mezcla resultante se dispone en una prensa manual con el propósito de dar forma a los ladrillos de manera adecuada permitiendo moldear y compactar la mezcla de manera precisa para obtener los ladrillos con las dimensiones y características apropiadas.

Una vez retirados del molde, es necesario someter a los ladrillos a un proceso de curado, el cual consiste en exponerlos a la acción del agua, ya sea rociándolos con agua en forma de lluvia fina o sumergiéndolos en un recipiente lleno de agua.

El producto final, completamente formado y con las características deseadas, se obtiene después de un período de aproximadamente 28 días de curado, asegurando que los ladrillos alcancen su resistencia y calidad óptimas. Además, es relevante resaltar que la producción de un solo ladrillo PET implica la utilización de aproximadamente 20 botellas de plástico como parte del proceso.

### **Especificaciones técnicas**

El ladrillo prefabricado de plástico reciclado cuenta con una serie de especificaciones técnicas que definen sus características y propiedades particulares. Estas cualidades detallan los atributos definidos del producto, como sus dimensiones, peso específico, capacidad de carga, resistencia, entre otros aspectos relevantes para su uso en proyectos de construcción (ver tabla 3).

**Tabla 3***Características técnicas del ladrillo PET*


---

Largo/ancho/alto: 23cm x 12cm x 8cm

---

Peso específico	826 kg/m <sup>3</sup>
Conductividad térmica	0,18 W/mk
Aislamiento acústico	45 dB
Carga máxima de rotura	20 kg/cm <sup>2</sup>
Absorción de agua	19,10% (masa)
Resistencia al fuego	Clase RE-2

---

*Nota.* Adoptada de “Características técnicas del Ladrillo PET”, por Dobón, 2018, *Materiales de construcción reciclados y reutilizados para la arquitectura sostenible*. (<https://riunet.upv.es/handle/10251/115062>).

-Peso específico: Una de las características clave de los ladrillos prefabricados hechos de plástico reciclado es su peso ligero, dado que no contienen arena en su composición. Se ha observado que el peso específico de los ladrillos producidos a partir de materiales como LDPE, PET, PS y varios tipos de plásticos es inferior al de los ladrillos convencionales de tierra cocida, que tienen una densidad total de 1578 kg/m<sup>3</sup>.

-Conductividad térmica: Los ensayos llevados a cabo en el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) de Buenos Aires, conforme a las normativas del Instituto Argentino de Normalización y Certificación (IRAM), han determinado que la mampostería fabricada con plásticos reciclados exhibe una conductividad térmica notablemente inferior a la de los ladrillos tradicionales, que poseen una conductividad de 0.81 W/mk. Esta propiedad les confiere la capacidad de ofrecer un alto nivel de aislamiento térmico, superando eficazmente a los materiales de construcción convencionales, como los ladrillos de tierra cocida.

-Resistencia mecánica: Según los datos proporcionados por el INTI, se observa que los ladrillos convencionales tienen una carga máxima de rotura de 15 (kg/cm<sup>2</sup>), lo que implica una

resistencia superior a la de los ladrillos elaborados con plásticos reciclados. Sin embargo, es importante destacar que estos últimos son adecuados para aplicaciones en la construcción de cerramientos en viviendas con estructuras independientes diseñadas para resistir movimientos sísmicos.

-Absorción de agua: Los elementos construidos con plásticos reciclados muestran una capacidad para absorber agua que es equiparable a la de los materiales utilizados en los cerramientos convencionales, la cual es del 21.6%.

-Comportamiento a la intemperie: En cuanto a la recopilación de información para el estudio de resistencia a las condiciones climáticas:

Placas fabricadas con diferentes plásticos reciclados sin revoque fueron expuestas durante tres años a la intemperie, sin observarse en ellas alteraciones dimensionales ni deterioros. Se realizó un ensayo de envejecimiento acelerado con exposición a rayos ultravioleta y ciclos de humedad en el laboratorio INTI de Capital Federal, utilizando el método del “QUV Panel” sobre probetas con PET reciclado, resultando que la disminución de resistencia a la compresión posterior al envejecimiento fue del orden del 25%. (Gaggino, 2008, p.146)

-Aptitud para el clavado y aserrado: De acuerdo con los hallazgos de Gaggino (2008), los bloques fabricados a partir de plásticos reciclados han demostrado, según los estudios preliminares llevados a cabo en el CEVE, ser aptos para ser cortados y fijados. Esto sugiere que son adecuados para formar sistemas constructivos no modulares, lo que amplía sus posibles aplicaciones en el ámbito de la construcción.

-Adherencia de revoques: Según los resultados del ensayo de adherencia de revoques realizado en el laboratorio del INTI, se encontró que los bloques fabricados con plásticos reciclados tienen una tensión de adherencia de 0,25 MPa, similar a la de otros materiales

tradicionales. Debido a su rugosidad superficial, estos bloques de plástico son adecuados para recibir revestimientos con morteros convencionales.

-Resistencia al fuego: Los productos elaborados con PET reciclado han demostrado una resistencia adecuada al fuego, como se observa en el ensayo de propagación de la llama realizado en el laboratorio de INTI. Este ensayo los clasifica como "clase RE-2: Material combustible de muy baja propagación de llama", lo que demuestra su capacidad para resistir la propagación del fuego de manera satisfactoria.

-Permeabilidad al vapor de agua: La permeabilidad al vapor de agua en elementos constructivos fabricados con PET reciclado es de 0,0176 g/mhkpa, similar a la de otros materiales convencionales utilizados en construcción y superior en 0.0094 g/mhkpa al ladrillo cerámico.

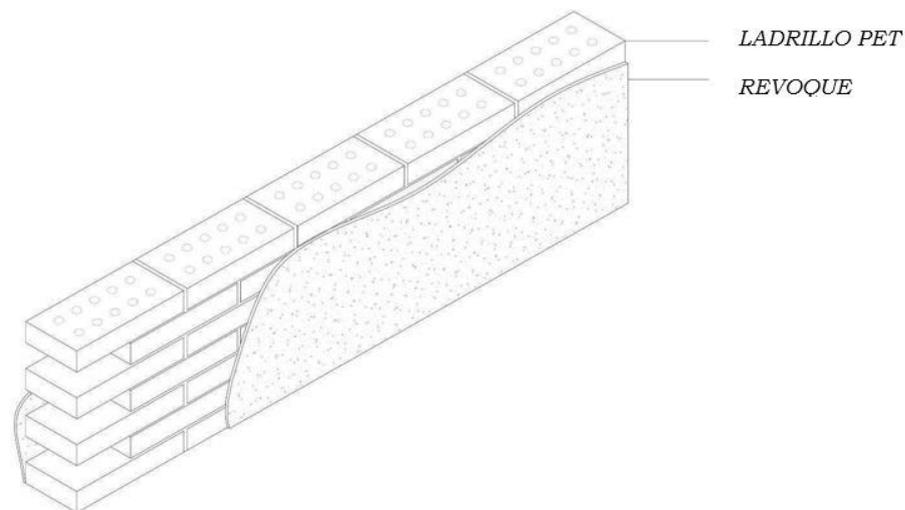
-Resistencia acústica: Un muro de 12 centímetros de grosor elaborado con ladrillos reciclados de PET, con revestimiento en el lado expuesto al ruido, demuestra una resistencia acústica de 46 decibelios, superando así a la de un muro elaborado con ladrillos convencionales de tierra y sin revestimiento, que posee una resistencia de 45 decibelios.

### **Aplicación**

El método de instalación del ladrillo PET es similar al procedimiento utilizado para colocar el ladrillo de arcilla. Ambos comparten los mismos pasos y técnicas durante la fijación en la estructura edificada. Los ladrillos se adhieren mediante la aplicación de un mortero, manteniendo un patrón uniforme. Una vez completada la colocación de todos los ladrillos, se procede a realizar los toques finales. Estos incluyen la eliminación del exceso de mortero, el sellado de las juntas y la aplicación de un revoque o revestimiento, si se desea obtener un acabado más refinado y estético (ver figura 11).

**Figura 11**

*Detalle constructivo de un cerramiento con ladrillos reciclados y revoque a ambos lados*



*Nota.* Tomado de “Detalle constructivo de un cerramiento de hoja simple con ladrillos reciclados y revoco a ambos lados” [Fotografía], por Dobón, 2018, *Materiales de construcción reciclados y reutilizados para la arquitectura sostenible*. (<https://riunet.upv.es/handle/10251/115062>).

**Figura 12.a,b.**

*Cerramiento con ladrillo prefabricado con plástico reciclado sin revoque (a) y con revoque (b)*

**(a)****(b)**

*Nota.* Tomado de “Ladrillos y placas prefabricadas con plásticos reciclados aptos para la autoconstrucción” [Fotografía], por Gaggino, 2008, *INVI*, 23(063). (<https://www.arpet.org/docs/Ladrillos-y-placas-prefabricadas-con-plasticos-reciclados-Gaggino.pdf>).

## **Ventajas**

Respecto a los beneficios asociados con el uso de ladrillos fabricados a partir de plástico reciclado, Dobón (2018) señala:

- Alta capacidad de aislamiento térmico.
- Ladrillos muy ligeros. Un ladrillo PET pesa 1,4 kg, mientras que el de tierra pesa casi un kilo más.
- Se pueden construir viviendas más ligeras y muros de menor espesor al tener un mayor aislamiento térmico.
- Pueden fabricarse en casi cualquier país ya que su materia prima es un residuo abundante en los países desarrollados. Una menor necesidad de transporte significa menos emisiones de CO2 y lo convierte en un producto más respetuoso con el medio ambiente. (p.18)

## **Desventajas**

En relación con las desventajas de los ladrillos prefabricados elaborados a partir de plástico reciclado, es necesario considerar una serie de aspectos que puedan afectar su viabilidad y efectividad en diferentes contextos y aplicaciones:

- Los ladrillos PET no están fabricados con materiales 100% reciclados.
- Es menos resistente que un cerramiento tradicional. No puede ser autoportante.
- Al acabar su ciclo de vida, el material no se puede reciclar ya que los materiales que lo componen no se pueden separar.
- Utiliza como materia prima el cemento, material de construcción más contaminante que existe por su fabricación. (Dobón, 2018, p.18)

#### 2.1.4.2. Piso linóleo de Marmoleum.

El linóleo de Marmoleum es un pavimento natural compuesto principalmente por materias primas naturales, que representan el 97% de su composición. De este porcentaje, un 70% proviene de recursos renovables, lo que asegura su sostenibilidad. Además, incluye un 43% de material reciclado, demostrando un compromiso con la reutilización de recursos. Las materias primas se obtienen de forma renovable, permitiendo su crecimiento y renovación en un corto período, a menudo en tan solo 12 meses. Con un ciclo de vida de más de 30 años, este pavimento es biodegradable al final de su uso, evitando la generación de residuos persistentes. Los residuos de instalación se reciclan y se reincorporan en la producción de nuevos productos, cerrando así un ciclo de vida sostenible y circular.

Este producto ofrece una amplia gama de colores, con hasta 300 tonalidades y más de 12 estructuras diferentes. Está disponible en dos formatos: rollo y loseta modular, lo que proporciona opciones versátiles para satisfacer diversas necesidades y preferencias estéticas (ver figura 13 a,b).

#### **Figura 13.a,b.**

*Instalación de linóleo con adhesivo(a) y textura del material linóleo (b)*



**(a)**

**(b)**

*Nota.* Tomado de “Instalador de forbo aplicando adhesivo en marmoleum (a) y Marmoleum striato original (b)” [Fotografía], por Dobón, 2018, *Materiales de construcción reciclados y reutilizados para la arquitectura sostenible*. (<https://riunet.upv.es/handle/10251/115062>).

El marmoleum se compone de una variedad de elementos que contribuyen a su fabricación sostenible y de calidad. Entre estos componentes se encuentran el aceite de linaza, obtenido de las semillas del lino, que actúa como aglutinante principal junto con las resinas. La harina de madera y corcho, proveniente de la industria maderera y considerada un subproducto, se utiliza como material de relleno al igual que la harina de piedra caliza, abundante en la naturaleza. La harina de linóleo, producida a partir de los desechos de fabricación, se incorpora a la masa base para garantizar su consistencia. Por otro lado, el tejido de yute, extraído de cosechas anuales, forma la parte posterior del producto final. Además, los pigmentos de color utilizados son de origen natural y no contienen elementos nocivos como plomo, cadmio o cromo, lo que asegura la seguridad y la sostenibilidad ambiental del producto. Este complejo proceso de fabricación garantiza la calidad y la sostenibilidad del linóleo como material de revestimiento.

### **Uso**

El linóleo cuenta con propiedades antiestáticas que previenen la acumulación de electricidad estática, lo que evita la atracción de polvo y ácaros. Esto lo hace especialmente apropiado para entornos sensibles, como hospitales o viviendas habitadas por personas susceptibles a alergias o asma. Además, su naturaleza antibacteriana y de fácil mantenimiento lo convierten en una elección adecuada para una variedad de espacios, como colegios, oficinas, tiendas y áreas deportivas. También es compatible con sistemas de calefacción radiante, lo que amplía su versatilidad en diferentes ambientes.

### **Proceso de Elaboración**

El proceso de fabricación del linóleo comienza combinando aceite de linaza y resinas en grandes calderas para formar un aglutinante flexible conocido como cemento de linóleo. Este se almacena en contenedores climatizados para alcanzar la consistencia y elasticidad

adecuadas. Luego, se añade harina de madera al cemento para crear una mezcla seca y firme, seguida de la incorporación de piedra caliza molida y pigmento de color para obtener una masa homogénea. La mezcla coloreada se desmenuza y se transporta a las salas de almacenamiento para la fase final de mezcla. Se forman camas de gránulos de linóleo de diferentes colores, que producen múltiples rollos de linóleo con diversas tonalidades. Estos gránulos se calandran en una lámina ancha, que luego se corta en piezas más pequeñas y se superponen en una cinta transportadora. La malla de yute se une al linóleo mediante un proceso de presión con cilindros calentados para lograr el espesor deseado. Después de pasar por cámaras de secado durante un período específico, el linóleo se somete a un tratamiento de acabado con imprimación y capas de acabado, que se curan mediante luz ultravioleta para proporcionar una protección duradera.

### **Especificaciones técnicas**

El piso de linóleo Marmoleum presenta especificaciones definidas que describen sus características y propiedades únicas, detalladas en la tabla 4.

**Tabla 4**  
*Características técnicas del Marmoleum*

Espesor: 2,5mm	
Largo/ ancho: 32m x 2m	
Tráfico doméstico intenso	Clase 23
Tráfico comercial: muy intenso	Clase 32
Tráfico industrial: intenso	Clase 43
Punzonamiento residual	< 0,15 mm
Flexibilidad	Ø 40mm
Resistencia al deslizamiento	R9
Eficacia declarada al ruido de impacto	< 5 dB
Reacción al fuego	C-s1
Conductividad térmica	0,17 W/mk

*Nota.* Adoptada de “Características técnicas del Marmoleum”, por Dobón, 2018, *Materiales de construcción reciclados y reutilizados para la arquitectura sostenible*. (<https://riunet.upv.es/handle/10251/115062>).

El marmoleum ofrece una notable resistencia a los ácidos diluidos, aceites, grasas y solventes convencionales, aunque no es completamente resistente a la exposición prolongada a los álcalis. Además, posee propiedades bactericidas que lo hacen ideal en entornos donde la higiene es prioritaria. Cabe destacar que el Marmoleum cumple con los requisitos establecidos por las normativas EN-ISO 24011 y EN 14041.

### **Aplicación**

A pesar de necesitar la destreza de trabajadores especializados, la instalación de este material resulta sencilla y eficiente, como se ilustra en las figuras 14 y 15. Es fundamental contar con la mano experta de un profesional durante la instalación para garantizar su durabilidad a lo largo del tiempo. Además, se requiere el uso de herramientas específicas para llevar a cabo el montaje de manera adecuada y eficaz (ver figura 14 y 15).

Para asegurar una instalación adecuada del linóleo, es imprescindible que el suelo esté completamente uniforme, nivelado y limpio, ya que cualquier imperfección se hará evidente en el acabado final. Además, es importante mantener una temperatura constante en la sala durante la instalación y los siguientes 7 días. Para comenzar la instalación, es recomendable desenrollar el linóleo y luego volverlo a enrollar en sentido contrario para eliminar cualquier tensión en el material. Una vez hecho esto, se alinea el paño con la pared más larga, dejando un margen de aproximadamente 10 cm en los extremos perpendiculares para permitir que el material se eleve ligeramente por la pared. Se procede a dibujar una línea en el paño utilizando un copiador contra la pared. Luego, se corta el exceso de material con una cuchilla recta y se ajustan los bordes de fábrica del paño a los bordes de la pared utilizando una cuchilla de gancho. Después de encajar el paño, se dobla por la mitad y se aplica adhesivo desde el encuentro con el paño hasta la pared, extendiéndolo también a lo ancho del paño desde el lado de la pared. Es importante no permitir que el adhesivo se seque; el paño debe colocarse inmediatamente después de aplicar el adhesivo. A continuación, se utiliza un rodillo para suelos de alrededor de

68 kg para eliminar cualquier burbuja de aire, pasándolo primero a lo ancho y luego a lo largo del paño. Estos pasos se repiten para la segunda mitad del paño, asegurando así una instalación completa y adecuada del linóleo.

### Figura 14

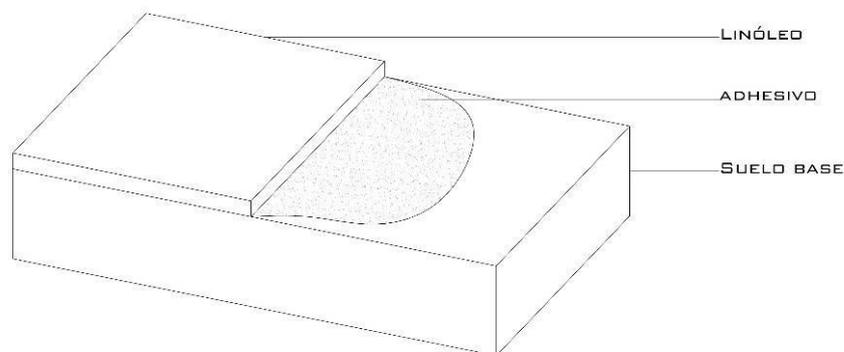
#### *Instalación del piso de linóleo*



*Nota.* Tomado de “Instalación” [Fotografía], por Dobón, 2018, *Materiales de construcción reciclados y reutilizados para la arquitectura sostenible*. (<https://riunet.upv.es/handle/10251/115062>).

### Figura 15

#### *Detalle constructivo del piso de linóleo*



*Nota.* Tomado de “Detalle constructivo del pavimento de Linóleo” [Fotografía], por Dobón, 2018, *Materiales de construcción reciclados y reutilizados para la arquitectura sostenible*. (<https://riunet.upv.es/handle/10251/115062>).

### **Ventajas**

Respecto a los beneficios asociados con el uso de los pisos linóleo de marmoleum, Dobón (2018) señala:

- Fácil mantenimiento.
- Gran variedad de acabados.
- Antibacteriano.
- Es biodegradable y puede ser reciclado al final de su ciclo de vida.
- Es un material muy respetuoso con el medio ambiente al proceder de materias primas orgánicas y ser fabricado con energías renovables.
- Tiene una intensidad de uso alta, lo que lo hace perfecto para suelos muy transitados como colegios o instalaciones deportivas. (p.23)

### **Desventajas**

En relación con las desventajas de los pisos linóleo de marmoleum, es necesario considerar una serie de aspectos que puedan afectar su viabilidad y efectividad en diferentes contextos y aplicaciones:

- Los cambios de temperatura producen una excesiva contracción y dilatación por lo que no se recomienda colocarlo ni en exteriores ni en baños.
- Una exposición continua a la luz solar directa puede hacer que los colores se desvanezcan.
- Puede ser fácilmente dañado por objetos punzantes. (Dobón, 2018, p.23)

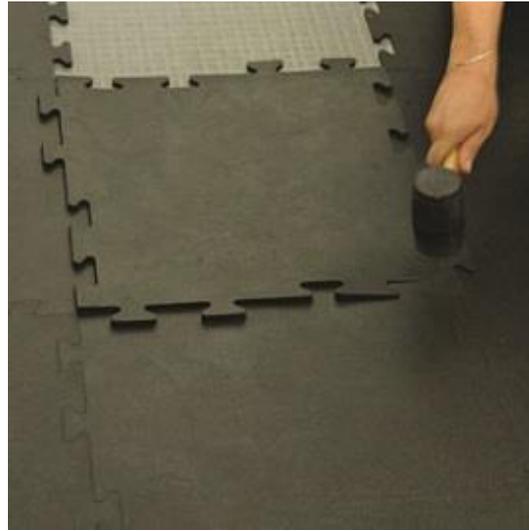
#### **2.1.4.3. Piso de goma a base de neumáticos reciclados.**

El aprovechamiento de neumáticos reciclados en la producción de suelos representa una solución ambientalmente sostenible que contribuye significativamente a la gestión adecuada del caucho (ver figura 16). Este material, cuando se desecha sin reciclar, puede permanecer en la naturaleza durante aproximadamente 600 años antes de descomponerse. La quema de neumáticos, por otro lado, representa una opción aún más perjudicial, ya que libera

humo contaminante que contiene carbono y azufre, contribuyendo a la contaminación atmosférica. Además, cuando estos residuos terminan en cuerpos de agua, pueden obstaculizar el flujo natural del agua. Una alternativa viable para dar un uso provechoso a este material es su transformación en pavimentos y otros tipos de revestimientos.

### **Figura 16**

*Piso de goma a base de neumáticos reciclados*



*Nota.* Tomado de “Piso de caucho reciclado” [Fotografía], 2014, *Weebly*. (<https://pisodecauchoreciclado.weebly.com>).

### **Uso**

Algunos usos comunes de los suelos de goma elaborados con neumáticos reciclados incluyen:

-Instalaciones deportivas: Se pueden implementar en gimnasios, pistas de atletismo, canchas de baloncesto y zonas recreativas, debido a sus características de amortiguación, capacidad de absorción de impactos y excelente tracción.

-Pisos industriales: Son frecuentemente empleados en almacenes, fábricas y plantas de producción con el propósito de preservar la integridad del suelo y asegurar un ambiente laboral seguro para los trabajadores.

-Pavimentos para exteriores: Los suelos de caucho se consideran una opción óptima para espacios al aire libre, como parques infantiles, patios y zonas de esparcimiento, gracias a su resistencia frente a las inclemencias del tiempo y su habilidad para mantenerse intactos en condiciones climáticas desfavorables.

-Pisos residenciales y comerciales: Se emplean en lugares de intenso tránsito, como cocinas, baños y accesos, gracias a su sencilla limpieza, capacidad para resistir manchas y larga duración.

### **Proceso de Elaboración**

Se inicia el proceso con la recolección de neumáticos usados provenientes de diversas fuentes, como talleres automotrices, depósitos de chatarra o instalaciones de reciclaje, requiriendo un promedio de tres a cuatro neumáticos por proceso. Luego, los neumáticos recolectados se someten a trituración mediante maquinaria especializada para reducirlos a fragmentos más pequeños, pudiendo repetirse esta etapa varias veces para obtener piezas de tamaño homogéneo. Posteriormente, se lleva a cabo un proceso de separación en los fragmentos triturados para eliminar elementos no deseados, como metal y tela, dejando únicamente la goma, lo que garantiza la pureza del material para su posterior procesamiento. La goma triturada se combina con agentes vulcanizantes y otros aditivos de acuerdo con las necesidades específicas del producto final en una etapa de vulcanización, mejorando así sus características físicas y químicas para asegurar su resistencia y durabilidad en diferentes aplicaciones. Luego, la combinación de goma se vierte en moldes con la forma requerida para los pisos de goma, adaptándose a las necesidades particulares de cada aplicación del producto final. Estos artículos moldeados son sometidos a un proceso de curación, que puede incluir la aplicación de calor y presión, para garantizar que la goma conserve su forma y características específicas intactas.

Finalmente, los pisos de goma pueden pasar por etapas adicionales de tratamiento, como corte, lijado o la aplicación de recubrimientos protectores, según las necesidades y especificaciones del producto final.

### **Especificaciones técnicas**

El piso de goma elaborado con neumáticos reciclados cuenta con una serie de especificaciones técnicas que definen sus características y propiedades particulares, detalladas en la tabla 5.

**Tabla 5**  
*Características técnicas del piso de goma*

Espesor: 25mm			
Largo/ ancho: Variable			
<b>Propiedades</b>	<b>Negro</b>	<b>Otros colores</b>	<b>Prueba Icontec</b>
Dureza	80+-5	80+-5	467
Densidad g/cm <sup>3</sup>	1.57+-0.1g/cc	1.57+-0.1g/cc	456
Carga de ruptura psi	1200 mínimo	800 mínimo	444
Rasgado psi	200 mínimo	200 mínimo	445
Resistencia al desgaste 5%	60 mínimo	40 mínimo	502
Deformación por compresión %	40 mínimo	50 mínimo	724
Resistencia al marcado	Excelente	Excelente	
Resistencia eléctrica ohm cm	10 (13)	10(13)	Din 51961
Aislamiento acústico db	25 mínimo	25 mínimo	Din 52210
Aislamiento térmico m <sup>2</sup> kb	0.016	0.016	Din 52612

*Nota.* Adoptada de “Principales propiedades de los pisos de caucho”, por Cardona y Sanchez, 2011, *Aprovechamiento de llantas usadas para la fabricación de pisos decorativos.* (<https://core.ac.uk/download/pdf/51194716.pdf>).

-Absorción de sonido: Las características acústicas del caucho permiten reducir diversos sonidos no deseados, contribuyendo así a la creación de un entorno tranquilo y confortable mediante la absorción y amortiguación del ruido.

-Aislante eléctrico: La capacidad distintiva de funcionar como un aislante eléctrico permite cumplir con las normativas de seguridad esenciales, garantizando un entorno protegido contra riesgos eléctricos.

-Aislante térmico: Los suelos de caucho ofrecen una excelente capacidad de aislamiento térmico, lo que contribuye a mantener condiciones climáticas óptimas durante todas las estaciones del año.

-Resistencia a las quemaduras de cigarrillo: Los suelos de caucho no se ven afectados por las colillas de cigarrillos encendidas, y en el peor de los casos, pueden experimentar un leve manchado que puede eliminarse fácilmente mediante los métodos de limpieza habituales.

### **Aplicación**

Antes de proceder con la instalación del suelo de caucho, es crucial realizar una preparación adecuada del área. Siguiendo las pautas proporcionadas por Decorcenter en su Guía de instalación, uso y mantenimiento de suelos de caucho, se resaltan una serie de pasos necesarios a considerar:

1. Los subsuelos deben estar secos, limpios, lisos, nivelados y firme estructuralmente. Deben estar libres de polvo, solventes, pintura, cera, aceite, grasa, asfalto, selladores, compuestos para curar/endurecer, sales alcalinas, residuos de pegamento viejo, u otros materiales extraños, de acuerdo con ASTM F710.
2. Los subsuelos deben estar lisos para prevenir que irregularidades, asperezas, u otros defectos se proyecten hacia afuera en el nuevo piso. La superficie debe estar plana, equivalente a 3/16" (4.8mm) en 10ft (3m).

3. Elimine mecánicamente toda traza de pegamentos viejos, pintura, u otras asperezas, raspando, lijando o rayendo el subsuelo. No use solventes. Aquellas partes que sobresalen deben ser traídas a nivel y las depresiones deben ser rellenas con un compuesto para emparchar, aprobado, de base-Portland.
4. Todo corte de serrucho (uniones de control), grietas, indentaciones, y otras juntas inmóviles en el concreto deben ser rellenas con un compuesto para emparchar, aprobado, de base-Portland.
5. Las juntas de expansión en el concreto están diseñadas para permitir la expansión y contracción de este. Si un piso se instalase sobre una junta de expansión, lo más probable es que falle en esa área. Use cubiertas para juntas diseñadas para usarse con pisos resistentes. (p.01)

Después de la preparación del área, las losetas se cortan para adaptarse al área asignada, seguido de la aplicación de un adhesivo especial en la superficie del suelo y en la parte posterior de las losetas para una conexión resistente. Luego, las losetas se colocan individualmente sobre el adhesivo, asegurándose de mantener una disposición uniforme. Posteriormente, se compactan utilizando un rodillo manual para garantizar una adherencia óptima y estabilidad durante la instalación. Se realizan ajustes finales y se verifica la correcta colocación de cada loseta antes de proceder con el acabado final. Finalmente, se lleva a cabo una limpieza exhaustiva para eliminar cualquier exceso de adhesivo y residuos, asegurando que el área esté lista para su uso inmediato. Es esencial eliminar rápidamente el exceso de adhesivo con un paño húmedo debido a la alta reactividad de este con solventes y materiales derivados del petróleo. Si no se realiza esta limpieza con prontitud, existe el riesgo de que el adhesivo reaccione con la goma, provocando manchas no deseadas.

## **Ventajas**

-Diversas variedades: Es una alternativa de suelos que ofrece una amplia gama de opciones en cuanto a colores, diseños, patrones y texturas, rompiendo con la tradicional elección de alfombras negras estándar.

-Durable: El pavimento de caucho es reconocido por su durabilidad, ya que puede resistir derrames de sustancias químicas y quemaduras, siendo más resistente al desgaste en comparación con otras alternativas de suelo. Se estima que puede durar hasta treinta años.

-Fácil de limpiar: Limpiar y mantener este tipo de revestimiento de suelo es sumamente sencillo debido a su resistencia al agua. Puede ser limpiado con un detergente suave y trapeado sin dificultad.

-Menos mantenimiento: El suelo de goma apenas necesita mantenimiento, ya que no necesita ser sellado como otros revestimientos como el granito o el mármol. No es necesario pulir o encerar estos suelos incluso después de varios años de uso.

-Superficie no porosa: Este recubrimiento para el suelo se caracteriza por su densidad y falta de porosidad, lo que impide cualquier filtración de agua. Además, su estructura compacta garantiza una mayor durabilidad y resistencia ante el paso del tiempo y el uso continuo.

-Reciclable: Después de un extenso período de uso, el suelo de goma no necesita ser desechado, sino que puede ser reciclado de manera sencilla.

-Reductor de ruido: Asimismo, se destaca por su capacidad para absorber el sonido, lo que lo hace adecuado para su instalación en una variedad de lugares como parques infantiles, gimnasios y centros de salud.

-Antimicrobiano e hipoalergénico: Por otro lado, cuenta con propiedades ignífugas y no emite sustancias tóxicas cuando se quema. Además, su resistencia natural a hongos, mohos

y otros alérgenos lo convierte en una opción ideal para personas que padecen asma u otros problemas respiratorios crónicos.

### **Desventajas**

-Costo inicial más alto: A pesar de que los suelos de goma reciclada pueden ofrecer una mayor durabilidad a largo plazo, el gasto inicial para su instalación puede resultar más elevado en comparación con otras alternativas de pavimento.

-Olor: Para ciertas personas, puede resultar evidente que los suelos elaborados con goma reciclada desprenden un aroma peculiar, especialmente al ser recién instalados. Aunque este aroma tiende a desaparecer con el tiempo, puede representar un inconveniente para aquellos que son sensibles a los olores.

-Sensibilidad al calor: Los suelos de goma tienen la posibilidad de adquirir una textura más suave y deformarse cuando se exponen a temperaturas elevadas, lo cual puede ser problemático en zonas con alta incidencia de calor o luz solar directa.

#### **2.1.4.4. Teja de plástico reciclado.**

Los paneles de tejas fabricados a partir de plástico reciclado y nanotecnología, como se muestra en la figura 17 (a), ofrecen propiedades únicas que resultan en un producto con una mayor resistencia a la degradación UV, una reducción en la transmisión térmica y una disminución del eco del ruido. Estas tejas son más ligeras, completamente impermeables, transitables y no se decoloran, además de no requerir mantenimiento.

La compañía Roofeco System S.L. es reconocida por su producción de paneles de tejas, destacándose especialmente por su compromiso ambiental al utilizar materiales reciclados y reducir significativamente el consumo de energía durante el proceso de fabricación, en contraste con las tejas de barro tradicionales.

El material utilizado para fabricar estas tejas de plástico RoofEco consiste en una formulación de polímeros compuestos con nanopartículas de minerales que mejoran sus propiedades originales, otorgándoles un mayor aislamiento termoacústico y una vida útil extendida. Estos paneles están diseñados específicamente para la autoconstrucción, eliminando la necesidad de tornillos expuestos o cemento durante su instalación, tal como se ilustra en la figura 17 (b).

Disponibles en diversos formatos, como paneles de tejas de 2,25 m<sup>2</sup> o paneles para tejados de 0,61 m<sup>2</sup>, así como en variantes translúcidas y en una amplia gama de colores, RoofEco ofrece todas las piezas necesarias para completar la instalación del tejado.

**Figura 17.a,b.**

*Teja de plástico reciclado (a) y aplicación de tejado con tejas de plástico reciclado (b)*



*Nota.* Tomado de “Teja de plástico reciclado (a) y tejado con tejas de plástico reciclado (b)” [Fotografía], por Dobón, 2018, *Materiales de construcción reciclados y reutilizados para la arquitectura sostenible*. (<https://riunet.upv.es/handle/10251/115062>).

**Uso**

La cubierta puede ser utilizada como área de tránsito y es resistente a diversas temperaturas, siendo capaz de soportar condiciones extremas. Se requiere una inclinación mínima del 17% para su correcta instalación.

### Proceso de Elaboración

Se inicia con la separación de plásticos ligeros y pesados, seguido de la trituración en un molino para reducir su tamaño. Luego, se mezclan los plásticos triturados para obtener una combinación homogénea. Esta mezcla se funde en una máquina especializada, ajustando la temperatura para lograr la consistencia adecuada. Después de la extrusión y el secado del plástico fundido, se tritura nuevamente. Posteriormente, los gránulos de plástico reciclado se mezclan con minerales y pigmentos en una hormigonera. Finalmente, esta mezcla se funde y se vierte en moldes para dar forma a las tejas.

### Especificaciones técnicas

Los paneles de teja fabricados a partir de plástico reciclado cuentan con una serie de especificaciones técnicas que definen sus características y propiedades particulares, detalladas en la tabla 6.

**Tabla 6**

*Características técnicas del panel de teja de plástico reciclado*

Espesor: 5mm	
Largo/ ancho: 57cm x 107cm	
Peso por m <sup>2</sup>	6,5 kg/m
Temperaturas máximas	-40°C a 50° C
Resistencia a viento	178 km/hora
Resistencia a fuerza de succión	650 6,5 kg/m
Transitable	Si
Pendiente necesaria	17%

*Nota.* Adoptada de “Características técnicas de la teja de plástico reciclado”, por Dobón, 2018, *Materiales de construcción reciclados y reutilizados para la arquitectura sostenible*. (<https://riunet.upv.es/handle/10251/115062>).

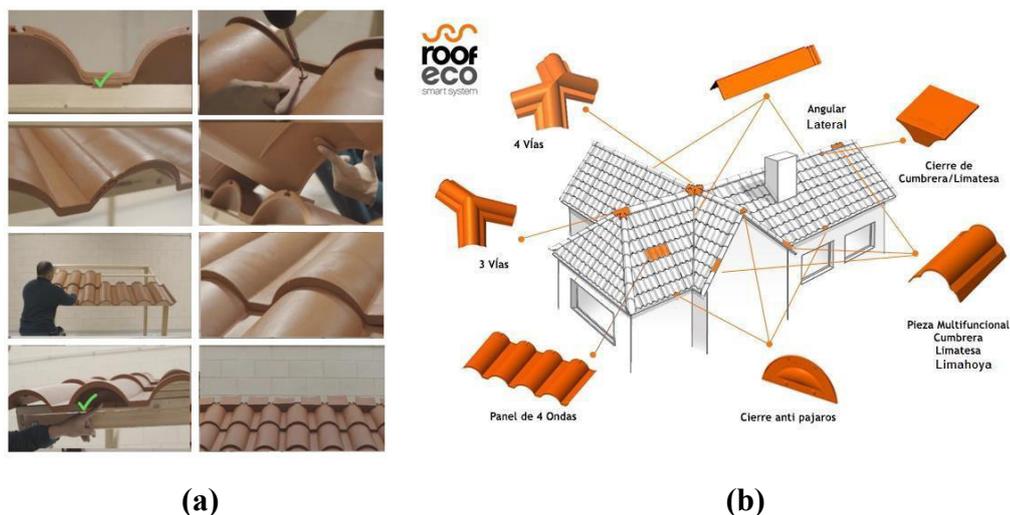
Las tejas de plástico reciclado ofrecen un buen aislamiento térmico y acústico, pero tienen una resistencia al fuego limitada; sin embargo, no contribuyen a la propagación de incendios. Así mismo, es considerablemente más liviano, con un peso aproximadamente siete veces menor, en contraste con los techos de tejas tradicionales.

### Aplicación

El proceso de instalación comienza con la colocación del primer panel en la esquina inferior seleccionada, el cual se fija a la estructura auxiliar de madera para garantizar su estabilidad mediante tornillos. Luego, el segundo panel se posiciona superponiéndose al primero y se asegura de manera similar. Las filas subsiguientes se conectan entre sí mediante un sistema de machihembrado y simultáneamente se aseguran a la estructura de madera. Este procedimiento se repite con los paneles restantes. Finalmente, se completan la instalación con la colocación del cierre anti-pájaro, el cierre de cumbrera y la pieza multifuncional de cumbrera (ver figura 18.a, b).

### Figura 18.a,b.

*Instalación del panel de teja de plástico reciclado (a) y Piezas de accesorio para el tejado (b)*

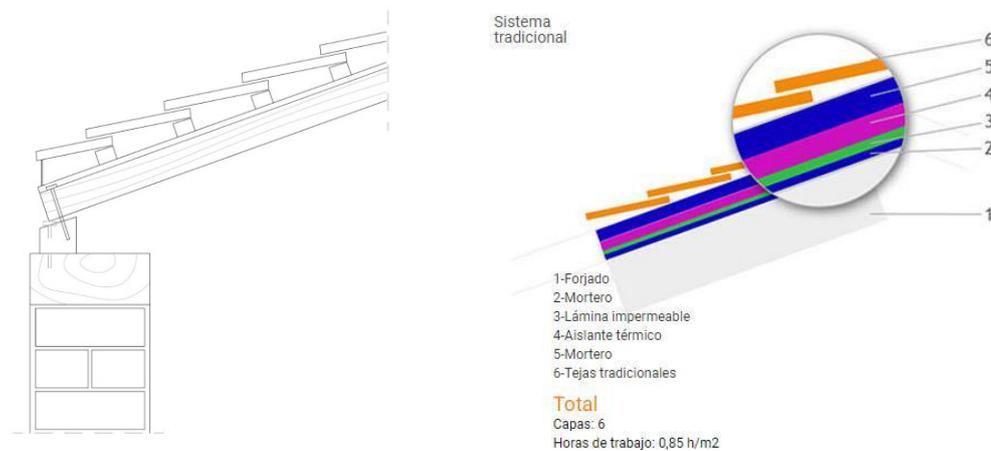


*Nota.* Tomado de “Instalación (a) y piezas de accesorio para el tejado (b)”, por Dobón, 2018, *Materiales de construcción reciclados y reutilizados para la arquitectura sostenible*. (<https://riunet.upv.es/handle/10251/115062>).

De acuerdo con lo representado en la figura 19 (a), este sistema de cubierta plástica que simula las tejas tradicionales requiere menos capas y estructuras adicionales para su instalación, ya que solo se necesitan cuatro capas: la estructura de madera, el aislante térmico, el rastrel y las tejas de plástico. En comparación con un sistema convencional, como se muestra en la figura 19 (b), este implica un mayor número de capas, la participación de trabajadores especializados y un período de tiempo más prolongado para su ejecución.

### Figura 19.a,b.

Detalle constructivo del tejado RoofEco (a) y Sistema tradicional de tejas (b)



*Nota.* Tomado de “Detalle constructivo del tejado RoofEco (a) y Sistema tradicional (b)”, por Dobón, 2018, *Materiales de construcción reciclados y reutilizados para la arquitectura sostenible*. (<https://riunet.upv.es/handle/10251/115062>).

### Ventajas

En relación con las ventajas de las tejas de plástico reciclado, es necesario considerar una serie de aspectos, tales como:

- 100% impermeable, cero posibilidades de filtraciones.
- Antigranizo.
- Resistencia y flexibilidad con 5 mm de espesor, recuperan su forma original, aunque un vehículo le pase por encima.

- Libre de mantenimiento.
- Resistente a cambios bruscos de temperatura.
- Instalación rápida y sin necesidad de mano de obra especializada.
- Cubierta ligera.
- Su material permite que las tejas de plástico estén libres de la acumulación de verdín (musgos y hongos) por no ser porosa y por no requerir mortero, también son libres de eflorescencias.
- Se autolimpian con la lluvia o la nieve aunque el tejado sea de poca inclinación.
- Tejado resistente y transitable, soporta los golpes del granizo más severo sin provocar el más mínimo daño.
- Antisísmico. (Dobón, 2018, p.28)

### **Desventajas**

- Baja capacidad de resistencia ante incendios.
- Existe la posibilidad de que se libere un olor distintivo, especialmente al ser nuevos. Esto puede ser percibido cuando las tejas recién instaladas emanan un aroma particular.
- Las opciones de colores y diseños pueden ser limitadas en comparación con otras alternativas disponibles.
- Existe la posibilidad de que los pisos se tornen resbaladizos en presencia de humedad, lo cual podría constituir un riesgo para la seguridad en entornos específicos.
- Además, se debe tener en cuenta la eventualidad de que el material sufra desgaste con el paso del tiempo, sobre todo si no se realiza un mantenimiento adecuado.

#### 2.1.4.5. Pintura de poliestireno expandido.

El poliestireno expandido (EPS), conocido como Tecnopor en Perú, se utiliza principalmente en la construcción para fines de aislamiento. Se reconoce su capacidad para ser reciclado y convertido en materia prima para nuevos productos plásticos una vez triturado y compactado. Este potencial de reciclaje del EPS puede tener un impacto positivo en la construcción al emplearse en la creación de pinturas y revestimientos (ver figura 20).

#### Figura 20

*Pintura de poliestireno expandido*



*Nota.* Tomado de “Cómo reciclar el poliestireno expandido (EPS) para convertirlo en pintura”, por Materials, 2019, *Archdaily*. (<https://www.archdaily.pe/pe/912676/como-reciclar-el-poliestireno-expandido-eps-para-convertirlo-en-pintura>).

#### Uso

Se han creado una variedad de productos utilizando esta base reciclada, que incluyen opciones para áreas de tránsito intenso, marcación vial y recubrimientos para pisos. Estos productos destacan por su excelente capacidad de adherencia tanto al concreto como al asfalto.

Además, ofrecen la ventaja de poder ser fácilmente limpiados y secados rápidamente, siendo aplicables tanto de forma manual como mediante sistemas de pulverización.

En contextos más residenciales, estos productos pueden ser utilizados en una amplia gama de colores para embellecer paredes y funcionar como capas de acabado para pisos de cerámica o cemento, así como selladores impermeabilizantes para superficies de ladrillo, mortero o concreto.

### **Proceso de Elaboración**

El proceso de reciclaje del poliestireno expandido (EPS) comienza con la recepción del material en una instalación dedicada, donde se tritura y compacta para convertirlo en una materia prima utilizada en la fabricación de pinturas. Esta preparación implica la combinación de EPS triturado con varios aditivos, como pigmentos, resinas y solventes, en maquinaria especializada, con el objetivo de otorgar a la pintura las propiedades deseadas. Una vez que se mezclan los aditivos con el EPS, se obtiene un concentrado que servirá como base sólida para la formulación final de la pintura. Durante la etapa de formulación, se ajustan las proporciones de los aditivos para cumplir con los estándares técnicos requeridos, como la consistencia y la resistencia al agua. Luego, se procede al mezclado y homogeneización de todos los componentes para garantizar una distribución uniforme y obtener un producto final de alta calidad y rendimiento. Finalmente, la pintura terminada se envasa y etiqueta adecuadamente, incluyendo información relevante sobre su aplicación, composición y precauciones de seguridad.

### **Especificaciones técnicas**

La pintura a base de poliestireno expandido (EPS) presenta especificaciones definidas que describen sus características y propiedades únicas, detalladas en la tabla 7.

**Tabla 7**  
*Características técnicas del poliestireno expandido*

Densidad	10 kg/m <sup>3</sup> aprox.
Color	Blanco
Aislamiento térmico	Excelente
Comportamiento frente al agua y vapor de agua	Absorción del 1-3% vol.
Estabilidad dimensional	0,05 y 0,07 mm

*Nota.* Adoptada de “Características del Poliestireno Expandido”, por Figueroa, 2022, *Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta de producción de pintura a base de poliestireno expandido y de un solvente ecológico.* ([https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/16323/Figueroa-Parra\\_Estudio-pintura-poliestireno.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/16323/Figueroa-Parra_Estudio-pintura-poliestireno.pdf?sequence=1&isAllowed=y)).

### **Aplicación**

La aplicación de la pintura derivada del poliestireno expandido sigue un procedimiento convencional de aplicación de recubrimientos. En primer lugar, se lleva a cabo la preparación meticulosa de la superficie a pintar, garantizando su limpieza y eliminando cualquier residuo de polvo o grasa que pudiera afectar la adherencia de la pintura. Posteriormente, se procede a la aplicación de la pintura utilizando herramientas como rodillos, brochas o pistolas de pulverización, seleccionando el método más adecuado según las características específicas del área a recubrir y las preferencias del usuario. Se aconseja seguir detenidamente las indicaciones proporcionadas por el fabricante en cuanto a la técnica de aplicación, el número de capas requeridas y el tiempo de secado entre cada una. Una vez completada la aplicación, se permite que la pintura se seque por completo antes de utilizar el área tratada, asegurando así un acabado óptimo y duradero (ver figura 21).

## Figura 21

### Aplicación de la pintura de poliestireno expandido



*Nota.* Tomado de “Cómo reciclar el poliestireno expandido (EPS) para convertirlo en pintura”, por Materials, 2019, *Archdaily*. (<https://www.archdaily.pe/pe/912676/como-reciclar-el-poliestireno-expandido-eps-para-convertirlo-en-pintura>).

### Ventajas

-Aislamiento térmico y acústico: La pintura de poliestireno expandido brinda un excelente aislamiento térmico y acústico, manteniendo una temperatura interior confortable y reduciendo el ruido exterior.

-Resistencia al agua: Este recubrimiento muestra una alta resistencia al agua, siendo ideal para áreas expuestas a la humedad como baños, cocinas y exteriores.

-Versatilidad: Presenta una notable versatilidad ya que puede aplicarse en una amplia gama de superficies, incluyendo paredes interiores y exteriores, techos y suelos.

-Durabilidad: Demuestra una alta durabilidad, brindando una cobertura protectora que puede enfrentar de manera eficiente tanto el desgaste como los posibles daños ocasionados por el transcurso del tiempo y el uso constante.

-Facilidad de aplicación: Se caracteriza por su simplicidad y accesibilidad, ya que puede ser realizada con comodidad utilizando herramientas convencionales como rodillos, brochas o pistolas de pulverización.

-Eficiencia energética: Gracias a su capacidad para proporcionar aislamiento térmico, esta pintura puede desempeñar un papel significativo en la disminución del consumo energético necesario para la calefacción y refrigeración de ambientes interiores.

### **Desventajas**

-Limitaciones estéticas: Dada la naturaleza y estructura de estas pinturas, la variedad de colores y acabados disponibles puede ser más limitada que en las alternativas convencionales.

-Necesidad de preparación de la superficie: Preparar la superficie antes de aplicar esta pintura es crucial y puede ser un proceso que requiera tiempo y dedicación, especialmente en superficies con daños o irregularidades.

-Posible emisión de olores: Durante la aplicación y el secado, esta pintura puede producir olores químicos que resultan molestos para algunas personas, especialmente aquellas sensibles a los aromas. Es importante tener en cuenta este efecto y tomar precauciones adicionales, como asegurar una adecuada ventilación del área de trabajo, para minimizar cualquier malestar potencial.

-Menor resistencia a impactos y rayones: A diferencia de algunas pinturas tradicionales, las que incluyen poliestireno expandido podrían ser menos resistentes a impactos y arañazos. Esto puede requerir un mantenimiento más frecuente, especialmente en áreas con mucho tráfico o propensas a golpes y roces constantes.

#### **2.1.4.6. Aislante de celulosa a base de papel periódico reciclado.**

La celulosa se presenta como una alternativa de aislamiento térmico y acústico proveniente de fuentes naturales, siendo elaborada mediante el reciclaje de papel de periódico. A través de un proceso de tratamiento con minerales bóricos, se logra potenciar sus propiedades, otorgándole características adicionales como la resistencia al fuego y la capacidad

de prevenir el crecimiento de hongos. Además, el 88% de la materia prima empleada proviene de materiales reciclados, mientras que el restante 12% corresponde a aditivos. En comparación con la fabricación de poliestireno o fibra de vidrio, el proceso de producción de este material consume notablemente menos recursos, representando solo una fracción de lo necesario para producir poliestireno o fibra de vidrio, aproximadamente una sexta parte o un tercio respectivamente (ver figura 22).

### **Figura 22**

*Aislamiento de celulosa a base de papel periódico reciclado*



*Nota.* Tomado de “Aislamiento de celulosa de papel de periódico reciclado” [Fotografía], por Dobón, 2018, *Materiales de construcción reciclados y reutilizados para la arquitectura sostenible*. (<https://riunet.upv.es/handle/10251/115062>).

### **Uso**

Este material es versátil en su uso, ya que se puede emplear como aislamiento térmico y acústico en una amplia gama de áreas, incluyendo fachadas, tabiques, forjados, soleras, cubiertas, entre otros.

## **Proceso de Elaboración**

La producción se inicia con la introducción manual del papel reciclado en una cinta transportadora, marcando el primer paso del proceso. Seguidamente, el material atraviesa una máquina denominada "mezcladora primaria", la cual se encarga de separar los lotes de papel y prepararlos para su posterior corte en tiras. Este dispositivo está equipado con un potente imán diseñado para extraer cualquier residuo metálico que pueda encontrarse en la materia prima reciclada, garantizando así la pureza del material. Una vez completada esta etapa, el papel avanza hacia la cortadora, donde es fragmentado en tiras de aproximadamente 5 centímetros de longitud. Posteriormente, estas tiras se combinan con ácidos bóricos, compuestos naturales que confieren al material propiedades ignífugas, insecticidas y antifúngicas, aportando así valor añadido al producto final. Luego, una máquina desfibradora corta las tiras de papel en fragmentos aún más pequeños, con dimensiones de apenas 4 milímetros. Como última fase del proceso, el papel es sometido a una segunda mezcla con una mayor concentración de ácidos bóricos, consolidando así las propiedades deseadas del aislante. Posteriormente, el producto resultante se somete a una exhaustiva prueba de seguridad que evalúa su inflamabilidad, garantizando su idoneidad para su uso previsto. Finalmente, el aislante se envasa en sacos de 12,5 kilogramos, listo para su distribución y uso. Es importante destacar que desde el momento en que el papel reciclado es cargado en la cinta transportadora hasta que se convierte en aislante, apenas transcurren cinco minutos, lo que destaca la eficiencia y rapidez del proceso de fabricación.

## **Especificaciones técnicas**

El aislante de celulosa a partir de papel periódico reciclado cuenta con una serie de especificaciones técnicas que definen sus características y propiedades particulares, detalladas en la tabla 8.

**Tabla 8***Características técnicas del aislante de celulosa*

Conductividad térmica	0,040 W/mk
Aislamiento acústico a ruido Aero (RA)	57 dBA
Absorción de agua (kg/m <sup>2</sup> )	Am=0,87
Compactación por gravedad	0%
Factor de resistencia a la transmisión de vapor de agua	$\mu=3,5$
Comportamiento eléctrico	Neutro
Capacidad de carga	Nula
Reacción al fuego	Bs2d0
Densidad según ETA	26-65 kg/m <sup>3</sup>
Calor específico	2100 J/kgk
Emisión durante la producción	5kv/h/m <sup>3</sup>

*Nota.* Adoptada de “Características técnicas de la celulosa”, por Dobón, 2018, *Materiales de construcción reciclados y reutilizados para la arquitectura sostenible*. (<https://riunet.upv.es/handle/10251/115062>).

La calificación de resistencia al fuego de la celulosa corresponde a la categoría "no inflamable", una característica clave de este material. La adición de sales de boro durante su producción actúa como una barrera eficaz contra la propagación del fuego. Cuando estas sales se exponen al calor, liberan moléculas de agua, lo que ayuda a sofocar el fuego y a prevenir su propagación.

### **Aplicación**

El aislante de celulosa proporciona múltiples alternativas para su instalación, las cuales incluyen:

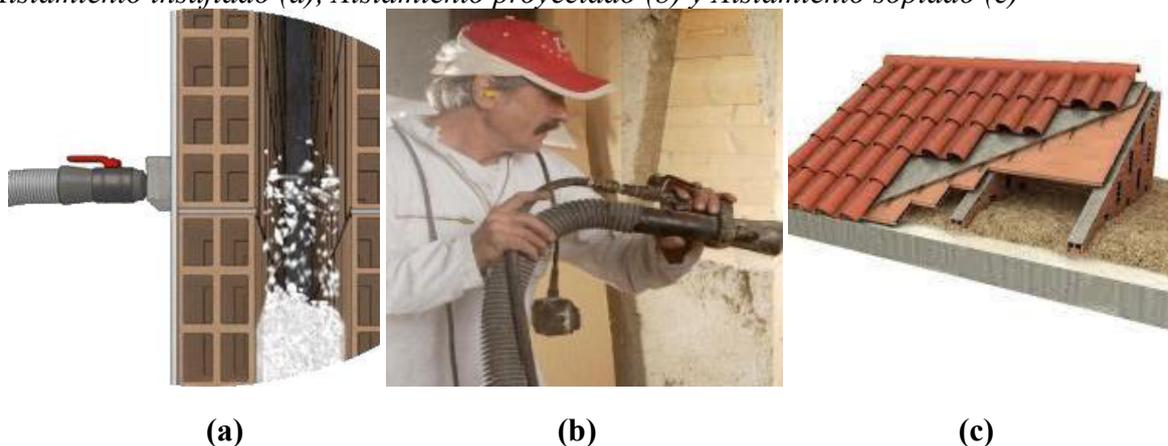
-Método insuflado: Se efectúan perforaciones en la pared con diámetros de entre 19 y 35 mm, por donde se introduce a presión el material aislante utilizando una manguera. Este proceso es rápido y limpio, y una vez finalizado, se sellan las perforaciones para mantener la integridad estructural (ver figura 23,a).

-Método proyectado: Esta técnica consiste en la aplicación del material en estado húmedo, especialmente en proyectos de construcción recientes. Se utiliza en cubiertas, cerramientos y suelos, y después de la aplicación, se nivela con rodillos especializados (ver figura 23,b).

-Método soplado: Este método se utiliza debajo de las cubiertas, donde se dispersa uniformemente una capa del aislante sobre el suelo, con un espesor generalmente entre 15 y 30 centímetros. Esta técnica es especialmente eficaz para asegurar un óptimo aislamiento térmico y acústico en las áreas bajo techo, ayudando a mantener la temperatura interior y reducir la transmisión de ruidos exteriores (ver figura 23,c).

**Figura 23.a,b,c.**

*Aislamiento insuflado (a), Aislamiento proyectado (b) y Aislamiento soplado (c)*



*Nota.* Tomado de “Aislamiento insuflado (a), Aislamiento proyectado (b) y Aislamiento soplado (c)”, por Dobón, 2018, *Materiales de construcción reciclados y reutilizados para la arquitectura sostenible*. (<https://riunet.upv.es/handle/10251/115062>).

## **Ventajas**

En relación con las ventajas del aislamiento de celulosa, es necesario considerar una serie de aspectos en diferentes contextos y aplicaciones:

- Puede reducir hasta el 54% de la factura de climatización.
- Es permeable al vapor de agua, lo cual evita la creación de bacterias y hongos en el interior de los cerramientos.
- Su aplicación es rápida y segura en obra, no contamina y no emite ningún tipo de gas o sustancia tóxica.
- No se apelmaza, mengua ni asienta con el paso del tiempo.
- Evita puentes térmicos al adaptarse a la geometría sin dejar huecos por lo que reduce las entradas de calor, de frío y ruido, aumentando así la sensación de confort y creando un clima ambiental sano. (Dobón, 2018, p.32)

## **Desventajas**

-Sensibilidad a la humedad: En contraste con algunos otros materiales, la celulosa puede ver reducida su eficacia como aislante cuando se ve expuesta a la humedad, lo que podría poner en riesgo su capacidad para mantener una resistencia térmica óptima y ocasionar problemas de degradación.

-Posible degradación por insectos y hongos: Aunque se aplican tratamientos químicos para protegerla, la celulosa aún puede ser afectada por plagas de insectos y el desarrollo de hongos en lugares con alta humedad, lo que eventualmente podría comprometer su resistencia y longevidad en el tiempo.

-Potencial de polvo durante la instalación: En el momento de su instalación, la celulosa puede producir partículas de polvo muy finas que tienen el potencial de irritar la piel y las vías

respiratorias. Por consiguiente, se deben tomar medidas de precaución adicionales para garantizar la seguridad tanto de los trabajadores como de los residentes de la vivienda durante este proceso.

### **2.1.5. Materiales reutilizables para construcción**

#### **2.1.5.1. Cerramiento de ecoladrillo de plástico.**

Los ecoladrillos son botellas de plástico de menos de 3 litros rellenas con plástico reciclado limpio y seco. Esta solución sostenible ofrece a comunidades y empresas la oportunidad de reducir el uso de plástico y promover una conciencia ecológica centrada en el ciclo natural de la tierra (ver figura 24).

#### **Figura 24**

*Ecoladrillo, un bloque elaborado a base de plástico*



*Nota.* Tomado de “Ecoladrillos: una útil e innovadora alternativa para tus residuos plásticos” [Fotografía], por Ministerio del Ambiente - Gobierno Nacional del Perú, 2020. (<https://www.gob.pe/institucion/minam/noticias/112195-ecoladrillos-una-util-e-innovadora-alternativa-para-tus-residuos-plasticos>).

#### **Uso**

Estos ladrillos se emplean en una variedad de aplicaciones, desde la fabricación de muebles modulares hasta la construcción de espacios de jardín, paredes, viviendas, centros comunitarios, entre otros usos diversos.

### **Proceso de Elaboración**

-Retira la etiqueta adherida a la botella de plástico (PET), luego procede a lavarla minuciosamente y asegúrate de que esté completamente seca.

-Deposita únicamente en la botella aquellos desechos que no sean reciclables ni representen un peligro, garantizando que estén limpios y libres de humedad.

-Compacta de manera efectiva el material dentro de la botella, utilizando una cuchara de madera si es necesario, para evitar la formación de espacios vacíos entre los residuos.

-Una vez que la botella esté llena y los residuos compactados en su interior, sella la tapa de la botella de manera adecuada.

### **Aplicación**

-Preparación del área de construcción: Antes de iniciar la instalación, es crucial preparar el área para los ecoladrillos. Esto incluye limpiar y nivelar el terreno, así como preparar las superficies de adherencia.

-Apilado de los ecoladrillos: Los ladrillos de plástico reutilizado se colocan uno sobre otro según el diseño establecido, ya sea horizontal o verticalmente, según la estructura en construcción (ver figura 25,a).

-Compactación: Después de colocar los ecoladrillos en su posición, es esencial compactarlos adecuadamente para garantizar la solidez y estabilidad de la estructura. Esto se logra utilizando herramientas de compactación que presionan los ecoladrillos y eliminan cualquier espacio de aire entre ellos.

-Fijación: En determinadas situaciones, puede ser preciso asegurar la unión de los ecoladrillos entre sí o a una estructura de soporte empleando adhesivos especializados o materiales de construcción adicionales.

-Acabado: Una vez que los ecoladrillos hayan sido colocados y fijados de manera adecuada, se procederá a aplicar los acabados finales según las exigencias del proyecto, tales como revestimientos exteriores o capas de pintura (ver figura 25,b).

**Figura 25.a,b.**

*Instalación con botellas recicladas (a) y Casa construida con botellas recicladas (b)*



**(a)**



**(b)**

*Nota.* Tomado de “En detalle: Construcción con botellas recicladas”, por Archdaily Team, 2011, *Archdaily*. (<https://www.archdaily.pe/pe/02-118791/en-detalle-construccion-con-botellas-recicladas>).

**Ventajas**

- Reducción de los residuos.
- Contribución a la conservación del medio ambiente.
- Alternativa de construcción sostenible.

**Desventajas**

-Contaminación residual: A medida que los ecoladrillos contienen desechos plásticos, existe la posibilidad de que algunos liberen microplásticos o compuestos químicos perjudiciales con el paso del tiempo.

-Durabilidad limitada: El estado de los ecoladrillos puede degradarse con el tiempo, lo cual está influenciado por el tipo de plástico empleado y las condiciones ambientales.

### 2.1.5.2. Cerramiento y pavimento de pallets de madera.

Existen varios tipos de pallets, como el europeo (ver figura 26,a) y el americano, que se suelen construir con madera de pino debido a sus propiedades físicas. Esta madera destaca por su capacidad de absorber impactos y su flexibilidad, lo que la hace ideal para resistir sismos. Además, contribuye al aislamiento térmico y acústico, lo que aumenta su utilidad en diferentes escenarios.

#### Figura 26.a,b.

*Pallet europeo (a) y Casa construida con pallets reciclados (b)*



*Nota.* Tomado de “Palé europeo (a) y Casa construida con palés reciclados (b)”, por Dobón, 2018, *Materiales de construcción reciclados y reutilizados para la arquitectura sostenible*. (<https://riunet.upv.es/handle/10251/115062>).

#### Uso

Los pallets tienen diversas aplicaciones, desde la construcción de viviendas hasta la fabricación de muebles y pavimentos. Al final de su vida útil, pueden reciclarse para convertirse en biomasa, promoviendo un ciclo de vida sostenible y consciente del medio ambiente.

## **Proceso de Elaboración**

Al hablar de la fabricación de pallets de madera, es crucial considerar varios aspectos que influyen en su creación. Estos elementos a tener en cuenta incluyen:

1. Obtención de la materia prima. La madera se ordena a los aserraderos. Estos seleccionan los pinos, los talan y cortan en la forma y longitud deseada. Los aserraderos deben certificar que la madera es PEFC.

2. A continuación, se procede al montaje del palé. Generalmente se arman mediante cadena de montaje sencilla. Las tablas que se colocan en la parte superior e inferior del palé se llaman “madera deck” y las que se colocan sobre otras maderas se llaman “listones”. Se utilizan pistolas para clavar la madera, estas tienen largas bobinas de clavos para asegurar la gruesa madera deck a los listones. Se arma y asegura con clavos un lado del pallet con una platilla antes de darle la vuelta y clavar el lado contrario.

3. Se procede a tratar el producto para evitar el riesgo de introducción de plagas y enfermedades forestales. Existen dos métodos: aplicar calor hasta los 56°C durante 30 minutos o fumigar con bromuro metílico (prohibido en varios países). Siendo el primer tratamiento mucho más ecológico ya que el Bromuro metílico es una sustancia dañina para el medio ambiente y además el tratamiento debe ser renovado cada dos meses. (Dobón,2018, p.34)

## **Especificaciones técnicas**

Los pallets de madera presentan especificaciones definidas que describen sus características y propiedades únicas, detalladas en la tabla 9.

**Tabla 9**  
*Características técnicas del pallet de madera*

Peso módulo	25kg
Carga soportada	4000kg
Resistencia a flexión	1057 kg/cm <sup>2</sup>
Módulo de elasticidad	94.000 kg/cm <sup>2</sup>
Resistencia a compresión	406 kg/cm <sup>2</sup>

*Nota.* Adoptada de “Características técnicas del palé de madera”, por Dobón, 2018, *Materiales de construcción reciclados y reutilizados para la arquitectura sostenible*. (<https://riunet.upv.es/handle/10251/115062>).

### **Aplicación**

-Como cerramiento:

Antes de iniciar la construcción del cerramiento, es crucial aplicar un sellador impermeabilizante sobre el pallet para protegerlo. La primera fila de pallets se dispone alrededor de todo el perímetro, utilizando tablas como guía que se clavan en la base para asegurar su posición. Luego, se fija la segunda fila de pallets sobre la primera, pudiendo añadir una tabla adicional entre las juntas para reforzar la unión (ver figura 27).

Para mayor estabilidad, se aseguran los pallets con una tabla que se coloca a lo largo del perímetro (ver figura 28).

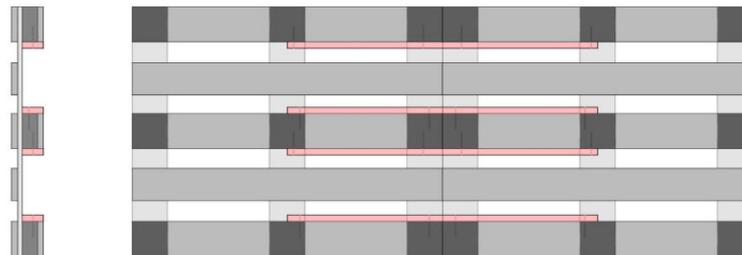
Se pueden añadir tablas verticales para mantener la verticalidad de la estructura. Como aislamiento, se puede optar por materiales naturales como la paja y el barro. Para el revestimiento interior, se recomienda el uso de tableros de virutas de madera como el Ecoplac de 8 mm (ver figura 29). En cuanto al revestimiento exterior, se pueden utilizar las tablas desmontadas de los propios pallets.

**Figura 27**  
*Cerramiento de pallets*



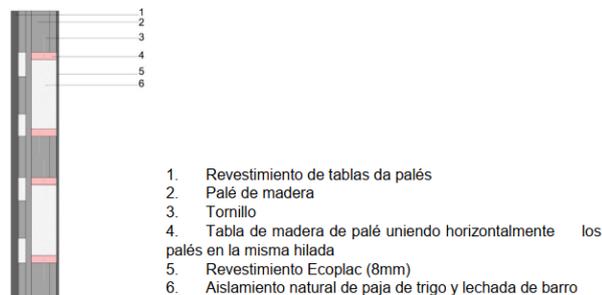
*Nota.* Tomado de “Cerramiento de palés”, por Dobón, 2018, *Materiales de construcción reciclados y reutilizados para la arquitectura sostenible*. (<https://riunet.upv.es/handle/10251/115062>).

**Figura 28**  
*Uniones mediante tablas recuperadas de pallets*



*Nota.* Tomado de “Uniones mediante tablas recuperadas de palés”, por Dobón, 2018, *Materiales de construcción reciclados y reutilizados para la arquitectura sostenible*. (<https://riunet.upv.es/handle/10251/115062>).

**Figura 29**  
*Capas del cerramiento de pallets*



*Nota.* Tomado de “Capas del cerramiento de palés”, por Dobón, 2018, *Materiales de construcción reciclados y reutilizados para la arquitectura sostenible*. (<https://riunet.upv.es/handle/10251/115062>).

-Como pavimento:

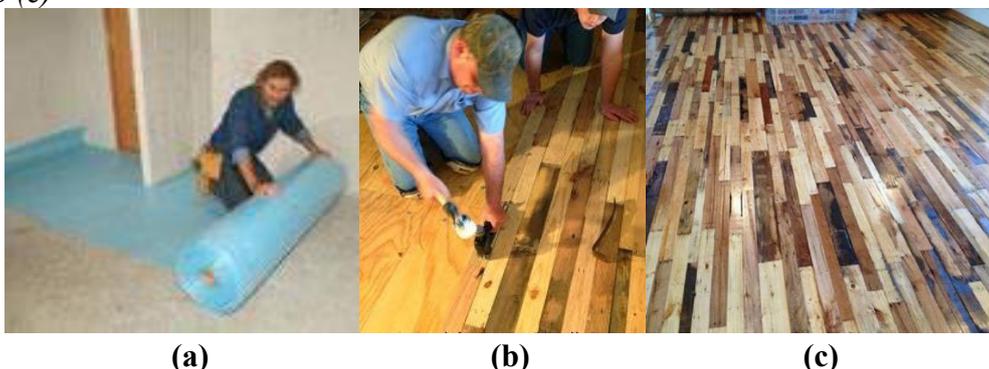
Antes de iniciar cualquier tarea, es esencial garantizar que el suelo esté completamente nivelado, seco y libre de toda suciedad. Posteriormente, como se puede ver en la figura 30 (a), se cubre toda la superficie del suelo con el rollo de espuma de polietileno para brindar un aislamiento efectivo tanto térmico como acústico, asegurándose de que estas tiras se ajusten adecuadamente y sobresalgan aproximadamente 10 cm sobre la pared.

Con un martillo y una palanca, se retiran cuidadosamente las tablas de los pallets, eliminando todos los clavos restantes. Si se instalan sobre un forjado de hormigón, se deben colocar rastreles de madera para asegurar las tablas; en el caso de un revestimiento, estas se fijan directamente al suelo con un martillo. En la figura 30 (b), se puede apreciar que las tablas reutilizadas se disponen en filas, asegurándose de que estén bien ajustadas entre sí.

Se mezcla aserrín, barniz y aguarrás mineral para sellar las juntas entre las tablas, aplicándola con una espátula. Después de colocar todas las tablas, se lija el suelo con una pulidora y se limpia con jabón para eliminar residuos. Finalmente, se aplica una capa de barniz para el acabado final del suelo de tablas de pallets (ver figura 30,c).

**Figura 30.a,b,c.**

*Extensión del rollo de polietileno (a), Instalación de las tablas de pallets (b) y Pavimento acabado (c)*



*Nota.* Tomado de “Extensión de las tiras de polietileno (a), Instalación de las tablas (b) y Pavimento acabado (c)”, por Dobón, 2018, *Materiales de construcción reciclados y reutilizados para la arquitectura sostenible*. (<https://riunet.upv.es/handle/10251/115062>).

### **Ventajas**

- Montaje rápido.
- Alternativa económica para cerramientos y pavimentos.
- Al concluir su ciclo útil, es posible emplearlo nuevamente o someterlo al proceso de reciclaje.
- Desmontaje sencillo.

### **Desventajas**

- Se necesita una gran cantidad de pallets para la construcción de una edificación.
- Estructura pesada en su construcción.
- Cerramiento que requiere un mayor esfuerzo para aislar y hacer impermeable.

## **2.1.6. *Materiales ecológicos para construcción***

### **2.1.6.1.       Piso de bambú.**

El suelo de bambú, una alternativa refinada y ecológica, ofrece una estética natural y una durabilidad destacada. Constituido por tablones de bambú natural o laminado, presenta una superficie sólida y atractiva. Su textura única y variedad de tonalidades lo hacen adaptable a diversos estilos decorativos. Además, destaca por su resistencia al desgaste, fácil mantenimiento y capacidad para soportar la humedad, siendo ideal para áreas de alto tráfico y entornos húmedos. Su instalación puede realizarse mediante sistemas de clic, adhesivos o clavado, proporcionando flexibilidad en el método y la ubicación (ver figura 31).

**Figura 31**  
*Tabla de bambú*



*Nota.* Tomado de “Tabla de bambú”, por Dobón, 2018, *Materiales de construcción reciclados y reutilizados para la arquitectura sostenible*. (<https://riunet.upv.es/handle/10251/115062>).

### **Uso**

- Como material para pavimentación en suelos interiores y exteriores.
- En la construcción de cerramientos, empleando la técnica de quincha.
- Para la creación de paneles monocapa que ofrecen aislamiento y protección.
- En forma de chapa, para revestir superficies tanto internas como externas.
- En la creación de revestimientos compuestos por tiras de bambú con un forro textil en la parte posterior para añadir un acabado estético y funcional.

### **Proceso de Elaboración**

La empresa MOSO emplea un proceso de producción meticuloso en la fabricación de los parqués de bambú, Dobón (2018) señala:

Todos los parqués de bambú MOSO® se producen en fábricas certificadas ISO 9001 e ISO 14001 (certificaciones de calidad importantes).

1. Se cosechan las cañas de bambú, estas se pueden cosechar cuando tienen 4-5 años de vida.

2. Se sierran en forma longitudinal eliminando la corteza exterior.
3. Se vaporizan las tiras para quitarles su color original amarillo claro y que adquieran un color marrón claro (tostado).
4. Las tiras se dejan secar.
5. Las tablas son ensambladas. Pueden ser encoladas de manera horizontal, vertical o density. El proceso density consiste en encolar las fibras de las tablas de bambú y prensarlas a una muy alta presión. De esta manera resulta un producto final con una dureza superior a todas las maderas existentes. Además, este proceso le otorga una apariencia muy parecida a la madera.
6. El aspecto final de madera se consigue pasando las lamas por grandes rollos que imprimen el típico veteado de la madera de manera aleatoria.
7. Otro tratamiento consiste en aserrar en el sentido perpendicular de la lama para dar un aspecto envejecido. (p.44)

### **Especificaciones técnicas**

El piso de bambú presenta especificaciones definidas que describen sus características y propiedades únicas, tales como medidas, densidad, conductividad térmica, resistencia, entre otros aspectos relevantes para su uso en proyectos de construcción, detalladas en la tabla 10.

**Tabla 10**  
*Características técnicas del piso de bambú*

Medidas de lama: 1850x137x14mm	
Densidad (capa superior)	1050 kg/dm <sup>3</sup>
Dureza	>9,5 kg/mm <sup>2</sup>
Reacción al fuego (clase)	Cfl-s1
Conductividad térmica	0,19 W/mk

Resistencia térmica

0,0549 m<sup>2</sup>k/W

Clase de uso

Clase 1

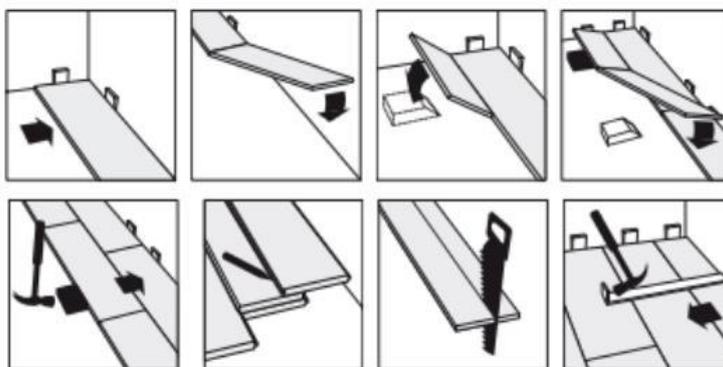
*Nota.* Adoptada de “Características técnicas de Bamboo Solida”, por Dobón, 2018, *Materiales de construcción reciclados y reutilizados para la arquitectura sostenible*. (<https://riunet.upv.es/handle/10251/115062>).

### Aplicación

Para garantizar una instalación óptima, es imprescindible que el producto repose en la habitación de instalación durante al menos 48 horas para adaptarse al entorno. Es vital que la superficie donde se colocarán las tablas esté nivelada, porosa y libre de suciedad. La primera tabla se posiciona en el extremo izquierdo de la habitación, con la lengüeta orientada hacia la pared, mientras que la segunda tabla se coloca en el extremo opuesto, insertando la lengüeta con un ángulo de 45 grados y presionándola hacia abajo. La segunda fila se inicia con la última tabla de la fila anterior, y se sugiere que las tablas de esta fila se dispongan ligeramente desplazadas para crear un efecto escalonado. Las tablas se unen entre sí golpeándolas suavemente con un martillo. Antes de instalar la última fila, se debe medir el espacio restante y cortar las tablas según sea necesario para un ajuste perfecto (ver figura 32).

### Figura 32

*Instalación del piso de bambú*



*Nota.* Tomado de “Instalación”, por Dobón, 2018, *Materiales de construcción reciclados y reutilizados para la arquitectura sostenible*. (<https://riunet.upv.es/handle/10251/115062>).

### **Ventajas**

-Debido a la forma en que se prensa la fibra, este suelo experimenta menos expansión y contracción en comparación con otras maderas macizas.

-Contribuye a la neutralidad de carbono al absorber la misma cantidad de CO<sub>2</sub> que emite.

-Ofrece una superficie extremadamente resistente.

-Al final de su vida útil, puede ser reutilizado o reciclado.

-Su instalación es rápida y sencilla.

-Requiere un mantenimiento mínimo.

### **Desventajas**

-Exhibe una alta sensibilidad a la humedad, lo que resulta en un incremento de su tamaño.

-Las marcas de arañazos se adhieren con facilidad y son notablemente visibles.

#### **2.1.6.2. Teja de madera.**

Las tejas, elaboradas artesanalmente, se dividen en dos variedades: "shingles" y "shakes". Las tejas shingles, de cedro canadiense, se producen de manera más industrializada que las shakes. Estas últimas, hechas de cedro rojo canadiense de alta calidad, son más tradicionales y artesanales. Son ideales para exteriores debido a su resistencia a temperaturas extremas y se cortan radialmente durante su fabricación para garantizar estabilidad a largo plazo, con fibras rectas (ver figura 33). Así mismo, los tejados con tejas de madera ofrecen mayor resistencia a la rotura y a las inclemencias del tiempo que las de cerámica o pizarra.

**Figura 33**  
*Tejas de madera*



*Nota.* Tomado de “Tejas de madera”, por Dobón, 2018, *Materiales de construcción reciclados y reutilizados para la arquitectura sostenible*. (<https://riunet.upv.es/handle/10251/115062>).

### **Uso**

Se puede emplear tanto en techos como en paredes como revestimiento.

### **Proceso de Elaboración**

El proceso de fabricación de las tejas comienza con el corte del tronco en secciones del mismo largo que la teja deseada, asegurando que estas secciones tengan fibras rectas, pocos nudos y estén libres de impurezas. Luego, cada tronco se divide en cuatro partes y se somete a un proceso de separación entre la albura y la corteza del duramen (ver figura 34,a). Estas secciones seleccionadas se cortan en piezas de 1 cm para formar la teja en bruto, que luego se somete a un proceso de "trimming" para limpiar y moldear los lados, utilizando un hacha ligera para dar forma de manera más regular (ver figura 34,b). Finalmente, las caras de la teja se perfeccionan con un "drawknife", una herramienta que nivelará la madera mediante una hoja afilada (ver figura 34,c) , logrando así el producto final deseado (ver figura 34,d).

**Figura 34**

*Separación de la albura y la corteza del duramen (a), Corte de las tejas (b), Acabado utilizando la herramienta “drawknife” (c) y Producto final (d)*

**(a)****(b)****(c)****(d)**

*Nota.* Tomado de “Separación de la albura y la corteza del duramen (a), Corte de las tejas (b), Acabado utilizando la herramienta - drawknife (c) y Producto final (d)”, por Dobón, 2018, *Materiales de construcción reciclados y reutilizados para la arquitectura sostenible*. (<https://riunet.upv.es/handle/10251/115062>).

**Especificaciones técnicas**

Las tejas de madera presentan características y propiedades únicas, detalladas en la tabla 11.

**Tabla 11***Características técnicas de la madera cedro*

Pendiente de cubierta mínima	20%
Densidad aparente (al 12% de humedad)	0,37 kg/m <sup>3</sup>
Dureza	1.3. Madera blanda
Coefficiente de contracción volumétrico	0,32% Madera estable
Resistencia a flexión estática	530 kg/cm <sup>2</sup>
Resistencia a compresión	310 kg/cm <sup>2</sup>
Módulo de elasticidad	80.000 kg/cm <sup>2</sup>

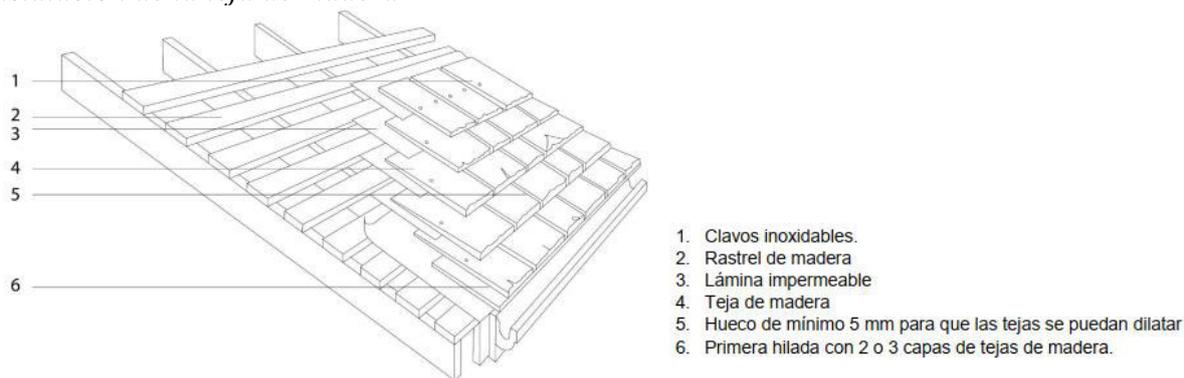
*Nota.* Adoptada de “Características técnicas de la madera de cedro”, por Dobón, 2018, *Materiales de construcción reciclados y reutilizados para la arquitectura sostenible*. (<https://riunet.upv.es/handle/10251/115062>).

### Aplicación

Para instalar las tejas shakes, primero se disponen sobre rastreles en forma de hileras para establecer una superficie uniforme y resistente a la infiltración de agua, añadiendo una lámina impermeable como medida adicional de protección. Para garantizar una adecuada ventilación y un secado eficiente, se utilizan rastreles de madera horizontales con dimensiones de 2-3 cm de profundidad y 10 cm de ancho, creando pequeñas cámaras de aire que facilitan el proceso de secado de las tejas. El proceso de instalación comienza con la colocación de las tejas en la hilera inferior, fijadas con clavos de acero inoxidable, y debido a la susceptibilidad al agua en esta área, se instalan tres capas de tejas para proporcionar una protección adicional. Una vez colocadas todas las hileras de tejas, se completa el tejado con la instalación de piezas especiales para asegurar un acabado completo y duradero (ver figura 35).

### Figura 35

*Instalación de la teja de madera*



*Nota.* Adaptada de “Instalación de las tejas”, por Dobón, 2018, *Materiales de construcción reciclados y reutilizados para la arquitectura sostenible*. (<https://riunet.upv.es/handle/10251/115062>).

### **Ventajas**

-Exhibe una resistencia superior a la de las tejas cerámicas o de pizarra, además de demostrar un excelente rendimiento incluso en condiciones de temperatura extrema.

-Su proceso de fabricación artesanal no genera contaminación.

### **Desventajas**

-Vulnerabilidad ante la humedad.

-Baja resistencia al fuego.

-Mantenimiento periódico necesario.

#### **2.1.6.3. Panel de corcho aglomerado.**

Los paneles de corcho aglomerado son una alternativa de aislamiento natural que utiliza su estructura celular para amortiguar eficazmente ondas sonoras, ofreciendo una excelente absorción acústica (ver figura 36). Producidos mediante un proceso térmico de tostado del corcho natural, estas placas se forman de manera completamente natural, sin adición de productos químicos. Este proceso mejora notablemente las propiedades aislantes del corcho al expandir sus células, aumentar su volumen y optimizar sus características térmicas y acústicas. El corcho permite un aislamiento efectivo sin impedir la transpiración entre las superficies, lo que ayuda a prevenir la formación de condensación, humedad, moho y bacterias. Además, el contenido de agua del corcho es del 8%, lo que lo hace especialmente seco y resistente.

**Figura 36***Aglomerado de corcho expandido*

*Nota.* Tomado de “Aglomerado de corcho expandido”, por Dobón, 2018, *Materiales de construcción reciclados y reutilizados para la arquitectura sostenible*. (<https://riunet.upv.es/handle/10251/115062>).

**Uso**

Son adecuados para servir como material aislante térmico en techos, así como para funcionar como aislante acústico y térmico en suelos y paredes exteriores.

**Proceso de Elaboración**

El corcho se obtiene de manera sostenible, respetando la regeneración del árbol. Tras la recolección, se tritura y moldea en placas mediante cocción con vapor a 360°C, aumentando su tamaño y mejorando sus propiedades térmicas. Durante este proceso, la suberina, un componente natural del corcho, actúa como aglutinante, eliminando la necesidad de añadir productos químicos. Después de aproximadamente 30 días de estabilización al aire libre, los bloques de corcho se cortan y laminan según el grosor requerido para su uso final.

**Especificaciones técnicas**

Los paneles de corcho presentan especificaciones definidas, detalladas en la tabla 12.

**Tabla 12***Características técnicas del panel de corcho aglomerado*

Densidad (según espesor del panel)	100-120 kg/m <sup>3</sup>
Conductividad térmica	0,037-0,040 W/mk
Calor específico	1,67 kj/kg°C
Resistencia a la flexión	0,2 kg/cm <sup>2</sup>
Resistencia a compresión	1,8 kg/cm <sup>2</sup>
Resistencia a la tracción	0,94 kg/cm <sup>2</sup>
Sonidos de impacto	40 dB
Ruido aéreo	35 dB
Temperatura de utilización	-200°C-130°C
Resistencia al fuego	Clase E y B2

*Nota.* Adoptada de “Características técnicas del panel de corcho aglomerado”, por Dobón, 2018, *Materiales de construcción reciclados y reutilizados para la arquitectura sostenible*. (<https://riunet.upv.es/handle/10251/115062>).

**Aplicación**

En cuanto a la utilización del panel de corcho en diversos ámbitos y aplicaciones, es importante destacar:

Grososres: 30 mm - 100mm

1. El panel de corcho se fija a la cubierta con un adhesivo deformable de cal natural pura NHL 3.5. Este adhesivo es un producto natural, ecológico y altamente transpirable. Presenta una elevada capacidad de evaporación y baja absorción capilar. La mezcla es fácil de extender y de rápida aplicación, es idónea para colocar de forma natural revestimientos con baja absorción de agua. (ver figura 37, a)
2. Los paneles también se fijan mediante clavos y tacos plásticos de 10 mm de diámetro y diferentes longitudes. para fijar las placas aislantes al soporte. (ver figura 37, b). (Dobón, 2018, p.53)

**Figura 37.a,b.**

*Instalación de paneles de corcho (a) y Capas de una cubierta inclinada con paneles de corcho aislantes (b)*

**(a)****(b)**

*Nota.* Tomado de “Instalación de los paneles de corcho (a) y Capas de una cubierta inclinada con paneles de corcho aislantes (b)”, por Dobón, 2018, *Materiales de construcción reciclados y reutilizados para la arquitectura sostenible*. (<https://riunet.upv.es/handle/10251/115062>).

**Ventajas**

- Exhibe una capacidad para resistir el calor que supera en 30 veces la del hormigón.
- Se trata de un producto completamente natural en su composición.
- Destaca por su excelente capacidad de aislamiento tanto acústico como térmico.
- Su resistencia a las condiciones climáticas adversas y la intemperie es notable.
- Ofrece la seguridad de un ciclo de vida prolongado gracias a su robustez y calidad.

**Desventajas**

- Requiere de una capa de protección adicional para mejorar su resistencia al fuego.
- Se recomienda evitar la exposición directa a la luz solar con el fin de preservar su calidad y resistencia a lo largo del tiempo.

## **2.2. Marco Conceptual**

### **Centro de investigación.**

En lo referente a la definición, el Centro de especialización en gestión pública (2021) señala:

Un centro de investigación es el ámbito en el que, a partir de un conjunto de recursos humanos, tecnológicos y físicos, los científicos realizan la construcción del conocimiento. En este sentido, la labor científica se da como consecuencia de un largo camino de planteo de hipótesis y su comprobación empírica.

### **Sostenibilidad.**

La sostenibilidad se refiere a la cualidad del desarrollo que garantiza la satisfacción de las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de satisfacer las necesidades futuras (Muiner, 2005).

### **Eco pedagogía.**

De acuerdo con Antunes y Gadotti (2006), la Eco pedagogía se presenta como una pedagogía transformadora que no solo aborda la relación entre la humanidad y la naturaleza, sino que también propone un cambio profundo en las estructuras sociales, económicas y culturales hacia una sociedad sostenible y en armonía con el entorno natural. Esta perspectiva educativa busca promover una conciencia ecológica integral que impulse la construcción de un mundo más justo, equitativo y respetuoso con la biodiversidad y los ecosistemas.

### **Reciclar.**

Según Piratoba (2022), el reciclaje implica convertir un material o producto usado en materias primas para mejorar la eficiencia en la fabricación de nuevos productos. Además, se

considera una estrategia para disminuir la cantidad de desechos sólidos, consistiendo en obtener materias primas a partir de residuos y reintegrarlos en el ciclo de vida productivo.

### **Residuos sólidos.**

Montes (2009) cataloga a los residuos sólidos como “aquellos materiales orgánicos o inorgánicos de naturaleza compacta, que han sido desechados luego de consumir su parte vital” (p.20).

### **Materiales sostenibles.**

Según la perspectiva del autor:

Son aquellos materiales duraderos en el tiempo, que apenas necesitan mantenimiento, son reutilizables y reciclables, respetuosos con el medio ambiente, proceden de fuentes renovables, no contaminan, son respetuosos con el medio ambiente y con el entorno y tienen un bajo consumo energético. (Ortega, 2015, p.15)

### **Energías renovables.**

Las energías renovables, según la definición de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), son aquellas provenientes de recursos naturales que se regeneran a una tasa superior a su consumo.

### **Huella de carbono.**

La Huella de Carbono representa la medida de gases de efecto invernadero emitidos a la atmósfera como resultado de las actividades vinculadas con la producción y el consumo de bienes y servicios. (Pandey et al., 2010; Wiedmann, 2009).

### **Upcycling.**

El upcycling es una práctica creativa y sostenible que se centra en tomar materiales o productos que podrían haber sido desechados y transformarlos en objetos con una mayor

apreciación en términos de estimación, utilidad o calidad. Richardson (2011) sostiene que “upcycling constituye una forma de agregar valor a los residuos” (p.3). Que, a diferencia del reciclaje tradicional, que involucra la descomposición de materiales para generar nuevos productos, el upcycling se enfoca en reutilizar y reconfigurar estos materiales de tal manera que conserven o incluso realcen su valor original.

## **2.3. Marco Normativo**

### **2.3.1. *Reglamento Nacional de Edificaciones***

#### **2.3.1.1. Título III.1 Arquitectura.**

- Norma A.010 Condiciones Generales de Diseño (modificada según Resolución Ministerial N°191-2021-VIVIENDA)
- Norma A.040 Educación (modificada según Resolución Ministerial N°068-2020-VIVIENDA)
- Norma A.050 Salud (modificada según Decreto Supremo N°011-2012-VIVIENDA)
- Norma A.060 Industria
- Norma A.070 Comercio (modificada según Resolución Ministerial N°061-2021-VIVIENDA)
- Norma A.080 Oficinas
- Norma A.090 Servicios Comunes
- Norma A.120 Accesibilidad Universal en Edificaciones (modificada según Resolución Ministerial N°075-2023-VIVIENDA)

- Norma A.130 Requisitos de Seguridad (Deroga el capítulo VIII Comercio según Resolución Ministerial N°061-2021-VIVIENDA) y (D.S. N°017-2012-VIVIENDA)

#### **2.3.1.2. Título III.2 Estructuras.**

- Norma E.010 Madera
- Norma E.020 Cargas
- Norma E.090 Estructuras metálicas
- Norma E.100 Bambú

#### **2.3.1.3. Título III.4 Instalaciones eléctricas y mecánicas.**

- Norma EM.080 Instalaciones con energía solar

#### **2.3.2. Decretos, leyes y ordenanzas**

- Decreto Legislativo N°1278 (2016), Decreto Legislativo que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, en el cual se señala que la gestión de residuos sólidos en el país se orienta hacia su manejo completo y sostenible, mediante la coordinación y combinación de políticas, planes, programas, estrategias y acciones de todos los involucrados, aplicando las directrices políticas correspondientes.
- Decreto Supremo N.°002-2024-MINAM, Decreto Supremo que modifica el artículo 9 del Reglamento del Decreto Legislativo N°1278, donde especifica que aprueban la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, aprobado mediante Decreto Supremo N°014-2017-MINAM.
- Decreto Supremo N°014-2017-MINAM, modificado por el D.S. N°001-2022-MINAM, Art. 14-A Resolución del Consejo Directivo N°00010-2022-OEFA/CD. El propósito de esta normativa es establecer directrices para la implementación del

Decreto Legislativo N°1278, Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, con el objetivo de promover la eficiencia en el uso de materiales y regular la gestión y tratamiento de residuos sólidos. Esto incluye medidas para reducir la generación de residuos en su origen, aprovechar los residuos sólidos mediante su reciclaje y uso energético, garantizar una disposición final adecuada, y asegurar la sostenibilidad de los servicios de limpieza pública.

- Decreto Supremo N°008-2005-PCM, decreto que reglamenta la Ley N°28245, Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental, estableciendo normas para el funcionamiento del Sistema Nacional de Gestión Ambiental (SNGA), el cual se organiza mediante la colaboración de entidades estatales, departamentos y divisiones de diversos ministerios, así como entidades públicas descentralizadas e instituciones gubernamentales a nivel nacional, regional y local que tienen responsabilidades en asuntos ambientales y de recursos naturales. Los Sistemas Regionales y Locales de Gestión Ambiental son componentes esenciales del SNGA, el cual fomenta la participación del sector privado y de la sociedad civil.
- Ley N°28611(2005), Ley General del Ambiente, ley que establece normativas que rigen las medidas necesarias para preservar el medio ambiente en todas las actividades realizadas por seres humanos.
- Ley N°28245 (2005), Ley Marco del sistema nacional de gestión ambiental, en el cual se fomenta la comunicación y la colaboración entre los sectores estatal y privado, integrando sus estrategias ambientales con las Comisiones Ambientales Regionales y el CONAM.
- Ordenanza N°1015-MML (2007), Anexo N°4, que presenta el cuadro resumen de zonificación industrial para el Área de Tratamiento I.

- Ordenanza N°620-MML y Ordenanza N°719-MML (2006), Anexo N°03, que establece el índice de usos para la ubicación de actividades urbanas en el área de tratamiento normativo I.
- Ordenanza N°1081 (2007), Ordenanza que indica que se aprobó el reajuste integral de la zonificación de los usos del suelo del distrito de san juan de Lurigancho que forma parte del área de tratamiento normativo de lima metropolitana.
- Ordenanza N°416-MDSJL (2021), Ordenanza que autoriza el Plan distrital de Manejo de Residuos Sólidos de San Juan de Lurigancho 2022 – 2026.

### 2.3.3. Otras Normas

- Norma Técnica Peruana NPT 399.010-1 2004 Señales de Seguridad. Colores, símbolos, formas y dimensiones de señales de seguridad.
- Manual de carreteras: Diseño geométrico DG-2018.

## 2.4. Marco socioeconómico poblacional

De acuerdo con el Tomo I del informe "Resultados Definitivos del Censo Nacional en la provincia de Lima 2017", publicado por el INEI en 2018, San Juan de Lurigancho es uno de los distritos más poblados, con 1 038 495 habitantes. Este distrito representa el 15.6% de la población total de la provincia de Lima, con una tasa de crecimiento promedio del 1.5%, como se detalla en la tabla 13:

**Tabla 13**  
*Población Censada y Tasa de crecimiento, distrito de San Juan de Lurigancho, 2007 y 2017*

Distrito	2007		2017		Variación intercensal 2007-2017		Tasa de crecimient o promedio
	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%	

San Juan de Lurigancho	898 443	11,8	1 038 495	12,1	140 052	15,6	1,5
------------------------	---------	------	-----------	------	---------	------	-----

*Nota.* Adaptada de “*Provincia de Lima: Población censada y tasa de crecimiento promedio anual, según distrito, 2007 y 2017*”, por Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), 2018, ([https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1583/15ATO\\_MO\\_01.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1583/15ATO_MO_01.pdf)).

El distrito de San Juan de Lurigancho destaca por tener una población joven. Se compone de doscientos nueve mil doscientos noventa y cuatro habitantes de 0 a 12 años, ciento cuatro mil trescientos setenta habitantes de 13 a 18 años, doscientos noventa y tres mil quinientos cuarenta y cuatro habitantes de 19 a 34 años, doscientos cincuenta y tres mil ciento veintiséis habitantes de 35 a 64 años, y treinta y ocho mil ciento nueve habitantes mayores de 65 años. Estos datos, junto con sus respectivos porcentajes del total de la población, se detallan en la tabla 14:

**Tabla 14**  
*Grupo de edades de la población del distrito de San Juan de Lurigancho*

<b>Categorías</b>	<b>Casos</b>	<b>%</b>
0-12	209.294	23,30
13-18	104.370	11,62
19-34	293.544	32,67
35-64	253.126	28,17
>65	38.109	4,24
<b>Total</b>	<b>898,443</b>	<b>100,00</b>

*Nota.* Adaptada de “*Distrito de San Juan de Lurigancho: grupo de edad*”, por Municipalidad de San Juan de Lurigancho. (<https://cde.3.elcomercio.pe/doc/0/0/9/4/2/942898.pdf>).

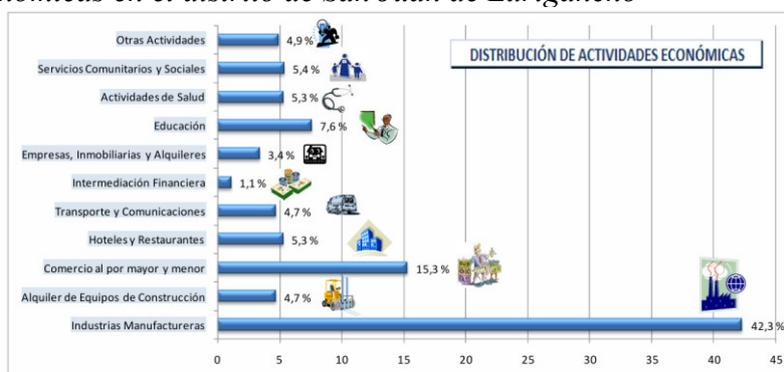
La economía de San Juan de Lurigancho se sustenta en una variedad de actividades, como servicios, comercio, transporte, actividades artísticas y culturales, industrias, textiles,

financieras e informáticas, entre otras. Aunque enfrenta un nivel medio de desempleo y bajo poder adquisitivo en ciertos sectores, las condiciones productivas se ven afectadas por factores como la organización comercial e industrial, en muchos casos informal, y la limitada integración con otros distritos debido a la infraestructura vial insuficiente. Asimismo, la falta de capacitación profesional en una parte considerable de la población y los limitados accesos de interconexión con otros municipios contribuyen a una fuerza laboral reducida, centrada en servicios y micronegocios. A pesar de estos desafíos, San Juan de Lurigancho cuenta con un alto potencial humano, lo que lo convierte en un distrito emprendedor y de cultura media, capaz de generar empleo y recursos económicos y sociales significativos.

En la figura 38, se observa que la actividad manufacturera predomina en el distrito con un 42,3%, seguida por el comercio al por mayor y menor con un 15,3%. La educación representa el 7,6%, mientras que los servicios comunitarios y sociales alcanzan el 5,4%. Las actividades de salud, hoteles y restaurantes, así como el alquiler de equipos de construcción y transporte y comunicaciones, todas cuentan con un 4,7% en el distrito. Por otro lado, las inmobiliarias se sitúan en el 3,4%, y la intermediación financiera en el 1,1%. Finalmente, otras actividades económicas en el distrito de San Juan de Lurigancho conforman el 4,9% del total.

### Figura 38

*Actividades económicas en el distrito de San Juan de Lurigancho*

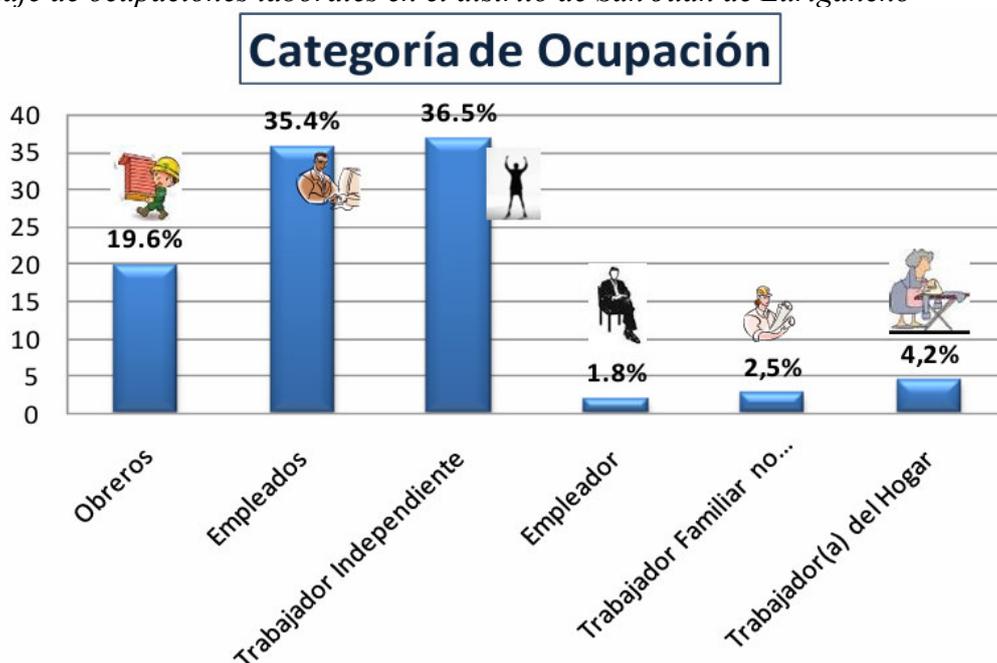


*Nota.* Tomado de “*Distribución de actividades económicas*”, por Municipalidad de San Juan de Lurigancho. (<https://cde.3.elcomercio.pe/doc/0/0/9/4/2/942898.pdf>).

La categoría ocupacional de los habitantes del distrito se desprende de la población económicamente activa, que cuenta con 396,891 habitantes. El 36,5% de ellos trabajan de forma independiente o por cuenta propia, seguidos por empleados y obreros con un 35,4% y 19,7%, respectivamente. Un 4,2% se dedica al trabajo en el hogar, mientras que un 2,5% labora en negocios familiares sin remuneración. Los empleadores constituyen el 1,8% restante (ver figura 39).

**Figura 39**

*Porcentaje de ocupaciones laborales en el distrito de San Juan de Lurigancho*



*Nota.* Tomado de “*Categoría de ocupación*”, por Municipalidad de San Juan de Lurigancho. (<https://cde.3.elcomercio.pe/doc/0/0/9/4/2/942898.pdf>).

En relación con el nivel educativo, según se observa en la tabla 15 del Censo Nacional de 2007, en el distrito de San Juan de Lurigancho, 787,645 habitantes (92.75% de la población de tres años en adelante) tienen habilidades de lectura y escritura, mientras que 61,535 habitantes carecen de estas habilidades. No se ha incluido a 49,263 habitantes por ser menores de tres años.

**Tabla 15**

*Población del distrito de San Juan de Lurigancho que sabe leer y escribir*

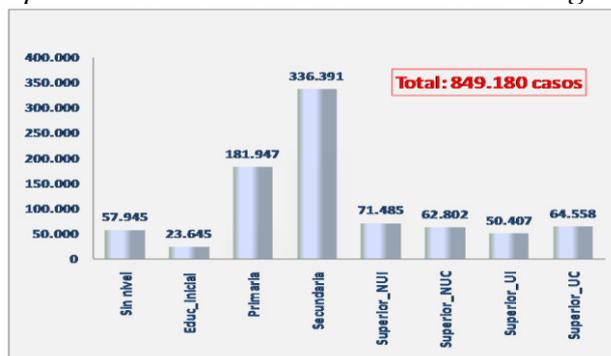
<b>Categorías</b>	<b>Casos</b>	<b>%</b>
Si	787.645	92,75
No	61.535	7,25
<b>TOTAL</b>	<b>849.180</b>	<b>100,00</b>
<b>NSA</b>	<b>49.263</b>	

*Nota.* Adaptada de “*Distrito de San Juan de Lurigancho: Sabe leer y escribir*”, por Municipalidad de San Juan de Lurigancho. (<https://cde.3.elcomercio.pe/doc/0/0/9/4/2/942898.pdf>).

En el distrito, 336,391 habitantes (39.61%) han completado el nivel más alto de secundaria, y 181,947 (21.43%) han aprobado el grado de primaria. Además, 57,945 personas (6.82%) no tienen ningún nivel educativo registrado. Por otro lado, 64,558 habitantes tienen un nivel superior universitario completo (ver figura 40).

**Figura 40**

*Grado de estudios de la población del distrito de San Juan de Lurigancho*



*Nota.* Tomado de “*Grado o año de estudios*”, por Municipalidad de San Juan de Lurigancho. (<https://cde.3.elcomercio.pe/doc/0/0/9/4/2/942898.pdf>).

Sin embargo, San Juan de Lurigancho enfrenta el desafío de lidiar con altas tasas de criminalidad, las cuales impactan negativamente la seguridad y la tranquilidad de sus residentes. Estos índices elevados de delincuencia representan un obstáculo considerable para el progreso socioeconómico del distrito, al crear un clima de inseguridad que podría disuadir

la inversión, perjudicar el bienestar de la población y obstaculizar el desarrollo de actividades económicas y sociales.

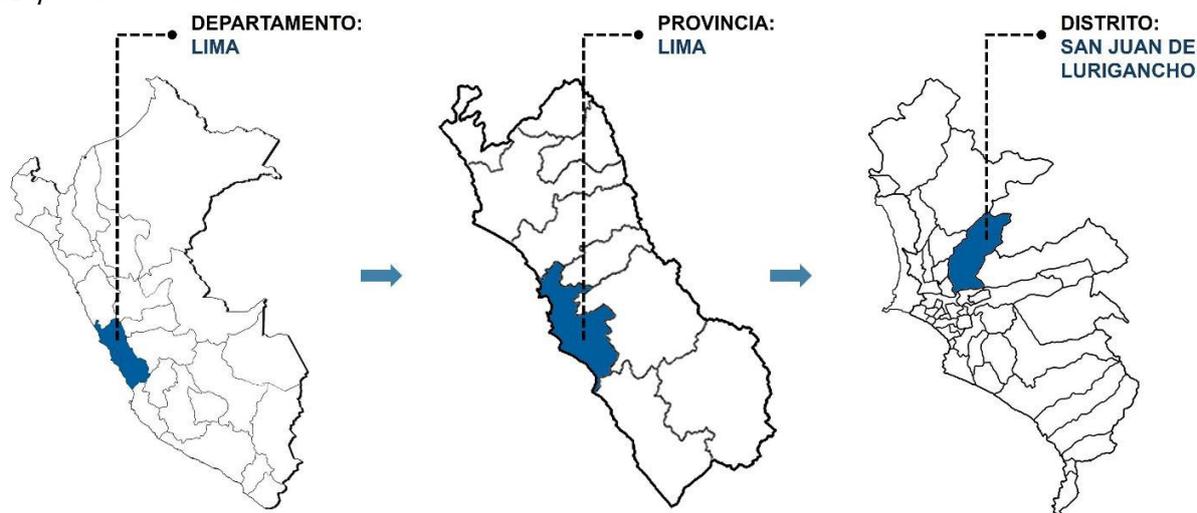
## 2.5. Marco Territorial

### 2.5.1. Ubicación

El distrito de San Juan de Lurigancho está ubicado en el departamento y provincia de Lima (noroeste). Su límite comienza en el margen derecho del río Rímac y se extiende hacia el cerro Colorado al norte, el cerro Mirador, la Pirámide y la Cantería al este, y los cerros Balcón, Negro y Babilonia al oeste (ver figura 41).

**Figura 41**

*Mapa del área de estudio*



En la tabla 16 se observan las particularidades geográficas del distrito de San Juan de Lurigancho según la Municipalidad distrital, teniéndose:

**Tabla 16**

*Características geográficas del distrito de San Juan de Lurigancho*

Puntos	ORIENTACIÓN	NORTE	ESTE	SUR	OESTE
Extremos	LAT. SUR	11°51'27"	12°59'12"	12°02'02"	11°51'45"
	LONG. OESTE	76°56'27"	77°01'48"	77°00'38"	76°53'35"
Fundación	13 de enero de 1967-Ley N°16382				

- Límites distritales** Al sur, limita con los distritos de El Agustino y Lima; al este, con los distritos de San Antonio y Lurigancho-Chosica; al norte, con el distrito de San Antonio (provincia de Huarochirí); y al oeste, con los distritos de Rímac, Independencia, Comas y Carabayllo.
- Superficie** El distrito de San Juan de Lurigancho abarca una extensión de 131.25 km<sup>2</sup> y presenta una línea perimetral de 64,159.37 ml. Esto corresponde al 4.91% del área total de la provincia de Lima y al 0.38% del departamento de Lima.
- Altitud** La altitud del territorio oscila entre los 2,240 msnm en su punto más alto, las cumbres del cerro Colorado al norte, y los 179.90 msnm en su punto más bajo, la ribera del río Rímac.

---

*Nota.* Adaptada de “*Plan de acción distrital de seguridad ciudadana 2020*”, por Municipalidad de San Juan de Lurigancho, 2020, ([https://web.munisjl.gob.pe/web/data\\_files/codisec/PADCS-SJL\\_2020-APROBADO.pdf](https://web.munisjl.gob.pe/web/data_files/codisec/PADCS-SJL_2020-APROBADO.pdf)).

### **2.5.2. Vialidad**

Es fundamental para comprender el funcionamiento de un territorio prestar atención al desarrollo y a la importancia de sus principales vías de acceso, ya que estas desempeñan un papel crucial en el progreso del área en cuestión. Según la Municipalidad de San Juan de Lurigancho (2020), una de las vías de acceso más importantes al distrito es la avenida Próceres, la cual no solo sirve como acceso vehicular y peatonal, sino que también alberga una parte del recorrido de la línea 1 del Metro de Lima, convirtiéndola así en el principal medio de transporte utilizado en el distrito. Además, marca el inicio de la vía de ingreso por la avenida 9 de octubre, que se extiende desde la Plaza de Acho en dirección al Centro de Lima.

Otras vías de acceso relevantes incluyen el cruce de la vía Evitamiento, conocido actualmente como Puente Pedro Huillca, que conecta la avenida Rivagüero del distrito de El

Agustino con la urbanización Zárate y todo el distrito de San Juan de Lurigancho. Este cruce también se encuentra en la confluencia de la avenida Chinchaysuyo y la avenida Próceres de la Independencia, en el cruce de la avenida Lurigancho.

Además, también se destacan los túneles de San Martín y Santa Rosa, que conectan el distrito de San Juan de Lurigancho con la avenida Prolongación Tacna del distrito del Rímac (ver figura 42).

**Figura 42**

*Túneles Santa Rosa y San Martín: Conexión entre SJL y Cercado de Lima*

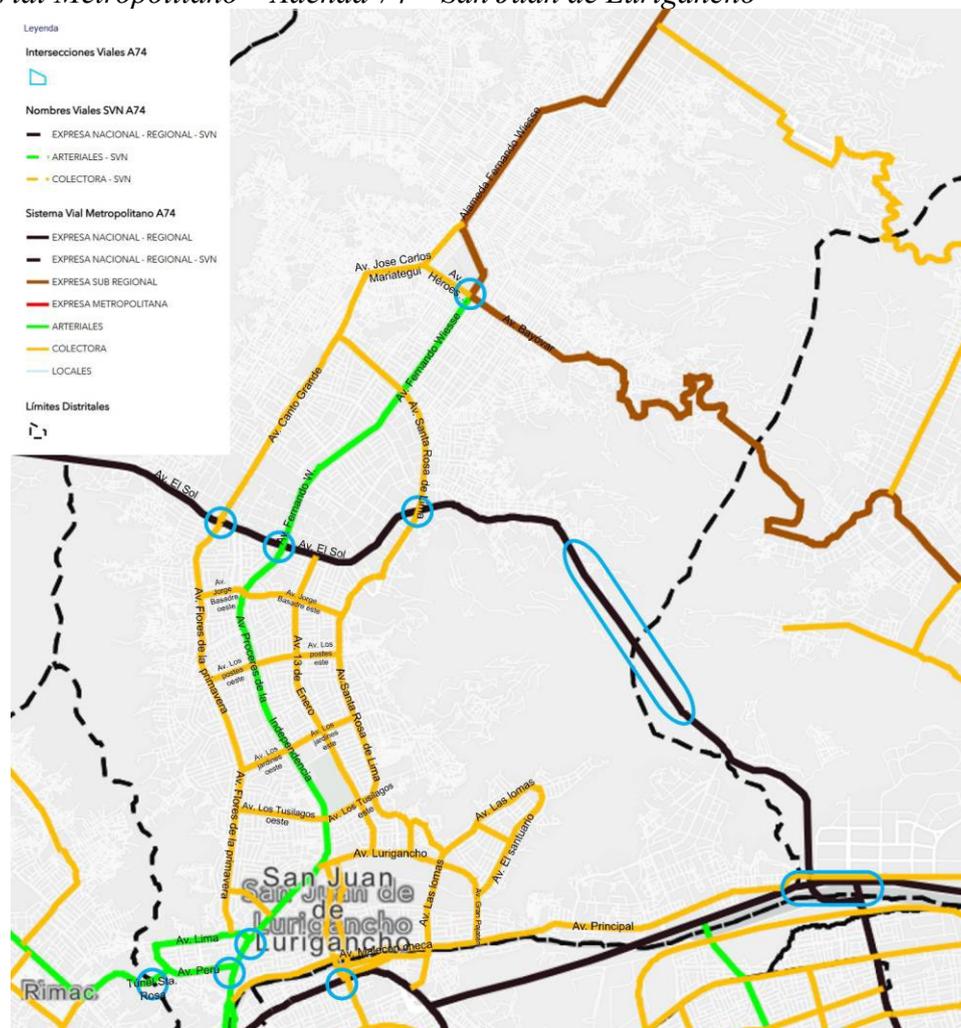


*Nota.* Tomado de “*Coronavirus: desinfectan túneles San Martín y Santa Rosa*”, por ANDINA-Agencia Peruana de Noticias, 2020, (<https://andina.pe/agencia/noticia-coronavirus-desinfectan-tuneles-san-martin-y-santa-rosa-792878.aspx>).

El Instituto Metropolitano de Planificación, bajo la supervisión de la Municipalidad Metropolitana de Lima (MML, 2001), establece un sistema vial para el área metropolitana, definiendo diversas categorías para las vías que atraviesan los distritos que la conforman. Estas categorías incluyen vías nacionales o regionales, subregionales, metropolitanas, arteriales, y colectoras, las cuales componen el sistema vial del distrito de San Juan de Lurigancho. En la figura 43 del sistema vial metropolitano, se destacan las principales vías de acceso para vehículos y peatones, como la avenida Wiese, Héroes del Cenepa (anteriormente Bayóvar),

Canto Grande, Los Postes, Los Jardines, Los Tusilagos, El Sol, Las Flores, y 13 de enero, entre otras. Además, se incluyen avenidas ya mencionadas, como Próceres de la Independencia y Lurigancho.

**Figura 43**  
*Sistema Vial Metropolitano – Adenda 74 – San Juan de Lurigancho*



*Nota.* Adaptada de “Sistema vial metropolitano”, por Instituto metropolitano de planificación, 2024, (<https://portal.imp.gob.pe/normas-zonificacion-y-sistema-vial-metropolitano/sistema-vial/>).

Como se menciona anteriormente, el sistema vial de San Juan de Lurigancho incluye una variedad de calles, vías, jirones y túneles que conectan el distrito tanto interna como

externamente. Estas vías están categorizadas como expresas nacionales, subregionales, metropolitanas, arteriales, colectoras y locales.

El distrito de San Juan de Lurigancho se estructura alrededor del eje conformado por la avenida Próceres de la Independencia, que cambia su nombre a avenida Fernando Wiese en su parte superior. Esta avenida está acompañada en paralelo por las avenidas Canto Grande, 13 de enero, Santa Rosa de Lima y Las Flores, todas con doble sentido vehicular. Estas vías se conectan entre sí a través de vías secundarias que atraviesan todo el distrito. A diferencia de las avenidas Próceres de la Independencia y Fernando Wiese, que son las vías con mayor tráfico vehicular en el distrito, las vías paralelas tienen un flujo vehicular moderado, aunque este puede aumentar durante las horas pico.

### **2.5.3. *Clima***

El distrito de San Juan de Lurigancho se encuentra clasificado, según Holdridge, en la zona de vida Desierto desecado-subtropical (dd-S). En esta región, la temperatura media anual máxima alcanza los 22,2°C y la mínima, los 17,9°C. La precipitación promedio anual es de 44mm, con un mínimo de 22mm.

El clima del distrito es predominantemente desértico, con escasas lluvias durante el invierno. La temperatura media varía entre los 17°C y 19°C, con un promedio de 18°C. La zona baja, como Zárate, tiene un clima más húmedo, mientras que la parte alta, como Canto Grande, es más seca. Mientras Zárate se asemeja mucho a Lima metropolitana en términos de humedad, Canto Grande es más seco. Por esta razón, muchas personas que padecen enfermedades respiratorias como el asma encuentran alivio viviendo en esta área, que además disfruta de sol todo el año.

La variación de la temperatura durante las distintas estaciones del año tiene un impacto directo en la generación de residuos sólidos. En los meses más cálidos, la generación de

residuos es superior, hasta en más de un 10%, en comparación con los meses más fríos. Además, durante los meses de verano, las altas temperaturas aceleran la descomposición de los residuos sólidos. Por lo tanto, se recomienda que el servicio de recolección se realice diaria o interdiariamente durante esta época, ya que almacenar los residuos por más tiempo en las fuentes de generación no sería aconsejable.

#### **2.5.4. Topografía**

El relieve uniforme del Distrito de San Juan de Lurigancho ha propiciado la formación de núcleos urbanos en su territorio, convirtiéndolo así en el distrito más extenso del Perú. La quebrada de Canto Grande se encuentra en el margen derecho del valle bajo del río Rímac, a pocos kilómetros de Lima. Todo su llano aluvial está ocupado por el distrito de San Juan de Lurigancho, el cual, desde su establecimiento en enero de 1967, ha experimentado un crecimiento poblacional constante. Sin embargo, durante la década de los noventa, junto con otros distritos de los conos de Lima, lideró en términos de crecimiento demográfico y desarrollo de infraestructura, incluyendo puentes, vías de acceso, servicios de electrificación, agua potable y alcantarillado, líneas telefónicas, instituciones educativas, centros de atención médica y comerciales.

La parte baja de la región se encuentra en el límite del valle de Lurigancho y el río Rímac, a una altitud de 190 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.). Esta área, una amplia llanura formada por sedimentos arcillosos, anteriormente favorecía una próspera actividad agrícola hace tres décadas. Su desarrollo se inició hace cincuenta años con la creación de la urbanización Zarate.

Por otro lado, la parte alta está representada por el cerro Colorado, el cual alcanza una altitud de 2200 m.s.n.m. y se encuentra en el punto más elevado de la quebrada Media Luna. La topografía de las pampas de Canto Grande en esta zona es irregular, resultado de antiguos

fenómenos aluviales, y sus suelos, actualmente secos y desérticos, exhiben una textura variable. Dada su amplitud altitudinal, la quebrada de Canto Grande puede ser dividida en dos regiones ecológicas distintas: la Costa o Chala (desde los 190 hasta los 500 metros) y la Yunga (desde los 500 hasta los 2200 metros).

Por último, la presencia de cordilleras circundantes enmarca el llano de la quebrada, capturando la humedad atmosférica durante los meses fríos y facilitando la formación de un ecosistema de lomas. Este entorno se distingue por su cubierta vegetal verde compuesta por una diversa variedad de hierbas.

#### **2.5.5. Vulnerabilidad edificatoria**

En San Juan de Lurigancho, la vulnerabilidad edificatoria se presenta como un desafío complejo, influenciado por múltiples factores. Este distrito, caracterizado por un crecimiento urbano acelerado y una alta densidad poblacional, enfrenta importantes obstáculos en cuanto a la calidad de la construcción, el control urbano y el acceso a servicios básicos.

El distrito se encuentra situado en una subcuenca alargada y alberga a más de 1.1 millones de personas. Esta ubicación la convierte en una sub-ciudad vulnerable a la sequía, ya que el suministro de agua para Lima Metropolitana proviene de las zonas altas del departamento y está sujeto a las precipitaciones estacionales en las montañas.

Dada su ubicación en el piso altitudinal Yunga, que se encuentra por encima de los 400 m.s.n.m. en la zona costera (cabe destacar que el distrito comienza a los 190m.s.n.m.), la probabilidad de que ocurran huaicos y deslizamientos asociados a lluvias intensas es muy alta. Esta conclusión se basa en la recurrencia histórica de tales eventos y en la fisiografía del territorio. Además, la ocurrencia de terremotos de magnitud mediana y grande también podría provocar deslizamientos.

Debido a los riesgos sísmicos, San Juan de Lurigancho enfrenta peligros geodinámicos cuando se producen lluvias estacionales o se presenta el fenómeno de El Niño, así como durante trasvases. Las precipitaciones intensas podrían dar lugar a huaicos, desprendimientos de rocas, deslizamientos e inundaciones en determinadas áreas del distrito.

Los peligros más comunes en San Juan de Lurigancho son los materiales peligrosos y los incendios. Los materiales peligrosos incluyen hidrocarburos, productos químicos regulados en la industria, transporte, comercio, entre otros.

Como se observa en la figura 44, la población de San Juan de Lurigancho enfrenta diversos riesgos, tanto naturales como derivados de la actividad humana, teniéndose:

**Figura 44**  
*Resumen de peligros existentes – San Juan de Lurigancho*

DISTRITOS	DE ORIGEN NATURAL					INDUCIDOS	
	SISMO	TSUNAMI	HUAYCOS	DERRUMBES	INUNDACIONES	INCENDIO	MATERIALES PELIGROSOS
1 ANCON							
2 CARABAYLLO							
3 COMAS							
4 INDEPENDENCIA							
5 LOS OLIVOS							
6 PUENTE PIEDRA							
7 SAN MARTIN DE PORRES							
8 SANTA ROSA							
9 ATE							
10 CHACLACAYO							
11 CIENEGUILLA							
12 EL AGUSTINO							
13 LA MOLINA							
14 LURIGANCHO							
15 <b>SAN JUAN DE LURIGANCHO</b>							
16 SANTA ANITA							

*Nota.* Adaptada de “Plan de educación comunitaria en gestión del riesgo de desastres”, por Municipalidad de San Juan de Lurigancho, 2017-2018, ([https://sigrid.cenepred.gob.pe/docs/PARA%20PUBLICAR/OTROS/Plan\\_de\\_educacion\\_comunitaria\\_en\\_gestion\\_del\\_riesgo\\_de\\_desastres\\_SJL\\_2017\\_2018\\_San\\_Juan\\_de\\_Lurigancho\\_2017.pdf](https://sigrid.cenepred.gob.pe/docs/PARA%20PUBLICAR/OTROS/Plan_de_educacion_comunitaria_en_gestion_del_riesgo_de_desastres_SJL_2017_2018_San_Juan_de_Lurigancho_2017.pdf)).

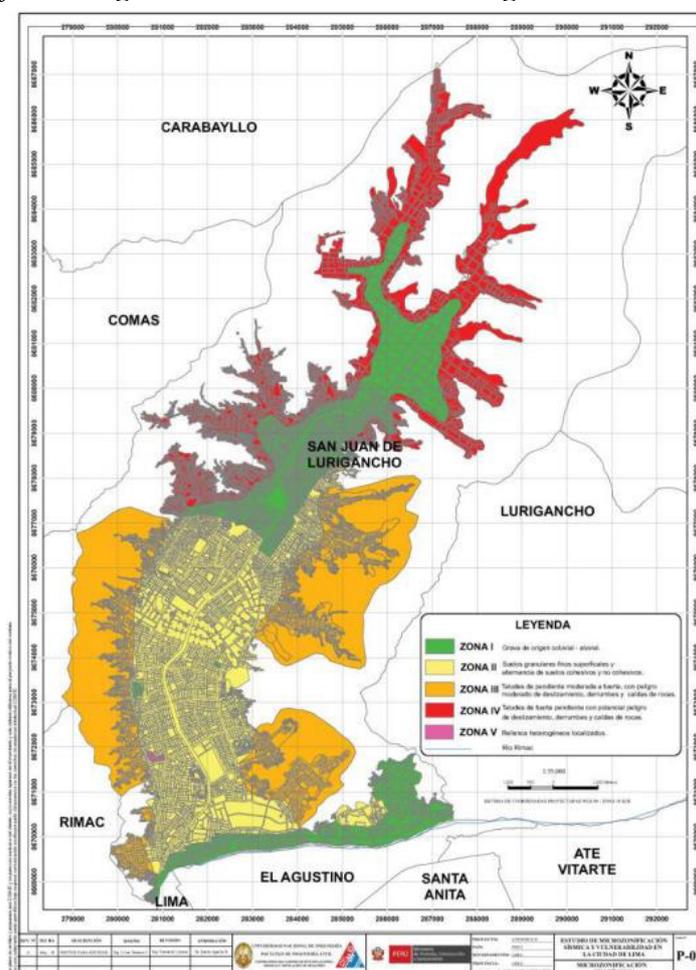
### 2.5.5.1. Riesgo sísmico.

#### Microzonificación geotécnica

En la figura 45, se identifican cinco áreas claramente delimitadas, cada una con características geotécnicas distintivas, incluyendo su capacidad de carga, que nos facilitan la selección de dimensiones apropiadas para las cimentaciones, así como para algunos procedimientos constructivos en excavaciones.

**Figura 45**

*Mapa de microzonificación geotécnica - San Juan de Lurigancho*



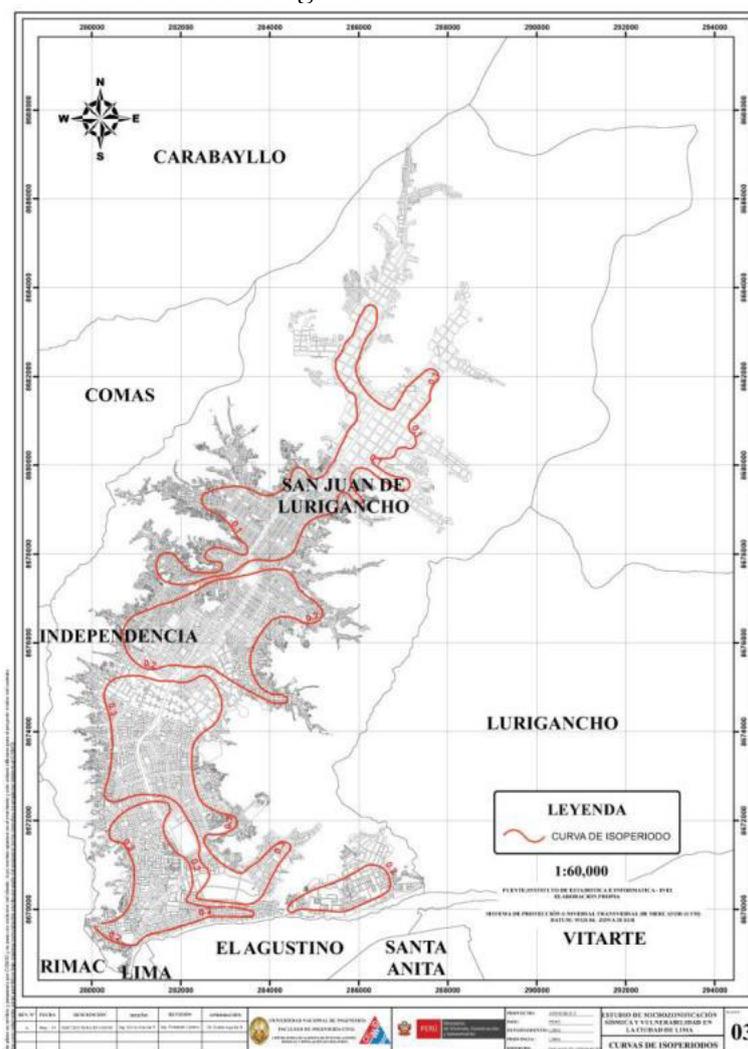
*Nota.* Tomado de “*Estudio de Microzonificación sísmica y vulnerabilidad en el distrito de San Juan de Lurigancho*”, por Municipalidad de San Juan de Lurigancho, 2011, ([https://sigrid.cenepred.gob.pe/docs/PARA%20PUBLICAR/CISMID/ZonSism\\_PautasTecnicas\\_SAN%20JUAN\\_DE\\_LURIGANCHO.pdf](https://sigrid.cenepred.gob.pe/docs/PARA%20PUBLICAR/CISMID/ZonSism_PautasTecnicas_SAN%20JUAN_DE_LURIGANCHO.pdf)).

## Isoperiodos

Las micro trepidaciones, ya sean naturales o ambientales, se originan por fuentes naturales o artificiales y se emplean para estimar la vibración del terreno durante un sismo y comprender la estructura del subsuelo. En la figura 46, se exhibe curvas de isoperiodos que señalan las zonas de mayor intensidad sísmica.

**Figura 46**

*Mapa de isoperiodos - San Juan de Lurigancho*



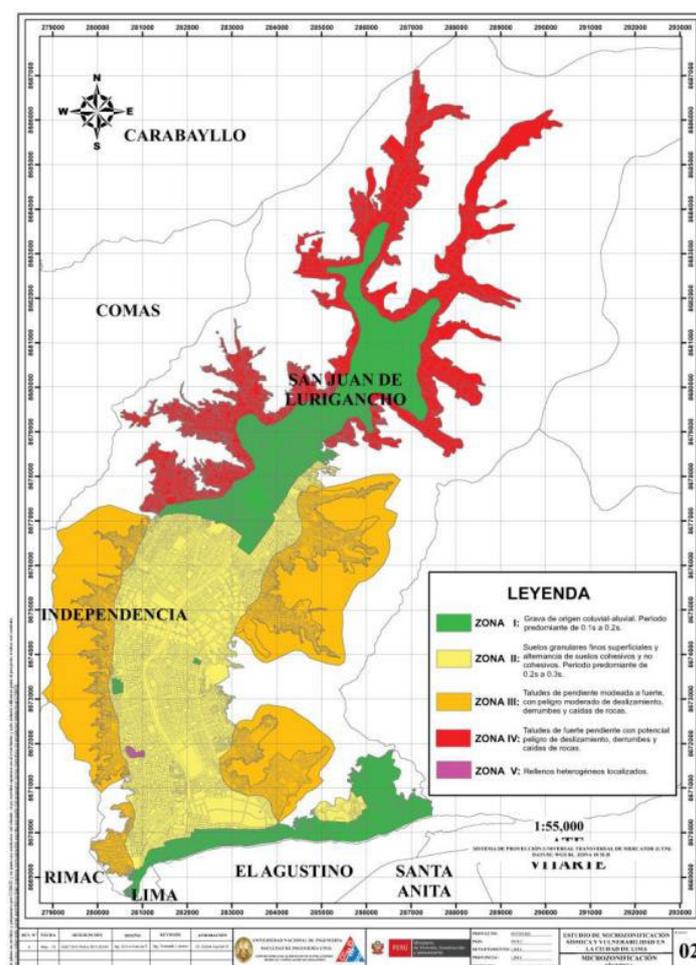
*Nota.* Tomado de “*Estudio de Microzonificación sísmica y vulnerabilidad en el distrito de San Juan de Lurigancho*”, por Municipalidad de San Juan de Lurigancho, 2011, ([https://sigrid.cenepred.gob.pe/docs/PARA%20PUBLICAR/CISMID/ZonSism\\_PautasTecnicas\\_SAN%20JUAN\\_DE\\_LURIGANCHO.pdf](https://sigrid.cenepred.gob.pe/docs/PARA%20PUBLICAR/CISMID/ZonSism_PautasTecnicas_SAN%20JUAN_DE_LURIGANCHO.pdf)).

## Microzonificación sísmica

Se crea mediante la combinación de los datos del mapa de microzonificación geotécnica y del mapa de curvas de isoperiodos. La figura 47, representa el último resultado del estudio de microzonificación sísmica y reviste una gran importancia al mostrar las áreas con mayor riesgo de daños en la infraestructura. Por ende, facilita la identificación de las zonas que requieren medidas adecuadas de prevención y mitigación.

**Figura 47**

*Mapa de microzonificación sísmica – San Juan de Lurigancho*



*Nota.* Tomado de “Estudio de Microzonificación sísmica y vulnerabilidad en el distrito de San Juan de Lurigancho”, por Municipalidad de San Juan de Lurigancho, 2011, ([https://sigrid.cenepred.gob.pe/docs/PARA%20PUBLICAR/CISMID/ZonSism\\_PautasTecnicas\\_SAN%20JUAN\\_DE\\_LURIGANCHO.pdf](https://sigrid.cenepred.gob.pe/docs/PARA%20PUBLICAR/CISMID/ZonSism_PautasTecnicas_SAN%20JUAN_DE_LURIGANCHO.pdf)).

De acuerdo con lo indicado en las figuras 48 y 49, se puede observar que la Zona 1 (representada en verde) presenta el menor riesgo sísmico, con una aceleración de suelo de 315.6 cm/s<sup>2</sup>. Le sigue la Zona 2 (amarilla) con un total de 378.7 cm/s<sup>2</sup>, mientras que la Zona 3 (naranja) muestra una aceleración de suelo de 473.4 cm/s<sup>2</sup>. Finalmente, la Zona 4 (roja) exhibe el mayor peligro sísmico, con una aceleración del suelo de 568.1 cm/s<sup>2</sup>. Este análisis proporciona información valiosa para la planificación y adopción de medidas de seguridad adecuadas en cada área según su nivel de riesgo sísmico.

**Figura 48**

*Resumen técnico del estudio de microzonificación sísmica - San Juan de Lurigancho*

ZONAS	PELIGRO SÍSMICO	CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS					CARACTERÍSTICAS DINÁMICAS			UBICACIÓN EN EL DISTRITO	
		DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	DESCRIPCIÓN DEL SUELO	SUELO PARA CIMENTACIÓN	DIMENSIONES DE LA CIMENTACIÓN		CAPACIDAD PORTANTE (kg/cm <sup>2</sup> )	PERIODOS DOMINANTES (s)	FACTORES DE AMPLIFICACIÓN		COMPORTAMIENTO DINÁMICO DEL TERRENO
	ACELERACIÓN DEL SUELO				ANCHO (m)	PROF. (m)					
ZONA 1 (Verde)	315.6 cm/s <sup>2</sup>	Depósitos cuaternarios de grava con arenas de origen coluvial, grava aluvial, depósitos aluviales, depósitos de huayco y depósitos coluviales	-	Gravas semicompactadas, arenas densas o material fino de consistencia firme.	0.60m	0.80m - 1.20m	2.30 - 3.30 kg/cm <sup>2</sup>	0.10s - 0.20s	1.5 a 6.5 veces	Adecuado comportamiento dinámico del material, no se incrementa el nivel de peligro sísmico	Ubicado en la zona norte, riveras del Río Rimac, en la zona Sur de I distrito y al pie de las laderas de fuerte pendiente que circundan en el distrito
ZONA 2 (Amarillo)	378.7 cm/s <sup>2</sup>	-	Materiales granulares finos superficiales y alternancias de suelos finos cohesivos y no cohesivos de más de 10m de espesor	Suelos finos de consistencia media a dura, de bajo contenido de humedad	0.60m	0.80m - 1.20m	1.30 - 1.90 kg/cm <sup>2</sup>	0.20s - 0.30s	2.00 a 7.30 veces	Se genera incremento moderado del nivel de peligro sísmico	Esta zona predomina en la región central del distrito
ZONA 3 (Naranja)	473.4 cm/s <sup>2</sup>	Zona asociada a taludes de pendiente moderada a fuerte	Posibles deslizamientos de detritos y lodos, derrumbes y caídas de rocas que están acondicionadas a las precipitaciones pluviales y a la ocurrencia de sismos	-	-	-	-	-	-	Se genera incremento moderado del nivel de peligro sísmico	Localizada en los sectores Este y Oeste del distrito
ZONA 4 (Rojo)	568.1 cm/s <sup>2</sup>	Zona asociada a taludes de fuerte pendiente	Posibles deslizamientos de detritos y lodos, derrumbes y caídas de rocas que están acondicionadas a las precipitaciones pluviales y a la ocurrencia de sismos	-	-	-	-	-	-	Se genera incremento alto de peligro sísmico	Localizada en el Sector Norte del distrito
ZONA 5 (Azul)	-	Depósitos de rellenos heterogéneos con un espesor de más de 6.0m	No adecuado para soportar cimentaciones de edificaciones ni para habilitaciones con fines urbanos según norma E-050 de Suelos y Cimentaciones.	-	-	-	-	-	-	-	Es una zona puntual que se encuentra en el centro del distrito.

*Nota.* Tomado de “*Estudio de Microzonificación sísmica y vulnerabilidad en el distrito de San Juan de Lurigancho*”, por Municipalidad de San Juan de Lurigancho, 2011, ([https://sigrid.cenepred.gob.pe/docs/PARA%20PUBLICAR/CISMID/ZonSism\\_PautasTecnicas\\_SAN%20JUAN\\_DE\\_LURIGANCHO.pdf](https://sigrid.cenepred.gob.pe/docs/PARA%20PUBLICAR/CISMID/ZonSism_PautasTecnicas_SAN%20JUAN_DE_LURIGANCHO.pdf)).

**Figura 49**

*Resumen técnico del estudio de vulnerabilidad y riesgo sísmico – San Juan de Lurigancho*

Zonas	Nivel de daño	% del costo para la reparación	Nº de manzanas	% Área	Ubicación en el distrito
<b>ZONA 1 (Verde)</b>	Daño Leve o sin daño	< 15% del costo de la edificación	268	27%	Se ubica principalmente en el Noreste, Sureste y Sur con la Avenida Malecón Miguel Checa, límite con El Agustino
<b>ZONA 2 (Verde agua)</b>		15% - 30% del costo de la edificación	25	2%	Adyacente a la zona 1 y pequeñas cantidades en el centro del distrito
<b>ZONA 3 (Amarillo)</b>	Daño moderado	30% - 60% del costo de la edificación	263	26%	mayor cantidad en el Centro del distrito y adyacente a la zona 2
<b>ZONA 4 (Naranja)</b>	Daño severo	60% - 85% del costo de la edificación	15	1%	Sureste adyacente zona 3, sur, todo el distrito mayor cantidad de manzanas en la parte central
<b>ZONA 5 (Rojo)</b>	Colapso	> 85% del costo de la edificación	437	43%	Alrededor de las faldas de los cerros
			<b>1008</b>	<b>100%</b>	

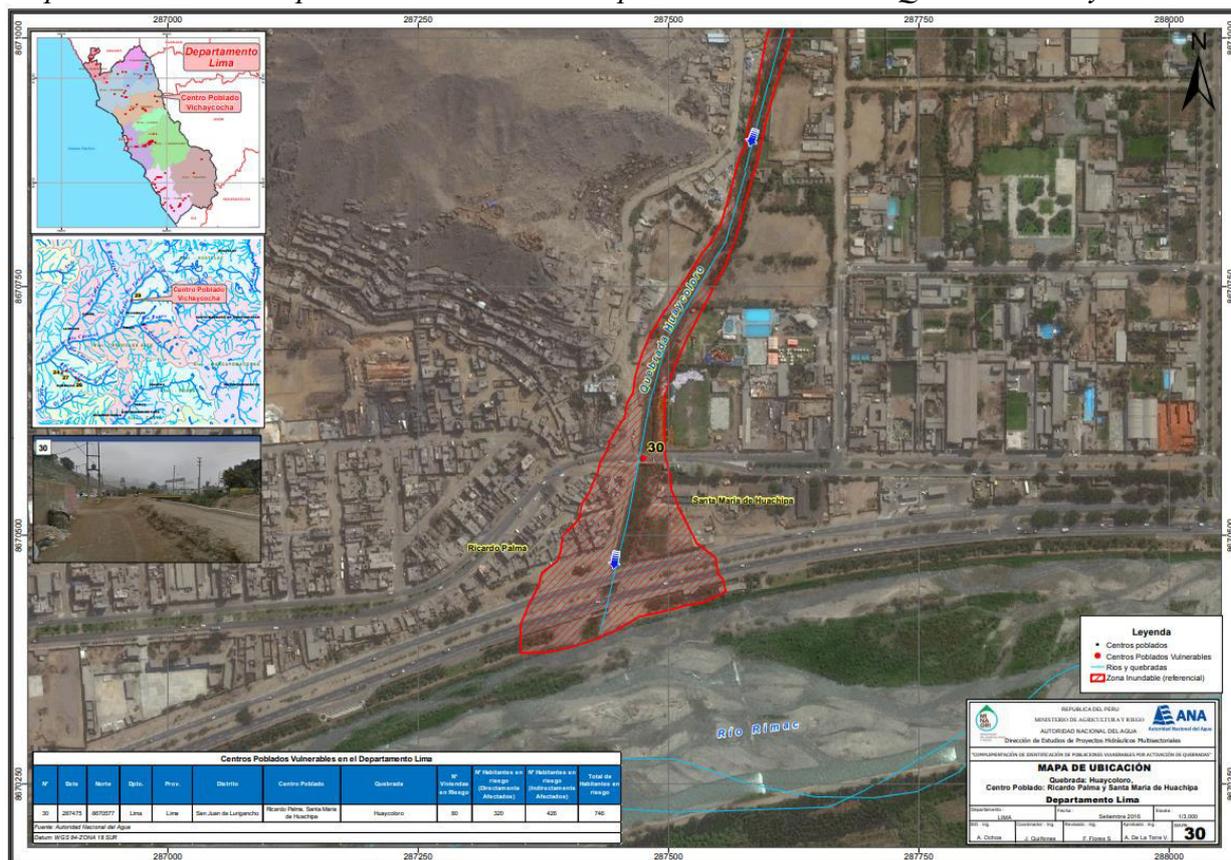
*Nota.* Tomado de “*Estudio de Microzonificación sísmica y vulnerabilidad en el distrito de San Juan de Lurigancho*”, por Municipalidad de San Juan de Lurigancho, 2011, ([https://sigrid.cenepred.gob.pe/docs/PARA%20PUBLICAR/CISMID/ZonSism\\_PautasTécnicas\\_SAN%20JUAN\\_DE\\_LURIGANCHO.pdf](https://sigrid.cenepred.gob.pe/docs/PARA%20PUBLICAR/CISMID/ZonSism_PautasTécnicas_SAN%20JUAN_DE_LURIGANCHO.pdf)).

#### **2.5.5.2. Riesgo por inundación.**

Según la figura 50, la ubicación de comunidades vulnerables a inundaciones por la Quebrada Huaycoloro indica que los centros poblados Ricardo Palma y Santa María de

Huachipa son los más expuestos. Estas áreas son susceptibles a inundaciones debido al desbordamiento de la quebrada Huaycoloro. Además, el mapa señala que un total de 80 viviendas corren riesgo, lo que afectaría directamente a 320 habitantes, mientras que el número de personas afectadas indirectamente ascendería a 426.

**Figura 50**  
*Mapa de ubicación de poblaciones vulnerables por inundación de la Quebrada Huaycoloro*



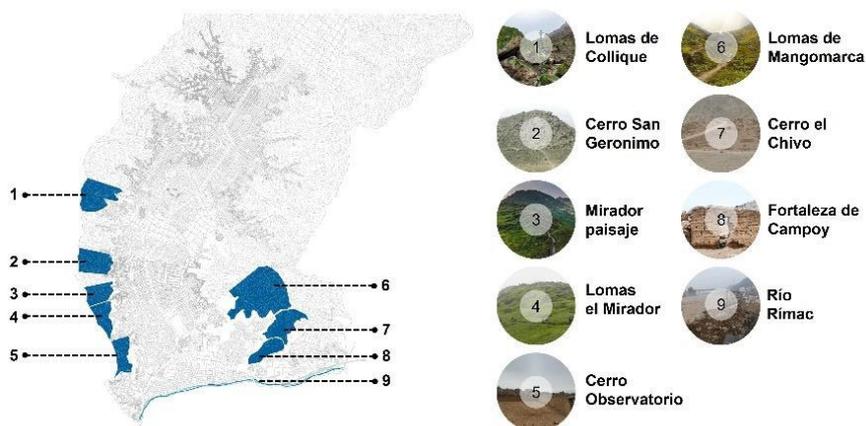
*Nota.* Tomado de “Mapa de ubicación de poblaciones vulnerables por inundación de la quebrada Huaycoloro, distrito San Juan de Lurigancho, Lima”, por Ministerio de Agricultura y Riego – Autoridad Nacional del Agua, 2016, ([https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca//5763\\_mapa-de-ubicacion-de-poblaciones-vulnerables-por-inundacion-de-la-quebrada-huaycoloro-distrito-san-juan-de-lurigancho-lima.pdf](https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca//5763_mapa-de-ubicacion-de-poblaciones-vulnerables-por-inundacion-de-la-quebrada-huaycoloro-distrito-san-juan-de-lurigancho-lima.pdf)).

### 2.5.6. Análisis arquitectónico del entorno

#### 2.5.6.1. Sistema de bordes.

En la figura 51 se observan los límites del distrito de San Juan de Lurigancho, donde se encuentran diversas fronteras o barreras que, si bien facilitan el desplazamiento, también actúan como límites del distrito.

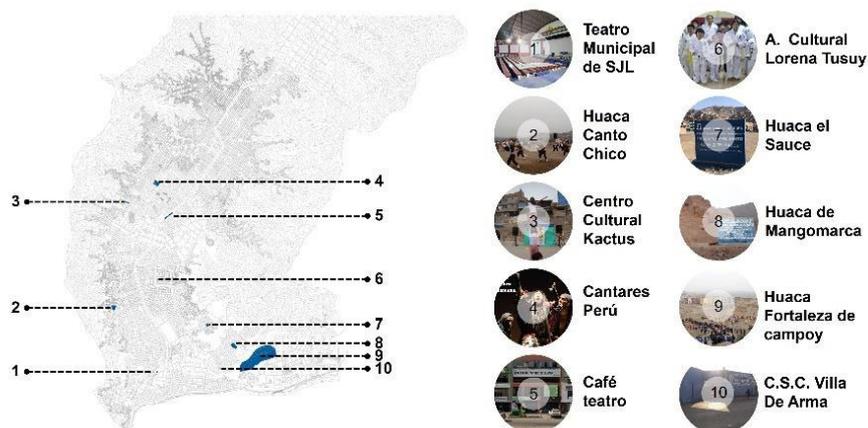
**Figura 51**  
*Identificación de bordes naturales*



#### 2.5.6.2. Focos culturales.

El distrito de San Juan de Lurigancho presenta una gama limitada de espacios de entretenimiento y culturales. Entre ellos, destacan notablemente sus restos arqueológicos, teatros, asociaciones culturales, entre otros (ver figura 52).

**Figura 52**  
*Identificación de focos culturales*

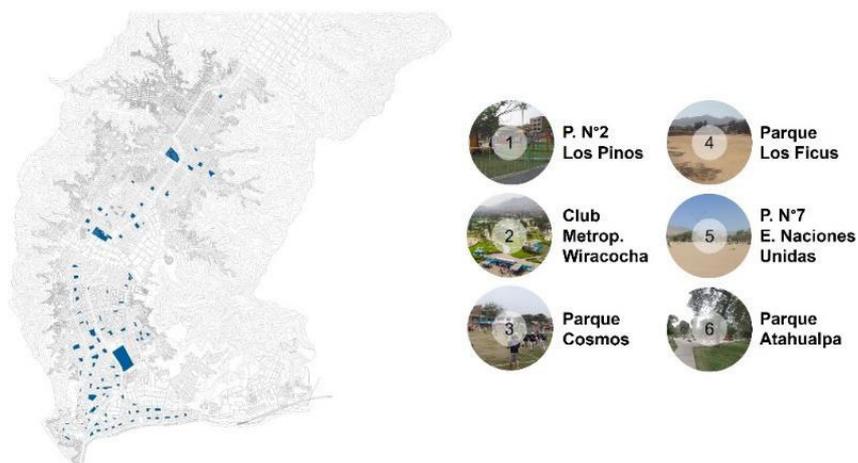


### 2.5.6.3. Áreas verdes y espacios públicos.

A pesar de disponer de una extensión considerable de 32 073,014 m<sup>2</sup> destinada a áreas verdes, San Juan de Lurigancho registra únicamente una utilización total de 1 210,442 m<sup>2</sup> (ver figura 53).

**Figura 53**

*Identificación de áreas verdes y espacios públicos*

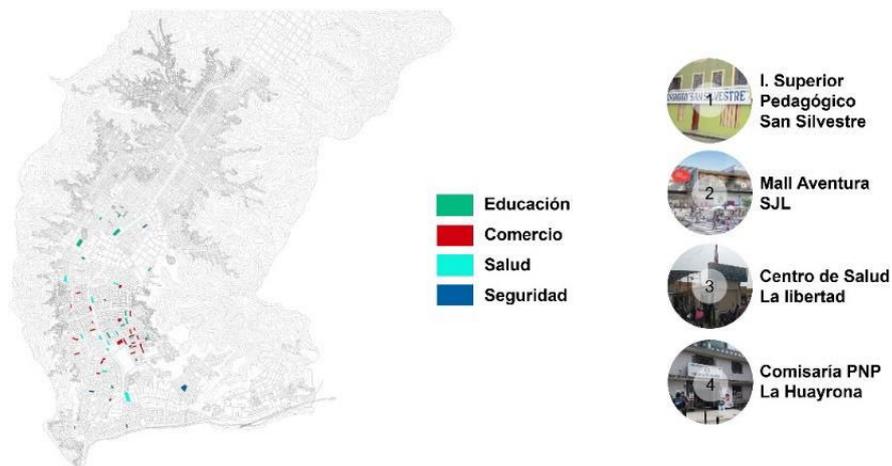


### 2.5.6.4. Equipamiento urbano.

Conforme a la información suministrada por la Plataforma Nacional de Datos Georreferenciados Geo Perú, se evidencia la carencia de equipamientos en el distrito, los cuales, a su vez, presentan dificultades de acceso (ver figura 54).

**Figura 54**

*Identificación de equipamientos urbanos*



### III. MÉTODO

#### 3.1. Tipo de investigación

La investigación para el proyecto "Centro de Investigación y Capacitación en materiales sostenibles, distrito de San Juan de Lurigancho, año 2024" es descriptiva y aplicada, dado que se realiza un análisis y descripción de una situación problemática en la zona de estudio. Esto se reflejó en la redacción del presente documento de investigación y en la elaboración de la propuesta arquitectónica. Esta última se justificó mediante un análisis riguroso y fundamentado, cumpliendo con las normativas vigentes establecidas por el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE).

El enfoque de la investigación es cualitativo, implicando la recopilación de datos y el análisis contextual con la zona de estudio. El objetivo es obtener una visión amplia y comprensiva de la problemática del área de intervención, lo cual es fundamental para el desarrollo del proyecto.

#### 3.2. Ámbito temporal y espacial

##### 3.2.1. *Ámbito temporal*

Año 2024.

##### 3.2.2. *Ámbito espacial*

Esta investigación se realizó en el distrito de San Juan de Lurigancho, ubicado en la provincia de Lima, Perú.

#### 3.3. Variables

La presente investigación es univariable y consiste en el: Diseño arquitectónico de un Centro de Investigación y Capacitación en materiales sostenibles en el distrito de San Juan de Lurigancho, año 2024.

La correlación entre la variable y el problema de investigación se detalla en la tabla 17:

**Tabla 17**

*Fundamento de la variable*

<b>Centro de Investigación y Capacitación en Materiales Sostenibles, distrito de San Juan de Lurigancho, año 2024.</b>		
<b>Problema General</b>	<b>Objetivo General</b>	<b>Variable</b>
<p>¿Cómo integrar el principio de las 3R, que aboga por la reutilización de residuos, en los lineamientos de diseño de una propuesta arquitectónica de un Centro de Investigación y Capacitación en materiales sostenibles en el distrito de San Juan de Lurigancho, año 2024?</p>	<p>Determinar cómo integrar el principio de las 3R, que aboga por la reutilización de residuos, en los lineamientos de diseño de una propuesta arquitectónica de un Centro de Investigación y Capacitación en materiales sostenibles en el distrito de San Juan de Lurigancho, año 2024.</p>	<p>Diseño arquitectónico del Centro de Investigación y Capacitación en materiales sostenibles en el distrito de San Juan de Lurigancho, año 2024.</p>

La variable incluye 7 dimensiones o subvariables:

- Dimensión territorial
- Dimensión ambiental
- Dimensión funcional
- Dimensión constructiva y tecnológica
- Dimensión formal-espacial

- Dimensión de sostenibilidad
- Dimensión paisajística

### **3.4. Población y Muestra**

En este estudio, no se realizó un cálculo de población y muestra, dado que no se producía información estadística interna. En su lugar, se sustentó en la recopilación, análisis y revisión de datos preexistentes provenientes de fuentes fidedignas.

### **3.5. Instrumentos**

En esta investigación se utilizaron múltiples herramientas, tales como: análisis documental, análisis fotográfico, recolección y descripción de cuadros estadísticos, así como el empleo de software especializado para el análisis de datos. Además, se realizó una visita de campo para el levantamiento de información del terreno, donde se pudo obtener datos específicos y observaciones directas que complementaron y enriquecieron el estudio, teniéndose:

#### ***3.5.1. Análisis Documental:***

Se revisaron y analizaron libros, tesis, artículos científicos, revistas científicas, sitios web, documentos emitidos por entidades tanto nacionales como internacionales.

#### ***3.5.2. Análisis fotográfico***

Se llevó a cabo la obtención de fotografías del terreno y su entorno, así como la captura de imágenes satelitales utilizando el programa Google Earth. Además, se realizó una visita in situ para recopilar fotografías del estado actual del terreno.

### 3.5.3. *Recolección y Descripción de cuadros estadísticos*

Los datos fueron proporcionados por el INEI sobre la población total del distrito de San Juan de Lurigancho, y por los informes elaborados por la municipalidad local respecto a la cantidad anual de residuos sólidos generados, así como sus tipologías.

### 3.5.4. *Software de Análisis de Datos*

Se utilizaron herramientas informáticas que facilitaron la investigación mediante el análisis de datos recopilados, tales como Excel, ARCGIS, Meteoblue, Geo Perú, Geodir Maps, Google Earth y QGIS.

## 3.6. Procedimientos

A lo largo del estudio, se siguió el esquema metodológico proporcionado por la Universidad Nacional Federico Villarreal, el cual fue ajustado y modificado conforme al progreso mostrado. Asimismo, se tuvo en cuenta que cada fase de la investigación presentaba desafíos y ventajas, lo que le otorga un carácter evolutivo al proceso (ver figura 55).

**Figura 55**

*Fases de investigación*



En cuanto a la identificación de la variable de estudio, esta se realizó mediante dimensiones que serán explicadas a continuación:

### 3.6.1. Dimensión territorial

Se elaboró un análisis del sitio donde se ubica el proyecto arquitectónico, utilizando la revisión de planos del distrito de San Juan de Lurigancho, la zonificación y el índice de usos para compatibilidades del terreno (ver tabla 18).

**Tabla 18**  
*Estructura de la dimensión territorial*

<b>Subdimensiones</b>	<b>Procedimiento</b>
Selección del terreno	Se seleccionó el terreno con la ayuda del plano de zonificación del distrito de San Juan de Lurigancho del presente año (2024), considerando el uso del suelo compatible con el tipo de proyecto que se realizará.
Ubicación del proyecto	Se determinó la ubicación específica del terreno destinado al proyecto arquitectónico, además de justificar la selección de este sitio.
Dimensiones y límites	Con la ayuda de los parámetros urbanísticos del terreno seleccionado y Google Earth, se estableció el área total del terreno a intervenir, así como también se identificaron sus linderos y límites.
Accesibilidad	Se identificaron y analizaron las vías de acceso al terreno de intervención, tomando fotografías y medidas, las cuales fueron recolectadas en el lugar de estudio y utilizando Google Earth como recurso complementario.
Equipamiento urbano	Se realizó un análisis arquitectónico de los equipamientos próximos al área de intervención. Se recolectaron datos y fotografías actualizadas mediante un levantamiento de información utilizando Google Earth y Geo Perú como recursos complementarios.

### 3.6.2. Dimensión ambiental

Se llevó a cabo un análisis detallado de las condiciones ambientales del sitio, abarcando aspectos como el tipo de suelo, clima, la dirección y velocidad de los vientos predominantes, la humedad relativa, el índice de precipitación, exposición solar, entre otros (ver tabla 19).

**Tabla 19**

*Estructura de la dimensión ambiental*

<b>Subdimensiones</b>	<b>Procedimiento</b>
Suelo y Relieve	Con base en la información recopilada del Mapa de Microzonificación Sísmica del distrito de San Juan de Lurigancho, se identificó el tipo de suelo presente en la zona. Además, se llevó a cabo un análisis topográfico del terreno utilizando Google Earth y QGIS.
Clima	Según la información recolectada del Mapa de Clasificación Climática Nacional, se identificó el tipo de clima que prevalecía en el distrito de San Juan de Lurigancho con el fin de utilizarlo de manera óptima en el proyecto.
Temperatura	Según la información recolectada de la plataforma digital Meteoblue, se determinaron las temperaturas mínimas, máximas y promedio del área de estudio con el propósito de establecer estrategias de diseño que abordaran el confort térmico, la eficiencia energética, la selección de materiales y el diseño bioclimático.
Humedad relativa	Según la información recolectada de la plataforma digital Meteoblue, se identificó la humedad relativa con el propósito de establecer estrategias de diseño que abordaran el confort térmico, la eficiencia energética y la selección de materiales.
Vientos	Según la información recolectada de la plataforma digital Meteoblue, se determinaron las direcciones y velocidades de los vientos tanto de alta como de baja intensidad para el diseño del proyecto, con el objetivo de aprovechar la ventilación natural y minimizar el impacto de los vientos fuertes.
Precipitaciones	Según la información recolectada de la plataforma digital Meteoblue, se analizó la frecuencia e intensidad de las precipitaciones con el fin de

	diseñar un sistema de drenaje eficiente, determinar la inclinación adecuada de las cubiertas y gestionar el agua pluvial para su aprovechamiento en el proyecto.
Asoleamiento	Según la información recolectada de la plataforma digital SunEarthTools, se establecieron las diversas posiciones del sol para evaluar su impacto en el proyecto. El objetivo era maximizar el uso de la luz natural, garantizar un control térmico eficiente y determinar la ubicación más adecuada para la instalación de paneles solares, entre otros aspectos.

### 3.6.3. Dimensión funcional

Se realizó un análisis para el diseño de espacios de cada actividad a realizar, con las dimensiones y áreas apropiadas. Además, se consideró en todo momento la accesibilidad universal, la seguridad y el cumplimiento de las normativas establecidas por el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE).

De igual manera, se elaboraron múltiples organigramas y diagramas que sirvieron de base para el proceso de diseño del Centro de Investigación y Capacitación en materiales sostenibles (ver tabla 20).

**Tabla 20**  
*Estructura de la dimensión funcional*

<b>Subdimensiones</b>	<b>Procedimiento</b>
Cuadro de necesidades	Se realizó una evaluación de las necesidades de los usuarios y las actividades a realizar para establecer los ambientes.
Análisis de unidades de espacio funcionales	Se llevó a cabo un análisis de los espacios funcionales en cada ambiente con el fin de determinar las dimensiones óptimas para la realización de cada actividad con sus respectivos

	mobiliarios, asegurando una adecuada ergonomía y planificación espacial.
Programa arquitectónico	Se establecieron las zonas, subzonas, ambientes y sus áreas requeridas para la realización de cada actividad específica.
Organigramas	Se establecieron las relaciones entre los distintos ambientes y el recorrido del usuario, desde su entrada, el desarrollo de sus actividades, hasta su salida.
Diagrama de relaciones ponderadas	Se organizaron los ambientes de cada zona establecida con el objetivo de establecer la relación que tenían entre sí y determinar su posición relativa, clasificándola de mayor a menor importancia.
Diagrama de flujos	Se determinó la ubicación de cada espacio en el diseño en función de sus relaciones, con el fin de tomar decisiones respecto a su jerarquía espacial, considerando aspectos como tamaño, altura, forma y sus circulaciones.
Zonificación	Se realizó una zonificación resultante basada en los gráficos mencionados anteriormente.

#### **3.6.4. Dimensión constructiva y tecnológica**

Se integraron innovaciones y prácticas que redujeron el impacto ambiental y optimizaron la durabilidad y el rendimiento del edificio, reflejando los principios de las 3R. Esto se logró mediante el empleo de materiales de construcción sostenibles y reciclables, así como la adopción de tecnologías energéticamente eficientes (ver tabla 21).

**Tabla 21***Estructura de la dimensión constructiva y tecnológica*

<b>Subdimensiones</b>	<b>Procedimiento</b>
Sistema constructivo	Se determinó el sistema constructivo óptimo que se adaptó a los requisitos del proyecto, tomando en cuenta los datos proporcionados por los mapas de riesgos sísmicos del distrito de San Juan de Lurigancho, en relación con la zona de intervención.
Selección de materiales	Se identificaron los diferentes materiales reciclados y reutilizados que se integraron en el proyecto, tomando en cuenta los datos recopilados de artículos académicos y tesis de instituciones universitarias tanto nacionales como internacionales.
Innovación tecnológica	Se ha seleccionado la tecnología a integrar en el proyecto, junto con sus respectivos sistemas de gestión y control, basándose en el análisis exhaustivo de las últimas innovaciones disponibles en el mercado.

**3.6.5. Dimensión de sostenibilidad**

Se llevó a cabo una evaluación integral de prácticas, procesos y sistemas que promovieron el equilibrio entre los aspectos ambientales, sociales y económicos (ver tabla 22).

**Tabla 22***Estructura de la dimensión de sostenibilidad*

<b>Subdimensiones</b>	<b>Procedimiento</b>
Gestión de residuos	Se definieron los procedimientos a seguir en cuanto a la gestión de residuos que se trabajaría en el proyecto, abarcando desde la recolección inicial hasta el tratamiento y la disposición final de los residuos. Esto se hizo tomando en cuenta los datos

	recopilados de artículos académicos y tesis de instituciones universitarias tanto nacionales como internacionales.
Captación de aguas pluviales	Se estableció la mejor técnica de recolección y almacenamiento del agua pluvial.
Tratamiento de aguas grises	Se determinó el sistema más apropiado para la reutilización de las aguas residuales con el propósito de aprovechar y mitigar el impacto ambiental, prolongando su ciclo de vida. Esto se hizo tomando en cuenta los datos recopilados de artículos académicos y tesis de instituciones universitarias tanto nacionales como internacionales.
Uso de energías renovables	Se identificaron las estrategias de diseño a emplear en el proyecto, considerando el tipo de energía renovable predominante en la zona de intervención. Esto se hizo tomando en cuenta los datos recopilados de artículos académicos y tesis de instituciones universitarias tanto nacionales como internacionales.

### ***3.6.6. Dimensión paisajística***

Se estableció una armonía entre el centro y su entorno circundante, con la meta de generar un espacio que se integrara de manera respetuosa y sostenible con el paisaje local. En cuanto al diseño de áreas verdes, se optó por especies vegetales autóctonas y se propuso un sistema de riego óptimo para el proyecto, con el fin de gestionar el agua de manera eficiente y minimizar así la huella ambiental del mismo. Además, la dimensión paisajística también se orientó hacia la creación de espacios al aire libre que promovieran la interacción, el bienestar y la conexión con la naturaleza para los usuarios del Centro de Investigación y Capacitación en Materiales Sostenibles (ver tabla 23).

**Tabla 23***Estructura de la dimensión paisajística*

<b>Subdimensiones</b>	<b>Procedimiento</b>
Plantas ornamentales	Se identificaron las especies vegetales que formarían parte del diseño paisajístico en el proyecto, según referencias bibliográficas de catálogos y guías de la flora de Lima.
Diversidad de usos e interacción social	Se estimularon diversas actividades recreativas y culturales mediante la realización del diseño paisajístico, con el objetivo de fomentar la interacción social y el disfrute del entorno natural, así como promover la apreciación y conservación del paisaje en el proyecto.
Accesibilidad	Se implementó un diseño paisajístico que garantizó la accesibilidad universal para todos los grupos de usuarios, incluyendo a aquellas personas que presentan algún tipo de discapacidad. Se consideraron las medidas reglamentadas de accesibilidad según el RNE.
Sistema de riego	Se determinó el sistema de riego más adecuado teniendo en cuenta las características del terreno.

**3.6.7. Dimensión formal-espacial**

Se analizó la disposición física y la configuración arquitectónica del proyecto, considerando aspectos como la relación con el entorno, la geometría de los volúmenes arquitectónicos, la distribución de los espacios interiores y exteriores, y la integración de elementos sostenibles en el diseño (ver tabla 24).

**Tabla 24***Estructura de la dimensión formal espacial*

<b>Subdimensiones</b>	<b>Procedimiento</b>
Análisis formal	De acuerdo con la información recolectada, se procedió a establecer los lineamientos de diseño con relación a la proporción, escala, alturas, ritmo, simetría y otros elementos clave presentes en el proyecto.
Análisis espacial	Se evaluó la integración del diseño del edificio con el entorno urbano, optimizando las vistas y la conexión con el entorno exterior. También se analizó cómo el diseño espacial afecta las emociones y la percepción estética de los usuarios, con el objetivo de crear ambientes que promuevan el bienestar y la inspiración.

**3.7. Análisis de Datos**

No se realizó el análisis de datos en este estudio debido a la ausencia de generación de información estadística interna.

**3.8. Consideraciones éticas**

Durante el desarrollo de la tesis, se consideraron múltiples pautas éticas para garantizar que el proyecto se realizara de forma responsable y respetuosa hacia todas las partes involucradas, teniéndose:

**Respeto a la autoría**

Se otorgó el reconocimiento adecuado a las fuentes y contribuciones de otros investigadores y profesionales en el ámbito de la arquitectura. Todas las referencias y citas se realizaron de acuerdo con las normas académicas establecidas. Se evitó cualquier forma de plagio, garantizando que el trabajo presentado fuera original y debidamente acreditado.

### **Respeto por el Entorno y la Comunidad**

Se procuró que la propuesta arquitectónica presentada en esta tesis fuera respetuosa con el entorno natural y urbano. Se trabajó para minimizar el impacto ambiental, promoviendo prácticas sostenibles y priorizando el bienestar de la comunidad local. La propuesta fue diseñada teniendo en cuenta el contexto sociocultural y económico, con el objetivo de evitar el desplazamiento de residentes y fomentar la inclusión social.

### **Impacto social y ético**

Se analizaron las implicaciones éticas y sociales de la propuesta arquitectónica que se desarrollaría. Asimismo, se consideró cómo la intervención podría afectar a distintos grupos de interés y se buscaron soluciones que promovieran el bien común, la equidad y la justicia social.

### **Transparencia y Honestidad**

Se mantuvo un compromiso con la transparencia y la honestidad durante todo el proceso de investigación y elaboración de la tesis. Los resultados y conclusiones se expusieron de forma clara y verídica, sin dejar de lado ni distorsionar información que pudiera ser fundamental para la comprensión del estudio.

## IV. RESULTADOS

Para la formulación de los resultados de la investigación, se consideraron detalladamente las diversas dimensiones delineadas en el capítulo III del presente estudio. Estas dimensiones fueron meticulosamente estructuradas con el propósito de cumplir tanto con el objetivo general como con los objetivos específicos, asegurando así un análisis exhaustivo y completo de los hallazgos obtenidos.

### 4.1. Análisis teórico

El análisis teórico abordará de manera integral los tres objetivos específicos establecidos para el Centro de Investigación y Capacitación en Materiales Sostenibles, los cuales se detallan en la tabla 25:

**Tabla 25**

*Objetivos específicos del Centro de Investigación y Capacitación en Materiales sostenibles*

<b>Tema Centro de Investigación y Capacitación en Materiales Sostenibles, distrito de San Juan de Lurigancho, año 2024.</b>		
<b>Objetivo Específico 1</b>	<b>Objetivo específico 2</b>	<b>Objetivo específico 3</b>
Determinar qué materiales sostenibles son idóneos para integrar en el diseño arquitectónico de un Centro de Investigación y Capacitación en materiales sostenibles en el distrito de San Juan de Lurigancho, año 2024, considerando su durabilidad, resistencia y viabilidad económica.	Plantear en el diseño acabados y mobiliarios elaborados con materiales reciclados, para mejorar la eficiencia y sostenibilidad del Centro de Investigación y Capacitación en materiales sostenibles en el distrito de San Juan de Lurigancho, año 2024.	Definir las estrategias de diseño sostenible que se implementarán para promover la adopción óptima de recursos renovables en el Centro de Investigación y Capacitación en materiales sostenibles en el distrito de San Juan de Lurigancho, año 2024, considerando tanto su viabilidad técnica como su impacto ambiental y económico a largo plazo.

#### 4.1.1. Gestión de residuos

Se establecerán puntos de recolección específicos y horarios designados para que la población pueda llevar sus residuos. Los camiones de recolección recogerán estos residuos en los horarios programados. Posteriormente, los residuos serán transportados al centro de investigación y capacitación, ingresando de manera segura hasta la zona de descarga designada.

Luego, los materiales pasarán a la zona de clasificación, donde el personal se encargará de separarlos según su tipo: plástico, papel, cartón, metal, vidrio y otros residuos. Una vez clasificados, los materiales serán enviados a las áreas de acondicionamiento correspondientes para su procesamiento, transformación y recuperación de la materia prima.

Finalmente, los productos procesados se almacenarán para su comercialización o para su exhibición al público (ver figura 56).

**Figura 56**

*Fases del tratamiento de los residuos sólidos urbanos (RSU)*



##### 4.1.1.1. Proceso de transformación de los residuos según su clasificación.

Los residuos recolectados incluirán plásticos, papel, cartón, metales y vidrio, cada uno con procesos específicos para su recuperación y transformación, desde la clasificación inicial hasta el tratamiento adecuado para garantizar la eficiencia en la recuperación de materia prima.

**A. Reciclaje de Plásticos.** El proceso de reciclaje elegido es de tipo mecánico, el cual comienza con la recolección de envases y materiales plásticos. Estos materiales son seleccionados meticulosamente según su tipo y color, posteriormente triturados en pequeños trozos para asegurar una granulometría uniforme. Una vez triturado, el plástico se somete a un

proceso de lavado para eliminar impurezas como tierra y piedras, seguido de un secado utilizando centrifugadoras industriales.

Una vez limpio y seco, el plástico se almacena y se mezcla para obtener un material homogéneo. Luego, se moldea mediante un proceso de prensado que le da la forma deseada y se filtra para eliminar cualquier impureza residual. El producto final son bolitas pequeñas conocidas como granza, que se almacenan para ser utilizadas como nueva materia prima en diversas aplicaciones. Previo a su uso, la granza se somete a análisis en laboratorio para garantizar que cumpla con los estándares de calidad requeridos (ver figura 57).

**Figura 57**  
*Fases del reciclaje de plásticos*



**B. Reciclaje de papel y cartón.** El proceso de reciclaje de papeles y cartones comienza con la recolección de diferentes tipos de materiales, como periódicos, revistas, cajas, cartones, folletos publicitarios, papel escrito y fotocopias. Luego, se lleva a cabo la separación manual del material útil de las impurezas. Posteriormente, el papel se tritura inicialmente en tiras largas de aproximadamente 1x8 cm, y luego se realiza una trituración más minuciosa para convertirlo en escamas pequeñas que pueden ser reutilizadas.

Después de la trituración, el papel y cartón se compactan utilizando una máquina compactadora, formando fardos de aproximadamente 0.5 x 0.8 cm. Finalmente, el producto terminado se almacena para su posterior procesamiento. Este proceso no solo ayuda a reciclar materiales y reducir residuos, sino que también contribuye a la conservación de recursos naturales y a la disminución de la contaminación ambiental asociada con la producción de papel nuevo (ver figura 58).

**Figura 58**  
*Fases del reciclaje de papel y cartón*



**C. Reciclaje de metales.** El proceso de reciclaje de envases metálicos comienza con la recolección de latas de bebidas, conservas y aerosoles, entre otros tipos de envases. Estos metales se clasifican según su tipo y pureza, seguido de un proceso de limpieza para eliminar envolturas y otros residuos. Luego, se compactan en bloques utilizando una prensa hidráulica y se Trituran en fragmentos más pequeños con trituradoras especializadas. Posteriormente, los fragmentos se funden en hornos a altas temperaturas para separar el metal de impurezas, utilizando procesos como la escoria y el refinado. Finalmente, el aluminio fundido se convierte en planchas de aproximadamente 1 cm de espesor para su almacenamiento y posterior tratamiento (ver figura 59).

**Figura 59**  
*Fases del reciclaje de metales*



**D. Reciclaje de vidrio.** Una vez recolectadas las botellas de vidrio, se inicia con la separación manual del vidrio útil de las impurezas presentes. Posteriormente, se eliminan las tapas y anillos de las botellas para su tratamiento posterior. En la fase de limpieza, el vidrio se somete a un tratamiento con productos químicos y agua para eliminar suciedades, grasas y cualquier otro material como papel o plástico adherido. Las botellas se clasifican según su color antes de pasar al proceso de trituración.

Después de la clasificación por colores, las botellas de vidrio se trituran en pedazos medianos que se transforman en calcín. La etapa de calcinación es crucial en el reciclaje del vidrio, donde los trozos triturados se reducen hasta obtener una textura similar a la arena.

Finalmente, todo el producto terminado se almacena en la zona de almacenamiento para su posterior procesamiento. Este proceso completo de reciclaje del vidrio no solo fomenta la conservación de recursos y la reducción de residuos, sino que también promueve prácticas ambientales sostenibles (ver figura 60).

**Figura 60**  
*Fases del reciclaje de vidrio*

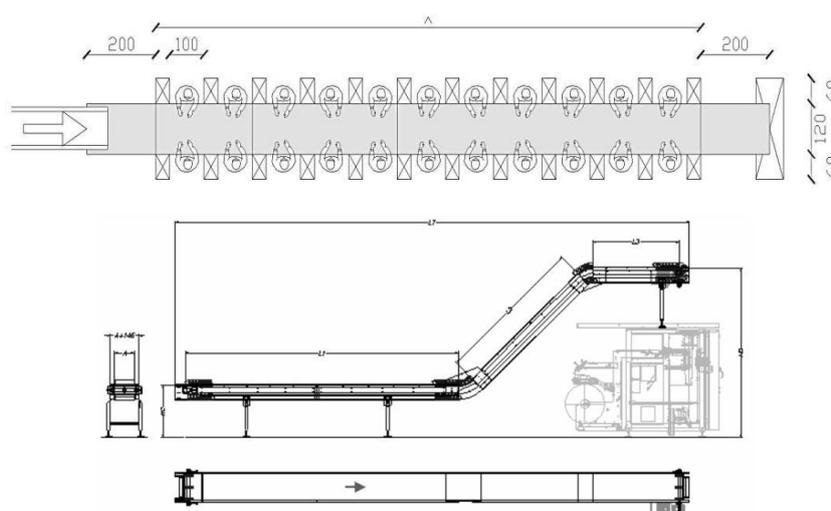


#### 4.1.1.2. Maquinarias.

Durante el proceso de reciclaje de plásticos, papel, cartón, vidrio y metales, se emplearán diversas maquinarias especializadas para cada tipo de material. Esto se realiza con el objetivo de mejorar la eficiencia y calidad del reciclaje. Las dimensiones y configuraciones de estas máquinas se encuentran detalladas en las Figuras 61-67, mientras que sus especificaciones técnicas están presentadas en las Tablas 26-32.

##### *A. Cinta de separación manual*

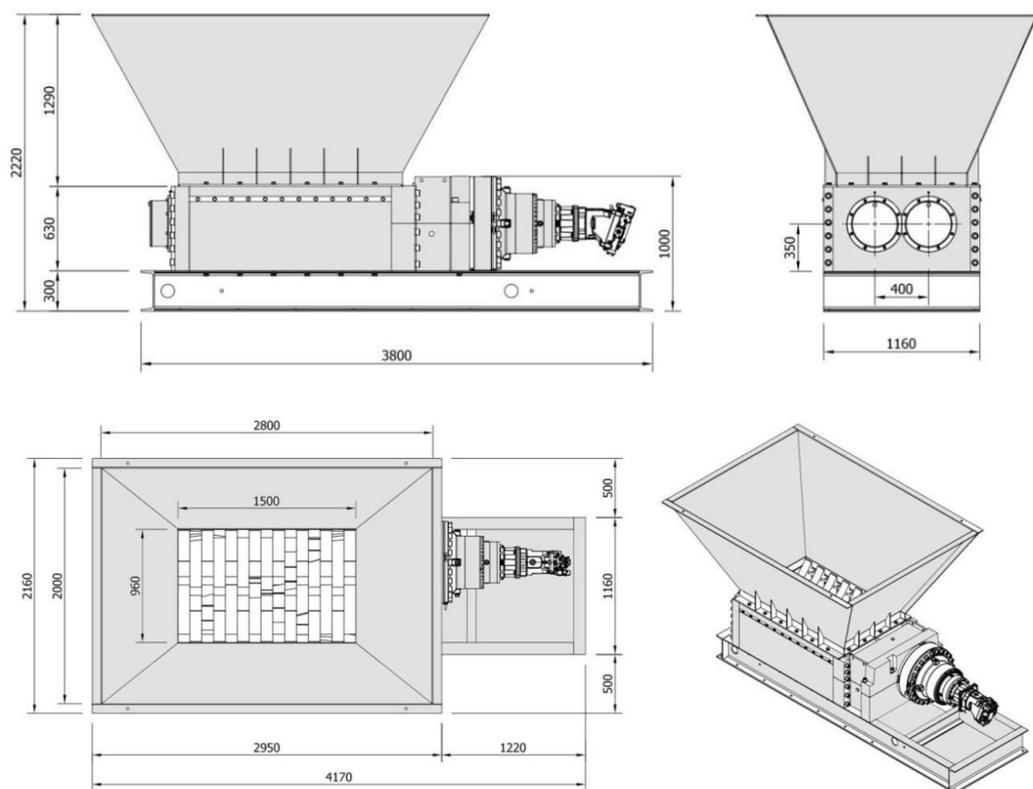
**Figura 61**  
*Dimensiones de la cinta de separación manual*



*Nota.* Adaptada de “Maquina transportadora”, por Roxana Salinas, 2018. (<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/26109>).

**Tabla 26***Especificaciones técnicas de la cinta*

Longitud entre centros de tambores (L)	100 a 18.000mm
Ancho de banda (A)	300 a 1000mm
Diámetro de tambor motriz	100mm
Diámetro de tambor tensor	100mm
Motorización	Extrema (en posición vertical u horizontal)
Velocidad	5 a 40 m/min
Bastidor	Hierro/ Inox/ Aluminio
Guías laterales	Fijas o regulables
Capacidad de carga máxima	150 kg
Pies	Regulables $\pm$ 50mm

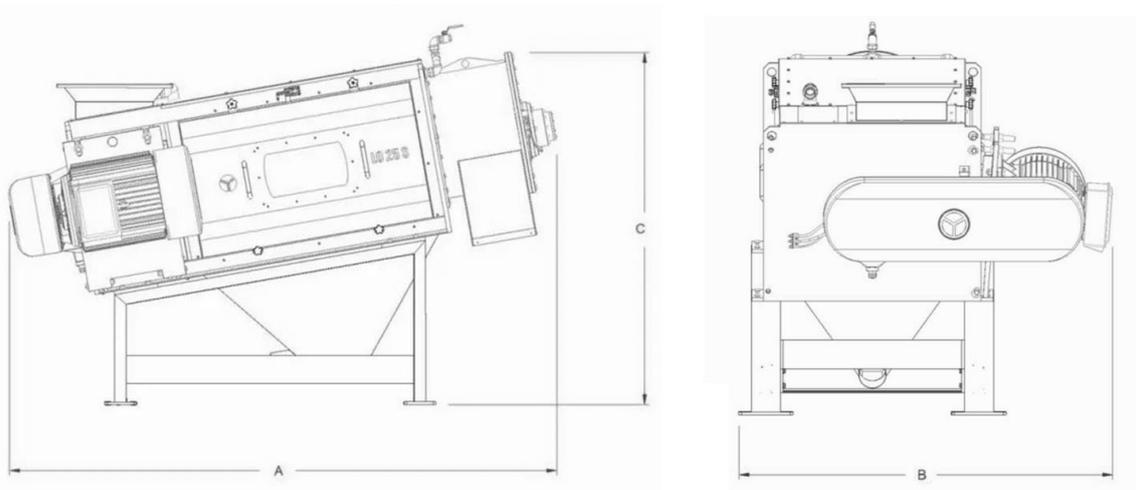
**B. Trituradoras****Figura 62***Dimensiones de la máquina trituradora*

*Nota.* Adaptada de “Dimensiones Máquina trituradora”, por Elba Meneses, 2012.

(<https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/112567>).

**Tabla 27***Especificaciones técnicas de la trituradora*

Tamaño de la cámara de trituración	960x1500mm
Ejes	Nº2
Tolva de alimentación	4 mc
Velocidad de rotación ejes	18-12 RPM
Espesor cuchillas	100mm
Potencia	110 KW
Producción bidones de hierro	60-70 pezzi/h
Plásticos	10-15 ton/h
Neumáticos	5-10 ton/ hdt_list_item
Residuos industriales	6-12 ton/h

**C. Lavadora Horizontal****Figura 63***Dimensiones de la lavadora horizontal*

*Nota.* Adaptada de “Lavadora de Plástico”, por TECNOFER.

(<https://www.tecnofer.biz/es/maquinarias/lavadora-horizontal/>).

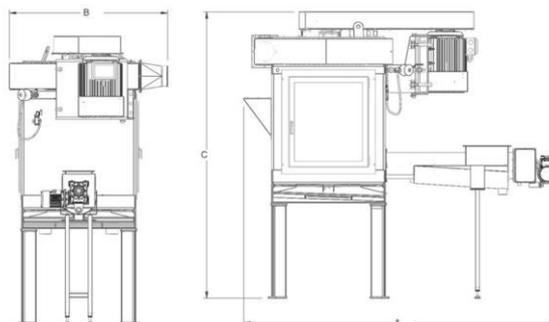
**Tabla 28***Especificaciones técnicas de la lavadora horizontal*

<b>Modelo</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>KW</b>
LO20	2250mm	1540mm	1870mm	22/30
LO25S	3110mm	2060mm	2350mm	45/55/75

### D. Centrifugadora dinámica

**Figura 64**

Dimensiones de la centrifugadora dinámica



Nota. Adaptada de “Centrifuga dinámica para plástico”, por TECNOFER. (<https://www.tecnofer.biz/es/maquinarias/centrifugadora-dinamica/>).

**Tabla 29**

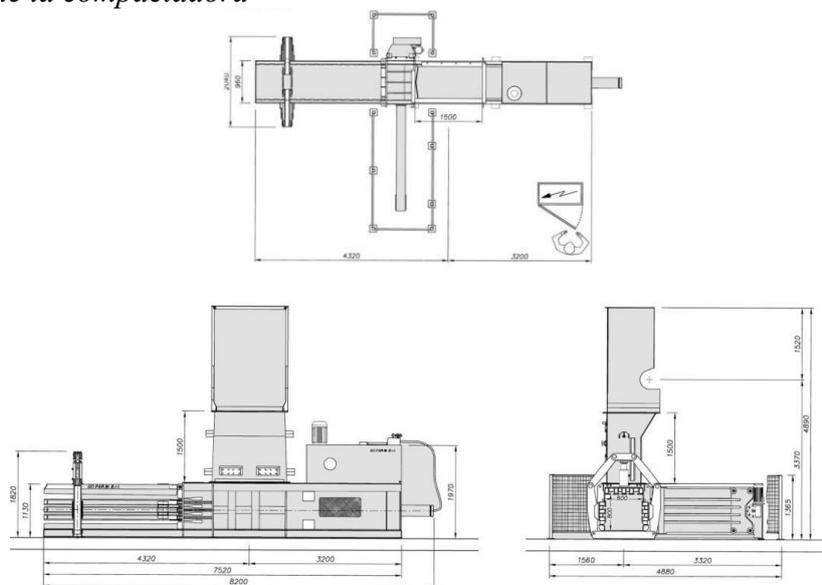
Especificaciones técnicas de la centrifugadora dinámica

Modelo	A	B	C	KW
CD720X1500	2910mm	1200mm	3030mm	22+1,1
CD850X1500	3350mm	1480mm	3050mm	30+1,1

### E. Compactadora

**Figura 65**

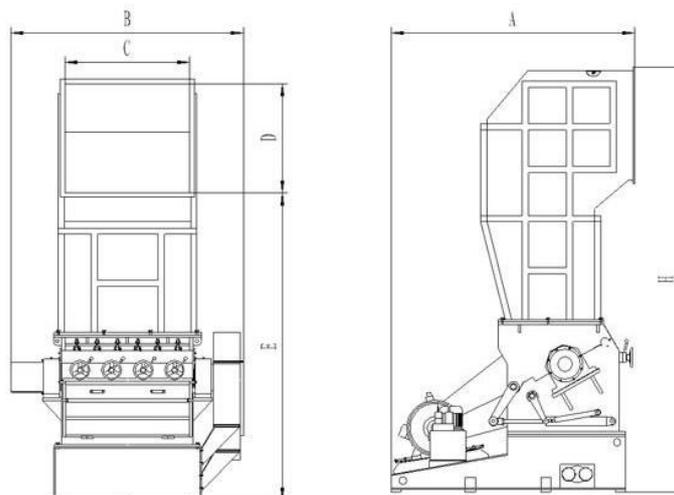
Dimensiones de la compactadora



Nota. Adaptada de “Dimensiones Maquina compactadora”, por Elba Meneses, 2012. (<https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/112567>).

**Tabla 30***Especificaciones técnicas de la compactadora*

Tamaño bala	80x80cmxvariable
Producción horaria	5-6 ton/h
Capacidad volumétrica	230 mc/h
Potencia	30 Hp-22kw
Empuje	50 ton
Ciclos	Nº 3/min
Presión específica	7,8 kg/ cmq
Ciclos con corte	Nº 4/min
Atado	Nº 4 hilos horizontales
Hilo para atado	Hilo de hierro
Dimensiones tolva de alimentación	720x1500mm

**F. Granulador****Figura 66***Dimensiones del granulador*

*Nota.* Adaptada de “Granulador de plástico”, por 3E Machinery. ([http://3e-machines.com/upload/2585/o/21\\_3\\_heavy\\_duty\\_granulator\\_0.jpg](http://3e-machines.com/upload/2585/o/21_3_heavy_duty_granulator_0.jpg)).

**Tabla 31***Especificaciones técnicas del granulador*

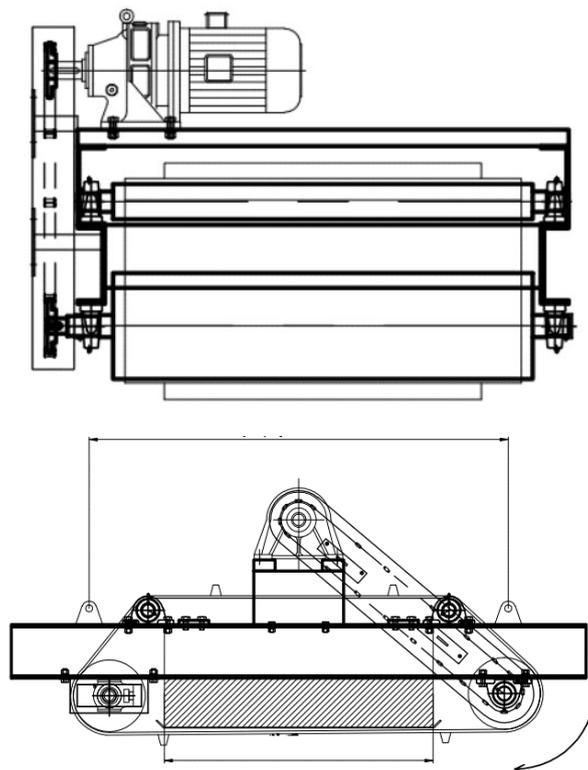
A	2070mm
B	2025mm

C	1000mm
D	700mm
E	2200mm
H	2950mm
diámetro del rotor	520mm
Velocidad del eje principal	462r/min
Diámetro de malla	12mm
Numero de cuchillas del rotor	5x2und
Numero de cuchillas del estator	2x2und
Potencia	55kw
Peso	4200kg

### *G. Separador magnético*

**Figura 67**

*Dimensiones del separador magnético*



*Nota.* Adaptada de “Separador magnético de faja auto limpiante”, por 911 Metallurgist.

(<https://www.911metallurgist.com/metalurgia/separador-magnetico-de-faja-auto-limpiante/>).

**Tabla 32**  
*Especificaciones técnicas del separador magnético*

Modelo	911MPE-RCYD(C)-6
Ancho de la faja	600mm
Altura de suspensión	175mm
Espesor del material	120 <sub>≤</sub> mm
Intensidad del campo	60 <sub>≥</sub> mT
Potencia	1.5kw
Velocidad de la faja	≤2.5m/s
Peso	920kg

#### 4.1.2. Sistema constructivo

El terreno seleccionado se encuentra ubicado dentro de la clasificación geotectónica designada como zona I, según se puede observar en la figura 92. De acuerdo con los lineamientos establecidos por la Municipalidad de San Juan de Lurigancho (2011), detalladas en el "Estudio de Microzonificación Sísmica y Vulnerabilidad en el Distrito de San Juan de Lurigancho", el suelo de esta zona está considerado apto para la construcción. Este tipo de suelo está predominantemente compuesto por materiales gravosos, con presencia de arenas de origen coluvial y gravas aluviales. En este contexto, se emplearán dos tipos de sistemas constructivos: el sistema aporticado en las zonas destinadas al acceso del público y del personal administrativo, mientras que el sistema mixto se aplicará en la zona de experimentación y almacenamiento.

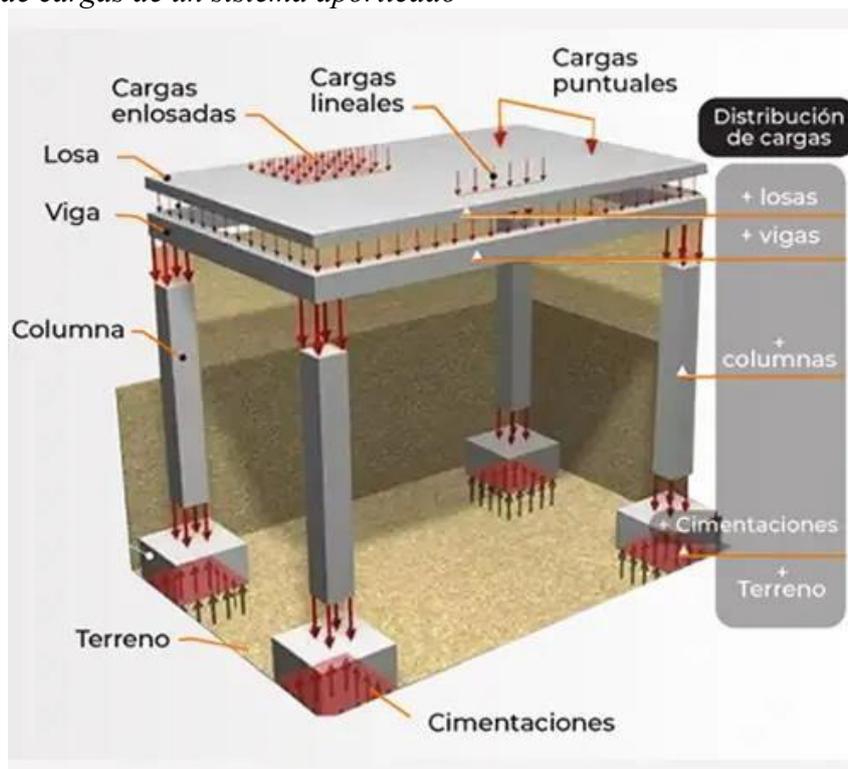
**Sistema constructivo aporticado.** Se caracteriza por el empleo de elementos estructurales verticales y horizontales, representados por columnas y vigas, respectivamente. Estos elementos conforman un armazón robusto y resistente.

En la figura 68 se detalla el sistema de transmisión de cargas en la estructura. Las losas distribuyen las cargas horizontalmente hacia las vigas, las cuales están estratégicamente conectadas a las columnas. Este entramado no solo asegura la estabilidad y resistencia de la

estructura, sino que también permite una distribución eficiente de las cargas verticales y horizontales hacia los cimientos. Este diseño integral optimiza la capacidad de carga del edificio y asegura una respuesta estructural adecuada ante fuerzas externas como movimientos sísmicos o cargas ambientales.

### Figura 68

*Distribución de cargas de un sistema aporticado*



*Nota.* Tomado de “Las principales diferencias entre columnas y columnetas”, por CYPE Ingenieros Peru, 2022, (<https://www.cype.pe/blog/las-principales-diferencias-entre-columnas-y-columnetas/>).

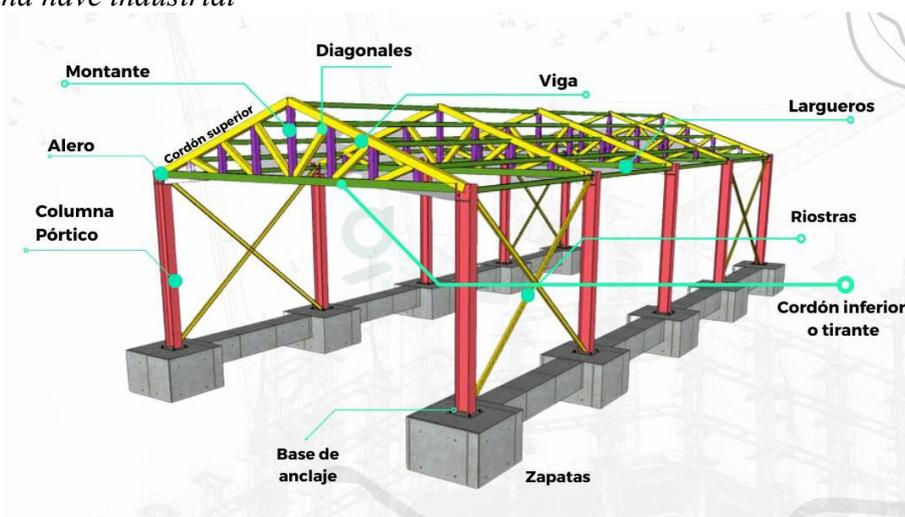
Este sistema constructivo fue seleccionado porque ofrece una combinación única de rigidez y resistencia, características esenciales para garantizar la seguridad y estabilidad de la estructura. Además, su diseño permite una gran flexibilidad, ya que no está limitado por muros de carga. Esto significa que es posible adaptar y modificar fácilmente la distribución interior del edificio según las necesidades específicas del proyecto. Esta libertad en el diseño no solo

facilita la creación de espacios más amplios y abiertos, sino que también abre la puerta a una variedad de configuraciones que pueden mejorar la funcionalidad y el confort de los usuarios.

**Sistema constructivo mixto.** Se caracteriza por la combinación estratégica de diversos materiales y técnicas de construcción para aprovechar sus ventajas respectivas, con el objetivo de mejorar la resistencia estructural, la eficiencia constructiva y las cualidades estéticas de las edificaciones. En este sistema, el hormigón se empleará como base estructural para las columnas, encargadas de soportar las cargas verticales, las cuales serán transmitidas a través de perfiles de acero. Esta estructura metálica estará diseñada para complementar y fortalecer la resistencia del hormigón, garantizando la solidez y estabilidad del edificio (ver figura 69).

**Figura 69**

*Partes de una nave industrial*



*Nota.* Tomado de “Componentes de las naves industriales”, por Insight Construction Academy SRL, 2023, (<https://www.facebook.com/insight.academy.srl/posts/los-componentes-de-las-naves-industriales-son-las-partes-de-estas-estructuras-me/322841207352827/>).

Este sistema constructivo fue elegido específicamente por su capacidad para crear espacios con luces más amplias, fundamentales para optimizar la distribución arquitectónica de la zona de experimentación de materiales reciclables. La amplitud de los espacios permite una disposición más eficiente de las áreas destinadas a las distintas etapas del proceso de

transformación, y favorece un ambiente de trabajo cómodo y funcional para los operarios. Además, facilita la implementación de equipos y maquinaria especializados, así como la adaptación a posibles cambios o expansiones futuras en la nave industrial.

#### 4.1.3. *Materiales sostenibles*

La selección de materiales sostenibles ha sido realizada cuidadosamente, destacando sus beneficios en términos de eficiencia energética, reducción de residuos y promoción de un entorno construido más resiliente y ecológicamente responsable. Mediante el análisis y la aplicación de estos materiales, se busca establecer un estándar de práctica que no solo cumpla con los requisitos funcionales del proyecto, sino que también demuestre un compromiso con la conservación de recursos y la mitigación del cambio climático (ver tabla 33).

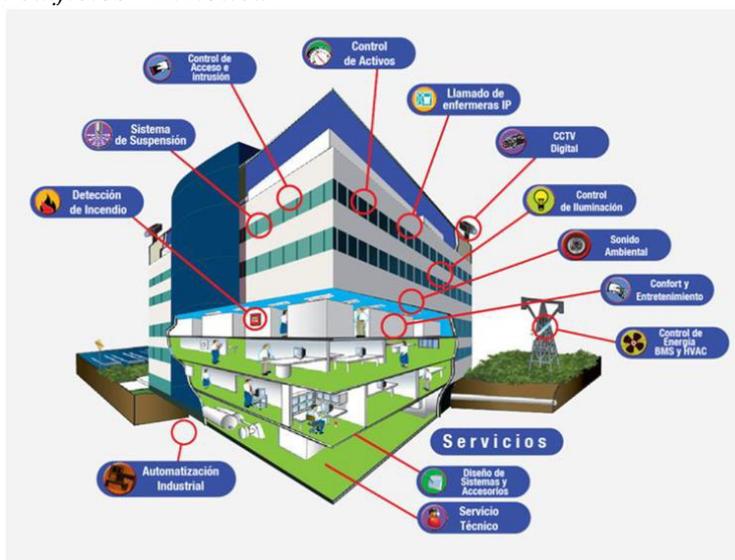
**Tabla 33**  
*Materiales sostenibles a implementar en el proyecto*

Material	Gráfica	Uso	Ventajas/ Desventajas
Acero reciclado		Perfilería de vanos, barandas y accesorios.	-Ventajas: Promueve la economía circular al reducir la demanda de recursos naturales y ahorrar energía. -Desventajas: Su aplicación en contextos exigentes se ve restringida por su composición y características específicas.
Bambú		Listones y pisos	-Ventajas: Es resistente, biodegradable, versátil y de bajo costo. -Desventajas: Su resistencia y durabilidad pueden variar dependiendo de la especie y las condiciones en las que crece.
Corcho		Pisos	-Ventajas: Es ecológico, ligero, impermeable, tiene buen aislamiento acústico y térmico. -Desventajas: Se raya con facilidad.

Linóleo		Pisos	-Ventajas: Es resistente, se limpia fácilmente, durable y tiene una variedad de diseños. -Desventajas: No soporta la exposición directa a la luz solar.
Madera reciclada		Mobiliarios y revestimientos	-Ventajas: Reduce la cantidad de desechos sólidos y es versátil en su uso. -Desventajas: La calidad de la madera reciclada es variable.
Pintura ecológica		Acabado de paredes	-Ventajas: Tiene bajo impacto ambiental y tiene buena calidad. -Desventajas: Colores limitados.
Polycarbonato reciclado		Ventanas	-Ventajas: Es resistente, durable, genera menos emisiones de carbono. -Desventajas: Colores limitados.
PVC reciclado		Perfilería de vanos	-Ventajas: Aplicación variable, reduce la cantidad de residuos plásticos, tiene buena durabilidad y resistencia. -Desventajas: Colores limitados.
Vidrio reciclado		Ventanas	-Ventajas: Promueve la economía circular y su aplicación es variable. -Desventajas: Colores limitados.

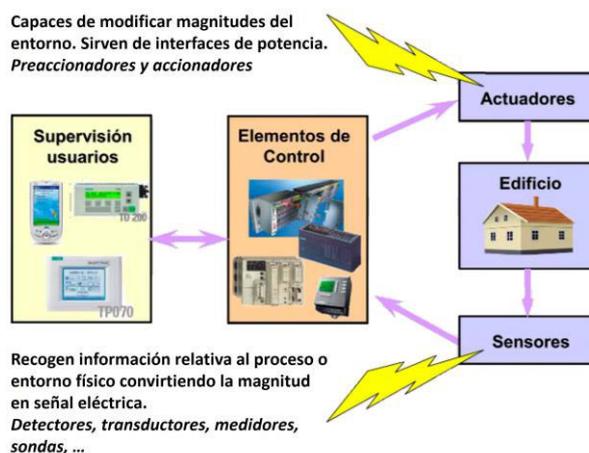
#### 4.1.4. Innovación tecnológica

**Inmótica.** Se seleccionó como tecnología clave para el desarrollo del proyecto del centro de investigación y capacitación en materiales sostenibles debido a su capacidad para integrar sistemas avanzados de automatización y control, optimizando el uso de recursos y mejorando la eficiencia energética. Esta tecnología nos permitirá gestionar de manera inteligente los espacios en relación con los sistemas de iluminación, climatización, accesibilidad, detección de incendios, riego, entre otros (ver figura 70).

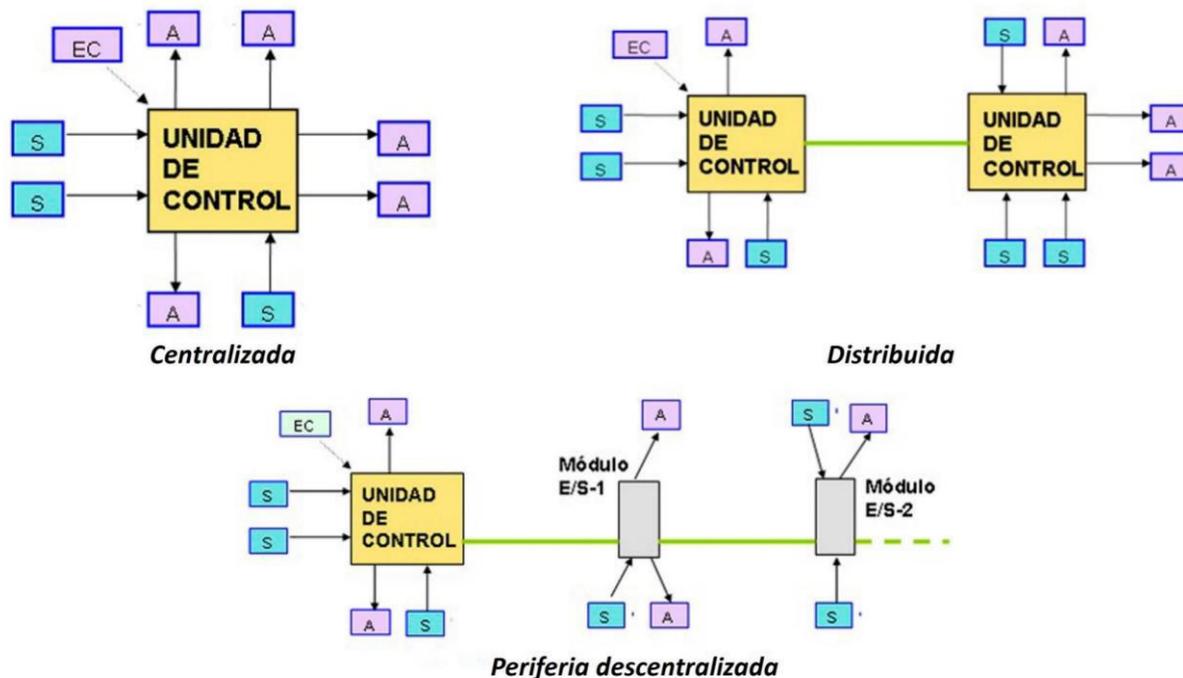
**Figura 70***Automatización en edificios - Inmótica*

*Nota.* Tomado de “Domótica e Inmótica, conceptos generales”, por Ricardo Carballo, 2022, *EIP International Business School*. (<https://eiposgrados.com/blog-energias/domotica-e-inmotica-conceptos-generales/>).

Asimismo, facilitará la monitorización en tiempo real de los datos ambientales y de consumo, promoviendo así un entorno de investigación más sostenible y eficaz. El esquema de funcionamiento de la inmótica de un edificio se puede observar en las figuras 71 y 72.

**Figura 71***Esquema general de funcionamiento de un edificio - Inmótica*

*Nota.* Adaptada de “Esquema general sistema domótico. Sensores”, por Emiliano Negro, 2016. (<https://es.slideshare.net/slideshow/sensores-para-domtica-e-inmtica/66803774#1/>).

**Figura 72***Tipologías de funcionamiento de un edificio - Inmótica*

*Nota.* Adaptada de “Arquitectura de los SGTE”, 2008, Universidad de Oviedo. ([https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwj06bjjMqHAXUAHbkGHW8wAFQQFnoECBwQAQ&url=http%3A%2F%2Ffisa.uniovi.es%2Fdocencia%2FAutomEdificios%2Ftransparencias%2Fgeneralidades.pdf&usg=AOvVaw1868IN0j7P13zx866ovs1U&opi=89978449](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwj06bjjMqHAXUAHbkGHW8wAFQQFnoECBwQAQ&url=http%3A%2F%2Ffisa.uniovi.es%2Fdocencia%2FAutomEdificios%2Ftransparencias%2Fgeneralidades.pdf&usg=AOvVaw1868IN0j7P13zx866ovs1U&opi=89978449))).

#### 4.1.5. Tratamiento de aguas grises

Se implementó una planta compacta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) tipo paquete contenerizada, utilizando tecnología biológica SBR para nitrificación y desnitrificación. Este sistema está diseñado para reutilizar aguas grises (provenientes de lavabos y duchas) mediante un proceso de tratamiento biológico, convirtiéndolas en adecuadas para el riego de áreas verdes y la descarga en lavabos e inodoros dentro del proyecto arquitectónico. Además, esta planta se caracteriza por su facilidad de operación, durabilidad, bajo consumo energético, ausencia de olores y ruidos, entre otras ventajas (ver figura 73).

**Figura 73***Planta de tratamiento con cobertura*

*Nota.* Tomado de “PTAR BIOBOX con cubierta”, por SYNERTECH. (<https://www.synertech.com.co/aguas-residuales/images/render-biobox-ambientados/cubierta.jpg>).

El tratamiento de estas aguas residuales involucra una serie de procedimientos y sistemas que incluyen lo siguiente:

**Cribado.** El tamizado, también conocido como cribado, es el proceso en el cual se eliminan objetos de gran tamaño que se encuentran en el agua residual y que podrían afectar el funcionamiento de los equipos.

**Homogenización.** Consiste en combinar las aguas residuales para evitar la sedimentación, la estratificación y la emanación de olores.

**Nitrificación y desnitrificación.** La nitrificación disminuye la demanda de oxígeno del amoníaco al convertirlo en nitrato, mientras que, en la desnitrificación, el nitrato se transforma en un gas que se elimina del sistema.

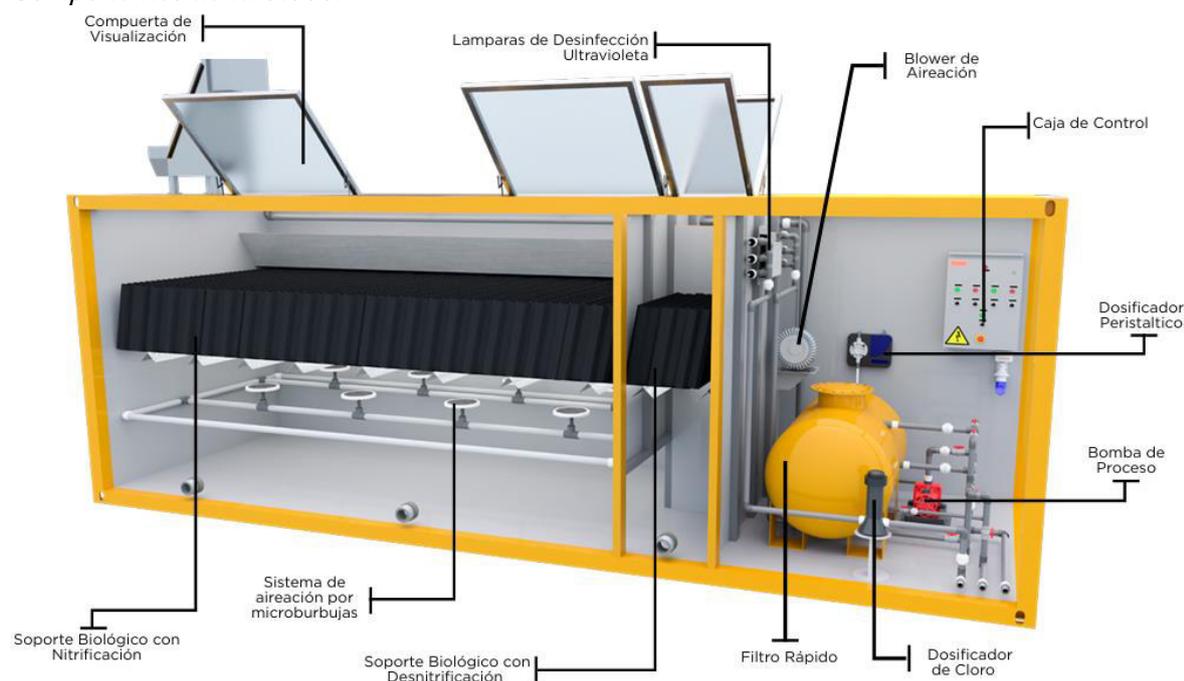
**Clarificación.** La clarificación elimina la turbiedad y el color del agua al eliminar las partículas finas que están presentes en el líquido.

**Filtración-desinfección.** La radiación ultravioleta se utiliza para neutralizar los olores derivados de los gases producidos durante los procesos biológicos aeróbicos y anaeróbicos en el tratamiento de aguas residuales.

En la figura 74 podemos observar los componentes que conforman la biobox y en la tabla 34 sus especificaciones técnicas.

**Figura 74**

*Componentes de la biobox*



*Nota.* Tomado de “Planta BIOBOX”, por SYNERTECH.

(<https://www.synertech.com.co/aguas-residuales/pdf/CATALOGO%20BIOBOX.pdf>).

**Tabla 34**

*Especificaciones técnicas de la biobox*

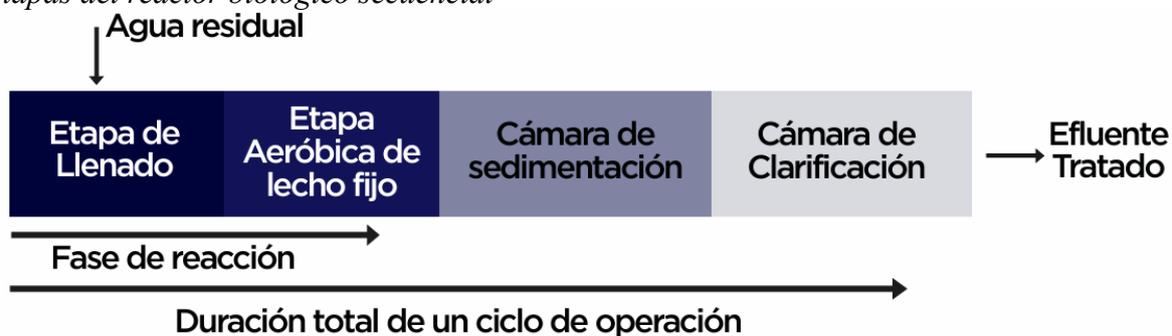
Modelo	BIOBOX-17
Lps	2,79 Lps
M3	30,14m3
#Personas	1530
Ancho	2.20m
Alto	2.30m
Largo	8.00m

**Reactor biológico secuencial (SBR).** Opera según el principio de lodos activados, donde los procesos de aireación y sedimentación tienen lugar en un solo tanque, a diferencia de los sistemas continuos. Las aguas residuales son introducidas en el tanque del reactor, se tratan y luego se liberan. Además, pueden ser capaces de eliminar una variedad de componentes químicos, tales como lodos, fosfatos, metales pesados, minerales, fósforo, sulfatos, sulfuros, grasas, nitrógeno, virus, bacterias, olores y hierro.

Los sistemas SBR comprenden cinco etapas (ver figura 75):

**Figura 75**

*Etapas del reactor biológico secuencial*

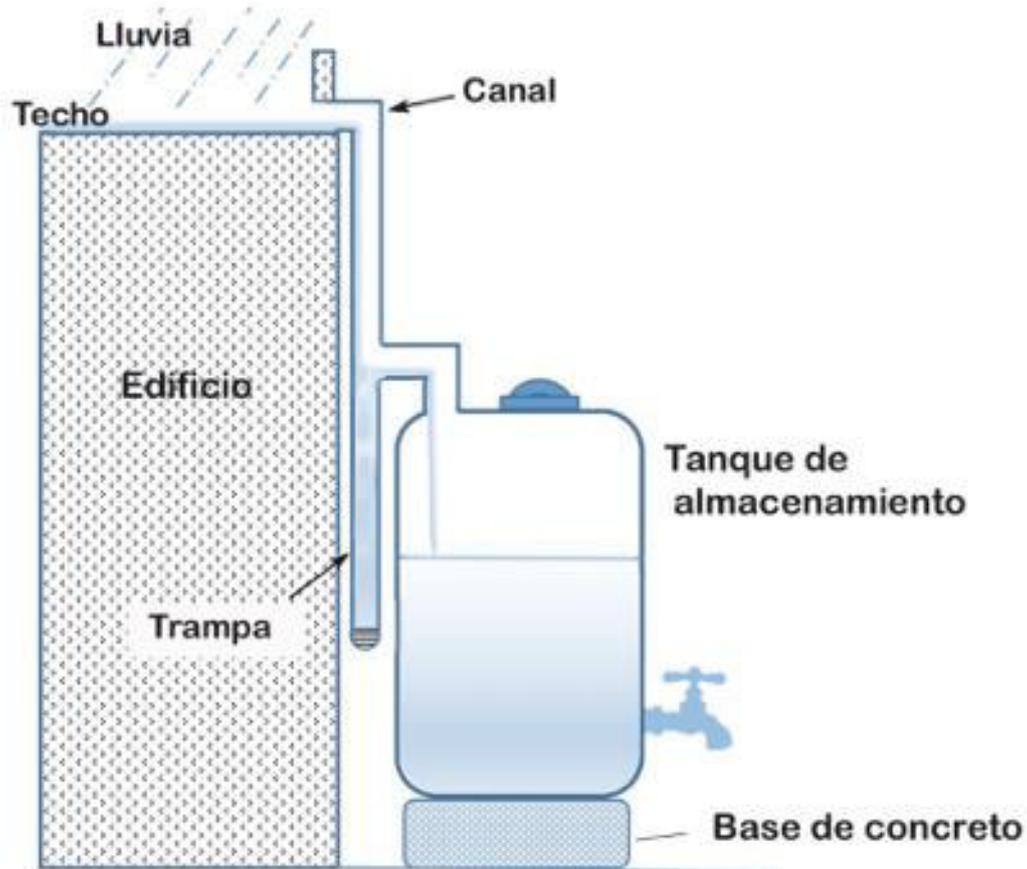


*Nota.* Tomado de “Planta BIOBOX”, por SYNERTECH. (<https://www.synertech.com.co/aguas-residuales/pdf/CATALOGO%20BIOBOX.pdf>).

#### **4.1.6. Captación de aguas pluviales**

En el distrito de San Juan de Lurigancho, se observa la presencia de lluvias durante ciertos meses del año; por este motivo, se ha implementado la estrategia de recolección de aguas pluviales como parte integral de la gestión sostenible de recursos hídricos. Este sistema será diseñado para capturar las precipitaciones y dirigir las mediante un sistema de tuberías. Estas aguas pasan por un filtro para eliminar partículas no deseadas antes de ser almacenadas en un tanque sobre el suelo, el cual estará asentado sobre una base de concreto. Una vez almacenadas, estas aguas se utilizarán para el riego de jardines y áreas verdes (ver figura 76).

**Figura 76**  
*Esquema de captación de agua pluvial*



*Nota.* Tomado de “Captación Pluvial: Una alternativa sustentable”, por Gutiérrez y Rubio, 2014, *ResearchGate*, 8(1).

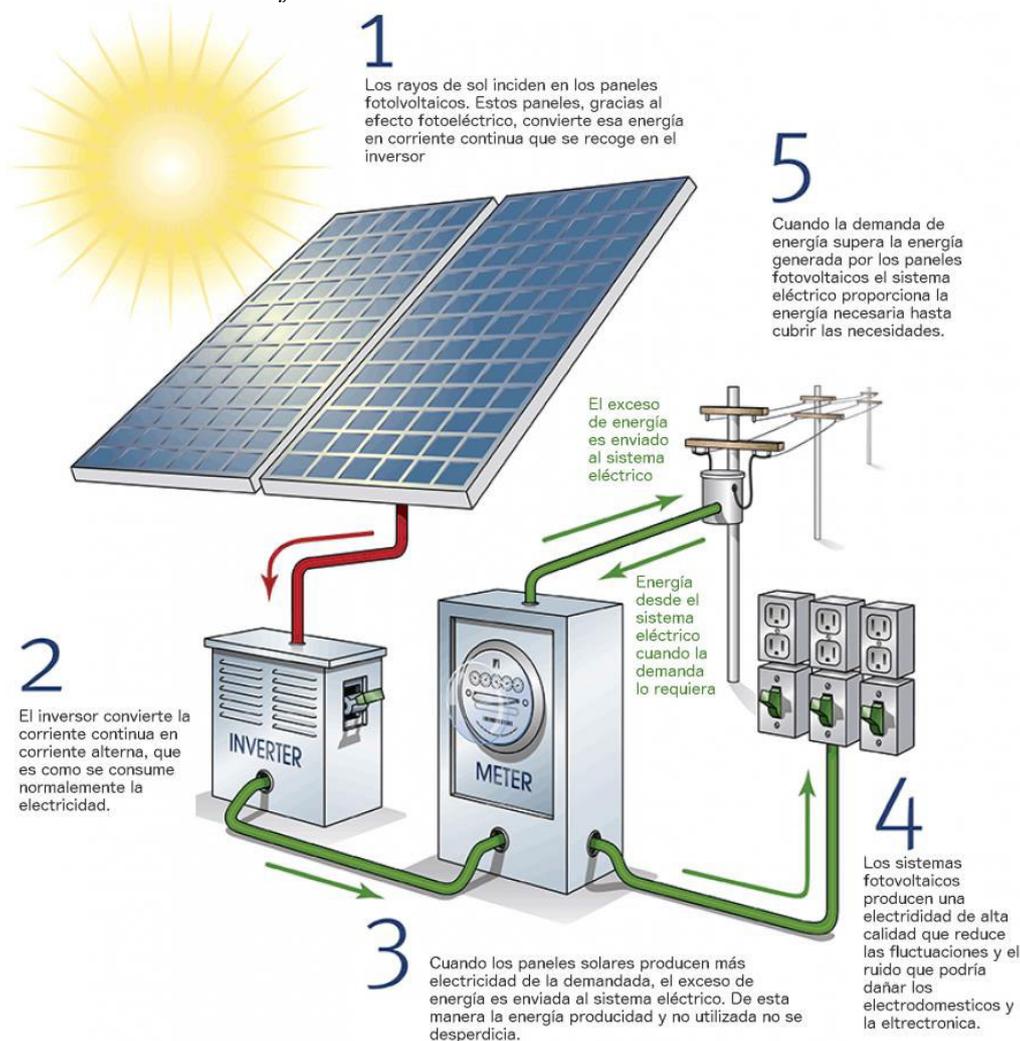
([https://www.researchgate.net/publication/279203906\\_Captacion\\_Pluvial\\_Una\\_alternativa\\_sustentable](https://www.researchgate.net/publication/279203906_Captacion_Pluvial_Una_alternativa_sustentable)).

#### **4.1.7. Captación de energía solar**

Se emplearán paneles solares como dispositivos para captar la energía solar, los cuales estarán destinados a cubrir las demandas eléctricas de cada zona del proyecto, tanto en el interior como en el exterior.

En la figura 77 se muestra el proceso operativo del sistema fotovoltaico, que abarca desde la captación hasta la generación de energía eléctrica.

**Figura 77**  
**Funcionamiento del sistema fotovoltaico de autoconsumo**



*Nota.* Tomado de “Partes de un sistema fotovoltaico”, por HelioEsfera, 2020. (<https://www.helioesfera.com/diagrama-sistema-fotovoltaico/#>).

**Partes del sistema de captación solar.** Consta de varios componentes clave para aprovechar la energía del sol de manera eficiente (ver figura 78), teniéndose:

**A. Paneles.** Dispositivos que generan electricidad mediante el efecto fotoeléctrico.

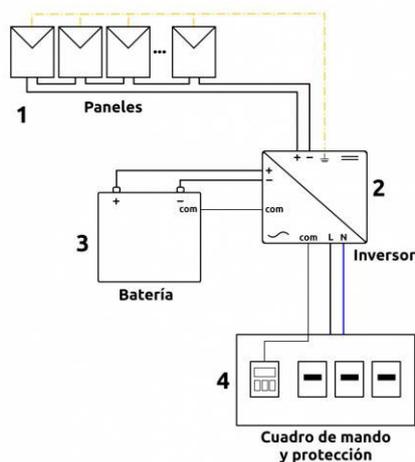
**B. Inversor.** Debido a que los paneles generan electricidad en corriente continua, el inversor convierte esta corriente en alterna y la sincroniza con la red eléctrica. Además, gestiona el vertido de excedentes hacia la red o hacia un sistema de almacenamiento, si está configurado de esa manera.

**C. Baterías.** Es el sistema destinado a almacenar energía eléctrica, permitiendo que la energía generada y no utilizada se acumule en las baterías. Si no se dispone de un sistema de almacenamiento, cualquier excedente puede ser transferido directamente a la red eléctrica.

**D. Cuadro de mando y protección.** Aquí se ubican los dispositivos de protección eléctrica como diferenciales o magnetotérmicos. Para monitorear la producción fotovoltaica y el consumo del centro, es esencial instalar un medidor de energía. Este dispositivo registra tanto el consumo como la generación de energía, y mediante la comunicación con el inversor, permite gestionar la energía según la configuración seleccionada.

**Figura 78**

*Diagrama del sistema fotovoltaico*



*Nota.* Tomado de “Diagrama de un sistema solar fotovoltaico conectado a red”, por HelioEsfera, 2020. (<https://www.helioesfera.com/diagrama-sistema-fotovoltaico/#>).

#### 4.1.8. Paisajismo

##### 4.1.8.1. Plantas ornamentales.

Las especies ornamentales seleccionadas para el proyecto arquitectónico proporcionarán color y textura, además de mejorar la calidad del aire y contribuir a la creación de ambientes acogedores. Este enfoque integrará de manera armoniosa la naturaleza con los volúmenes arquitectónicos, resaltando la importancia de la vegetación en el diseño ambiental y estético del espacio construido (ver tabla 35).

**Tabla 35***Ficha técnica de las especies utilizadas en el proyecto*

<b>Fotografía</b>	<b>Nombre común</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>Altura (m)</b>	<b>Diámetro (m)</b>	<b>Color de hojas / flor</b>	<b>Características</b>
	Mimosa	Acacia saligna	3-6	5	Verde oscuro/ amarillo	Crecimiento rápido
	Huaranguay	Tecoma sambucifolia	2	4-6	Verde oscuro/ amarillo	Crecimiento rápido
	Jacarandá	Jacaranda Mimosifolia	5-12	5-8	Verde grisáceo/ morado	Crecimiento medio
	Calistemo	Callistemon citrinus	3-5	2-5	Verde oscuro/ rojo	Crecimiento rápido
	Ficus	Ficus elástica	8	3-5	Verde oscuro	Crecimiento moderado
	Palo verde	Parkinsonia aculeata	4-6	6-8	Verde claro/ amarillo	Crecimiento rápido
	Ponciana Real	Delonix regia	8-12	6-10	Verde claro/ rojo	Crecimiento medio
	Sauco	Sambucus peruviana	5	3-5	Verde claro/ blanco	Crecimiento rápido
	Palmera Datilera	Phoenix dactylifera	15-20	6	Verde oscuro	Crecimiento rápido

	Cyca	Cyca Revoluta	0.2-1	2-3	Verde amarillento brillante	Crecimiento lento
	Evonimo	Euonymus japonicus	2-4	1.5-3	Verde claro	Crecimiento medio
	Lantana Amarilla	Lantana Camara	1-1.5	1.5-2	Verde oscuro/ amarilla	Crecimiento rápido
	Azalea	Rhododendron spp.	1-8	1-3	Verde medio/rojo	Crecimiento medio
	Lavanda	Lavandula officinalis	0.8-1	0.8-1.2	Blanco aterciopelado/ lavanda	Crecimiento rápido
	Duranta Limón	Duranta Repens	4	4	Verde claro	Crecimiento rápido
	Pino enano	Pinus mugo	3	-	Verde intenso	Crecimiento lento
	Plumbago	Plumbago capensis	-	-	Verde medio/ azul celeste	Crecimiento rápido
	Ficus trepador	Ficus pumila	-	-	Verde oscuro matiz amarillo	Crecimiento rápido
	Gras paspalum	Paspalum Vaginatatum	5-30	-	Verde intenso	Resistente a la sequia y se adapta a cualquier tipo de suelo

#### 4.1.8.2. Sistema de riego.

**Riego por microaspersión.** Evoluciona del sistema de aspersión convencional al aplicar agua en pequeñas gotas con un alcance máximo de 5 metros. Este método destaca por su versatilidad en todo tipo de terrenos, incluso aquellos con desniveles pronunciados. Los microaspersores autocompensados (ver figura 79) aseguran una distribución uniforme del agua, logrando niveles de eficiencia superiores a los métodos de riego convencionales. Además, el ahorro y la eficiencia en el uso del agua son mayores en comparación con otros métodos. La detección de fallos en los microaspersores es inmediata.

#### **Figura 79**

*Sistema de riego mediante microaspersores*



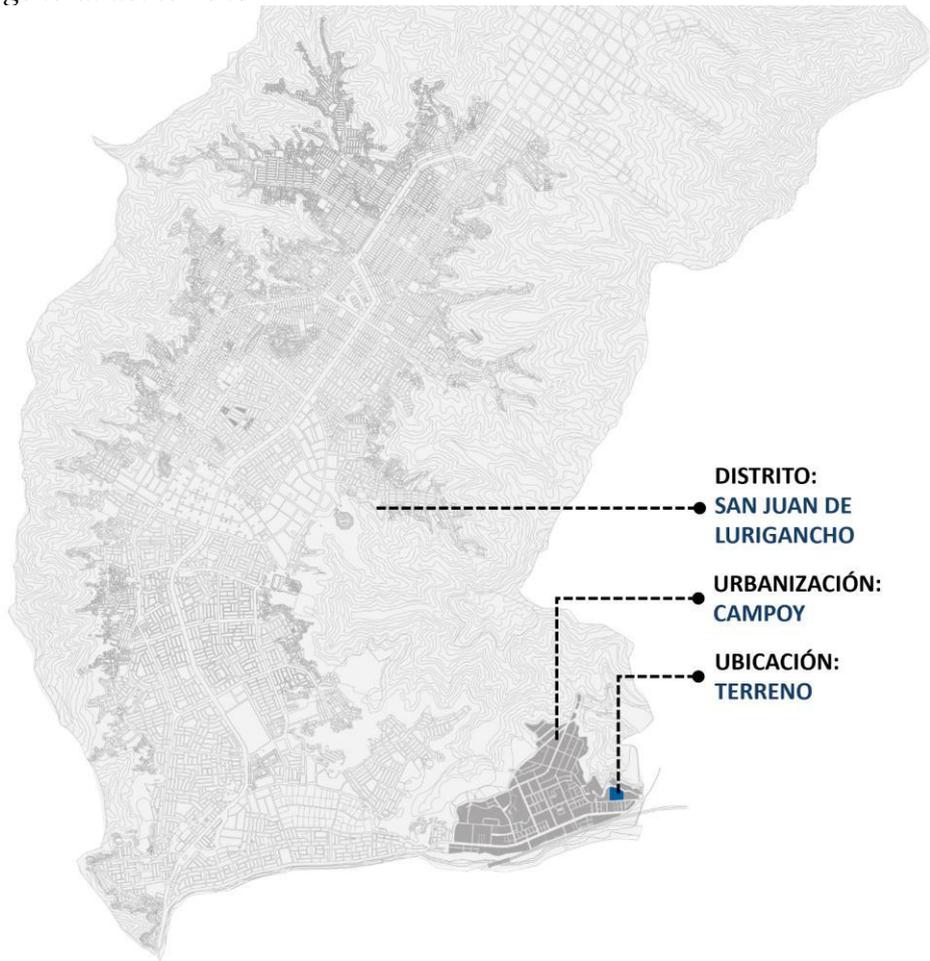
*Nota.* Tomado de “Riego por microaspersión”, por Multiservicios PRECISUR. (<https://multiserviciosprecisur.com/riego-por-microaspersion/>).

### 4.2. Análisis del emplazamiento

#### 4.2.1. Ubicación del proyecto

La propuesta arquitectónica se encuentra emplazada en la urbanización Campoy en el distrito de San Juan de Lurigancho, que pertenece a la provincia y departamento de Lima (ver figuras 80 y 81).

**Figura 80**  
*Ubicación general del terreno*

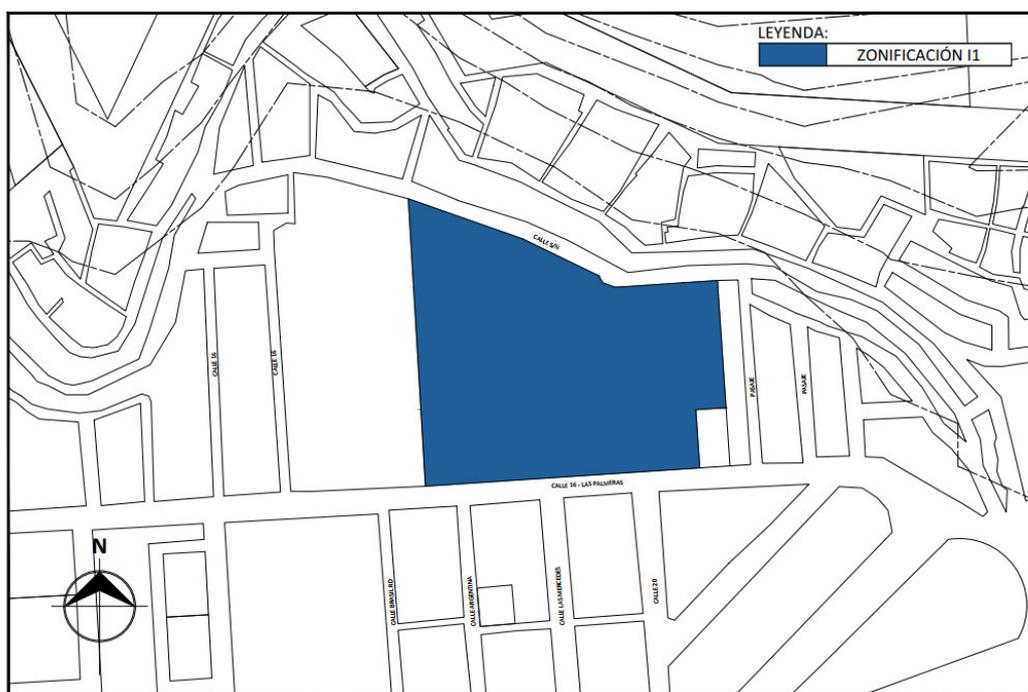


**Figura 81**  
*Ubicación específica del terreno*



**Sustentación del terreno.** La elección del terreno actualmente utilizado como vertedero informal se justificó por la oportunidad de transformarlo en un Centro de Investigación y Capacitación en Materiales Sostenibles, con numerosos beneficios ambientales y sociales. Esto implicó la regeneración de una zona degradada y la mejora de la calidad de vida de la comunidad circundante. Además, se contribuyó significativamente a la reducción de la contaminación ambiental y a la promoción de prácticas más responsables en el manejo de los recursos naturales. En la figura 82 se puede observar que el terreno elegido tiene una zonificación I1.

**Figura 82**  
*Zonificación del terreno*



En la Tabla 36 se muestra el levantamiento fotográfico del terreno, donde se nota la ausencia de veredas, obligando a las personas a transitar por el borde de la pista. Además, se observa la presencia de tres medidores deshabilitados, resultado de la división del terreno en tres sectores. Uno de estos sectores albergaba una escuela de fútbol, mientras que los otros dos suministraban energía eléctrica por separado a los vigilantes del lugar.

**Tabla 36**  
*Levantamiento fotográfico del terreno*

Fotografía	Descripción
	<p>Puerta N° 1 – Ingreso al terreno desde la Calle 16, Las Palmeras. -No cuenta con vereda. -Tiene medidor de luz inhabilitado</p>
	<p>Puerta N° 2 – Ingreso al terreno desde la Calle 16, Las Palmeras. -No cuenta con vereda. -Se divisan cables de energía eléctrica del terreno al poste de suministro público.</p>
	<p>Puerta N° 3 – Ingreso al terreno desde la Calle 16, Las Palmeras. -No cuenta con vereda. -Tiene medidor de luz inhabilitado</p>
	<p>Puerta N° 4 – Ingreso al terreno desde la Calle 16, Las Palmeras. -No cuenta con vereda. -Tiene medidor de luz inhabilitado</p>



Puerta N° 5 – Ingreso al terreno desde la Calle 16, Las Palmeras.  
-No cuenta con vereda.  
-Tiene medidor de luz inhabilitado



Puerta N° 6 – Ingreso al terreno desde la Calle 16, Las Palmeras.  
-No cuenta con vereda.



Vista del terreno desde la Calle S/N.  
-No cuenta con vereda.

---

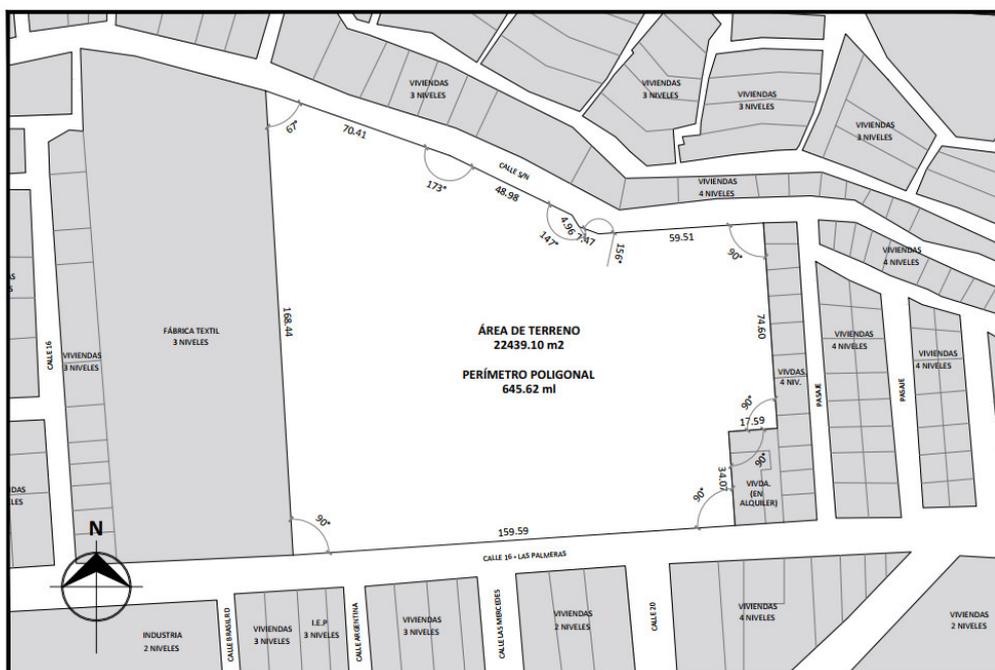
#### **4.2.2. Dimensiones y límites.**

En la figura 83 se puede observar que el terreno abarca una superficie de 22,439.10 m<sup>2</sup> y tiene un perímetro total de 645.62 ml. Limita al sur con la Calle 16-Las Palmeras, con una extensión de 159.59 ml, donde se encuentran múltiples unidades de vivienda de entre 2 y 4 niveles. Al norte, colinda con la calle S/N, con un total de 191.33 ml distribuidos en 5 tramos, junto con más unidades residenciales. Hacia el este, colinda con propiedades de terceros,

abarcando 126.26 ml divididos en 3 tramos. Finalmente, al oeste limita con una fábrica textil, con una longitud de 168.44 ml.

### Figura 83

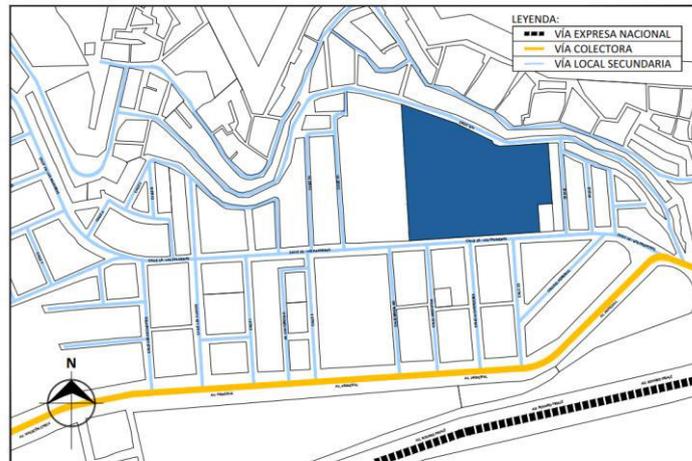
*Dimensiones del perímetro, áreas del terreno y colindancias*



#### 4.2.3. Accesibilidad.

El terreno está estratégicamente conectado a importantes vías principales de la ciudad de Lima, lo cual garantiza una accesibilidad óptima tanto para los residentes de San Juan de Lurigancho como para los habitantes de otros distritos. Entre estas vías se encuentran la autopista Ramiro Prialé, que es una vía expresa nacional, y la Avenida Principal, que funciona como una vía colectora. Además, las vías adyacentes al terreno, como la Calle 16 – Las Palmeras y la Calle S/N, están clasificadas como vías locales secundarias y se conectan con otras arterias similares en la zona (ver figuras 84 -86). Esto facilita la integración y el flujo eficiente de personas y vehículos en la zona urbana.

**Figura 84**  
*Vías generales de acceso al terreno*



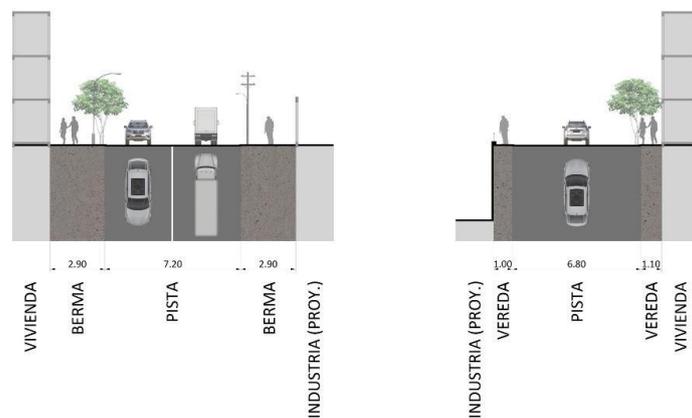
**Figura 85**  
*Vías locales secundarias próximas al terreno*



**Figura 86**  
*Corte esquemático de vías locales secundarias próximas al terreno*

**CA. 16 - LAS PALMERAS**

**CA. S/N**



En la Tabla 37 se observa el estado actual de la calle 16 y la calle S/N, las cuales rodean al terreno de intervención.

**Tabla 37**

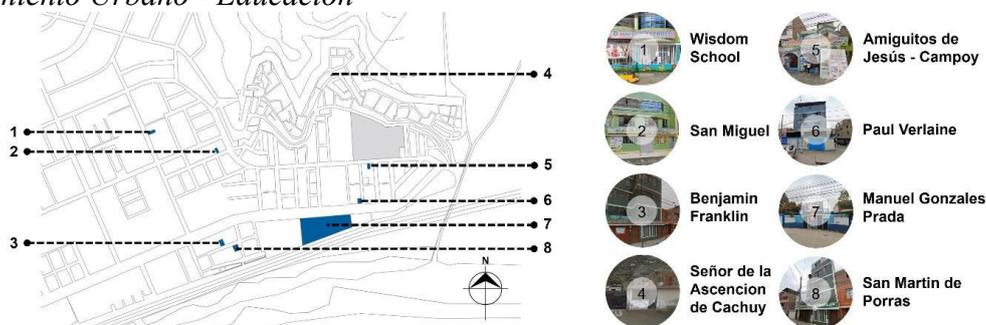
*Estado actual de las vías locales secundarias próximas al terreno*

Fotografía	Descripción
	Vista de la Calle 16, Las Palmeras
	Vista de la Calle 16, Las Palmeras
	Vista de la Calle S/N
	Vista de la Calle S/N

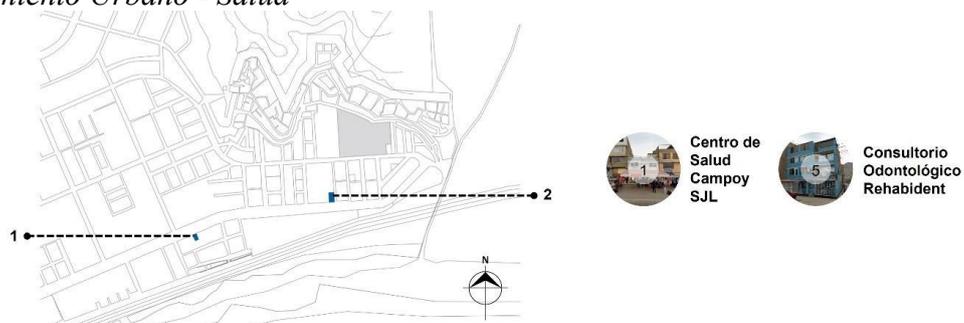
**4.2.4. Equipamiento urbano.**

En un radio de 1000 metros, el terreno está rodeado de diversos equipamientos clave, destacándose principalmente en el sector educativo con la presencia de 8 instituciones de educación primaria y secundaria. Además, cuenta con 2 unidades de salud, 3 iglesias y capillas, así como 5 mercados y supermercados. También se encuentran disponibles 5 parques y losas deportivas, proporcionando un entorno variado y accesible para los residentes y visitantes del área (ver figuras 87-91).

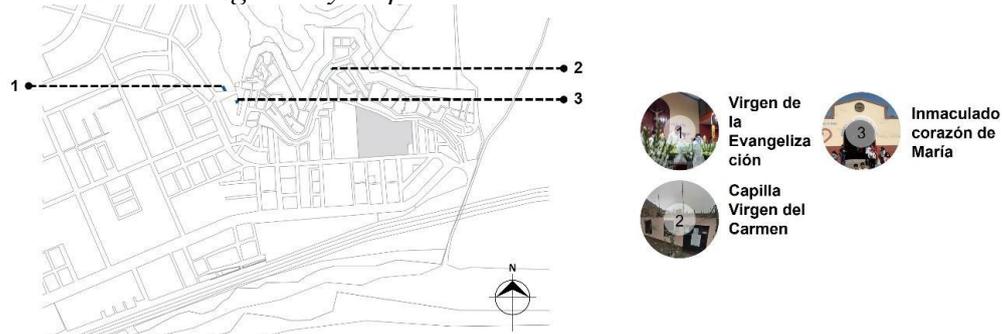
**Figura 87**  
*Equipamiento Urbano - Educación*



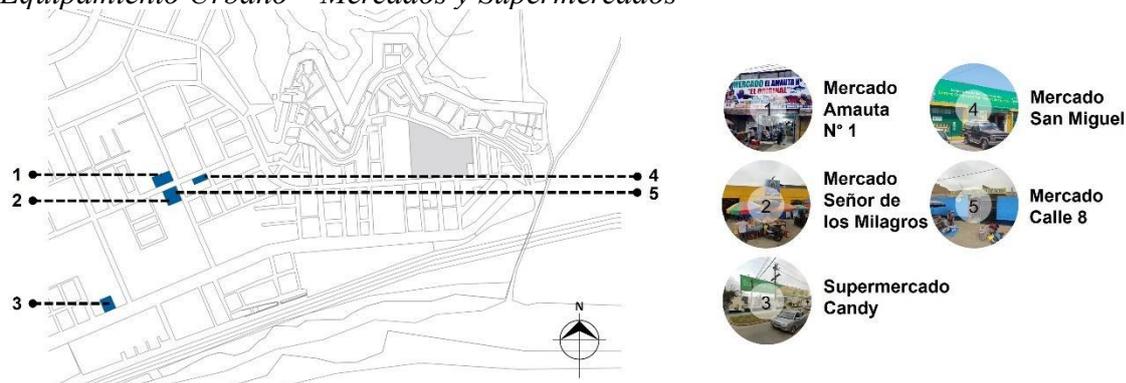
**Figura 88**  
*Equipamiento Urbano - Salud*



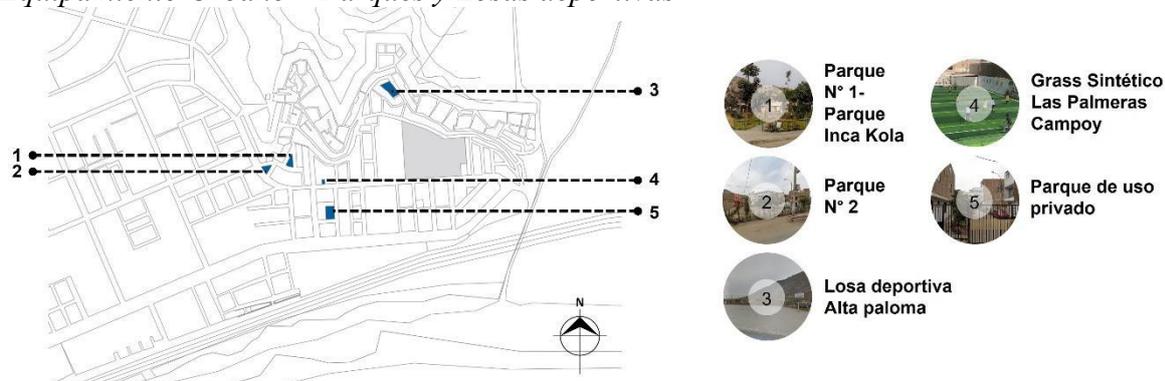
**Figura 89**  
*Equipamiento Urbano – Iglesias y Capillas*



**Figura 90**  
*Equipamiento Urbano – Mercados y Supermercados*



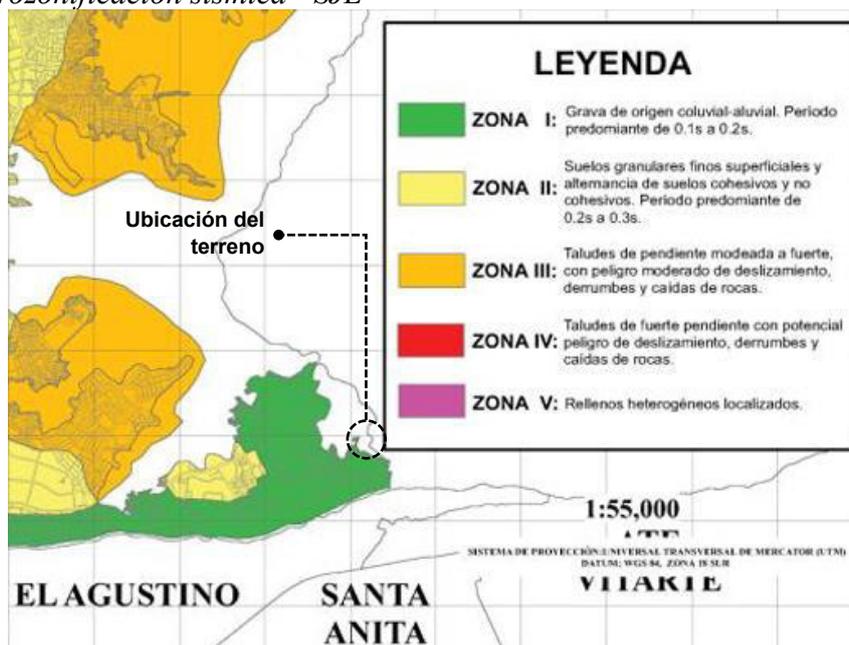
**Figura 91**  
*Equipamiento Urbano – Parques y Losas deportivas*



#### 4.2.5. Suelo y Relieve.

Según las figuras 92 y 93, el terreno está clasificado en la Zona I, caracterizada por suelo compuesto principalmente de grava de origen coluvial-aluvial, lo cual lo hace menos susceptible a desplazamientos en comparación con las zonas IV y V. Los periodos de oscilación del suelo en esta área varían entre 0.10 segundos y 0.20 segundos. Las cimentaciones recomendadas incluyen gravas semicompactas, arenas densas y material fino de consistencia firme, dependiendo de las condiciones específicas del sitio. La capacidad de carga admisible para una cimentación corrida de 0.60 metros de ancho varía de 2.30 a 3.30 kg/cm<sup>2</sup> a una profundidad de cimentación que oscila entre 0.80 y 1.20 metros.

**Figura 92**  
 Mapa de microzonificación sísmica - SJL



Nota. Adaptada de “Estudio de Microzonificación sísmica y vulnerabilidad en el distrito de San Juan de Lurigancho”, por Municipalidad de San Juan de Lurigancho, 2011, ([https://sigrid.cenepred.gob.pe/docs/PARA%20PUBLICAR/CISMID/ZonSism\\_PautasTecnicas\\_SAN%20JUAN\\_DE\\_LURIGANCHO.pdf](https://sigrid.cenepred.gob.pe/docs/PARA%20PUBLICAR/CISMID/ZonSism_PautasTecnicas_SAN%20JUAN_DE_LURIGANCHO.pdf)).

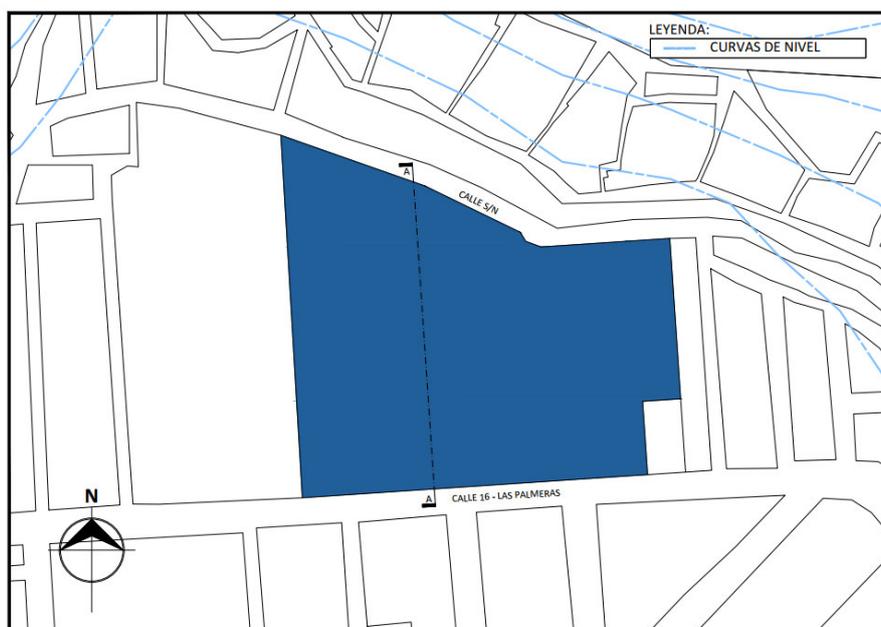
**Figura 93**  
 Resumen técnico del estudio de Microzonificación sísmica - SJL

ZONAS	PELIGRO SÍSMICO	CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS					CARACTERÍSTICAS DINÁMICAS			UBICACIÓN EN EL DISTRITO	
		DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	DESCRIPCIÓN DEL SUELO	SUELO PARA CIMENTACIÓN	DIMENSIONES DE LA CIMENTACIÓN		CAPACIDAD PORTANTE (kg/cm <sup>2</sup> )	PERIODOS DOMINANTES (s)	FACTORES DE AMPLIFICACIÓN		COMPORTAMIENTO DINÁMICO DEL TERRENO
					ANCHO (m)	PROF. (m)					
<b>ZONA 1 (Verde)</b>	315.6 cm/s <sup>2</sup>	Depósitos cuaternarios de grava con arenas de origen coluvial, grava aluvial, depósitos aluviales, depósitos de huayco y depósitos coluviales	-	Gravas semicompactadas, arenas densas o material fino de consistencia firme.	0.60m	0.80m - 1.20m	2.30 - 3.30 kg/cm <sup>2</sup>	0.10s - 0.20s	1.5 a 6.5 veces	Adecuado comportamiento dinámico del material, no se incrementa el nivel de peligro sísmico	Ubicado en la zona norte, riveras del Río Rimac, en la zona Sur del distrito y al pie de las laderas de fuerte pendiente que circundan en el distrito

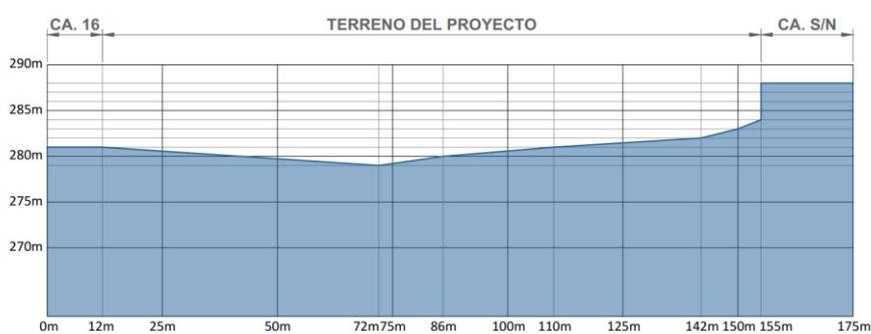
Nota. Adaptada de “Estudio de Microzonificación sísmica y vulnerabilidad en el distrito de San Juan de Lurigancho”, por Municipalidad de San Juan de Lurigancho, 2011, ([https://sigrid.cenepred.gob.pe/docs/PARA%20PUBLICAR/CISMID/ZonSism\\_PautasTecnicas\\_SAN%20JUAN\\_DE\\_LURIGANCHO.pdf](https://sigrid.cenepred.gob.pe/docs/PARA%20PUBLICAR/CISMID/ZonSism_PautasTecnicas_SAN%20JUAN_DE_LURIGANCHO.pdf)).

**Topografía.** El terreno presenta un relieve llano, con mínimas variaciones de altura con respecto a la Calle 16 - Las Palmeras, y una diferencia de nivel de 4 metros con respecto a la Calle S/N (ver figuras 94 y 95).

**Figura 94**  
*Plano topográfico del terreno*



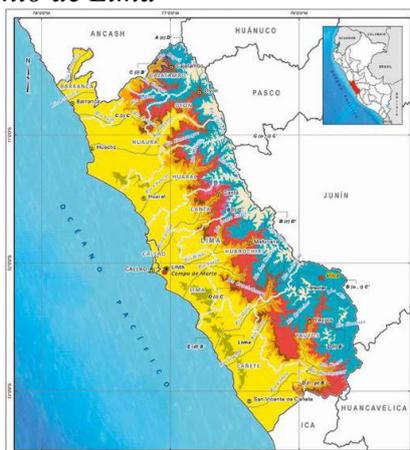
**Figura 95**  
*Corte topográfico A-A del terreno*



#### 4.2.6. *Clima.*

De acuerdo con el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI), Lima presenta un clima tipo E(d)B', caracterizado por su aridez con deficiencia de humedad durante todas las estaciones del año, y un carácter templado (ver figura 96).

**Figura 96**  
*Mapa del clima del departamento de Lima*



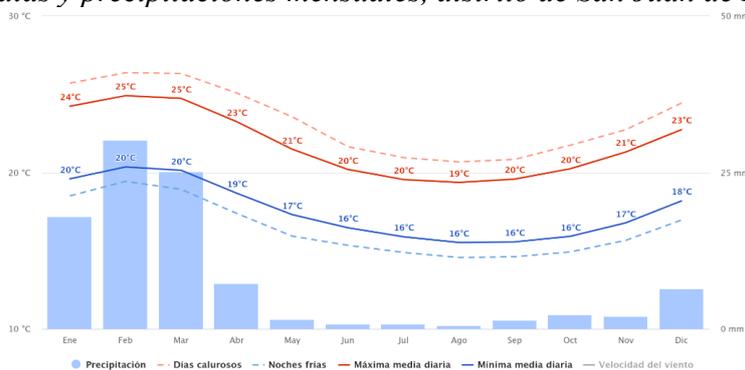
Color	Simbología	Descripción	Área (Km²)	Porcentaje área nacional (%)
Yellow	E (a) B'	Árido con deficiencia de humedad en todas las estaciones del año. Templado	115033	9

*Nota.* Adaptada de “Climas del Perú – Mapa N°315 climas del departamento de Lima”, por SENAMHI, 2021, (<https://www.senamhi.gob.pe/load/file/01404SENA-4.pdf>).

**4.2.6.1. Temperatura.**

En la figura 97 se observa que, durante los meses de verano, las temperaturas oscilan entre 20 °C y 25 °C, con una temperatura promedio de 22 °C. En los meses de invierno, las temperaturas varían entre 16 °C y 20 °C, con una temperatura promedio de 18 °C.

**Figura 97**  
*Temperaturas medias y precipitaciones mensuales, distrito de San Juan de Lurigancho*

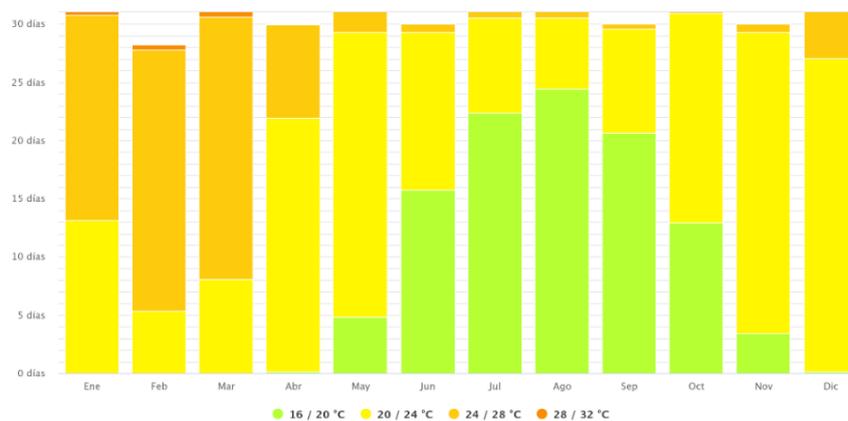


*Nota.* Adaptada de “Temperaturas medias y precipitaciones en SJL”, por Meteoblue, 2006, ([https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/climatemodelled/san-juan-de-lurigancho\\_peru\\_3935724](https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/climatemodelled/san-juan-de-lurigancho_peru_3935724)).

Durante los meses de junio, julio, agosto y septiembre, se registran más días con temperaturas entre 16°C y 20°C. En octubre, noviembre, diciembre, abril y mayo, las temperaturas varían entre 20°C y 24°C. En los meses de enero, febrero y marzo, predominan temperaturas de 24°C a 28°C, con solo algunos días en los que alcanzan los 28°C a 32°C durante enero, febrero, marzo y abril (ver figura 98).

**Figura 98**

*Temperaturas máximas diarias, distrito de San Juan de Lurigancho*



*Nota.* Adaptada de “*Temperaturas máximas en SJL*”, por Meteoblue, 2006, ([https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/climatemodelled/san-juan-de-lurigancho\\_perú\\_3935724](https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/climatemodelled/san-juan-de-lurigancho_perú_3935724)).

#### 4.2.6.2. Humedad relativa.

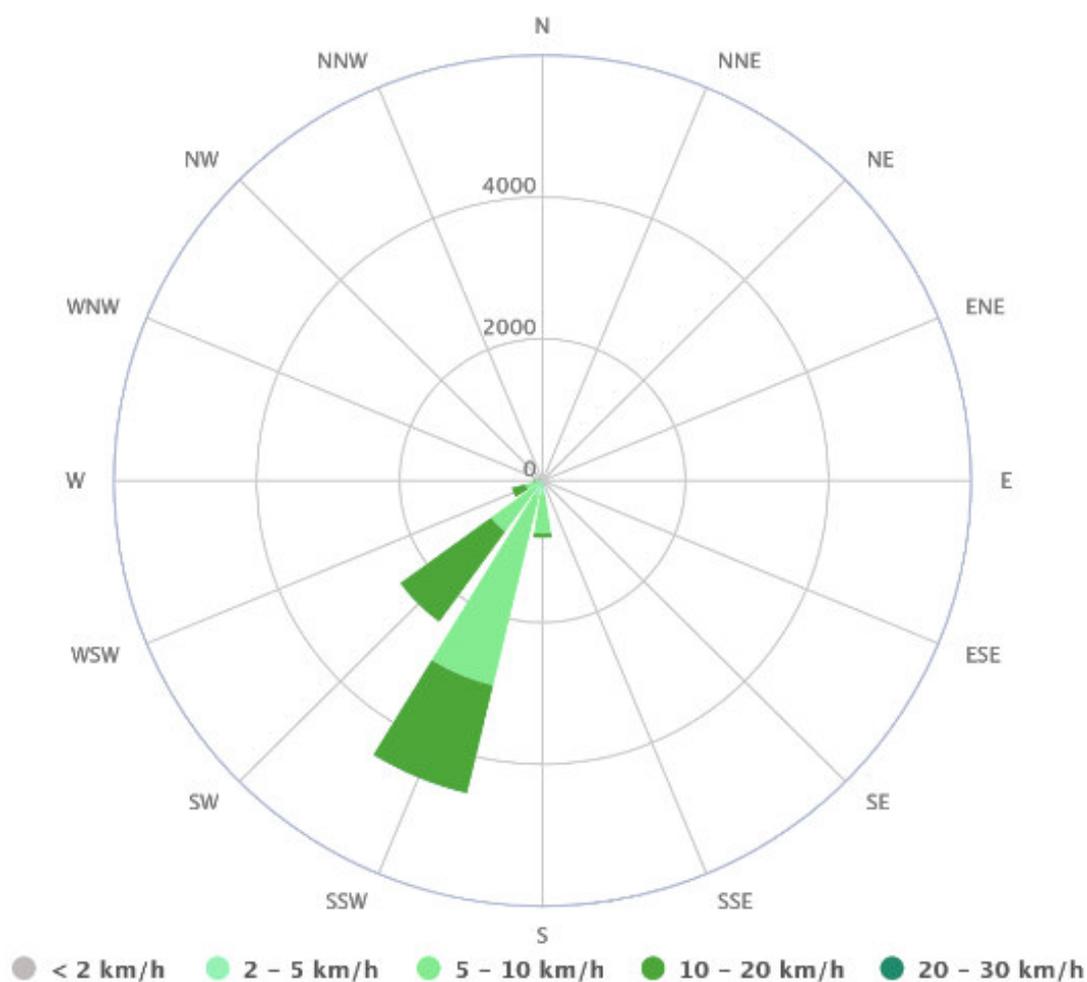
En lo referente a la humedad relativa de la zona de intervención en el distrito de San Juan de Lurigancho, según el portal informativo SanJuandeLurigancho.com, se observa que esta se mantiene relativamente constante, con niveles que fluctúan entre el 80% y el 85% a lo largo de todo el año. Sin embargo, se destaca que la zona de Campoy presenta condiciones más secas.

### 4.2.6.3. Vientos.

Según las figuras 99 y 100, la dirección predominante del viento es del suroeste (SO) al noreste (NE), con velocidades que oscilan entre 5 y 30 km/h. Este patrón indica una variabilidad en la intensidad del viento a lo largo del área estudiada.

#### Figura 99

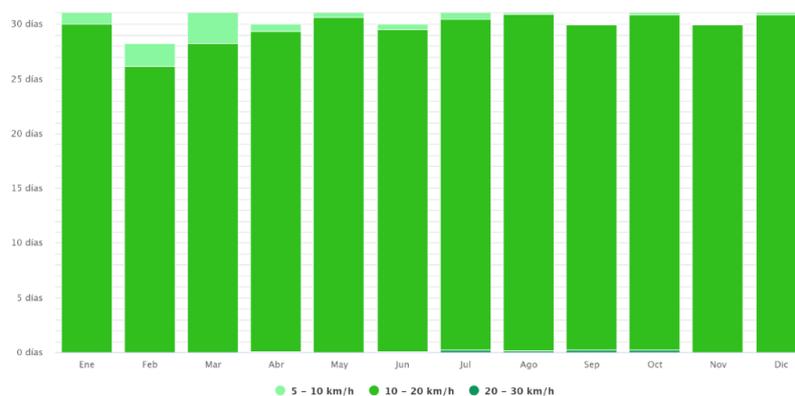
*Rosa de vientos, distrito de San Juan de Lurigancho*



*Nota.* Adaptada de “Rosa de vientos en SJL”, por Meteoblue, 2006, ([https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/climatemodelled/san-juan-de-lurigancho\\_perú\\_3935724](https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/climatemodelled/san-juan-de-lurigancho_perú_3935724)).

**Figura 100**

*Velocidad del viento mensual, distrito de San Juan de Lurigancho*



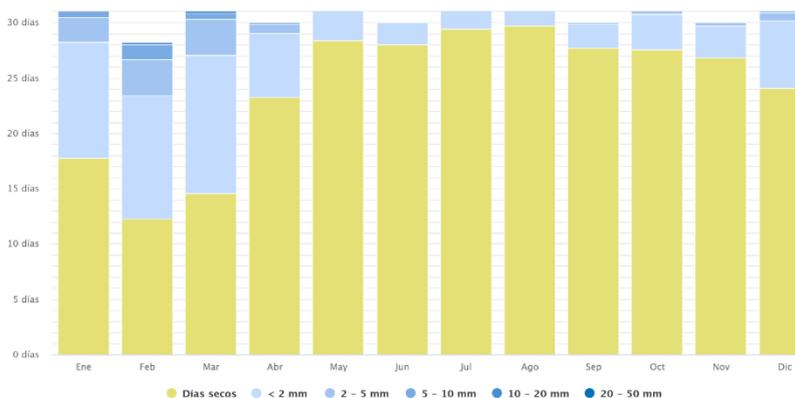
*Nota.* Adaptada de “*Velocidad del viento en SJL*”, por Meteoblue, 2006, ([https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/climatemodelled/san-juan-de-lurigancho\\_perú\\_3935724](https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/climatemodelled/san-juan-de-lurigancho_perú_3935724)).

#### 4.2.6.4. Precipitaciones.

Durante todo el año, predominan los días secos en la zona, con precipitaciones mínimas que oscilan alrededor de 2 mm en todos los meses. Sin embargo, se observa un aumento en las lluvias durante los meses de febrero y marzo, alcanzando niveles máximos de 10 a 20 mm en promedio (ver figura 101).

**Figura 101**

*Precipitaciones diarias, distrito de San Juan de Lurigancho*



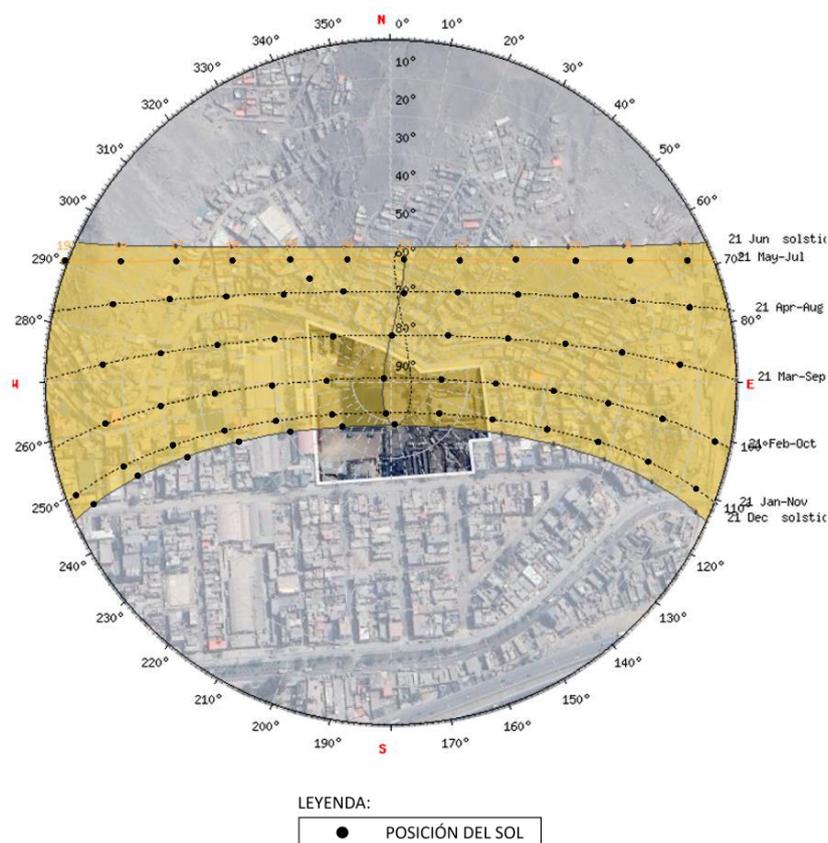
*Nota.* Adaptada de “*Cantidad de precipitación en SJL*”, por Meteoblue, 2006, ([https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/climatemodelled/san-juan-de-lurigancho\\_perú\\_3935724](https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/climatemodelled/san-juan-de-lurigancho_perú_3935724)).

#### 4.2.6.5. Asoleamiento.

La figura 102 proporciona un detallado diagrama que ilustra el recorrido anual del sol sobre el terreno, moviéndose de este a oeste a lo largo del día, desde las seis de la mañana hasta las seis de la tarde. Durante los meses de marzo, abril y junio, el sol muestra una inclinación hacia el norte, alcanzando su punto más alto en el horizonte durante el mediodía. En contraste, en los meses de diciembre, enero y febrero, su trayectoria se inclina hacia el sur, afectando la duración y la intensidad de la luz solar que alcanza diferentes áreas del sitio.

**Figura 102**

*Carta solar, recorrido del sol anual del terreno*



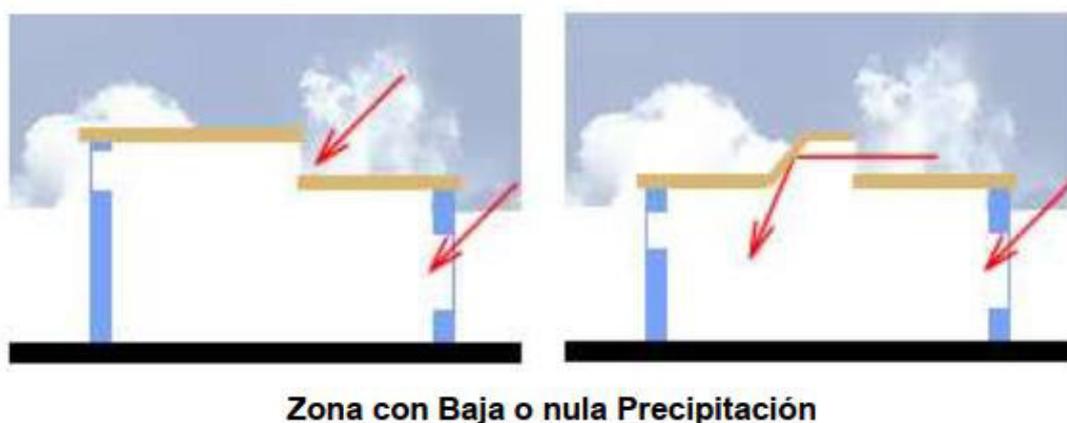
*Nota.* Adaptada de “*Diagrama Solar*”, por SunEarthTools, 2024, ([https://www.sunearthtools.com/dp/tools/pos\\_sun.php?lang=es#top](https://www.sunearthtools.com/dp/tools/pos_sun.php?lang=es#top)).

**Estrategias bioclimáticas.** Debido a las condiciones secas y cálidas durante el verano, se contempla la ventilación cruzada para aprovechar la escasa incidencia de viento y mitigar la sensación de calor en esa temporada. En invierno, donde la velocidad del viento aumenta

considerablemente, será regulado mediante aberturas que permitan la circulación del aire. Dado que las precipitaciones son moderadas, no es necesario diseñar techos con pendientes pronunciadas (ver figura 103). Sin embargo, se planifica un sistema de drenaje eficiente para prevenir posibles acumulaciones de agua y facilitar su limpieza. Además, se considera la captación de agua de lluvia para su reutilización en actividades no potables como el riego de jardines.

**Figura 103**

*Esquema de iluminación y ventilación natural*



*Nota.* Adaptada de “*Criterios generales de iluminación natural*”, por MINEDU, 2015, (<https://minedu.gob.pe/p/pdf/guia-ebr-jec-2015.pdf>).

Según el análisis ambiental realizado, podemos concluir que el terreno propuesto pertenece a la Zona Climática 01, caracterizada como desértico marino. Este tipo de clima se distingue por ser semicálido, extremadamente seco, con escasa precipitación y una humedad ambiental que supera el 70% durante todo el año.

De acuerdo con los parámetros bioclimáticos de la Zona 01, afectada por alta salinidad y una vegetación limitada, se recomienda utilizar techos y muros con un excelente aislamiento térmico. Además, se aconseja implementar parasoles horizontales y verticales para mitigar el recalentamiento solar. También se sugiere la integración de vegetación en aleros y pérgolas para absorber eficientemente el calor ambiental (ver figuras 104 - 106).

**Figura 104**  
*Parámetros bioclimáticos del proyecto*

Zona Climática	H aula (m)	Ventilación (% de área de piso)	Iluminación (% de área de piso)	Cubierta (%)	Recomendaciones arquitectónicas
<b>Zona 01 Desértico Marino</b> (semicálido muy seco) Deficiencia de lluvia Y humedad ambiental todo el año más de 70%	3.00 3.50	07-10	25 Luminancia exterior 5500 lm	0-10	Planta lineal abierta, Techos y muros con gran aislamiento térmico, protección de salinidad. Aprovechar dirección de brisas para ventilación cruzada. Ventanas orientadas norte-sur, ventanas bajas al sur. Parasoles horizontales generosos y verticales al este y oeste. Vegetación en aleros y pérgolas, para absorción de calor (en zona 01 es más difícil por escasez de vegetación por alta salinidad). Evitar uso del fierro sin protección anticorrosiva (sobre todo en zona 01). Protección del recalentamiento por carga solar alta en la cubierta y los muros norte y poniente u oeste. Orientación del eje principal este oeste para favorecer ventilación cruzada al norte y al sur. Las cubiertas deben ser aisladas del calor, colocar sombrillas horizontales sobre cubiertas (doble techo), ventilar entretechos o utilizar cubiertas ventiladas. Muros y cubiertas con elevada masa térmica, utilizando materiales propios de la zona: piedra, arena, arcilla, madera, otros. Parasoles verticales ante muros al norte y oeste. La zona 01 en general carece de materiales locales, cuenta con precaria vegetación y excesiva salinidad. Debido a la alta salinidad y humedad ambiental se recomienda en esta zona incorporar aislamiento horizontal dentro de los muros a la altura conveniente, como medida de protección para evitar el ingreso de humedad por capilaridad.

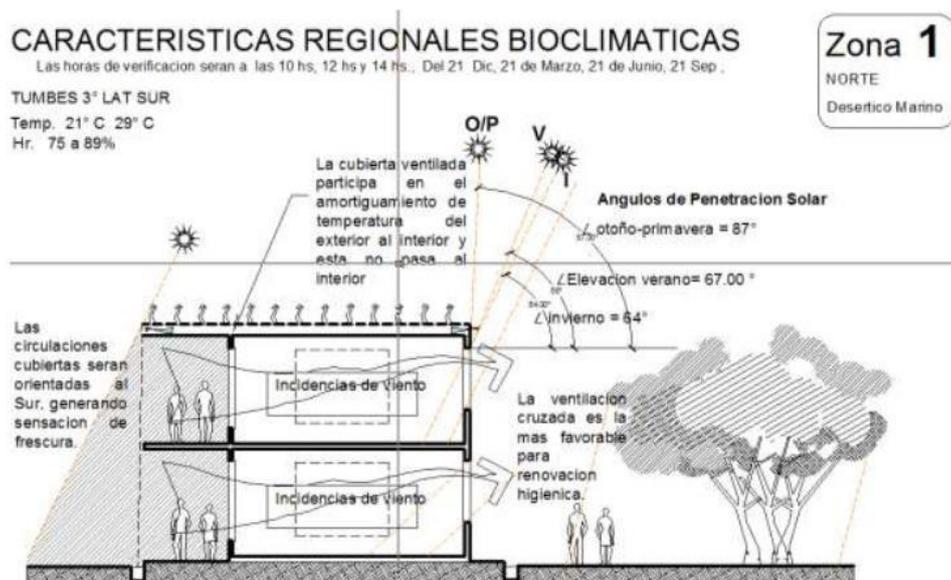
*Nota.* Adaptada de “Parámetros bioclimáticos y recomendaciones”, por MINEDU, 2015, (<https://minedu.gob.pe/p/pdf/guia-ebr-jec-2015.pdf>).

**Figura 105**  
*Acondicionamiento bioclimático de la zona 01*



*Nota.* Adaptada de “Zona 01 Desértico marino – Respuesta arquitectónica”, por MINEDU, 2015, (<https://www.minedu.gob.pe/p/pdf/resolucion-viceministerial-017-2015-minedu.pdf>).

**Figura 106**  
*Características bioclimáticas de la zona 01*



*Nota.* Adaptada de “Zona 1 Desértico marino- Características Regionales Bioclimáticas”, por MINEDU, 2015, (<https://minedu.gob.pe/p/pdf/guia-ebr-jec-2015.pdf>).

En relación con el diseño de vanos, se propone el uso celosías móviles en la parte noreste del proyecto arquitectónico. Estas celosías reducirán la incidencia directa de los rayos solares durante los meses de verano, contribuyendo así a regular la temperatura interior y mejorar el confort térmico de los espacios. Asimismo, se instalarán celosías en la fachada sureste, con el propósito de mitigar el impacto de la radiación solar en esta época del año.

Además de lo mencionado, se incorporarán cuidadosamente aleros y voladizos para proporcionar sombra efectiva en áreas de descanso prolongado como patios e ingresos. Se planificará la disposición estratégica de árboles y arbustos para crear entornos sombreados que mejoren el confort térmico y visual de los usuarios. La orientación precisa de los bloques se ajustará según el movimiento solar, asegurando así un aprovechamiento óptimo de la luz natural y la protección contra el calor excesivo. Estas medidas no solo mejorarán la habitabilidad y el bienestar de los espacios arquitectónicos, sino que también promoverán prácticas sostenibles y eficientes desde el punto de vista energético.

### 4.3. Análisis arquitectónico

#### 4.3.1. Cuadro de necesidades y actividades

Se comenzó el desarrollo de la propuesta identificando los espacios necesarios para el proyecto, los cuales fueron seleccionados para satisfacer las diversas necesidades y actividades del centro. Este proceso se fundamentó en la revisión detallada de las tablas del 38 al 51, que delinear de manera precisa las funciones y requisitos específicos de cada espacio del proyecto.

**Tabla 38**

*Necesidades y actividades de la zona administrativa*

<b>Necesidad</b>	<b>Actividad</b>	<b>Espacio</b>
Atención	Recibir y atender al usuario	Recepción-Secretaría
	Esperar orden de ingreso	Sala de espera
Trabajo	Gestionar, planear y dirigir	Director General
	Gestionar, planear y dirigir	Subdirector
	Recepción, registro y trámite de documentos del centro	Trámite documentario
	Coordinar el suministro y distribución de productos o servicios del centro	Logística
	Administrar el centro	Administrador
	Registrar y reportar las transacciones financieras del centro	Contabilidad
	Investigar, diseñar e implementar estrategias para la promoción del centro	Marketing
Reunión	Crear y ejecutar campañas publicitarias del centro	Publicidad
	Gestionar y desarrollar el capital humano del centro	RR. HH
Reunión	Reunirse	Sala de reuniones
Almacenamiento	Almacenar materiales y equipos de la sala de reuniones	Área de guardado
Acceso	Control de acceso	Esclusa
Almacenamiento	Almacenar materiales y útiles de oficina	Economato
	Almacenar documentos	Archivos

Impresión	Imprimir documentos	Reproducción de documentos
Trabajo	Supervisar y coordinar el mantenimiento de instalaciones, equipos y sistemas del centro	Jefatura de mantenimiento
Alimentación	Calentar/ Ingerir alimentos	Kitchenette/ Área de descanso
Almacenamiento	Almacenar herramientas para el mantenimiento de equipos y sistemas	Depósito
Limpieza	Almacenar artículos de limpieza	Cuarto de limpieza
Aseo	Satisfacer las necesidades fisiológicas	S.H - Director general S.H - Caballeros S.H - Damas
Mantenimiento y Supervisión	Gestionar, operar y controlar las instalaciones y equipos del centro	Cuarto de sistemas y tableros
	Implementar sistemas de alimentación ininterrumpida del suministro eléctrico	Cuarto UPS
	Control y monitoreo de sistemas de videovigilancia del centro	CCTV
	Instalar y configurar los equipos necesarios para el sistema de videovigilancia	Soporte técnico - centro de control

**Tabla 39**  
*Necesidades y actividades de la zona de comercio*

<b>Necesidad</b>	<b>Actividad</b>	<b>Espacio</b>
Venta	Atender al cliente y cobrar las ventas de los productos	Área de Caja
	Almacenar y exhibir los productos	Sala de ventas
Almacenamiento	Almacenar los productos de venta	Depósito
Aseo	Satisfacer las necesidades fisiológicas	S.H – Personal + lavamopas

**Tabla 40***Necesidades y actividades de la zona de experimentación y almacenamiento*

<b>Necesidad</b>	<b>Actividad</b>	<b>Espacio</b>	
Flujo de materiales y productos	Descarga de residuos sólidos recolectados para su procesamiento y carga del producto resultante	Zona de carga y descarga	
Gestión de residuos sólidos recolectados	Recepcionar los residuos sólidos recolectados	Tanque de recepción de residuos	
Clasificación	Clasificar los residuos sólidos recolectados	Zona de clasificación	
Almacenamiento	Almacenar los productos procesados/resultantes	Zona de almacenamiento final	
	Almacenar, inspeccionar y realizar mantenimiento de las maquinas	Bodega de maquinas	
Mantenimiento	Control de equipos y maquinarias	Cuarto de control	
Producción	Procesar y transformar la materia prima adquirida	Zona de triturado o molido	
		Zona de lavado	
		Zona de secado	
		Zona de extrusión	
		Zona de eliminación de residuos excedentes	
		Control de producción	Módulo de trabajo 1
		Zona de limpieza	
		Zona de compactación	
		Zona de fragmentación	
		Zona de separación	
		Zona de fundición	
		Zona de eliminación de residuos excedentes	
		Control de producción	Módulo de trabajo 2
		Zona de trituración	
Procesar y transformar la materia prima adquirida	Zona de compactación		
Zona de eliminación de residuos excedentes			
Control de producción	Módulo de trabajo 3		
Procesar y transformar la materia prima adquirida	Zona de retirado de tapas y anillos		
Zona de limpieza			

		Zona de separación por colores
		Zona de molido
		Zona de calcín
		Zona de eliminación de residuos excedentes
	Control de producción	Módulo de trabajo 4
Preparación	Cocinar y preparar alimentos	Cocina
Alimentación	Comer y beber	Comedor
Aseo	Satisfacer las necesidades fisiológicas	SS. HH - Caballeros
		Duchas – Vestidores - Caballeros
		SS. HH - Damas
		Duchas – Vestidores - Damas
Limpieza	Almacenar artículos de limpieza	Cuarto de limpieza
Mantenimiento	Gestionar, operar y controlar los tableros generales	Cuarto de sistemas y tableros
Gestión de residuos sólidos generados	Recolectar los residuos generados por las operaciones diarias y separarlos según su tipo	Cuarto de basura

**Tabla 41**  
*Necesidades y actividades de la zona de investigación*

<b>Necesidad</b>	<b>Actividad</b>	<b>Espacio</b>
Investigación	Investigar, gestionar y diseñar	Laboratorio de investigación, gestión y diseño de materiales metálicos
		Laboratorio de investigación, gestión y diseño de materiales de vidrio
Innovación	Ensamblar y ajustar los prototipos elaborados	Área de elaboración de prototipo 1
Investigación	Investigar, gestionar y diseñar	Laboratorio de investigación, gestión y diseño de materiales de papel/cartón
		Laboratorio de investigación, gestión y diseño de materiales plásticos
Innovación	Ensamblar y ajustar los prototipos elaborados	Área de elaboración de prototipo 2

Limpieza	Almacenar artículos de limpieza	Cuarto de limpieza
Aseo	Satisfacer las necesidades fisiológicas	SS. HH - Caballeros SS. HH - Damas

**Tabla 42***Necesidades y actividades de la zona de revisión de información*

<b>Necesidad</b>	<b>Actividad</b>	<b>Espacio</b>
Ingreso	Recibir al usuario	Vestíbulo
Atención	Atender al usuario	Atención al público
Almacenamiento	Almacenar libros	Depósito de libros
Aprendizaje	Leer, investigar y aprender	Área de lectura
Almacenamiento y exhibición de libros	Búsqueda y consulta bibliográfica para la investigación y aprendizaje	Área de libros
Lectura y descanso	Leer, descansar, interactuar	Gradería
Aprendizaje	Acceder a materiales digitales y prestar dispositivos electrónicos para acceder a internet y trabajar digitalmente	Mediateca/ Sala de computo
Aprendizaje y trabajo	Trabajar, colaborar e interactuar	Coworking
Conectividad y organización	Manipulación y carga de baterías	Cuarto de carga
Limpieza	Almacenar artículos de limpieza	Cuarto de limpieza
Gestión de residuos	Acopio de residuos	Botadero
Aseo	Satisfacer las necesidades fisiológicas	S.H - Personal SS. HH – Caballeros SS. HH - Damas

**Tabla 43***Necesidades y actividades de la zona de capacitación*

<b>Necesidad</b>	<b>Actividad</b>	<b>Espacio</b>
Ingreso	Recibir al usuario	Vestíbulo
Atención	Atender al usuario	Recepción
Trabajo	Gestionar, planear y dirigir	Director general

Planificación y descanso	Preparar clases, intercambiar ideas	Sala de profesores
Reunión	Reunirse	Sala de reuniones
Aprendizaje	Enseñar técnicas y productos hechos con materiales reciclados mediante actividades lúdicas	Sala capacitación 1
		Sala capacitación 2
		Sala capacitación 3
		Sala capacitación 4
		Sala capacitación 5
		Sala capacitación 6
		Sala capacitación 7
		Sala capacitación 8
Aseo	Satisfacer las necesidades fisiológicas	S.H - Personal
		SS. HH – Caballeros
		SS. HH - Damas
Alimentación	Calentar/ ingerir alimentos	Kitchenette
Almacenamiento	Almacenar documentos	Archivos
	Almacenar materiales y herramientas para el desarrollo de las actividades de capacitación	Depósito de materiales y herramientas
Reparación y mantenimiento	Reparar y dar mantenimiento a equipos y/o mobiliarios	Maestranza
Limpieza	Almacenar artículos de limpieza	Cuarto de limpieza
Gestión de residuos sólidos generados	Recolectar los residuos generados por las operaciones diarias y separarlos según su tipo	Cuarto de basura

**Tabla 44***Necesidades y actividades de la zona de difusión 1 - Auditorio*

<b>Necesidad</b>	<b>Actividad</b>	<b>Espacio</b>
Ingreso	Recibir al usuario	Vestíbulo
Atención	Atender al usuario	Recepción
Proyectar, controlar y dar soporte	Proyectar presentaciones, controlar iluminación y sonido, monitorear la audiencia y equipamiento técnico	Sala de proyección

Visibilidad	Sentarse y prestar atención al expositor	Área de butacas
Presentación	Exponer y presentar	Escenario
Almacenamiento	Almacenar materiales y herramientas	Deposito 1 Deposito 2
Aseo	Satisfacer las necesidades fisiológicas	S.H - Discapacitados SS. HH – Caballeros SS. HH - Damas S.H - Personal
Limpieza	Almacenar artículos de limpieza	Cuarto de limpieza
Gestión de residuos	Acopio de residuos	Botadero

**Tabla 45**  
*Necesidades y actividades de la zona de difusión 2 - SUM*

<b>Necesidad</b>	<b>Actividad</b>	<b>Espacio</b>
Ingreso	Recibir al usuario	Vestíbulo
Reunión	Organizar reuniones de negocios, celebraciones sociales, talleres y/o capacitaciones	Salón
Aseo	Satisfacer las necesidades fisiológicas	SS. HH – Caballeros SS. HH - Damas
Limpieza	Almacenar artículos de limpieza	Cuarto de limpieza
Gestión de residuos	Acopio de residuos	Botadero
Almacenamiento	Almacenar mobiliarios	Depósito

**Tabla 46**  
*Necesidades y actividades de la zona de servicios complementarios 1 - Enfermería*

<b>Necesidad</b>	<b>Actividad</b>	<b>Espacio</b>
Ingreso	Recibir al usuario	Vestíbulo
Atención	Brindar atención médica	Oficina/ Doctor
Evaluación y recuperación	Brindar primeros auxilios, dar comodidad y vigilancia para su recuperación	Área de camillas
Limpieza	Almacenar artículos de limpieza	Cuarto de limpieza
Gestión de residuos	Acopio de residuos	Botadero

Aseo	Satisfacer las necesidades fisiológicas	S.H - Mixto
------	---	-------------

**Tabla 47**

*Necesidades y actividades de la zona de servicios complementarios 2 - Cafetería / Comedor*

<b>Necesidad</b>	<b>Actividad</b>	<b>Espacio</b>
Recepción de insumos	Recepción y verificación de insumos provenientes de proveedores	Muelle de carga y descarga
Almacenamiento	Almacenar alimentos	Almacén de frutas y verduras Almacén refrigerado
Cocción	Cocinar los alimentos	Cocina caliente
Preparación	Preparar y servir	Cocina fría
Lavado	Lavar la vajilla y ollas	Lavado de vajilla y ollas
Gestión de residuos	Recolectar los residuos y separarlos según su tipo	Cuarto de basura
Alimentación	Atender al usuario, comer, beber y cobrar por el servicio brindado	Barra
	Comer y beber	Comedor
	Comer y beber	Terraza
Limpieza	Almacenar artículos de limpieza	Cuarto de limpieza
Gestión de residuos	Acopio de residuos	Botadero
Aseo	Satisfacer las necesidades fisiológicas	SS. HH - Caballeros
		SS. HH - Damas
		SS. HH – Caballeros - Personal
		SS. HH – Damas - Personal

**Tabla 48**

*Necesidades y actividades de la zona de servicios complementarios 3 - Lactario*

<b>Necesidad</b>	<b>Actividad</b>	<b>Espacio</b>
Alimentación neonatal	Recibir al usuario	Estar
Almacenamiento	Almacenar mobiliarios y/o herramientas	Deposito
Limpieza	Almacenar artículos de limpieza	Cuarto de limpieza
Gestión de residuos	Acopio de residuos	Botadero

Aseo	Satisfacer las necesidades fisiológicas	S.H - Mixto
------	---	-------------

**Tabla 49***Necesidades y actividades de la zona de servicios generales*

<b>Necesidad</b>	<b>Actividad</b>	<b>Espacio</b>
Abastecimiento de energía	Generar electricidad de manera autónoma en situaciones de emergencia	Grupo electrógeno
Abastecimiento, control, supervisión y mantenimiento	Distribuir energía eléctrica, supervisar y controlar los sistemas eléctricos (1000-33000v)	Sala eléctrica MT
	Distribuir energía eléctrica, supervisar y controlar los sistemas eléctricos (1000v)	Sala eléctrica BT
Transmisión y distribución de energía	Transformar, controlar y proteger el flujo de electricidad	Subestación eléctrica
Mantenimiento y supervisión	Gestionar, operar y controlar las instalaciones eléctricas	Cuarto de tableros generales
	Reparación y ajuste de equipos	Cuarto de mantenimiento
Almacenamiento	Gestión y suministro de herramientas y materiales para el mantenimiento	Almacén de mantenimiento
Almacenamiento y alimentación de agua	Impulsar el flujo de agua	Cuarto de bombas 1
	Almacenar un volumen de agua para ser utilizada en caso de un incendio	Cisterna contra incendios
	Almacenar un volumen de agua para el consumo de los usuarios	Cisterna de consumo humano
	Impulsar el flujo de agua	Cuarto de bombas 2
	Almacenar un volumen de agua residual que será tratada y reutilizada	Cisterna de aguas tratadas
Gestión de residuos	Recolectar los residuos y separarlos según su tipo	Acopio de residuos solidos
Almacenamiento	Almacenar artículos de limpieza	Depósito de materiales de limpieza
Alimentación y descanso	Calentar/ ingerir alimentos y descansar	Kitchenette/ Descanso – personal de limpieza

Aseo	Satisfacer las necesidades fisiológicas	S.H - Caballeros
		Duchas – Vestidores - Caballeros
Limpieza	Almacenar artículos de limpieza	S.H - Damas
		Duchas – Vestidores - Damas

**Tabla 50***Necesidades y actividades de la zona de acceso y recreación*

<b>Necesidad</b>	<b>Actividad</b>	<b>Espacio</b>
Seguridad y acceso	Controlar el acceso peatonal y vehicular	Garita 1 – Acceso publico
Aseo	Satisfacer las necesidades fisiológicas	S.H – Personal
Seguridad y acceso	Controlar el acceso peatonal y vehicular	Garita 2 – Acceso personal y de servicio
Aseo	Satisfacer las necesidades fisiológicas	S.H – Personal
Seguridad	Controlar el acceso para el personal y visitantes	Esclusa de seguridad
Almacenamiento	Guardar artículos personales	Lockers
Visibilidad, exposición, interacción y descanso	Observar, apreciar, interactuar y descansar	Plaza central
Recreación	Jugar, interactuar y entretenerse	Zona de juegos
Conservación	Conectar con la naturaleza y mejorar el medio ambiente	Área verde
Aseo	Satisfacer las necesidades fisiológicas	S.H - Caballeros
		S.H – Damas
Limpieza	Almacenar artículos de limpieza	Cuarto de limpieza

**Tabla 51***Necesidades y actividades de la zona de estacionamientos*

<b>Necesidad</b>	<b>Actividad</b>	<b>Espacio</b>
Llegada del público y/o personal	Llegar en taxi	Paradero de taxis
Llegada del publico	Llegar en vehículo propio	Estacionamiento autos
	Llegar en bus	Estacionamiento buses

	Llegar en bicicleta	Estacionamiento bicicletas (5%)
	Llegar en moto	Estacionamiento motos
	Llegar en vehículo propio	Estacionamiento autos
Llegada del personal	Llegar en bicicleta	Estacionamiento bicicletas (5%)
	Llegar en moto	Estacionamiento motos
Llegada de servicio externo	Llegar en furgoneta	Estacionamiento furgonetas
	Llegar en camión	Estacionamiento camiones
Maniobras de vehículos	Realizar maniobras de vehículos para su ingreso y salida	Patio de maniobras

El estudio detallado de las necesidades y actividades dentro de sus áreas correspondientes fue crucial para la elaboración del programa arquitectónico. Este programa se diseñará considerando rigurosamente la normativa vigente, incluyendo el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) y las directrices específicas proporcionadas por el Ministerio de Educación. Estos lineamientos no solo guiarán la planificación y distribución de espacios, sino que también asegurarán que todas las instalaciones cumplan con los estándares requeridos para promover un entorno seguro y funcional para sus usuarios.

Las normativas pertinentes del Reglamento Nacional de Edificaciones, específicamente las disposiciones A.010, A.040, A.050, A.060, A.070, A.080, A.090, A.120 y A.130. Estas regulaciones abarcan aspectos como las condiciones generales de diseño, educación, salud, industria, comercio, oficinas, servicios comunales, accesibilidad universal en edificaciones y requisitos de seguridad. Todas estas normas han sido cuidadosamente integradas para establecer directrices claras en cuanto a dimensiones de vanos, alturas, anchos de pasillos, equipamientos, dotación, espacios de evacuación, entre otros aspectos esenciales para el diseño y la seguridad de las instalaciones.

Las directrices establecidas por el Ministerio de Educación para los institutos tecnológicos de excelencia, así como para institutos y escuelas de educación superior

tecnológica, junto con la guía de diseño de espacios educativos, serán fundamentales para orientar el desarrollo de los diferentes espacios propuestos. Entre estos espacios se incluyen talleres, áreas administrativas, zonas de uso común, biblioteca y otras instalaciones necesarias. Estas áreas están reguladas por índices de ocupación (I.O.) que deben cumplirse estrictamente para garantizar la seguridad y el adecuado funcionamiento de los entornos educativos (ver tabla 52).

**Tabla 52**  
*Índice de ocupación por ambiente*

Área	I.O.	Notas
Administración	3.50 m <sup>2</sup>	Este índice está relacionado con el área de cada oficina.
Talleres	2.20-8.00 m <sup>2</sup>	Según la metodología educativa propuesta. Asimismo, el área de almacenamiento será el 15% del área del taller.
Laboratorios	3.00 m <sup>2</sup>	El área incluye depósito
Biblioteca	2.00 m <sup>2</sup>	El 10% de los estudiantes matriculados en el turno con mayor número de inscripciones. Este índice está relacionado con el área de lectura.
SUM	1.00 m <sup>2</sup>	No debe ser menor de 90.00 m <sup>2</sup> , ni mayor a 300 m <sup>2</sup>
Auditorio	1.00 m <sup>2</sup>	El área se refiere a los lugares donde los asientos están permanentemente fijados al suelo.
Tópico	9.00 m <sup>2</sup>	Se ajusta a las medidas y equipamiento especificados por el Ministerio de Salud (MINSA).

### 4.3.2. Estudio de unidades de espacio funcionales

Con el objetivo de determinar las medidas antropométricas mínimas y llevar a cabo el cálculo preciso de las áreas de los ambientes que satisfagan las necesidades expuestas anteriormente, se presenta a continuación un exhaustivo análisis del espacio funcional correspondiente. Este análisis, complementado con la normativa vigente del RNE (Reglamento Nacional de Edificaciones) y los lineamientos establecidos por el Ministerio de Educación (MINEDU), servirá para establecer las áreas mínimas requeridas para estos espacios específicos con sus respectivos mobiliarios.

Asimismo, es de suma importancia destacar que estas medidas podrían ser ajustadas y mejoradas teniendo como premisa el confort y la ergonomía de los usuarios.

**A. Zona Administrativa.** Para llevar a cabo el análisis funcional de la zona, se tomaron como referencia las matrices establecidas por el Ministerio de Educación (MINEDU), las cuales están alineadas con la normativa A080 del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), ver tabla 53.

**Tabla 53**

*Parámetros de diseño para el área administrativa*

Altura libre mínima de piso terminado a cielo raso	2.40 m
Altura mínima de vanos	2.10 m
Ancho mínimo de puerta de ingreso principal	1.00 m
Ancho mínimo de puerta de ingreso a dependencias interiores	0.90 m
Ancho mínimo de puerta de ingreso a servicios higiénicos	0.80 m

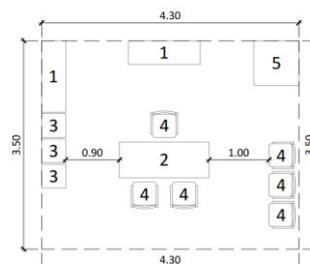
**Secretaría – Sala de espera.** Según la figura 107, se especifica que el índice de ocupación por usuario es de 2.4 m<sup>2</sup>, indicando que, para alojar a un grupo de 6 personas, se deberá disponer de un área total de 15.05 m<sup>2</sup>. Además, la figura detalla los tipos y cantidades de mobiliario necesarios para cada actividad determinada.

**Figura 107***Análisis funcional de la secretaría – sala de espera***SECRETARÍA - SALA DE ESPERA**

- Capacidad = 6 personas
- Área = 15.05 m<sup>2</sup>
- IO = 2.4

**Mobiliario**

1. Armario 1.20x0.40 (h=0.70)
2. Escritorio 1.50x0.60
3. Archivador 0.40x0.40
4. Silla 0.45x0.45
5. Fotocopiadora 0.75x0.75



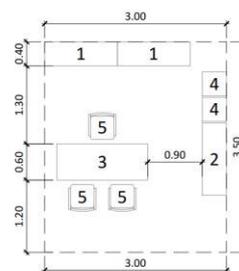
**Dirección.** Según la figura 108, se especifica que el índice de ocupación por usuario es de 3.5 m<sup>2</sup>, indicando que, para alojar a un grupo de 3 personas, se deberá disponer de un área total de 10.50 m<sup>2</sup>. Además, la figura detalla los tipos y cantidades de mobiliario necesarios para cada actividad determinada.

**Figura 108***Análisis funcional de la dirección***DIRECCIÓN**

- Capacidad = 3 personas
- Área = 10.50 m<sup>2</sup>
- IO = 3.5

**Mobiliario**

1. Armario 1.20x0.40 (h=0.70)
2. Credenza 1.20x0.40 (h max=1.80)
3. Escritorio 1.50x0.60
4. Archivador 0.40x0.40
5. Silla 0.45x0.45



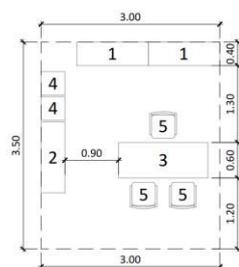
**Subdirección.** Según la figura 109, se especifica que el índice de ocupación por usuario es de 3.5 m<sup>2</sup>, indicando que, para alojar a un grupo de 3 personas, se deberá disponer de un área total de 10.50 m<sup>2</sup>. Además, la figura detalla los tipos y cantidades de mobiliario necesarios para cada actividad determinada.

**Figura 109***Análisis funcional de la subdirección***SUBDIRECCIÓN**

- Capacidad = 3 personas
- Área = 10.50 m<sup>2</sup>
- IO = 3.5

**Mobiliario**

1. Armario 1.20x0.40 (h=0.70)
2. Credenza 1.20x0.40 (h max=1.80)
3. Escritorio 1.50x0.60
4. Archivador 0.40x0.40
5. Silla 0.45x0.45



**Sala de reuniones.** Según la figura 110, se especifica que el índice de ocupación por usuario es de 1.5 m<sup>2</sup>, indicando que, para alojar a un grupo de 10 personas, se deberá disponer de un área total de 15.00 m<sup>2</sup>. Además, la figura detalla los tipos y cantidades de mobiliario necesarios para cada actividad determinada.

### Figura 110

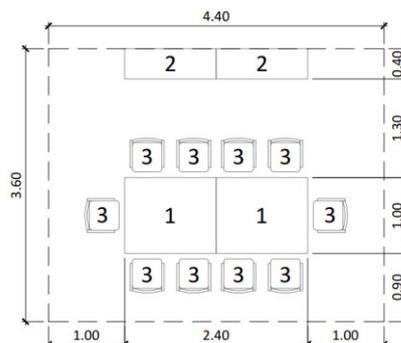
*Análisis funcional de la sala de reuniones*

#### SALA DE REUNIONES

- Capacidad = 10 personas
- Área = 15.00 m<sup>2</sup>
- IO = 1.5

#### Mobiliario

1. Mesa 1.00x1.20
2. Credenza 1.20x0.40 (h max=1.80)
3. Silla 0.45x0.45



**Coordinación administrativa.** Según la figura 111, se especifica que el índice de ocupación por usuario es de 3.5 m<sup>2</sup>, indicando que, para alojar a un grupo de 3 personas, se deberá disponer de un área total de 10.50 m<sup>2</sup>. Además, la figura detalla los tipos y cantidades de mobiliario necesarios para cada actividad determinada.

### Figura 111

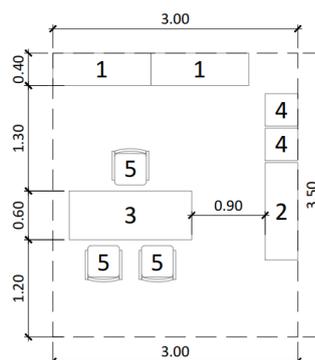
*Análisis funcional de la coordinación administrativa*

#### COORDINACIÓN ADMINISTRATIVA

- Capacidad = 3 personas
- Área = 10.50 m<sup>2</sup>
- IO = 3.5

#### Mobiliario

1. Armario 1.20x0.40 (h=0.70)
2. Credenza 1.20x0.40 (h max=1.80)
3. Escritorio 1.50x0.60
4. Archivador 0.40x0.40
5. Silla 0.45x0.45



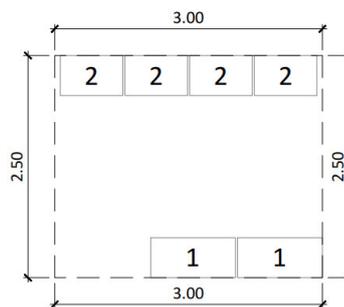
**Archivo.** Según la figura 112, se especifica que para un área de 7.50 m<sup>2</sup>, se tendrán 2 anaqueles metálicos de 45x95 cm y 4 archivadores de 45x70 cm.

**Figura 112***Análisis funcional del archivo***ARCHIVO**

- Área = 7.50 m<sup>2</sup>

**Mobiliario**

1. Anaqueles metálicos 0.45x0.95
2. Archivador 0.45x0.70



**Economato.** Según la figura 113, se especifica que para un área de 6.30 m<sup>2</sup>, se tendrán

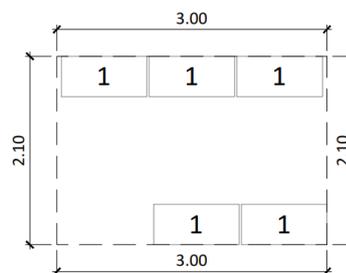
5 anaqueles metálicos de 45x95 cm.

**Figura 113***Análisis funcional del economato***ECONOMATO**

- Área = 6.30 m<sup>2</sup>

**Mobiliario**

1. Anaqueles metálicos 0.45x0.95



**B. Zona de investigación.** Se utilizaron las matrices recomendadas por el Ministerio de Educación (MINEDU) como guía para realizar el análisis funcional de la zona, las cuales están en concordancia con la normativa A040 del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), ver tabla 54.

**Tabla 54***Parámetros de diseño para el área de laboratorios*


---

Altura mínima de puerta de 2.10 m

---

Puerta antipánico de simple apertura con abertura de 0.1 m<sup>2</sup> de vidrio templado

---

Apertura de puerta en sentido del flujo de la evacuación con bisagras batientes de 180° y ancho mínimo de 1.00m

---

La puerta del aula más distante no debe exceder los 25 metros de distancia desde la escalera.

---

Paso de 0.30m y contrapaso de 0.15-0.17 m

---

La distancia mínima entre mesas opuestas será de 1.40 m

---

El área del laboratorio de investigación especifica que el índice de ocupación por usuario es de 3.48 m<sup>2</sup>, indicando que, para alojar a un grupo de 20 personas, se deberá disponer de un área total de 69.60 m<sup>2</sup>, como se muestra en la figura 92. Además, la figura 114 detalla los tipos y cantidades de mobiliario necesarios para cada actividad determinada.

### Figura 114

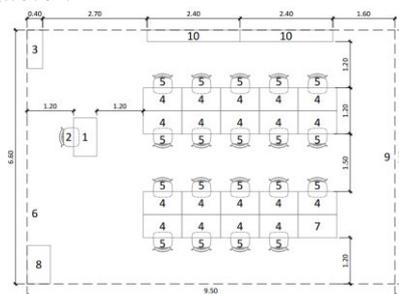
#### Análisis funcional del laboratorio de investigación

##### LABORATORIO

- Capacidad = 20 personas
- Área = 69.60 m<sup>2</sup>
- IO = 3.48

##### Mobiliario

1. Escritorio para docente 1.00x0.60m
2. Silla de docente
3. Armario de metal 1.00x0.40m
4. Mesa de computadora para estudiante 1.00x0.60m
5. Silla para estudiante
6. Pizarra táctil
7. Mesa para alumno con silla de ruedas 1.00x0.60m
8. Mueble bajo para impresora 1.00x0.60m
9. Lienzo magnetico para diseñar
10. Estanteria baja 0.30x2.40m



En lo que respecta al área para la elaboración de prototipos, es esencial asegurar la disponibilidad adecuada de muebles bajos destinados al almacenamiento de materiales y herramientas esenciales para el proceso. Además, será imprescindible instalar impresoras 3D sobre estos muebles, lo que facilitará la creación de prototipos con mayor eficiencia y precisión. Se contará con un plotter para cada laboratorio, el cual nos ayudará a la impresión de planos detallados, asegurando así que cada diseño pueda ser materializado con exactitud y claridad. Asimismo, se planifica proporcionar mesas de trabajo amplias y ergonómicas, acompañadas de sillas cómodas y funcionales, para optimizar el entorno de trabajo del personal involucrado en el desarrollo y fabricación de prototipos (ver figura 115).

### Figura 115

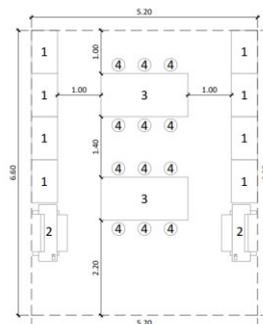
#### Análisis funcional del área de elaboración de prototipo

##### ELABORACIÓN DE PROTOTIPO

- Capacidad = 12 personas
- Área = 34.32 m<sup>2</sup>

##### Mobiliario

1. Muebles bajos para impresora 3D y materiales 1.00x0.60m
2. Ploter
3. Mesa de trabajo 1.00x2.00m
4. Silla para personal d=0.30m



**C. Zona de revisión de información.** El desarrollo del análisis funcional del área de biblioteca (ver figura 116) se basó en las matrices específicamente diseñadas según las directrices del Ministerio de Educación (Minedu). Según estas matrices, se establece que, para una capacidad de 100 personas, se asigna un índice de ocupación de 2.00 m<sup>2</sup> por usuario. Además, se precisa que, del área total calculada, es necesario destinar un 25% adicional para funciones de almacenamiento, asegurando así que se disponga del espacio adecuado para los depósitos necesarios de materiales bibliográficos y recursos educativos. Teniendo en cuenta la necesidad de mantener ciertos parámetros, los cuales están detalladamente descritos en las tablas 55 y 56:

**Tabla 55***Parámetros de diseño para el área de biblioteca*

Ancho de mesa individual	0.90 m
Profundidad de mesa individual	0.60 m
Largo de estantería común	1.00 m
Profundidad de estantería común	0.35 m
Altura entre repisas	0.30-0.35 m
Profundidad de repisas	0.30 m
Ancho de pasillo de estantería abierta	0.80 m
Ancho de pasillo de estantería cerrada	0.60 m
Distancia de mesas entre oposición de sillas	1.60 m
Distancia entre costado de mesa y estantería	1.20 m

**Tabla 56***Porcentaje de zonas de la biblioteca*

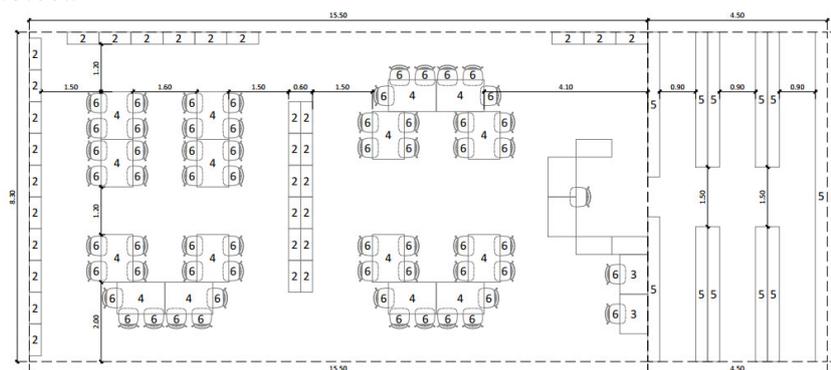
Lectura colectiva	Lectura individual	Estudio en grupo	Lectura informal	Espacios con equipos
50%	30%	10%	5%	5%

**Figura 116***Análisis funcional de la biblioteca***BIBLIOTECA**

- Capacidad = 100 personas
- Área = 127.00 m<sup>2</sup> + min 25% para depósito
- IO = 2.00

**Mobiliario**

1. Pizarra
2. Estantería modulo 0.80x0.30
3. Mesa para computadora (1.00x0.70)
4. Mesas para consulta (0.80x1.20)
5. Estante para almacén de libros (0.30 x largo variable)
6. Silla para estudiantes (de acuerdo a grupos etarios)



**D. Zona de capacitación.** Para la implementación efectiva del taller de capacitación, se ha diseñado un plan que contempla la subdivisión del espacio en tres áreas funcionales distintas. La primera área estará dedicada exclusivamente al trabajo práctico, provista de 30 mesas y 30 sillas para los estudiantes, así como una mesa adicional con su respectiva silla para el docente facilitador (ver figura 117).

La segunda zona del taller estará reservada para el almacenamiento y la exhibición de materiales esenciales para las actividades formativas. Este espacio no solo servirá para mantener organizados y accesibles los recursos necesarios, sino también para mostrar de manera ordenada los materiales didácticos y ejemplos prácticos que complementen el aprendizaje teórico.

Finalmente, la tercera área del taller será destinada como depósito, donde se almacenarán herramientas, mobiliario adicional y otros equipos requeridos para las actividades del taller. Esta zona, que ocupará aproximadamente el 15% del área total del taller.

Además, se tienen en cuenta las directrices y normativas establecidas por el Ministerio de Educación como parte integral del proceso. Estas directrices son fundamentales para asegurar que el diseño y la implementación cumplan con los estándares educativos y de seguridad requeridos (ver tabla 57 y figura 118), teniéndose:

**Tabla 57**  
*Parámetros de diseño para el taller de capacitación*

Altura de piso a cielo raso mínima	3.00 m
Dimensiones de puerta mínima	1.00x2.10 m
Distancia mínima entre mesas opuestas	1.40 m
Pasillo donde no circulen muchos alumnos	1.20 m

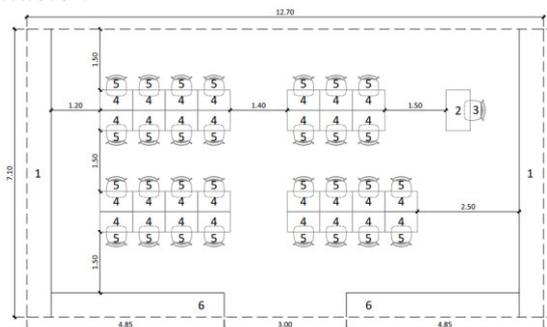
**Figura 117**  
*Análisis funcional del taller de capacitación*

**TALLER**

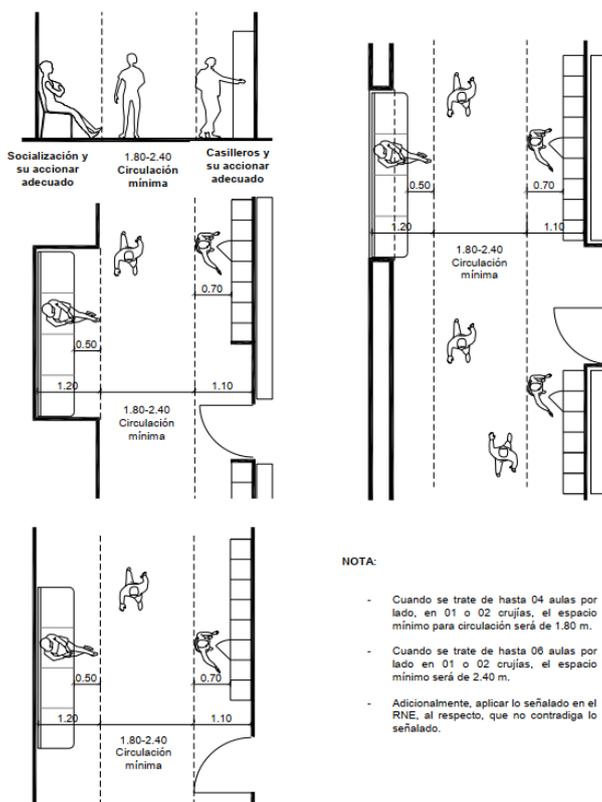
- Capacidad = 30 personas
- Área = 91.00 m<sup>2</sup> (Incluye depósito 15% en áreas laterales)
- IO = 3.00

**Mobiliario**

1. Armarios para almacenar y exhibir material (profundidad 0.60)
2. Mesa de docente 1.00x0.50
3. Silla de docente 0.45x0.40
4. Mesas de trabajo 0.50x0.80
5. Sillas para estudiantes 0.40x0.40 según grupo etario
6. 02 puntos de agua



**Figura 118**  
*Distancias de las circulaciones próximas a los talleres de capacitación*



**NOTA:**

- Cuando se trate de hasta 04 aulas por lado, en 01 o 02 crujeas, el espacio mínimo para circulación será de 1.80 m.
- Cuando se trate de hasta 06 aulas por lado en 01 o 02 crujeas, el espacio mínimo será de 2.40 m.
- Adicionalmente, aplicar lo señalado en el RNE, al respecto, que no contradiga lo señalado.

*Nota.* Tomado de “Circulaciones activas”, por Ministerio de Educación (MINEDU), 2015, (<https://minedu.gob.pe/p/pdf/guia-ebr-jec-2015.pdf>).

**E. Zona de difusión.** Para realizar el análisis funcional de la Sala de Usos Múltiples, se ha establecido un índice de ocupación de 1.00 m<sup>2</sup> por cada usuario, asegurando así un espacio adecuado y confortable para todas las actividades programadas. Además de estas consideraciones, se contempla la inclusión de un escritorio equipado con una silla destinada al expositor principal, proporcionando un entorno adecuado para presentaciones y discursos.

Asimismo, se planifica la integración de un armario con dimensiones específicas de 0.45 x 2m, diseñado para almacenar de manera organizada los materiales necesarios para eventos y actividades diversos. Para el público espectador, se han previsto 100 sillas apilables, garantizando comodidad y accesibilidad durante eventos de mayor afluencia.

Para apoyar la funcionalidad general del espacio, se han asignado dos mesas adicionales de apoyo, cada una con dimensiones de 1.20 x 0.80m, complementadas con sus respectivas sillas para ofrecer espacios de trabajo auxiliares o áreas para pequeñas reuniones y sesiones de grupo (ver figura 119).

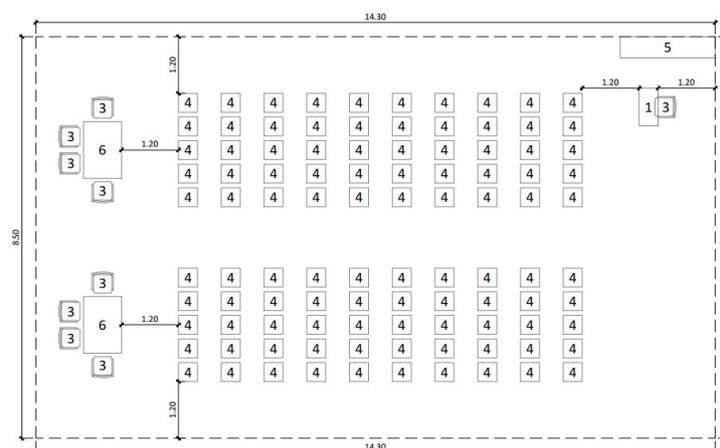
**Figura 119**  
*Análisis funcional del SUM*

**SUM**

- Capacidad = 100 personas
- Área = 129.20 m<sup>2</sup>
- IO = 1.00

**Mobiliario**

1. Escritorio para computadora 0.40x0.80
2. Ecran 3.00x2.00
3. Sillas de apoyo
4. Sillas apilables
5. Armario 0.45x2.00
6. Mesas de apoyo 1.20x0.80



**F. Zona de servicios complementarios.** El desarrollo de la matriz de la cafetería-comedor se adhiere estrictamente a la normativa A070 del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). Esta normativa menciona que el índice de ocupación para el área de cocina debe ser de 9.3 m<sup>2</sup> por persona, asegurando así condiciones adecuadas para las

actividades culinarias y el personal involucrado. Además, para el área destinada a las mesas, se establece un espacio de 1.5 m<sup>2</sup> por cada individuo, garantizando confort y fluidez durante las comidas y reuniones.

Además, para el desarrollo del análisis funcional del área, se tomaron como referencia las medidas recomendadas por el libro "Arquitectura Habitacional – Volumen II" de Plazola, asegurando un diseño óptimo y funcional (ver figuras 120-122).

**Figura 120**

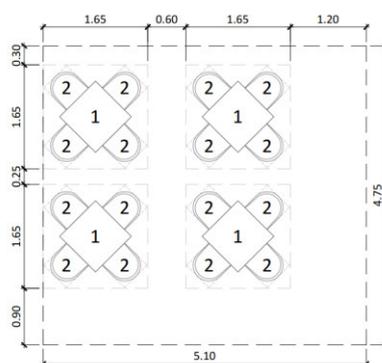
*Análisis funcional del comedor/ Tipo I*

**COMEDOR/ TIPO I**

- Capacidad = 16 personas
- Área = 24.23 m<sup>2</sup> (Incluye circulaciones)

**Mobiliario**

1. Mesa comedor 0.80x0.80
2. Silla comedor 0.50x0.50



**Figura 121**

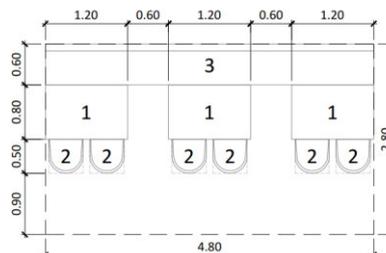
*Análisis funcional del comedor/ Tipo II*

**COMEDOR/ TIPO II**

- Capacidad = 6 personas
- Área = 13.44 m<sup>2</sup> (Incluye circulaciones)

**Mobiliario**

1. Mesa comedor 0.80x1.20
2. Silla comedor 0.50x0.50
3. Sofa 0.60 x largo variable



**Figura 122**

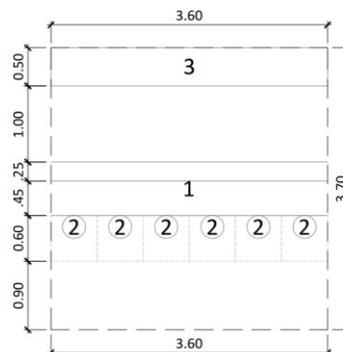
*Análisis funcional de la barra*

**BARRA**

- Capacidad = 6 personas
- Área = 13.32 m<sup>2</sup> (Incluye circulaciones)

**Mobiliario**

1. Barra 0.70 x largo variable
2. Silla alta 0.30x0.30
3. Contrabarra 0.50 x largo variable



El área designada para el tópicó será configurada de acuerdo con un índice de ocupación de 3.75 m<sup>2</sup> por persona, lo que asegura un espacio adecuado y cómodo para las actividades médicas y el bienestar de los pacientes. Esta disposición significa que para albergar hasta 4 personas simultáneamente, se destinará un total de 15.00 m<sup>2</sup>. Además de cumplir con estas medidas estándar, el tópicó estará equipado con un armario de dimensiones 1.20x0.40m para el almacenamiento organizado de suministros médicos, una camilla rodante de 0.70x1.80m para facilitar el traslado de pacientes, un lavadero funcional, y una mesa de apoyo diseñada específicamente para la atención directa de los enfermos. Asimismo, se incluirá una mesa adicional de 0.40x0.80m destinada al médico, complementada por una silla ergonómica que garantice comodidad durante las consultas y procedimientos médicos (ver figura 123).

### Figura 123

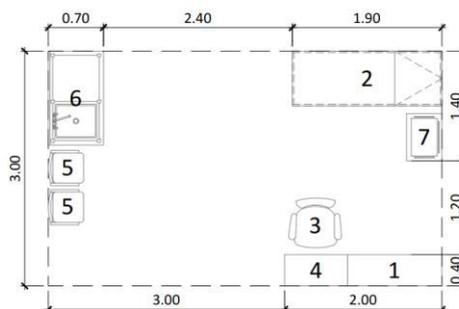
#### *Análisis funcional del tópicó*

##### **TÓPICÓ**

- Capacidad = 4 personas
- Área = 15.00 m<sup>2</sup>
- IO = 3.75

##### **Mobiliario**

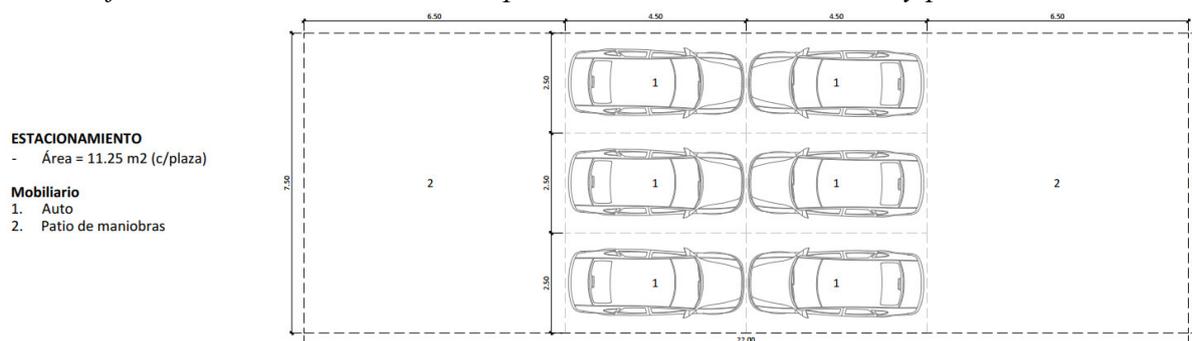
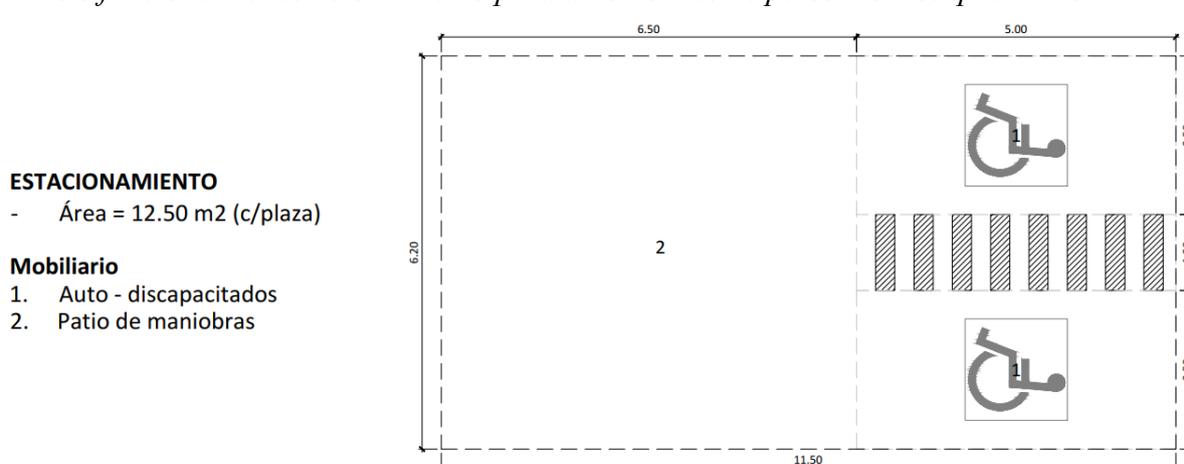
1. Armario 1.20x0.40 (h=0.70)
2. Camilla rodante 0.70x1.80
3. Silla giratoria
4. Escritorio 0.40x0.80
5. Silla 0.45x0.45
6. Lavadero
7. Mesa de apoyo

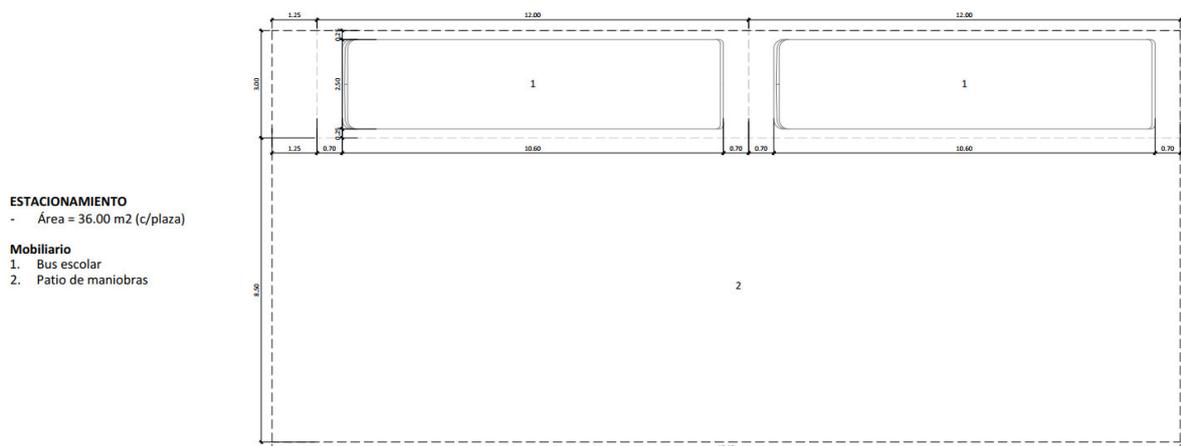


**G. Zona de estacionamientos.** Los análisis funcionales detallados de los estacionamientos para cada categoría de vehículo (ver figuras 124-128) han sido definidos de acuerdo con las disposiciones establecidas en la normativa A010 del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). Esta normativa proporciona directrices específicas que incluyen dimensiones precisas y áreas recomendadas para los estacionamientos de vehículos menores. Además de cumplir con estas normas, se consideran detalladamente los parámetros de diseño que aseguran tanto la funcionalidad como la eficiencia del espacio destinado al estacionamiento, como se especifica en la tabla 58 del reglamento mencionado.

**Tabla 58***Parámetros de diseño para estacionamientos de uso público*

Ingreso de 41 a 300 vehículos	6.00 m
Plaza de estacionamiento individual	3.00x5.00 m
Plaza de dos estacionamientos contiguos	2.60x5.00 m
Plaza de tres o más estacionamientos contiguos	2.50x5.00 m
Plaza de estacionamiento en paralelo	2.50x6.00 m
Largo del estacionamiento en paralelo en esquina sin posibilidad de estacionar en retroceso	7.20 m
Distancia mínima entre los espacios de estacionamiento opuestos	6.50 m
Plaza de estacionamiento para bicicletas	0.75x2.00 m
Plaza de estacionamiento para motos	1.50x2.50 m

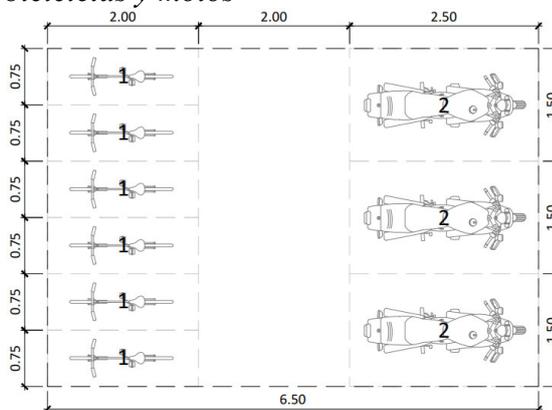
**Figura 124***Análisis funcional del estacionamiento para automóviles de visitantes y personal***Figura 125***Análisis funcional del estacionamiento para automóviles de personas discapacitadas*

**Figura 126***Análisis funcional del estacionamiento para buses***Figura 127***Análisis funcional del estacionamiento para bicicletas y motos***ESTACIONAMIENTO**

- Área bicicleta= 1.50 m<sup>2</sup> (c/plaza)
- Área moto= 3.75 m<sup>2</sup> (c/plaza)

**Mobiliario**

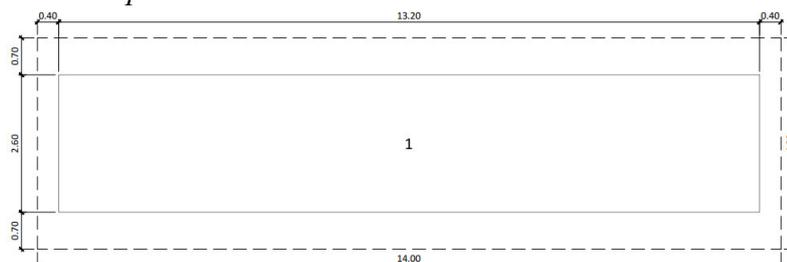
1. Bicicleta
2. Moto

**Figura 128***Análisis funcional del estacionamiento para camiones***ESTACIONAMIENTO**

- Área = 56 m<sup>2</sup> (c/plaza)

**Mobiliario**

1. Camión recolector  
13.20x2.60 (h=4.10)

**4.3.3. Programa arquitectónico**

Los ambientes se agruparon en un total de 11 zonas, cuidadosamente delineadas según las necesidades específicas para el desarrollo integral del proyecto. Estas zonas se dividen en: administrativa, comercio, experimentación y almacenamiento, investigación, revisión de información, capacitación, difusión, servicios complementarios, servicios generales, acceso y

recreación, así como estacionamientos. La formulación del programa arquitectónico, presentado en la tabla 60, se llevó a cabo tras un exhaustivo análisis y validación con referencia a proyectos de características similares, asegurando una estricta conformidad con el Reglamento Nacional de Edificaciones, las normativas vigentes del Ministerio de Educación, los parámetros urbanísticos del distrito (ver tabla 59), entre otros criterios pertinentes.

**Tabla 59***Parámetros urbanísticos del terreno de intervención*

Área territorial	Distrito de San Juan de Lurigancho
Área de tratamiento normativo	I
Zonificación	II (Industria elemental y complementaria)
% Usos industriales	Según proyecto
Usos permisibles y compatibles	Conforme al índice de usos para la ubicación de actividades urbanas e índice de usos para la ubicación de actividades, zona mixta
Área de lote mínimo	300m <sup>2</sup>
Frente mínimo	10.00ml
Altura de la edificación	Según proyecto y según entorno
Área libre	Según actividades específicas y consideraciones ambientales
Alineamiento de fachada	$a/2+r$ (A=ancho de vía, R=Retiro)-vía Local. En caso de vía colectora, arterial, expresa sección variable.
Estacionamiento	1 c/6 personas empleadas.

**Tabla 60**

*Programa Arquitectónico del Centro de Investigación y Capacitación en Materiales Sostenibles*

ZONA	SUB-ZONA	AMBIENTES	AFORO		ÁREA PARCI AL (M2)	TOTA L (M2)	
			FIJO	EVEN TUAL			
ADMINISTRATIVA	Ingreso	Recepción-secretaría	1	0	13.02	395.89	
		Sala de espera	0	11	27.61		
	Organización	Director general	1	2	16.72		
		Subdirector	1	2	10.73		
		Trámite documentario	1	2	10.73		
		Logística	1	2	10.50		
		Administrador	1	2	10.50		
		Contabilidad	1	2	10.50		
		Marketing	1	2	10.50		
		Publicidad	1	2	10.50		
		RR.HH.	1	2	10.50		
		Sala de reuniones	0	0	23.73		
		Área de guardado	0	0	6.75		
		Esclusa	0	0	4.03		
		Economato	0	0	7.35		
		Archivos	0	0	7.84		
		Reproducción de documentos	0	0	8.12		
		Jefatura de mantenimiento	2	4	26.15		
		Servicios	Kitchenette/área de descanso	0	0		36.66
			Depósito	0	0		7.84
			Cuarto de limpieza	0	0		3.25
			S.H-Director general	0	0		4.03
			S.H-Caballeros	0	0		8.49
			S.H-Damas	0	0		8.49
			Cuarto de sistemas y tableros	0	1		29.96
			Cuarto ups	0	1		9.30
			CCTV	8	0		46.58
			Soporte técnico-centro de control	0	0		15.51

ZONA	SUB-ZONA	AMBIENTES	AFORO		ÁREA PARCIAL (M2)	TOTAL (M2)
			FIJO	EVENTUAL		
COMERCIO	Ventas	Área de caja	1	0	11.10	83.65
		Sala de ventas	0	20	62.70	
	Servicios	Deposito	0	0	7.21	
		S.H – Personal + lavamopas	0	0	2.64	
ZONA	SUB-ZONA	AMBIENTES	AFORO		ÁREA PARCIAL (M2)	TOTAL (M2)
			FIJO	EVENTUAL		
EXPERIMENTACIÓN Y ALMACENAMIENTO	Zonas Generales	Tanque de recepción de residuos	0	0	79.08	1,200.49
		Zona de clasificación	20	0	261.52	
		Zona de almacenamiento final	5	0	79.82	
		Bodega de maquinas	0	0	57.26	
		Cuarto de control	2	0	14.44	
	Materiales plásticos	Zona de triturado o molido	2	0	80.00	
		Zona de lavado	2	0		
		Zona de secado	2	0		
		Zona de extrusión	2	0		
		Zona de eliminación de residuos excedentes	2	0		
	Materiales metálicos	Módulo de trabajo 1	1	2	80.00	
		Zona de limpieza	2	0		
		Zona de compactación	2	0		
		Zona de fragmentación	2	0		
		Zona de separación	2	0		
		Zona de fundición	2	0		
		Zona de eliminación de residuos excedentes	2	0		

	Módulo de trabajo 2	1	2	
Materiales de papel y cartón	Zona de trituración	2	0	
	Zona de compactación	2	0	
	Zona de eliminación de residuos excedentes	2	0	110.00
	Módulo de trabajo 3	1	2	
Materiales de vidrio	Zona de retirado de tapas y anillos	2	0	
	Zona de limpieza	2	0	
	Zona de separación por colores	2	0	
	Zona de molido	2	0	80.00
	Zona de calcín	2	0	
	Zona de eliminación de residuos excedentes	2	0	
Servicios	Módulo de trabajo 4	1	2	
	Cocina	10	0	50.00
	Comedor	0	0	90.00
	SS. HH – Caballeros	0	0	25.59
	Duchas – Vestidores – Caballeros	0	0	42.97
	SS. HH – Damas	0	0	21.037
	Duchas – Vestidores – Damas	0	0	42.97
	Cuarto de limpieza	0	0	4.125
	Cuarto de sistemas y tableros	0	1	29.35
	Cuarto de basura	0	0	52.33

ZONA	SUB-ZONA	AMBIENTES	AFORO		ÁREA PARCI AL (M2)	TOTA L (M2)
			FIJO	EVEN TUAL		
INVESTIGACI ÓN	Laboratorio de Investigación	Laboratorio de investigación, gestión y diseño de materiales metálicos	21	0	62.70	362.31
		Laboratorio de investigación, gestión	21	0	62.70	

		y diseño de materiales de vidrio				
		Área de elaboración de prototipo	12	0	34.32	
		Laboratorio de investigación, gestión y diseño de materiales de papel/cartón	21	0	62.70	
		Laboratorio de investigación, gestión y diseño de materiales plásticos	21	0	62.70	
		Área de elaboración de prototipo	12	0	34.32	
	Servicios	Cuarto de limpieza	0	0	4.00	
		SS. HH - Caballeros	0	0	21.75	
		SS. HH - Damas	0	0	17.12	
ZONA	SUB-ZONA	AMBIENTES	AFORO		ÁREA PARCIAL (M2)	TOTAL (M2)
			FIJO	EVEN TUAL		
REVISIÓN DE INFORMACIÓN	Biblioteca	Vestíbulo	0	0	20.75	616.83
		Atención al público	1	0	47.05	
		Depósito de libros	0	0	33.61	
		Área de lectura	0	80	191.84	
		Área de libros	0	0	44.81	
		Gradería	0	81	37.80	
		Mediateca/ Sala de computo	1	30	72.96	
		Coworking	1	30	72.96	
	Servicios	Cuarto de carga	0	1	39.95	
		Cuarto de limpieza	0	0	2.58	
		Botadero	0	0	3.23	
		S.H - Personal	0	0	2.88	
		SS. HH - Caballeros	0	0	25.59	
		SS. HH - Damas	0	0	20.82	

ZONA	SUB-ZONA	AMBIENTES	AFORO		ÁREA PARCI AL (M2)	TOTAL (M2)
			FIJO	EVEN TUAL		
CAPACITACIÓN	Ingreso	Vestíbulo	0	0	52.73	1,049.7 2
		Recepción	1	0	43.58	
	Oficinas	Director general	1	2	16.00	
		Sala de profesores	0	0	25.00	
		Sala de reuniones	0	0	20.00	
	Talleres teóricos, lúdicos - prácticos	Sala de capacitación 1	1	24	90.20	
		Sala de capacitación 2	1	24	90.20	
		Sala de capacitación 3	1	24	90.20	
		Sala de capacitación 4	1	24	90.20	
		Sala de capacitación 5	1	24	90.20	
		Sala de capacitación 6	1	24	90.20	
		Sala de capacitación 7	1	24	90.20	
		Sala de capacitación 8	1	24	90.20	
	Servicios	S.H – Director General	0	0	4.00	
		SS. HH - Caballeros	0	0	29.23	
		SS. HH - Damas	0	0	28.42	
		SS. HH – Caballeros - Profesores	0	0	7.20	
		SS. HH – Damas - Profesores	0	0	7.20	
		Kitchenette	0	0	35.00	
		Archivos	0	0	7.50	
		Depósito de materiales y herramientas	0	0	14.20	
		Maestranza	0	0	17.03	
		Cuarto de limpieza	0	0	4.00	
	Cuarto de basura	0	0	17.03		

ZONA	SUB-ZONA	AMBIENTES	AFORO		ÁREA PARCI AL (M2)	TOTAL (M2)
			FIJO	EVEN TUAL		
DIFUSIÓN	Auditorio	Vestíbulo	0	0	22.50	209.26
		Recepción	1	0	7.53	
		Sala de proyección	1	0	7.00	
		Área de butacas	0	114	105.60	
		Escenario	0	8	28.58	
		Deposito 1	0	0	4.52	
		Deposito 2	0	0	4.52	
		S.H - Discapacitados	0	0	3.20	
		SS. HH - Caballeros	0	0	10.40	
		SS. HH - Damas	0	0	9.00	
		S.H – Personal	0	0	2.17	
		Cuarto de limpieza	0	0	2.32	
		Botadero	0	0	1.92	
	SUM					240.62
		Vestíbulo	0	0	50.00	
		Salón	0	100	160.00	
		SS. HH - Caballeros	0	0	10.40	
		SS. HH - Damas	0	0	9.00	
		Cuarto de limpieza	0	0	2.30	
		Botadero	0	0	1.92	
		Deposito	0	0	7.00	

ZONA	SUB-ZONA	AMBIENTES	AFORO		ÁREA PARCI AL (M2)	TOTAL (M2)
			FIJO	EVEN TUAL		
SERVICIOS COMPLEMENTARIOS	Enfermería	Vestíbulo	0	0	25.51	86.09
		Oficina/ Doctor	1	2	20.00	
		Área de camillas	0	5	25.00	
		Cuarto de limpieza	0	0	2.59	
		Botadero	0	0	2.59	
		S.H - Mixto	0	0	10.40	
	Cafetería - Comedor	Muelle de carga y descarga	0	2	32.85	512.17
		Almacén de frutas y verduras	0	0	25.25	
		Almacén refrigerado	0	0	18.25	

	Cocina caliente	4	0	33.08	
	Cocina fría	4	0	34.91	
	Lavado de vajilla y ollas	2	0	16.43	
	Cuarto de basura	0	0	15.00	
	Barra	2	4	28.48	
	Comedor	0	102	159.14	
	Terraza	0	64	87.45	
	Cuarto de limpieza	0	0	4.60	
	Botadero	0	0	4.60	
	SS. HH - Caballeros	0	0	25.40	
	SS. HH - Damas	0	0	20.26	
	SS. HH – Caballeros - Personal	0	0	3.83	
	SS. HH – Damas - Personal	0	0	2.64	
	Estar	0	5	34.00	
	Deposito	0	0	4.20	
Lactario	Cuarto de limpieza	0	0		50.78
	Botadero	0	0	3.20	
	S.H - Mixto	0	0	9.38	

ZONA	SUB-ZONA	AMBIENTES	AFORO		ÁREA PARCIAL (M2)	TOTAL (M2)
			FIJO	EVENTUAL		
		Grupo electrógeno	0	1	22.75	
		Sala eléctrica MT	0	1	15.75	
		Sala eléctrica BT	0	1	15.75	
		Subestación eléctrica	0	1	17.50	
	Cuartos técnicos	Cuarto de tableros generales	0	1	24.50	
		Cuarto de mantenimiento	0	1	17.50	561.4
		Almacén de mantenimiento	0	1	7.00	
	Cisternas	Cuarto de bombas 1	0	1	64.00	
		Cisterna contra incendios	0	0	109.40	

	Cisterna de consumo humano	0	0	94.33
	Cuarto de bombas 2	0	1	15.00
	Cisterna de aguas tratadas	0	0	60.45
Área de desechos	Acopio de residuos solidos	0	0	45.00
	Depósito de materiales de limpieza	0	0	6.76
	Cuarto de limpieza	0	0	
	Kitchenette/ Descanso – Personal de limpieza	0	20	30.80
Servicios	S.H - Caballeros	0	0	4.02
	Duchas – Vestidores - Caballeros	0	0	4.02
	S.H - Damas	0	0	2.68
	Duchas – Vestidores - Damas	0	0	4.19

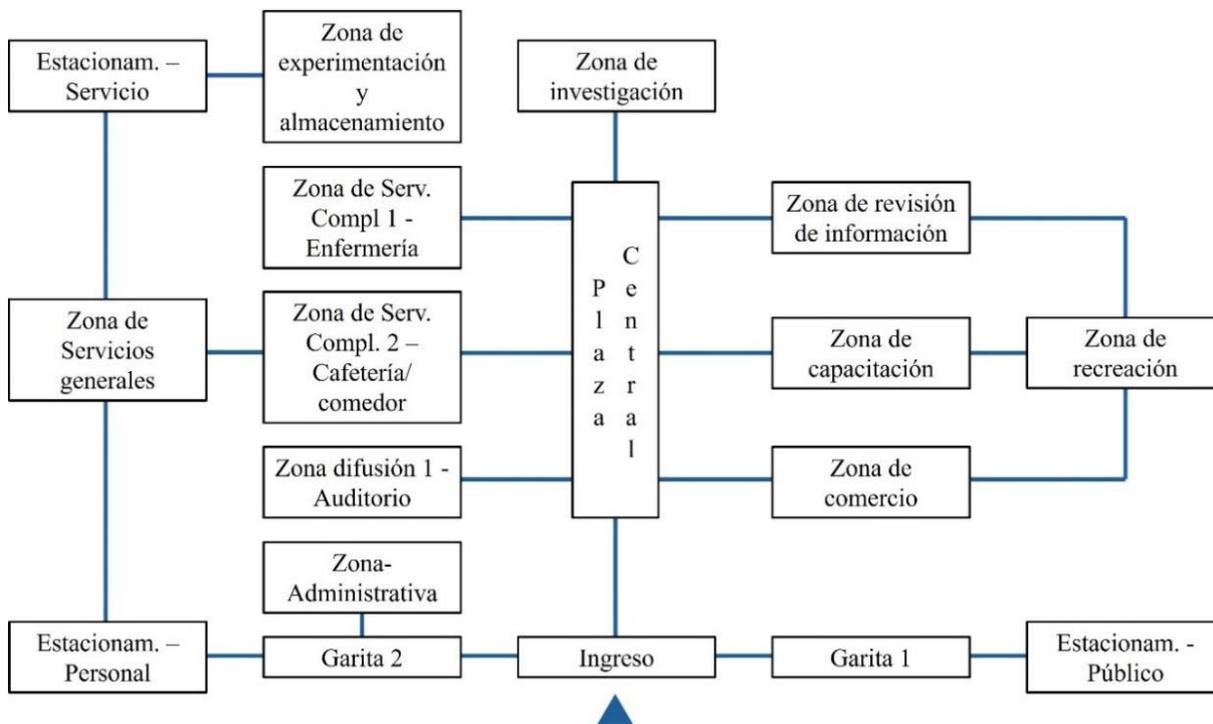
ZONA	SUB-ZONA	AMBIENTES	AFORO		ÁREA PARCIAL (M2)	TOTAL (M2)
			FIJO	EVEN TUAL		
ACCESO Y RECREACIÓN	Garita 1 – Acceso publico	Atención	2	0	13.24	3,731.3 2
		S.H - Personal	0	0	1.92	
	Garita 2 – Acceso personal y de servicio	Atención	2	0	9.74	
		S.H - Personal	0	0	2.24	
		Esclusa de seguridad	0	0	55.61	
		Lockers	0	0		
	Plaza central	-	0	0	1,600.9 0	
	Recreación	Zona de juegos	0	0	2,000.0	
	Área verde	-	0	0	0	
	Servicios	SS.HH - Caballeros	0	0	24.01	
		SS.HH - Damas	0	0	20.02	
		Cuarto de limpieza	0	0	3.64	

ZONA	SUB-ZONA	AMBIENTES	AFORO		ÁREA PARCI AL (M2)	TOTAL (M2)
			FIJO	EVEN TUAL		
ESTACIONAMIENTOS	Bahía de parqueo	Paradero de taxis	0	2	25.92	4,796.6 9
		Estacionamiento autos	0	78	937.02	
		Estacionamiento buses	0	2	72.00	
	Estacionamien to publico	Estacionamiento bicicletas (5%)	0	12	18.00	
		Estacionamiento motos	0	6	22.50	
	Estacionamien to personal	Estacionamiento autos	0	54	621.00	
		Estacionamiento bicicletas (5%)	0	10	15.00	
		Estacionamiento motos	0	5	18.75	
	Estacionamien to servicio	Estacionamiento furgonetas	0	2	32.50	
		Estacionamiento camiones	0	8	448.00	
	Patio de maniobras	-	0	0	2,586.0 0	

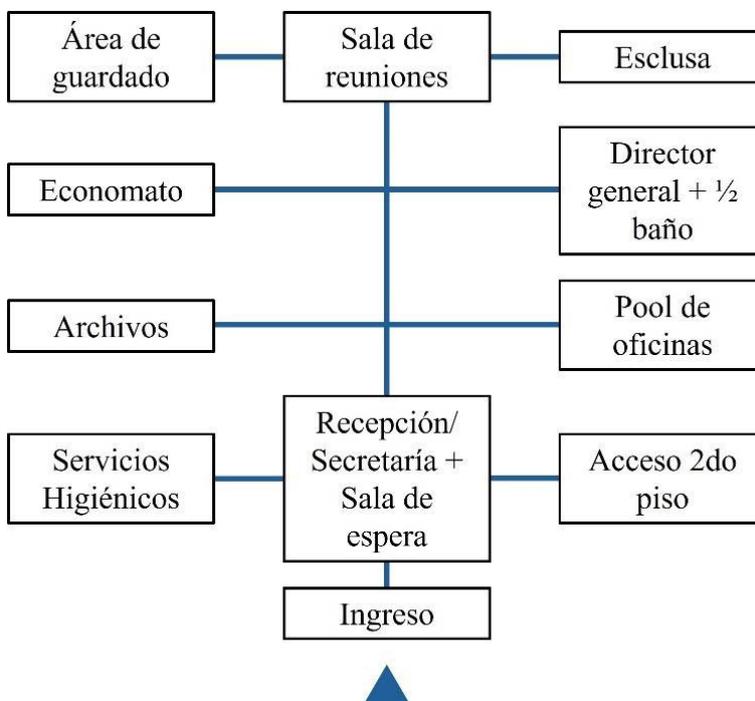
#### 4.3.4. Organigramas

Se elaboraron organigramas para cada área del centro de investigación y capacitación en materiales sostenibles, tomando en cuenta los ambientes definidos en los cuadros previos. Esto resultó en un esquema detallado de las relaciones que guían el flujo de usuarios desde el ingreso hasta su salida (ver figuras 129-146).

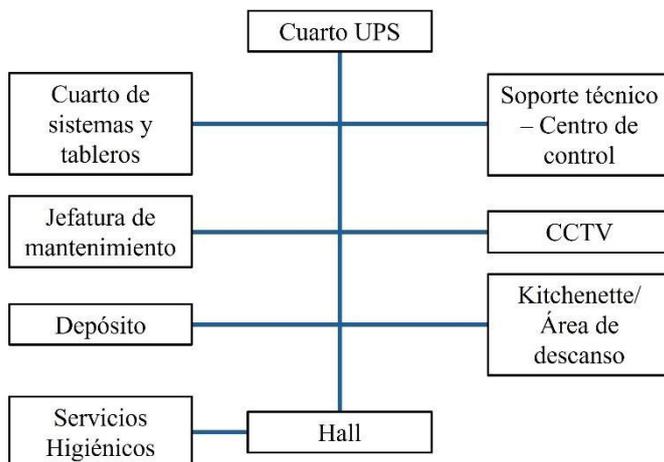
**Figura 129**  
*Organigrama General*



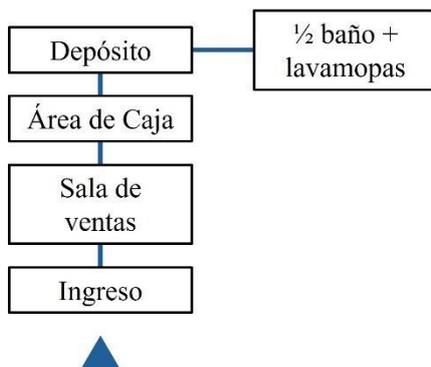
**Figura 130**  
*Organigrama de la zona administrativa, primer nivel*



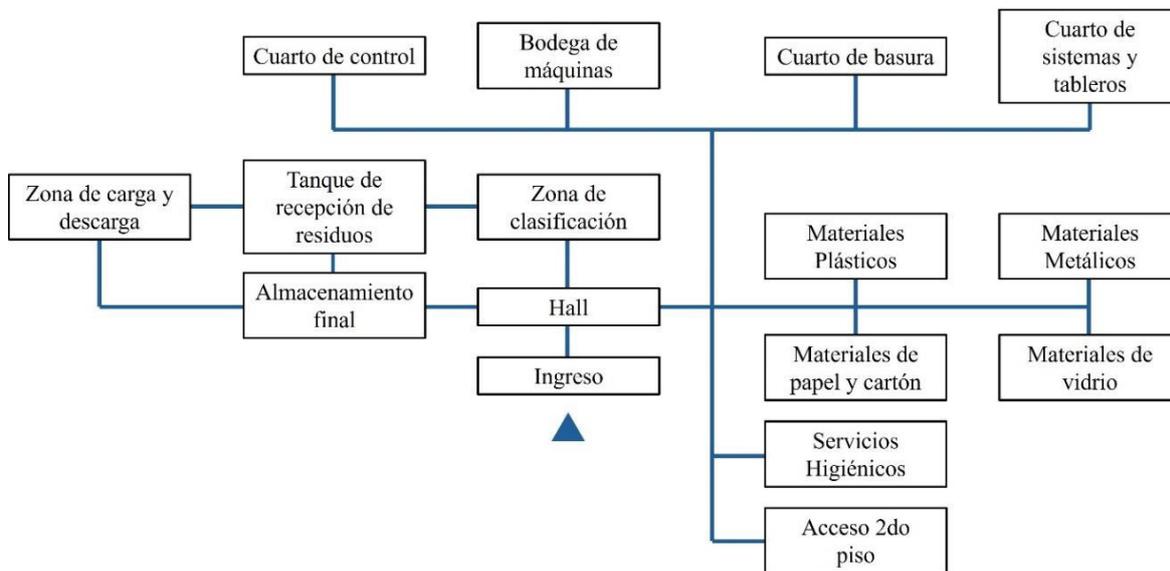
**Figura 131**  
Organigrama de la zona administrativa, segundo nivel



**Figura 132**  
Organigrama de la zona de comercio

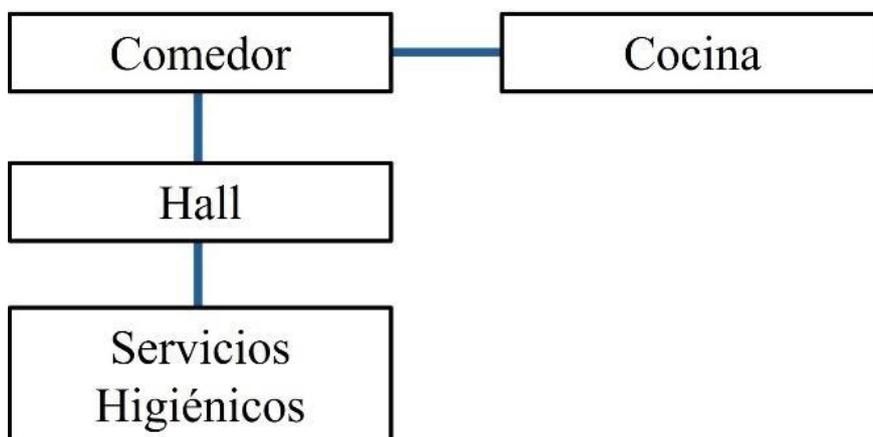


**Figura 133**  
Organigrama de la zona de experimentación y almacenamiento, primer nivel

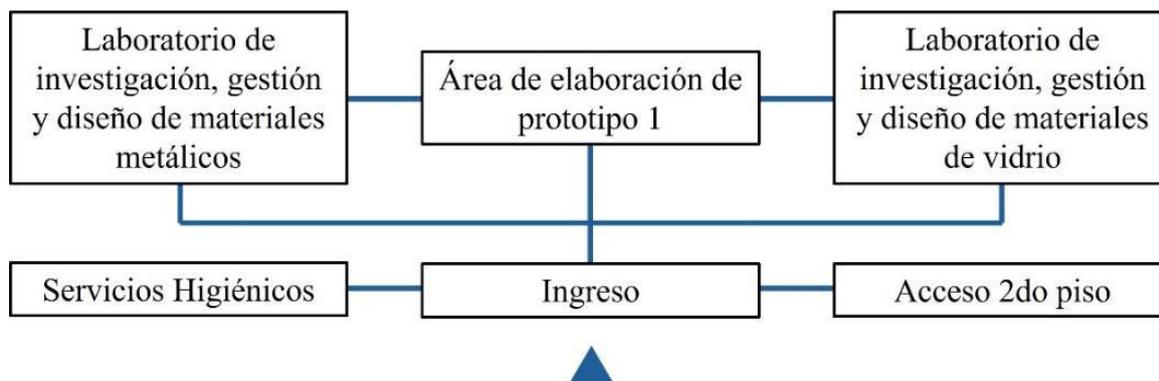


**Figura 134**

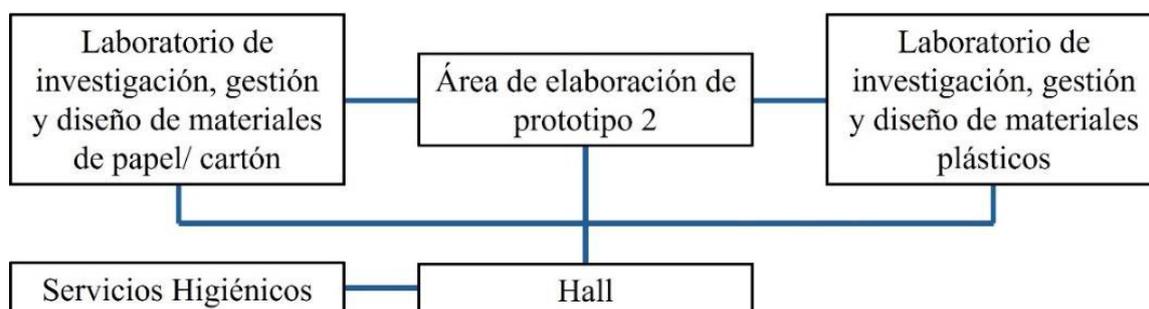
*Organigrama de la zona de experimentación y almacenamiento, segundo nivel*

**Figura 135**

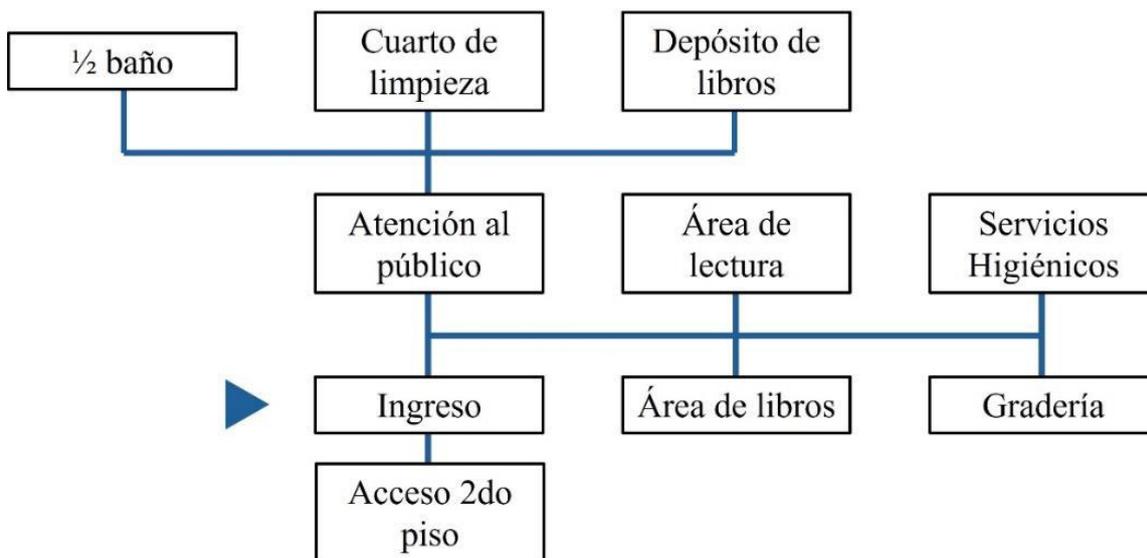
*Organigrama de la zona de investigación, primer nivel*

**Figura 136**

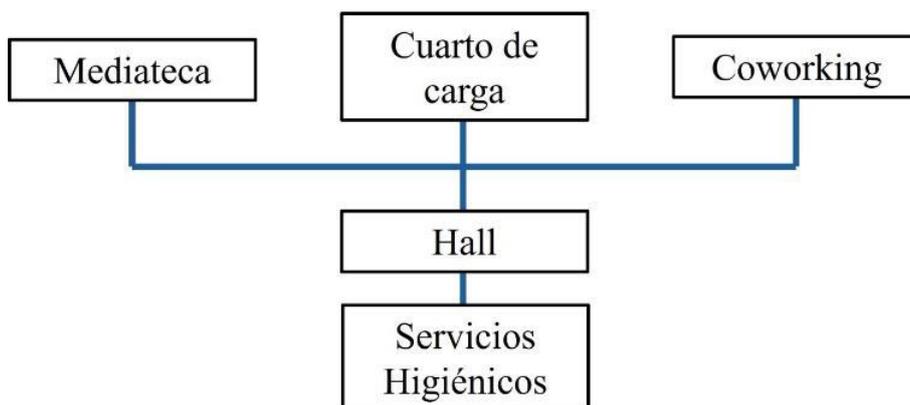
*Organigrama de la zona de investigación, segundo nivel*



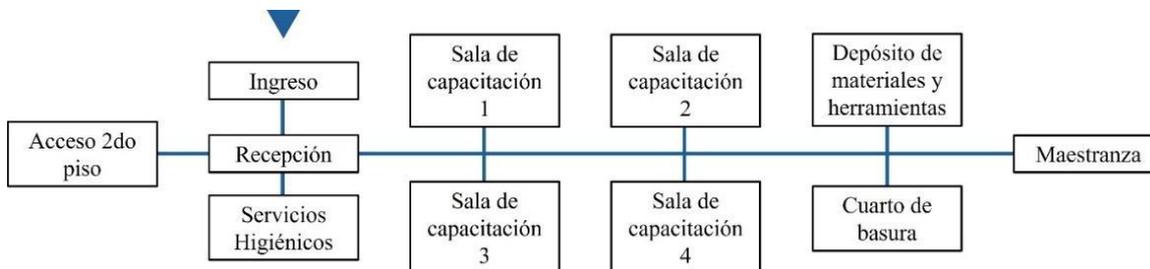
**Figura 137**  
*Organigrama de la zona de revisión de información, primer nivel*



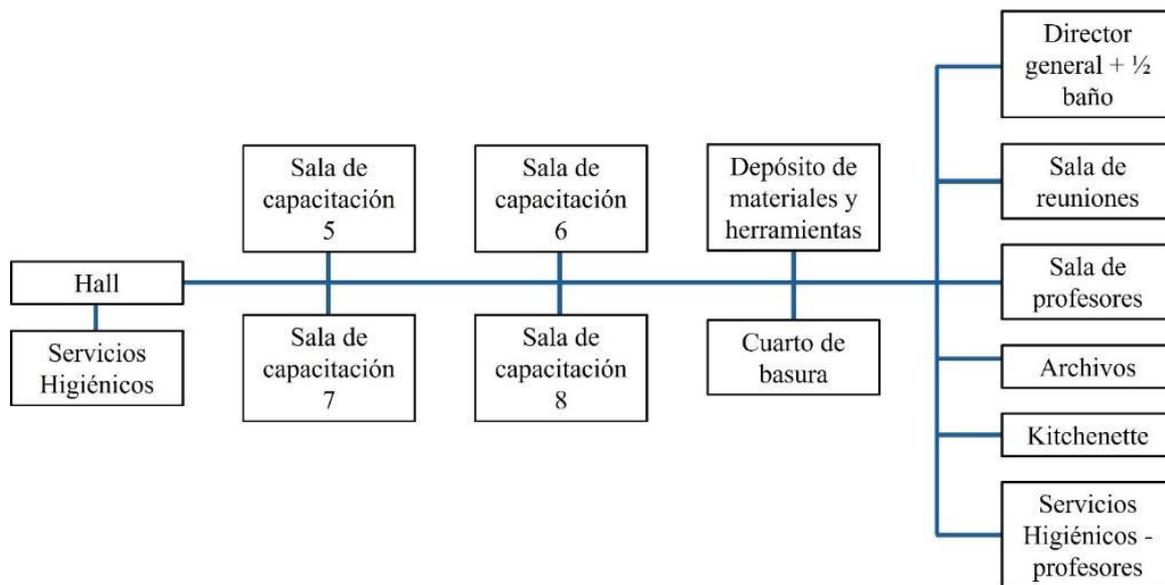
**Figura 138**  
*Organigrama de la zona de revisión de información, segundo nivel*



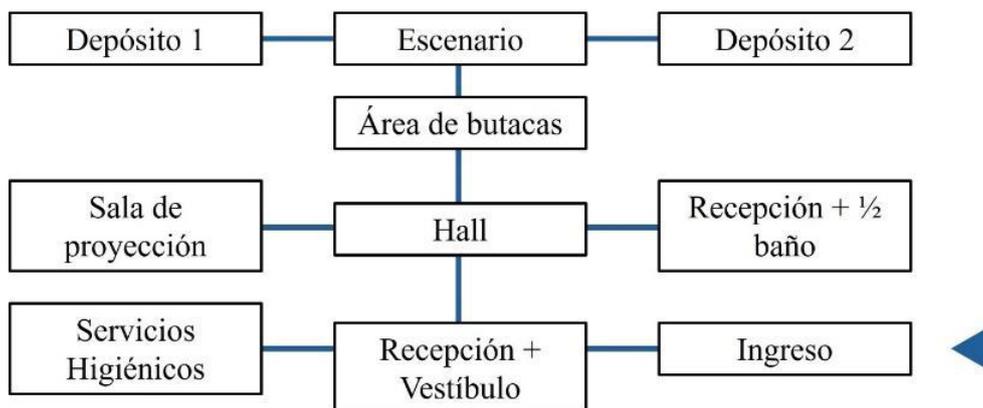
**Figura 139**  
*Organigrama de la zona de capacitación, primer nivel*



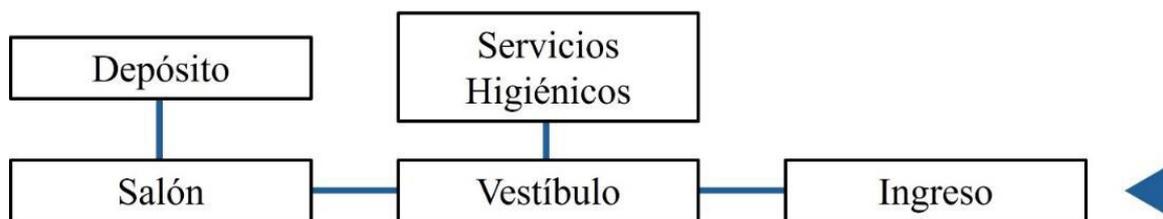
**Figura 140**  
Organigrama de la zona de capacitación, segundo nivel



**Figura 141**  
Organigrama de la zona de difusión 1 - Auditorio

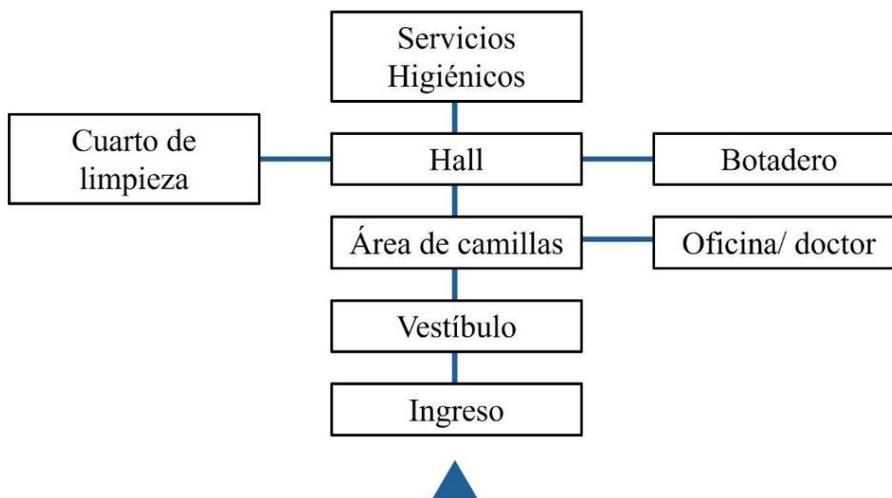


**Figura 142**  
Organigrama de la zona de difusión 2 - SUM



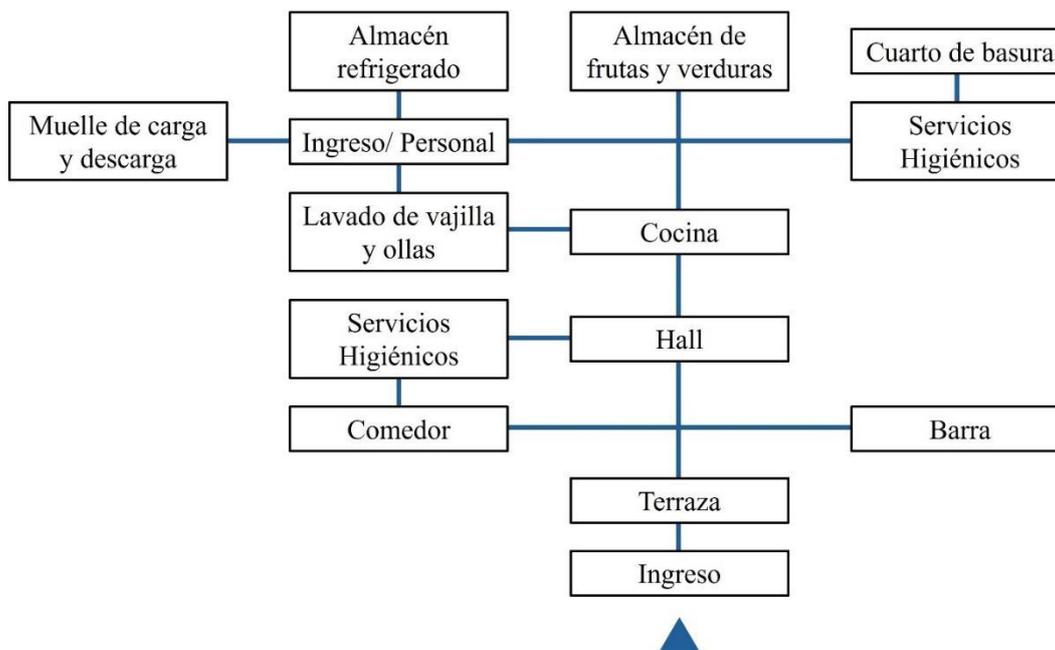
**Figura 143**

*Organigrama de la zona de servicios complementarios 1 - Enfermería*



**Figura 144**

*Organigrama de la zona de servicios complementarios 2 - Cafetería/Comedor*

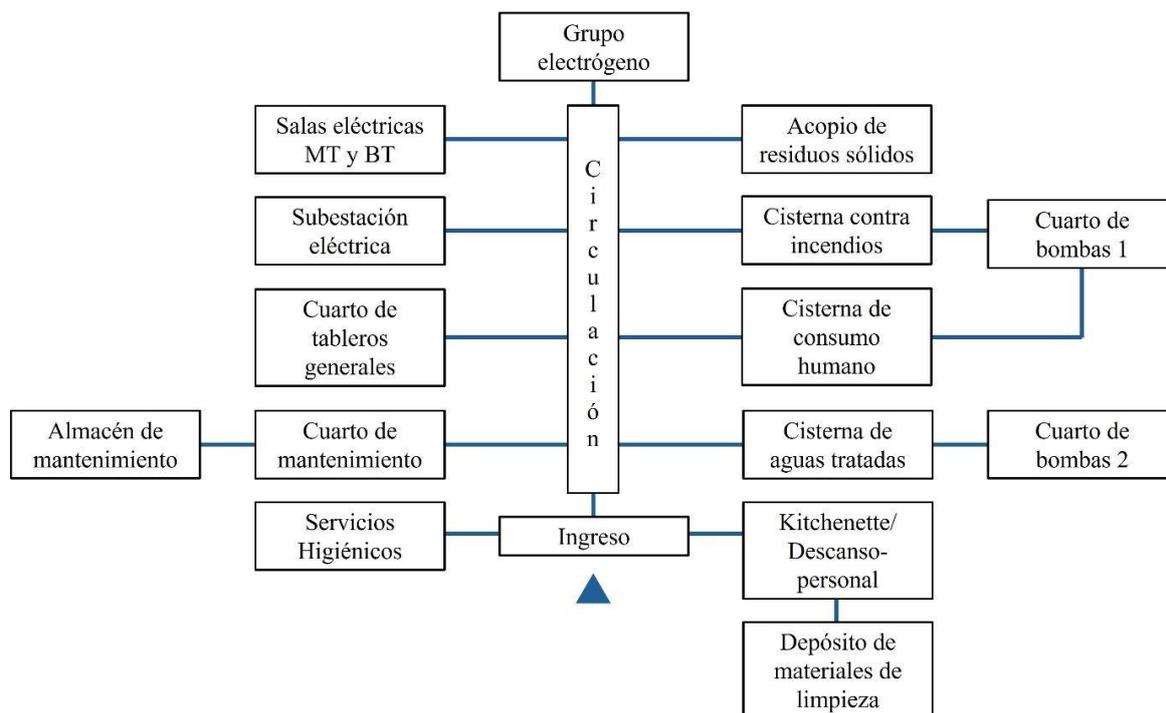


**Figura 145**

*Organigrama de la zona de servicios complementarios 3 - Lactario*



**Figura 146**  
Organigrama de la zona de servicios generales

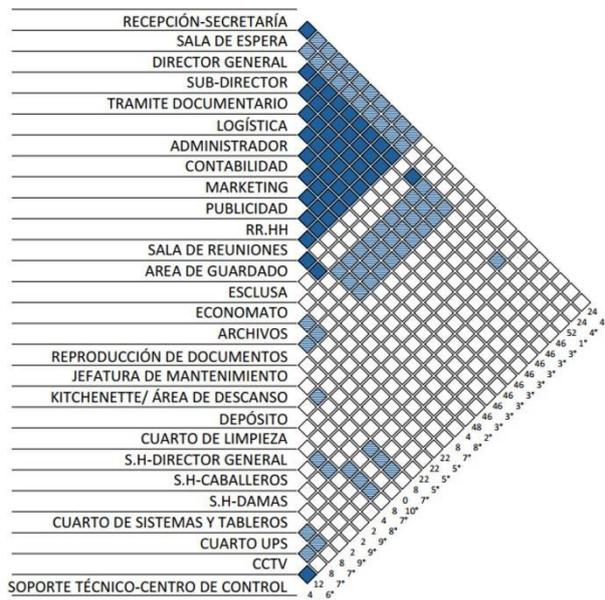


#### 4.3.5. Diagrama de relaciones ponderadas

Se procedió con la elaboración detallada de los diagramas de relaciones ponderadas para cada área del centro de investigación y capacitación en materiales sostenibles. Este proceso implicó organizar meticulosamente los diferentes espacios según su función y establecer la naturaleza de las relaciones entre ellos, clasificándolas como directas, indirectas o nulas. Cada tipo de relación recibió una evaluación cuantitativa específica, la cual fue luego sumada para cada ambiente de forma individual, determinando así el orden de importancia de los ambientes, de mayor a menor (ver figuras 147 y 148).

**Figura 147**  
*Diagrama de relaciones ponderadas, parte 1*

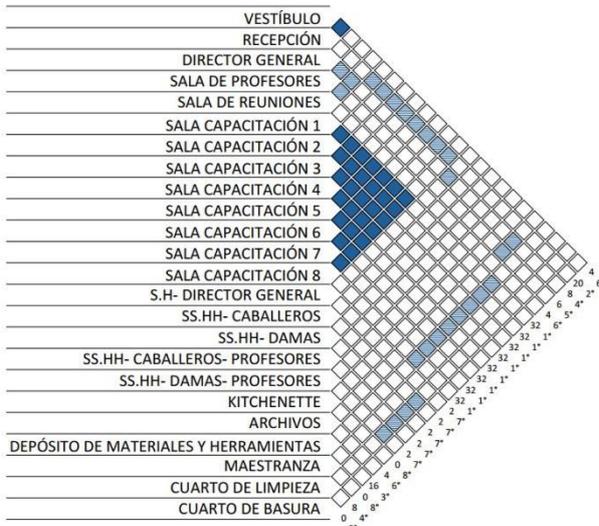
**ZONA ADMINISTRATIVA**



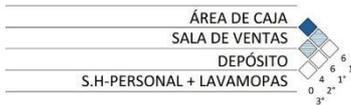
**ZONA EXPERIMENTACIÓN Y ALMACENAMIENTO**



**ZONA CAPACITACIÓN**



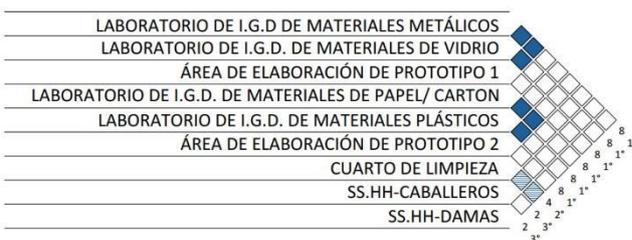
**ZONA DE COMERCIO**



**BIBLIOTECA**



**ZONA INVESTIGACIÓN**



**ZONA DIFUSIÓN 1: AUDITORIO**



**Figura 148**  
*Diagrama de relaciones ponderadas, parte 2*

**ZONA DIFUSIÓN 2:  
SUM**



**SERVICIOS C. 1:  
ENFERMERÍA**



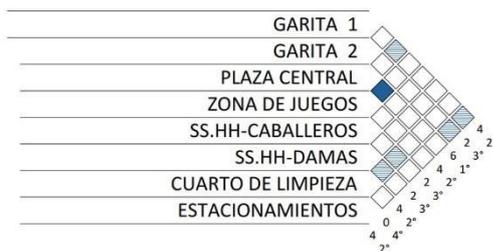
**SERVICIOS C. 2:  
CAFETERÍA**



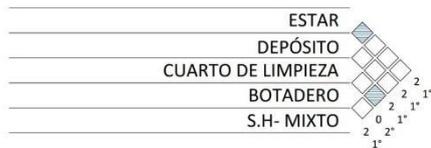
**ZONA SERVICIOS G.**



**ZONA DE ACCESO,  
RECREACIÓN Y  
ESTACIONAMIENTOS**



**SERVICIOS C. 3:  
LACTARIO**

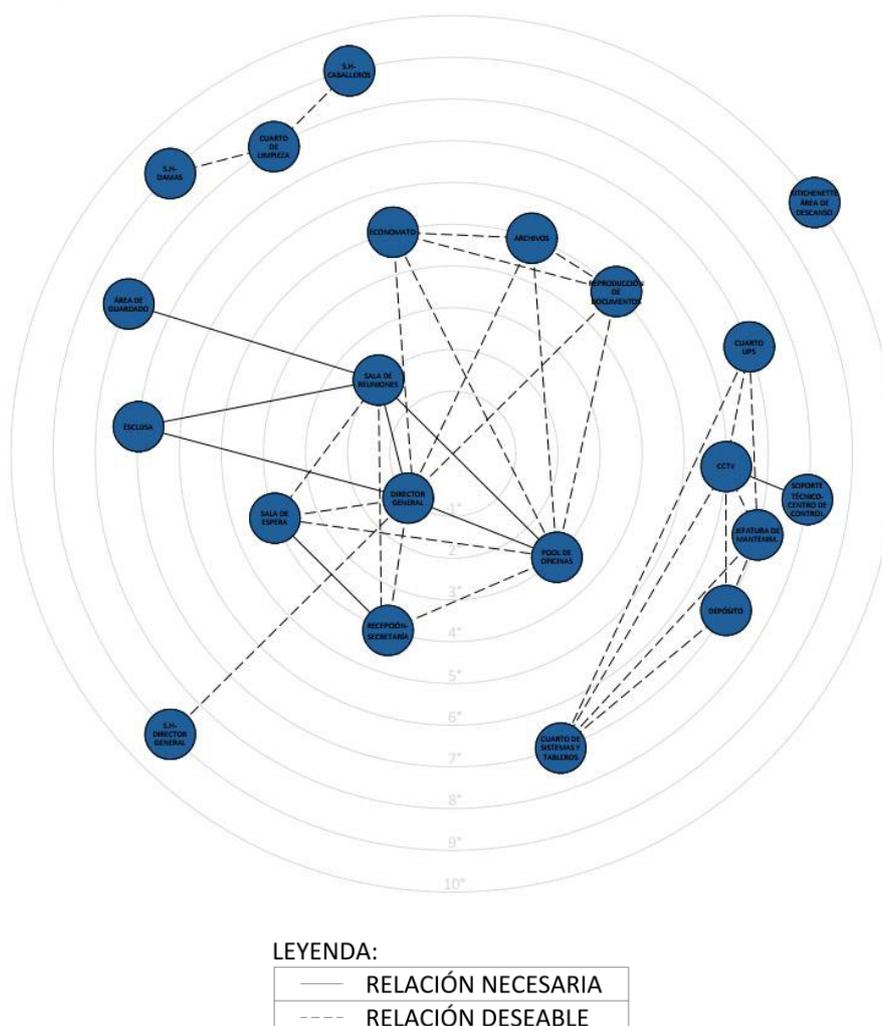


### 4.3.6. Diagrama de flujos

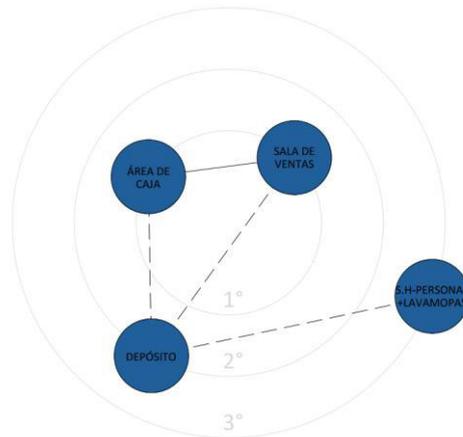
De acuerdo con los resultados obtenidos de los diagramas de relaciones ponderadas, se ha evaluado la importancia relativa de cada ambiente, clasificándolos de menor a mayor en función de su nivel de relevancia. Estos resultados han sido cruciales para determinar la disposición de cada espacio dentro del diseño, tomando decisiones respecto a su jerarquía espacial. Se han considerado aspectos como el tamaño, la altura, la forma y las circulaciones internas de cada ambiente para asegurar una distribución óptima y funcional dentro del centro de investigación y capacitación en materiales sostenibles (ver figuras 149-161).

**Figura 149**

*Diagrama de flujos de la zona administrativa*



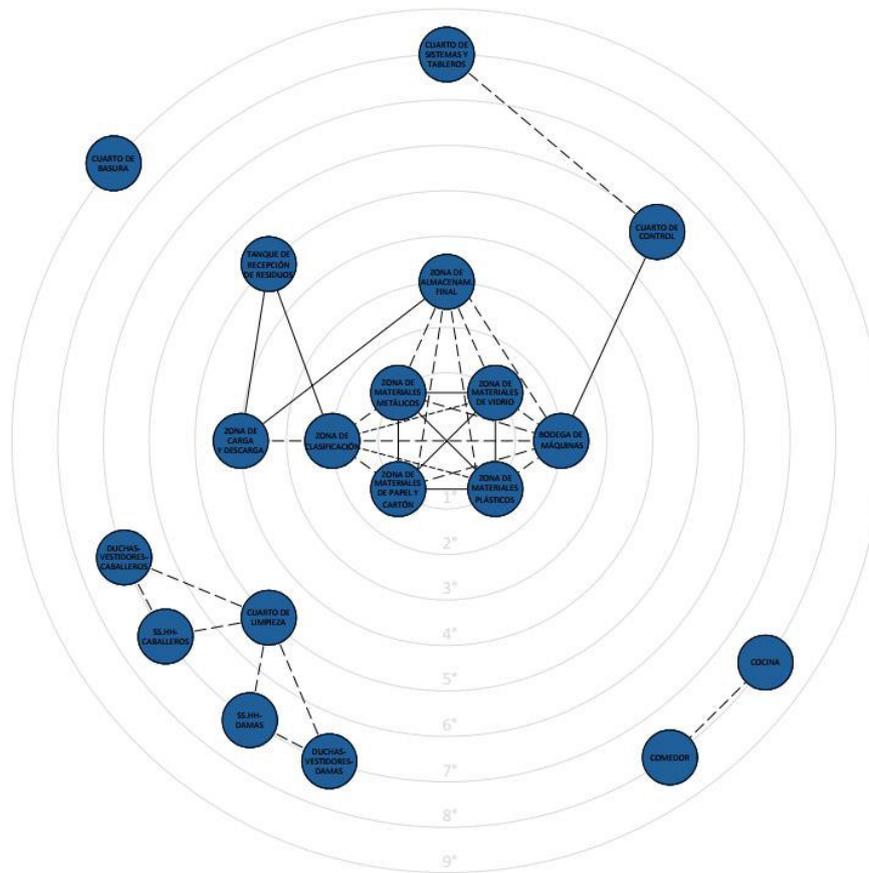
**Figura 150**  
*Diagrama de flujos de la zona de comercio*



LEYENDA:

—	RELACIÓN NECESARIA
- - -	RELACIÓN DESEABLE

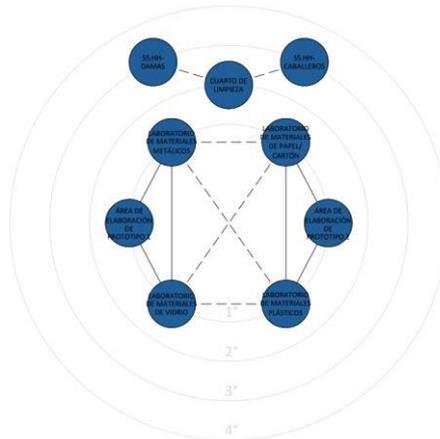
**Figura 151**  
*Diagrama de flujos de la zona de experimentación y almacenamiento*



LEYENDA:

—	RELACIÓN NECESARIA
- - -	RELACIÓN DESEABLE

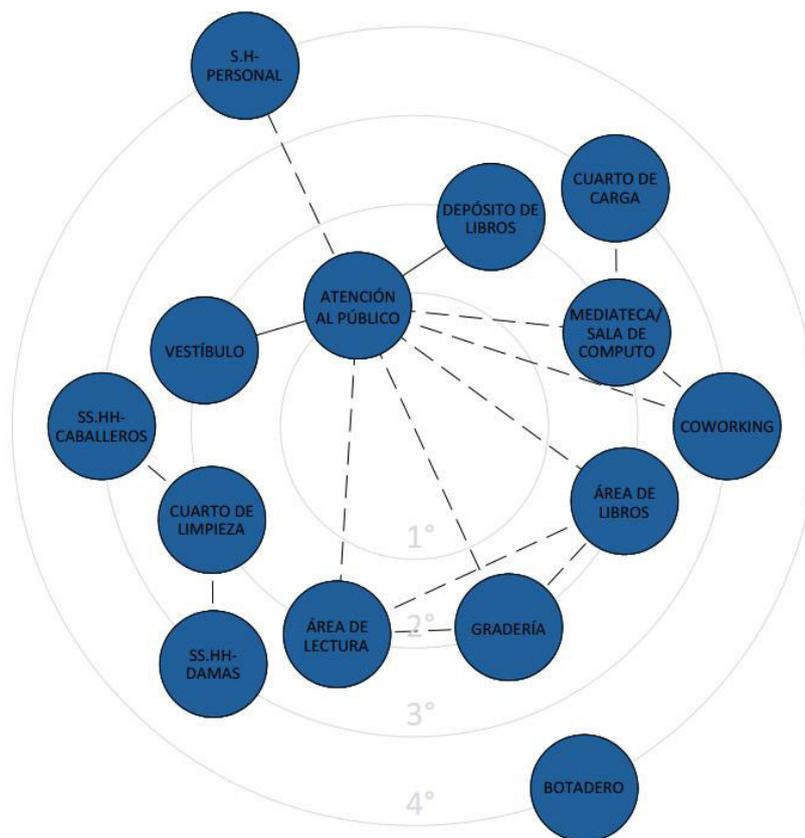
**Figura 152**  
*Diagrama de flujos de la zona de investigación*



LEYENDA:

—	RELACIÓN NECESARIA
- - -	RELACIÓN DESEABLE

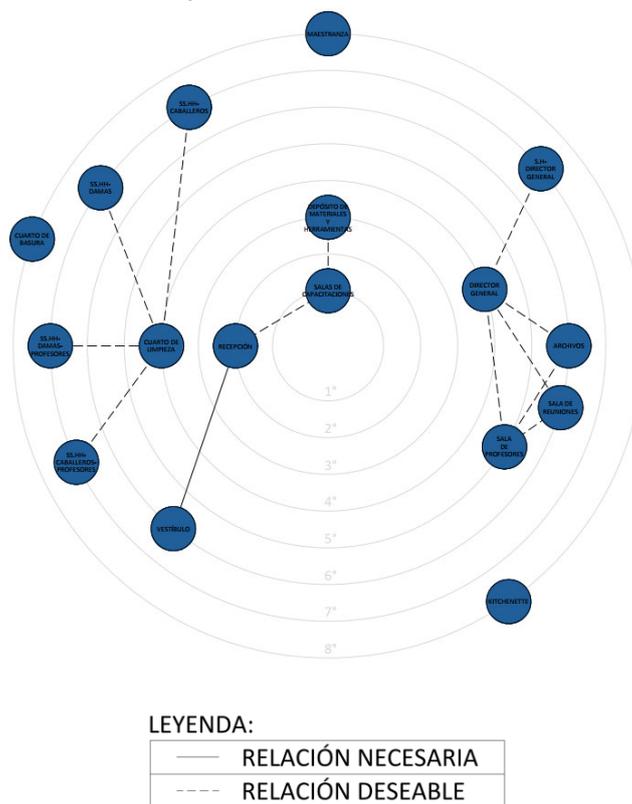
**Figura 153**  
*Diagrama de flujos de la zona de revisión de información*



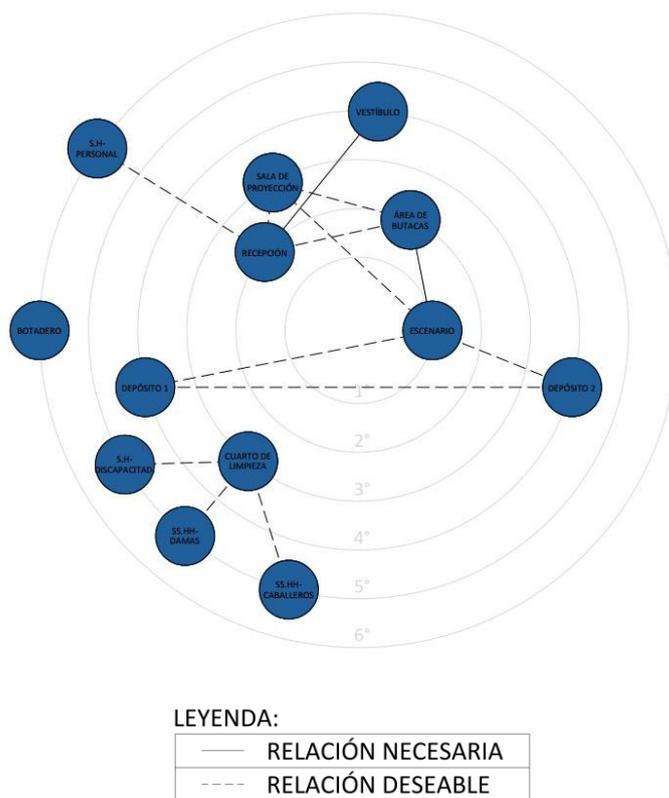
LEYENDA:

—	RELACIÓN NECESARIA
- - -	RELACIÓN DESEABLE

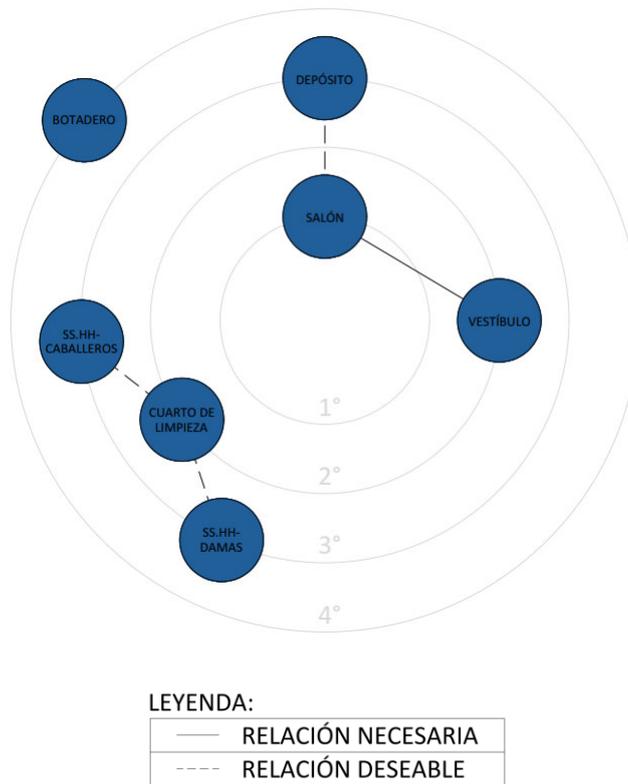
**Figura 154**  
*Diagrama de flujos de la zona de capacitación*



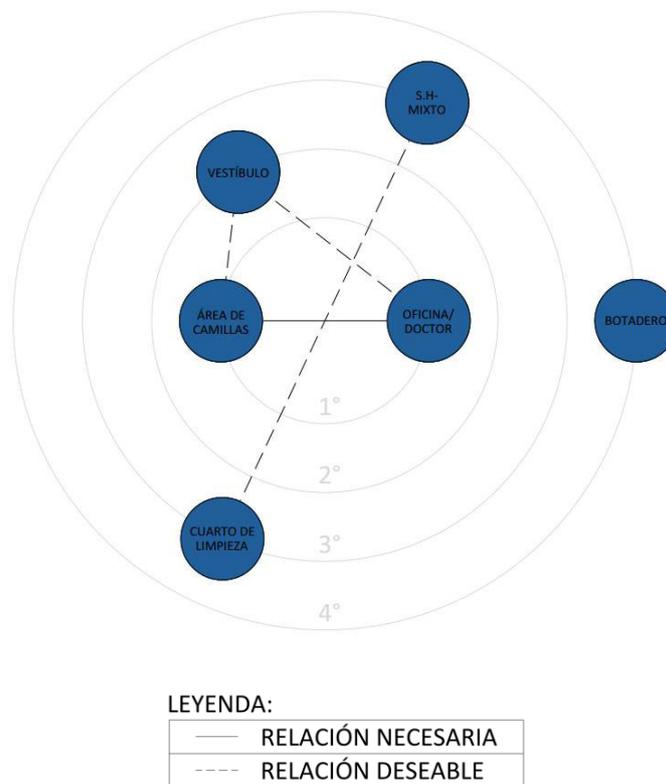
**Figura 155**  
*Diagrama de flujos de la zona de difusión 1 - Auditorio*



**Figura 156**  
*Diagrama de flujos de la zona de difusión 2 - SUM*

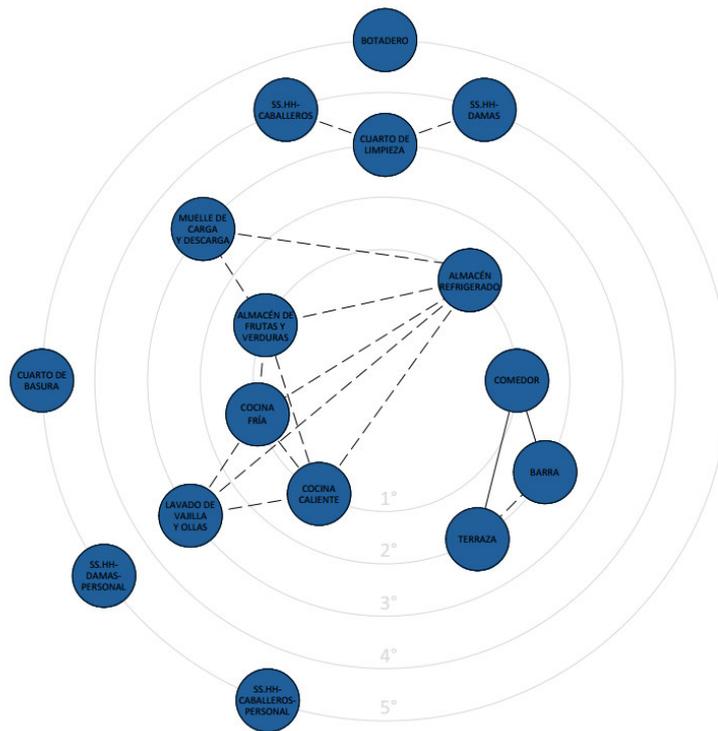


**Figura 157**  
*Diagrama de flujos de la zona de servicios complementarios 1 - Enfermería*



**Figura 158**

*Diagrama de flujos de la zona de servicios complementarios 2 - Cafetería/Comedor*

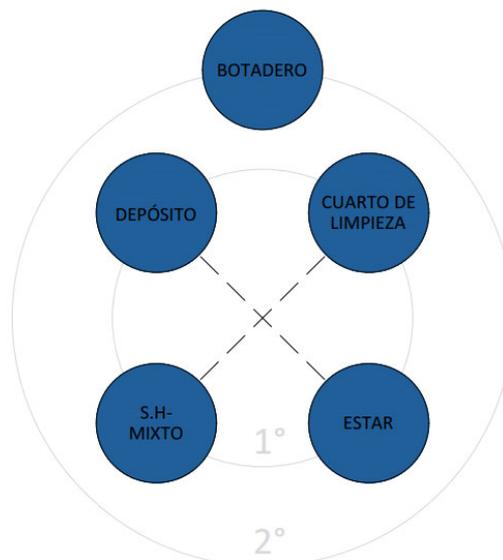


LEYENDA:

—	RELACIÓN NECESARIA
- - -	RELACIÓN DESEABLE

**Figura 159**

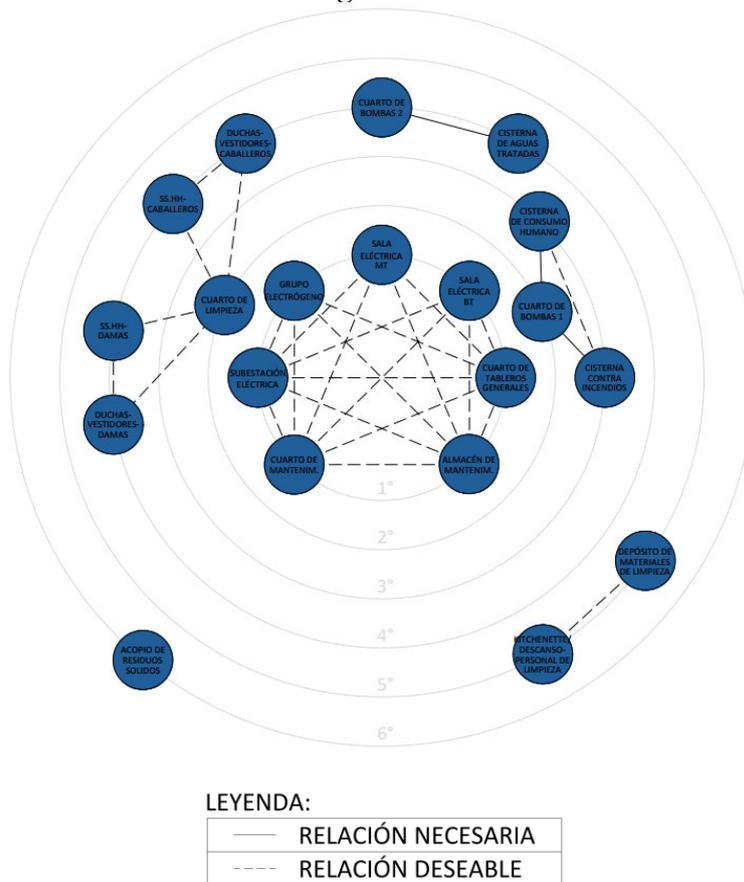
*Diagrama de flujos de la zona de servicios complementarios 3 - Lactario*



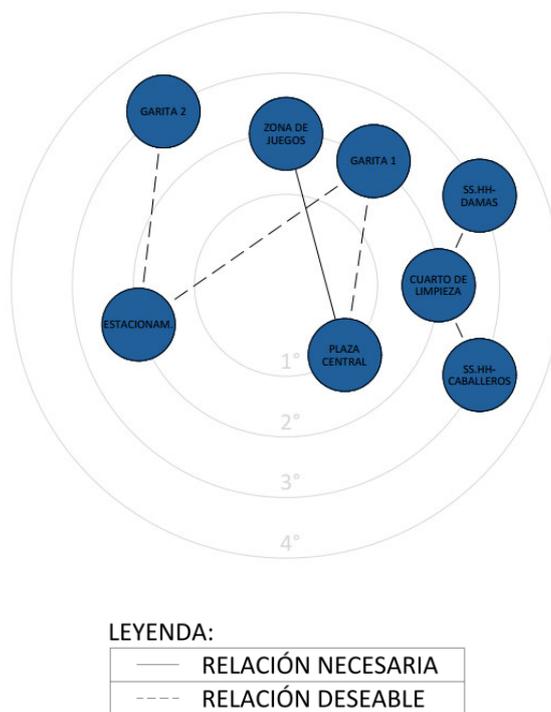
LEYENDA:

—	RELACIÓN NECESARIA
- - -	RELACIÓN DESEABLE

**Figura 160**  
*Diagrama de flujos de la zona de servicios generales*



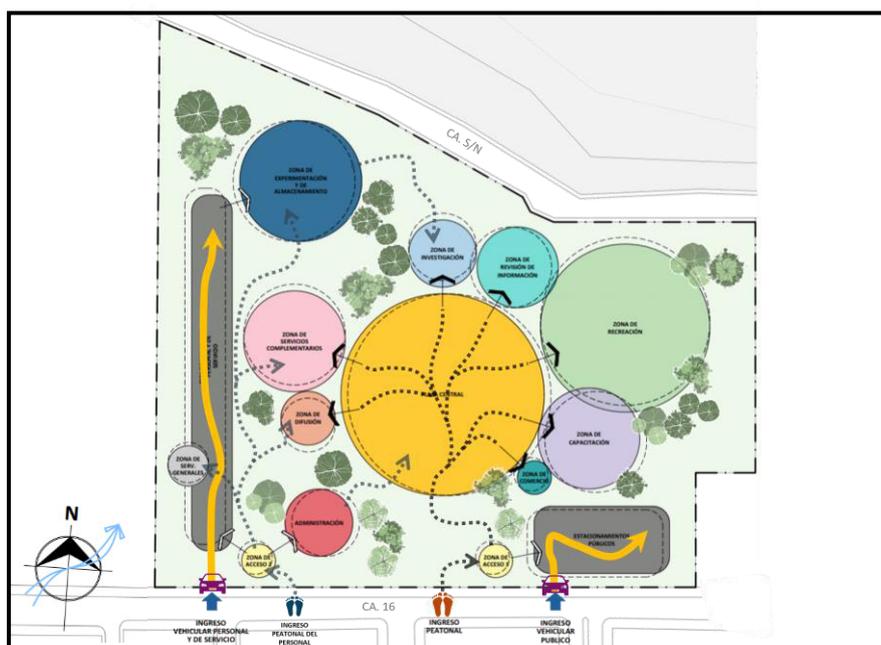
**Figura 161**  
*Diagrama de flujos de la zona de acceso, recreación y estacionamientos*



### 4.3.7. Zonificación

Para el Centro de Investigación y Capacitación en Materiales Sostenibles se han desarrollado tres tipos de zonificaciones detalladas que reflejan una planificación estratégica. En una primera fase, se diseñó una zonificación inicial basada en los accesos al terreno y las relaciones entre las diversas áreas del centro (ver figura 162). Posteriormente, se elaboró una zonificación preliminar que estableció las ubicaciones y conexiones principales de cada sección, organizando los espacios eficientemente y considerando la accesibilidad y funcionalidad dentro del contexto general del proyecto (ver figura 163). Luego, a través de un proceso de refinamiento continuo y evaluación, se creó una zonificación más elaborada y definitiva (ver figuras 164). Esta etapa final integró las relaciones específicas entre las diferentes zonas del centro, determinando la disposición final de cada espacio según su interacción y propósito. Se consideraron aspectos como la optimización de los flujos de circulación, la agrupación adecuada de funciones afines y la configuración de espacios diseñados para fomentar la colaboración y mejorar la eficiencia operativa.

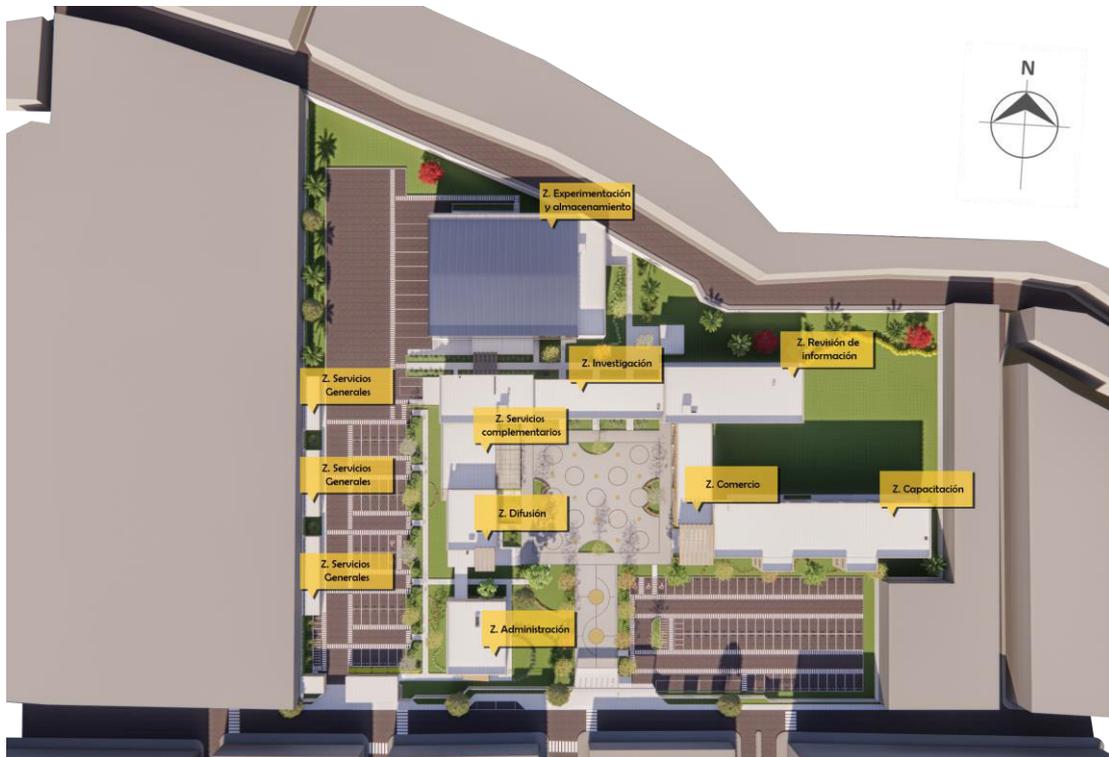
**Figura 162**  
*Zonificación según sus accesos y relaciones*



**Figura 163**  
*Zonificación preliminar*



**Figura 164**  
*Zonificación resultante*



#### **4.3.8. Conceptualización y espacialidad**

El concepto arquitectónico del proyecto del Centro de Investigación y Capacitación en Materiales Sostenibles se fundamenta en los principios de las 3R (Reducir, Reusar, Reciclar), reflejándose en un diseño volumétrico que utiliza su simbología universal como punto de partida. Se establecieron ejes continuos y un núcleo central, los cuales fueron geometrizados y ajustados para alcanzar una configuración inicial. Este proceso de diseño se detalla en la figura 165, mostrando la configuración establecida para elaborar una propuesta de volumen preliminar, teniendo en consideración que el diseño volumétrico puede variar ligeramente en el diseño final del centro.

Dentro de los criterios establecidos en el diseño, se buscó una secuencia de continuidad e integración armoniosa con el entorno urbano existente. La disposición de los volúmenes se orienta hacia la generación de llenos y vacíos, incluyendo plazas y áreas verdes, manteniendo una tipología basada en ángulos ortogonales y formas modulares. La variación en las alturas de los volúmenes sigue un patrón basado en múltiplos de tres, siguiendo el principio de las 3R y asegurando un equilibrio visual entre ellos, con especial énfasis en el volumen principal debido a su jerarquía.

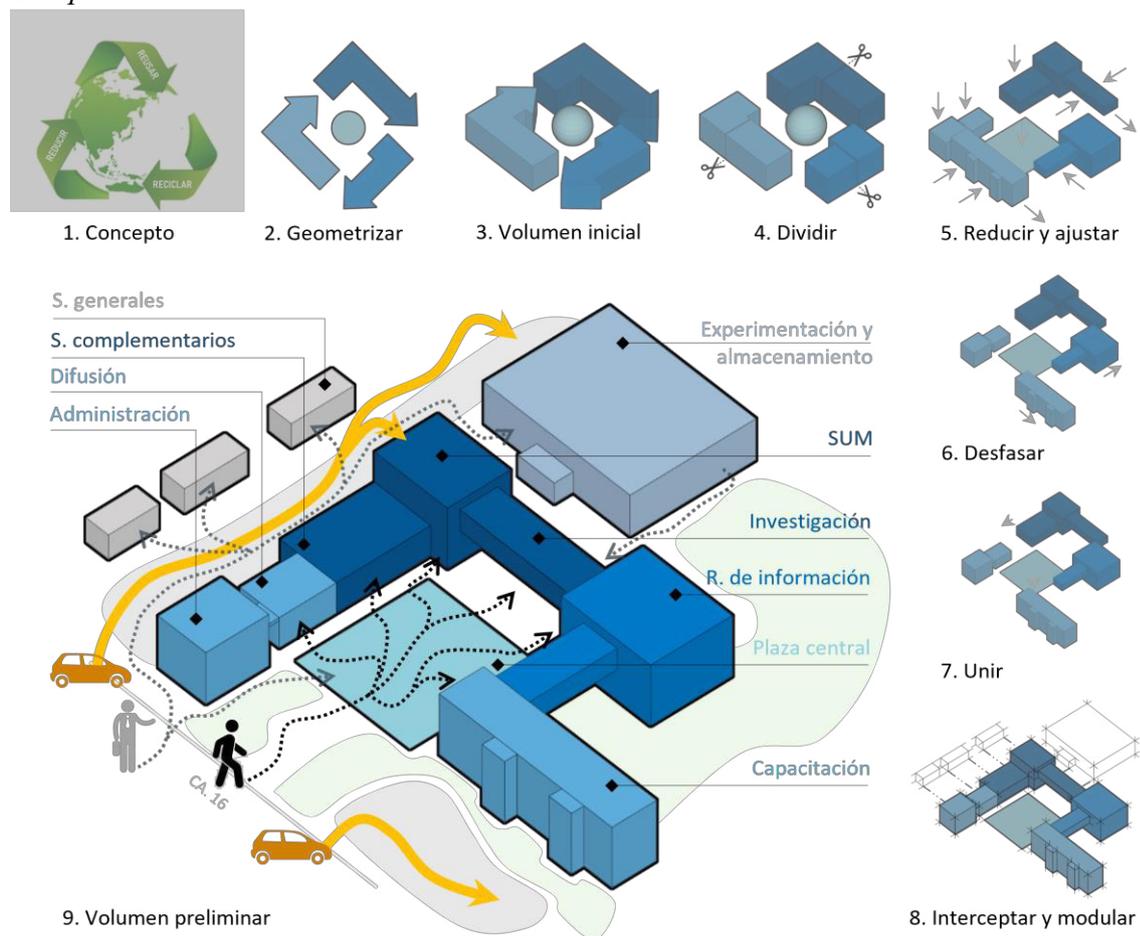
El acceso principal se distingue por una disposición cóncava de los volúmenes, mientras que el núcleo central funciona como un nodo y punto focal desde el cual se tienen vistas directas a todos los bloques del centro. Además, en uno de los bloques se dispondrá de una planta libre para generar flexibilidad espacial, optimizar la iluminación natural y fomentar la creación de espacios abiertos con flujo continuo y relaciones visuales directas.

El diseño también incorporará características arquitectónicas que promuevan la sostenibilidad mediante el uso de tecnologías y materiales eco-amigables, incluyendo áreas verdes y espacios abiertos para mejorar la funcionalidad y estética del conjunto.

Estratégicamente, la zona de experimentación y almacenamiento se ubicó separada varios metros de las áreas residenciales adyacentes para evitar la contaminación acústica directa, y se apartó de las zonas administrativas y de acceso público mediante separadores virtuales para regular el flujo hacia áreas restringidas accesibles solo para personal autorizado.

Las áreas de servicios generales se distribuyeron según la intersección de los ejes de los bloques primordiales, estableciendo una trama ortogonal y replicando las formas existentes. Estas áreas se separarán de las zonas principales mediante la incorporación de áreas verdes, asegurando así la privacidad visual y un diseño armonioso del conjunto.

**Figura 165**  
*Composición volumétrica*



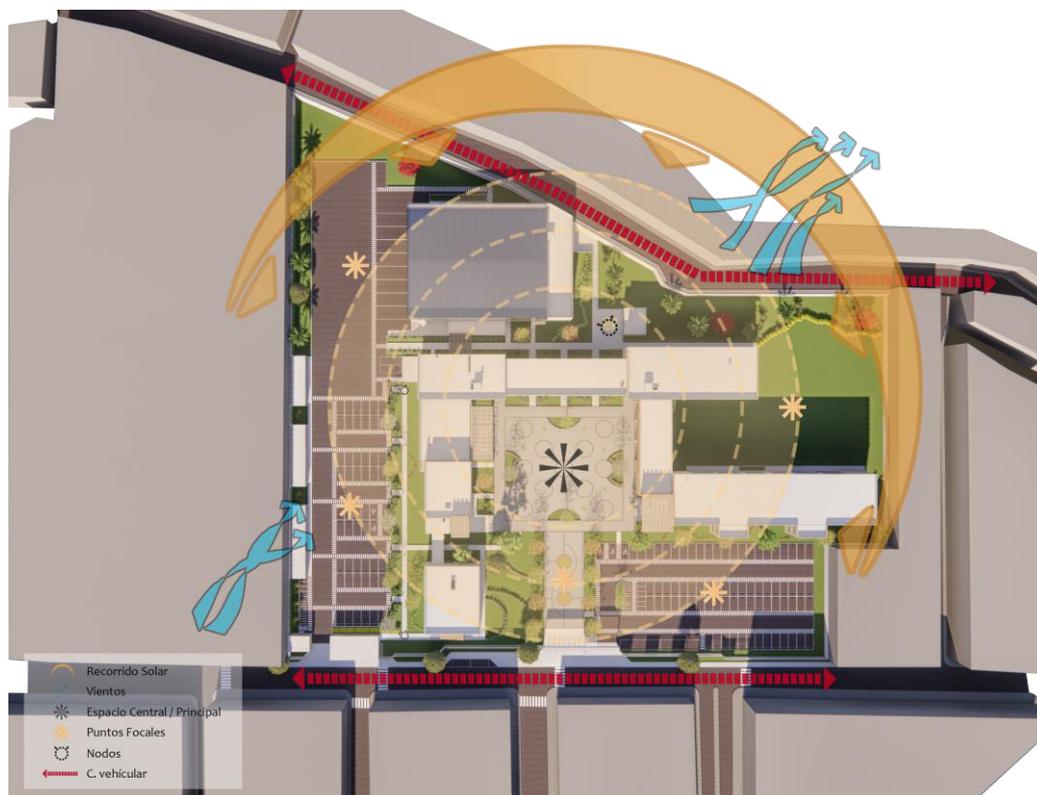
#### 4.3.9. Plot plan y análisis de sitio

El proyecto desarrollado incluye componentes funcionales esenciales que garantizan la realización de actividades de manera eficiente. Se ha puesto un énfasis en la organización de accesos, flujos de movimiento y circulaciones, tanto verticales como horizontales, asegurando que cada elemento esté alineado con la normativa establecida.

Además, como se ilustra en la figura 166, se han considerado diversos factores cruciales en el diseño, tales como la exposición solar, que influye en la iluminación natural de los espacios; la dirección del viento, que es fundamental para la ventilación y el confort térmico; y el control acústico, que garantiza un ambiente propicio para la investigación y la concentración. Asimismo, se ha priorizado la creación de puntos focales y nodos estratégicos, que no solo sirven como elementos de conexión dentro del diseño, sino que también fomentan la interacción social y la colaboración entre los usuarios del centro de investigación.

**Figura 166**

*Plot plan - Centro de investigación y capacitación en materiales sostenibles*



#### 4.3.10. Texturas y senderos

Los cambios de texturas en los pavimentos de los senderos exteriores se fundamentan en la combinación de microcemento y adoquines dispuestos en un patrón de espiga. Esta elección de materiales no solo crea un diseño dinámico y atractivo, sino que también introduce una variación de color mediante la incorporación de adoquines en tonos amarillos, negros y naturales, resultando en un entorno visualmente diverso y colorido.

Además, el diseño de los senderos ha sido concebido para facilitar el acceso universal. Para ello, se han incorporado adoquines podó táctiles, que permiten a las personas con discapacidad visual orientarse de manera más efectiva. Esta atención al detalle asegura que todos los usuarios puedan disfrutar plenamente de los espacios exteriores, promoviendo así la inclusión y la accesibilidad en el diseño del entorno, tal y como se muestran en las figuras 167 y 168.

#### **Figura 167**

*Diseño de senderos exteriores, ingreso*



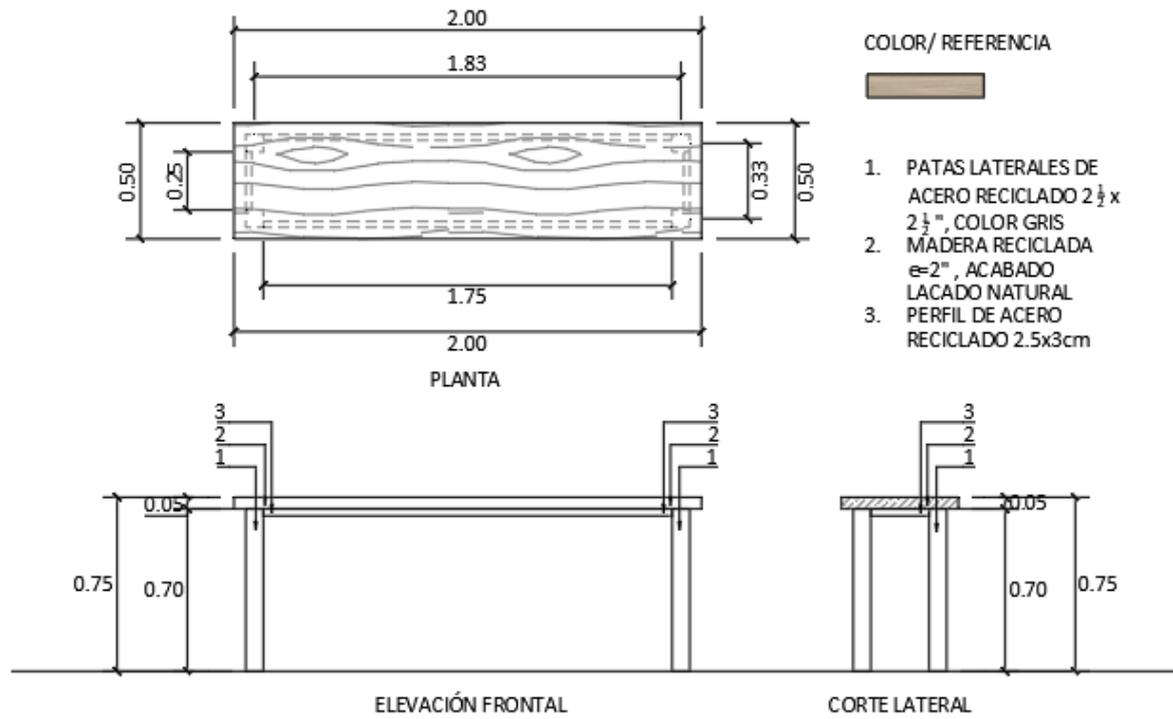
**Figura 168**

*Diseño de senderos exteriores, conexión con zona de juegos*

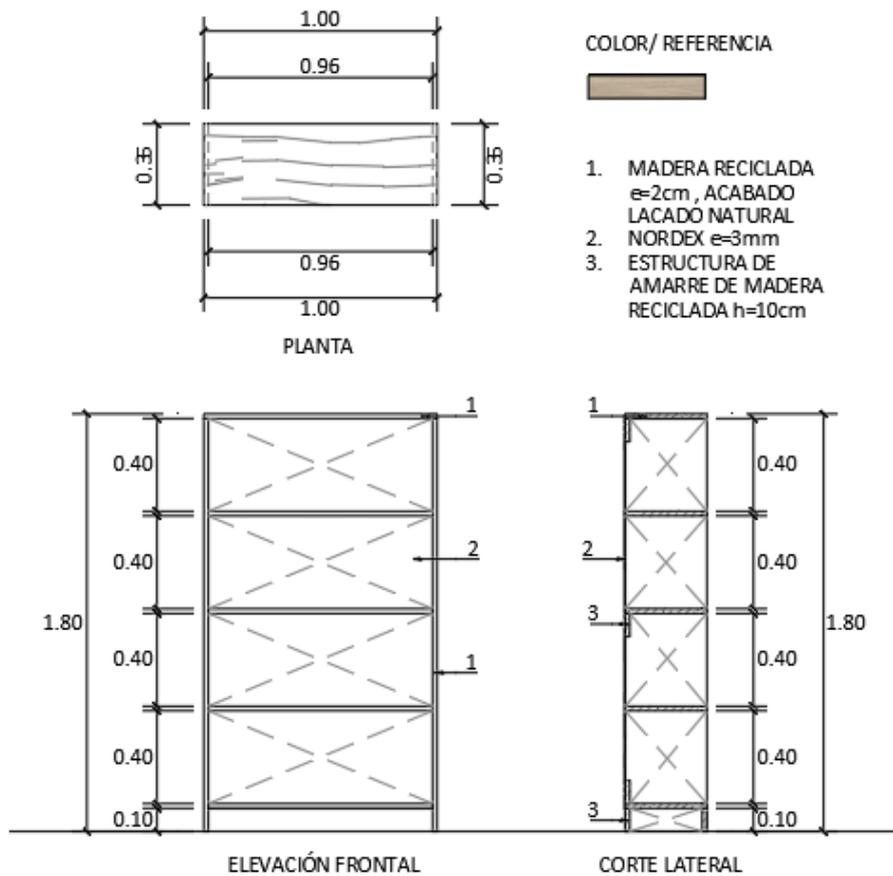
**4.3.11. Diseño de mobiliarios**

Asimismo, se llevó a cabo el diseño del mobiliario destinado al centro de investigación y capacitación en materiales sostenibles, teniendo en cuenta la necesidad de utilizar madera reciclada en toda la carpintería. Este enfoque no solo promueve la sostenibilidad, sino que también permite la creación de un diseño exclusivo adaptado a las necesidades específicas del espacio. Las imágenes y planos que ilustran este diseño se pueden observar en las figuras 169 a 175, donde se presentan tanto las láminas de diseño como fotografías que muestran los detalles y características del mobiliario propuesto. Este mobiliario está concebido para ser funcional y estéticamente agradable, contribuyendo a un ambiente de trabajo que fomente la creatividad y la innovación en la investigación.

**Figura 169**  
*Lámina detalle, Mobiliario 01*



**Figura 170**  
*Lámina detalle, Mobiliario 02*





**Figura 173***Vista general de mobiliario 01 y 02***Figura 174***Vista general de mobiliario 02 y 04***Figura 175***Vista general de mobiliario 05*

## 4.4. Análisis técnico ambiental

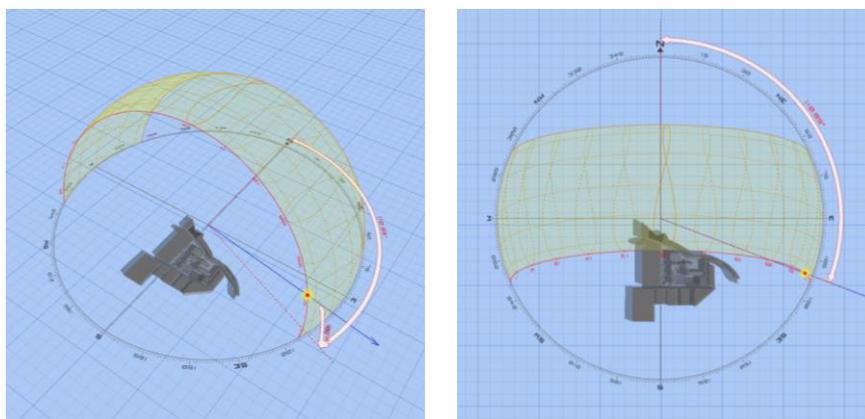
### 4.4.1. Orientación volumétrica

#### 4.4.1.1. Recorrido solar.

Se empleó el software SUNPATH3D para examinar el trayecto solar en el proyecto. Se investigó la posición del sol en el solsticio de verano, el solsticio de invierno y durante los equinoccios de primavera y otoño, en horas específicas (ver figuras 176-179).

#### Figura 176

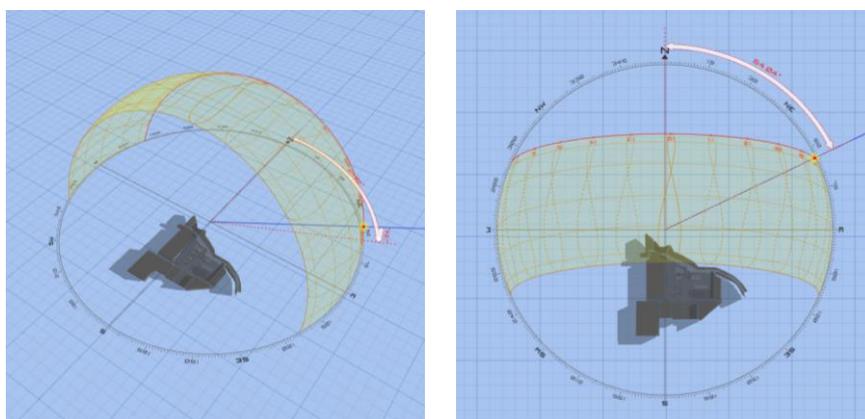
*Recorrido solar del Centro de investigación y capacitación en solsticio de verano*



*Nota.* Adaptada de “*Recorrido Solar*”, por SunPath3D, 2024, (<https://drajmarsh.bitbucket.io/sunpath3d.html>).

#### Figura 177

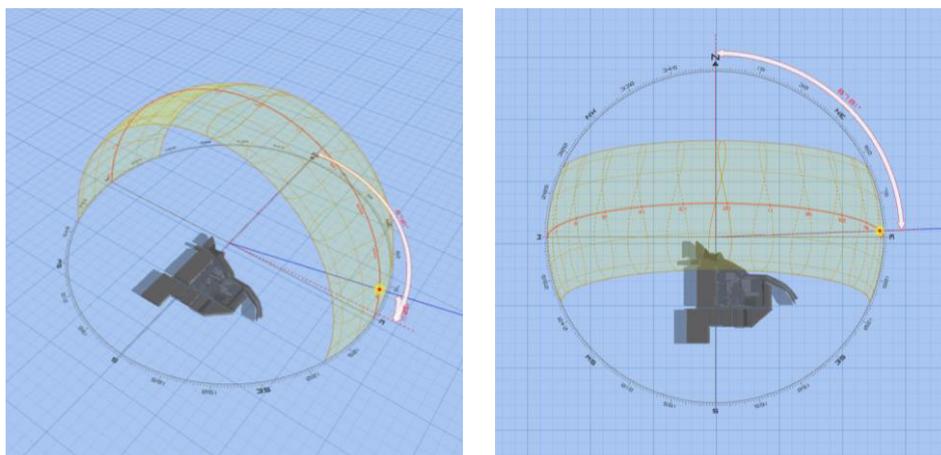
*Recorrido solar del Centro de investigación y capacitación en solsticio de invierno*



*Nota.* Adaptada de “*Recorrido Solar*”, por SunPath3D, 2024, (<https://drajmarsh.bitbucket.io/sunpath3d.html>).

**Figura 178**

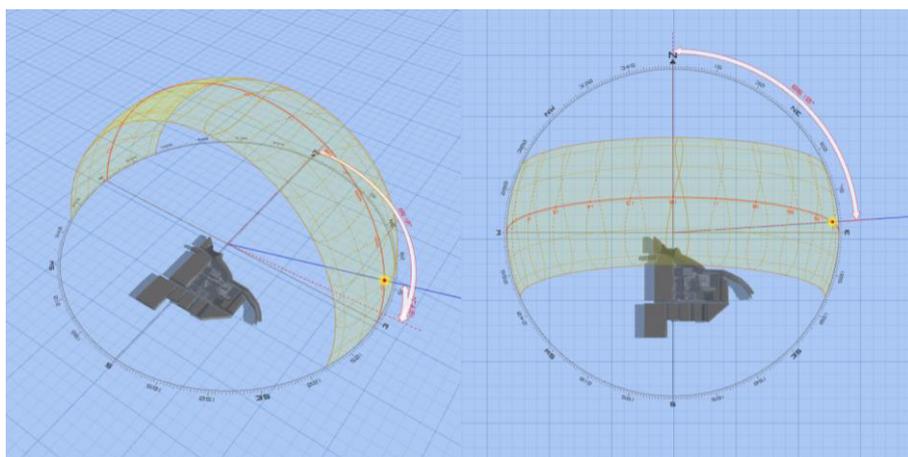
*Recorrido solar del Centro de investigación y capacitación en equinoccio de otoño*



*Nota.* Adaptada de “*Recorrido Solar*”, por SunPath3D, 2024, (<https://drajmarsh.bitbucket.io/sunpath3d.html>).

**Figura 179**

*Recorrido solar del Centro de investigación y capacitación en equinoccio de primavera*



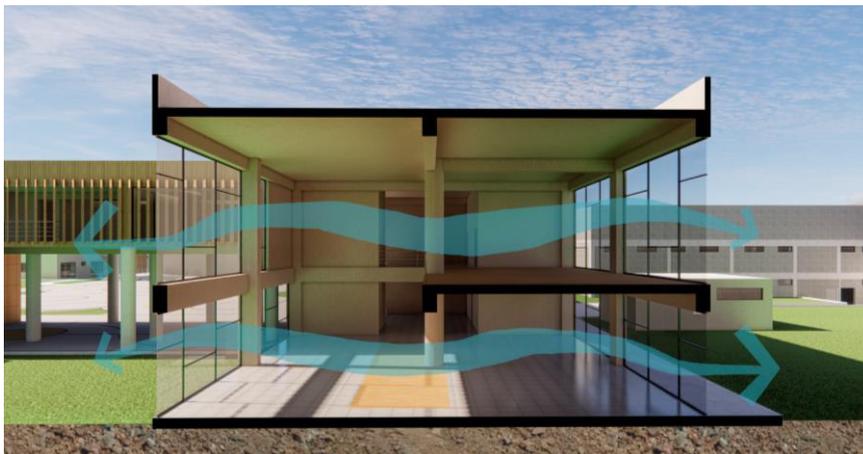
*Nota.* Adaptada de “*Recorrido Solar*”, por SunPath3D, 2024, (<https://drajmarsh.bitbucket.io/sunpath3d.html>).

#### **4.4.1.2. Ventilación cruzada.**

Se eligieron estrategias pasivas en la arquitectura, como la ventilación cruzada, debido a la orientación noreste de la fachada. Para ello, se incorporaron amplios ventanales que facilitarían la entrada y salida del aire, lo que ayudará a refrescar el ambiente y a crear un confort térmico adecuado (ver figura 180).

**Figura 180**

*Ventilación cruzada – Z. Revisión de información*



#### **4.4.2. Captación de energía solar**

Se instalarán paneles solares como elementos para la captación de energía, que se utilizarán para satisfacer las necesidades eléctricas de cada bloque del proyecto. De esta manera, se aprovechará la energía solar y se convertirá en electricidad. De acuerdo con la zonificación, se ubicarán los paneles solares de forma estratégica para abastecer la demanda energética del proyecto, teniéndose:

- Bloque A: Z. Experimentación y almacenamiento
- Bloque B: Z. Servicios complementarios y difusión
- Bloque C: Z. Administración
- Bloque D: Z. Investigación
- Bloque E: Z. Revisión de información, Z. comercio y Z. de capacitación
- Bloque F: Z. Servicios generales
- Bloque G: Z. Acopio de residuos
- Bloque H: Z. Acceso público y administrativo

#### 4.4.2.1. Cálculo de demanda energética y paneles solares.

Se llevó a cabo el cálculo correspondiente al sector de intervención "Bloque E". Este análisis incluye diversas métricas y parámetros necesarios para comprender la viabilidad y el impacto del diseño propuesto en esa área específica. Los resultados detallados de este cálculo pueden encontrarse en las tablas 61-63 y figura 181, donde se presentan los datos de manera clara y organizada, facilitando la interpretación y el análisis de la información.

**Tabla 61**

*Demanda energética - Biblioteca*

<b>Demanda energética – Biblioteca</b>							
<b>Equipos</b>	<b>Cantida d de equipo.</b>	<b>Con. / watts</b>	<b>Con. / kW</b>	<b>Can. Total, de consumo</b>	<b>Consumo horas al día</b>	<b>Cantidad de horas al mes</b>	<b>Energía en un mes</b>
Computador as	30	300	0.30	0.60	8	4.80	144
Foco	50	30	0.03	1.50	8	12	360
Impresoras	3	10	0.10	0.50	4	2	60
Ventilador	20	50	0.05	1	8	8	240
Celular	40	20	0.02	0.80	8	6.40	192
Proyector	10	180	0.20	0.40	8	3.20	96
Equipos de sonido	2	1000	1	2	6	12	360
<b>Cantidad de Kw al mes</b>							<b>1452</b>

**Tabla 62**

*Demanda energética – Tienda souvenirs*

<b>Demanda energética – Tienda souvenirs</b>							
<b>Equipos</b>	<b>Cantida d de equipo.</b>	<b>Con. / watts</b>	<b>Con. / kW</b>	<b>Can. Total, de consumo</b>	<b>Consumo horas al día</b>	<b>Cantidad de horas al mes</b>	<b>Energía en un mes</b>
Computador as	1	300	0.30	0.60	8	4.80	144
Foco	20	30	0.03	1.50	8	12	360
Ventilador	4	50	0.05	1	4	8	240
Celular	2	20	0.02	0.80	8	6.40	192

Equipos de sonido	2	1000	1	2	6	12	360
<b>Cantidad de Kw al mes</b>							<b>1296</b>

**Tabla 63***Demanda energética - Capacitación*

<b>Demanda energética – Capacitación</b>							
<b>Equipos</b>	<b>Cantidad de equipo.</b>	<b>Con. / watts</b>	<b>Con. / kW</b>	<b>Can. Total, de consumo</b>	<b>Consumo horas al día</b>	<b>Cantidad de horas al mes</b>	<b>Energía en un mes</b>
Computadoras	200	300	0.30	0.60	8	4.80	144
Foco	70	30	0.03	1.50	8	12	360
Impresoras	10	10	0.10	0.50	4	2	60
Ventilador	10	50	0.05	1	8	8	240
Celular	20	20	0.02	0.80	8	6.40	192
Proyector	10	180	0.20	0.40	8	3.20	96
Equipos de sonido	10	1000	1	2	6	12	360
<b>Cantidad de Kw al mes</b>							<b>1452</b>

El consumo mensual aproximado en las tres zonas es de alrededor de 4,200 kWh. Para satisfacer esta demanda, se propone utilizar paneles solares con las siguientes características: un panel solar de 200W y 12V de tipo policristalino EcoGreen. Según el análisis presentado en la tabla 64, se necesitarán 70 paneles fotovoltaicos para cubrir el requerimiento energético.

**Tabla 64***Cálculo de paneles solares – Sector E*

<b>Cálculo de paneles solares – Sector E</b>					
<b>Equipos</b>	<b>Consumo watts día</b>	<b>Con. / watts</b>	<b>Horas al día</b>	<b>Horas al mes</b>	<b>Demanda horas al mes</b>
Panel fotovoltaico	200	0.20	10	30	60 KWh
Consumo mensual a abastecer					4200
Por lo tanto 4200/60					70
<b>Cantidad de paneles necesarios</b>					<b>70</b>

**Figura 181**

*Ubicación de paneles solares – Sector E*



#### **4.4.3. Control de radiación**

El proyecto permitirá la entrada de radiación solar en ciertos espacios, pero se implementarán sistemas de celosías para regularla. Esto ayudará a alcanzar un adecuado confort lumínico y térmico en el interior (ver figura 182).

**Figura 182**

*Sistema de celosías móviles – Z. Capacitación*



#### **4.4.4. Acústica**

El control acústico se logró mediante la planificación del diseño de los espacios, separando áreas ruidosas de zonas tranquilas. La utilización de materiales absorbentes, como

paneles acústicos, ayudó a reducir la reverberación del sonido. Además, el aislamiento acústico en paredes, techos y suelos fue crucial para evitar la transmisión de ruido entre áreas. Se propuso el uso de ventanas de alta calidad con doble o triple acristalamiento para minimizar el ruido exterior. Asimismo, el mobiliario, que incluía estanterías llenas de libros y paneles acústicos, contribuyó a la absorción del sonido (ver figura 183).

### **Figura 183**

*Solución acústica – Z. Revisión de información*



#### **4.4.5. Diseño paisajístico**

Se propuso un diseño paisajístico que se integra armónicamente en el entorno natural, respetando las características del lugar. Este enfoque utiliza plantas nativas, que requieren menos recursos hídricos y mantenimiento, fomentando un ecosistema resiliente. Además, se crean zonas de sombra y refugio que mejoran el confort térmico y la calidad del espacio exterior. El diseño también actúa como una barrera acústica, mitigando el ruido entre las diferentes áreas del centro de investigación y capacitación, promoviendo así un ambiente tranquilo y funcional para los usuarios (ver figuras 184-186).

**Figura 184**

*Diseño paisajístico – Acceso hacia zona administrativa*

**Figura 185**

*Diseño paisajístico – Acceso hacia zona de experimentación y almacenamiento*

**Figura 186**

*Diseño paisajístico – Acceso hacia cafetería*



## 4.5. Planimetría y vistas 3D

### 4.5.1. Listado de planos

#### 4.5.1.1. Ubicación

**Tabla 65**

*Lámina de ubicación*

LÁMINA	DESCRIPCIÓN
U-01	Plano de ubicación y localización

#### 4.5.1.2. Arquitectura

**Tabla 66**

*Láminas de Arquitectura*

LÁMINA	DESCRIPCIÓN
A-01	Planta primer piso - general
A-02	Planta segundo piso - general
A-03	Planta techos - general
A-04	Plano de elevaciones y cortes- general
A-05	Plano de cortes - general
A-06	Plano de cortes - general
A-07	Plano de cortes - general
A-08	Plano de sectores
A-09	Planta primer piso - sector E1
A-10	Planta primer piso - sector E3a
A-11	Planta primer piso - sector E3b
A-12	Planta segundo piso - sector E1
A-13	Planta segundo piso - sector E2 y E3a
A-14	Planta segundo piso - sector E3b

---

A-15	Plano de techos - sector E1
A-16	Plano de techos - sector E2 y E3a
A-17	Plano de techos - sector E3b
A-18	Plano de elevaciones - sector E
A-19	Plano de elevaciones y cortes- sector E
A-20	Plano de cortes - sector E
A-21	Plano de cortes - sector E
A-22	Detalle de baños- sector E
A-23	Detalle de baños- sector E
A-24	Detalle de baños- sector E
A-25	Detalle de baños- sector E
A-26	Detalle de baños- sector E
A-27	Detalle de baños- sector E
A-28	Detalle de escaleras - sector E
A-29	Detalle de escaleras - sector E
A-30	Detalle de escaleras - sector E
A-31	Detalle de mobiliarios - sector E
A-32	Detalle de mobiliarios - sector E
A-33	Plano de paisajismo
A-34	Perspectivas interiores y exteriores

---

#### 4.5.1.3. Estructuras

**Tabla 67**

*Láminas de Estructuras*

LÁMINA	DESCRIPCIÓN
E-01	Plano cimentación+ detalles - sector E
E-02	Plano encofrado - primer piso - sector E
E-03	Plano encofrado - segundo piso - sector E
E-04	Plano detalle de vigas y detalles generales – sector E

#### 4.5.1.4. I. Eléctricas

**Tabla 68**

*Láminas de I. Eléctricas*

LÁMINA	DESCRIPCIÓN
IE-01	Plano general de tablero y diagrama unifilar principal
IE-02	Plano de alumbrado - primer piso - sector E
IE-03	Plano de alumbrado - segundo piso - sector E
IE-04	Plano de tomacorrientes- primer piso - sector E
IE-05	Plano de tomacorrientes- segundo piso - sector E

#### 4.5.1.5. I. Sanitarias

**Tabla 69**

*Láminas de I. Sanitarias*

LÁMINA	DESCRIPCIÓN
IS-01	Plano de desagüe, ventilación y pluvial - primer piso
IS-02	Plano de desagüe, ventilación y pluvial - primer piso-sector E
IS-03	Plano de desagüe, ventilación y pluvial - segundo piso-sector E
IS-04	Plano de desagüe, ventilación y pluvial -techos-sector E

IS-05	Red de agua - primer nivel
IS-06	Red de agua - primer piso-sector E
IS-07	Red de agua - segundo piso-sector E
IS-08	Red de agua - techos-sector E

#### 4.5.1.6. Seguridad y evacuación

**Tabla 70**  
*Láminas de Seguridad y evacuación*

LÁMINA	DESCRIPCIÓN
SE-01	Planta primer piso general - seguridad- señalética
SE-02	Planta segundo piso general - seguridad- señalética
SE-03	Planta primer piso sector e - seguridad- señalética
SE-04	Planta segundo piso sector e - seguridad- señalética
EV-01	Planta primer piso general - seguridad- evacuación
EV-02	Planta segundo piso general - seguridad- evacuación
EV-03	Planta primer piso sector e - seguridad- evacuación
EV-04	Planta segundo piso sector e - seguridad- evacuación

#### 4.5.2. *Vistas 3d del proyecto*

A continuación, se presentan las vistas del Centro de investigación y capacitación en materiales sostenibles, en el distrito de San Juan de Lurigancho (ver figuras 187-213).

**Figura 187**

*Vista General del Centro – Esquina frontal derecha (Sin cobertura central)*

**Figura 188**

*Vista General del Centro – Esquina posterior derecha (Sin cobertura central)*

**Figura 189**

*Vista General del Centro – Esquina posterior izquierda (Sin cobertura central)*



**Figura 190**

*Vista General del Centro – Esquina frontal izquierda (Con cobertura central)*

**Figura 191**

*Vista General del Centro – Ingreso al Centro de investigación y capacitación en materiales sostenibles*

**Figura 192**

*Vista exterior – Estacionamientos públicos*



**Figura 193**

*Vista exterior frontal – Plaza Central*

**Figura 194**

*Vista exterior posterior – Plaza Central*

**Figura 195**

*Vista exterior – Estacionamiento de uso administrativo*



**Figura 196**

*Vista exterior – Ingreso hacia auditorio*

**Figura 197**

*Vista exterior – Ingreso hacia laboratorios*

**Figura 198**

*Vista exterior – Ingreso hacia zona de experimentación y almacenamiento*



**Figura 199**

*Vista exterior – Ingreso hacia zona de experimentación y almacenamiento*

**Figura 200**

*Vista exterior – Ingreso hacia zona de laboratorios*

**Figura 201**

*Vista exterior – Cafetería & Restaurante*



**Figura 202**

*Vista exterior – Zona de recreación*

**Figura 203**

*Vista exterior – Vista lateral de zona de capacitación*

**Figura 204**

*Vista exterior – Zona de revisión de información*



**Figura 205**

*Vista exterior – Zona de capacitación*

**Figura 206**

*Vista exterior – Zona de acceso capacitación*

**Figura 207**

*Vista exterior – Zona de acceso administración*

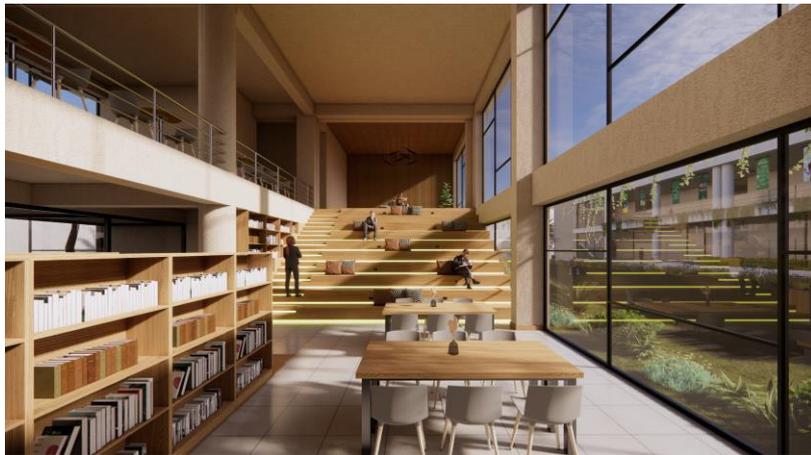


**Figura 208**

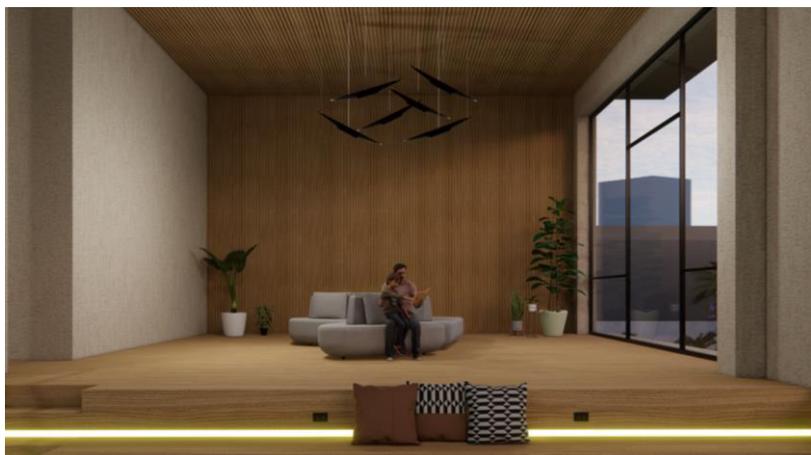
*Vista exterior – Zona de acceso plaza central*

**Figura 209**

*Vista interior – Zona de revisión de información, lectura grupal*

**Figura 210**

*Vista interior – Zona de revisión de información, lectura informal*



**Figura 211**

*Vista interior – Zona de revisión de información, lectura individual*

**Figura 212**

*Vista interior – Zona de revisión de información, lectura colectiva*

**Figura 213**

*Vista interior – Zona de capacitación, aulas*



#### 4.6. Cálculos asociados al diseño arquitectónico

##### 4.6.1. Cálculo de estacionamientos.

En la tabla 71 se presenta un análisis detallado de la cantidad de estacionamientos necesarios para el proyecto. Este análisis se basa en las necesidades de espacio y en las expectativas de uso, teniendo en cuenta factores como el número de usuarios previstos y la normativa vigente. Los datos reflejan el cumplimiento de las regulaciones establecidas, asegurando que el diseño del proyecto no solo satisfaga las demandas de estacionamiento, sino que también se ajuste a las directrices locales en materia de planificación y desarrollo urbano.

**Tabla 71**

*Cálculo de estacionamientos según RNE*

DESCRIPCIÓN	AFORO		ESTACIONAMIENTO SEGÚN NORMA		SUB- TOTAL
	P. ADMINISTRATIVO	P. PÚBLICO	E/ P. ADMINISTRATIVO	E/ P. PÚBLICO	
MINEDU			1 est. / 5 secciones	-	
LABORATORIOS	54	-	1	-	1
			1 est. / 50m2 área techada	1 est. / 5 secciones	
CAPACITACIÓN	12	192	5	2	7
PLAN URBANO			1 est. / 6 empleados		
EXPERIMENTACIÓN Y ALMACENAMIENTO	68	2	12	1	13

<b>NORMA A.070</b>			<b>1 est. /15</b>	<b>1 est. / 15</b>	
	<b>R.N.E</b>		<b>pers.</b>	<b>pers.</b>	
	<b>COMERCIO</b>				
TIENDA	1	20	1	2	3
SOUVENIRS			<b>1 est. / 20</b>	<b>1 est. / 20</b>	
			<b>pers.</b>	<b>pers.</b>	
CAFETERÍA	10	178	1	9	10
<b>NORMA A.080</b>			<b>1 est. / 6</b>	<b>1 est. / 10</b>	
	<b>R.N.E</b>		<b>pers.</b>	<b>pers.</b>	
	<b>OFICINAS</b>				
ADMINISTRACI ÓN	20	33	4	4	8
<b>NORMA A.090</b>			<b>1 est./ 6</b>	<b>1 est./ 10</b>	
	<b>R.N.E</b>		<b>pers</b>	<b>pers</b>	
	<b>SERVICIOS</b>				
	<b>COMUNALES</b>				
BIBLIOTECA	3	242	1	25	26
AUDITORIO	2	109	1	11	12
SUM	1	96	1	10	11
<b>TOTAL</b>			<b>27</b>	<b>64</b>	<b>91</b>
<b>EST. PERSONAS CON DISCAPACIDAD 4% DEL TOTAL</b>					<b>4</b>

Con relación al cálculo de estacionamiento de bicicletas, en la tabla 72, podemos observar:

**Tabla 72**  
*Cálculo de estacionamiento de bicicletas*

<b>CÁLCULO ESTACIONAMIENTO DE BICICLETAS</b>			
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>METRADO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CONDICIÓN</b>
Área neta de estacionamientos	1092	M2	Ley N° 30936 A.010 RNE
Factor	5%		

<b>Área de bicicletas reglamentarias</b>	54.6	M2	
Área de estacionamiento de bicicletas (0.75x2)	1.5	M2	
Cantidad de bicicletas reglamentarias	36	UND	REQUERIDO
Cantidad de bicicletas en proyecto	36	UND	CUMPLE

#### 4.6.2. Cálculo de dotación de servicios higiénicos.

Para el cálculo de la dotación de servicios higiénicos, se siguió la normativa establecida por el RNE, así como el cálculo del aforo del proyecto. La tabla 73 presenta los resultados obtenidos, reflejando de manera clara y precisa las necesidades de infraestructura sanitaria requeridas para el adecuado funcionamiento del espacio.

**Tabla 73**  
Cálculo de dotación de servicios higiénicos

CÁLCULO DE DOTACIÓN DE SERVICIOS HIGIENICOS						
DESCRIPCIÓN	P. ADMINISTRATIVO	P. PÚBLICO	SS.HH/ P. ADMINISTRATIVO		SS.HH/ P. PÚBLICO	
			H	M	H	M
<b>NORMA A.080</b>			<b>7 A 20 EMPLEADOS</b>		<b>-</b>	
ADMINISTRACIÓN	20	33	2L, 2U, 2I	2L, 2I	2L, 2U, 2I	2L, 2I
<b>NORMA A.070</b>			<b>1 A 6 EMPLEADOS</b>		<b>1 A 20 PERS NO REQUIERE</b>	
TIENDA SOUVENIRS	1	20	1L, 1U, 1I		<b>-</b>	
<b>NORMA A.060</b>			<b>51 A 100 PERS</b>		<b>-</b>	

EXPERIMEN TACIÓN Y ALMACENA MIENTO	68	2	3L, 3I, 3U	3L, 3I	-	-
<b>NORMA A.040</b>			<b>CADA 60/30 PERS</b>	<b>CADA 30 PERS</b>	-	-
LABORATOR IO	54	-	1I, 2L, 1U	2I, 2L	-	-
<b>NORMA A.090</b>			<b>1 A 6 EMPLEADOS</b>	<b>101 A 200 PERS</b>		
BIBLIOTECA	3	242	1L, 1U, 1I		2L, 2U, 2I	2L, 2I
<b>NORMA A.090 Y A.040</b>			<b>7 A 25 EMPLEADOS</b>		<b>CADA 60/30 PERS</b>	<b>CADA 30 PERS</b>
CAPACITACI ÓN	12	192	1L, 1U, 1I	1L, 1I	4I, 4L, 4U	4I, 4L
<b>NORMA A.090</b>			<b>1 A 6 EMPLEADOS</b>	<b>101 A 200 PERS</b>		
AUDITORIO	2	109	1L, 1U, 1I		2U, 2I, 2L	2L, 2I
<b>NORMA A.090</b>			<b>1 A 6 EMPLEADOS</b>	<b>0 A 100 PERS</b>		
SUM	1	96	1L, 1U, 1I		1L, 1I, 1U	1L, 1I
<b>NORMA A.070</b>			<b>6 A 20 EMPLEADOS</b>	<b>51 A 100 PERS</b>		
CAFETERIA	10	178	1L, 1U, 1I	1L, 1I	2L, 2U, 2I	2L, 2I
<b>NORMA A.100</b>			-		<b>101 A 400 PERS</b>	
ÁREA DE JUEGOS	-	-	-	-	2L, 2U, 2I	2I, 2L

#### 4.6.3. Cálculo de ascensores.

En relación con el cálculo de ascensores para el sector "E", se ha tomado como referencia la Norma Técnica EM. 070 sobre Transporte Mecánico del Reglamento Nacional de Edificaciones. A partir de este análisis, se ha determinado que se requiere un ascensor para la zona de revisión de información y otro para la zona de capacitación. Para facilitar la comprensión de este cálculo, se presentan las tablas 74 y 75, que detallan el proceso desarrollado, permitiendo una visualización clara de los criterios que han llevado a estas conclusiones.

**Tabla 74**

#### Cálculo de ascensores - Zona de revisión de información

NORMA EM.070 TRANSPORTE MECÁNICO (2018)										
CÁLCULO DE ASCENSORES PARA EDIFICIOS RESIDENCIALES MULTIFAMILIARES (ÚNICO USO)										
Fecha :										
Nombre del Proyecto :										
Ubicación del Proyecto :		Calle / Número:		Provincia:		Departamento:				
Datos del proyectista :		Nombre:		Profesión:		N° colegiatura:				
1	Población total del proyecto (número total de personas). No considerar la población del primer nivel o nivel de ingreso principal ni los sótanos.	73.00								
2	Población a transportar en cinco minutos (Número mínimo de personas)	10.95	15%	% Capacidad de transporte en 5 minutos según norma						
3	Intervalo de espera máximo (segundos)	90	Intervalo de espera máximo según norma							
<b>DISEÑO DE ASCENSORES PARA EL PROYECTO</b>										
4	Cantidad de Ascensores	1								<b>TOTAL</b>
5	Número de pasajeros por ascensor (capacidad nominal)	8								1
6	Capacidad útil de pasajeros (80% de la capacidad nominal)	6.4								
7	Número de plantas del proyecto (incluir todos los niveles y sótanos).	15								
8	Distancia vertical total del proyecto (metros). Desde nivel de piso terminado más bajo (por ejemplo, último sótano) hasta el último nivel de piso terminado más alto (por ejemplo, azotea).	8.4								
9	Velocidad nominal del ascensor (m/s) según fabricante	1.00								
10	Tipo de Puerta	Central								
11	Dimensiones de Puerta (metros)	0.80								
<b>RESULTADOS</b>										
12	Intervalo de espera del proyecto (segundos)	70.10	Si cumple con la norma						70.10	
13	Población a transportar en 5 minutos del proyecto (N° de personas)	27.39	Si cumple con la norma						27.39	
Nota:		Comparar los resultados del cálculo (celdas 12 y 13) con los dos requisitos a cumplir establecidos en la norma (celdas 2 y 3). En caso no cumplir los dos requisitos a la vez, se debe recalculer el diseño con nuevos datos, como cantidad de ascensores, capacidad nominal, entre otros.								

**Tabla 75**

#### Cálculo de ascensores - Zona de capacitación

NORMA EM.070 TRANSPORTE MECÁNICO (2018)										
CÁLCULO DE ASCENSORES PARA EDIFICIOS RESIDENCIALES MULTIFAMILIARES (ÚNICO USO)										
Fecha :										
Nombre del Proyecto :										
Ubicación del Proyecto :		Calle / Número:		Provincia:		Departamento:				
Datos del proyectista :		Nombre:		Profesión:		N° colegiatura:				
1	Población total del proyecto (número total de personas). No considerar la población del primer nivel o nivel de ingreso principal ni los sótanos.	120.00								
2	Población a transportar en cinco minutos (Número mínimo de personas)	18.00	15%	% Capacidad de transporte en 5 minutos según norma						
3	Intervalo de espera máximo (segundos)	90	Intervalo de espera máximo según norma							
<b>DISEÑO DE ASCENSORES PARA EL PROYECTO</b>										
4	Cantidad de Ascensores	1								<b>TOTAL</b>
5	Número de pasajeros por ascensor (capacidad nominal)	8								1
6	Capacidad útil de pasajeros (80% de la capacidad nominal)	6.4								
7	Número de plantas del proyecto (incluir todos los niveles y sótanos).	15								
8	Distancia vertical total del proyecto (metros). Desde nivel de piso terminado más bajo (por ejemplo, último sótano) hasta el último nivel de piso terminado más alto (por ejemplo, azotea).	8.64								
9	Velocidad nominal del ascensor (m/s) según fabricante	1.00								
10	Tipo de Puerta	Central								
11	Dimensiones de Puerta (metros)	0.80								
<b>RESULTADOS</b>										
12	Intervalo de espera del proyecto (segundos)	70.58	Si cumple con la norma						70.58	
13	Población a transportar en 5 minutos del proyecto (N° de personas)	27.20	Si cumple con la norma						27.20	
Nota:		Comparar los resultados del cálculo (celdas 12 y 13) con los dos requisitos a cumplir establecidos en la norma (celdas 2 y 3). En caso no cumplir los dos requisitos a la vez, se debe recalculer el diseño con nuevos datos, como cantidad de ascensores, capacidad nominal, entre otros.								

## 4.7. Especialidades

### 4.7.1. Seguridad.

Se realizaron análisis de las rutas de evacuación, la capacidad de aforo y las dimensiones de pasadizos y escaleras. Este estudio tuvo como objetivo verificar el cumplimiento de la Norma A130 del Reglamento Nacional de Edificaciones.

### 4.7.2. Cálculo de aforo y medios de evacuación

El cálculo de aforo se realizó considerando el mobiliario propuesto y las áreas específicas de cada ambiente según su uso. Con estos análisis, se establecieron los requisitos para los medios de evacuación del sector "E". Las tablas 76-82 presentan los cálculos para dimensionar adecuadamente los anchos de pasillos y puertas, así como la longitud máxima del recorrido permitido y su aplicación en el proyecto.

**Tabla 76**  
Cálculo de aforo – primer nivel, sector “E”

CALCULO DE AFORO							
Piso o Nivel	Ambiente	m2/Und.	Índice	Cantidad (pers.)	(*)	Parcial (pers.)	Aforo Piso (pers.)
Nivel +0.30/ +0.90	RUTA 8					171.00	293.00
PRIMER PISO	INGRESO BIBLIOTECA Y LABORATORIOS	23.09	No aplica	-	*		
	ATENCIÓN AL PÚBLICO	48.86	1 trab./pers.	1.00			
	DEPÓSITO DE LIBROS	36.72	1 trab./pers.	1.00	*		
	S.H	3.89	No aplica	-	*		
	CUARTO DE LIMPIEZA	3.78	1 trab./pers.	1.00	*		
	AREA DE LECTURA COLECTIVA	65.00	1 pers./ silla	36.00			
	AREA DE LECTURA 1	71.38	1 pers./ silla	14.00			
	AREA DE LIBROS	43.71	No aplica	-	*		
	AREA DE LECTURA 2	77.62	1 pers./ silla	30.00			
	GRADERÍA	48.05	1 pers./ silla	90.00			
	SS.HH - DAMAS	21.01	No aplica	-	*		
	SS.HH - CABALLEROS	27.23	No aplica	-	*		
	CUARTO DE LIMPIEZA	6.79	1 trab./pers.	1.00	*		
	RUTA 9					21.00	
	SALA DE VENTAS	69.76	2.5 m2/pers.	20.00			
	AREA DE CAJA	11.44	1 trab./pers.	1.00			
	DEPOSITO	9.52	1 trab./pers.	1.00	*		
	S.H	3.78	No aplica	-	*		
	RUTA 10					51.00	
	RECEPCIÓN	41.14	1 trab./pers.	1.00			
	CUARTO DE LIMPIEZA	3.44	1 trab./pers.	1.00	*		
	S.H	3.24	No aplica	-	*		
	SALA DE CAPACITACIÓN 1	95.01	1 pers./ silla	25.00			
	DEPOSITO DE MATERIALES Y HERRAMIENTAS	15.62	1 trab./pers.	1.00	*		
	SALA DE CAPACITACIÓN 2	95.45	1 pers./ silla	25.00			
	DEPOSITO DE MATERIALES Y HERRAMIENTAS	15.64	1 trab./pers.	1.00	*		
	RUTA 11					50.00	
	SALA DE CAPACITACIÓN 3	95.45	1 pers./ silla	25.00			
	DEPOSITO DE MATERIALES Y HERRAMIENTAS	15.62	1 trab./pers.	1.00	*		
	SALA DE CAPACITACIÓN 4	95.10	1 pers./ silla	25.00			
	DEPOSITO DE MATERIALES Y HERRAMIENTAS	15.64	1 trab./pers.	1.00	*		
	SS.HH - DAMAS	33.35	No aplica	-	*		
	SS.HH - CABALLEROS	29.28	No aplica	-	*		

Los ambientes que tiene un \* no son considerados dentro de la suma total del aforo de la edificación, ya que estos son usados por los mismos usuarios, en el caso del comedor de empleados estos son usados por los colaboradores contados anteriormente en los diferentes ambientes.

**Tabla 77**  
Cálculo de aforo – segundo nivel, sector “E”

CALCULO DE AFORO							
Piso o Nivel	Ambiente	m2/Und.	Índice	Cantidad (pers.)	(*)	Parcial (pers.)	Aforo Piso (pers.)
Nivel +3.90/ + 5.22	<b>RUTA 8</b>					73.00	176.00
SEGUNDO PISO	INGRESO BIBLIOTECA Y LABORATORIOS	23.09	No aplica	-	*		
	ATENCIÓN AL PÚBLICO	50.92	1 trab./pers.	1.00			
	CUARTO DE CARGA	40.49	1 trab./pers.	1.00	*		
	S.H	3.90	No aplica	-	*		
	MEDIATECA/ SALA DE COMPUTO	65.04	1 pers./ silla	30.00			
	ÁREA DE MESAS	67.51	1 pers./ silla	14.00			
	COWORKING	32.36	1 pers./ silla	22.00			
	DEPOSITO	4.81	1 trab./pers.	1.00	*		
	CUARTO DE LIMPIEZA	3.43	1 trab./pers.	1.00	*		
	SS.HH - CABALLEROS	27.23	No aplica	-	*		
	SS.HH - DAMAS	21.01	No aplica	-	*		
	ÁREA DE LECTURA INFORMAL	53.05	1 pers./ silla	6.00			
	<b>RUTA 10</b>						53.00
	S.H - CABALLEROS	13.07	No aplica	-	*		
	S.H - DAMAS	12.03	No aplica	-	*		
	DIRECTOR GENERAL	31.74	1 pers./ silla	3.00			
	S.H - DIRECTOR	5.35	No aplica	-	*		
	SALA DE REUNIONES	31.83	1 pers./ silla	10.00	*		
	ARCHIVOS	19.59	1 trab./pers.	1.00	*		
	SALA DE PROFESORES	33.08	1 trab./pers.	6.00	*		
KITCHENETTE	33.64	1 trab./pers.	12.00	*			
ÁREA DE DESCANSO	22.63	1 trab./pers.	7.00	*			
SALA DE CAPACITACIÓN 5	95.01	1 pers./ silla	25.00				
DEPOSITO DE MATERIALES Y HERRAMIENTAS	15.62	1 trab./pers.	1.00	*			
SALA DE CAPACITACIÓN 6	95.45	1 pers./ silla	25.00				
DEPOSITO DE MATERIALES Y HERRAMIENTAS	15.64	1 trab./pers.	1.00	*			
<b>RUTA 11</b>						50.00	
SALA DE CAPACITACIÓN 7	95.45	1 pers./ silla	25.00				
DEPOSITO DE MATERIALES Y HERRAMIENTAS	15.62	1 trab./pers.	1.00	*			
SALA DE CAPACITACIÓN 8	95.10	1 pers./ silla	25.00				
DEPOSITO DE MATERIALES Y HERRAMIENTAS	15.64	1 trab./pers.	1.00	*			
SS.HH - DAMAS	33.35	No aplica	-	*			
SS.HH - CABALLEROS	29.28	No aplica	-	*			

Los ambientes que tiene un \* no son considerados dentro de la suma total del aforo de la edificación, ya que estos son usados por los mismos usuarios, en el caso del comedor de empleados estos son usados por los colaboradores contados anteriormente en los diferentes ambientes.

**Tabla 78**  
Cálculo de medios de evacuación – primer nivel, sector “E”

MEDIOS DE EVACUACION - 1ER NIVEL						
Ruta	Aforo	Largo	Puertas/pasadizos			
			Factor	Requerida	Proyectada	Cumple/No Cumple
RUTA N°8	171.00	37.82	0.005	0.86	2.00	Cumple
RUTA N°9	21.00	12.65	0.005	0.11	1.80	Cumple
RUTA N°10	51.00	37.36	0.005	0.26	1.80	Cumple
RUTA N°11	50.00	22.92	0.005	0.25	2.00	Cumple

**Tabla 79**  
Cálculo de medios de evacuación, puertas/ pasadizos – segundo nivel, sector “E”

MEDIOS DE EVACUACION - 2DO NIVEL						
Ruta	Aforo	Largo	Puertas/pasadizos			
			Factor	Requerida	Proyectada	Cumple/No Cumple
RUTA N°8	73.00	44.13	0.005	0.37	2.00	Cumple
RUTA N°10	53.00	41.60	0.005	0.27	1.80	Cumple
RUTA N°11	50.00	43.18	0.005	0.25	4.60	Cumple

**Tabla 80**  
Cálculo de medios de evacuación, escaleras – segundo nivel, sector “E”

MEDIOS DE EVACUACION - 2DO NIVEL						
Ruta	Aforo	Largo	Escalera			
			Factor	Requerida	Proyectada	Cumple/No Cumple
RUTA N°8	73.00	44.13	0.008	0.58	1.20	Cumple
RUTA N°10	53.00	41.60	0.008	0.42	1.80	Cumple
RUTA N°11	50.00	43.18	0.008	0.40	1.80	Cumple

**Tabla 81***Cálculo del tiempo de evacuación – primer nivel, sector “E”*

CÁLCULO DEL TIEMPO DE EVACUACIÓN - 1ER NIVEL							
RUTA	TDV (Tiempo de desplazamiento Vertical)	TDH (Tiempo de desplazamiento Horizontal)	NP (Numero de Personas)	Modulo de Puerta		TTE (Tiempo Total de Evacuación) TDV+TDH+NP/modulo	
	(1 Contrapaso /seg)	Longitud de Ruta Crítica (1m/Seg)		Ancho de Puerta	Modulo (.60m)	(seg)	(min)
RUTA N°8		37.82	171.00	2.00	3.00	<b>94.82</b>	<b>1.58</b>
RUTA N°9		12.65	21.00	1.80	3.00	<b>19.65</b>	<b>0.33</b>
RUTA N°10		37.36	51.00	1.80	3.00	<b>54.36</b>	<b>0.91</b>
RUTA N°11		22.92	50.00	2.00	3.00	<b>39.59</b>	<b>0.66</b>

**Tabla 82***Cálculo del tiempo de evacuación – segundo nivel, sector “E”*

CÁLCULO DEL TIEMPO DE EVACUACIÓN - 2DO NIVEL							
RUTA	TDV (Tiempo de desplazamiento Vertical)	TDH (Tiempo de desplazamiento Horizontal)	NP (Numero de Personas)	Modulo de Puerta		TTE (Tiempo Total de Evacuación) TDV+TDH+NP/modulo	
	(1 Contrapaso /seg)	Longitud de Ruta Crítica (1m/Seg)		Ancho de Puerta	Modulo (.60m)	(seg)	(min)
RUTA N°8		44.13	73.00	2.00	3.00	<b>68.46</b>	<b>1.14</b>
RUTA N°10		41.60	53.00	1.80	3.00	<b>59.27</b>	<b>0.99</b>
RUTA N°11		43.18	50.00	4.60	8.00	<b>49.43</b>	<b>0.82</b>

#### 4.7.3. Instalaciones Sanitarias.

El proyecto se encuentra en una zona que cuenta con servicios de alcantarillado y agua potable, los cuales son fundamentales para el correcto funcionamiento de todas las instalaciones. Estos servicios son esenciales no solo para garantizar la comodidad y la salud de los usuarios, sino también para asegurar el cumplimiento de normativas sanitarias. Además, estos servicios son proporcionados por los concesionarios pertinentes, quienes se encargan de mantener y operar la infraestructura necesaria. Debido a esta infraestructura disponible, el proyecto incorpora los siguientes sistemas:

- Red de agua potable: Se distribuye mediante un sistema de presión constante, utilizando cisternas y bombas para asegurar un suministro eficiente.
- Red de alcantarillado: Abarca pozos sépticos, bombas de inmersión, así como cajas y buzones diseñados para la conducción de aguas residuales.
- Red de agua contra incendios: Incluye montantes ubicados en las escaleras de evacuación y gabinetes especializados para el suministro de agua en caso de emergencias.

#### 4.7.3.1. Red de agua.

El proyecto contempla la conexión de agua potable desde la Calle 16, donde se empalma con el concesionario a través de un medidor de agua general. Desde esta conexión inicial, se extiende una red de distribución que dirige el agua hacia diversas cisternas. Estas incluyen cisternas destinadas al consumo humano y una cisterna para el sistema de agua contra incendios. Cada una de estas cisternas tiene la función de almacenar el agua y distribuirla de manera eficiente a lo largo de todo el complejo arquitectónico. Para garantizar un suministro constante y adecuado, se emplean bombas de presión constante, lo que permite mantener un flujo de agua óptimo en todas las instalaciones.

##### *A. Cálculo de dotación de agua para cisterna consumo humano*

En el cálculo de la cisterna destinada al agua de consumo humano, se han seguido los lineamientos establecidos por el Reglamento Nacional de Edificaciones (R.N.E.), norma I.S. 0.10. Los resultados obtenidos se presentan en la tabla 83, teniéndose:

**Tabla 83**  
*Cálculo de dotación de agua fría – Cisterna Consumo Humano*

<b>CÁLCULO DE DOTACIÓN DE AGUA FRÍA (CISTERNA DE CONSUMO HUMANO)</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Factor</b>	<b>Unidad</b>	<b>Litros</b>
Z. Capacitación	1	Und	1200	1/und	1200
Z. Revisión de información	1	Und	1200	1/und	1200
Z. Servicios complementarios	1	Und	500	1/und	500
Z. Difusión	1	Und	50	1/und	50

Z.					
Administración	1	Und	500	1/und	500
Z. Investigación	1	Und	1200	1/und	1200
Z. Comercio	1	Und	50	1/und	50
Z. Servicios generales	3	Und	50	1/und	1500
Z.					
experimentación y almacenamiento	1	Und	1200	1/und	1200
<b>DOTACIÓN TOTAL REQUERIDA</b>					<b>7400</b>

#### **4.7.3.2. Sistema de alcantarillado y desagüe.**

El proyecto incluye el diseño de un sistema de desagüe destinado a la evacuación de las aguas residuales generadas en las instalaciones. Este sistema se establece mediante empalmes con el concesionario correspondiente, asegurando una salida directa hacia la calle 16.

La red de desagüe está diseñada para recolectar las aguas grises, utilizando montantes que canalizan estas aguas hacia cajas de registro. Desde allí, el sistema se conecta con el concesionario, garantizando un flujo adecuado y eficiente en la gestión de desechos. Este enfoque no solo asegura el correcto funcionamiento del sistema de desagüe, sino que también contribuye a mantener la salubridad y el bienestar de los usuarios en el complejo.

#### **4.7.3.3. Sistema de agua contra incendio.**

El proyecto incluye un sistema de agua contra incendios de tipo húmedo, en conformidad con las disposiciones del Reglamento Nacional de Edificaciones, específicamente

las Normas A130 e IS010. Este sistema está diseñado para integrar gabinetes de agua contra incendios y salidas estratégicas para bomberos ubicadas en las escaleras de emergencia, garantizando así un acceso rápido y seguro en situaciones críticas.

Como se mencionó anteriormente, el suministro de agua para la cisterna de incendios provendrá de la red gestionada por el concesionario, asegurando una fuente constante y confiable. Se ha estimado que el caudal requerido para los estacionamientos será de 225 gpm, mientras que, para los pisos superiores, donde se utilizarán gabinetes, se requerirán 150 gpm. En ambos casos, se prevé que la cobertura del suministro se mantenga durante una hora, resultando en una reserva total de 28,500 galones, equivalentes a aproximadamente 107,300 litros. De acuerdo con los requisitos arquitectónicos, se considerará una capacidad de 150 m<sup>3</sup> para el sistema.

Adicionalmente, el sistema de agua contra incendios incluirá tomas siamesas que permitirán la conexión con camiones de bomberos, cumpliendo así con los estándares establecidos en la norma NFPA 13.

#### **4.7.3.4. Cálculo dimensiones de las cisternas.**

En la tabla 84 se pueden observar los cálculos realizados, donde se determinan las dimensiones de la cisterna, considerando el área y los linderos establecidos en el diseño arquitectónico. Es fundamental tener en cuenta factores como el volumen de agua necesario y la distribución del espacio circundante para garantizar que la cisterna se adapte de manera óptima a la infraestructura existente.

**Tabla 84**  
*Cálculo de dimensionamiento de cisternas*

<b>CÁLCULO DE DIMENSIONAMIENTO DE CISTERNAS</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Vol (m3)</b>	<b>Área</b>	<b>Cálculo de altura</b>		
			<b>Altura agua</b>	<b>Brecha de aire</b>	<b>Altura total</b>
Cisterna de consumo humano	218	110	1.98	0.5	2.48
Cisterna de agua contra incendio	182	92	1.98	0.5	2.48

#### **4.7.4. Instalaciones Eléctricas.**

El sistema de instalaciones eléctricas diseñado para este proyecto se basa en directrices fundamentales que garantizan su funcionamiento eficiente. La red eléctrica comienza con el empalme de la acometida del concesionario, que se realiza en la calle 16.

Desde este punto de conexión, la energía se dirige a una subestación que distribuye la electricidad al tablero principal y al tablero de emergencia. Este último está vinculado al tablero principal mediante un tablero de transferencia, lo que permite una conmutación rápida en caso de fallos de energía.

El tablero principal se encarga de distribuir la energía a través de buzones que se conectan con los cuartos de tableros de cada área del proyecto. Dentro de los espacios, los tableros de distribución gestionan la distribución del suministro eléctrico hacia diferentes circuitos, incluyendo iluminación, tomacorrientes, subtableros para ascensores, iluminación exterior y sistemas de aire acondicionado, entre otros.

Además, se ha reservado un espacio para un generador eléctrico que proporcionará energía de respaldo al tablero de emergencia y a los sistemas asociados. Los tableros de distribución serán metálicos y de tipo auto soportado con clasificación IP 64, mientras que las canalizaciones y tuberías estarán adosadas o empotradas en la losa, según las características de cada área y sus requisitos específicos.

Dado que el proyecto incluye tableros de distribución en todas sus zonas, se han elaborado cuadros de carga y análisis de la máxima demanda en conformidad con lo estipulado en el Código Nacional de Electricidad (C.N.E.).

En las tablas 85 y 86 se muestran los cálculos realizados de la máxima demanda por niveles para el sector “E”.

**Tabla 85**

*Cálculo de máxima demanda en primer piso – Sector E*

<b>CUADRO JUSTIFICATIVO DE DEMANDA MAXIMA DE ZONA EDUCATIVA Y TERAPEUTICA</b>								
Id	Tablero	Descripción	Área	C.U.	P.I.	F.D	M,D.	
			M2	w/m2	(W)	(%)	(W)	
<b>050-210</b>	Sector E	Primer piso	Biblioteca	562.626	50	28131.3	1.00	28131.3
			Tienda souvenirs	94.500	20	1890.0	1.00	1890.0
			Sala capacitación	910.000	50	45500.0	1.00	45500.0
<b>(*) NOTA:</b>		<b>TOTAL</b>			<b>75521.3</b>		<b>75521.3</b>	
Se ha considerado		P.I. (kw)=			<b>75.52</b>			
la tabla n° 14 del CNE		D.M. (kw)=			<b>75.52</b>			

**Tabla 86***Cálculo de máxima demanda en segundo piso – Sector E*

<b>CUADRO JUSTIFICATIVO DE DEMANDA MAXIMA DE ZONA EDUCATIVA Y TERAPEUTICA</b>								
Id	Tablero	Descripción	Área	C.U.	P.I. (W)	F.D (%)	M,D. (W)	
			M2	w/m				
		Biblioteca	562.62	50	28131.3	1.0	28131.3	
<b>050-</b>			6			0		
<b>210</b>	Sector	Segundo piso	Oficinas administrativas	264.14	20	5282.94	1.0	5282.94
<b>TABLA 14</b>	E			7		0		
		Sala de capacitación	910.00	50	45500.0	1.0	45500.0	
			0			0		
<b>(*) NOTA: TOTAL</b>					<b>78914.2</b>	<b>78914.2</b>		
					<b>4</b>	<b>4</b>		
Se ha considerado la			P.I. (kw)=		<b>78.91</b>			
tabla n° 14 del CNE			D.M. (kw)=		<b>78.91</b>			

## V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El presente estudio culmina en la elaboración de la propuesta arquitectónica para el proyecto titulado “Centro de Investigación y Capacitación en Materiales Sostenibles, distrito de San Juan de Lurigancho, año 2024”. Este centro se sitúa en un terreno de 22,439.10 m<sup>2</sup>, con acceso principal desde la calle 16.

Durante el desarrollo de la investigación, se realizó un análisis exhaustivo de la contribución de este proyecto a la integración del principio de las 3R, que promueve la reutilización de residuos en el diseño arquitectónico. Este enfoque busca minimizar la generación de desechos y maximizar el aprovechamiento de los recursos disponibles. Además, se revisaron diversas técnicas arquitectónicas propuestas por distintos autores, quienes han estudiado métodos innovadores para reducir la emisión de residuos sólidos y fomentar su reutilización. Este análisis proporciona un marco teórico sólido para el proyecto e inspira la implementación de prácticas sostenibles que pueden aplicarse en el diseño y la construcción del centro.

Asimismo, se identificaron los materiales sostenibles más adecuados para el diseño arquitectónico, evaluando su durabilidad, resistencia y viabilidad económica. Se propusieron acabados y mobiliario fabricados con materiales reciclados para mejorar la eficiencia y sostenibilidad del espacio. También se definieron estrategias de diseño que fomentan la utilización óptima de recursos renovables, abarcando aspectos técnicos, funcionales y estéticos para optimizar el uso del espacio y satisfacer las necesidades de investigación y capacitación en materiales sostenibles.

Como resultado, se presenta el desarrollo del proyecto arquitectónico, que incluye representaciones detalladas en planimetría y volumetría 3D. Este enfoque integral asegura la

sostenibilidad del diseño y establece un referente para futuros proyectos en arquitectura sostenible.

## VI. CONCLUSIONES

El diseño arquitectónico del Centro de Investigación y Capacitación en Materiales Sostenibles en el distrito de San Juan de Lurigancho representa una oportunidad clave para avanzar hacia un futuro más resiliente y sostenible en el ámbito de la construcción. A lo largo de esta investigación, se ha evidenciado la necesidad urgente de adoptar prácticas constructivas que minimicen el impacto ambiental y maximicen la eficiencia de los recursos. Este centro no solo facilitará la investigación en el desarrollo de nuevos materiales, sino que también fomentará la capacitación de profesionales y la sensibilización de la comunidad sobre la importancia de la sostenibilidad, permitiendo adoptar prácticas responsables que mejoren la calidad de vida y la resiliencia ante el cambio climático.

La integración de tecnologías avanzadas con materiales sostenibles resultará en edificaciones más eficientes, subrayando la importancia de la innovación en el sector. Además, el centro puede ser un modelo replicable en otras comunidades vulnerables de Lima, demostrando que es posible combinar la innovación arquitectónica con el desarrollo social. Su creación fomentará una mayor conciencia ambiental, incentivando a otros actores a adoptar prácticas similares.

Finalmente, al ofrecer programas de capacitación accesibles y promover la investigación aplicada, el centro se posicionará como un referente en la innovación en materiales sostenibles, contribuyendo al desarrollo económico y social de la región y al bienestar del medio ambiente.

## VII. RECOMENDACIONES

Para el desarrollo del centro de investigación y capacitación en materiales sostenibles, se recomienda fomentar colaboraciones multidisciplinarias que integren arquitectos, ingenieros y científicos de materiales. El diseño del centro debe basarse en principios de eficiencia energética y bioclimática, utilizando materiales que minimicen el impacto ambiental. Además, es fundamental implementar infraestructura verde, como sistemas de captación de agua de lluvia y paneles solares, para reducir el consumo de recursos y promover la biodiversidad.

Se sugiere crear espacios de trabajo flexibles que se adapten a diversas actividades de investigación y capacitación, impulsando la innovación. También es esencial desarrollar programas accesibles para estudiantes y la comunidad local sobre la implementación de materiales sostenibles. Promover investigación aplicada que aborde problemas específicos de la región, integrando el conocimiento local y tecnologías avanzadas, enriquecerá el impacto del centro.

Asimismo, se recomienda establecer una red de alianzas con universidades, industrias y gobiernos facilitará el intercambio de conocimientos. Implementar un sistema de evaluación continua permitirá medir el impacto de las actividades del centro en la comunidad y el medio ambiente. Por último, organizar talleres y eventos para sensibilizar a la comunidad sobre la importancia de los materiales sostenibles y buscar fuentes de financiamiento diversificadas garantizarán la viabilidad a largo plazo del centro.

## VIII. REFERENCIAS

- Agencia Europea de Medio Ambiente. (2017). Circular by design: products in the circular economy. *EEA Report, 6*, pp.1-56. <https://www.eea.europa.eu/publications/circular-by-design>
- Antunes, A. y Gadotti, M. (2006). La ecopedagogía como la pedagogía indicada para el proceso de la Carta de la Tierra. En P. B. Corcoran (Ed.), *La Carta de la Tierra en Acción. Hacia un mundo sostenible* (pp. 141-143). Amsterdam: Kit Publishers. <https://earthcharter.org/wp-content/assets/virtual-library2/images/uploads/Antunes.pdf>
- ArchDaily Team. (12 de noviembre de 2011). En Detalle: Construcción con botellas recicladas. *ArchDaily Perú*. <https://www.archdaily.pe/pe/02-118791/en-detalle-construccion-con-botellas-recicladas>
- Cardona L. y Sanchez L. (2011). *Principales propiedades de los pisos de caucho*. Repositorio institucional Universidad de Medellín. <https://core.ac.uk/download/pdf/51194716.pdf>
- Castro et al. (2021). Senamhi. Climas del Perú – Mapa de Clasificación Climática Nacional. (<https://www.senamhi.gob.pe/load/file/01404SENA-4.pdf>).
- Cegep. (28 de marzo de 2021). *Institutos y centros de investigación en Perú - CEGEP*. CEGEP. <https://cegepperu.edu.pe/institutos-y-centros-de-investigacion-en-peru/>
- Clasificación Internacional Industrial Uniforme (CIIU). Índice de usos para la ubicación de actividades, zona industrial. (<https://eudora.vivienda.gob.pe/observatorio/Documentos/PDU/Piura/4%20Anexos.pdf>).

- Deckymn, S. (2018), “Circular Flanders: adaptive policy for a circular economy”, *Factor X: Challenges, Implementation Strategies and Examples for a Sustainable Use of Natural Resources*, H. Lehmann (ed.), Cham, Springer.
- Decorcenter (s.f.). Manual de uso y mantenimiento de piso de caucho.
- Díaz, D. (s.f.). ¿Cómo producir menos desechos en la casa? *Gente de cabecera*.  
<https://www.gentecabecera.com/2016/05/como-producir-menos-desechos-en-la-casa/>
- Dobón, B. (2018). *Materiales de construcción reciclados y reutilizados para la arquitectura sostenible*. [Trabajo de grado, Universidad Politécnica de Valencia]. Repositorio institucional UPV. <https://riunet.upv.es/handle/10251/115062>
- Ellen MacArthur Foundation (2013), Towards the circular economy, *Vol. 2: opportunities for the consumer goods sector*. <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/towards-the-circular-economy-vol-2-opportunities-for-the-consumer-goods>
- Ellen MacArthur Foundation (2017), Urban Biocycles.  
<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/cities-urban-biocycles>
- Figuroa, L. y Parra, S. (2022). *Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta de producción de pintura a base de poliestireno expandido y de un solvente ecológico* [Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial, Universidad de Lima]. Repositorio institucional de la Universidad de Lima.  
<https://hdl.handle.net/20.500.12724/16323>
- Gaggino, R. (2008) Ladrillos y placas prefabricadas con plásticos reciclados aptos para la autoconstrucción. *INVI*, 23(063), pp.137-163. <https://www.arpet.org/docs/Ladrillos-y-placas-prefabricadas-con-plasticos-reciclados-Gaggino.pdf>

Guerra, P. (27 de febrero de 2023). La revolución digital ha llegado para transformar el modo en que vemos y manejamos nuestros residuos. *BID*.

<https://blogs.iadb.org/agua/es/innovacion-tecnologica-en-la-gestion-de-residuos-solidos-la-revolucion-digital-que-ha-llegado-para-transformar-el-modo-en-que-vemos-y-manejamos-nuestros-residuos/>

Gutiérrez, M. (2018). *Centro de investigación y capacitación en construcción sostenible*.

[Trabajo de grado, Fundación Universidad de América]. Repositorio institucional Lumieres. <https://hdl.handle.net/20.500.11839/6637>

Instituto Nacional de Estadística e Informática (2018). Resultados Definitivos del Censo Nacional en la provincia de Lima 2017.

[https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitaless/Est/Lib1583/15ATOMO\\_01.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitaless/Est/Lib1583/15ATOMO_01.pdf)

IQAir. (2022). Region & City PM2.5 Ranking. *World Air Quality Report*, 1(1), pp.1-47.

<https://www.greenpeace.org/static/planet4-india-stateless/2023/03/2fe33d7a-2022-world-air-quality-report.pdf>

Jaramillo, J. (Agosto de 2003). Efectos de la inadecuada gestión de residuos sólidos.

Universidad de Antioquía, Colombia. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. *Estrucplan*. <https://estrucplan.com.ar/efectos-de-la-inadecuada-gestion-de-residuos-solidos/>

Josa, S. (27 de enero de 2021). Tendencias tecnológicas clave para la gestión de residuos.

*Hiberusblog*. <https://www.hiberus.com/crecemos-contigo/tendencias-tecnologicas-para-la-gestion-de-residuos/>

- Lansink, A. (2018), Challenging changes - Connecting Waste Hierarchy and Circular Economy, *Waste Management & Research: The Journal for a Sustainable Circular Economy*, 36(10). <https://doi.org/10.1177/0734242X18795600>
- Luis, M. (2020). *Instituto Tecnológico de Materiales Reciclables de Villa El Salvador*. [Tesis de pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Repositorio institucional UPC. <http://doi.org/10.19083/tesis/653626>
- Materials. (11 de marzo de 2019). Cómo reciclar el poliestireno expandido (EPS) para convertirlo en pintura. *ArchDaily Perú*. <https://www.archdaily.pe/pe/912676/como-reciclar-el-poliestireno-expandido-eps-para-convertirlo-en-pintura>
- McDonough, W. y Braungart, M. (2002). *Cradle to Cradle*. Vintage Classics. <https://es.scribd.com/document/565335647/Cradle-to-Cradle-Completo-compressed>
- Meneses, E. (2012). *Centro de valorización de residuos domiciliarios para su reciclaje*. [Tesis de pregrado, Universidad de Chile]. Repositorio académico de la Universidad de Chile. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/112567>
- Meteoblue. (2006). Datos climáticos y meteorológicos históricos simulados para San Juan de Lurigancho. [https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/climatemodelled/san-juan-de-lurigancho\\_peru\\_3935724](https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/climatemodelled/san-juan-de-lurigancho_peru_3935724)
- Minedu. (2015). Guía de diseño de espacios educativos. <https://minedu.gob.pe/p/pdf/guia-ebr-jec-2015.pdf>
- Minedu. (2015). Norma Técnica de infraestructura para locales de educación superior. <https://www.minedu.gob.pe/p/pdf/resolucion-viceministerial-017-2015-minedu.pdf>

Minedu. (2019). *Criterios de diseño para ambientes de institutos tecnológicos de excelencia*.

<https://www.minedu.gob.pe/p/pdf/rvm-n-283-2019-minedu.pdf>

Minedu. (2021). Criterios de Diseño para Institutos y Escuelas de Educación Superior

Tecnológica. <https://www.minedu.gob.pe/p/pdf/rvm-140-2021-minedu-nt-superiortecnologica.pdf>

Ministerio del Ambiente, Gobierno del Perú (12 de abril de 2020). Ecoladrillos: una útil e innovadora alternativa para tus residuos plásticos. *Gob.pe*.

<https://www.gob.pe/institucion/minam/noticias/112195-ecoladrillos-una-util-e-innovadora-alternativa-para-tus-residuos-plasticos>

Montes, C. (2009). *Régimen jurídico y ambiental de los residuos sólidos*. Universidad

Externado de Colombia. <https://publicaciones.uexternado.edu.co/gpd-regimen-juridico-y-ambiental-de-los-residuos-solidos-9789587104233.html>

Municipalidad de San Juan de Lurigancho (2011). Estudio de Microzonificación sísmica y vulnerabilidad en el distrito de San Juan de Lurigancho.

[https://sigrid.cenepred.gob.pe/docs/PARA%20PUBLICAR/CISMID/ZonSism\\_Pautas\\_Tecnicas\\_SAN%20JUAN\\_DE\\_LURIGANCHO.pdf](https://sigrid.cenepred.gob.pe/docs/PARA%20PUBLICAR/CISMID/ZonSism_Pautas_Tecnicas_SAN%20JUAN_DE_LURIGANCHO.pdf)

Municipalidad de San Juan de Lurigancho (2017-2018). Plan de educación comunitaria en gestión del riesgo de desastres.

[https://sigrid.cenepred.gob.pe/docs/PARA%20PUBLICAR/OTROS/Plan\\_de\\_educacion\\_comunitaria\\_en\\_gestion\\_del\\_riesgo\\_de\\_desastres\\_SJL\\_2017\\_2018\\_San\\_Juan\\_de\\_Lurigancho\\_2017.pdf](https://sigrid.cenepred.gob.pe/docs/PARA%20PUBLICAR/OTROS/Plan_de_educacion_comunitaria_en_gestion_del_riesgo_de_desastres_SJL_2017_2018_San_Juan_de_Lurigancho_2017.pdf)

Municipalidad de San Juan de Lurigancho (2020). Plan de acción distrital de seguridad

ciudadana 2020. [https://web.munisjl.gob.pe/web/data\\_files/codisec/PADCS-SJL\\_2020-APROBADO.pdf](https://web.munisjl.gob.pe/web/data_files/codisec/PADCS-SJL_2020-APROBADO.pdf)

Munier, N. (2005). *Introduction to Sustainability-Road to better future*. Países Bajos: Springer.

Ordenanza N.º 416-MDSJL. Ordenanza que aprueba el plan distrital de manejo de residuos sólidos de San Juan de Lurigancho, 2022-2026. (22 de diciembre del 2021). Concejo municipal del distrito de San Juan de Lurigancho.

<https://smia.munlima.gob.pe/uploads/documento/35cd47abebe3cb81.pdf>

Ordenanza N.º 933-MML. Proceso de Licencia de Funcionamiento, 2006. Concejo metropolitano de Lima. <https://www.gob.pe/institucion/munilurin/informes-publicaciones/4222772-ordenanza-n-933-mml-proceso-de-licencia-de-funcionamiento>

Ortega A. (2015). *Materiales sostenibles para la edificación. Estado de la cuestión*. [Trabajo fin de grado]. Repositorio Universitat Politècnica de València.

<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/56226/ORTEGA%20-%20MATERIALES%20SOSTENIBLES%20PARA%20LA%20EDIFICACION%20ESTADO%20DE%20LA%20CUESTION.pdf?sequence=1>

Pandey, D., Agrawal, M. & Pandey, J. (2010). Carbon footprint: current methods of estimation. *Environmental Monitoring and Assessment*, 178, pp.135-160.

<https://doi.org/10.1007/s10661-010-1678-y>

Piratoba O. (2022). Reciclaje como Estrategia Pedagógica para la Promoción de las Artes Manuales en Estudiantes de Educación Básica Primaria. *CONOCIMIENTO, INVESTIGACIÓN Y EDUCACIÓN CIE*, 1(5).

<https://ojs.unipamplona.edu.co/index.php/cie/article/view/1754>

Prieto, S. (2021). *Centro de capacitación e investigación en manejo de residuos*. [Trabajo de grado, Fundación Universidad de América]. Repositorio institucional Lumieres.

<https://hdl.handle.net/20.500.11839/8574>

Richardson, M. (2011). Design for Reuse: Integrating Upcycling into

Industrial Design Practice. Trabajo de investigación presentado en la *Conferencia internacional sobre remanufactura, Universidad de Strathclyde, Glasgow, Reino Unido*, pp.1-13.

[https://www.academia.edu/1052431/Design\\_for\\_Reuse\\_Integrating\\_Upcycling\\_Into\\_Industrial\\_Design\\_Practice](https://www.academia.edu/1052431/Design_for_Reuse_Integrating_Upcycling_Into_Industrial_Design_Practice)

Salinas, R. (2018). *Análisis de los Requerimientos Urbano-Arquitectónicos para el Diseño de un Centro De Reciclaje Especializado en la Recuperación de Residuos Inorgánicos en la Ciudad de Trujillo*. [Tesis de pregrado, Universidad Peruana de Ciencias

Aplicadas]. Repositorio institucional UPC. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/26109>

Seminario, R. (2022). *Centro de investigación y producción de materiales reciclados para la construcción y reducción de la contaminación ambiental en la provincia de Sullana, Piura, Perú 2022*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Piura]. Repositorio institucional UNP.

<https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12676/3577/FAUR-SEM-GON-2022.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Senamhi. (2021). Climas del Perú. <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/01404SENA-4.pdf>

Shah, B. (15 de Setiembre de 2019). Como aprenden los edificios: capas de cambio. *Medium*.

<https://medium.com/@bhakti1711/how-buildings-learn-wip-619bd89e845e>

Solórzano, G. (2018), “Economía circular y perspectivas de futuro”, *Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos*, P. Tello, D. Campani y R. Sarafian (eds.), Ciudad de México, Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental (AIDIS)

Stanković et al. (2015). Reconditioning and Reconstruction: A Second Wind for Serbian Kindergartens. *Procedia Engineering*, 117, 751-765.

<https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.08.218>

Sunearthtools. (2024). Herramientas para consumidores y diseñadores de energía solar.

[https://www.sunearthtools.com/dp/tools/pos\\_sun.php?lang=es#top](https://www.sunearthtools.com/dp/tools/pos_sun.php?lang=es#top)

Treviño, A. (27 de septiembre de 2022). *Economía circular en la arquitectura*. Specson.

<https://specs-consultoria.com/blog/economia-circular-en-la-arquitectura>

Wiedmann, T. (2009). Economic Systems Research. *Carbon Footpring and input-output analysis-An Introduction*, 21(3), pp.175-186.

<https://doi.org/10.1080/09535310903541256>

## IX. Anexos

### 9.1. Memoria descriptiva de Arquitectura

#### 1. Datos Generales

Ubicación : Calle 16, las Palmeras, Mz. F, Distrito de San Juan de Lurigancho, Urb. Campoy, Provincia de Lima

Tipo de edificación : Investigación en ciencias naturales, Industria (I1)

#### 2. Planteamiento General

El proyecto del Centro de investigación y capacitación en materiales sostenibles, esta ubicado en la Urb. Campoy, Mz. F, distrito de San Juan de Lurigancho, presentando los siguientes linderos y medidas perimétricas:

- Por el frente: con una línea recta que mide del tramo A-B con 159.59ml, colinda con la calle 16 – Las Palmeras.
- Por la derecha: Con 3 tramos que miden: Tramo B-C con 34.07ml; tramo C-D con 17.59ml; tramo D-E con 74.60ml; colinda con viviendas de 4 niveles.
- Por la izquierda: Con una línea recta que mide del tramo A-J con 168.44ml, colinda con una fábrica textil de 3 niveles.
- Por el fondo: Con 5 tramos que miden: Tramo E-F con 59.51ml; tramo F-G con 7.47ml; tramo G-H con 4.96ml; tramo H-I con 48.98ml; tramo I-J con 70.41ml; colinda con la calle S/N.

El centro contará con un ingreso peatonal para el público, desde la calle 16 – Las palmeras.

Adicionalmente posee estacionamientos para vehículos menores del público y estacionamientos para los trabajadores y de servicios, los cuales tienen ingreso por la misma Calle 16 – Las palmeras.

En el primer nivel +0.30m podemos observar: la zona de investigación, la zona de capacitación, zona de revisión de información, zona de difusión, zona de servicios complementarios, zona administrativa, zona de servicios generales. Así mismo se ubican el patio de maniobras, garitas de acceso y acopio de basura.

En el nivel de -1.20m se ubica la zona de experimentación y almacenamiento.

## 2.1. Áreas

En la tablas 87 y 88 podemos observar a detalle las áreas resultantes del sector “E” del Centro de investigación y capacitación en materiales sostenibles.

**Tabla 87**

*Cuadro de áreas resultante – Sector “E”*

CUADRO DE AREAS (m2)		
	AMBIENTE	AREA TECHADA
<b>AREA TECHADA PRIMER NIVEL SECTOR E1 NPT +0.30</b>		<b>491.51</b>
<b>PRIMER NIVEL NPT +0.30</b>	INGRESO BIBLIOTECA Y LABORATORIOS	23.09
	ATENCIÓN AL PÚBLICO	48.86
	DEPÓSITO DE LIBROS	36.72
	S.H	3.89
	CUARTO DE LIMPIEZA	3.78
	AREA DE LECTURA COLECTIVA	65.00
	AREA DE LECTURA 1	71.38
	AREA DE LIBROS	43.71
	AREA DE LECTURA 2	77.62
	GRADERÍA	48.05
	HALL - BAÑOS	14.39
SS.HH - DAMAS	21.01	
SS.HH - CABALLEROS	27.23	
CUARTO DE LIMPIEZA	6.79	
<b>AREA TECHADA PRIMER NIVEL SECTOR E2 NPT +0.30</b>		<b>94.50</b>
<b>PRIMER NIVEL NPT +0.30</b>	SALA DE VENTAS	69.76
	AREA DE CAJA	11.44
	DEPÓSITO	9.52
	S.H	3.78
<b>AREA TECHADA PRIMER NIVEL SECTOR E3 NPT +0.90</b>		<b>696.26</b>
<b>PRIMER NIVEL NPT +0.90</b>	RECEPCIÓN	41.14
	CUARTO DE LIMPIEZA	3.44
	S.H	3.24
	PASADIZO	142.27
	SALA DE CAPACITACIÓN 1	95.01
	DEPOSITO DE MATERIALES Y HERRAMIENTAS	15.62
	SALA DE CAPACITACIÓN 2	95.45
	DEPOSITO DE MATERIALES Y HERRAMIENTAS	15.64
	SALA DE CAPACITACIÓN 3	95.45
	DEPOSITO DE MATERIALES Y HERRAMIENTAS	15.62
	SALA DE CAPACITACIÓN 4	95.10
	DEPOSITO DE MATERIALES Y HERRAMIENTAS	15.64
	SS.HH - DAMAS	33.35
	SS.HH - CABALLEROS	29.28

<b>AREA TECHADA SEGUNDO NIVEL SECTOR E1 NPT +3.90</b>		<b>392.84</b>
<b>SEGUNDO NIVEL NPT +3.90</b>	INGRESO BIBLIOTECA Y LABORATORIOS	23.09
	ATENCIÓN AL PÚBLICO	50.92
	CUARTO DE CARGA	40.49
	S.H	3.90
	MEDIATECA/ SALA DE COMPUTO	65.04
	ÁREA DE MESAS	67.51
	COWORKING	32.36
	DEPOSITO	4.81
	CUARTO DE LIMPIEZA	3.43
	SS.HH - CABALLEROS	27.23
SS.HH - DAMAS	21.01	
ÁREA DE LECTURA INFORMAL	53.05	
<b>AREA TECHADA SEGUNDO NIVEL SECTOR E2 NPT +5.22</b>		<b>264.13</b>
<b>SEGUNDO NIVEL NPT +5.22</b>	S.H - CABALLEROS	13.07
	S.H - DAMAS	12.03
	DIRECTOR GENERAL	31.74
	S.H - DIRECTOR	5.35
	SALA DE REUNIONES	31.83
	ARCHIVOS	19.59
	SALA DE PROFESORES	33.08
	KITCHENETTE	33.64
	ÁREA DE DESCANSO	22.63
	PASADIZO	61.18
<b>AREA TECHADA SEGUNDO NIVEL SECTOR E3 NPT +5.22</b>		<b>776.55</b>
<b>SEGUNDO NIVEL NPT +5.22</b>	VESTIBULO	47.83
	PASADIZO	222.55
	SALA DE CAPACITACIÓN 5	95.01
	DEPOSITO DE MATERIALES Y HERRAMIENTAS	15.62
	SALA DE CAPACITACIÓN 6	95.45
	DEPOSITO DE MATERIALES Y HERRAMIENTAS	15.64
	SALA DE CAPACITACIÓN 7	95.45
	DEPOSITO DE MATERIALES Y HERRAMIENTAS	15.62
	SALA DE CAPACITACIÓN 8	95.10
	DEPOSITO DE MATERIALES Y HERRAMIENTAS	15.64
SS.HH - DAMAS	33.35	
SS.HH - CABALLEROS	29.28	
<b>AREA SIN TECHAR SECTOR E1 NPT +0.30</b>		<b>16.97</b>
<b>PRIMER NIVEL NPT +0.30</b>	AREA ELEVADOR Y ESCALERA	16.97
<b>AREA SIN TECHAR SECTOR E3 NPT +0.30</b>		<b>43.32</b>
<b>PRIMER NIVEL NPT +0.90</b>	AREA ELEVADOR Y ESCALERA	22.82
	DUCTO I.S.	2.34
	AREA ELEVADOR Y ESCALERA	17.62
	DUCTO I.S.	0.54
<b>AREA SIN TECHAR SECTOR E1 NPT +3.90</b>		<b>17.48</b>
<b>SEGUNDO NIVEL NPT +3.90</b>	AREA ELEVADOR Y ESCALERA	16.97
	DUCTO 1	0.51
<b>AREA SIN TECHAR SECTOR E3 NPT +5.22</b>		<b>43.32</b>
<b>SEGUNDO NIVEL NPT +5.22</b>	AREA ELEVADOR Y ESCALERA	22.82
	DUCTO I.S.	2.34
	AREA ELEVADOR Y ESCALERA	17.62
	DUCTO I.S.	0.54

**Tabla 88**  
*Cuadro de áreas generales - Sector "E"*

<b>CUADRO DE AREAS GENERALES - SECTOR "E"</b>	
<b>CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y CAPACITACIÓN EN MATERIALES SOSTENIBLES</b>	<b>AREA TECHADA</b>
1ER NIVEL	1,282.27
2DO NIVEL	1,433.52
<b>AREA TECHADA</b>	<b>2,715.79</b>
AREA LIBRE - SECTOR E	121.09
AREA TERRENO	22,439.10

## 2.2. Ingresos

### 2.2.1. Ingresos Peatonales:

El ingreso peatonal de público está a nivel de vereda.

**Público:** Ingreso a + 0.30 del nivel de vereda por el lado de la fachada principal que da hacia la Calle 16 – Las palmeras.

**Personal y Proveedores:** Ingreso Peatonal Personal se ubica a +0.15 del nivel de vereda por el lado de la fachada principal que da hacia la Calle 16 – Las palmeras.

### 2.2.2. Ingresos Vehiculares:

Los ingresos vehiculares para el público, personal administrativo y proveedores se desarrollarán por la Calle 16 – Las palmeras.

## 3. Datos técnicos

### 3.1. Dimensiones Básicas – alturas interiores

#### Anchos de Pasajes interiores de circulación

- Pasajes Principales de Z. Capacitación 2.00 – 4.00 m
- Pasajes Secundarios de Z. Capacitación 1.20 – 1.50 m
- Pasajes de circulación en Z. Revisión de información 2.00 m
- Pasajes Principales de Z. Tienda 1.80 – 2.40 m
- Pasajes Secundarios de Z. Tienda 1.20 – 1.80 m

#### Alturas libres

- Z. Capacitación 4.32 m
- Z. Administrativa 2.70 m

- Z. Tiendas 4.92 m
- Z. Revisión de Información 4.80 m

### 3.2. Normas empleadas

Se han utilizado las siguientes normas del Reglamento Nacional de Edificaciones:

- RNE norma A-040, Educación
- RNE norma A-070, Comercio
- RNE norma A-080, Oficinas
- RNE norma A-130, Requisitos de seguridad

### 9.2. Cuadro de vanos

En la tabla 89 podemos observar las dimensiones y cantidad de cada vano en el proyecto.

**Tabla 89**  
*Cuadro de vanos*

CUADRO DE VANOS				
CÓDIGO	ANCHO	ALTURA	ALFEIZAR	CANTIDAD
P01	0.80	2.10	—	43
P02	0.90	2.10	—	19
P03	0.90	2.10	—	09
P04	1.00	2.10	—	36
P05	1.00	2.10	—	09
P05'	1.00	2.10	—	01
P06	1.00	2.10	—	08
P07	1.00	2.10	—	06
P08	1.20	2.10	—	07
P09	1.20	2.10	—	02
P10	1.20	2.10	—	05
P11	1.50	2.10	—	04
P12	1.50	2.10	—	02
P13	1.55	2.10	—	01
P14	1.60	2.10	—	01
P15	1.60	2.10	—	01
P16	1.80	2.10	—	05
P17	1.80	2.10	—	05
P18	1.80	2.10	—	03
P19	2.50	4.00	—	19
P20	2.00	2.10	—	03
P20'	2.00	2.10	—	01
P21	2.00	2.10	—	02
P22	6.00	2.55	—	02
P23	4.00	2.25	—	01
P24	1.20	2.25	—	03
P25	2.07	2.10	—	01
P26	3.00	3.00	—	01
P27	2.00	2.10	—	01
P28	1.20	2.45	—	01
M01	3.00	2.10	—	01
M02	2.80	2.10	—	01
V01	2.40	1.60	0.80	04
V02	3.95	0.60	1.80	02
V03	1.50	2.46	—	01
V03'	1.50	2.31	—	01
V04	4.10	2.46	—	01

CUADRO DE VANOS				
CÓDIGO	ANCHO	ALTURA	ALFEIZAR	CANTIDAD
V05	1.80	2.46	—	01
V05'	1.80	2.31	—	01
V06	2.85	2.46	—	01
V06'	2.85	2.31	—	01
V07	6.90	1.41	1.05	02
V08	3.00	1.41	1.05	01
V09	3.40	2.46	—	02
V10	1.10	0.61	1.85	02
V11	2.00	0.61	1.85	04
V11'	2.00	1.66	0.65	02
V12	1.65	0.61	1.85	04
V13	2.40	0.75	1.80	02
V14	3.23	4.62	—	01
V15	6.29	2.85	—	01
V16	3.86	2.85	—	01
V17	3.50	1.05	1.80	02
V18	2.50	1.05	1.80	01
V19	1.40	1.05	1.80	02
V20	1.75	1.05	1.80	03
V21	5.05	1.95	1.00	01
V21'	5.05	2.15	2.00	01
V22	2.66	2.95	—	02
V23	5.50	2.95	—	01
V24	5.25	3.10	—	02
V25	2.90	3.10	—	02
V26	4.00	3.10	—	01
V27	6.25	3.10	—	02
V28	5.00	2.85	—	01
V29	6.37	2.85	—	03
V30	7.10	2.85	—	04
V31	5.83	2.85	—	04
V32	2.65	1.05	1.80	02
V32'	2.65	1.05	3.00	02
V33	1.00	1.05	1.80	02
V33'	1.00	1.10	2.00	02
V34	2.70	0.70	1.80	02
V35	4.45	4.32	—	01

V36	1.025	4.32	—	02	V55	0.70	0.30	1.80	02
V37	1.15	1.50	1.80	02	V56	6.21	4.05	—	01
V38	1.625	3.62	—	02	V57	4.25	4.15	—	01
V39	6.25	1.52	2.10	08	V58	7.58	4.15	—	01
V40	2.25	1.52	2.10	08	V59	3.60	1.10	2.00	02
V41	1.20	1.52	2.70	02	V60	5.25	3.10	—	02
V41'	1.20	1.52	2.10	02	V61	2.90	3.10	—	02
V42	2.05	1.52	2.10	04	V62	5.25	3.10	—	02
V43	3.60	0.60	1.80	04	V63	1.00	3.10	—	02
V44	2.30	0.55	1.80	02	V64	4.00	3.10	—	01
V45	1.95	0.55	1.80	01	V65	2.00	0.60	2.10	02
V46	3.00	0.55	1.80	02	V66	1.25	0.60	2.10	01
V47	0.95	0.60	2.40	01	V67	2.00	1.05	1.80	02
V47'	0.95	0.60	2.10	01	V68	5.50	1.05	3.00	02
V48	2.00	0.60	2.40	04	V69	2.00	0.60	2.40	08
V48'	2.00	0.60	2.10	04	V70	2.57	4.05	—	01
V49	1.50	0.60	2.40	03	V71	6.40	4.15	—	01
V49'	1.50	0.60	2.10	03	V72	2.75	4.15	—	01
V50	1.20	0.60	2.40	01	V73	6.20	2.85	—	01
V50'	1.20	0.60	2.10	02	V73'	6.20	4.05	—	01
V51	3.40	0.51	1.70	02	V74	6.75	2.85	—	01
V52	6.50	0.85	—	01	V74'	6.75	4.05	—	01
V53	5.05	3.62	—	01	V75	4.50	2.85	—	01
V54	3.10	2.10	—	04	V75'	4.50	4.05	—	01

### 9.3. Cuadro de acabados

En las tablas 90-98 podemos observar los detalles de acabados utilizados en el proyecto.

**Tabla 90**  
Cuadro de acabados – Ingreso y Servicios comunes

ACABADOS		AMBIENTES					
		CAMINOS EXTERIORES	ESTACIONAMIENTOS	GISTERNA	GARITAS DE SEGURIDAD	ACOPPIO DE RESIDUOS SÓLIDOS	Z. SERVICIOS GENERALES
PISOS ENLUCIDOS	MICROCEMENTO COLOR GRIS NATURAL	●				●	●
	ADOQUÍN DE CONCRETO / MÚLTIPLES COLORES	●					
	PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRÁULICO	●					
	PISO DE CEMENTO FROTACHADO			●			
ZOCALOS ENCHAPES	MAYOLICA BLANCA					●	●
CONTRAZOCCALO	MICROCEMENTO COLOR GRIS NATURAL					●	
	MAYOLICA BLANCA					●	●
	CEMENTO FROTACHADO			●			
TECHOS	MICROCEMENTO COLOR GRIS NATURAL			●	●	●	●
CARPINTERIA DE MADERA	MARCO DE MADERA REICLADA				●	●	●
	PUERTA DE MADERA REICLADA				●	●	●
	MUEBLES DE MADERA REICLADA				●	●	●
	REVESTIMIENTOS DE MADERA REICLADA						●
CARPINTERIA METÁLICA	BARANDAS DE RAMPAS Y CAMINOS DE ACERO REICLADO	●					
	ESCALERA DE GATO DE ACERO REICLADO			●			
	REJA DE ACERO REICLADO	●			●		
CERRAJERIA	CERRADURA DIGITAL O ELECTRONICA					●	
	CERRADURA OLINDRICA						
	CERRADURA PICO DE LORO EN MAMPARAS						
	SISTEMA ANTIPÁNICO					●	●
VIDRIOS	SISTEMA DE CIERRE AUTOMÁTICO					●	●
	VIDRIO TEMPLADO 10 MM INCOLORO REICLADO			●	●	●	●
SANITARIOS Y ACCESORIOS	ESPEJO					●	●
	INODORO HELVEX BLANCO						●
	INODORO SIFON JET BLANCO						●
	URINARIO CADET BLANCO						●
	URINARIO SAHARA BLANCO						●
	LAVATORIO ANCON BLANCO						
	LAVATORIO LUNA BLANCO						
LAVATORIO MANANTIAL BLANCO						●	
PINTURA	MUROS Y TECHOS	EMPASTE				●	●
		LATEX LAVABLE EN MUROS				●	●
		TEMPLE EN CIELO RASO				●	●
	CARPINTERIA DE MADERA	BARNIZ DOBLE ACCIÓN TRANSPARENTE				●	●

**Tabla 91**  
Cuadro de acabados – Z. Administrativa

ACABADOS		AMBIENTES													
		SALA DE ESPERA	RECEPCION - SECRETARIA	POOL DE OFICINAS	DIRECTOR GENERAL	SALA DE REUNIONES	AREA DE GUARDADO	ECONOMATO	ARCHIVOS	JEFATURA EN MANTENIMIENTO	DEPOSITO	CUARTO DE SISTEMAS Y TABLEROS	CCTV	W.CHIMETTE	BANOS
PISOS ENLUCIDOS	MICROCEMENTO COLOR GRIS NATURAL														
	PISO PORCELANATO ESMALTADO MOONLIGHT OFF	●	●												
	PISO DE BAMBU COLOR NATURAL		●												
	PISO PORCELANATO 60X60													●	
	PISO PORCELANATO ESMALTADO BENTO BLACK MATE													●	
CONTRAZOCALO	PISO PORCELANATO ESMALTADO MOONLIGHT OFF	●	●												
	PISO PORCELANATO ESMALTADO BENTO BLACK MATE													●	
ZOCALOS ENCHAPES	PISO PORCELANATO 60X60													●	
TECHOS	MICROCEMENTO COLOR GRIS NATURAL	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
	MARCO DE MADERA RECICLADA	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
CARPINTERIA DE MADERA	PUERTA DE MADERA RECICLADA	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
	MUEBLES DE MADERA RECICLADA	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
	REVESTIMIENTOS DE MADERA RECICLADA	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
	BARANDAS DE RAMPAS Y CAMINOS DE ACERO RECICLADO													●	
CARPINTERIA METALICA	ESCALERA DE GATO DE ACERO RECICLADO													●	
	REJA DE ACERO RECICLADO													●	
CERRAJERIA	CERRADURA DIGITAL O ELECTRONICA				●				●						
	CERRADURA CILINDRICA			●	●				●	●	●	●	●	●	
	CERRADURA PICO DE LORO EN MAMPARAS	●													
	SISTEMA ANTIPANICO														
VIDRIOS	SISTEMA DE CIERRE AUTOMATICO	●													
	VIDRIO TEMPLADO 10MM INCOLORO RECICLADO	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
SANITARIOS Y ACCESORIOS	ESPEJO													●	
	INODORO HELVEX BLANCO													●	
	INODORO SIFON JET BLANCO													●	
	URINARIO CADET BLANCO													●	
	URINARIO SAHARA BLANCO													●	
	LAVATORIO ANCON BLANCO													●	
PINTURA	MUROS Y TECHOS	LAVATORIO LUNA BLANCO												●	
		LAVATORIO MANANTIAL BLANCO												●	
		EMPASTE	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	CARPINTERIA DE MADERA	LATEX LAVABLE EN MUROS	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		TEMPLE EN CIELO RASO	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	BARNIZ DOBLE ACCIÓN TRANSPARENTE	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	

**Tabla 92**  
Cuadro de acabados – Z. Difusión

ACABADOS		AMBIENTES							
		VESTIBULO	SALA DE PROTECCION	RECEPCION	AREA DE BUTACAS	ESCENARIO	DEPOSITO	BANOS	
PISOS ENLUCIDOS	MICROCEMENTO COLOR GRIS NATURAL								
	PISO PORCELANATO ESMALTADO MOONLIGHT OFF	●	●						
	PISO DE BAMBU COLOR NATURAL		●						
	PISO PORCELANATO 60X60							●	
	PISO PORCELANATO ESMALTADO BENTO BLACK MATE							●	
CONTRAZOCALO	PISO PORCELANATO ESMALTADO MOONLIGHT OFF	●	●						
	PISO PORCELANATO ESMALTADO BENTO BLACK MATE							●	
ZOCALOS ENCHAPES	PISO PORCELANATO 60X60							●	
TECHOS	MICROCEMENTO COLOR GRIS NATURAL	●	●	●	●	●	●	●	
	MARCO DE MADERA RECICLADA	●	●	●	●	●	●	●	
CARPINTERIA DE MADERA	PUERTA DE MADERA RECICLADA	●	●	●	●	●	●	●	
	MUEBLES DE MADERA RECICLADA	●	●	●	●	●	●	●	
	REVESTIMIENTOS DE MADERA RECICLADA	●	●	●	●	●	●	●	
	BARANDAS DE RAMPAS Y CAMINOS DE ACERO RECICLADO							●	
CARPINTERIA METALICA	ESCALERA DE GATO DE ACERO RECICLADO							●	
	REJA DE ACERO RECICLADO							●	
CERRAJERIA	CERRADURA DIGITAL O ELECTRONICA				●				
	CERRADURA CILINDRICA			●	●			●	
	CERRADURA PICO DE LORO EN MAMPARAS	●							
	SISTEMA ANTIPANICO								
VIDRIOS	SISTEMA DE CIERRE AUTOMATICO	●							
	VIDRIO TEMPLADO 10MM INCOLORO RECICLADO	●	●	●	●	●	●	●	
SANITARIOS Y ACCESORIOS	ESPEJO							●	
	INODORO HELVEX BLANCO							●	
	INODORO SIFON JET BLANCO							●	
	URINARIO CADET BLANCO							●	
	URINARIO SAHARA BLANCO							●	
	LAVATORIO ANCON BLANCO							●	
PINTURA	MUROS Y TECHOS	LAVATORIO LUNA BLANCO						●	
		LAVATORIO MANANTIAL BLANCO						●	
		EMPASTE	●	●	●	●	●	●	●
	CARPINTERIA DE MADERA	LATEX LAVABLE EN MUROS	●	●	●	●	●	●	●
		TEMPLE EN CIELO RASO	●	●	●	●	●	●	●
	BARNIZ DOBLE ACCIÓN TRANSPARENTE	●	●	●	●	●	●	●	

**Tabla 93**  
Cuadro de acabados – Z. Servicios complementarios

ACABADOS		AMBIENTES										
		COMEDOR	TERRAZA	COCINA	CUARTO DE BAÑO	REPOSICIONES	VESTIBULO - ENTREAMBA	OFICINA DOCTOR	AREA DE CAMILLAS	NOYANRO	CUARTO DE LIMPIEZA	BANOS
PISOS ENLUCIDOS	MICROCEMENTO COLOR GRIS NATURAL											
	PISO PORCELANATO ESMALTADO MOONLIGHT OFF											
	PISO PORCELANATO ESMALTADO LOMBARDA VIVA ARGENTO MATE	●	●									
CONTRAZOCALO	PISO PORCELANATO 60X60											
	PISO PORCELANATO ESMALTADO BENTO BLACK MATE											
	PISO PORCELANATO ESMALTADO MOONLIGHT OFF											
ZOCALOS ENCHAPES	PISO PORCELANATO 60X60											
	PISO PORCELANATO ESMALTADO LOMBARDA VIVA ARGENTO MATE	●	●									
TECHOS	MICROCEMENTO COLOR GRIS NATURAL	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	MARCO DE MADERA REICLADA	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
CARPINTERIA DE MADERA	PUERTA DE MADERA REICLADA	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	MUEBLES DE MADERA REICLADA	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	REVESTIMIENTOS DE MADERA REICLADA	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	REVESTIMIENTOS DE MADERA REICLADA	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
CARPINTERIA METÁLICA	BARANDAS DE RAMPAS Y CAMINOS DE ACERO REICLADO											
	ESCALERA DE GATO DE ACERO REICLADO											
	REJA DE ACERO REICLADO											
CERRAJERIA	CERRADURA DIGITAL O ELECTRONICA											
	CERRADURA CILINDRICA	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	CERRADURA PICO DE LORO EN MAMPARAS	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	SISTEMA ANTIPÁNICO											
VIDRIOS	SISTEMA DE CIERRE AUTOMÁTICO											
	VIDRIO TEMPLADO 10 MM INCOLORO REICLADO	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
SANITARIOS Y ACCESORIOS	ESPEJO											
	INODORO HELVEX BLANCO											
	INODORO SIFON ET BLANCO											
	URINARIO CADET BLANCO											
	URINARIO SAHARA BLANCO											
	LAVATORIO ANCON BLANCO											
	LAVATORIO LUNA BLANCO											
LAVATORIO MANANTIAL BLANCO												
PINTURA	MUROS Y TECHOS											
	EMPASTE	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	LATEX LAVABLE EN MUROS	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	TEMPLE EN CIELO RASO	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
CARPINTERIA DE MADERA	BARNIZ DOBLE ACCIÓN TRANSPARENTE	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

**Tabla 94**  
Cuadro de acabados – Z. Investigación

ACABADOS		AMBIENTES			
		LAVATORIOS	AREA DE E. DE PROTOTIPO	BANOS	
PISOS ENLUCIDOS	MICROCEMENTO COLOR GRIS NATURAL				
	PISO PORCELANATO ESMALTADO MOONLIGHT OFF				
	PISO DE LINÓLEO COLOR LE AF	●	●		
	PISO PORCELANATO 60X60				●
CONTRAZOCALO	PISO PORCELANATO ESMALTADO BENTO BLACK MATE				
	PISO PORCELANATO ESMALTADO MOONLIGHT OFF				
ZOCALOS ENCHAPES	PISO DE LINÓLEO COLOR LE AF	●	●		
	PISO PORCELANATO 60X60				●
TECHOS	MICROCEMENTO COLOR GRIS NATURAL	●	●	●	●
	MARCO DE MADERA REICLADA	●	●	●	●
CARPINTERIA DE MADERA	PUERTA DE MADERA REICLADA	●	●	●	●
	MUEBLES DE MADERA REICLADA	●	●	●	●
	REVESTIMIENTOS DE MADERA REICLADA	●	●	●	●
	REVESTIMIENTOS DE MADERA REICLADA	●	●	●	●
CARPINTERIA METÁLICA	BARANDAS DE RAMPAS Y CAMINOS DE ACERO REICLADO				
	ESCALERA DE GATO DE ACERO REICLADO				
	REJA DE ACERO REICLADO				
CERRAJERIA	CERRADURA DIGITAL O ELECTRONICA				
	CERRADURA CILINDRICA	●	●	●	
	CERRADURA PICO DE LORO EN MAMPARAS	●	●	●	
	SISTEMA ANTIPÁNICO				
VIDRIOS	SISTEMA DE CIERRE AUTOMÁTICO				
	VIDRIO TEMPLADO 10 MM INCOLORO REICLADO	●	●	●	●
SANITARIOS Y ACCESORIOS	ESPEJO				
	INODORO HELVEX BLANCO				
	INODORO SIFON JET BLANCO				
	URINARIO CADET BLANCO				
	URINARIO SAHARA BLANCO				
	LAVATORIO ANCON BLANCO				
	LAVATORIO LUNA BLANCO				
LAVATORIO MANANTIAL BLANCO					
PINTURA	MUROS Y TECHOS				
	EMPASTE	●	●	●	●
	LATEX LAVABLE EN MUROS	●	●	●	●
	TEMPLE EN CIELO RASO	●	●	●	●
CARPINTERIA DE MADERA	BARNIZ DOBLE ACCIÓN TRANSPARENTE	●	●	●	●

**Tabla 95**  
Cuadro de acabados – Z. Revisión de información

ACABADOS		AMBIENTES						
		VESTIBULO	ATENCIÓN AL PÚBLICO	DEPÓSITO DE LIBROS	CUARTO DE LIMPIEZA	ÁREA DE LECTURA	BANOS	MEDEATECA/ COWORKING
PISOS ENLUCIDOS	MICROCEMENTO COLOR GRIS NATURAL	●	●	●	●	●	●	●
	PISO PORCELANATO ESMALTADO MOONLIGHT OFF	●	●	●	●	●	●	●
	PISO DE BAMBU COLOR NATURAL	●	●	●	●	●	●	●
	PISO PORCELANATO 60X60	●	●	●	●	●	●	●
	PISO PORCELANATO ESMALTADO BENTO BLACK MATE	●	●	●	●	●	●	●
CONTRAZOCALO	PISO PORCELANATO ESMALTADO MOONLIGHT OFF	●	●	●	●	●	●	●
	PISO PORCELANATO ESMALTADO LOMBARDA VIVA ARGENTO MATE	●	●	●	●	●	●	●
ZOCALOS ENCHAPES	PISO PORCELANATO 60X60	●	●	●	●	●	●	●
TECHOS	MICROCEMENTO COLOR GRIS NATURAL	●	●	●	●	●	●	●
CARPINTERIA DE MADERA	MARCO DE MADERA RECICLADA	●	●	●	●	●	●	●
	PUERTA DE MADERA RECICLADA	●	●	●	●	●	●	●
	MUEBLES DE MADERA RECICLADA	●	●	●	●	●	●	●
	REVESTIMIENTOS DE MADERA RECICLADA	●	●	●	●	●	●	●
CARPINTERIA METÁLICA	BARANDAS DE RAMPAS Y CAMINOS DE ACERO RECICLADO	●	●	●	●	●	●	●
	ESCALERA DE GATO DE ACERO RECICLADO	●	●	●	●	●	●	●
	REJA DE ACERO RECICLADO	●	●	●	●	●	●	●
CERRAJERIA	CERRADURA DIGITAL O ELECTRONICA	●	●	●	●	●	●	●
	CERRADURA CILINDRICA	●	●	●	●	●	●	●
	CERRADURA PICO DE LORO EN MAMPARAS	●	●	●	●	●	●	●
	SISTEMA ANTIPÁNICO	●	●	●	●	●	●	●
	SISTEMA DE CIERRE AUTOMÁTICO	●	●	●	●	●	●	●
VIDRIOS	VIDRIO TEMPLADO 10 MM INCOLORO RECICLADO	●	●	●	●	●	●	●
	ESPEJO	●	●	●	●	●	●	●
SANTARIOS Y ACCESORIOS	INODORO HELVEX BLANCO	●	●	●	●	●	●	●
	INODORO SIFON JET BLANCO	●	●	●	●	●	●	●
	URINARIO CADET BLANCO	●	●	●	●	●	●	●
	URINARIO SAHARA BLANCO	●	●	●	●	●	●	●
	LAVATORIO ANCON BLANCO	●	●	●	●	●	●	●
	LAVATORIO LUNA BLANCO	●	●	●	●	●	●	●
PINTURA	MUROS Y TECHOS	●	●	●	●	●	●	●
	EMPASTE	●	●	●	●	●	●	●
		LATEX LAVABLE EN MUROS	●	●	●	●	●	●
		TEMPLE EN CIELO RASO	●	●	●	●	●	●
	CARPINTERIA DE MADERA	BARNIZ DOBLE ACCIÓN TRANSPARENTE	●	●	●	●	●	●

**Tabla 96**  
Cuadro de acabados – Z. Tienda

ACABADOS		AMBIENTES				
		SALA DE VENTAS	ÁREA DE CAJA	DEPÓSITO	BANOS	
PISOS ENLUCIDOS	MICROCEMENTO COLOR GRIS NATURAL	●	●	●	●	
	PISO PORCELANATO ESMALTADO MOONLIGHT OFF	●	●	●	●	
	PISO DE BAMBU COLOR NATURAL	●	●	●	●	
	PISO PORCELANATO 60X60	●	●	●	●	
	PISO PORCELANATO ESMALTADO BENTO BLACK MATE	●	●	●	●	
CONTRAZOCALO	PISO PORCELANATO ESMALTADO MOONLIGHT OFF	●	●	●	●	
	PISO PORCELANATO ESMALTADO LOMBARDA VIVA ARGENTO MATE	●	●	●	●	
ZOCALOS ENCHAPES	PISO PORCELANATO 60X60	●	●	●	●	
TECHOS	MICROCEMENTO COLOR GRIS NATURAL	●	●	●	●	
CARPINTERIA DE MADERA	MARCO DE MADERA RECICLADA	●	●	●	●	
	PUERTA DE MADERA RECICLADA	●	●	●	●	
	MUEBLES DE MADERA RECICLADA	●	●	●	●	
	REVESTIMIENTOS DE MADERA RECICLADA	●	●	●	●	
CARPINTERIA METÁLICA	BARANDAS DE RAMPAS Y CAMINOS DE ACERO RECICLADO	●	●	●	●	
	ESCALERA DE GATO DE ACERO RECICLADO	●	●	●	●	
	REJA DE ACERO RECICLADO	●	●	●	●	
CERRAJERIA	CERRADURA DIGITAL O ELECTRONICA	●	●	●	●	
	CERRADURA CILINDRICA	●	●	●	●	
	CERRADURA PICO DE LORO EN MAMPARAS	●	●	●	●	
	SISTEMA ANTIPÁNICO	●	●	●	●	
	SISTEMA DE CIERRE AUTOMÁTICO	●	●	●	●	
VIDRIOS	VIDRIO TEMPLADO 10 MM INCOLORO RECICLADO	●	●	●	●	
	ESPEJO	●	●	●	●	
SANTARIOS Y ACCESORIOS	INODORO HELVEX BLANCO	●	●	●	●	
	INODORO SIFON JET BLANCO	●	●	●	●	
	URINARIO CADET BLANCO	●	●	●	●	
	URINARIO SAHARA BLANCO	●	●	●	●	
	LAVATORIO ANCON BLANCO	●	●	●	●	
	LAVATORIO LUNA BLANCO	●	●	●	●	
PINTURA	MUROS Y TECHOS	●	●	●	●	
	EMPASTE	●	●	●	●	
		LATEX LAVABLE EN MUROS	●	●	●	●
		TEMPLE EN CIELO RASO	●	●	●	●
	CARPINTERIA DE MADERA	BARNIZ DOBLE ACCIÓN TRANSPARENTE	●	●	●	●

**Tabla 97**  
Cuadro de acabados – Z. Capacitación

ACABADOS		AMBIENTES				
		VESTIBULO	RECEPCIÓN	MAESTRANZA	CUARTO DE LIMPIEZA	SALAS DE CAPACITACIÓN
PISOS ENLUCIDOS	MICROCEMENTO COLOR GRIS NATURAL		●	●		
	PISO PORCELANATO ESMALTADO MOONLIGHT OFF		●	●		●
	PISO DE LINOLEO COLOR LEAF					●
	PISO PORCELANATO 60X60			●	●	●
	PISO PORCELANATO ESMALTADO BENTO BLACK MATE					●
CONTRAZOCALO	PISO PORCELANATO ESMALTADO MOONLIGHT OFF		●			●
	PISO PORCELANATO ESMALTADO LOMBARDA VIVA ARGENTO MATE					
ZOCALOS ENCHAPES	PISO PORCELANATO 60X60			●	●	●
TECHOS	MICROCEMENTO COLOR GRIS NATURAL	●	●	●	●	●
	MARCO DE MADERA RECICLADA	●	●	●	●	●
	PUERTA DE MADERA RECICLADA	●	●	●	●	●
	MUEBLES DE MADERA RECICLADA	●	●	●	●	●
CARPINTERIA DE MADERA	REVESTIMIENTOS DE MADERA RECICLADA	●	●	●	●	●
	BARANDAS DE RAMPAS Y CAMINOS DE ACERO RECICLADO					
	ESCALERA DE GATO DE ACERO RECICLADO					
CARPINTERIA METALICA	REJA DE ACERO RECICLADO					
	CERRADURA DIGITAL O ELECTRONICA		●	●	●	●
CERRAJERIA	CERRADURA CILINDRICA		●	●	●	●
	CERRADURA PICO DE LORO EN MAMPARAS					
	SISTEMA ANTIPÁNICO					
	SISTEMA DE CIERRE AUTOMÁTICO					
VIDRIOS	VIDRIO TEMPLADO 10 MM INCOLORO RECICLADO	●	●	●	●	●
	ESPEJO					●
SANITARIOS Y ACCESORIOS	INODORO HELVEX BLANCO					●
	INODORO SIFON JET BLANCO					
	URINARIO CADET BLANCO					
	URINARIO SAHARA BLANCO					●
	LAVATORIO ANCON BLANCO					●
	LAVATORIO LUNA BLANCO					●
PINTURA	MUROS Y TECHOS		●	●	●	●
	EMPASTE		●	●	●	●
	LATEX LAVABLE EN MUROS		●	●	●	●
	TEMPLE EN CIELO RASO		●	●	●	●
CARPINTERIA DE MADERA	BARNIZ DOBLE ACCIÓN TRANSPARENTE	●	●	●	●	●

**Tabla 98**  
Cuadro de acabados – Z. Experimentación y almacenamiento

ACABADOS		AMBIENTES				
		ZONA DE TRABAJO	BOTEGA DE MAQUINAS	CUARTO DE SISTEMAS Y PARIBIOS	CUARTO DE CONTROL	BANOS Y DUCHAS
PISOS ENLUCIDOS	MICROCEMENTO COLOR GRIS NATURAL		●	●	●	
	PISO PORCELANATO ESMALTADO MOONLIGHT OFF					●
	PISO DE LINOLEO COLOR LEAF					●
	PISO PORCELANATO 60X60					●
	PISO PORCELANATO ESMALTADO BENTO BLACK MATE					●
CONTRAZOCALO	PISO PORCELANATO ESMALTADO MOONLIGHT OFF					
	PISO PORCELANATO ESMALTADO LOMBARDA VIVA ARGENTO MATE					
ZOCALOS ENCHAPES	PISO PORCELANATO 60X60		●	●	●	●
TECHOS	MICROCEMENTO COLOR GRIS NATURAL	●	●	●	●	●
	MARCO DE MADERA RECICLADA	●	●	●	●	●
	PUERTA DE MADERA RECICLADA	●	●	●	●	●
	MUEBLES DE MADERA RECICLADA	●	●	●	●	●
CARPINTERIA DE MADERA	REVESTIMIENTOS DE MADERA RECICLADA					
	BARANDAS DE RAMPAS Y CAMINOS DE ACERO RECICLADO					
	ESCALERA DE GATO DE ACERO RECICLADO					
CARPINTERIA METALICA	REJA DE ACERO RECICLADO					
	CERRADURA DIGITAL O ELECTRONICA		●	●	●	●
CERRAJERIA	CERRADURA CILINDRICA		●	●	●	●
	CERRADURA PICO DE LORO EN MAMPARAS					
	SISTEMA ANTIPÁNICO					
	SISTEMA DE CIERRE AUTOMÁTICO					
VIDRIOS	VIDRIO TEMPLADO 10 MM INCOLORO RECICLADO	●	●	●	●	●
	ESPEJO					●
SANITARIOS Y ACCESORIOS	INODORO HELVEX BLANCO					●
	INODORO SIFON JET BLANCO					
	URINARIO CADET BLANCO					
	URINARIO SAHARA BLANCO					●
	LAVATORIO ANCON BLANCO					●
	LAVATORIO LUNA BLANCO					●
PINTURA	MUROS Y TECHOS		●	●	●	●
	EMPASTE		●	●	●	●
	LATEX LAVABLE EN MUROS		●	●	●	●
	TEMPLE EN CIELO RASO		●	●	●	●
CARPINTERIA DE MADERA	BARNIZ DOBLE ACCIÓN TRANSPARENTE	●	●	●	●	●