



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE ARQUITECTURA Y URBANISMO**



**INFRAESTRUCTURA DE TRANSFORMACIÓN SOSTENIBLE DE  
RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN EL DISTRITO Y PROVINCIA  
DE LAMPA - PUNO**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**NOELIA SOLEDAD CHAYÑA PACCO**

**KAREN JESMINA RUELAS CURO**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**ARQUITECTO**

**PUNO – PERÚ**

**2022**



## DEDICATORIA

A mis padres por su amor y apoyo incondicional que me brindaron a lo largo de mi vida, que me motivaron a alcanzar cada meta planteada.

A mi padre Julio Ruelas y hermano por sus palabras de aliento.

A mis amigos por su apoyo.

**KAREN JESMINA R.C.**



## DEDICATORIA

A Dios, por haberme acompañado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza y por brindarme una vida llena de aprendizajes.

A mis queridos padres Daniel y Julia, pilares fundamentales en mi vida, quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía.

A mi familia en general, a mis hermanas Irene, Magaly y Luz Marina, que me han ofrecido amor y apoyo día a día en el transcurso de mi vida. A mis amigos, compañeros y todas aquellas personas que de alguna manera han contribuido para el logro de mis objetivos.

Esto es posible gracias a ustedes.

**NOELIA SOLEDAD C.P.**



## AGRADECIMIENTO

A nuestra alma mater la Universidad Nacional del Altiplano, específicamente a la escuela profesional de Arquitectura y Urbanismo, por habernos dado la oportunidad de realizarnos como personas y como profesionales.

A la plana de docentes que nos acompañaron en todo el trayecto de nuestra formación como Arquitectos.

Un especial agradecimiento a nuestro Director de Tesis D. Sc. Eleodoro Huichi Atamari por habernos guiado en todo el proceso de investigación y desarrollo de nuestra tesis.

A los Arquitectos miembros del jurado por el tiempo dedicado a la revisión de la investigación realizada.



# ÍNDICE GENERAL

**DEDICATORIA**

**AGRADECIMIENTO**

**ÍNDICE GENERAL**

**ÍNDICE DE FIGURAS**

**ÍNDICE DE TABLAS**

**ÍNDICE DE ACRÓNIMOS**

**RESUMEN** ..... 18

**ABSTRACT**..... 19

## **CAPITULO I**

### **INTRODUCCIÓN**

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA ..... 21

1.2 FORMULACION DEL PROBLEMA..... 22

1.2.1 Pregunta General..... 22

1.2.2 Preguntas Específicas..... 22

1.3 HIPOTESIS DE INVETIGACION ..... 23

1.3.1 Hipótesis General..... 23

1.3.2 Hipótesis Específicas..... 23

1.4 JUSTIFICACION DEL PROBLEMA..... 23

1.5 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION..... 24

1.5.1 Objetivo General..... 24

1.5.2 Objetivos Específicos..... 24

## **CAPITULO II**

### **REVISIÓN DE LITERATURA**

2.1 MARCO CONCEPTUAL..... 26



2.2 MARCO TEORICO.....	28
2.2.1 Residuos Sólidos Urbanos.....	28
2.2.2 Infraestructuras de transformación.....	36
2.3 ANTECEDENTES.....	61
2.3.1 Planta Integral de Valorización de Residuos de Sant Adrià de Besòs ....	61
2.3.2 Planta de Termovalorización en la Ciudad de México .....	65
2.3.3 Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos Urbanos Algimia de Alfara	68
2.3.4 Planta de Conversion de Residuos en Energia Amager Resource Center – Copenhague.....	71
2.4 MARCO NORMATIVO.....	75
2.4.1 Decisión de Ejecución (UE) 2019/2010 de la comisión .....	75
2.4.2 Directiva 2010/75/UE del Parlamento Europeo y del Consejo.....	76
2.4.3 Directiva 2006/12/CE del Parlamento Europeo y del Consejo.....	76
2.4.4 Ley General de los Residuos Sólidos (Ley N° 27314) .....	76
2.4.5 Ley General del Ambiente (ley N° 28611) .....	77
2.4.6 Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos (Decreto Legislativo N° 1278) .....	77
2.4.7 Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú .....	78
2.4.8 Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos de la Provincia de Puno Pigars-2013-2018 .....	81
2.5 MARCO REAL.....	81
2.5.1 Nivel Nacional .....	81
2.5.2 Nivel Regional .....	82
2.6 ANÁLISIS DE LITERATURA .....	83
2.6.1 Programación Teórica .....	83



2.6.2	Propuesta Teórica.....	86
-------	------------------------	----

### **CAPITULO III**

#### **MATERIALES Y MÉTODOS**

3.1	UBICACION GEOGRAFICA DEL ESTUDIO.....	92
3.1.1	Elección del lugar.....	92
3.1.2	Análisis físico geográfico.....	93
3.1.3	Diagnostico Territorial.....	95
3.1.4	Actividad Económica.....	96
3.1.5	Servicios Básicos.....	97
3.1.6	Elección del área de intervención.....	98
3.2	PERIODO DE DURACION DEL ESTUDIO.....	112
3.3	PROCEDENCIA DEL MATERIAL UTILIZADO.....	112
3.4	POBLACIÓN Y MUESTRA DEL ESTUDIO.....	113
3.4.1	Población.....	113
3.4.2	Muestra.....	114
3.5	METODOLOGIA DE INVESTIGACION.....	116
3.6	VARIABLES.....	117
3.7	ESQUEMA METODOLOGICO.....	118
3.8	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	119
3.8.1	Residuos Sólidos Urbanos.....	122
3.8.2	Infraestructura de Transformación.....	132

### **CAPITULO IV**

#### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

4.1	RESULTADOS.....	136
4.1.1	Residuos Solidos.....	136



4.1.2	Infraestructura de Transformación .....	137
4.1.3	Propuesta Operativa .....	138
4.2	DISCUSION .....	143
4.2.1	Objetivo General .....	143
4.2.2	Objetivo Especifico 1 .....	143
4.2.3	Objetivo Especifico 2 .....	143
4.2.4	Objetivo Especifico 3 .....	144
4.2.5	Propuesta Prospectiva .....	145
<b>V.</b>	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>199</b>
<b>VI.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>201</b>
<b>VII.</b>	<b>REFERENCIAS</b> .....	<b>202</b>
<b>ANEXOS</b>	.....	<b>208</b>
	Anexos 1: Encuestas para domicilios y establecimientos no domiciliarios .....	208
	Anexos 2: Lista de planos.....	209

**TEMA:** Residuos Sólidos Urbanos.

**ÁREA:** Diseño Arquitectónico.

**LÍNEA DE INVESTIGACION:** Arquitectura, Confort Ambiental y Eficiencia Energética.

**FECHA DE SUSTENTACION:** 07 de junio del 2022.



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Diagrama de bloques incineración.....	42
Figura 2	Diagrama de bloques pirópolis .....	42
Figura 3	Diagrama de bloques gasificación .....	43
Figura 4	Fundamentos de la tecnología de plasma.....	44
Figura 5	Espacio interior a otro .....	46
Figura 6	Espacios convexos .....	47
Figura 7	Espacios contiguos.....	47
Figura 8	Espacios vinculados por otro en común.....	48
Figura 9	Organización central .....	52
Figura 10	Organización lineal .....	53
Figura 11	Esquema de Organización radial .....	53
Figura 12	Esquema de Organización agrupada.....	54
Figura 13	Esquema de Organización en trama.....	55
Figura 14	Esquema de Organización en trama modificada.....	55
Figura 15	Flujo de productos y materiales en la Economía Circular .....	57
Figura 16	Beneficios de los Techos Verdes .....	59
Figura 17	Composición de techo verde.....	60
Figura 18	Paneles solares en edificaciones .....	60
Figura 19	Análisis de función de la Planta Sant Adrià De Besòs .....	63
Figura 20	Análisis de espacio de la Planta Sant Adrià De Besòs.....	64
Figura 21	Análisis de forma de la Planta Sant Adrià De Besòs .....	65
Figura 22	Análisis de función de la Planta de México.....	66
Figura 23	Análisis del espacio de la Planta de Termovalorización.....	67
Figura 24	Análisis formal de la Planta de México .....	68



Figura 25	Análisis de función de la Planta de tratamiento Algimia.....	69
Figura 26	Análisis de espacio de la Planta de tratamiento Algimia.....	70
Figura 27	Análisis de forma de la Planta de tratamiento Algimia .....	71
Figura 28	Análisis funcional de la planta de Copenhague .....	73
Figura 29	Análisis del espacio en la planta de Copenhague .....	74
Figura 30	Análisis formal de la planta de Copenhague.....	75
Figura 31	Escala jerárquica en la gestión de los residuos sólidos.....	82
Figura 32	Análisis de programación teórica Sant Adrià de Besós.....	83
Figura 33	Análisis de programación teórica Planta de Termovalorizacion .....	84
Figura 34	Análisis de programación teórica planta Algimia.....	85
Figura 35	Análisis de programación teórica Planta de Copenhague.....	86
Figura 36	Conversión de las Plantas de residuos solidos.....	87
Figura 37	Propuesta Teórica concepción 3D .....	90
Figura 38	Propuesta Teórica.....	91
Figura 39	Elección del lugar .....	93
Figura 40	Ubicación Geográfica por Departamento, Provincia y Distrito.....	94
Figura 41	Ubicación de las posibles propuestas en Lampa.....	101
Figura 42	Ubicación de la Propuesta 1.....	101
Figura 43	Ubicación de la Propuesta 2.....	103
Figura 44	Ubicación de la Propuesta 3.....	105
Figura 45	Ubicación del terreno para la propuesta arquitectónica.....	108
Figura 46	Topografía del terreno.....	109
Figura 47	Temperatura mensual – Lampa.....	109
Figura 48	Viento predominantes - Lampa.....	110
Figura 49	Asoleamiento del terreno .....	111
Figura 50	Accesibilidad del terreno .....	112



Figura 51	Esquema de proceso metodológico.....	118
Figura 52	Recolección de Residuos Sólidos Urbanos Domiciliarios.....	123
Figura 53	Método del cuarteo .....	125
Figura 54	Recolección de Residuos Sólidos Urbanos No Domiciliarios.....	127
Figura 55	Geometría primigenia en volumen de zona industrial .....	142
Figura 56	Geometría primigenia en volumen de zona administrativa .....	142
Figura 57	Diagrama de Correlaciones Zona Administrativa.....	156
Figura 58	Diagrama de Correlaciones Zona de Tratamiento Mecánico .....	157
Figura 59	Diagrama de Correlaciones Zona de Tratamiento Biológico .....	157
Figura 60	Diagrama de Correlaciones Zona de Valorización Energética.....	158
Figura 61	Diagrama de Correlaciones Zona Servicios de Generales.....	158
Figura 62	Diagrama de Correlaciones Zona de Esparcimiento.....	159
Figura 63	Organigrama Zona Administrativa .....	159
Figura 64	Organigrama Zona de Tratamiento Mecánico .....	160
Figura 65	Organigrama Zona de Tratamiento Biológico .....	160
Figura 66	Organigrama Zona de Valorización Energética.....	161
Figura 67	Organigrama Zona de Servicios Generales.....	161
Figura 68	Flujograma .....	162
Figura 69	Integración contextual y espacial del objeto .....	163
Figura 70	Conceptualización.....	164
Figura 71	Depuración para obtener geometría interna.....	165
Figura 72	Expresión forma tridimensional de la ciudad de Lampa .....	165
Figura 73	Zonificación de la Propuesta.....	168
Figura 74	Zonificación de la Propuesta por Etapas.....	169
Figura 75	Diagrama de flujo de RSU tratamiento mecánico .....	170
Figura 76	Separador Trómel.....	171



Figura 77	Sistema de Bandas Transportadoras .....	173
Figura 78	Separador balístico.....	174
Figura 79	Sistema de Separación de Metales no Férricos Corrientes Foucault .....	176
Figura 80	Sistema de Separación Magnética .....	177
Figura 81	Sistema de separación óptica .....	178
Figura 82	Diagrama de flujo de los residuos orgánicos .....	179
Figura 83	Biodigestor.....	180
Figura 84	Diagrama de flujo de los residuos sólidos inertes.....	181
Figura 85	Fosa de residuos sólidos inertes .....	182
Figura 86	Grúa y control de grúa .....	183
Figura 87	Tolva de alimentación.....	184
Figura 88	Parrilla de Incineración .....	185
Figura 89	Horno - Caldera.....	186
Figura 90	Canal vibrante y almacén de escorias .....	187
Figura 91	Tratamiento de Gases de Combustión .....	188
Figura 92	Aerocondensador .....	189
Figura 93	Turbina.....	190
Figura 94	Diagrama de Flujo de Aguas Pluviales de Techo verde .....	192
Figura 95	Diagrama de Flujo de los Paneles Solares .....	193
Figura 96	Conjunto arquitectónico.....	194
Figura 97	Zona de valorización energética .....	194
Figura 98	Zona de tratamiento mecánico .....	195
Figura 99	Zona administrativa .....	195
Figura 100	Tratamiento Biológico - Biodigestor .....	196
Figura 101	Tratamiento Biológico -Biohuerto.....	196
Figura 102	Zona de servicios generales- comedor.....	197



Figura 103 Zona de Esparcimiento .....	197
Figura 104 Ingreso de vehículos pesados y livianos .....	198
Figura 105 Ingreso principal de peatones.....	198



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Composición de los RSU .....	32
Tabla 2	Procesos de transformación en la gestión de residuos .....	37
Tabla 3	Tecnologías para el tratamiento y valorización de residuos .....	39
Tabla 4	Condiciones Generales de Diseño.....	79
Tabla 5	Norma A-060 Industria .....	79
Tabla 6	Norma A - 080 Oficinas .....	80
Tabla 7	Norma A-130 Requisitos de Seguridad.....	80
Tabla 8	Acceso al Distrito de Lampa .....	96
Tabla 9	Ponderación de acuerdo a la escala de Likert .....	98
Tabla 10	Propuesta 1 - Calificación .....	102
Tabla 11	Propuesta 2 - Calificación .....	104
Tabla 12	Propuesta 3 - Calificación .....	106
Tabla 13	Premisas de diseño .....	107
Tabla 14	Vías de acceso .....	111
Tabla 15	Parámetros para el cálculo de la muestra .....	114
Tabla 16	Variables de investigación .....	117
Tabla 17	Resultado de encuesta N° 1 .....	119
Tabla 18	Resultado de encuesta N° 2.....	119
Tabla 19	Resultado de encuesta N° 3 .....	120
Tabla 20	Resultado de encuesta N° 4.....	120
Tabla 21	Resultado de encuesta N° 5 .....	120
Tabla 22	Resultado de encuesta N° 6.....	121
Tabla 23	Resultado de encuesta N° 7 .....	121
Tabla 24	Resultado de encuesta N° 8.....	122



Tabla 25	Generación Per-cápita de RSU Domiciliarios de Lampa.....	124
Tabla 26	Densidad de los RSU Domiciliarios de la ciudad de Lampa .....	124
Tabla 27	Composición física de los RSU Domiciliarios de la ciudad de Lampa .....	126
Tabla 28	Generación Per-cápita de RSU No Domiciliarios de Lampa.....	128
Tabla 29	Densidad de los RSU no domiciliarios .....	128
Tabla 30	Densidad de los RSU no domiciliarios .....	129
Tabla 31	Composición física de los RSU No Domiciliarios de Lampa.....	130
Tabla 32	Generación per cápita promedio para el año 2020.....	131
Tabla 33	Generación promedio de RSU en el distrito de Lampa.....	131
Tabla 34	Tipo de residuos sólidos promedio de la ciudad de Lampa .....	132
Tabla 35	Composición de RSU según tratamientos seleccionados.....	133
Tabla 36	Residuos sólidos 2020 por Tratamientos .....	138
Tabla 37	Programación cualitativa operativa .....	140
Tabla 38	Programación Cuantitativa Operativa .....	141
Tabla 39	Población, tasa de crecimiento y generación per cápita 2020.....	145
Tabla 40	Estimación de generación por etapas de los residuos solidos .....	146
Tabla 41	Residuos sólidos según porcentaje de tratamiento para el 2070 .....	146
Tabla 42	Programa Cualitativo Zona Administrativa .....	147
Tabla 43	Programa Cualitativo Zona de Tratamiento Mecánico .....	149
Tabla 44	Programa Cualitativo Zona de Valorización Energética.....	150
Tabla 45	Programa Cualitativo Zona de Servicios Complementarios .....	151
Tabla 46	Programa Cualitativo Zona de Tratamiento Biológico .....	152
Tabla 47	Programa Cualitativo Zona de Esparcimiento .....	152
Tabla 48	Cuadro de áreas de la zona administrativa.....	153
Tabla 49	Cuadro de áreas de la zona de tratamiento mecánico.....	154
Tabla 50	Cuadro de áreas de la zona de tratamiento biológico.....	154



Tabla 51 Cuadro de áreas de la zona de valorización energética .....	155
Tabla 52 Cuadro de áreas de la zona de servicios generales.....	155
Tabla 53 Cuadro de áreas de la zona de esparcimiento.....	156
Tabla 54 Criterios para zona de recepción de residuos .....	170
Tabla 55 Criterios para separador trómel .....	172
Tabla 56 Criterios para separación manual de subproductos .....	173
Tabla 57 Criterios para separador balístico .....	174
Tabla 58 Criterios para separador balístico.....	176
Tabla 59 Criterios para separador magnético.....	177
Tabla 60 Criterios para separador óptico .....	178
Tabla 61 Criterios para Biodigestor .....	180
Tabla 62 Criterios para Fosa de residuos .....	181
Tabla 63 Criterios para grúa y control de grúa.....	182
Tabla 64 Criterios para Tolva de alimentación .....	183
Tabla 65 Criterios para Parrilla .....	184
Tabla 66 Criterios para Horno- Caldera.....	185
Tabla 67 Criterios para Escorias .....	186
Tabla 68 Criterios para Escorias .....	187
Tabla 69 Criterios para Aerocondensador.....	188
Tabla 70 Criterios para Turbina .....	189
Tabla 71 Criterios para Transformador .....	190
Tabla 72 Criterios para Exportador de Energía.....	191
Tabla 73 Capacidad de Retención del techo verde.....	192



## ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

<b>OMS:</b>	Organización Mundial de la Salud
<b>ONU:</b>	Organización de las Naciones Unidas
<b>RSU:</b>	Residuos Sólidos Urbanos
<b>TMB:</b>	Tratamiento Mecánico Biológico
<b>BIG:</b>	Bjarke Ingels Group
<b>UE:</b>	Unión Europea
<b>INEI:</b>	Instituto Nacional de Estadística e Informática
<b>SENAMHI:</b>	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú
<b>SINIA:</b>	Sistema Nacional de Información Ambiental
<b>MTC:</b>	Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones
<b>ONERN:</b>	Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales
<b>MINAM:</b>	Ministerio del Ambiente
<b>ECRSM:</b>	Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales
<b>WTE:</b>	Waste to Energy
<b>GPC:</b>	Generación Per-cápita



## RESUMEN

En presente estudio, tuvo como propósito diseñar la “Infraestructura de transformación sostenible de residuos sólidos urbanos en el distrito y provincia de Lampa – Puno”, motivado por el incremento en la generación de residuos sólidos, ya que la disposición inadecuada de los mismos puede tener impactos significativos en la salud pública y medio ambiente, agravando los desafíos que plantea el cambio climático. Por este motivo se propone identificar las alternativas tecnológicas requeridas en la infraestructura industrial de transformación de residuos sólidos urbanos con criterios de autosuficiencia energética y reutilización de recursos, para lograr la valorización eficiente de los residuos sólidos a través del concepto de economía circular. Se planteo una metodología con enfoque mixto, partiendo del planteamiento del objeto de estudio, análisis general, resultados y la propuesta arquitectónica; se aplicó en las pruebas estadísticas el Chi cuadro de Pearson con el software SPSS, a través de la técnica de recolección de datos por medio de fichas de encuestas. Como resultado de la investigación se determinó que, con esta infraestructura se transformarán los residuos sólidos aplicando alternativas tecnológicas sostenibles, además de considerar criterios de autosuficiencia energética y reutilización de recursos, todo ello a través del concepto de economía circular, y así obtener la valorización eficiente de los residuos sólidos que aportara a la conservación del medio ambiente, además la propuesta reúne las condiciones óptimas y llena las expectativas de la arquitectura industrial.

**Palabras Claves:** Residuos Sólidos, Sostenible, Transformación, Valorización y Economía circular.



## ABSTRACT

The purpose of this study was to design the "Infrastructure for the sustainable transformation of urban solid waste in the district and province of Lampa - Puno", motivated by the increase in the generation of solid waste, since its inadequate disposal can have significant impacts on public health and the environment, aggravating the challenges posed by climate change. For this reason, it is proposed to identify the technological alternatives required in the industrial infrastructure for the transformation of urban solid waste with criteria of energy self-sufficiency and reuse of resources, to achieve the efficient valorization of solid waste through the concept of circular economy. A methodology with a mixed approach was proposed, starting from the approach of the object of study, general analysis, results and the architectural proposal; the Pearson Chi square was applied in the statistical tests with the SPSS software, through the technique of data collection by means of survey forms. As a result of the research it was determined that this infrastructure will transform solid waste by applying sustainable technological alternatives, in addition to considering criteria of energy self-sufficiency and reuse of resources, all through the concept of circular economy, and thus obtain the efficient recovery of solid waste that will contribute to the conservation of the environment, also the proposal meets the optimal conditions and fulfills the expectations of industrial architecture.

**Keywords:** Solid Waste, Sustainable, Transformation, Valorization and Circular Economy.



# CAPITULO I

## INTRODUCCIÓN

El problema mundial del aumento de la producción de residuos sólidos ha generado dificultades en su eliminación y/o disposición final, ya que su composición ha cambiado a lo largo de los años, evitando así una valorización adecuada, además de contaminar el medio ambiente por residuos sólidos, teniendo en cuenta estos factores, el estudio parte de la necesidad de atender a los residuos sólidos municipales en la ciudad de Lampa, los cuales han sido desechados en vertederos ilegales y rellenos sanitarios que no contribuyen a la protección del medio ambiente, causando daños ambientales como son la contaminación del suelo, aire, agua y paisaje. El objetivo central es identificar las alternativas tecnológicas requeridas en la infraestructura industrial de transformación de residuos sólidos urbanos con criterios de autosuficiencia energética y reutilización de recursos, para lograr la valorización eficiente de los residuos sólidos a través del concepto de economía circular en el distrito y provincia de Lampa – Puno. Para llevar a cabo esta investigación, el trabajo se divide en siete capítulos: el capítulo I trata de la introducción, planteamiento del problema, formulación del problema, hipótesis, justificación y objetivos; en el capítulo II encontramos el marco conceptual, teórico, antecedentes y marco normativo, el capítulo III presenta los materiales y métodos, herramientas y técnicas de investigación utilizadas, en el capítulo IV resultados y discusión, donde diagnosticamos y analizamos los resultados de acuerdo a los tres objetivos propuestos en el estudio, en el capítulo V tenemos las conclusiones, en el capítulo VI tenemos recomendaciones; finalmente en el Capítulo 7 podemos ver la bibliografía y los anexos.



## 1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Al observar la magnitud del problema mundial de los residuos sólidos, la Organización de las Naciones Unidas (ONU, 2018) señaló que el actual crecimiento demográfico, la extracción de recursos y patrones de consumo insostenibles, se basan en una económico lineal, lo cual ha presentado diferentes desafíos ambientales. América Latina y el Caribe produce diariamente alrededor de 145.000 toneladas de desechos que terminan en vertederos a cielo abierto, lo que genera impactos negativos a la salud y el medio ambiente. Se considera que sólo un 10% de estos residuos se recuperan, de modo que se desperdicia un volumen valioso de recursos materiales, orgánicos y energéticos.

En el caso de Perú de acuerdo al Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA, 2018), se generan 21.000 toneladas al día de residuos sólidos, y la producción per cápita es de 0,82 kg/habitante/día. Del volumen total de residuos sólidos del país, alrededor del 54% son residuos orgánicos, el 20% son residuos inorgánicos reciclables, el 15% son residuos no reciclables y el 7% son residuos peligroso, de estos el 52% de residuos son dispuesto en los 34 rellenos sanitarios a nivel nacional y el resto se vierte en botaderos, del total de residuos solo se recupera el 1%, debido a que no contamos con otro tipo de tecnología para su tratamiento, transformación o valorización; por lo tanto, no se puede garantizar una protección adecuada del medio ambiente y la salud.

La región de Puno no es ajena a esta problemática ya que de acuerdo al MINAM para el año 2018 se registró una generación de 174,247.74 Tn/año, con una generación promedió per cápita de 0.58 kg/hab./día; considerando que solo la ciudad de Puno cuenta con relleno sanitario desde el 2019, por ende, las 12 provincias restantes depositan los residuos en botaderos informales, fomentando la contaminación de suelo, agua superficial y subterránea, aire y visuales, afectando la salud de la población aledaña y de las futuras generaciones.



En el distrito y provincia de Lampa se evidencia la misma problemática debido a que según (Huñari, 2017) el río Lampa viene siendo contaminado por montículos de residuos sólidos que la población vierte sin ningún control, este mismo panorama se observa en las vías de acceso a la Ciudad Rosada, que por la fuerza del viento son arrastrados hasta el río Lampa, esto se debe a que cuenta con un botadero temporal a 200 metros de la zona urbana lo que provoca dichos efectos negativos al medio ambiente.

## **1.2 FORMULACION DEL PROBLEMA**

### ***1.2.1 Pregunta General.***

¿Qué características arquitectónicas industriales y alternativas tecnologías se deben utilizar para el diseño de una infraestructura de transformación de residuos sólidos que fomente la valorización eficiente de los residuos sólidos través del concepto de economía circular en el distrito y provincia de Lampa – Puno?

### ***1.2.2 Preguntas Específicas.***

**PE 1:** ¿Cuáles son las alternativas tecnológicas requeridas en la Infraestructura de transformación sostenible de residuos sólidos urbanos?

**PE 2:** ¿Qué características arquitectónicas debe tener la infraestructura de transformación sostenible de residuos sólidos urbanos?

**PE 3:** ¿Cómo desarrollar el concepto de Economía circular en la infraestructura de transformación sostenible de residuos sólidos urbanos que permita la autosuficiencia energética y reutilización de recursos?



## 1.3 HIPOTESIS DE INVESTIGACION

### *1.3.1 Hipótesis General.*

Las características arquitectónicas industriales y alternativas tecnológicas que se deberán considerar serán de autosuficiencia energética y la reutilización de recursos, aportando así la valorización eficiente de los residuos sólidos través del concepto de economía circular en el distrito y provincia de Lampa – Puno.

### *1.3.2 Hipótesis Específicas.*

**IE 1:** Las alternativas tecnológicas para transformas los residuos sólidos, estarán acorde con los tratamientos mecánico, biológico y valorización energética, para así lograr una mejor valorización de los residuos.

**IE 2:** Las características arquitectónicas industriales de función, forma y espacio, estarán acorde al sistema de transformación de los residuos sólidos urbanos, mejorando así el proceso de transformación y valorización.

**IE 3:** La Economía circular en la infraestructura de transformación de residuos sólidos urbanos, con la aplicación de alternativas limpias permitiendo la autosuficiencia energética y reutilización de recursos.

## 1.4 JUSTIFICACION DEL PROBLEMA

Ante los hechos expuestos a nivel de América Latina en donde se evidencia que los residuos sólidos no reciben un tratamiento y solo son enterrados en el suelo en los denominados rellenos sanitarios, los cuales no garantizan un tratamiento sostenible, provocando preocupación en la población y las autoridades, resulta de especial interés conocer cuáles son las posibles alternativas de tratamiento sostenible que se puedan aplicar al entorno de Puno, a partir de ahí, adoptar dichas tecnologías para la



transformación de los residuos, que se encuentren en equilibrio con la naturaleza, la sociedad y la economía.

La investigación motivada por el notable incremento de la generación de residuos, con el fin de conocer la cantidad de residuos generados en la ciudad de Lampa y donde los residuos, de acuerdo a su composición, reciben un tratamiento adecuado, aplicando tecnologías sustentables, frente a una arquitectura industrial, por medio del concepto de economía circular; todo con el objetivo de mejorar las condiciones de vida de la población mediante la protección del medio ambiente, sin transgredir ni alterar su entorno, generando procesos de circuito cerrado, contribuyendo al desarrollo económico y social.

## **1.5 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION**

### ***1.5.1 Objetivo General.***

Identificar las alternativas tecnológicas y características arquitectónicas industriales requeridas en la infraestructura de transformación de residuos sólidos urbanos con criterios de autosuficiencia energética y reutilización de recursos, para lograr la valorización eficiente de los residuos sólidos a través del concepto de economía circular en el distrito y provincia de Lampa – Puno.

### ***1.5.2 Objetivos Específicos.***

***OE 1:*** Identificar las alternativas tecnológicas requeridas en la infraestructura de transformación sostenible de residuos sólidos urbanos.

***OE 2:*** Determinar las características arquitectónicas industriales que debe tener la infraestructura de transformación sostenible de residuos sólidos urbanos.

***OE 3:*** Desarrollar el concepto de Economía circular en la infraestructura de transformación sostenible de residuos sólidos urbanos que permita la autosuficiencia energética y reutilización de recursos.





## CAPITULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1 MARCO CONCEPTUAL

**Residuos Sólidos.** Los residuos sólidos son sustancias, productos o subproductos sólidos o semisólidos que los productores disponen o están obligados a eliminar de conformidad con la normativa nacional, o los riesgos que representan para la salud y el medio ambiente. (Ley General de Residuos Sólidos N° 27314, 2000)

**Residuos Domiciliarios.** Estos residuos se generan durante las actividades domésticas realizadas en el hogar y consisten en restos de comida, periódicos, revistas, botellas, envases en general, latas, cartones, pañales desechables, residuos de higiene personal, etc. (Ley General de Residuos Sólidos N° 27314, 2000)

**Residuos No Domiciliarios.** Están compuestos por residuos de actividades de comercio, limpieza de espacios públicos, instalaciones médicas, actividades industriales, de construcción, agricultura, instalaciones o eventos especiales. (Ley General de Residuos Sólidos N° 27314, 2000)

**Energía Eléctrica.** La electricidad es el movimiento de electrones. Designamos energía eléctrica o electricidad como la forma de energía que surge debido a la presencia de una diferencia de potencial entre dos puntos. (Planas, 2020)

**Valorización de Residuos.** Cualquier operación que tenga como objetivo los residuos (materiales que componen los residuos) para su reutilización y fines útiles mediante la sustitución de otros materiales o recursos en el proceso de producción. La recuperación podría ser física o energética. (Ley de gestión integral de residuos sólidos N° 1278, 2017)



**Valorización Energética.** Las operaciones de recuperación de energía son aquellas que tienen como objetivo manejar los residuos, y de esta forma explotar su potencial energético, por ejemplo, coprocesamiento, coincineración, biodegradación, biochar, etc. (Ley de gestión integral de residuos sólidos N° 1278, 2017)

**Termovalorización.** La incineración de los desechos comprende oxidar los materiales combustibles contenidos en los residuos (...). Los gases de combustión producidos durante el proceso de incineración, contienen la mayor parte de la energía de combustión disponible en forma de energía térmica. (Toro, 2019)

**Economía Circular.** Se contempla todos los ciclos de vida de un residuo, considerando que el residuo se quede en el ciclo de forma ilimitada, evitando así desechos. Dando prioridad a la valorización y recuperación eficiente de los recursos que debe buscarse dentro de ciclos biológicos o tecnológicos, según sea el caso. (Ley de gestión integral de residuos sólidos N° 1278, 2017)

**Arquitectura Industrial.** “Se aplican técnicas constructivas con el propósito de mejorar el desempeño de los edificios que necesitan ser construidos con la mayor cantidad de elementos posibles en el menor tiempo posible, contemplando las características estéticas y de funcionalidad” (Plazola Cisneros, pág. 261)

**Sostenibilidad.** Con el desarrollo sostenible se pretende satisfacer los requerimientos del presente sin impactar a las generaciones venideras de cubrir sus propias necesidades, los tres pilares fundamentales de la sustentabilidad son ambiental, social y económica. (Maqueira, 2011)

**Sostenibilidad Ambiental** La sostenibilidad ambiental significa proteger el capital natural, lo que equivale a que los contaminantes no se emiten en mayor



concentración que el aire, el agua y el suelo para que puedan absorber y procesar. (Marquez, 2016)

**Arquitectura Sostenible.** Es una forma de concebir diseños arquitectónicos que buscan explotar los recursos naturales, disminuyendo el impacto ambiental que ejerce el edificio sobre su entorno natural y los habitantes. (Andrade y Benitez, 2009)

**Tecnología Limpia.** Procesos o tecnologías de fabricación integrados en los procesos productivos destinados a reducir la generación de residuos contaminantes del propio proceso. (Ley de gestion integral de residuos solidos N° 1278, 2017)

**Educación Ambiental.** La educación ambiental es la transformación educativa integral, proponiendo nuevos conocimientos, actitudes, valores y prácticas en las personas, para fomentar actividades ambientales, favoreciendo al crecimiento sostenible de nuestro país. (Ministerio del Ambiente, 2012)

**Reciclaje.** Cualquier actividad que permita la reutilización de residuos a través de un proceso de conversión de materiales para su propósito original o para otros fines. (Ley de gestion integral de residuos solidos N° 1278, 2017)

## 2.2 MARCO TEORICO

### 2.2.1 *Residuos Sólidos Urbanos*

Para poder definir a los Residuos Sólidos, se debe conocer primero el significado de Residuo. Por ello se recurre al Diccionario Real Academia de Lengua Española que lo demarca como:

1. El resto o parte del todo.
2. El resultado de que algo se descomponga o se destruya.



3. Los materiales que queden inoperables después de realizar trabajos u operaciones.

4. Restos de sustancias de sustracción y divisiones. ( Real Academia Española, 2021)

Tomando la definición de la (Ley General de Residuos Sólidos N° 27314, 2000). Delimita a los residuos sólidos como aquellas “sustancias, productos o subproductos sólidos o semisólidos, cuyos productores disponen o están obligados a disponer de acuerdo con las disposiciones de la normativa nacional, o sus consecuencias en la salud y el medio ambiente”. (art. 14).

A nivel internacional la Union Europea es conciente que los residuos solidos y su inadecuada gestion traen efectos negativas a la salud y medio ambiente, por ello enfatizan en orientar leyes exigentes acompañadas de tecnologías avanzadas adecuadas para la recuperación energética de los residuos descartados (Real, 2017), dando un enfoque diferente a los residuos sólidos los cuales podrán ser aprovechados óptimamente, alegándolos del estigma de un problema y siendo un instrumentó de beneficio.

#### **2.2.1.1 Caracterización de Residuos sólidos domiciliarios**

Según el Ministerio del Ambiente (2018), la caracterización se define como "un medio que permite obtener información primaria relacionada con las características de los residuos municipales, en este caso los residuos municipales domiciliarios y no domiciliarios, contemplando la densidad, volumen y composición". (pág. 7). Esta información sirve de base para la planificación técnica, operativa, administrativa y financiera del manejo de residuos sólidos, permitiendo tomar decisiones de manejo a corto, mediano y largo plazo.



Los estudios de caracterización de residuos municipales tienen parámetros clave para la toma de decisiones que incluyen la planificación y el diseño de sistemas de gestión y disposición final de residuos, centrándose en parámetros que van desde la selección de muestras hasta el análisis estadístico. Este estudio analiza los residuos sólidos urbanos domésticos y no domésticos (comerciales, de mercado, centros educativos, instituciones públicas y privadas, etc.) y brinda información cualitativa y cuantitativa por medio de métodos estadísticos y análisis índice de muestreo per cápita, volumen peso y porcentaje de productos reciclables y no reciclables para establecer opciones de solución en el manejo y disposición de residuos. (Municipalidad distrital de Breña, 2016)

### **Generación per cápita de residuos sólidos domiciliarios**

Para el (Ministerio del Ambiente, 2018), lo define como la cantidad unitaria de residuos sólidos, generalmente la cantidad de residuos sólidos producidos por persona por día a nivel domiciliario utilizando la siguiente fórmula:

$$GPC_{promedio} = \frac{Dia\ 1 + Dia\ 2 + Dia\ 3 + Dia\ 4 + Dia\ 5 + Dia\ 6 + Dia\ 7}{Numero\ de\ habitantes * 7\ dias} \quad (1)$$

Donde:

$GPC_{promedio}$  = Generación per-cápita (kg/hab./día)

$Dia_n$  = peso de las bolsas (kg) del día 1 al 7

N° de habitantes = Número de habitantes de cada hogar

Dado que se desconoce el tiempo de acopio de los residuos, el primer día de muestra representa al “día 0”, la cual se descarta y se realiza un muestreo de un total de 8 días con el fin de determinar la cantidad generada por persona.



### Densidad de residuos sólidos domiciliarios

Según el Ministerio del Ambiente (2018) en la Guía ECRSM – MINAM utiliza la metodología recomendada para ello utiliza la siguiente formula y los pasos a seguir:

$$Densidad (s) = \frac{W}{V} = \frac{W}{\pi * \left(\frac{D}{2}\right)^2 * H} \quad (2)$$

Donde:

S = Densidad de los residuos sólidos. (kg/m<sup>3</sup>)

W = Peso de los residuos sólidos.

V = Volumen del residuo sólido.

D = Diámetro del cilindro.

H = Altura total del cilindro.

p = Constante (3.1416).

La densidad específica de los residuos nos señala que cada mezcla tiene un valor global correspondiente a su composición. En los hogares, estos valores son altos debido al espacio no utilizado de botes de basura, cajas desdobladas, basura de forma irregular, etc. Al agruparse de manera más uniforme, se acercan más a los cálculos matemáticos rigurosos, con un valor teórico promedio de residuos sin comprimir de 80 kg/m<sup>3</sup>, que varía ampliamente según la composición particular de los residuos en cada lugar. (Ambientum, 2017)

### Composición física de los residuos sólidos domiciliarios

La cantidad y composición de los residuos que generamos depende de dos factores fundamentales: cultura y economía. Para algunas personas es importante llevar una dieta rica en verduras y frutas, produciendo más residuos orgánicos. Por otro lado, si

tuviéramos mayor poder adquisitivo, generaríamos una mayor variedad de residuos de envases y productos que descartamos. Se puede explicar que cuanto más altos son nuestros ingresos, más residuos generamos, cuya composición varía con aquellos de menores ingresos. La composición se muestra en la siguiente tabla. (Residuos Sólidos, 2010)

*Tabla 1 Composición de los RSU*

<b>Tipo de residuos Detalle</b>	
<b>1.0 Residuos aprovechables</b>	
<b>1.1 Residuos organicos</b>	
<b>Residuos de alimentos</b>	Restos alimenticios, cascaras, restos de frutas, verduras, hortaliza y otros.
<b>Residuos de maleza y poda</b>	Restos de flores, hojas, tallos, grass, otros similares
<b>Otros organicos</b>	Estiercol de animales menores, huesos y similares
<b>1.2 Residuos inorganicos</b>	
<b>Papel</b>	Blanco, periodico, mixto (paginas de cuadernos, revistas, otros similares)
<b>Carton</b>	Blanco ( liso y corrugado), marron (corrugado), mixto (tapas de cuaderno, revistas, otros similares)
<b>Vidrio</b>	Transparente, otros colores (marron-ambar, verde, azul, entre otros), otros (vidrios de ventana)
<b>Plastico</b>	PET (aceite y botellas de bebidas y agua), PEAD (botellas de lacteos, shampoo, detergente liquido, suavizante), PEBD (empaques de alimentos, de plastico de papel higienico, de detergentes), PP ( baldes, tinas, rafia, estuches de CD, tapas de bebidas, tapers), PS ( tapas de cristalerias, micas, vasos de yogurt, cubetas de helado), PVC (tuberias de agua, desagüe y electricidad)
<b>Tetra brik</b>	Envases multicapas
<b>Metales</b>	Latas, hojalata (latas de leche, atun, entre otros), acero, fierro, aluminio y otros metales
<b>Textiles</b>	Telas y similares
<b>Caucho</b>	Cuero, jebe entre otros
<b>2.0 Residuos Inaprovechables</b>	
	Bolsa plasticas de un solo uso, residuos sanitarios (papel higienico, pañales, toallas sanitarias, excreta de mascotas), pilas, tecnopor, residuos inertes (tierra, piedras, ceramicos, ladrillos), restos medicos, envolturas de snacks, galletas, caramelos, entre otros y otros residuos no categorizados.

Fuente: Extraído de la Guía para la caracterización de los residuos sólidos municipales,

Ministerio del Ambiente, 2018, p. 41-42.



### 2.2.1.2 Caracterización de Residuos sólidos no domiciliarios

Las características de los residuos no domésticos incluyen actividades de comercio, limpieza de espacios públicos, instalaciones médicas, actividades industriales, de construcción, agricultura, instalaciones o eventos especiales como se describe a continuación:

**Residuo comercial.** Los residuos comerciales se generan a partir de instalaciones comerciales de bienes y servicios como supermercados, restaurantes, tiendas, bares, discotecas, bancos, centros de entretenimiento y oficinas. Entre ellos se encuentran grandes cantidades de papel, cartón, plástico, vidrio, madera, metal, etc. (Retenria y Zeballos, 2014)

**Residuo de limpieza de espacios públicos.** Estos residuos son producidos en el barrido y limpieza de vías, aceras, plazas, parques y demás espacio público, donde se pueden encontrar residuos orgánicos como hojas secas, ramas, pasto cortado, animales muertos y residuos inorgánicos como papel, cartón, vidrio, plástico, etc. (Retenria y Zeballos, 2014)

**Residuo de establecimiento de atención de salud.** Estos residuos son generados en actividades asistenciales y de investigación como hospitales, clínicas, centros de salud, laboratorios clínicos, consultorios que desechan ropa de cama, desechables, vendas, algodón usado, etc. (Retenria y Zeballos, 2014)

**Residuo industrial.** Son residuos de actividades en diversos sectores industriales los cuales pueden ser manufacturero, minero, químico, energético, pesquero, artes gráficas, maquinaria, textil produciendo papel, cartón, plásticos, textiles. (Retenria y Zeballos, 2014)



**Residuo de las actividades de construcción.** Estos residuos son producto de las actividades de construcción y demolición como edificios, puentes, pistas, presas, canales, que producen residuos como escombros, madera, hierro, ladrillos, etc. (Retenria y Zeballos, 2014)

**Residuo agropecuario.** Los residuos agrícolas son generados por el progreso de las actividades agrícolas y ganaderas donde se encuentran residuos de fertilizantes, plaguicidas y agroquímicos. (Retenria y Zeballos, 2014)

**Residuo de instalaciones o actividades especiales.** Generación de residuos de instalación o eventos especiales en grandes infraestructuras para prestar servicios públicos o privados a un gran número de usuarios a gran escala, tales como plantas de tratamiento, puertos, aeropuertos, terminales terrestres, instalaciones marítimas y militares. (Retenria y Zeballos, 2014)

Según el Ministerio del Ambiente (2018) en la guía metodológica para el desarrollo del Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales, permite a los gobiernos locales responsables de la gestión integral de los residuos a nivel nacional orientación para el cálculo del costo de los estudios de referencia, permitiendo al gobierno local decidir si implementarlo o no. Además, a través de la gestión directa y encuestas de terceros, comprendimos el método estadístico del Dr. Kunishi Sakurai basado en la recolección de desechos domésticos durante 8 días para un número específico de hogares y 6 días en una instalación, y asegurar la calidad de los resultados.

### **Generación per cápita de residuos sólidos no domiciliarios**

La producción de residuos sólidos no domésticos resulta de la suma de los promedios de las diversas fuentes, con la cantidad total de cada fuente. Hay que tener en cuenta el número de días de actividad a la semana, se aplicaran solo 5 días para escuelas



y 3 días para lugares de entretenimiento como discotecas. Además, debemos considerar los datos del "día 0", en este caso, se debe descartar la primera muestra y obtener las muestras de todas las fechas posteriores para realizar el promedio. (Ministerio del Ambiente, 2018). Se considera la siguiente relación para establecer la generación per cápita de residuos no domésticos:

### **Generación de residuos de establecimientos comerciales**

$$GPC_{promedio} = \frac{Dia\ 1 + Dia\ 2 + Dia\ 3 + Dia\ 4 + Dia\ 5}{N^{\circ}\ de\ establecimientos\ comerciales} \quad (3)$$

Donde:

$GPC_{promedio}$  = Generación per-cápita (kg/hab./día) de cada establecimiento comercial

$Dia_n$  = peso de las bolsas (kg) del día 1 al 5

### **Generación de residuos en instituciones públicas y privadas**

$$GPC_{promedio} = \frac{Dia\ 1 + Dia\ 2 + Dia\ 3 + Dia\ 4 + Dia\ 5}{N^{\circ}\ de\ trabajadores\ en\ la\ institucion} \quad (4)$$

Donde:

$GPC_{promedio}$  = Generación per-cápita (kg/hab./día) para cada institución

$Dia_n$  = peso de las bolsas (kg) del día 1 al 5

### **Generación de residuo de limpieza de espacios públicos**

$$GPC_{promedio} = \frac{Dia\ 1 + Dia\ 2 + Dia\ 3 + Dia\ 4 + Dia\ 5}{N^{\circ}\ de\ trabajadores\ por\ ruta} \quad (5)$$

Donde:



$GPC_{promedio}$  = Generación per-cápita (kg/hab./día) para limpieza de espacios públicos.

$Dia_n$  = peso de las bolsas (kg) del día 1 al 5

### **Densidad de residuos sólidos no domiciliarios**

La densidad o peso específico de los residuos sólidos ayuda principalmente a determinar el volumen que ocupan los residuos en su estado natural. Su unidad SI es kg/m<sup>3</sup>. (Residuos Sólidos, 2010).

### **Composición física de los residuos sólidos no domiciliarios**

La composición de los residuos sólidos se utiliza principalmente para el diseño de procedimientos de incineración de los residuos, compostaje y otros tratamientos biológicos y digestión anaeróbica. Además de esto, es importante conocer la composición química para estimar la producción de biogás en los vertederos. (Residuos Sólidos, 2010)

La capacidad energética de los residuos sólidos incluye carbono, hidrógeno y oxígeno, que en algunos casos pueden reemplazar ciertos combustibles. Actualmente, estamos luchando contra el calentamiento global, por lo que algunos residuos son incinerados o utilizados como sustituto de combustible. En algunos casos se utilizan residuos de madera, llantas, huesos, carnes, textiles y en general, residuos sólidos domésticos y no domésticos que no contienen residuos peligrosos. (Residuos Sólidos, 2010).

### **2.2.2 Infraestructuras de transformación**

Los cambios provocados por la humanidad, ya sea por causas naturales, se manifiestan mediante cambios físicos, químicos y/o biológicos. Considerando todos los

posibles procesos de conversión y los productos resultantes. (Guevara, 2015). Los procesos de transformación se mencionan a continuación.

**Tabla 2 Procesos de transformación en la gestión de residuos**

Proceso de transformación	Medio o método de transformación	Productos principales de la conversión o transformación
<b>Físico</b>		
separación de componente	Separación manual y/o mecánica	Componentes individuales encontrados en los residuos urbanos no seleccionados.
reducción en volumen	Aplicación de energía en forma de fuerza o presión	Reducción del volumen de los residuos originales.
reducción de tamaño	Aplicación de energía en forma de trituración	Alteración de forma y reducción de tamaño de los componentes residuales originales.
<b>Químico</b>		
combustión	Oxidación térmica	Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ), Dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> ) y otros productos de Oxidación
pirólisis	Destilación destructiva	Una corriente de gas que contiene una variedad de gases, alquitrán y/o aceite y un combustible carbonoso.
Gasificación	Combustión con defecto de aire	Un gas de bajo poder calorífico, un combustible que contiene carbono e inertes original mente en el combustible, y aceite pirolítico.
<b>Biológico</b>		
Aerobio	Conversión biológica aerobia	Compost (material húmico utilizado como acondicionador de suelo).
Digestión anaerobia (bajo o alto contenido en sólidos)	Conversión biológica anaerobia	Metano (CH <sub>4</sub> ), Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ), trazas de otros gases, humus o fangos digeridos
Compostaje anaerobio producido en vertederos	Conversión biológica anaerobia	Metano (CH <sub>4</sub> ), Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ), residuos digeridos

Fuente: (Guevara, 2015)

La transformación física incluye la separación de componentes, definida como el proceso de separación de RSU no seleccionados a través de métodos manuales y/o mecánicos, que se utiliza para convertir residuos heterogéneos en un número máximo de componentes homogéneos, todos ellos derivados de los RSU y con ello generar operaciones necesarias para valorizar materiales reutilizables y reciclables, segregar materiales contaminados, residuos peligrosos y productos de conversión para la recuperación de energía. (Guevara, 2015)

La conversión química de los residuos sólidos implica cambios de fase (sólido a líquido, sólido a gas y viceversa) para reducir el volumen y recuperar los productos transformados, los principales procesos empleados para convertir RSU son: Combustión



(oxidación química), pirólisis y gasificación; los cuales se consideran procesos térmicos. (Guevara, 2015)

Los residuos orgánicos se pueden transformar mediante la biotransformación para aminorar el volumen y el peso de los materiales, generar compost y metano. Los principales organismos son las bacterias, hongos, levaduras y actinomicetos; involucrados en la transformación, y se puede dar de manera aeróbica o anaeróbica en función a la disposición de oxígeno. La diferencia clave entre las reacciones de conversión aeróbica y anaeróbica es la naturaleza del producto final y el hecho de que se debe proporcionar oxígeno para que se lleve a cabo dicha transformación. (Guevara, 2015)

Para la (Comisión Económica para América Latina y el Caribe , 2016) considera que el tratamiento de residuos requiere que estos pasen por procesos que brinden aportes técnicos, operativos, económicos y ambientales. Entonces, la finalidad es realizar una acción diseñada para eliminar o usar el recurso contenido en él. La tecnología ofrece muchas soluciones. El tratamiento y la evaluación son más efectivos cuando se realizan esfuerzos (a nivel local o regional) para reducir los volúmenes de desechos, evitar el desperdicio, reutilizar materiales, separar los materiales reciclables y eliminar los desechos de manera adecuada. Las tecnologías de tratamiento se mencionan a continuación.

**Tabla 3 Tecnologías para el tratamiento y valorización de residuos**

Mecánicos	Clasificación; en función del interés económico o como paso previo a un procesamiento posterior
	Trituración; reduce la granulometría y el volumen de los residuos, los mezcla y homogeniza
	Compactación; reduce los espacios vacíos (densifica los residuos).
Térmicos	Incineración; quema controlada, a alta temperatura, en equipos especialmente diseñados y con dispositivos de control ambiental.
	Pirólisis; degradación térmica de los residuos en ausencia de oxígeno o con una cantidad limitada del mismo, a temperatura inferior a la de la incineración, que produce líquidos y gases de alto contenido energético, y menos contaminación atmosférica.
Biológicos	Aeróbico; indicado para estabilización y compostaje. Sus productos principales son el agua, el dióxido de carbono y el calor.
	Anaeróbico; importante en la producción de metano. La degradación de los residuos es más lenta y genera ácidos grasos, acético y otros de bajo peso molecular, inclusive algunos gases bastante con mal olor y tóxicos (ejemplo, el ácido sulfhídrico —H <sub>2</sub> S—).

Fuente: (Comisión Económica para América Latina y el Caribe , 2016)

### 2.2.2.1 Alternativas tecnológicas sostenibles

Una de las alternativas tecnológicas sostenibles a considerar es la tecnología limpia encaminada en aminorar y prevenir la contaminación, mejorar los procesos o productos; considerar incorporar cambios en el proceso para originar una gama de beneficios económicos, además del uso eficaz de los recursos, disminuir la recolección, costos de recolección, manejo y disposición final. Las tecnologías de producción más limpia (TPL) pueden reducir las emisiones contaminantes, reducir el consumo de energía eléctrica y agua, sin causar un aumento de otros contaminantes; lograr un equilibrio ambiental más limpio; con todo esto, debe basarse en la legislación ambiental establece normas y estándares para evaluar nuevas tecnologías. (Sandoval L. , 2006)

#### Tratamiento Mecánico

Consiste en funciones de clasificación y selección de contenido entrante y está destinado a combinar procesos de separación mecánica automatizados y manuales para valorar fracciones recuperables para la venta. Los materiales no separados se eliminan mediante tratamiento térmico o relleno sanitario. El tratamiento mecánico se utiliza fundamentalmente para separar los residuos de envases ligeros recogidos por separado, y para clasificar materiales similares contenidos en otras instalaciones de TMB. Según la



clase de automatización, las plantas de clasificación de residuos sólidos se dividen en tres categorías: manuales, semiautomáticas y automatizadas. (Mancebo Fernández, 2019)

De acuerdo con Mancebo Fernández (2019) el equipo semiautomático de separación de residuos consta de los siguientes espacios:

1. Área de recepción de residuos.
2. Zona de alimentación de residuos y sistema de ruptura de bolsas.
3. Preclasificación manual.
4. Preclasificación mecánica.
5. Separación de materiales que son reciclables de manera automática.
6. Separación de materiales reciclables de manera manual.
7. Preparación - prensado y embalaje-, almacenamiento y comercialización de materiales.

### **Tratamiento Biológico**

El tratamiento biológico utiliza microorganismos para descomponer la materia orgánica, donde la materia orgánica que se encuentra en los desechos requiere de métodos de tratamiento de biodegradación. De ser el caso aeróbico, utilizados para producir "compost" o residuos bioestabilizantes (parcialmente compostados), o anaeróbicos, enfocados a la producción de biogás. Dependiendo de cómo se haga el compost, puede que sea adecuado o no para mejorar el suelo. (Mancebo Fernández, 2019)

Mancebo Fernández (2019) describe los procesos de tratamiento biológico como son el compostaje y la biometanización. El compostaje incluye la biodegradación de residuos orgánicos como lodos de depuradora, estiércol, residuos agrícolas o forestales,



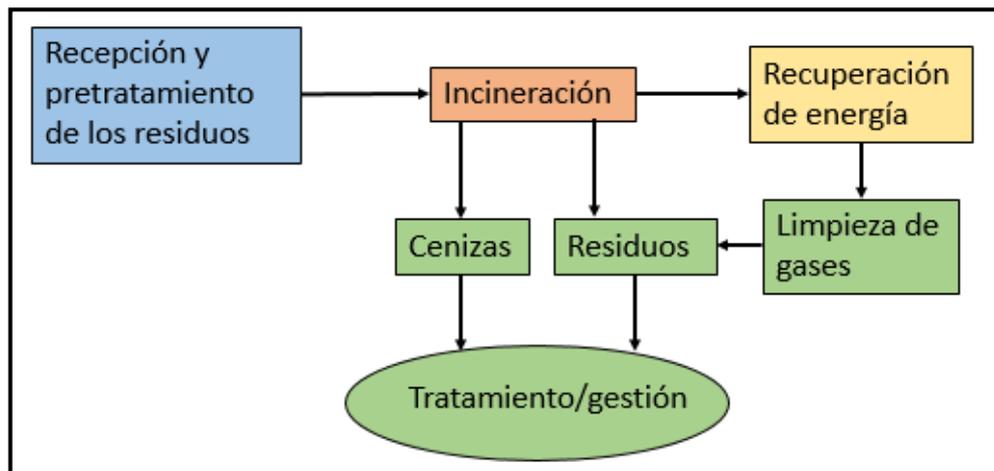
y por microorganismos, el cual podría durar semanas, en condiciones aeróbicas (oxígeno) y bajo condiciones controladas de ventilación, humedad y temperatura. Las propiedades finales del compost dependen del momento y método utilizado, la materia orgánica producida por esta transformación se denomina "compost" y puede utilizarse como fertilizante para la agricultura, la horticultura, la restauración de suelos o fines similares. (Mancebo Fernández, 2019)

### **Valorización energética**

Darle un valor energético a un residuo incluye diversos procesos de conversión por medio de la utilización de energía térmica. El mayor aporte es aminorar el volumen de residuos y el uso de energía. Los métodos fundamentales serían los tratamientos de incineración, pirólisis, la gasificación y el plasma. (Mancebo Fernández, 2019)

La incineración es un proceso térmico (temperatura  $> 850$  °C, entre 900 y 1200 °C) en el que los residuos se oxidan químicamente en un incinerador por exceso de oxígeno o estequiométrico. El producto final contiene gases de combustión calientes que consisten principalmente en nitrógeno, dióxido de carbono y vapor de agua, y subproductos no combustibles que consisten en escoria y cenizas. La Figura 1 resume el funcionamiento en una planta incineradora de desechos, donde se muestra los subsistemas que presenta la planta incineradora; la recepción y pretratamiento de los desechos, cámara de combustión, valorización energética y el tratamiento de los residuos resultantes (cenizas, escorias y residuos). Siendo un proceso complejo, el cual debe contar con un diseño y operación de calidad y requiere altos costos de inversión, operación y mantenimiento. Además, es una tecnología probada y comercializada para el tratamiento de residuos peligrosos. (Mancebo Fernández, 2019)

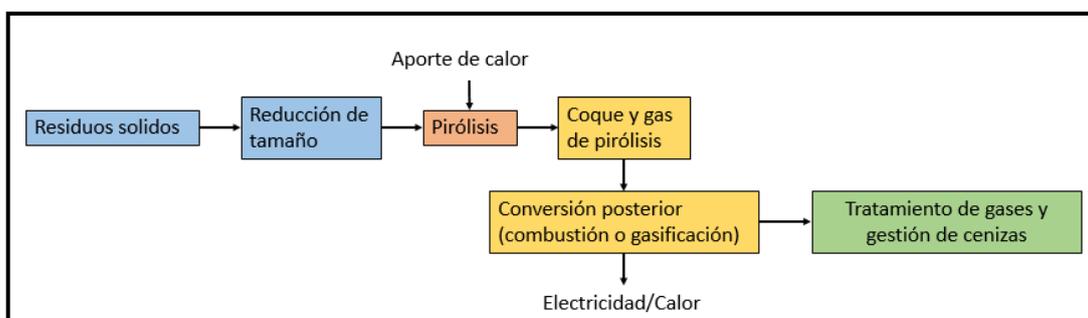
**Figura 1 Diagrama de bloques incineración**



Fuente: (Mancebo Fernández, 2019, pág. 51)

El proceso de pirólisis consiste en descomponer térmicamente los residuos alrededor de 500 y 900 °C con carencia de oxígeno u otro reactivo, produciendo "chars" gaseosos, líquidos y carbonosos sólidos que, por su alto poder calorífico, pueden convertirlos en gases y los residuos líquidos se utilizan como combustible para generar electricidad. La pirólisis se da antes de la gasificación e incineración. La tecnología es adecuada para la biomasa, pero el tratamiento de los residuos municipales es más difícil debido a la aparición de compuestos orgánicos complejos en diferentes etapas, lo que dificulta el aprovechamiento de la energía. (Mancebo Fernández, 2019).

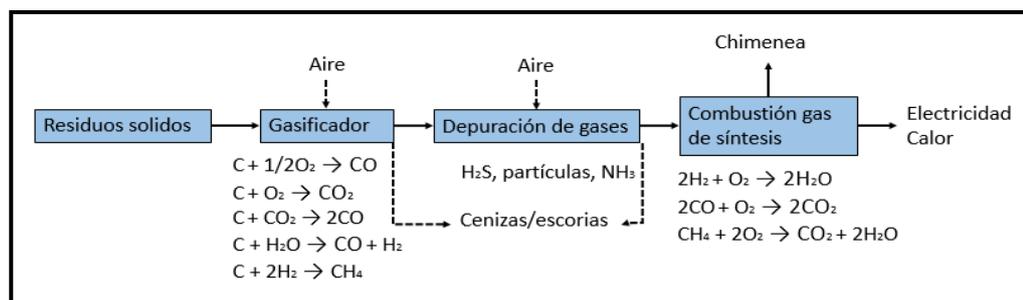
**Figura 2 Diagrama de bloques pirópolis**



Fuente: (Mancebo Fernández, 2019, pág. 33)

El proceso termodinámico de gasificación, en el que una sustancia sólida o líquida recibe suficiente energía para romper los enlaces moleculares en una atmósfera reductora, se convierte en un gas sintético orgánico bajo en calorías o lava, que adquiere una forma vítrea cuando se enfría. La gasificación es la oxidación parcial de una sustancia, normalmente a una temperatura de unos 750 °C, en ausencia de oxígeno. La gasificación tradicional opera a temperaturas por debajo de los 1.700 °C y produce subproductos residuales (alquitrán, escoria, ceniza) sin incompletitud. El gas de síntesis obtenido de la gasificación de compuestos orgánicos hace un uso racional de la biomasa y está compuesto principalmente por CO y H<sub>2</sub>, el gas utilizado como combustible o producto sintético. (Mancebo Fernández, 2019).

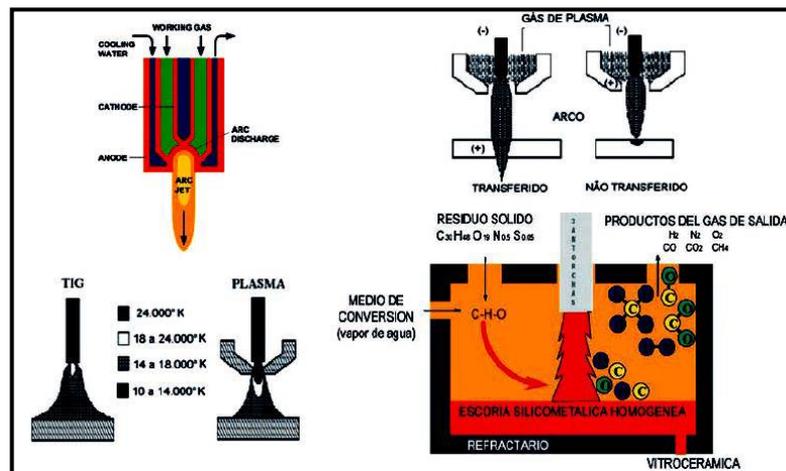
**Figura 3 Diagrama de bloques gasificación**



Fuente: (Mancebo Fernández, 2019, pág. 36)

El plasma radica en un reactor nuclear con una antorcha, que introduce electricidad de alto voltaje y ciertos gases como oxígeno, nitrógeno y argón. Este proceso permite que la temperatura alcance cerca de los 500 °C y alcance el estado de plasma. Los compuestos orgánicos presentes en los residuos se convierten en gas sintético (syngas), compuesto preferentemente por hidrógeno y monóxido de carbono, que puedan usarse como combustible. Los residuos inorgánicos se derriten en el fondo del reactor para producir productos de vitrocerámica que podrían ser aprovechados para diferentes fines, como aislantes minerales y selladores de carreteras. (Mancebo Fernández, 2019)

*Figura 4 Fundamentos de la tecnología de plasma*



Fuente: (Mancebo Fernández, 2019, pág. 37)

### 2.2.2.2 Arquitectura industrial

La arquitectura industrial surgió en los siglos XVIII y XIX, y cambió la vida de las personas en el mundo occidental. La arquitectura también ha cambiado ya que se diseñaron nuevos tipos de edificios, especialmente fábricas y almacenes, para albergar nuevas manufacturas y sus productos básicos; para construirlos, un nuevo tipo de constructor creó un nuevo tipo de arquitectura. (Wilkinson, 2012)

Según el arquitecto Alfredo Plazola Cisneros la arquitectura industrial, “Estudia la aplicación de las técnicas constructivas para mejorar las características estéticas y el funcionamiento de los edificios que requieren construirse en el menor tiempo posible y con el mejor número de elementos.” (Plazola Cisneros, pág. 261)

La Arquitectura Industrial proyecta edificios para albergar maquinaria de empresas, fábricas cuyo propósito es puramente práctico más que artístico, obedeciendo a ciertos parámetros de diseño como la función. Las naves industriales mantienen un equilibrio entre estética y funcionalidad.



En el artículo publicado por Valencia Escobar (2007), el desarrollo de productos industriales de éxito se centra en la realización de funciones técnicas mecánicas (forma, estructura y movimiento), entendiendo esta última como la realización de una estructura específicamente diseñada para soportar cargas o movimientos extremos, la transformación, inicialmente requiere identificar los parámetros que admiten esta funcionalidad, las variables en cada parámetro que pueden afectar la operación y cómo se relacionan entre sí. Luego encuentre el equilibrio que domine esta relación y brinde a los diseñadores las herramientas para abordar su proceso de diseño.

### **Función**

Las funciones arquitectónicas se remontan a la necesidad humana de cobijo y protección. La humanidad satisfizo esta necesidad construyendo materiales de la naturaleza, la primera casa de campo que proporcionó refugio, bajo la premisa de que la función del edificio se remonta al origen del edificio mismo, de hecho, el edificio no está concebido, sino que es el primero en tener funcionamiento o debe satisfacer las necesidades. Las funciones deben entenderse a nivel individual y social, satisfacer los requerimientos de las personas que viven en el edificio, y al mismo tiempo estar en relación con la época y la sociedad. El medio ambiente, contexto, terreno, clima, asoleamiento, cultura, historia y costumbres locales se relacionan directamente con la función; además tiene como finalidad relacionar la edificación con sus ocupantes y el entorno que lo rodea. (Lizondo, 2011).

### **Diagrama de funcionamiento**

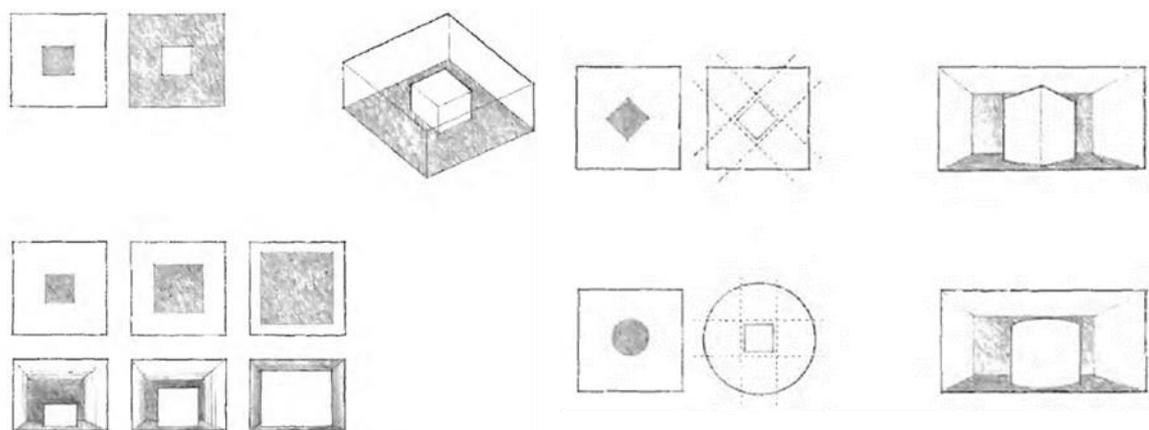
Se puede ver la representación gráfica de los ciclos primario, secundario y terciario asociados a las áreas y espacios de la edificación, estos diagramas sirven como guías para encontrar las relaciones que existen en los diversos espacios, al identificar las

relaciones entre ambientes se puede trasladar el dato al esquema, donde las conexiones entre ellos se observan en dos o tres dimensiones a través de líneas o espacios que representan circulación.

#### Espacio interior a otro

El espacio posee una dimensión, por lo que incluye otro espacio pequeño, la constancia visual y espacial que los une se distingue fácilmente porque debe haber una clara diferencia dimensional entre los dos espacios, el espacio contenido puede tener igual o de diferentes formas, diferencias funcionales que existen entre los dos espacios. (Ching, 2007)

*Figura 5 Espacio interior a otro*

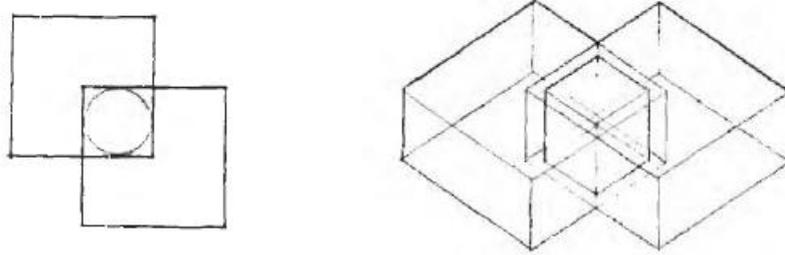


Fuente: (Ching, 2007)

#### Espacios convexos

La conexión entre dos espacios convexos es un componente en que los campos respectivos se ajustan en un área compartida, entrelazando sus volúmenes, cada espacio conserva su propia identidad y definición espacial, y el área de conexión se convierte en un componente que desarrolla su propia personalidad. (Ching, 2007)

**Figura 6 Espacios convexos**

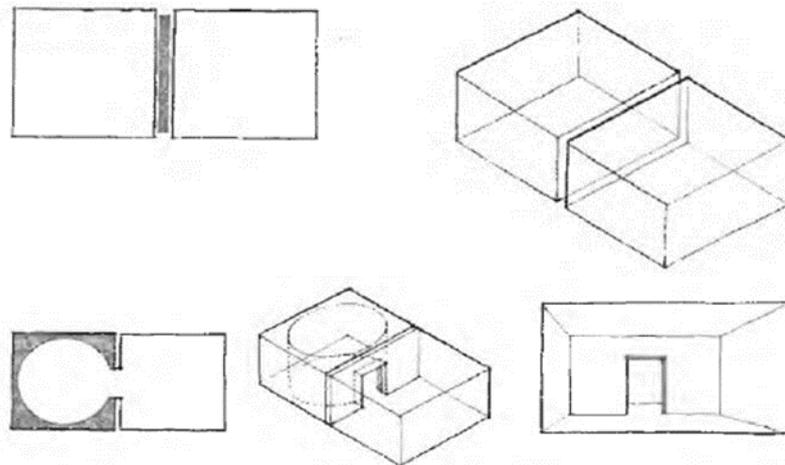


Fuente: (Ching, 2007)

### Espacios contiguos

Este es el modelo de mayor uso en las relaciones espaciales y se puede identificar claramente espacios que están restringidos por las características planas que los unen o separan. Los planos divisorios pueden restringir el acceso, presentándose como planos aislados, definidos por una disposición, que permite un mayor rango de continuidad espacial y visual. (Ching, 2007)

**Figura 7 Espacios contiguos**

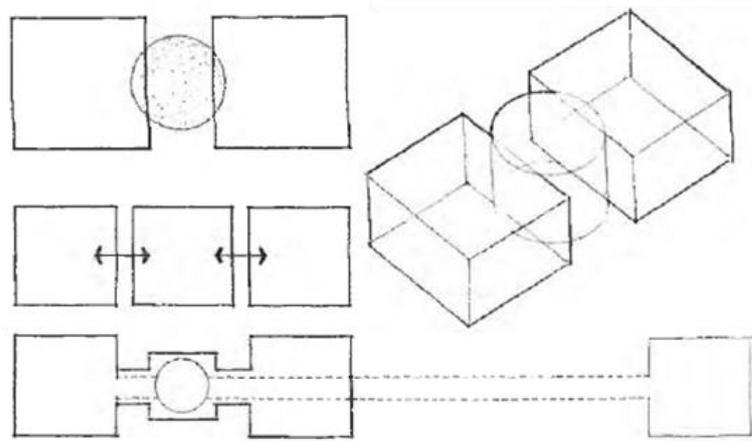


Fuente: (Ching, 2007)

### Espacios vinculados por otro en común

Dos espacios separados a una distancia determinada pueden estar conectados por un tercer espacio, que opera como interconexión, y los espacios intermedios pueden tener diferentes formas y direcciones para reflejar su función de conexión, o pueden estar todos conectados en la misma forma y tamaño, creando una serie de espacios. (Ching, 2007)

**Figura 8 Espacios vinculados por otro en común**



Fuente: (Ching, 2007)

### Método de Gourchet para la Determinación de Áreas

La superficie total ( $S_T$ ) es el área que debe estar disponible para una máquina o estación de trabajo, se debe determinar el número total de maquinarias y equipos llamados elementos estáticos o fijos (EF), y se debe determinar el número de operadores y equipos de tracción llamados elementos móviles (EM). (Cruz, 2017)

Para cada elemento a asignar el área total requerida, se calcula como la suma de las tres áreas parciales

$$S_T = S_s + S_g + S_e \quad (1)$$



Donde:

$S_T$  = Superficie Total

$S_s$  = Superficie Estática

$S_g$  = Superficie de Gravitación

$S_e$  = Superficie de Evolución

### **La superficie estática (Ss)**

La máquina o estación de trabajo cuenta con un área, la cual se encuentra en las especificaciones técnicas de la máquina en el momento de la compra. Si esta información es inaccesible debido a la falta de archivos técnicos, podemos obtener las dimensiones de ancho y largo de la huella de la máquina con la mayor precisión posible. (Cruz, 2017)

$$S_s = A \times L \quad (2)$$

Donde:

$S_s$  = Superficie estática, en m<sup>2</sup>.

A = Ancho, en m lineales.

L = Largo, en m lineales.

### **La superficie de gravitación (Sg)**

Son áreas donde los trabajadores realizan sus movimientos normales alrededor de las máquinas durante la producción de materias primas cuando utilizan las máquinas. (Cruz, 2017)

$$S_g = S_s \times N \quad (3)$$

Donde:



$S_g$  = superficie de gravitación

$S_s$  = superficie estática

$N$  = el número de lados de la máquina o estación de trabajo por los cuales el operario debe trabajar

### **La superficie de evolución ( $S_e$ )**

Es la superficie destinada para el puesto de trabajo, contemplando el movimiento del personal y el manejo o acopio de piezas y mercancías. (Cruz, 2017)

$$S_e = (S_s + S_g) \times K \quad (4)$$

Donde:

$S_e$  = superficie de evolución

$K$  = coeficiente constante en función del tipo de industria.

$$K = \frac{H_m}{2H_f} \quad (5)$$

Donde:

$H_m$  = Promedio de altura de máquinas móviles.

$2H_f$  = Altura de máquinas fijas

### **Espacio y forma**

El concepto de espacio arquitectónico se refiere al sitio donde nace un objeto arquitectónico, un espacio (llamado espacio artificial) concebida por el hombre para desarrollar actividades en las condiciones que él crea conveniente. Los elementos arquitectónicos que requieren los arquitectos para diseñar espacios arquitectónicos son



los arcos, columnas, muros, escaleras, cubiertas y mamparas. Para concebir un espacio arquitectónico se requiere definir, construir y moldear un espacio natural por medio de los elementos estructurales antes mencionados, de manera que pueda configurarse en espacios interiores y exteriores divididos según el espacio arquitectónico. (Pérez Porto y Gardey, 2011)

Según Robert Venturi, el influyente arquitecto estadounidense nacido en 1925, la arquitectura nace en la intersección de espacios interiores y exteriores. Wucius Wong define forma como todo lo que puede ser visto. Aporta la identificación principal en nuestra perfección.

Una de las estrategias más sofisticadas, pero a la vez más estructuradas para visualizar el origen del concepto de forma, radica en observar la naturaleza y la forma en que desarrolla sus formas. Esta observación puede tomarse de dos maneras, la primera tiene como objetivo estudiar los parámetros que producen una determinada configuración física para un elemento o conjunto de elementos (sistemas) integrados entre sí, y la segunda tiene como objetivo analizar cómo estas configuraciones cambian y se adaptan a lo largo de la vida, tiempo y el entorno es cada vez más exitoso, es decir, la evolución. (Valencia Escobar, 2007, pág. 75)

Según (Arnheim, 1997), la forma material de un objeto está determinada por sus límites, el borde rectangular de una hoja de papel y las dos superficies que definen los lados y la base de un cono.

### **Organización espacial**

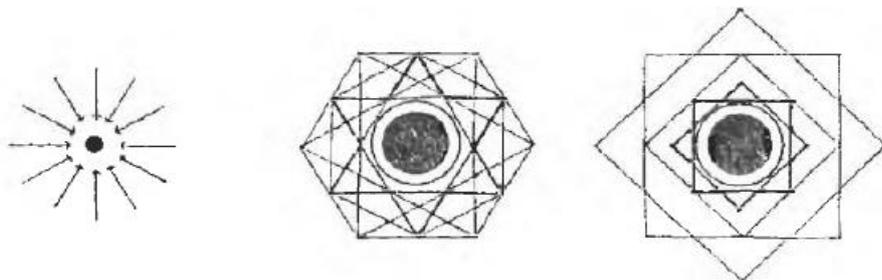
Se precisa que la organización espacial son aquellas características formales interrelacionadas del espacio, las respuestas ambientales que proporciona dicha organización y la forma en que las personas las entienden, como principal organización

espacial, tenemos la organización central, lineal, radial, agrupada y en trama. (Ching, 2007)

### Organización central

La organización central es permanente y agrupada, que consta de muchos espacios secundarios alrededor de un espacio central jerárquico y de superior dimensión, suele tener una forma regular que permite la división de espacios secundarios que suelen tener la misma función, forma y tamaño para agruparse espacialmente a su alrededor, por lo que el conjunto es geoméricamente regular y simétrico alrededor de dos o más ejes. (Ching, 2007)

**Figura 9 Organización central**

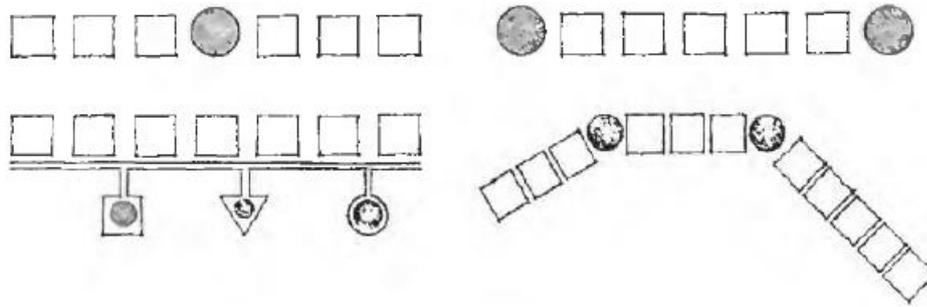


Fuente: (Ching, 2007)

### Organización lineal

Es una serie de espacios directamente relacionados entre sí o conectados por otro espacio lineal distinto e independiente, que suelen repetir espacios semejantes en tamaño, forma y función. La organización lineal marca el camino y crea una percepción de movimiento, extensión y crecimiento. Esos espacios importantes, funcionales o simbólicos pueden mostrar su relevancia a través de su dimensión o forma en cualquier parte de la serie. (Ching, 2007)

**Figura 10 Organización lineal**

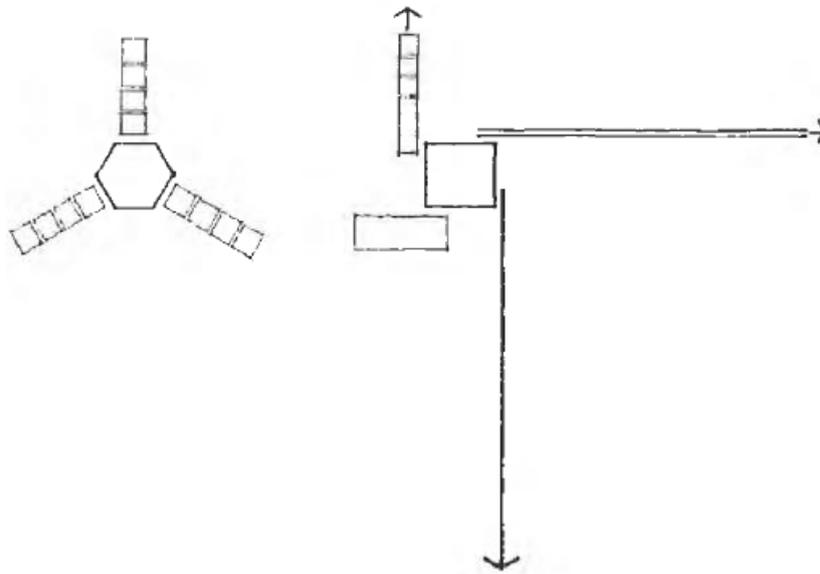


Fuente: (Ching, 2007)

### Organización radial

Esta composición es una combinación de elementos organizativos lineales y centralizados. Contiene un espacio central jerárquico del cual irradian innumerables organizaciones lineales. (Ching, 2007)

**Figura 11 Esquema de Organización radial**



Fuente: (Ching, 2007)

### Organización agrupada

Consta de un grupo repetitivo de espacios de celdas que realizan funciones semejantes e intercambian características visuales comunes, en relación a su forma o dirección. La organización agrupada contiene espacios que difieren en tamaño, forma o función, los cuales deberán estar relacionados entre sí por proximidad, por simetría o elementos visuales con cualquier eje. (Ching, 2007)

***Figura 12 Esquema de Organización agrupada***

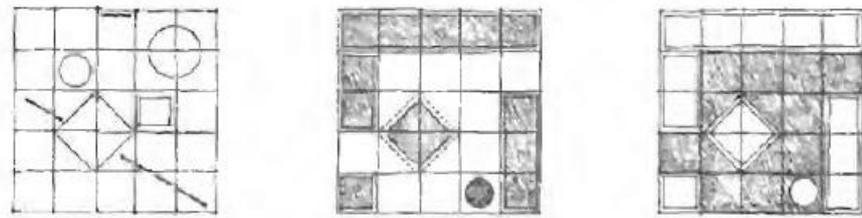


Fuente: (Ching, 2007)

### Organización en trama

Consiste en formas o espacios cuya composición espacial y sus interconexiones se encuentran condicionadas por algún tipo de trama o campo tridimensional. El patrón se establece mediante una trama regular de puntos que precisan la intersección de dos líneas paralelas. La capacidad organizativa de la trama es regular y continua, dentro del ámbito de la creación de la trama, el espacio puede aparecer como hechos aislados o repeticiones modulares. (Ching, 2007)

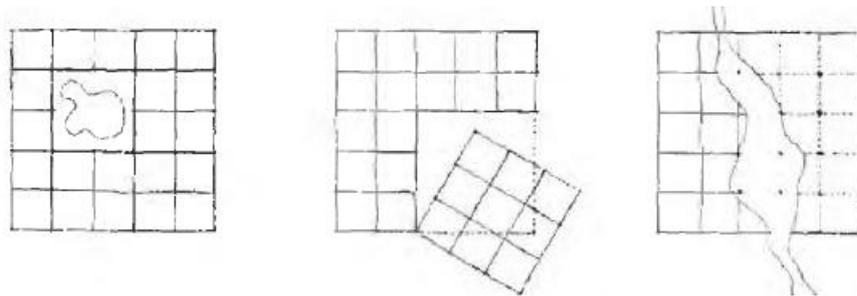
**Figura 13 Esquema de Organización en trama**



Fuente: (Ching, 2007)

La trama puede ser irregular en una o ambas direcciones, puede ser susceptible de experimentar otras varias modificaciones, la interrupción de una trama se acomoda a una determinada peculiaridad.

**Figura 14 Esquema de Organización en trama modificada**



Fuente: (Ching, 2007)

### **Percepción y composición visual de la forma y espacio**

Forma parte de la comunicación visual entre los humanos y el espacio, y parte de los sistemas cognitivos como la percepción, memoria, conciencia, etc. La forma física de un objeto es diferente de la forma que percibimos a través de nuestros sentidos. A través de la transformación, la correlación de espacios, la agrupación de forma y volumen, existen elementos que contribuyen a la percepción, organización y composición, tales como:



## Color

De acuerdo a (Messidoro y Colón, 2010), refiere que el color en la armonía podría significar proporción, medida y simetría, y está relacionado con la belleza y la estética. Por otro lado, el color como función expresiva puede expresar emociones, estados de ánimo y sentimientos. Los colores hacen que los humanos tomen acciones negativas o positivas.

## Equilibrio y simetría

(Arnheim, 1997) el equilibrio se define como un estado de distribución en el que todas las acciones se detienen por igual en equilibrio, utilizando el epicentro estático del gráfico, reflejando simetría. En una composición equilibrada todos los elementos de forma, orientación y posición se determinan mutuamente de una manera que parece imposible de cambiar y el todo tiene inevitabilidad en cada una de sus partes.

## Proporción y escala

De acuerdo a (Ching, 2007) en cuanto a la escala se refiere a la comparación del tamaño de un objeto en relación a otro objeto. La proporción, por otro lado, se define como la relación armoniosa y en concordancia de una parte con otras partes o el todo. Dicha relación podría ser de tamaño, y también de cantidad o grado.

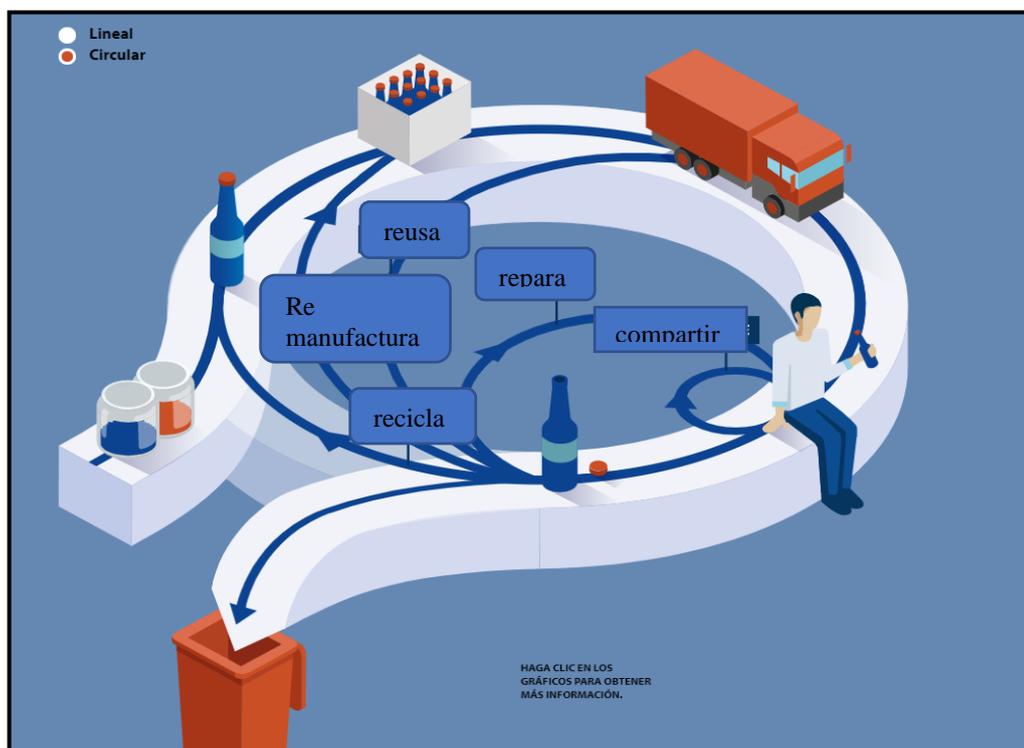
### **2.2.2.3 Economía circular**

La economía circular prioriza el crecimiento económico y previene la contaminación de la naturaleza, promoviendo el desarrollo sostenible. El economista Boulding implementa la relación congruente entre el medio ambiente y la economía, en la que el mundo pueda marchar como un sistema cíclico que permita el reciclaje de recursos limitados, posibilitando que no estén restringidos. La economía circular es un complejo de prosperidad económica, social y ambiental, la cual se debe configurar como

una unidad, en la que todo afecta a la sociedad y todo afecta al medio ambiente, por lo que todo fenómeno ambiental afecta de manera sostenible las dimensiones social y económica del desarrollo. (Sandoval, Jaca, y Ornazabal, 2017)

Para la revista argentina de microbiología (Lett, 2014, pág. 1) define a la economía circular como el cambio de paradigma para “reducir, reutilizar y reciclar”, posibilitando una transformación profunda y permanente que reduzca el impacto negativo de las actividades humanas en el medio ambiente. Con este concepto se ofrece protagonismo a los residuos, basados en la reutilización inteligente de los desechos, ya sean orgánicos o inorgánicos, en un modelo de ciclo que imita y se conecta con la naturaleza, los residuos abandonan su condición original y se convierten en materia prima “alimentaria”, para un ciclo natural, o formar parte de productos de nueva tecnología, con consumo energético bajísimo.

*Figura 15 Flujo de productos y materiales en la Economía Circular*



Fuente: Adaptada del artículo (European Parliamentary Research Service, 2018)



Para la (ONU, 2019) existe la necesidad de hacer un cambio hacia la denominada economía circular, donde los desechos sólidos se convierten en materia prima para la obtención de bienes y servicios, los desechos resultantes se recolectan, tratan, reciclan y finalmente eliminan. Por medio del reciclaje y el procesamiento, se generan nuevos insumos para retroalimentar la transformación, como nuevas materias primas, la mejora del suelo o la generación de electricidad o calor.

### **Tecnologías Limpias**

Una de las opciones de tecnología limpia son las cubiertas verdes que incluyen dentro de la gama de beneficios ambientales, la posibilidad de cultivar hortalizas para uso propio, reutilizar materiales orgánicos mediante el uso de vermicompostaje, reciclar y ahorrar agua, utilizar el agua de lluvia para el riego de espacios verdes con tasas de retención de agua del 35 % y el 41 %, reducir la temperatura de los edificios del 10 % al 15 %, proteger la flora nacional, mitigar las islas de calor urbanas y reducir la temperatura ambiente entre 0,3 y 3 °C; también reducirán en un 25% la concentración de polvo en la atmósfera, reduciendo así la contaminación química existente. (Lopez, Chamaco, Martinez, y Arana, 2019)

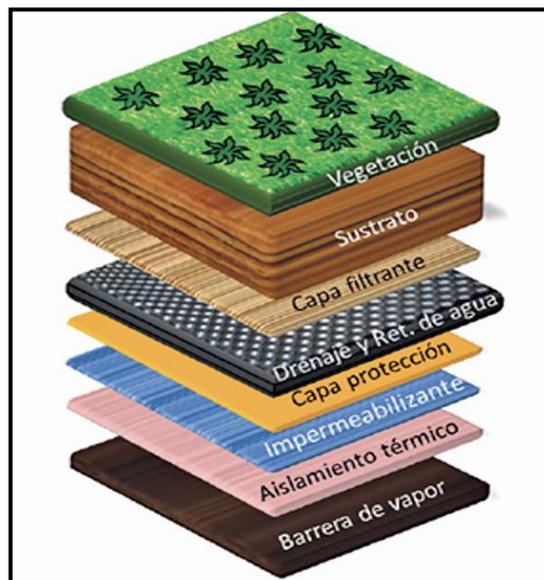
**Figura 16 Beneficios de los Techos Verdes**

SECTOR	BENEFICIOS
AMBIENTAL	Regulación térmica del ambiente Reducción del efecto de isla de calor urbano Mejora de la calidad del aire Secuestro de CO <sub>2</sub> Reducción de escorrentías Aprovechamiento del agua pluvial Aislamiento acústico Conservación de la biodiversidad
ECONÓMICO	Incentivos fiscales Incremento en el valor de los inmuebles Aumento en la vida útil de los tejados
SOCIAL	Reducción en el consumo de energía Mejora de la salud física y mental Disminución en los porcentajes de mortandad Fomento de las relaciones sociales Acceso a la educación verde Obtención de productos agrícolas para el autoconsumo Mejora estética de las urbes

Fuente: (Lopez, Chamaco, Martinez, y Arana, 2019)

La primera capa del techo verde esta constituido de plantas adaptadas al entorno, luego está la base, que corresponde a la capa base del sistema, ya que en ella se concentran los nutrientes, el agua y el soporte de la vegetación instalada a la alcantarilla, la siguiente capa de drenaje y retención recoge suficiente agua para abastecer a la vegetacin; la siguiente capa es la capa protectora que protegerá el aislamiento, la capa siguiente es una capa impermeable que impide el paso de agua que pueda filtrarse a la capa de drenaje, el aislamiento térmico funciona paratransmitir cargas y descartar los puentes térmicos existentes, finalmente, la barrera contra la humedad que evita que el vapor de agua fluya hacia el techo del edificio. (Lopez, Chamaco, Martinez, y Arana, 2019)

**Figura 17 Composición de techo verde**



Fuente: (Lopez, Chamaco, Martinez, y Arana, 2019)

Otra tecnología limpia son los paneles solares, que generaron 85 TWh de electricidad a nivel mundial en 2011, capaz de satisfacer los requerimientos de 100 millones de personas; Europa lidera con 51 GW, seguida de Japón (5 GW), EE. UU. (4,4 GW) y China (3,1 GW). La energía solar fotovoltaica es una fuente de energía renovable que utiliza paneles solares fotovoltaicos para convertir la radiación solar en electricidad que se puede utilizar para generar electricidad. (Arencibia, 2016)

**Figura 18 Paneles solares en edificaciones**



Fuente: (Arencibia, 2016)



Según (Arencibia, 2016) cada panel se instala en cadena, orientados al norte, para obtener el voltaje idóneo para la aplicación eléctrica deseada o requerida; estos paneles luego captan la energía solar, la convierten en electricidad, a través de corriente continua y la almacenan en baterías para su uso fuera del día. Los módulos fotovoltaicos aceptan radiación directa y difusa y pueden generar electricidad incluso en días nublados.

### **Conservación Ambiental**

Según (Lopez, Chamaco, Martinez, y Arana, 2019) a través de la tecnología limpia, se pueden alcanzar beneficios ambientales como la reducción de la contaminación y la temperatura ambiente, beneficios sociales como la reducción de las enfermedades y la mortalidad de la población, y económicos como el ahorro por la reducción del consumo de energía.

## **2.3 ANTECEDENTES**

### ***2.3.1 Planta Integral de Valorización de Residuos de Sant Adrià de Besòs***

En los años 70 se consideraba que la basura era inservible y se trataba mediante rellenos sanitarios que hacía referencia a ocultar los residuos, siendo este método insostenible, por ello la planta de valorización de Sant Adrià de Besos ubicada al norte de Barcelona – España, innovo utilizando el método de tratamiento mecánico – biológico, favoreciendo al reciclaje, para generar un tratamiento integral se implementó el tratamiento de valorización energética, obteniendo como resultado valorizar 358.010 toneladas de residuos, generando 188.488 MWh de electricidad, 12% para uso propio y 88% para integración a red; la producción de energía por tonelada procesada es de 526 kWh, además, se suministran 111.674 toneladas de vapor a la red de refrigeración y calefacción de la ciudad. Al final del proceso, los residuos se denominan escoria, que



constituye el 20,5% del peso inicial, y material no reciclable (ceniza), que constituye el 3,5% del peso inicial. (TERSA, 2018)

### **Análisis de función**

La planta tiene una extensión de área construida de 30, 064.00 m<sup>2</sup> y consta de dos zonas principales:

- **Tratamiento mecánico - biológico**

El tratamiento mecánico – biológico se subdivide en dos sectores para un mejor tratamiento de los residuos que ingresan a la planta, en tratamiento mecánico representa el 70% del área total de la planta y el tratamiento biológico el 10%.

#### **Tratamiento mecánico**

Selección primaria (se realiza mediante máquinas de separación mecanizada y manual)

Tratamiento seco (materiales valorizables)

Trasvase (residuos inertes para la planta de valorización energética)

#### **Tratamiento biológico**

Biogás (energía que alimenta a otros procesos de la planta)

Rechazo (compostaje)

- **Planta de valoración energética**

Mediante el trasvase ingresan los residuos inertes a la P.V.E, en esta zona se genera electricidad, calor y refrigeración a la red local; esta zona representa el 30% del área total de la planta.

Alimentación de hornos

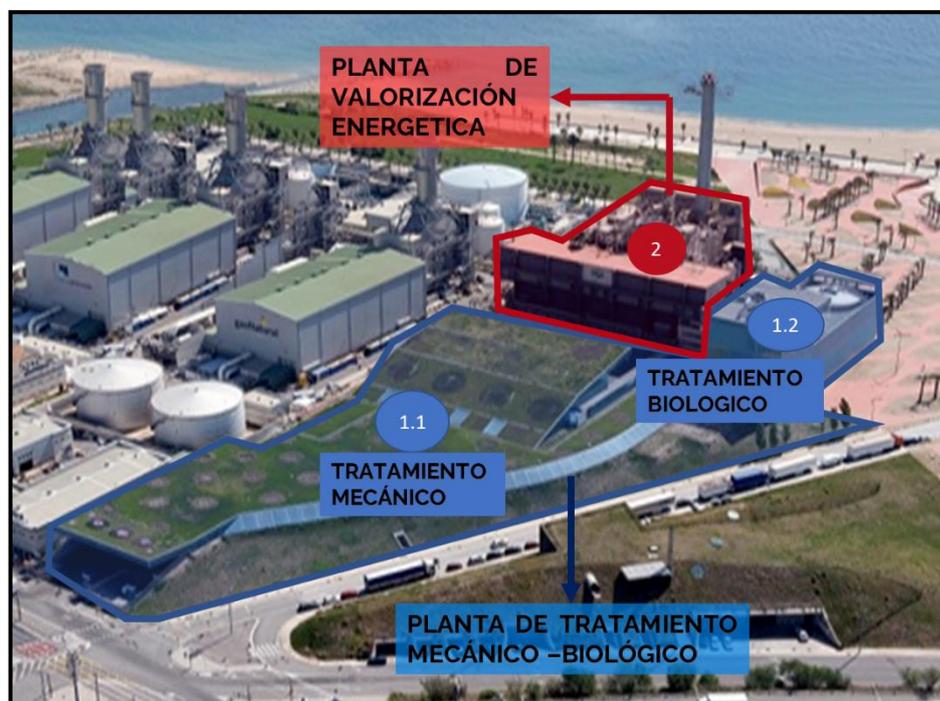
Combustión de residuos

Producción de energía (energía eléctrica y vapor)

Limpieza de gases con cal, carbón activado y filtros

Materiales valorizables (cenizas y escorias)

*Figura 19 Análisis de función de la Planta Sant Adrià De Besòs*



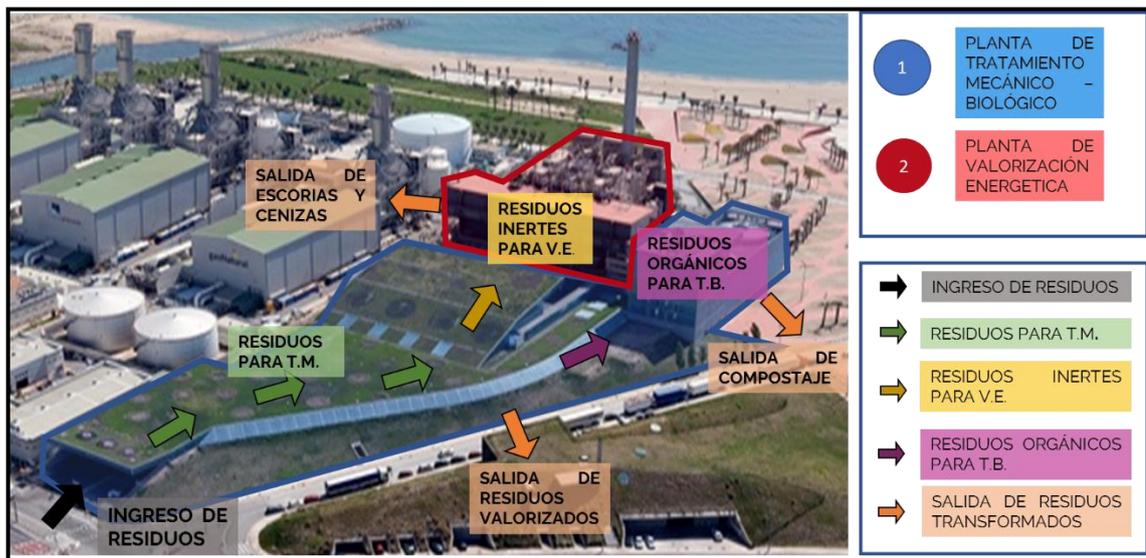
Fuente: Elaborado por equipo de trabajo – imágenes obtenidas de la web

### **Análisis de espacio**

Los residuos ingresan por la planta de tratamiento mecánico para pasar por diferentes máquinas de separación como trómeles, separadores balísticos, electroimanes, inductores de Foucault y separadores ópticos; de aquí derivan tres tipos de residuos los reciclables que se entregan a empresas de reciclaje, la materia orgánica separa se prepara para el tratamiento biológico, y finalmente se tiene los residuos inertes o inservibles que

pasan a planta de valorización energética, donde por el movimiento de la turbina genera electricidad, después de lo cual el vapor todavía está caliente y se usa en el sistema de aire acondicionado. (TERSA, 2015)

*Figura 20 Análisis de espacio de la Planta Sant Adrià De Besòs*

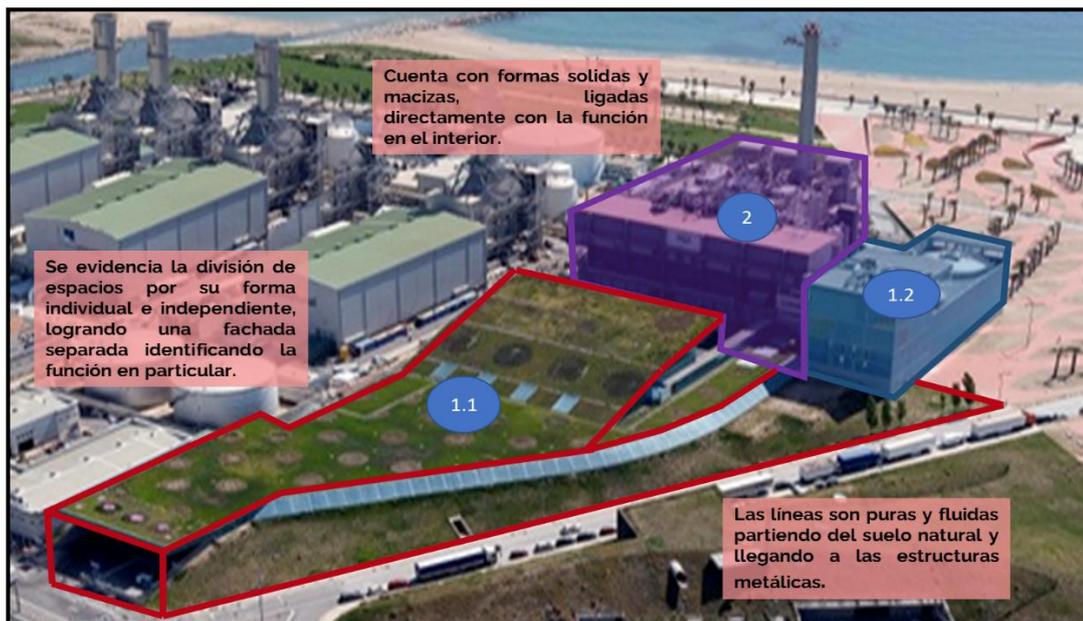


Fuente: Elaborado por equipo de trabajo – imágenes obtenidas de la web

### Análisis de forma

El diseño de Ábalos y Herreros arquitectos le confieren un estilo contemporáneo, dividido por líneas rectas y sencillas que aportan a las técnicas constructivas, además de una mezcla de conexiones y relaciones espaciales, lo real, lo nuevo, las personas, objetos, la arquitectura y el paisaje; hechos de manera ilustrativa, modesta y revolucionaria, adicional proponen nuevas formas, tipos, geometrías, fractales, etc., integrado a lo tradicionalmente establecido, económicamente construible y técnicamente factible. (ArchDaily, 2019)

*Figura 21 Análisis de forma de la Planta Sant Adrià De Besòs*



Fuente: Elaborado por equipo de trabajo – imágenes obtenidas de la web

### *2.3.2 Planta de Termovalorización en la Ciudad de México*

En la Ciudad de México se gasta alrededor de 600 millones de pesos anuales para desviar los RSU de la capital a los rellenos sanitarios. Como resultado, el gobierno mexicano anunció en 2017 que el consorcio Veolia operará la primera planta de valorización térmica en América Latina, que se emplaza en la zona lago de Texcoco, al este de la Ciudad de México. Se aplicarán métodos sostenibles para generar combustión controlada, generación continua de vapor y generación de electricidad, esta última utilizada para movilizar los 11 sistemas de transporte público de metro. La planta procesa 4.600 tn/día de desechos inorgánicos no reciclables, con una generación de 965 mil MWH de energía al año, con un presupuesto de 11 mil millones de pesos, proveniente de inversión privada. (Veolia, 2018)

## Análisis de función

La Planta contara con cuatro líneas de combustión, la innovación de la planta es utilizar el vapor de las calderas y transformarlo en líquido para que pueda ser introducido al proceso nuevamente, produciendo así ciclos cerrados. La planta se emplaza en 43.98 hectáreas y se distribuye espacialmente de la siguiente manera: (Veolia, 2018)

- Acopio y almacenamiento de residuos.
- Combustión y caldera.
- Recuperación de energía.
- Tratamiento de gases de combustión.
- Manejo de residuos.

Se integraron obras de equipamiento adicional como son:

- Sistemas Auxiliares.
- Sistema Eléctrico.
- Oficinas, estacionamientos, instalaciones y otros.

*Figura 22 Análisis de función de la Planta de México*



Fuente: Elaborado por equipo de trabajo- extraído de Veolia, 2018.

## Análisis de espacio

Los residuos ingresan por la sala de recepción y pasan a la fosa de residuos que cuenta con grúas que cargan los residuos hacia la tolva de alimentación, y empezar la combustión en el horno y caldera donde se desprende vapor el cual es dirigido al aerocondensador para volver ingresar al proceso de combustión en forma líquida, de forma paralela el vapor se conecta con la turbina para producir energía eléctrica; además contará con un sistema de purificación de gases de la más alta tecnología, las escorias y cenizas son tratados y pueden utilizarse como base de carreteras. (Veolia, 2018)

*Figura 23 Análisis del espacio de la Planta de Termovalorización*



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo– extraído de Veolia, 2018.

## Análisis de forma

Las formas que componen la planta de termovalorización son sólidas y modulares, nos muestra la arquitectura conceptual sin perder el carácter industrial, se observan volúmenes concisos que llegan a medir 30 metros de altura.

**Figura 24 Análisis formal de la Planta de México**



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo– extraído de Veolia, 2018.

### **2.3.3 Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos Urbanos Algimia de Alfara**

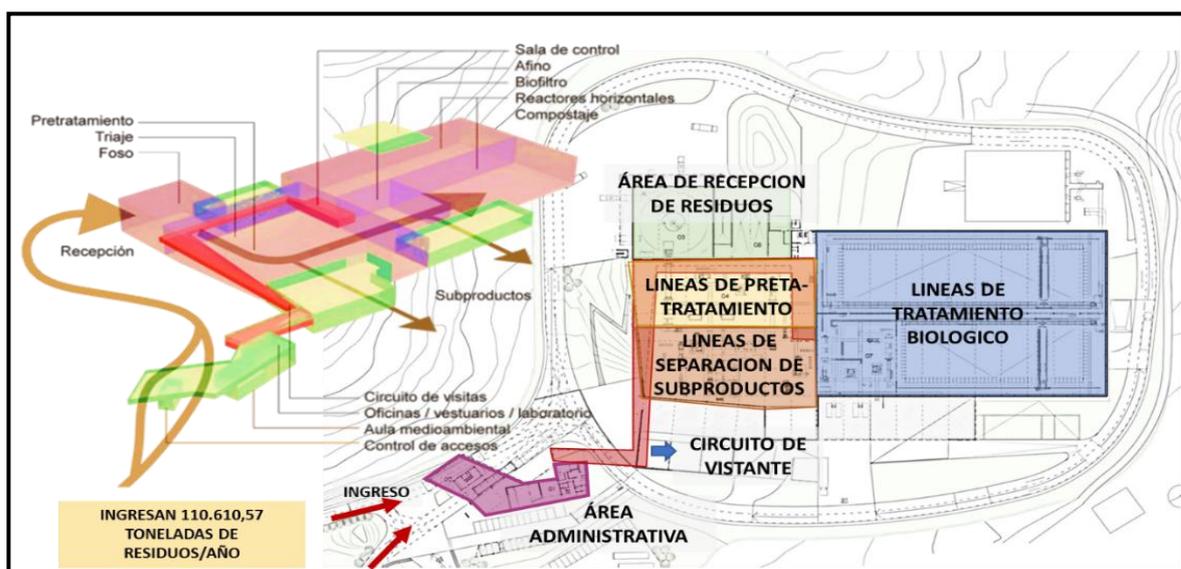
En los residuos que desprende el generador se evidencian residuos reciclables y reutilizables que deben ser separados antes de ser vertidos a los rellenos sanitarios, y de esta forma aprovechar su valor, por ello la planta de tratamiento de residuos sólidos Algimia de Alfara, que se ubica al oeste de Valencia - España, se centra en el tratamiento y reciclaje de los residuos municipales, el cual está compuesto por residuos orgánicos que se recuperan mediante bioestabilizado y compostaje; y residuos reciclables como envases ligeros, papel y cartón, ladrillo, metal, aluminio, etc.; el objetivo es aumentar las tasas de recuperación y reducir los depósitos en los vertederos basado en la "mejora del circuito de tratamiento utilizando la mejor tecnología, aumentando la eficiencia del pretratamiento de los residuos". En el 2020 la planta trató un total de 110.610,57 tn, con una recuperación del 72% de residuos que ingresan. (Tetma, 2021)

## Análisis de función

La planta fue diseñada por el arquitecto Juan Marco del 2006 al 2007, iniciando la construcción en 2008 y finalizando en 2011, consta de un área construida de 17,328 m<sup>2</sup>. La planta realiza el tratamiento y reciclaje de la materia orgánica y residuos reciclables, la cual cuenta con los siguientes espacios:

- Áreas de recepción y descarga de residuos en nave cerrada con renovación de aire.
- Líneas de pre-tratamiento automatizada.
- Líneas de separación o selección de subproductos de la fracción seca y separación automática diferenciada de cada tipo de material (Pet, Pead, Brick, Cartón, Papel, etc.).
- Líneas de tratamiento biológico con Bioestabilización aeróbica. Fermentación, afino intermedio, maduración y afino final.
- Área administrativa que se encuentra conectada al área de circuito de visitante.

*Figura 25 Análisis de función de la Planta de tratamiento Algimia*

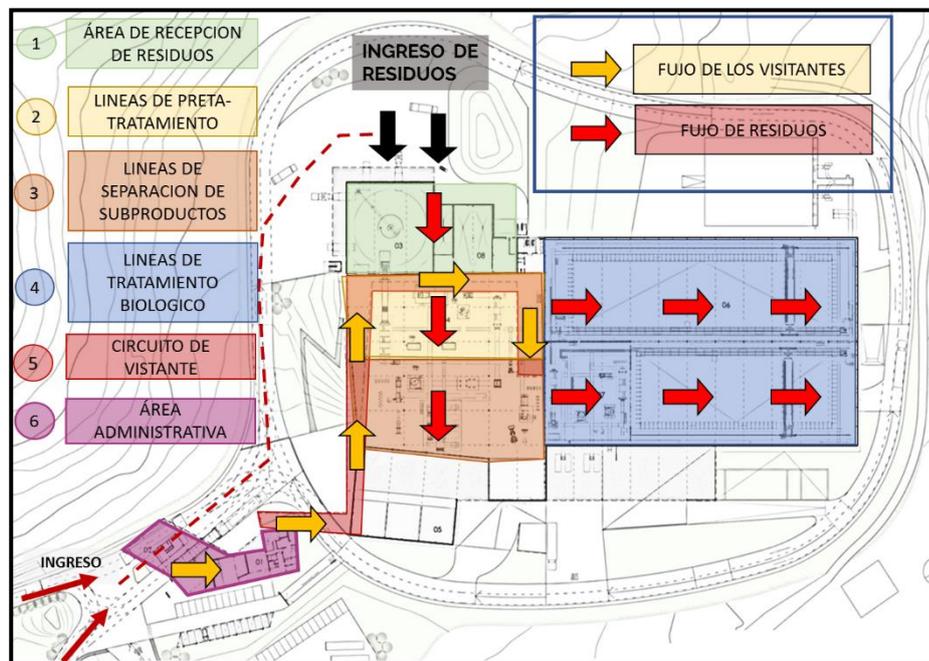


Fuente: Elaborado por equipo de trabajo – imágenes obtenidas de la web

## Análisis de espacio

La planta dispone de un área de recepción donde ingresan los residuos, para pasar a las líneas de pretratamiento automatizado, líneas de separación de subproductos y líneas de tratamiento biológico, este es el recorrido que realiza los residuos hasta obtener materiales valorizados; además de estas zonas se cuenta con la administración y un circuito de visitantes destinado al público con relación directa a las áreas de tratamiento, generando recorridos de conciencia ambiental. (ArchDaily, 2012)

*Figura 26 Análisis de espacio de la Planta de tratamiento Algimia*



Fuente: Elaborado por equipo de trabajo – imágenes obtenidas de la web

## Análisis de forma

La planta de tratamiento tiene un enfoque único, ya que unifica todos los procesos heterogéneos de selección y tratamiento de residuos, almacenamiento, oficinas, etc.; bajo un mismo techo, concebido de forma continua y orgánica con el paisaje, los elementos artificiales pueden percibir un diálogo con la naturaleza, manteniendo la armonía del

entorno. Se evidencia formar volumétricas sólidas, puras y ligeras el cual da una visión de vacío y lleno en algunas zonas, generando una arquitectura funcional que también pueda tener una forma armoniosa, adaptable a su entorno. (ArchDaily, 2012)

**Figura 27 Análisis de forma de la Planta de tratamiento Algimia**



Fuente: Elaborado por equipo de trabajo – imágenes obtenidas de la web

### **2.3.4 Planta de Conversion de Residuos en Energia Amager Resource Center – Copenhague**

La planta de conversión energética se construyó para dar respuesta a la problemática de modernización de una antigua incineradora de la ciudad de Copenhague, sus edificios fueron concebidos para producir energía, y a la vez generar un espacio lúdico para sus habitantes, logrando generar un urbanismo sostenible, Copenhague se ubicada en un área industrial de Amager, Copenhague, capital de Dinamarca. La planta fue concebida bajo el concepto de sostenibilidad hedonista, convirtiéndose así en el mejor ejemplo de que la arquitectura puede mejorar el medio ambiente y a la vez trabajar a favor de la sociedad. Para Baldwin, la planta es un modelo global de gestión de residuos y generación de energía, la sostenibilidad hedonista aporta a mejorar el nivel de vida de la



población, además es un hito arquitectónico con un presupuesto de 3.500 millones de coronas danesas. La planta convierte 440.000 tn de desechos al año, proporcionando electricidad y calefacción urbana a 150 000 hogares.

### **Análisis de función**

Este proyecto se elaboró por el estudio de arquitectura BIG (Bjarke Ingels Group), con una superficie total de 41.000 m<sup>2</sup> la cual nos brinda una infraestructura de conversión de desechos y a la vez un centro de recreación y esparcimiento, todas estas actividades atraen gran cantidad de público, la cual se divide en las siguientes zonas:

- Fábrica y administración

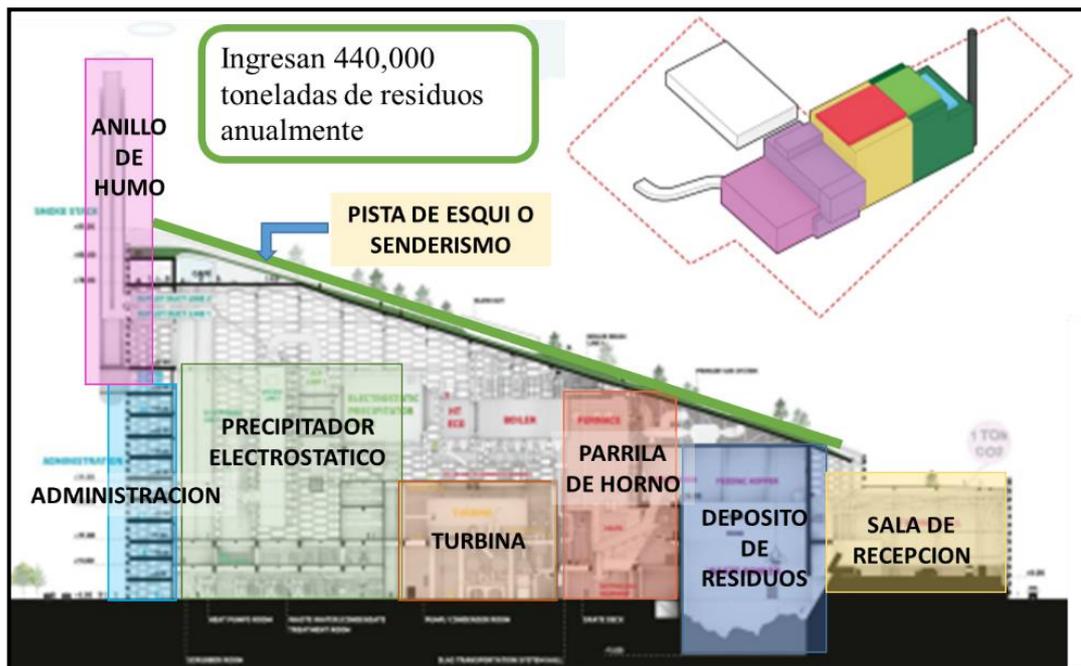
Fabrica su ubicación está determinada por la organización en orden de altura de la maquinaria, para crea una eficiente inclinación de los techos para las actividades en el espacio exterior, esta zona tiene un área de 34,500 m<sup>2</sup>.

La administración ocupa diez pisos, dentro del cual se encuentra el centro educativo y las salas de conferencias de ARC; con un área de 6.500 m<sup>2</sup>

- Actividades en el Exterior

Es un espacio para los ciudadanos que, durante el invierno, se generan pistas de esquí en todos los niveles y en el verano se generan caminos de senderismo y escalada sobre una pared de 85 m de altura; en la parte inferior se ubican los ascensores o alfombras elevadoras utilizadas por los visitantes y un bar para ski, que cuenta con 600 m<sup>2</sup> que recibe a los visitantes cuando llegan a la cima. El área total de las actividades al exterior es de 9000 m<sup>2</sup>.

**Figura 28 Análisis funcional de la planta de Copenhague**

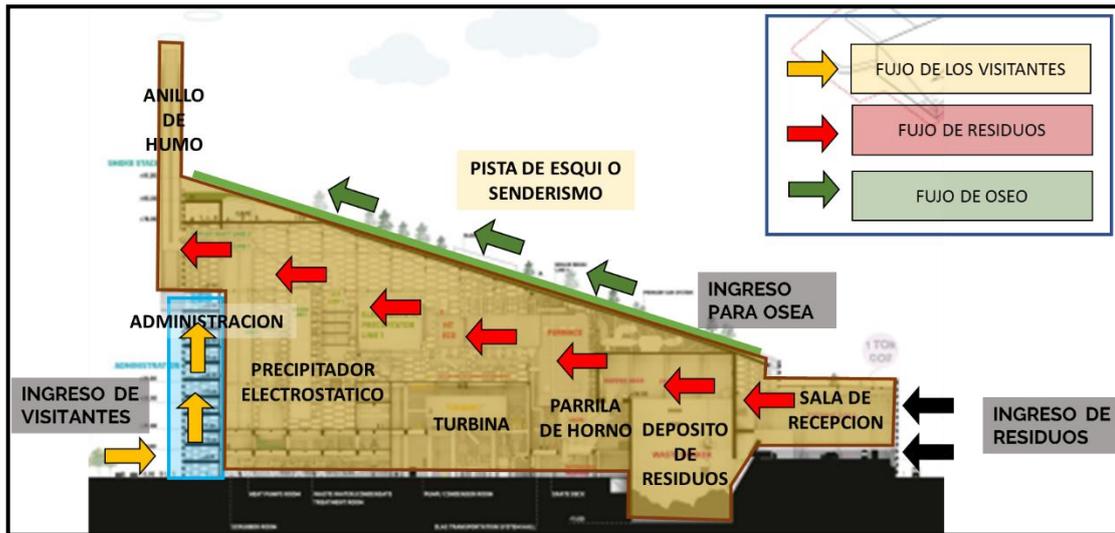


Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

### **Análisis de espacio**

El edificio principal mide 85 metros de altura; la zona de la fábrica es por donde ingresan los residuos y pasan al depósito, posteriormente a la parrilla de horno, después a la turbina, luego al precipitador electrostático donde se genera la energía eléctrica, la planta cuenta con un ingreso independiente para la zona administrativa y un ingreso exterior para las actividades que se realizan en la cubierta. (wikiarquitectura, 2012).

*Figura 29 Análisis del espacio en la planta de Copenhague*

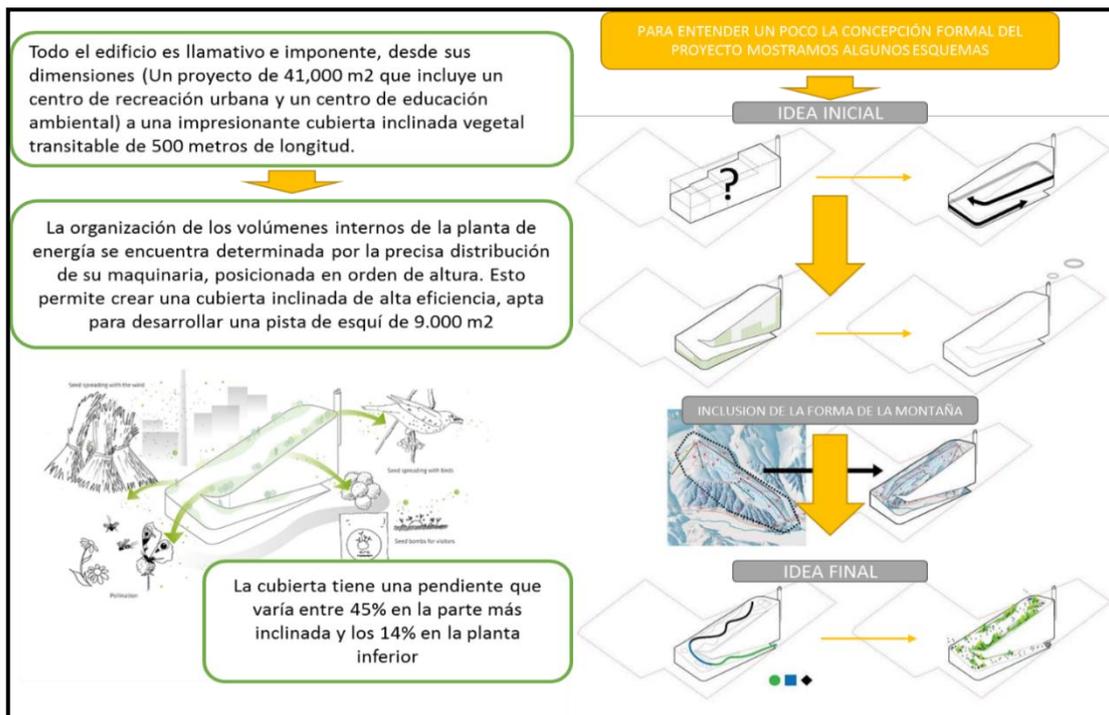


Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

### **Análisis de forma**

La planta de energía volumétricamente se distribuye según el posicionamiento de las maquinarias considerando su altura, y con ello establece el techo inclinado competente para los 9.000 metros cuadrados de terreno de esquí. El edificio está revestido con jardineras de aluminio apiladas en un patrón de ajedrez para permitir la entrada de luz natural, enfatizando los contornos pronunciados del volumen, este recinto vegetal evoca la imagen lírica de una montaña cubierta de nieve.

**Figura 30 Análisis formal de la planta de Copenhague**



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

## 2.4 MARCO NORMATIVO

En el marco normativo o legal nos guiaremos por las leyes, planes, políticas, y normas nacionales e internacionales; y ordenanzas municipales o reglamentos reguladores de la municipalidad. Con el proporcionar de orientar, sobre la legislación y normativas específicas que influyen y regulan el manejo y disposición de los residuos sólidos.

### 2.4.1 Decisión de Ejecución (UE) 2019/2010 de la comisión

La incineración comienza con la identificación de los tipos de desechos en función del estado físico, las propiedades químicas y peligrosas, rango del poder calorífico, la humedad, el contenido de cenizas y el tamaño. Los residuos se clasifican según sus características para facilitar su almacenamiento e incineración. La recirculación de los gases de combustión al horno es fundamental para reemplazar parte del aire fresco de



combustión, lo que logra dos cosas: bajar la temperatura y reducir el contenido de O<sub>2</sub> de los óxidos de nitrógeno, limitando así la producción de NOX (monóxido de nitrógeno y dióxido de nitrógeno). (Decision de Ejecucion (UE) 2019/2010 de la Comision, 2019)

#### ***2.4.2 Directiva 2010/75/UE del Parlamento Europeo y del Consejo***

Uno objetivo de la Directiva es evitar, disminuir y erradicar la contaminación procedente de las actividades industriales a partir de los principios de prevención de la contaminación, siendo necesario establecer límites permisibles que aseguren una gestión óptima de los recursos naturales, considerando las condiciones socioeconómicas. Se establece la prevención y control de emisiones a la atmósfera, agua y suelo, la gestión de residuos y la eficiencia energética. La Directiva de Emisiones Industriales parte 3 sobre monitoreo de emisiones especifica valores medidos con un intervalo de confianza del 95% para determinar los límites diarios de emisión. (Directiva 2010/75/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, 2010)

#### ***2.4.3 Directiva 2006/12/CE del Parlamento Europeo y del Consejo***

La Directiva de Residuos recomienda garantizar el seguimiento de los residuos desde la producción hasta su eliminación final. Se implementarán tecnologías limpias para minimizar su contribución a la contaminación ambiental, ahorrando recursos naturales, desarrollo tecnológico y comercialización de productos. Se recomienda reciclar los residuos mediante reciclaje, nuevo uso u otros medios para obtener materias primas y secundarias, principalmente como combustible u otro medio de producción de energía. (Directiva 2006/12/CE del parlamento europeo y del consejo, 2006)

#### ***2.4.4 Ley General de los Residuos Sólidos (Ley N° 27314)***

La Ley General de Residuos Sólidos insta los derechos, deberes, deberes y compromiso de la sociedad para potenciar la disposición sanitaria y el manejo

ambientalmente adecuada de los desechos para disminuir, prevenir los riesgos ambientales y preservar la salud del ser humano; como punto de inicio para la producción de residuos sólidos y finaliza en su disposición final. (Ley General de Residuos Sólidos N° 27314, 2000)

#### ***2.4.5 Ley General del Ambiente (ley N° 28611)***

La Ley General del Ambiente define que toda persona tiene derecho a vivir en un ambiente sano y en armonía para lograr una vida plena, teniendo la obligación de aportar a la operativa gestión ambiental y resguardar el medio ambiente, asegurar la “salud de las personas tanto individual y colectivamente, para proteger la biodiversidad” para lograr el desarrollo sostenible del país. (Ley General del Ambiente Ley N° 28611, 2005)

#### ***2.4.6 Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos (Decreto Legislativo N° 1278)***

Con esta ley en el Perú se fomenta prevenir o minimizar la producción de desechos, la valorización de residuos, materiales y energética es necesaria frente a cualquier otra alternativa, algunas de las formas de valorización nombradas son la reutilización, el reciclaje, el compostaje, el coprocesamiento, la coincineración, producción de energía a partir de procesos de biodegradación, biocarbón, etc., demostrando su viabilidad técnica, económica y ambiental, lo que afianza la protección de la salubridad y el medio ambiente, promoviendo una economía circular (residuos reingresando como insumo para otros productos). (Ley de gestión integral de residuos sólidos N° 1278, 2017)

En el artículo 37 se menciona la valorización como una opción para la gestión y manejo con preferencia a la disposición final. El proceso comprende la “transformación química y/o biológica de residuos sólidos, que constituyan total o parcialmente insumos,



materiales o recursos en diversos procesos; y recuperación de partes o materiales”. (Ley de gestión integral de residuos sólidos N° 1278, 2017)

En el Título IX Infraestructuras para la Gestión y Manejo de Residuos Sólidos, Capítulo I de la ley hace referencia en el artículo 98 “Condiciones generales para la implementación de infraestructuras de residuos sólidos”. En el Capítulo III - Plantas de Valorización de Residuos Sólidos, Artículo 103 “Plantas de Valorización de Residuos Sólidos”, artículo 104 “Condiciones mínimas de las plantas de valorización de residuos sólidos” y artículo 105 “Características de la Planta de Valorización”, estos artículos hacen referencia a las condiciones y características mínimas a tener en cuenta en el diseño y desarrollo de la propuesta.

#### ***2.4.7 Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú***

El (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2021) es una norma técnica de esencial para las entidades públicas, personas naturales y jurídicas, y es la única que establece estándares de calidad y requisitos mínimos para la edificación, construcción, diseño, fabricación y conservación de edificios, para dicha infraestructura, utilice los estándares a continuación mencionados:

#### **Norma A-010 Condiciones Generales de Diseño**

La norma técnica tiene como fin determinar los estándares y requisitos mínimos que debe cumplir el diseño de toda edificación para asegurar el desarrollo de las actividades de las personas y brindar a las personas condiciones de habitabilidad, seguridad y protección del medio ambiente. Se enumera en la siguiente tabla.



**Tabla 4 Condiciones Generales de Diseño**

<b>Capítulos</b>	<b>Condiciones Generales de Diseño</b>
<b>CAPITULO I</b>	Aspectos generales
<b>CAPITULO II</b>	Normativa edificatoria
<b>CAPITULO III</b>	Relación de la edificación con el entorno
<b>CAPITULO IV</b>	Relación entre ambientes y circulación horizontal
<b>CAPITULO V</b>	Circulación vertical
<b>CAPITULO VI</b>	Acondicionamiento de los ambientes de la edificación
<b>CAPITULO VII</b>	Ductos
<b>CAPITULO VIII</b>	Ocupantes en una edificación
<b>CAPITULO IX</b>	Servicios sanitarios
<b>CAPITULO X</b>	Estacionamientos

Fuente: (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2021)

#### **Norma A-060 Industria**

A parte de lo señalado en la Norma A.010 “Condiciones Generales de Diseño”, las edificaciones industriales también deberán cumplir los siguientes requisitos:

**Tabla 5 Norma A-060 Industria**

<b>Capítulos</b>	<b>Condiciones Generales de Diseño</b>
<b>CAPITULO I</b>	Aspectos generales
<b>CAPITULO II</b>	Características de los componentes
<b>CAPITULO III</b>	Dotación de servicios

Fuente: (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2021)

### **Norma A-080 Oficinas**

El propósito de la norma es identificar las características que deben estar presente en los edificios para oficinas:

*Tabla 6 Norma A - 080 Oficinas*

<b>Capítulos</b>	<b>Condiciones Generales de Diseño</b>
<b>CAPITULO I</b>	Aspectos generales
<b>CAPITULO II</b>	Condiciones de habitabilidad y funcionalidad
<b>CAPITULO III</b>	Características de los componentes
<b>CAPITULO IV</b>	Dotación de servicios

Fuente: (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2021)

### **Norma A-130 Requisitos de Seguridad**

Estos edificios, según su uso y del número de ocupantes, tendrá que cumplir los requisitos de seguridad y prevención de accidentes encaminados a salvaguardar la vida del ser humano, preservar el patrimonio y la continuidad de la edificación.

*Tabla 7 Norma A-130 Requisitos de Seguridad*

<b>Capítulos</b>	<b>Condiciones Generales de Diseño</b>
<b>CAPITULO I</b>	Sistemas de evacuación
<b>CAPITULO II</b>	Señalización de seguridad
<b>CAPITULO III</b>	Protección de barreras contra el fuego
<b>CAPITULO IV</b>	Sistemas de detección y alarma de incendios
<b>CAPITULO IX</b>	Oficinas

Fuente: (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2021)



#### ***2.4.8 Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos de la Provincia de Puno Pigars-2013-2018***

El objetivo de PIGARS es aumentar el nivel de protección ambiental y participación comunitaria; minimizar la segregación de fuentes de desechos, limpiar la ciudad y fortalecer a Puno a través de la conciencia y educación ambiental enfocada en la ecoeficiencia para cambiar hábitos y comportamientos inadecuados, capacidad financiera para buscar consolidar espacio de acuerdo interinstitucional para unir esfuerzos entre sistemas de gestión de residuos sólidos. (Municipalidad Provincial de Puno, 2013)

### **2.5 MARCO REAL**

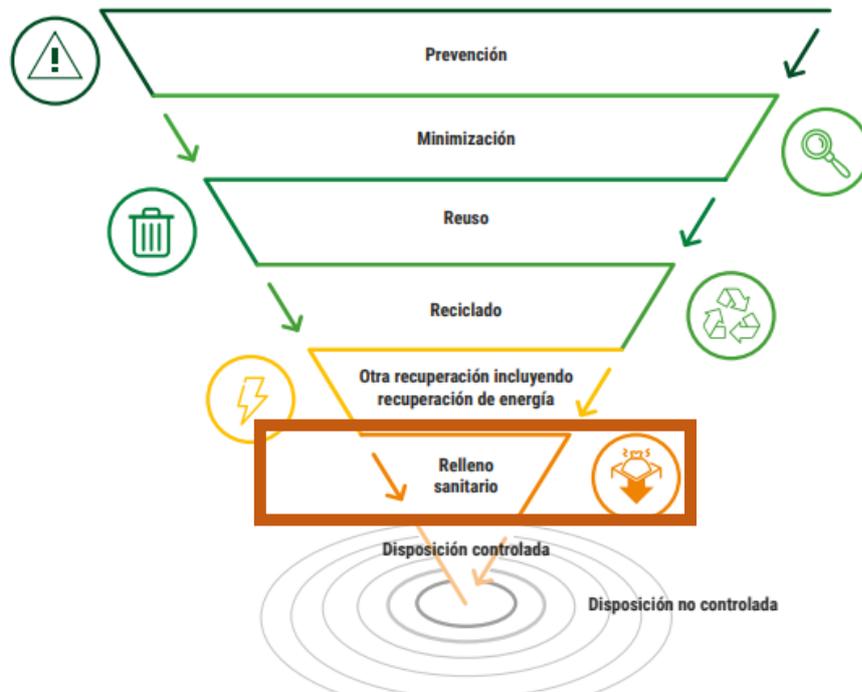
#### ***2.5.1 Nivel Nacional***

En nuestro país se genera alrededor de 21 mil toneladas de basura en un día, siendo su destino incierto dada la ausencia de infraestructuras para su almacenamiento, y la escasa cultura ante el reuso y reciclaje. Según el MINAM alrededor de la mitad de los residuos sólidos terminan en botaderos ilegales, quebradas y ríos, causando estragos al medio ambiente y las poblaciones aledañas, actualmente las infraestructuras de rellenos sanitarios son insuficientes, contando con 34 en todo el país. Muchas empresas están interesadas en desarrollar la industria de los desechos sólidos en combinación con los esfuerzos de tratamiento, reciclaje y producción de energía de los desechos sólidos. (MINAM, 2017)

A nivel nacional no se cuenta con infraestructuras de manejo sostenible para los residuos sólidos ya que solo son vertidos en rellenos sanitarios, el cual es considerado como la última alternativa para el tratamiento de residuos en la escala jerárquica en la gestión integral de los residuos sólidos establecida por la ONU (2018), esto se debe a que el Perú está avanzando lentamente en la implementación de los estándares de protección

al medio ambiente y no cuenta con alguna infraestructura que maneje todos los tipos de residuos.

*Figura 31 Escala jerárquica en la gestión de los residuos sólidos*



Fuente: (ONU, 2018)

### **2.5.2 Nivel Regional**

La región de Puno cuenta con un relleno sanitario ubicada en la Provincia de Puno y una celda transitoria ubicada en la Provincia de San Román, las cuales se encuentran certificadas por el MINAN, estas infraestructuras fueron implementados recientemente y no satisfacen la necesidad de toda la Región de Puno, ya que el resto de provincias vierten sus residuos a botaderos informales y no controlados afectando así a la conservación del medio ambiente, teniendo antecedentes de la problemática que representa los botaderos como es el caso de “Cancharani” en la ciudad de Puno que según la Municipalidad Provincial de Puno (2018), se realizaron trabajos de recubrimiento hasta un 82.2%, no

logrando su recuperación del 100%, lo que afectaría a sus posibles usos, a la población aledaña y al medio ambiente.

## 2.6 ANÁLISIS DE LITERATURA

### 2.6.1 Programación Teórica

La planta integral de valorización de residuos de Sant Adrià de Besòs lleva 45 años funcionando, pionera en España, cuenta con dos grandes zonas, la primera es una planta mecánico-biológica, que se subdivide en tratamiento mecánico de selección y tratamiento de residuos, hierro, aluminio, plástico, papel, cartón y vidrio; y el tratamiento biológico donde se tratan los residuos orgánicos mediante la metanización, generación de energía para la venta, la segunda zona es la planta de valorización energética, que quema los residuos y aprovecha la energía, produciendo electricidad, vapor frío y caliente, escoria (incluidos los desechos) y cenizas.

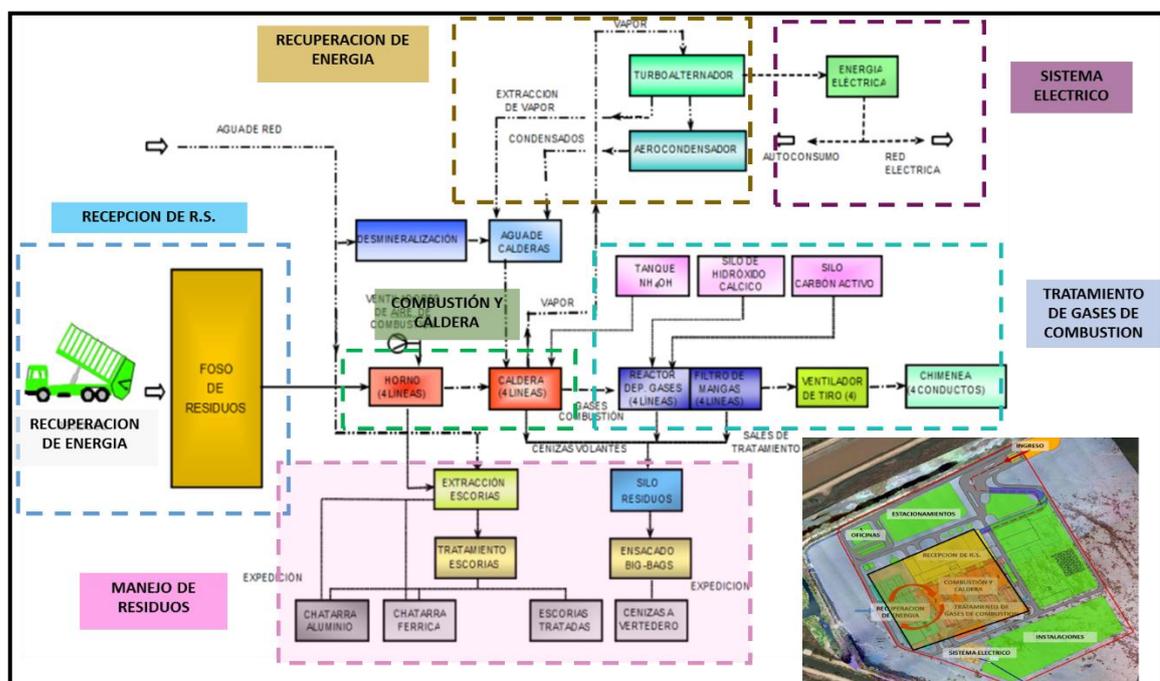
*Figura 32 Análisis de programación teórica Sant Adrià de Besòs*



Fuente: Elaborado por equipo de trabajo – extraído del antecedente 1.

La Planta de Termovalorización en la ciudad de México procesará 4,500 toneladas de residuos no aprovechables por día en 4 líneas de combustión, se contará con un aerocondensador que convertirá el vapor de agua las calderas y lo transformará en líquido para que pueda ser introducido al proceso nuevamente. La planta cuenta con un área de 43.98 hectáreas y se distribuye espacialmente con los siguiente espacios acopio y almacenamiento de residuos, combustión y caldera, recuperación de energía, tratamiento de gases de combustión, manejo de residuos, para complementar esta área se adjuntó los sistemas auxiliares, sistema eléctrico, oficinas, estacionamientos, instalaciones y otros.

**Figura 33 Análisis de programación teórica Planta de Termovalorización**

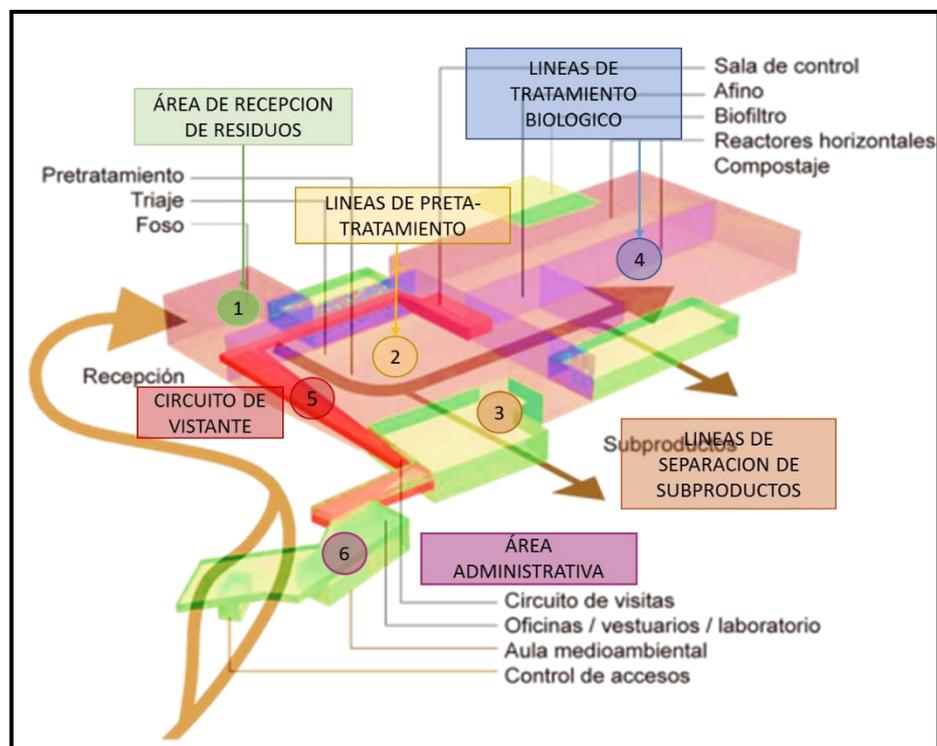


Fuente: Elaborado por equipo de trabajo- extraído del antecedente 2.

La planta de Algimia de Alfara prioriza el tratamiento y reciclaje de los residuos municipales, los residuos se dividen en dos grupos de tratamientos, los residuos orgánicos y residuos reciclables para lo cual se requiere áreas de recepción y descarga de residuos. líneas de pretratamiento automatizada, líneas de separación o selección de subproductos de la fracción seca y separación automática diferenciada de cada tipo de material y líneas

de tratamiento biológico con Bioestabilización aeróbica. Además, se cuenta con el área administrativa que se encuentra conectada al área de circuito de visitante.

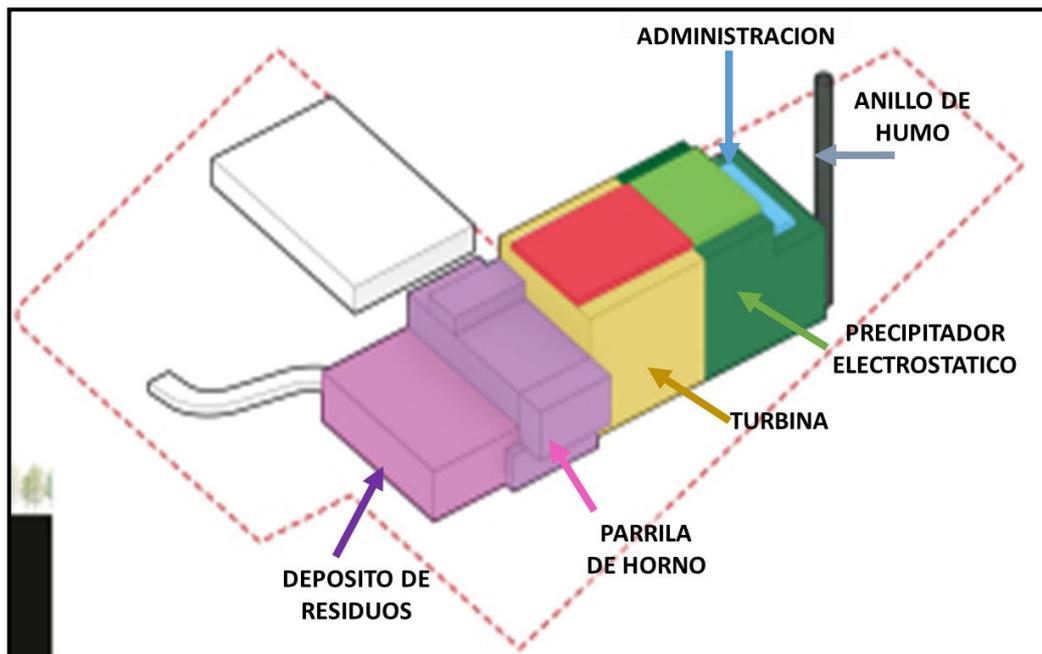
**Figura 34** *Análisis de programación teórica planta Algimia*



Fuente: Elaborado por equipo de trabajo- extraído del antecedente 3.

La Planta de Conversión de Residuos en Energía Amager Resource Center – Copenhague, convierte los residuos sólidos en energía, basándose en el concepto de la arquitectura hedonista, cuenta con un área de 41.000 m<sup>2</sup> y se constituye por tres grandes espacios: La fábrica donde se realiza la combustión de los residuos en energía, la administración que cuenta con un centro educativo y salas de conferencias; y las actividades al exterior, en el invierno se generan pistas de esquí y en verano caminos de senderismo y escala.

*Figura 35 Análisis de programación teórica Planta de Copenhague*



Fuente: Elaborado por equipo de trabajo- extraído del antecedente 4.

### *2.6.2 Propuesta Teórica*

La propuesta teoría está basada en el análisis de antecedentes y la revisión del marco teórico, siendo el pilar para la fundamentación de nuestra propuesta proyectual. Considerando la programación espacial de cada antecedente que priorizara la transformación de los residuos sólidos enfocados en la valoración, que se relacionen con la sostenibilidad, por ello la propuesta teórica considerara el tratamiento integral de los residuos sólidos, como los residuos orgánicos, reciclables, reutilizables y los residuos que no se pueden valorizar.

Los residuos orgánicos, reciclables y reutilizables son tratados en la planta de Algimia de Alfara, que se enfoca netamente en este tipo de residuos, los que generan materiales reciclables y energía por medio de las líneas de tratamiento biológico, por otra parte, la planta de termovalorización de la ciudad de México convierte los residuos inertes o no valorizables en energía, que alimenta a los trenes de la ciudad, a diferencia de la

planta de Sant Adrià de Besòs que comprende un tratamiento integral por medio de dos zonas de prioridad, planta de tratamiento Mecánico – Biológico y la planta de Valorización Energética valorizando todos los tipos de residuos; en el caso de la Planta de Conversión de Residuos en Energía Copenhague, además de la generación de energía se implementó una zona externa de recreación y ósea, enfocada en una arquitectura hedonista.

**Figura 36 Conversión de las Plantas de residuos solidos**



Fuente: Elaborado por equipo de trabajo

Nuestra propuesta teórica dará respuesta a la sostenibilidad que requiere la infraestructura planteada, tomando en cuenta que todos los residuos deberán de ser tratados y valorizados, logrando así una propuesta integral que constara de tres tipos de tratamiento mecánico, biológico y valorización energética, la cual está en concordancia a nuestro marco teórico y antecedentes. Con estos tratamientos se pretende la sostenibilidad de la infraestructura ya que ningún residuo se dejará de lado, sino que se le dará un valor agregado, además de ello se logrará la autosuficiencia de la planta ya que parte de la energía producida será incorporada para los procesos de la infraestructura.



En los antecedentes se denota la importancia en generar espacios de recorridos para los visitantes logrando así la integración de la población al proyecto, generando conciencia ambiental, por ello nuestra propuesta teórica contará con este espacio que deberá conectar las zonas públicas con las zonas de tratamiento y valorización. Además, se considerará espacios de recreación y ósea que vayan en relación a nuestra realidad y tipo de actividades, que sean de uso público y para el personal de la planta.

### **2.6.2.1 Premisas de Diseño**

#### **Premisas Funcional**

- Se organiza el espacio de acuerdo a las necesidades que presenta el tratamiento de transformación de residuos sólidos, teniendo en cuenta que el diseño del área debe estar relacionado con el programa de investigación y teniendo en cuenta las actividades de los usuarios de forma automática y manual.
- Un adecuado funcionamiento de la infraestructura de transformación de residuos sólidos es primordial para lograr minimizar los desechos y preservar el medio ambiente.
- Los procesos se diseñarán con base en los resultados de la composición de los desechos obtenidos de la caracterización, priorizando la necesidad de transformación, recuperación y valorización.
- Considerando la composición de los desechos, se determinará las alternativas tecnológicas que aporten a una transformación sostenible de los residuos sólidos.

Aspectos funcionales de naturaleza arquitectónica urbana (contexto inmediato):

- El predio a construir se deberá encontrar a 500 m de distancia como mínimo de la zona urbana más cercana.
- La infraestructura deberá estar en relación directa con vías principales en buen estado que faciliten el acceso de camiones con residuos sólidos y salida de residuos reciclables y reutilizables.



- Los alrededores físicos deben contar con árboles como barrera natural y lograr visuales agradables.

### **Premisas Forma- Espacio**

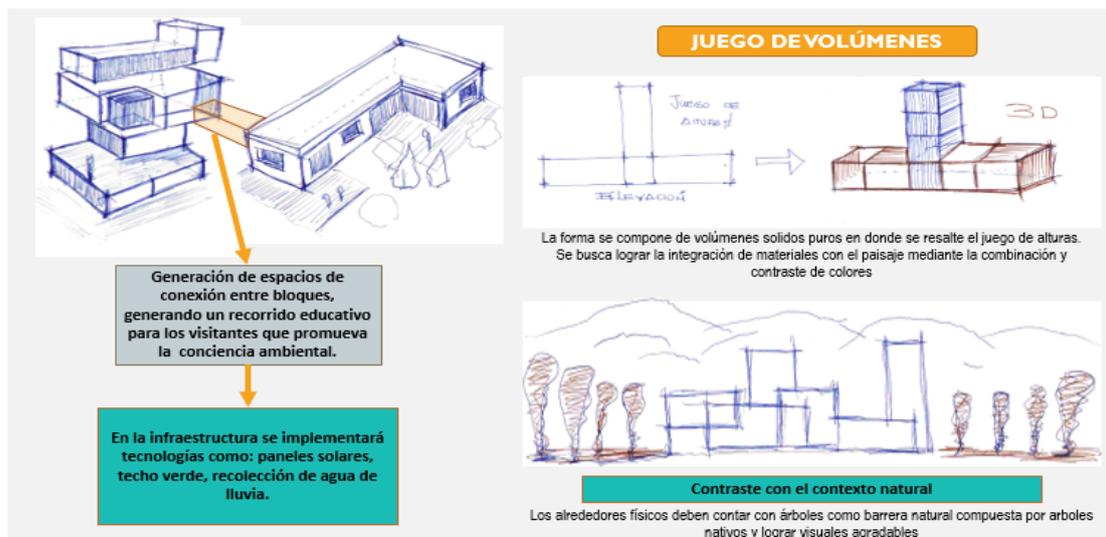
- Se busca la relación de los diferentes espacios, aplicando los conceptos de diseño, tales como la simetría, armonía y la unidad. El concepto espacial tiene un orden, determinado por la configuración espacial lineal y agrupada, para que los espacios se relacionen física y visualmente.
- La forma se establecerá mediante el juego de volúmenes sólidos geométricos puros en donde se resalte el juego de alturas y se contraste con el contexto natural. Para lograr la integración de materiales con el paisaje se utilizará la armonía visual donde se emplea texturas simbólicas de la artesanía y bordado de la ciudad de lampa en superficies exteriores, como es el bordado de la lliclla.

### **Premisas Tecnológicas**

- Las tecnologías serán determinadas por cada zona de la infraestructura de transformación, las cuales actuarán en forma de círculo cerrado para mantener la sostenibilidad, evitando desperdicios y descargas al medio ambiente. Para esto se aprovechará cada recurso como la radiación, aguas pluviales, y se recuperará los desperdicios de cada zona de tratamiento.
- Construcción conformada por estructuras metálicas, deben responder a la utilización de muros más livianos que retengan la acústica y brinden confort térmico en su interior, las estructuras metálicas tienen la ventaja de ser desmontadas conservando su configuración original que se pueden reutilizar, otro factor favorable es la velocidad de construcción.
- Aprovechar el agua de lluvia al encontrarnos en una zona de alta precipitación, mediante techos verdes que además aportan a disminuir la temperatura del ambiente, el agua recolectada se podrá utilizar en los biohuertos, al contar con un alto grado de pureza y limpieza, que permite al cultivo crecer más sana y fuerte.

- Aprovechar los residuos reciclables y reutilizables, aplicando tecnologías de selección eficiente de forma automatizada.
- Aprovechar el área de los techos de la infraestructura para implementar paneles solares que transforman la radiación solar en electricidad, para ser utilizada en la misma infraestructura.
- Aprovechar los residuos orgánicos mediante producción de biogás u otras tecnologías, adicional se puede realizar compostaje.
- Aprovechar los residuos inertes para la combustión controlada, generando energía la cual puede ser inyectada a la red pública y cubrir la necesidad energética de la infraestructura.

**Figura 37 Propuesta Teórica concepción 3D**



Fuente: Elaborado por equipo de trabajo

Se observa la concepción de volúmenes en 3D de acuerdo a las premisas de diseño, funcionales, formales y tecnológicas.

*Figura 38 Propuesta Teórica*



Fuente: Elaborado por equipo de trabajo



## CAPITULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

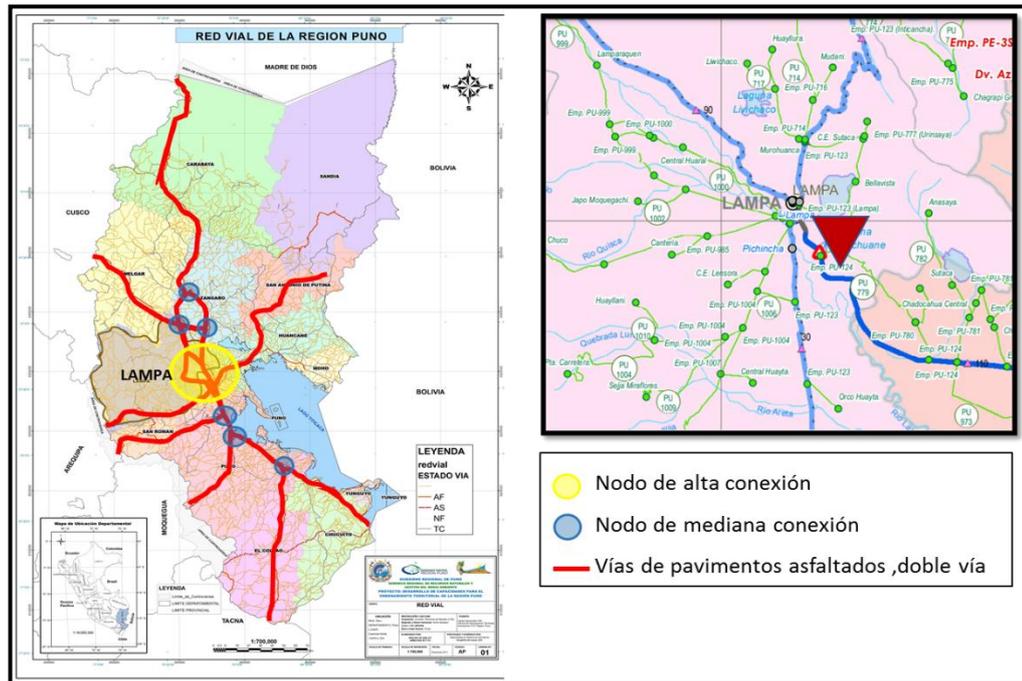
#### 3.1 UBICACION GEOGRAFICA DEL ESTUDIO

##### *3.1.1 Elección del lugar*

Para determinar el terreno se ha considerado que los residuos sólidos no solo se producen en un distrito definido, debido a que se encuentran en proporción al crecimiento poblacional, por ello se tomara en cuenta a toda la Región de Puno, considerando que no se puede parar la generación de residuos dada las necesidades del ser humano; por ello se requiere una ubicación accesible a todas las provincias de la Región de Puno, es por ello la ubicación estratégicamente en el distrito de Lampa, dada su ubicación céntrica en la región de Puno y de conexión directa con las provincias de Azángaro, Melgar y San Román, lo cual favorece a descentralizar la actividad industrial.

Para lograr una selección del terreno correcto se deben cumplir con las condiciones para ayudar a que el proyecto funcione de manera óptima, la ubicación tendrá como mínimo 500 metros de distancia de la zona urbana, considerando su accesibilidad directa a una vía principal que conecte a la región de Puno, con cercanía a zonas de posibilidades de expansión, también se considerara los servicios básicos de energía eléctrica, agua potable o fuentes cercana.

**Figura 39 Elección del lugar**



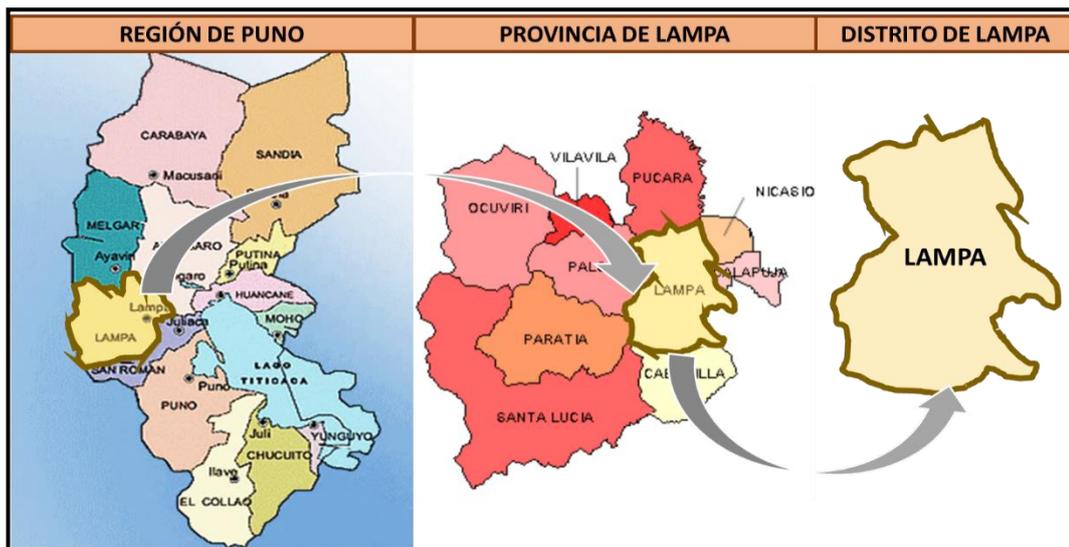
Fuente: Elaboración propia por el equipo de trabajo

### 3.1.2 Análisis físico geográfico

#### Ubicación Geográfica

El distrito de Lampa, capital de la provincia de Lampa, se encuentra en la región de Puno y se ubica geográficamente en el cuadrante 31v de la Carta Nacional, en el Meridiano de Greenwich entre los 15° 21' 48" S de latitud y 70° 21' 58" de longitud oeste. A una altitud de 3860 m.s.n.m. a 30 km de distancia, con una extensión total es de 675,82 km<sup>2</sup>. (Municipalidad Provincial de Lampa, 2015)

*Figura 40 Ubicación Geográfica por Departamento, Provincia y Distrito*



Fuente: Elaboración propia por el equipo de trabajo

### **Limites**

Los límites de la provincia de Lampa según el INEI de acuerdo al Mapa Político son:

- Norte: distrito de Pucará
- Oeste: distrito de Palca
- Este: distrito de Calapuja y distrito de Juliaca
- Sur: distrito de Cabanilla

### **Clima**

Lampa tiene un clima frío y seco, con temperaturas medias que van desde los 5°C y los 16°C. Esta unidad consta de tres subunidades: Paisaje de tierras altas, laderas y montañas. Generalmente se considera frío, con fuertes heladas en invierno, especialmente en mayo, junio, julio y agosto, este último con fuertes vientos; sin embargo, durante los meses primaverales de septiembre, octubre y noviembre, el clima es templado e inestable;



en diciembre, enero, febrero, marzo y en ocasiones incluso abril, lloverá con nieve y granizo, que puede variar. (Municipalidad Provincial de Lampa, 2015)

### **Topografía**

Dentro del rango topográfico de la provincia de Lampa, se distingue por una variedad de morfologías; desde extensas pampas, pendientes leves pero pronunciadas, cerros alpinos, abruptas quebradas e imponentes nevados.

Se distinguen dos unidades morfológicas diferentes:

Ramal zona de las Montañas Occidentales. - Consta de la unidad geomórfica occidental, flanqueada por el Coachico, Pilinco, Pirhuani, etc. Muestra un terreno escarpado con pendientes extremas formando profundas trincheras debido a la erosión.

Región de meseta o meseta: La superficie se considera una unidad morfológica homogénea semiplana. Caracterizado por la presencia de terrazas aluviales. (Plan estratégico de la provincia de lampa, 2013)

### ***3.1.3 Diagnostico Territorial***

#### **Acceso**

La provincia de Lampa está conectada con el resto del país por la carretera pavimentada Panamericana Sur Juliaca-Arequipa (60 km) y cuenta con redes de vías de conexiones interregionales con las comunidades rurales.

*Tabla 8 Acceso al Distrito de Lampa*

<b>Rutas</b>	<b>Tramos</b>	<b>Tipo de Vía</b>	<b>de Estado</b>	<b>Longitud (Km)</b>	<b>Tiempo (Hrs)</b>
<b>RUTA I</b>	Puno-Juliaca	Pavimento	Regular	41.6	1:00
	Juliaca-Lampa	Pavimento	Regular	34.8	0:45

Fuente: Ministerio de transporte y telecomunicaciones (MTC) Dirección de Información de Gestión – Red Vial

### **Hidrografía**

La provincia de Lampa cuenta con el río Winqui este rio tiene muchos afluentes, los cuales se forman en los manantiales del sacataumajalso y otras montañas, y recibe un cauce formado por agua de lluvia, que tiene diferente nombre según la ubicación del lago Titicaca, en el cual desemboca el río Winqui, que favorece al desarrollo del chuño blanco. El rio se desborda en las zonas bajas en época de lluvias, inundando a toda la comunidad, lo cual es un problema para la comunidad ribereña. (Municipalidad Provincial de Lampa, 2015)

#### **3.1.4 Actividad Económica**

##### **Actividad Agrícola y Ganadera**

La actividad agrícola es prioritaria en la vida familiar de un agricultor, se considera que el 90% de su producción agrícola se destina al autoconsumo, y solo un 10% a la venta en los mercados; produciendo papa, olluco, quinua, cebada, avena forrajera y habas. En cuanto a la ganadería se cuenta con la crianza de vacunos, ovinos, alpacas y llamas. (Municipalidad Provincial de Lampa, 2015)

##### **Turismo**

La provincia de Lampa cuenta con atractivos culturales y arqueológicos atractivos culturales y naturales, paisajes acogedores y atractivos arquitectónicos religiosos de los



cuales resalta La Iglesia Santiago Apóstol, donde se ubica la réplica de la Piedad de Miguel Ángel, entre muchos más, considerando así su potencial turístico. (Municipalidad Provincial de Lampa, 2015)

### **Población**

La población en la provincia de Lampa, de acuerdo al Censo Nacional elaborado en el 2017, es de 40.856 habitantes, que se conforman por una población del ámbito rural del 32.38% y una población urbana del 67.62%. Se cuenta con una población femenina del 50.68% y población masculina de 49.32 %. (Municipalidad Provincial de Lampa, 2015)

#### ***3.1.5 Servicios Básicos***

##### **Agua y Desagüe**

En la provincia de Lampa las zonas urbanas tienen instalaciones del servicio de agua potable, a diferencia de las zonas rurales que se abastecen de fuentes no protegidas como las acequias, pozos, ríos, manantiales u otros, estas fuentes no están garantizadas para el consumo humano. De la misma forma las zonas urbanas cuentan con desagüe y las zonas rurales no cuentan con este servicio, utilizando letrinas o pozo ciego sin las consideraciones técnicas. (Municipalidad Provincial de Lampa, 2015)

##### **Servicio de Energía Eléctrica**

La provincia de Lampa entre la zona urbana y rural solo cuenta con el 38% de viviendas con servicio de energía eléctrica y el 62% también entre las zonas rural y urbano no dispone de este servicio, que es fundamental para alcanzar el desarrollo urbano. (Municipalidad Provincial de Lampa, 2015)

### 3.1.6 Elección del área de intervención

Para determinar el emplazamiento de la “**Infraestructura de transformación sostenible de Residuos Sólidos Urbanos en el distrito y provincia de Lampa, Puno**” se utilizó la escala de Likert, el cual es una herramienta de medición y recolección de datos cualitativos, que nos permitirá identificar las actitudes ya sean positivas o negativas del espacio y su entorno, las cuales son organizadas por ítems, asignando puntajes para obtener un resultado final.

#### 3.1.6.1 Ponderación de acuerdo a la escala de Likert

En la ponderación se utilizará la puntuación numérica del 1 al 5, la cual se puede observar en la tabla:

*Tabla 9 Ponderación de acuerdo a la escala de Likert*

<b>Ponderación para la Selección del Terreno</b>				
Muy malo	Malo	Regular	Bueno	Muy bueno
1	2	3	4	5
Se considera que el terreno no es apto y no está acorde con los requisitos mencionados en el análisis.	Se considera que el terreno es apto, pero no está acorde con los requisitos mencionados en el análisis.	Se considera que el terreno es apto y acorde moderadamente con los requisitos mencionados en el análisis.	Se considera que el terreno es apto y acorde con los requisitos mencionados en el análisis.	Se considera que el terreno es apto y acorde con los requisitos mencionados en el análisis, relacionándose eficientemente.

Fuente: Elaboración propia por el equipo de trabajo

Para realizar un análisis de terreno, es necesario identificar un método que nos ayude a dar una valoración óptima y adecuada de cada propuesta de terreno, considerando los requisitos previos que cumplan con las características necesarias del método del proyecto, fundamentando estos requisitos previos y condiciones revisadas para la



implementación de infraestructuras de residuos sólidos, enmarcada en la Ley de gestión integral de residuos sólidos N° 1278, 2017.

### **Ubicación y Accesos**

Facilitar el ingreso y salida para vehículos recolectores.

No obstruir el tránsito vehicular o peatonal.

No debe estar situado a menos de 500 m de zonas residenciales, instalaciones comerciales, recreativas, institucionales y de salud.

### **Topográfico**

Deberá ubicarse en un espacio topográfico que aporte a desarrollar la propuesta arquitectónica.

Espacios geográficos con topografía plana o pendiente moderada.

### **Servicios Básicos**

Debe estar cerca de una conexión de red pública de agua potable.

Debe estar cerca de la conexión de servicios de electricidad y desagüe.

### **Uso de Suelo**

El suelo tendrá que ser compatible con la capacidad del uso de suelo y los planes de desarrollo.

El terreno debe tener varios componentes como suelo, roca, agua y vegetación que lo alberguen.



### **Hidrología**

Deberá contar con una fuente de agua subterránea o superficial cercana, de la cual se extraiga agua para el consumo propio de la planta y para el consumo humano.

### **Factores Climáticos y Microclima**

Debe ubicarse de forma favorable con el asoleamiento, temperatura, humedad, presión atmosférica y precipitaciones.

La dirección del viento predominante debe ser en dirección contraria a la zona urbana.

### **Ecología y Análisis de Vegetación**

No existirá áreas protegidas de flora y fauna

Se debe mantener la vegetación del terreno, conservando su valor ecológico.

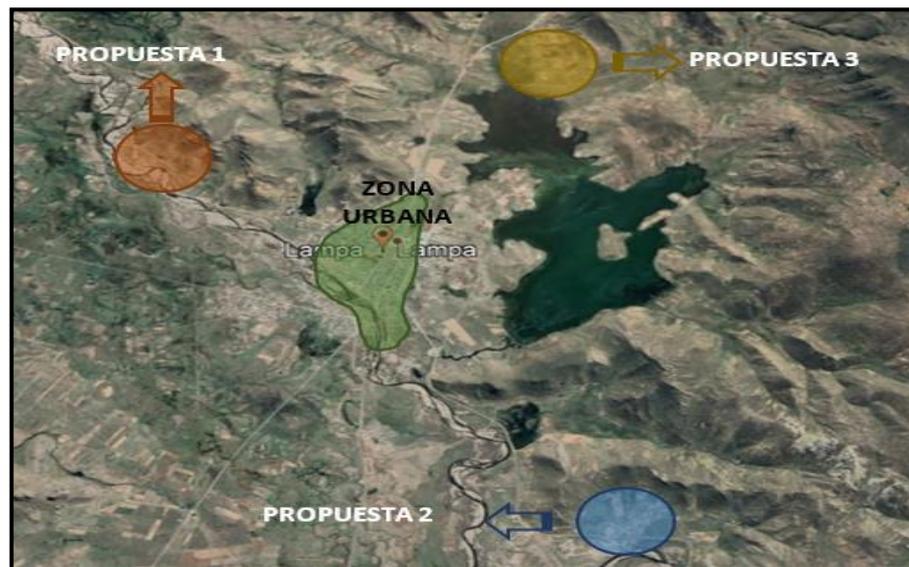
### **Restos Arqueológicos**

El terreno no deberá contar con restos arqueológicos.

#### **3.1.6.2 Identificación de Posibles Propuestas**

Se consideraron las tres propuestas de terrenos, las cuales serán calificadas según las premisas que hemos identificado, las cuales consideramos serán útiles en la selección del sitio y el desarrollo de nuestra propuesta.

*Figura 41 Ubicación de las posibles propuestas en Lampa*

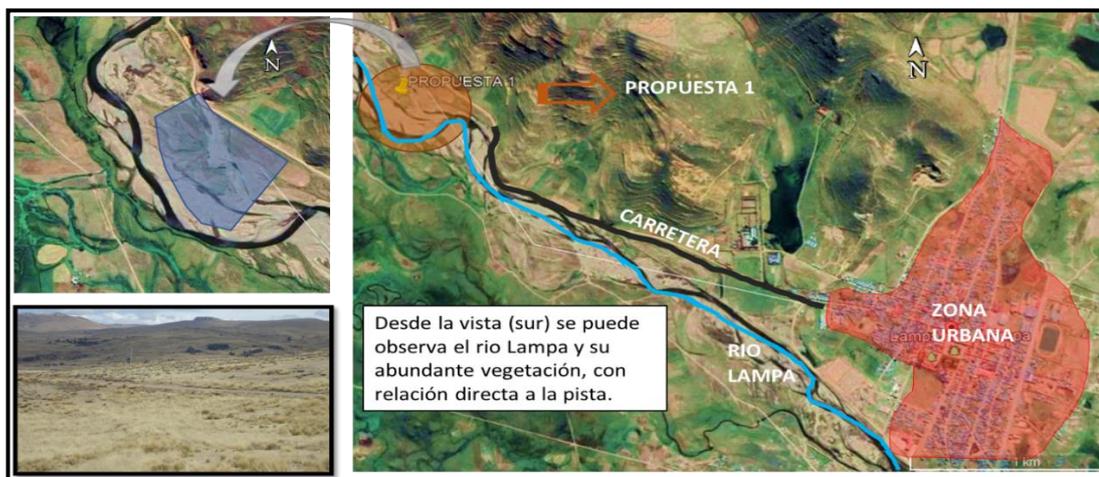


Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

### **Propuesta 1**

Se encuentra ubicado al nor-oeste de la ciudad de Lampa en el sector Fundo Queto, contando con un área aproximada de 15 hectáreas, a 3 km de la ciudad de Lampa, y a 50 metros del camino vecinal fundo Queto, conformado por un tipo de suelo inestable, por la presencia de materiales coluvial.

*Figura 42 Ubicación de la Propuesta 1*



Fuente: Elaboración propia por el equipo de trabajo

**Tabla 10 Propuesta 1 - Calificación**

Premisas	Análisis	Muy bueno	Bueno	Regular	Malo	Muy malo
Ubicación y Accesos	Facilitar el acceso a los vehículos de recogida.				X	
	No obstruir el tránsito de vehículos o peatones.			X		
	No debe estar situado a menos de 500 m de zonas residenciales, instalaciones comerciales, recreativas, institucionales y de salud.			X		
Topografía	Espacio topográfico que aporte a desarrollar la propuesta arquitectónica.				X	
	Espacios geográficos con topografía plana o pendiente moderada.			X		
Servicios Básicos	Debe estar cerca de una conexión de red pública de agua potable.				X	
	Debe estar cerca de la conexión de servicios de electricidad y desagüe		X			
Uso de Suelo	El suelo tendrá que ser compatible con la capacidad de uso de la tierra y la planificación del desarrollo.		X			
	Deberá contar con una variedad de componentes como suelo, roca, agua y vegetación para protegerlo.			X		
Hidrología	Deberá contar con una fuente de agua subterránea o superficial cercana, de la cual se extraiga agua para el consumo propio de la planta y para el consumo humano.				X	
Factores Climáticos y Microclima	Debe ubicarse de forma favorable con el asoleamiento, temperatura, humedad, presión atmosférica y precipitaciones.			X		
	La dirección del viento predominante debe ser en dirección contraria a la zona urbana.			X		

Ecología y Análisis De Vegetación	No existirá áreas protegidas de flora y fauna	X
	Se debe mantener la vegetación del terreno, conservando su valor ecológico.	X
Restos Arqueológicos	No deberá contar con restos arqueológicos.	X

Fuente: Elaboración propia por el equipo de trabajo

## Propuesta 2

Se ubica al sur – este de la ciudad de Lampa, cuenta con una superficie de 22 hectáreas, a 12 m de la carretera Juliaca – Lampa lo que facilita su interrelación provincial, muy cerca del terreno propuesto se encuentra el rio Lampa a 0.23 km de distancia; su topografía es moderada y se encuentra rodeada de cerros los cuales envuelven al terreno.

*Figura 43 Ubicación de la Propuesta 2*



Fuente: Elaboración propia por el equipo de trabajo

**Tabla 11 Propuesta 2 - Calificación**

Premisas	Análisis	Muy bueno	Bueno	Regular	Malo	Muy malo
Ubicación y Accesos	Facilitar el acceso a los vehículos de recogida.		X			
	No obstruir el tránsito de vehículos o peatones.		X			
	No debe estar situado a menos de 500 m de zonas residenciales, instalaciones comerciales, recreativas, institucionales y de salud.	X				
Topografía	Espacio topográfico que aporte a desarrollar la propuesta arquitectónica.		X			
	Espacios geográficos con topografía plana o pendiente moderada.	X				
Servicios Básicos	Debe estar cerca de una conexión de red pública de agua potable.			X		
	Debe estar cerca de la conexión de servicios de electricidad y desagüe			X		
Uso de Suelo	El suelo debe ser compatible con la capacidad de uso de la tierra y la planificación del desarrollo.		X			
	Deberá contar con una variedad de componentes como suelo, roca, agua y vegetación para protegerlo.		X			
Hidrología	Deberá contar con una fuente de agua subterránea o superficial cercana, de la cual se extraiga agua para el consumo propio de la planta y para el consumo humano.			X		
Factores Climáticos y Microclima	Debe ubicarse de forma favorable con el asoleamiento, temperatura, humedad, presión atmosférica y precipitaciones.	X				
	La dirección del viento predominante debe ser en dirección contraria a la zona urbana.		X			

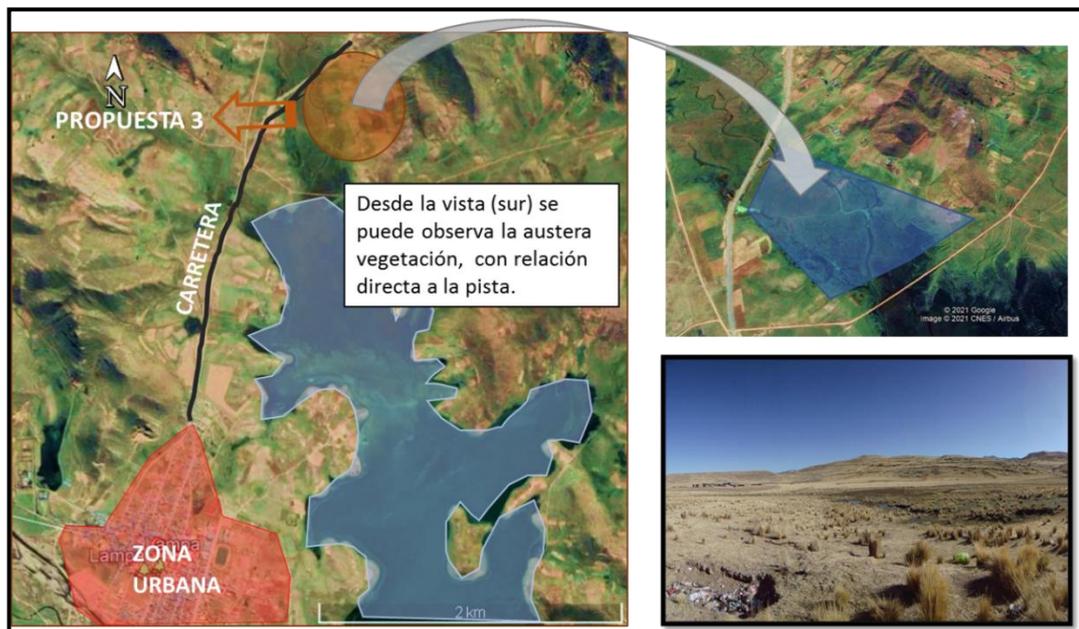
Ecología y Análisis De Vegetación	No existirá áreas protegidas de flora y fauna	X
Restos Arqueológicos	Se debe mantener la vegetación del terreno, conservando su valor ecológico.	X
	No deberá contar con restos arqueológicos.	X

Fuente: Elaboración propia por el equipo de trabajo

### PROPUESTA 3

Se ubica al nor-este de la ciudad de Lampa, cuenta con una expansión de 10 hectáreas, el terreno propuesto se encuentra a 10 metros de la carretera Lampa – Puca Cuesta, su topografía es moderada con bofedales en su alrededor debido a su cercanía con la laguna Colorada.

*Figura 44 Ubicación de la Propuesta 3*



Fuente: Elaboración propia por el equipo de trabajo

**Tabla 12 Propuesta 3 - Calificación**

Premisas	Análisis	Muy bueno	Bueno	Regular	Malo	Muy malo
Ubicación y Accesos	Facilitar el acceso a los vehículos de recogida.			X		
	No obstruir el tránsito de vehículos o peatones.			X		
	No debe estar situado a menos de 500 m de zonas residenciales, instalaciones comerciales, recreativas, institucionales y de salud.			X		
Topografía	Espacio topográfico que aporte a desarrollar la propuesta arquitectónica.				X	
	Espacios geográficos con topografía plana o pendiente moderada.			X		
Servicios Básicos	Debe estar cerca de una conexión de red pública de agua potable.				X	
	Debe estar cerca de la conexión de servicios de electricidad y desagüe.				X	
Uso de Suelo	El suelo debe ser compatible con la capacidad de uso de la tierra y la planificación del desarrollo.			X		
	Deberá contar con una variedad de componentes como suelo, roca, agua y vegetación para protegerlo.		X			
Hidrología	Deberá contar con una fuente de agua subterránea o superficial cercana, de la cual se extraiga agua para el consumo propio de la planta y para el consumo humano.					X
Factores Climáticos y Microclima	Debe ubicarse de forma favorable con el asoleamiento, temperatura, humedad, presión atmosférica y precipitaciones.				X	
	La dirección del viento predominante debe ser en dirección contraria a la zona urbana.			X		
	No existirá áreas protegidas de flora y fauna	X				

Ecología y Análisis De Vegetación	Se debe mantener la vegetación del terreno, conservando su valor ecológico.		X
Restos Arqueológicos	No deberá contar con restos arqueológicos.	X	

Fuente: Elaboración propia por el equipo de trabajo

### 3.1.6.3 Comparación de Propuestas

Analizando las tres propuestas de terrenos posibles se estableció la siguiente tabla comparativa donde se muestra el resultado de la escala de Likert que se obtuvo mediante la sumaria de las premisas y su análisis, considerando la sumatoria mayor como la propuesta de terreno a seleccionar para desarrollar el proyecto.

*Tabla 13 Premisas de diseño*

Premisas	Propuesta N° 1	Propuesta N°2	Propuesta N° 3
Ubicación y Accesos	8	13	9
Topografía	5	9	7
Servicios Básicos	6	6	4
Uso de Suelo	7	8	7
Hidrología	2	8	1
Factores Climáticos y Microclima	6	9	5
Ecología y Análisis de Vegetación	8	9	7
Restos Arqueológicos	5	5	5
Total	47	67	45

Fuente: Elaboración propia por el equipo de trabajo

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos por la Escala de Likert, se puede concluir que la propuesta N° 2 será la indicada para la intervención de la propuesta arquitectónica, detallada en la tabla 13.

### 3.1.6.4 Límites terrestres

El terreno seleccionado colinda con las siguientes zonas:

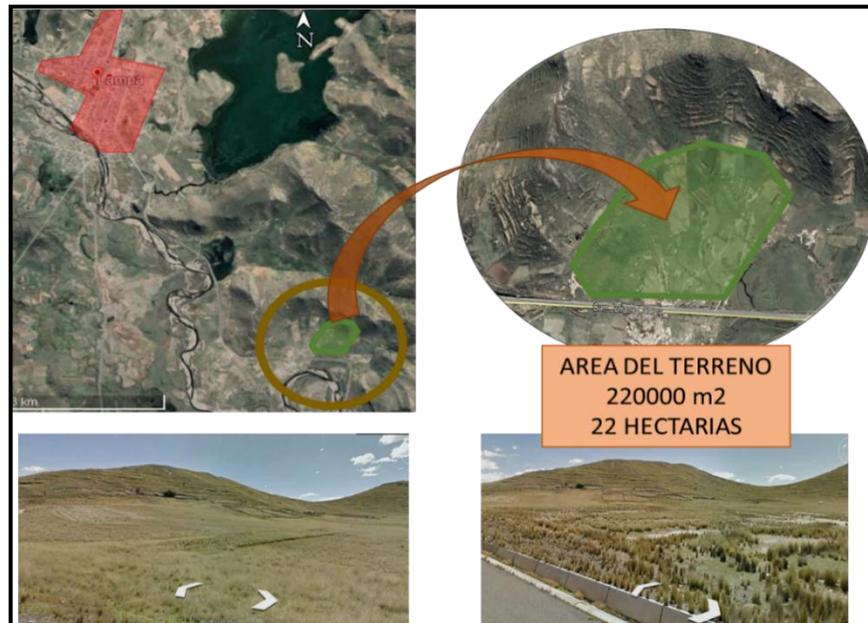
Norte: Cerro Pichinhuane

Sur : Carretera Juliaca - Lampa

Este : Cerro Pichinhuane

Oeste: Sector Pichinhuane

*Figura 45 Ubicación del terreno para la propuesta arquitectónica*



Fuente: Elaboración propia por el equipo de trabajo

El terreno tiene como colindancia primordial la carretera Juliaca – Lampa, debido a que es el punto de interrelación con los distritos aledaños a la ciudad de Lampa, proporcionándonos un acceso directo y de flujo constante; colindantes al norte y oeste se encuentran los cerros Lampa que rodean el terreno logrando una mimetización del área.

### 3.1.6.5 Topografía

El terreno presenta una topografía plana en la zona central con una pendiente aproximada de 1.2 % y un cerro al Norte del terreno.

**Figura 46 Topografía del terreno**



Fuente: Elaboración propia por el equipo de trabajo

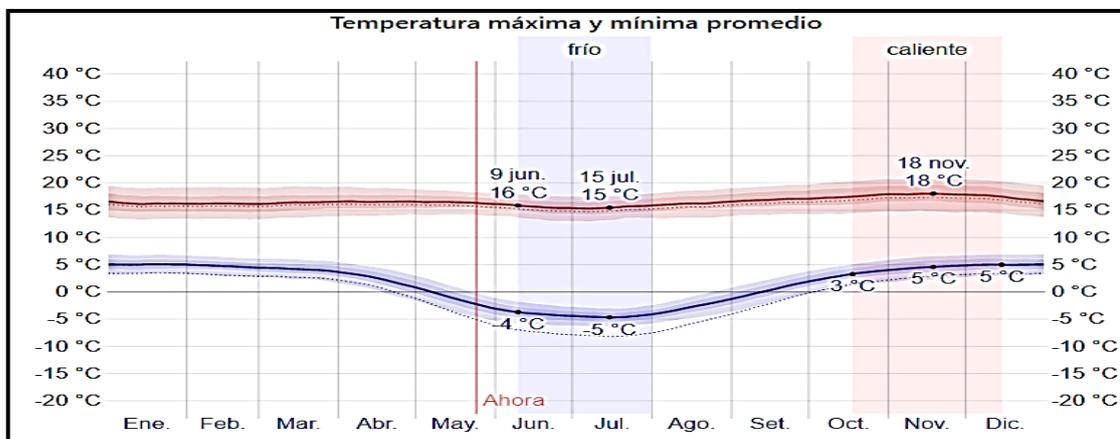
### 3.1.6.6 Hidrografía

El terreno se encuentra a menos de 500 metros del río Pichinchuane, el cual también pasa por la ciudad de Lampa.

### 3.1.6.7 Clima

Según el SENAMHI el clima en el distrito de Lampa es frío y seco, con temperaturas promedio que oscilan entre los 5°C hasta 16°C, que en general se consideran fríos, en invierno con intensas heladas en los meses de mayo, junio, julio y agosto, éste último con fuertes vientos; sin embargo, la primavera en setiembre, octubre, noviembre, el clima es templado e inestable; en diciembre, enero, febrero, marzo y en ocasiones incluso abril, llueve, nieva y graniza, pudiendo este ser variable.

**Figura 47 Temperatura mensual – Lampa**

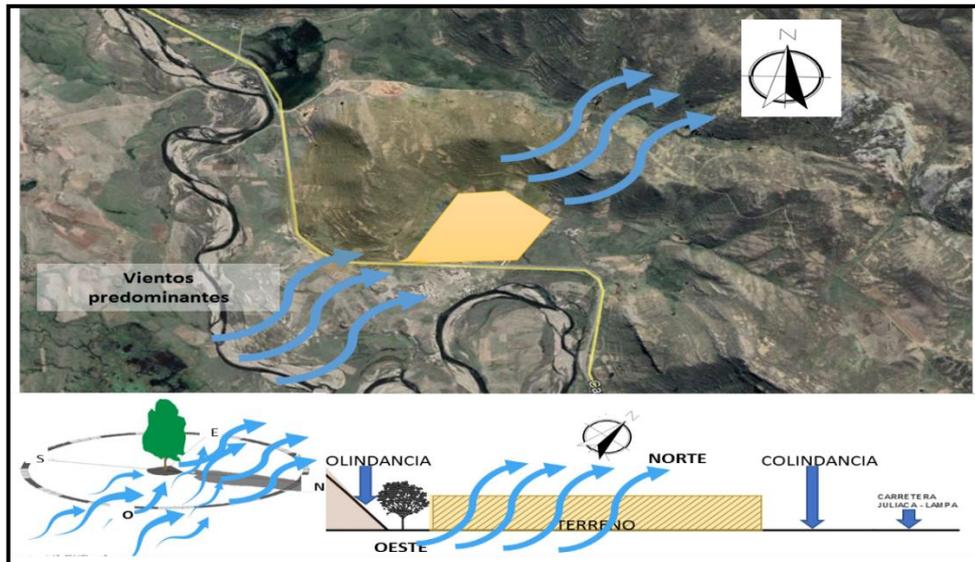


Fuente: SENAMHI, meteoblue – Estación Hidrométrica Lampa

### 3.1.6.8 Vientos

Según las estadísticas del SENAMHI en la ciudad de Lampa la dirección principal del viento es del oeste de abril a octubre y del este de noviembre a marzo, con una velocidad promedio de 2.36m/s, que puede variar según la topografía.

*Figura 48 Viento predominantes - Lampa*

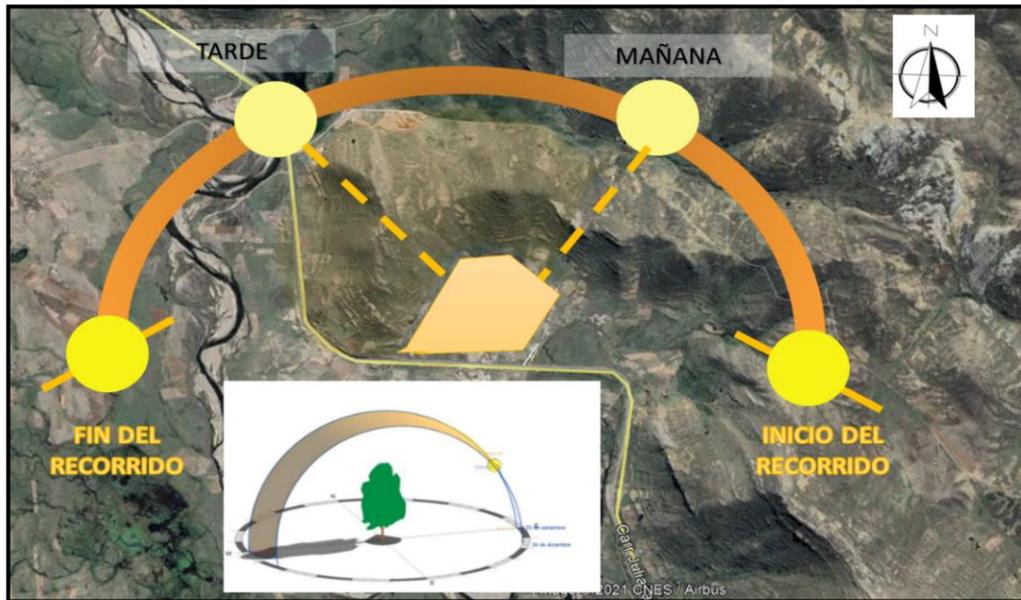


Fuente: Elaboración propia por el equipo de trabajo

### 3.1.6.9 Asoleamiento

El asoleamiento del terreno será por las mañanas hasta aproximadamente el medio día, debido a en la parte oeste y norte se ubica el cerro Pichinchuane que rodea al terreno, por este motivo en la tarde no se contará con gran incidencia de sol, siendo adecuado para el diseño del proyecto.

**Figura 49 Asoleamiento del terreno**



Fuente: Elaboración propia por el equipo de trabajo

### 3.1.6.10 Vías de acceso

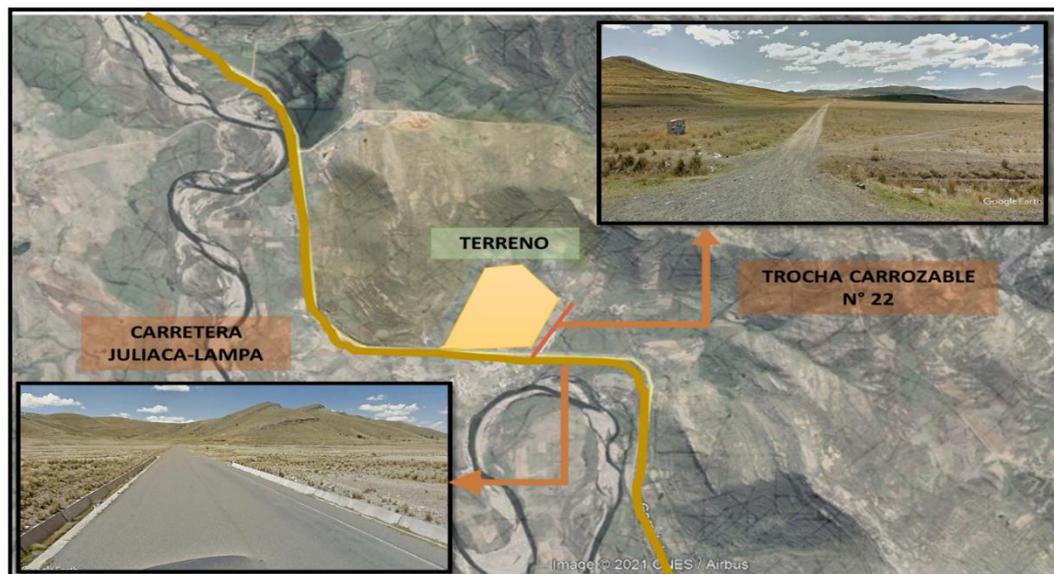
El terreno propuesto tiene las siguientes vías de acceso:

**Tabla 14 Vías de acceso**

N°	Descripción	Nombre de la Calle	Tipo de Vía	Ancho de Vía (M)	Tiempo	Tipo de Vehículo
1	Amplia y de doble sentido	Carretera Juliaca - Lampa	asfaltada	20-26	0:30 min	Todo tipo de vehículos
2	Vía de articulación que unen a las vías principales	Trocha Carrozable 20	Trocha carrozable	8	0:05 min	Vehículos livianos

Fuente: Elaboración propia por el equipo de trabajo

**Figura 50 Accesibilidad del terreno**



Fuente: Elaboración propia por el equipo de trabajo

### 3.1.6.11 Flora y Fauna

La provincia de lampa cuenta con una variedad de flora como: los bosques de queñua más importantes en el Perú, que se encuentran en riesgo de extinción, además se cuenta con chilliwa, ichu, grama dulce, muña, cola de zorro, entre otros. Dentro de la fauna tenemos una gran variedad de animales como: Puma, zorro, vicuña, alpaca, llama, guanaco, venado, vizcacha, pato salvaje, águila.

## 3.2 PERIODO DE DURACION DEL ESTUDIO

El periodo de duración de nuestro estudio duro 01 mes de visita al lugar, 01 mes de recolección de muestra (caracterización de residuos sólidos) y ejecución de encuestas, 04 mes de visita al terreno de estudio, que hacen un total de 06 meses lo cuales se evidencia en resultados de las encuestas y análisis de sitio.

## 3.3 PROCEDENCIA DEL MATERIAL UTILIZADO

Los siguientes materiales se utilizan con fines específicos para establecer el análisis óptimo de la información.



- Para el OE 1 se requiere conocer cuanto volumen y composición de residuos sólidos se genera en el distrito de Lampa, se utilizó la caracterización de residuos sólidos siguiendo la metodología de la Guía metodológica para el desarrollo del estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales – MINAM, para luego realizar la técnica de revisión bibliográfica y antecedentes internacionales orientada a las alternativas tecnológicas con un enfoque sostenible, donde los desechos se transforman en nuevos productos como residuos reciclables y reutilizables, biogás, compost y finalmente en energía eléctrica.
- Para el OE 2 que requiere determinar las características arquitectónicas, se realizó la técnica de la revisión bibliográfica y antecedentes internacionales enfocados en la función, para establecer los espacios requeridos según las alternativas tecnológicas seleccionadas, posterior a ello se realizara las encuestas para obtener datos de los aspectos sociales, culturales y ambientales que aporte para definir la forma y espacio del diseño, estos resultados son procesados con el Software Perfect Statistics Professionally Presented (PSPP).
- Para el OE 3 que introduce el concepto de economía circular se realizó la técnica de revisión bibliográfica y antecedentes internacionales, que implementan este concepto, tomando en cuenta tecnologías limpias que aportan a la conservación del medio ambiente a largo plazo.

### 3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA DEL ESTUDIO

#### 3.4.1 Población

Según el INEI, en su base de datos del CENSO -2017, para la zona urbana de Lampa se estima unas 1327 viviendas, para poder realizar la proyección para el año 2020-2021 se aplicó la siguiente formula:

$$Pt = Po * \left(\frac{1+r}{100}\right)^n \quad (6)$$

Donde:

Pt = Población final proyectada después de “n” años

Po = Población inicial; población real obtenida del último Censo Nacional

r = Tasa de crecimiento anual

n = Número de años para proyectar a la población, a partir de la población inicial

Reemplazando esta fórmula se obtuvo que para el año 2020, encontramos que para 2020 se construirán un total de 1.835 viviendas en la ciudad de Lampa.

### 3.4.2 Muestra

La muestra se obtuvo utilizando la “Guía metodológica para el desarrollo del estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales”, enfocándose en la caracterización de residuos sólidos de una determinada población, y la selección de muestras se realizó mediante la siguiente fórmula:

$$n = \frac{Z^2 * N * \sigma^2}{E^2(N - 1) + Z^2 * \sigma^2} \quad (7)$$

Donde:

*Tabla 15 Parámetros para el cálculo de la muestra*

Parámetros	Domiciliarios	No Domiciliario
n: (número de muestras)	Número de viviendas que participaran en el estudio de caracterización.	Número de establecimientos que participaran en el estudio de caracterización.
N: (universo)	Total de viviendas (se debe contabilizar el número de viviendas que existe en el periodo que se realizará el estudio).	Total de establecimientos (información que puede ser proporcionada por la oficina de comercialización o la que haga sus veces).
$\sigma$ : (desviación estándar)	Cuando no se dispone información, la desviación estándar utilizada es de 0,25. Si se dispone de un estudio previo, se debe considerar la desviación estándar calculada en ese estudio.	



---

$Z_{1-\alpha/2}^2$ : (nivel de confianza) En general se utiliza un nivel de confianza al 95% para lo cual  $Z_{1-\alpha/2}$  tiene el valor de 1,96.

---

E: (error permisible) 10% del GPC nacional actualizada a la fecha de ejecución del estudio

---

Fuente: Guía metodológica para el desarrollo del estudio de caracterización de residuos sólidos municipales (EC-RSM). MINAM

### 3.4.2.1 Muestra Domiciliaria

Se determino 1835 viviendas para el año 2020 en la ciudad de Lampa, este dato obtenido será reemplazado en la formula antes mencionada:

$$n = \frac{1.96^2 * 1835 * 0.25^2}{0.061^2(1835 - 1) + 1.96^2 * 0.25^2} \quad (7.1)$$

Aplicando la formula se obtuvo 62 viviendas de muestra, a las cuales se le deberá adicionar el 15% que representa el porcentaje de contingencia el cual será el resultado total de la muestra.

$$15\% * 62 = 10 \quad (8)$$

$$\mathbf{n \text{ (total)} = 72 \text{ viviendas}} \quad (8.1)$$

El resultado total es de 72 viviendas de muestra que serán distribuidas según el sistema catastral de la ciudad de Lampa, debido a la identificación de dos estratos socioeconómicos dentro de la ciudad los cuales no varían de forma significativa, por lo cual que se consideró a toda la ciudad de Lampa para realizar la distribución de la muestra de forma aleatoria.

### 3.4.2.2 Muestra No Domiciliaria

Para obtener el número de muestras no domésticos se consideró todos los establecimientos comerciales (tiendas, restaurantes, puestos de mercado, entre otros), servicios, establecimientos públicos y privados, especiales y áreas públicas, presentes en la ciudad de Lampa. El número de establecimientos existentes en la ciudad de Lampa se determinó con base en el Estudio de caracterización de residuos sólidos urbanos municipales de la localidad de Lampa del año 2015 contando con 378 establecimientos comerciales, servicios, instituciones públicas, privadas y especiales, aplicando la fórmula antes mencionada:

$$n = \frac{1.96^2 * 378 * 0.25^2}{0.061^2(378 - 1) + 1.96^2 * 0.25^2} \quad (7.2)$$

Aplicando la fórmula se obtuvo 55 establecimientos de muestra, a los cuales se le deberá adicionar el 15% que representa el porcentaje de contingencia el cual será el resultado total de la muestra.

$$15\% * 55 = 8 \quad (8.2)$$

$$n \text{ (total)} = 63 \text{ establecimientos} \quad (8.3)$$

## 3.5 METODOLOGIA DE INVESTIGACION

Para (Sampieri, 2014, pág. 535), el método mixto es un método sistemático, crítico y empírico que incluye la recolección y análisis de datos cuantitativos y cualitativos, su integración y discusión, con el fin de interpretar toda la información recolectada para comprender mejor el estudio del fenómeno.

Las principales variables cuantitativas se enfocan en conocer el volumen y composición de residuos sólidos urbanos generados al día, mes y año; y las variables cualitativas se enfocan en las características arquitectónicas de la arquitectura industrial



(función, forma y espacio), considerando las alternativas tecnológicas sostenibles y la economía circular.

### 3.6 VARIABLES

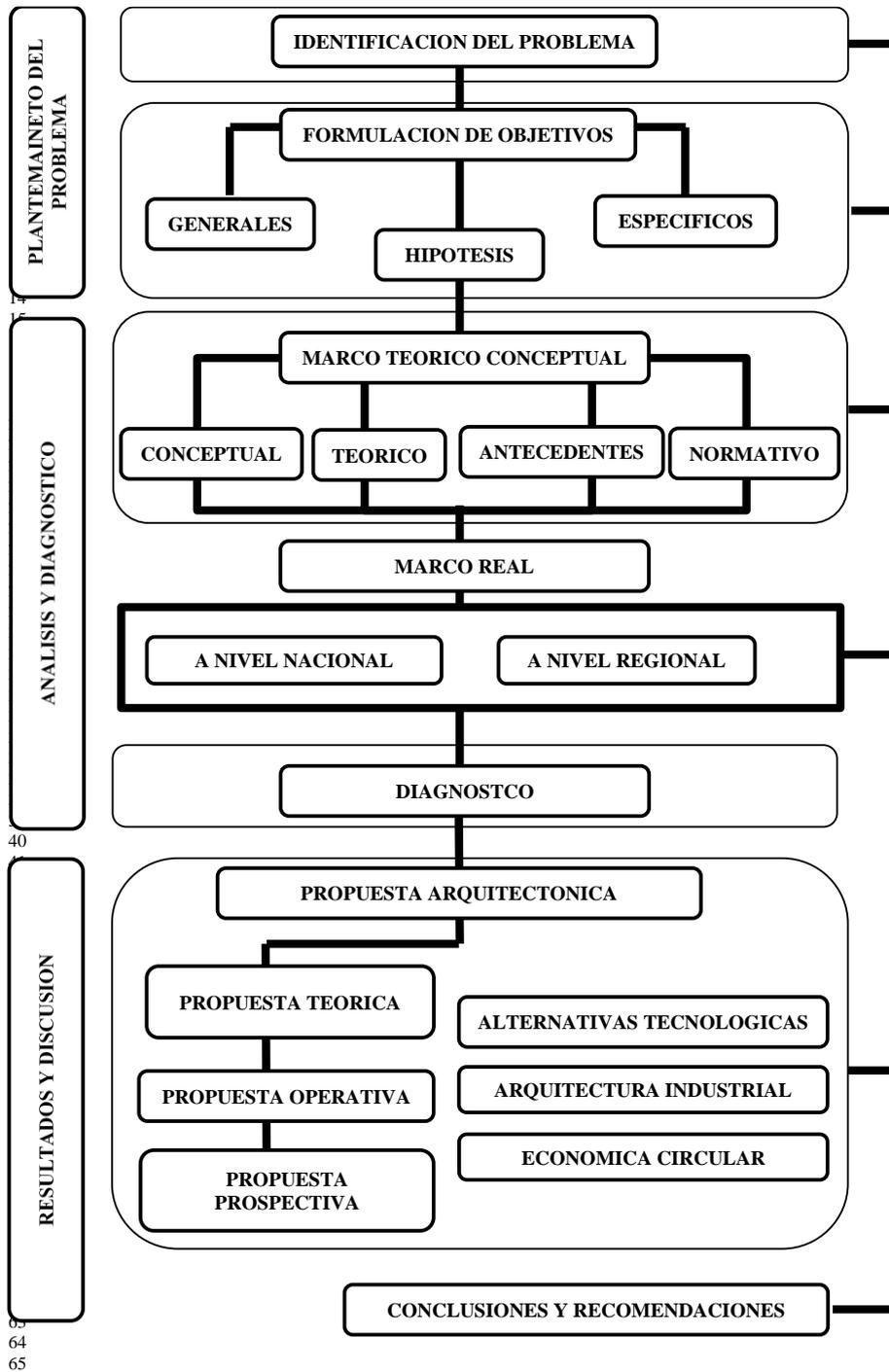
*Tabla 16 Variables de investigación*

<b>VARIABLES</b>	<b>DIMENSIONES</b>
<b>VI: Residuos Sólidos Urbanos</b>	Residuos sólidos domiciliarios
	Residuos sólidos no domiciliarios
<b>VD: Infraestructura de transformación sostenibles</b>	Alternativas tecnológicas
	Arquitectura industrial
	Economía circular

Fuente: Elaboración propia por el equipo de trabajo

### 3.7 ESQUEMA METODOLOGICO

Figura 51 Esquema de proceso metodológico



Fuente: Elaboración propia por el equipo de trabajo

### 3.8 ANÁLISIS DE RESULTADOS

La encuesta se realizó en base a la población de Lampa y se realizó a las mismas viviendas donde se realiza la segregación de desechos sólidos domésticos y no domésticos que en total fueron 135; los cuales serán la fuente de suministro de los desechos sólidos para el proyecto de infraestructura.

1) ¿Qué tipo de residuos sólidos predomina en su domicilio?

*Tabla 17 Resultado de encuesta N° 1*

	<b>Población</b>	<b>Porcentaje</b>
Restos de verduras y frutas	65	48,1
Papel	22	16,3
Botellas de plástico y vidrio	24	17,8
Residuos Sanitarios	16	11,9
Otros	8	5,9
<b>Total</b>	<b>135</b>	<b>100,0</b>

Fuente: Elaboración propia por el equipo de trabajo en el Programa SPSS

2) ¿Qué tipo de residuos sólidos predomina en su centro laboral?

*Tabla 18 Resultado de encuesta N° 2*

	<b>Población</b>	<b>Porcentaje</b>
Restos de verduras y frutas	21	15,6
Papel	51	37,8
Botellas de plástico y vidrio	33	24,4
Residuos de aparatos electrónicos	20	14,8
Otros	10	7,4
<b>Total</b>	<b>135</b>	<b>100,0</b>

Fuente: Elaboración propia por el equipo de trabajo en el Programa SPSS



3) ¿Usted separa los residuos orgánicos en su domicilio?

*Tabla 19 Resultado de encuesta N° 3*

	<b>Población</b>	<b>Porcentaje</b>
Si	40	29,6
No	95	70,4
<b>Total</b>	135	100,0

Fuente: Elaboración propia por el equipo de trabajo en el Programa SPSS

4) ¿Usted separa los residuos orgánicos en su centro laboral?

*Tabla 20 Resultado de encuesta N° 4*

	<b>Población</b>	<b>Porcentaje</b>
Si	27	20,0
No	108	80,0
<b>Total</b>	135	100,0

Fuente: Elaboración propia por el equipo de trabajo en el Programa SPSS

5) ¿Usted recicla algunos de estos residuos?

*Tabla 21 Resultado de encuesta N° 5*

	<b>Población</b>	<b>Porcentaje</b>
Botellas de plástico y vidrio	53	39,3
Papel	42	31,1
Latas de aluminio	15	11,1
Bolsas de plástico	15	11,1
Otros	10	7,4
<b>Total</b>	135	100,0

Fuente: Elaboración propia por el equipo de trabajo en el Programa SPSS



6) ¿Qué color cree usted que representa a la ciudad de Lampa?

*Tabla 22 Resultado de encuesta N° 6*

	<b>Población</b>	<b>Porcentaje</b>
Celeste	15	11,1
Plomo	4	3,0
Rosado	106	78,5
Amarillo	5	3,7
Otro	5	3,7
<b>Total</b>	<b>135</b>	<b>100,0</b>

Fuente: Elaboración propia por el equipo de trabajo en el Programa SPSS

7) ¿Qué expresión artística representa a la ciudad de Lampa?

*Tabla 23 Resultado de encuesta N° 7*

	<b>Población</b>	<b>Porcentaje</b>
Pintura	12	8,9
Danza	74	54,8
Música	32	23,7
Dibujo	13	9,6
Otro	4	3,0
<b>Total</b>	<b>135</b>	<b>100,0</b>

Fuente: Elaboración propia por el equipo de trabajo en el Programa SPSS

8) ¿Considera que un tratamiento adecuado de los residuos sólidos aportaría a la conservación del medio ambiente?

*Tabla 24 Resultado de encuesta N° 8*

	<b>Población</b>	<b>Porcentaje</b>
Si	108	80,0
No	27	20,0
<b>Total</b>	135	100,0

Fuente: Elaboración propia por el equipo de trabajo en el Programa SPSS

### **3.8.1 Residuos Sólidos Urbanos**

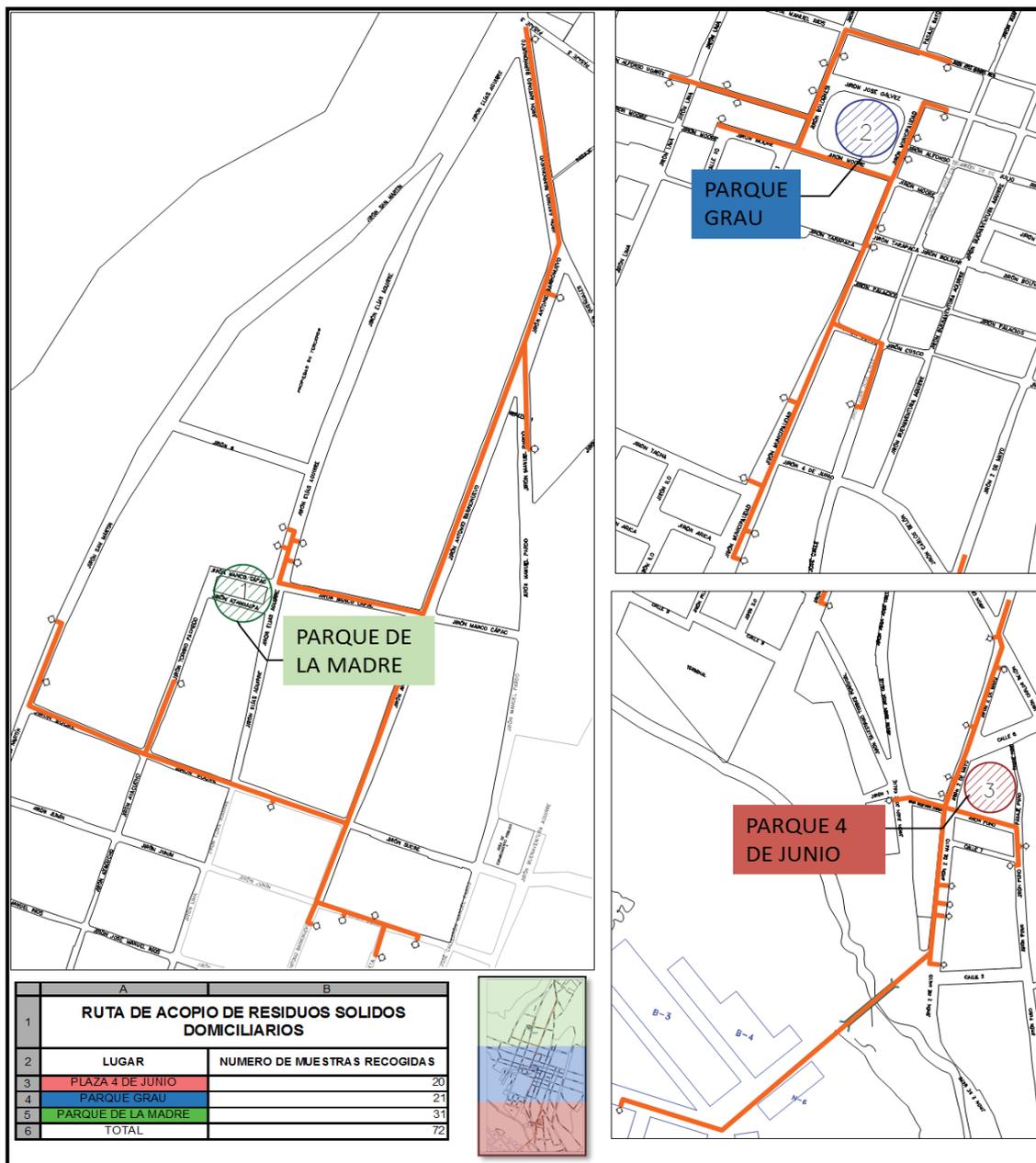
La muestra de la investigación estuvo conformada por 72 viviendas y 63 establecimientos (comerciales e instituciones públicas y privadas) de la ciudad de Lampa, distrito y provincia de Lampa – Puno; primero se analizará los datos obtenidos de la caracterización de los residuos sólidos urbanos.

#### **Caracterización de Residuos Sólidos Domiciliarios**

- Generación per cápita de los residuos sólidos domiciliarios

Para determinar la cantidad de los residuos sólidos domésticos generados per cápita, se recolectó los residuos domésticos durante 8 días consecutivos al inicio del estudio, recolectando los residuos para luego ser etiquetados según código de registro, al finalizar se le entregara una nueva bolsa, dichas bolsas serán trasladadas al lugar de acopio para su pesaje, medición de densidad y caracterización. Dado que se desconoce la vida útil del residuo, es fundamental señalar que la muestra del día 0 se descartada.

**Figura 52 Recolección de Residuos Sólidos Urbanos Domiciliarios**



Fuente: Elaboración propia por el equipo de trabajo

La generación per cápita del estudio se realizó durante 7 días y un día 0 (cero), obteniendo como resultado 0.40 kg/hab./día, conociendo este dato se podrá estimar la generación total domiciliaria anual, de esta forma es posible tomar decisiones técnicas operativas y administrativas para los residuos sólidos urbanos de la ciudad Lampa; cuya caracterización se realizó en marzo de 2020.

**Tabla 25 Generación Per-cápita de RSU Domiciliarios de Lampa**

Tipos de Residuos	Población	Generación Per Cápita (kg/Hab/día)	Generación total de residuos (kg/día)	Generación total de residuos (ton/día)	Generación total de residuos (ton/mes)	Generación total de residuos (ton/año)
2020	5,837	0.40	2334.8	2.33	70.05	840.60

Fuente: Elaboración propia por el equipo de trabajo

- Densidad de los Residuos Sólidos Domiciliarios

Para determinar la densidad de los desechos sólidos domésticos y no domésticos, se utilizó el método recomendado en la Guía ECRSM – MINAM, en el cual se utilizaron las siguientes formula N° 2. La densidad de los desechos sólidos domiciliarios recogidos durante 7 días en el año 2020, la densidad media es de 111.91 kg/m<sup>3</sup>, como se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 26 Densidad de los RSU Domiciliarios de la ciudad de Lampa**

N° día	Peso (kg)	Altura libre del cilindro (m)	Altura libre del cilindro (m)	Altura libre del cilindro (m)	Altura formula (m)	Volumen (m <sup>3</sup> )	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	Densidad promedio (kg/m <sup>3</sup> )
0	22.07	0.00	0.05	0.12	0.78	0.20	110.27	
1	17.20	0.05	0.10	0.15	0.76	0.19	95.16	
2	18.37	0.04	0.09	0.14	0.77	0.20	91.12	
3	20.54	0.00	0.08	0.13	0.77	0.20	104.30	
4	18.80	0.05	0.12	0.19	0.71	0.18	102.68	111.91
5	25.65	0.03	0.13	0.17	0.73	0.19	137.11	
6	22.12	0.03	0.12	0.17	0.74	0.19	116.71	
7	26.14	0.00	0.11	0.16	0.75	0.19	136.30	

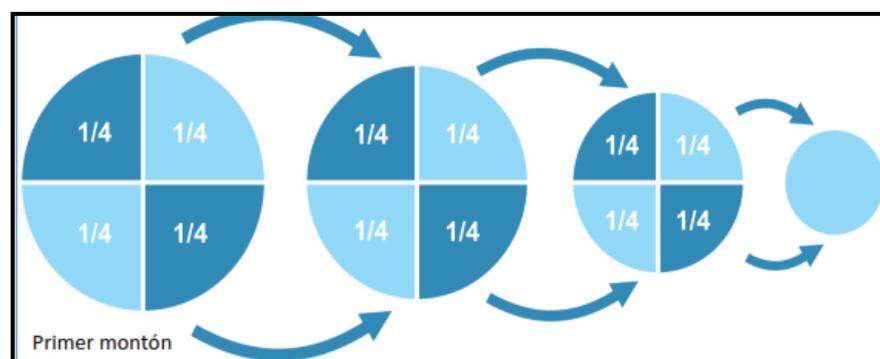
Fuente: Elaboración propia por el equipo de trabajo

- Composición física de los residuos sólidos domiciliarios

Se utilizó la metodología obtenida de la Guía ECRSM – MINAM, en la que se aplica el método del cuarteo que consiste en utilizar las muestras de un día de recolección,

y los desechos se colocarán sobre una base de plástico grande, luego se vierte las bolsas recolectadas formando un montículo, para homogeneizar la muestra, el residuo más voluminoso se tritura hasta un tamaño uniforme. En el caso de contar con una muestra de gran volumen, utilizando el método de cuarteo se divide en cuatro partes y se escogerá las dos partes opuestas para formar un montículo común, esta vez relativamente pequeño, los cuales se mezclarán y se dividirá en cuatro partes, luego se seleccionará las partes opuestas y se repetirá el proceso hasta que la muestra sea manejable según criterio propio.

**Figura 53 Método del cuarteo**



Fuente: Guía metodológica para el desarrollo del estudio de caracterización de residuos sólidos municipales (EC-RSM). MINAM

Luego, tomando en cuenta los datos de la Tabla 1, se separan y clasifican los componentes del último montículo. La composición se categoriza en bolsas, se pesa en una báscula y se calcula el porcentaje de cada componente en función al peso total de los desechos recogidos en un día. En la composición de desechos sólidos urbanos domiciliarios se obtuvo el siguiente resultado donde se puede observar en la table N° 27 el amplio porcentaje de materia orgánica con un 40.19%; papel 3.45%, cartón 3.38%, bolsas 4.74% que pueden ser segregados y reciclados; y los residuos inertes 18.27%, residuos sanitarios 9.89%,

**Tabla 27 Composición física de los RSU Domiciliarios de la ciudad de Lampa**

Tipo de residuos sólidos	Composición de Residuos Sólidos Domiciliaria									Domicilio
	Día 0	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Total	
	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	%
1. Materia Orgánica	7.36	9.02	12.58	7.36	8.2	6.38	9.58	14.55	75.03	39.64
2. Madera, Follaje	0.49	0.33	1.14	0.59	0.76	1.38	0.28	0.89	5.86	3.10
3. Papel	0.89	0.54	0.62	0.28	0.96	1.9	0.56	0.66	6.41	3.39
4. Cartón	0.63	0.32	1.09	0.98	0.98	1.29	0.43	0.74	6.46	3.41
5. Vidrio	4.62	0.65	0.39	0.43	0.66	0.25	1.4	0.39	8.79	4.64
6. Plástico PET	0.48	0.3	0.62	0.48	0.31	0.35	0.38	0.38	3.3	1.74
7. Plástico Duro	1.14	0.98	0.46	0.6	0.52	0.31	0.92	1.59	6.52	3.44
8. Bolsas	1.74	1.18	0.61	0.86	1.51	1.58	0.31	0.73	8.52	4.50
9. Cartón de jugos leche y jugos (Tetra Pack)	0.04	0.13	0.09	0.16	0.04	0.05	0.1	0.02	0.41	0.22
10. Tecnopor y similares	0.5	0.12	0.16	0.25	0.12	0.24	0.12	0.11	1.62	0.86
11. Metal	1.06	0.19	0.54	0.32	0.48	0.45	0.19	0.32	3.55	1.88
12. Telas, textiles	0.01	0.06	0.06	1.98	0.08	0.08	0.03	0.08	2.38	1.26
13. Caucho, cuero, jebe	0.23	0.05	0.08	0.13	0.14	0.14	0.28	0.56	1.61	0.85
14. Pilas	-	0.16	0.08	0.1	0.39	0.1	0.01	0.05	0.89	0.47
15. Restos de medicinas, focos, etc	0.03	0.01	0.01	0.04	0.23	0.03	0.01	0.47	0.83	0.44
16. Residuos Sanitarios	2.33	0.78	1.13	1.94	4.19	2.14	3.47	2.87	18.85	9.96
17. Residuos Inertes	4.23	2.07	2.9	7.35	2.35	8	4.63	2.24	33.77	17.84
18. Otros (Específica)	0.35	0.36	0.58	0.15	0.38	0.22	0.06	0.35	2.45	1.29
19. Envolturas de golosinas	0.11	0.25	0.17	0.21	0.19	0.48	0.28	0.17	1.86	0.98
20. Residuos de aparatos electrónicos	0.06	-	0.03	0.02	0.01	0.01	0.05	-	0.18	0.10
<b>Total</b>									<b>189.29</b>	<b>100</b>

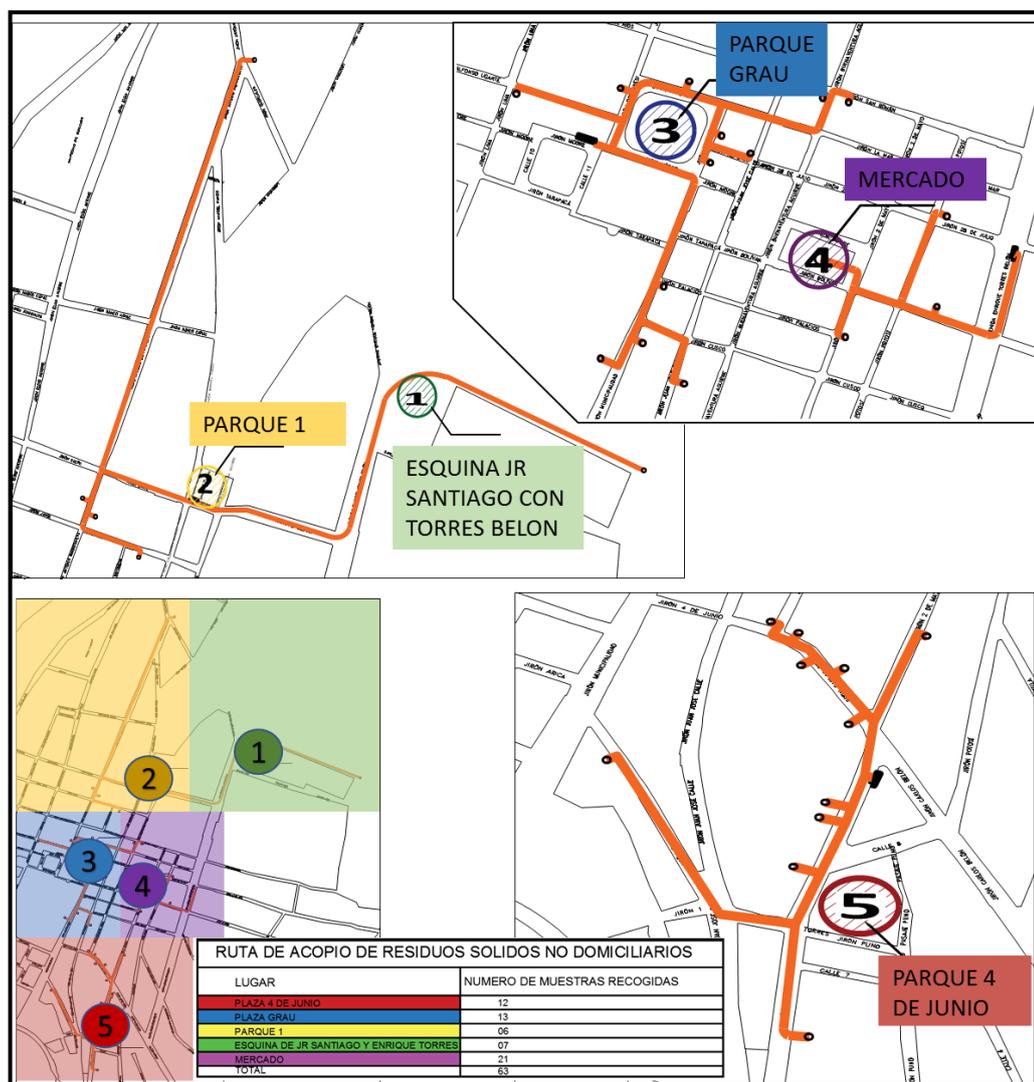
Fuente: Elaboración propia por el equipo de trabajo

### Caracterización de Residuos Sólidos No Domiciliarios

- Generación per cápita de los residuos sólidos no domiciliarios

Para determinar la generación per cápita de los residuos sólidos no domésticos se evaluaron a los instituciones comerciales, públicas y privadas, considerando su disposición laboral realizar la recolección por 7 o 5 días, considerando el día 0 (cero). Se contó con una muestra de 63 establecimientos, para los puntos de recolección se establecieron zonas de concentración, mayor grado de afluencia y de fácil acceso.

**Figura 54 Recolección de Residuos Sólidos Urbanos No Domiciliarios**



Fuente: Elaboración propia por el equipo de trabajo

Mediante la recolección en el año 2020 se obteniendo como resultado 0.78 kg/hab./día, conociendo este dato se podrá estimar la generación total no domiciliaria anual, con ello se permitirá tomar decisiones técnicas operativas y administrativas para los desechos sólidos urbanos de la ciudad Lampa.

*Tabla 28 Generación Per-cápita de RSU No Domiciliarios de Lampa*

<b>Tipos de Residuos</b>	<b>Población</b>	<b>Generación Per Cápita (kg/Hab/día)</b>	<b>Generación total de residuos (kg/día)</b>	<b>Generación total de residuos (ton/día)</b>	<b>Generación total de residuos (ton/mes)</b>	<b>Generación total de residuos (ton/año)</b>
<b>No Domiciliario</b>						
<b>Establecimi. comerciales</b>	650	0.62	403.00	0.40	12.09	145.08
<b>Inst. públicas y privadas</b>	880	0.94	827.20	0.82	25.64	307.72
<b>TOTAL</b>	1530	0.78	1230.20	1.22	37.73	452.80

Fuente: Elaboración propia por el equipo de trabajo

- Densidad de los Residuos Sólidos No Domiciliarios

La densidad de los residuos sólidos de establecimientos comerciales se recolecto durante 5 días en el año 2020, considerando la fórmula de densidad, obteniendo una densidad promedio de 63.79 kg/m<sup>3</sup>, la cual se evidencia en la tabla 29.

*Tabla 29 Densidad de los RSU no domiciliarios*

<b>Peso (kg)</b>	<b>Altura libre del cilindro (m)</b>	<b>Altura libre del cilindro (m)</b>	<b>Altura libre del cilindro (m)</b>	<b>Altura formula (m)</b>	<b>Volumen (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Densidad (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Densidad promedio (kg/m<sup>3</sup>)</b>
<b>6.18</b>	0.00	0.06	0.12	0.80	0.20	30.20	63.79
<b>20.25</b>	0.00	0.10	0.13	0.74	0.19	105.66	
<b>12.25</b>	0.04	0.14	0.14	0.71	0.18	66.79	
<b>5.85</b>	0.04	0.13	0.22	0.72	0.19	31.56	
<b>3.60</b>	0.19	0.28	0.34	0.58	0.15	24.11	
<b>8.91</b>	0.00	0.10	0.17	0.74	0.19	46.77	
<b>15.80</b>	0.12	0.19	0.17	0.66	0.17	93.00	
<b>9.16</b>	0.03	0.12	0.16	0.73	0.19	48.50	

Fuente: Elaboración propia por el equipo de trabajo



La densidad de los desechos sólidos de establecimientos públicas y privadas se recolecto durante 5 días en el año 2020, obteniendo una densidad promedio de 106.04 kg/m<sup>3</sup>, la cual se evidencia en la tabla 30.

*Tabla 30 Densidad de los RSU no domiciliarios*

N° día	Peso (kg)	Altura libre del cilindro (m)	Altura libre del cilindro (m)	Altura libre del cilindro (m)	Altura formula (m)	Volumen (m <sup>3</sup> )	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	Densidad promedio (kg/m <sup>3</sup> )
0	13.33	0.00	0.10	0.12	0.77	0.20	67.47	
1	10.20	0.12	0.22	0.25	0.64	0.17	61.67	106.04
2	11.20	0.45	0.49	0.53	0.36	0.09	122.56	
3	8.47	0.07	0.15	0.19	0.70	0.18	46.87	
4	8.69	0.35	0.41	0.43	0.45	0.12	74.81	
5	30.31	0.30	0.33	0.35	0.53	0.14	224.28	

Fuente: Elaboración propia por el equipo de trabajo

- Composición física de los residuos sólidos no domiciliarios

La composición de desechos sólidos urbanos no domésticos se determinó mediante el método del cuarteo mencionado anteriormente, con el que se obtuvo el siguiente resultado donde se obtiene el amplio porcentaje de materia orgánica con un 30.91% el cual será considerada para el diseño de un biodigestor; papel 13.46%, cartón 4.90%, bolsas 4.76% que pueden ser segregados y reciclados; y los residuos inertes 20.04%, residuos sanitarios 6.11%.

**Tabla 31 Composición física de los RSU No Domiciliarios de Lampa**

Tipo de residuos sólidos	Composición de Residuos Sólidos Instituciones Educativas y establecimientos							Composición porcentual
	Sab	Lun	Mar	Mier	Jue	Vie	Total	
	Día 0	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5		
	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	
1.Materia Orgánica	4.33	2.56	3.6	7.19	3.8	5.14	26.57	30.91
2.Madera, Follaje	0.35	0.01	0.1	0.07	0.81	0.79	2.11	2.45
3. Papel	1.93	1.03	0.7	2.47	1.53	3.9	11.57	13.46
4. Cartón	0.7	0.51	0.6	1.02	0.99	0.4	4.21	4.90
5. Vidrio	0.2	0.02		0.4	0.5	0.3	1.42	1.65
6. Plástico PET	0.54	0.21	0.5	0.7	0.78	0.55	3.25	3.78
7. Plástico Duro	0.34	0.36	0.6	0.48	0.36	0.16	2.25	2.62
8. Bolsas	0.68	0.27	0.5	0.95	0.69	1.03	4.09	4.76
9. Tetra - Pak	0.24	0.08	0.1	0.26	0.4	0.32	1.44	1.68
10.Tecnopor y similares	0.26	0.26	0.1	0.22	0.29	0.4	1.56	1.81
11. Metal	0.13	0.01	0.2	0.16	0.16	0.17	0.79	0.92
12. Telas, textiles	0.03			0.04	0.03	0.03	0.13	0.15
13.Caucho, cuero, jebe	0.1	0.04		0.01	0.26	0.09	0.5	0.58
14. Pilas		0.02					0.02	0.02
15.Restos de medicinas, focos, etc.					0.01		0.01	0.01
16.Residuos Sanitarios	0.78	0.89	1.6	1.06	0.5	0.43	5.25	6.11
17. Residuos Inertes	2.87	0.66	0.2	5.19	3.74	4.6	17.23	20.04
18. Otros	0.69	0.07	0.3	0.15		0.5	1.7	1.98
19. Envolturas de golosinas.	0.31	0.11	0.3	0.54	0.25	0.39	1.86	2.16
<b>Total</b>							<b>85.96</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Elaboración propia por el equipo de trabajo

### **Análisis de la caracterización de RSU en el distrito de Lampa**

El estudio de caracterización de residuos sólidos se realizó en condiciones normales en marzo del año 2020, obteniendo los datos de generación, densidad y composición. Para la generación de desechos sólidos per cápita, es el promedio de la producción per cápita domiciliaria y no domiciliaria, teniendo como resultado 0,59 kg/persona/día en la ciudad de Lampa.

**Tabla 32 Generación per cápita promedio para el año 2020**

<b>Tipos de Residuos</b>	<b>Generación Per Cápita (kg/Hab/día)</b>
Domiciliarios 2020	0.40
No domiciliarios 2020	0.78
<b>Promedio</b>	<b>0.59</b>

Fuente: Elaboración propia por el equipo de trabajo

Conociendo la generación per cápita de los desechos domiciliarios y no domiciliarios es posible conocer la generación total de residuos sólidos en toneladas / año en el distrito de Lampa.

**Tabla 33 Generación promedio de RSU en el distrito de Lampa**

<b>AÑO</b>	<b>Población Urbana Domicil.</b>	<b>Población Urbana No domicil</b>	<b>GPC Domicil. (kg/Hab /día)</b>	<b>GPC No Domicil. (kg/Hab /día)</b>	<b>GPC kg/Hab /día Prom.</b>	<b>GPC (ton/día Domicil</b>	<b>GPC No Domicil</b>	<b>Total de residuos ton/día</b>	<b>Total de residuos ton/año</b>
<b>2020</b>	5,837	1530	0.40	0.78	0.59	2.33	1.19	3.52	<b>1198.38</b>

Fuente: Elaboración propia por el equipo de trabajo

La composición física de los residuos se analiza en dos grupos prioritarios, desechos sólidos domiciliarios y no domiciliarios, los cuales determinaran el promedio final de los tipos de residuos generados en la ciudad de Lampa, la cual se evidencia en la tabla.

**Tabla 34 Tipo de residuos sólidos promedio de la ciudad de Lampa**

Tipo de residuos sólidos	Domiciliario	No domiciliarios	Promedio
	%	%	%
1. Materia Orgánica	39.64	30.91	35.27
2. Madera, Follaje	3.10	2.45	2.78
3. Papel	3.39	13.46	8.42
4. Cartón	3.41	4.90	4.16
5. Vidrio	4.64	1.65	3.15
6. Plástico PET	1.74	3.78	2.76
7. Plástico Duro	3.44	2.62	3.03
8. Bolsas	4.50	4.76	4.63
9. Cartón Multilaminado de leche y jugos (Tetra Pack)	0.22	1.68	0.95
10. Tecnopor y similares	0.86	1.81	1.34
11. Metal	1.88	0.92	1.40
12. Telas, textiles	1.26	0.15	0.70
13. Caucho, cuero, jebe	0.85	0.58	0.72
14. Pilas	0.47	0.02	0.25
15. Restos de medicinas, focos, etc.	0.44	0.01	0.23
16. Residuos Sanitarios	9.96	6.11	8.03
17. Residuos Inertes	17.84	20.04	18.94
18. Otros (Especificar)	1.29	1.98	1.64
19. Envolturas de golosinas.	0.98	2.16	1.57
20. Residuos de aparatos electrónicos.	0.10		0.10
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100.0</b>

Fuente: Elaboración propia por el equipo de trabajo

### **3.8.2 Infraestructura de Transformación**

#### **Alternativas tecnológicas sostenibles**

Según la Comisión Económica para América Latina y el Caribe considera que, una vez recolectados los residuos sólidos, se pueden tratar beneficiosamente mediante la aplicación las tecnologías mecánicas, térmicas y biológicas, según la composición de los residuos obtenidos.

Para ello se realizó el estudio de caracterización en la ciudad de Lampa, de acuerdo a los lineamientos del MINAM, donde se obtuvo la composición de los residuos como se muestra en la Tabla 34, para obtener los tres tipos de tecnologías se agruparon los residuos según sus valores de tratamiento biológico, mecánico y térmicos, considerando estos porcentajes en todo el diseño de la infraestructura, la cual se evidencia en la tabla 35.

**Tabla 35 Composición de RSU según tratamientos seleccionados**

	<b>Tipo de residuos sólidos</b>	<b>Promedio (%)</b>	<b>Promedio Agrupado (%)</b>
Tratamiento Biológico	Materia Orgánica	35.27	38.00
	Madera, Follaje	2.78	
Tratamiento Mecánico	Papel	8.42	30.00
	Cartón	4.16	
	Vidrio	3.15	
	Plástico PET	2.76	
	Plástico Duro	3.03	
	Bolsas	4.63	
	Cartón Multilaminado de leche y jugos (Tetra Pack)	0.95	
	Metal	1.40	
	Telas, textiles	0.70	
	Caucho, cuero, jebe	0.72	
	Residuos de aparatos electrónicos	0.10	
	Pilas	0.25	
	Restos de medicinas, focos, etc.	0.23	
	Tratamiento Térmico	Residuos Sanitarios	
Residuos Inertes		18.94	
Tecnopor y similares		1.34	
Otros (Especificar)		1.64	
Envolturas de golosinas.		1.57	
	<b>Total</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>

Fuente: Elaboración propia por el equipo de trabajo

Con los porcentajes según los tipos de tratamientos se podrá programar, dada la composición de residuos sólidos en nuestra realidad, por lo tanto, se iniciará con el tratamiento mecánico, proceso de selección donde se prioriza el reciclaje, transformando los residuos en nuevos recursos, seguidamente la reutilización alargando la vida útil de



los residuos y finalmente la reducción generando menos residuos. Según la agrupación de residuos se cuenta con el 30% del total de residuos generados, dentro del tratamiento mecánico.

Se debe contemplar que el tratamiento mecánico es el punto de partida para la separación de la materia orgánica esto quiere decir que se debe aumentar el 38% que le corresponde, una vez separada la materia orgánica pasara al tratamiento biológico donde los residuos se convierten en biogás que alimentaran a las calderas del tratamiento de valoración energética, la materia orgánica que queda se podrá utiliza como compostaje para biohuertos.

Después de separar los residuos reciclajes y orgánicos, quedan los residuos inaprovechables que no pueden ser tratados, que corresponde al 32.00 % los cuales podrán ser transformados en energía, mediante la turbina, para finalmente ser inyectada a la red pública.

### **Arquitectura industrial**

Una arquitectura industrial debe mantener el equilibrio entre lo estético y lo funcional. Los datos elegidos según la encuesta en la pregunta del color que representa a la ciudad de Lampa el 78.50 % respondió el color rosado, esto se debe a que la ciudad de Lampa es denominada como la “ciudad rosada” por la arcilla Chocorosi que colorea sus fachadas traídas de los cerros, el segundo color es el celeste con 11.10 % la cual la población lo relaciona con el rio Lampa y el cielo en días despejados.

Según datos obtenidos en la encuesta de la expresión artística que representa a la ciudad de Lampa, arrojo un resultado de 54.80 % la danza, debido a que es una expresión de la cultura que manifiesta la riqueza de las tradiciones, como segunda opción se tiene



la música con 23.7 %, siendo esta un soporte natural para expresar los movimientos de la danza.

### **Economía Circular**

La economía circular pretende aprovechar al máximo los recursos, propone una nueva idea para “reducir, reutilizar y reciclar” mediante la aplicación de tecnologías limpias para lograr para lograr una transformación más eficiente. Siendo el residuo el actor principal, para convertirse en materia prima ya sea de naturaleza orgánica o de origen tecnológico, imitando a la naturaleza para conectarse con ella.

De los datos recolectados en la encuesta, un tratamiento adecuado de residuos sólidos ayudará a proteger el medio ambiente, se obtuvo que el 80.00 % fue afirmativo, esto debido a los programas de conciencia ambiental que en los últimos otros; fue calando en cada ciudadano, sabiendo que aún existe una brecha por cubrir, con el fin de máximo de la conservación del medio ambiente.

## CAPITULO IV

# RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 RESULTADOS

#### *4.1.1 Residuos Solidos*

##### **Caracterización de Residuos Sólidos Domiciliarios**

En 2020, la generación de residuos domésticos per cápita obtenidos en la ciudad de Lampa es de 0,40 kg/persona/día, con un total de 745,48 toneladas/año, la densidad promedio es de 111,91 kg/m<sup>3</sup> y la composición física de los residuos es de 39,64% de materia orgánica, residuos inertes 17,84%, residuos domésticos 9,96%, vidrio 4,64%, bolsas 4,5%, plástico duro 3,44% y papel 3,39%.

##### **Caracterización de Residuos Sólidos No Domiciliarios**

En 2020, la generación de residuos no domésticos per cápita obtenidos en la ciudad de Lampa es de 0.78 kg/Hab./día, produciendo un total 452.80 toneladas al año; la densidad promedio de 63.79 kg/m<sup>3</sup>, la composición física de los residuos con mayor proporción es la materia orgánica 30.91%, residuos inertes 20.04%, papel 13.46%, residuos sanitarios 6.11%, cartón 4.90% y bolsas 4.76%.

La generación per cápita promedio de la ciudad de lampa para el año 2020 es de 0.59 kg/Hab./día, y la producción anual promedio es de 1198.28 toneladas; la densidad promedio de 98.41 kg/m<sup>3</sup>, y el porcentaje más alto de la composición física de los residuos es la materia orgánica 35.27%, residuos inertes 18.94%, papel 8.42%, residuos sanitarios 8.03%, bolsas 4.63% cartón 4.16% y plástico PET 2.76%.



#### ***4.1.2 Infraestructura de Transformación***

##### **Alternativas Tecnológicas**

Las alternativas tecnológicas estarán enfocadas en la composición de los residuos sólidos obtenidos en la caracterización, llegando a agruparlos en tres tipos de tratamiento mecánico que representa el 30%, biológico 38% y valorización energética 32% del volumen total de residuos sólidos obtenidos, el cual se aplicara a los 50 años de proyección de la propuesta.

##### **Arquitectura Industrial**

La función estará definida por el proceso de transformación de los residuos sólidos, logrando la eficiencia de cada tratamiento, por otro lado, la forma estará relacionada con el contexto y perfil de la zona, además se tomará en cuenta los resultados de las encuestas, donde el color que representa a Lampa es el rosado, en segundo lugar, el celeste. Considerando las expresiones artísticas como la danza y la música como concepto arquitectónico.

##### **Economía Circular**

La economía circular es un concepto basado en la sostenibilidad, por ellos la infraestructura tendrá que responder a estos principios considerando tecnologías limpias que aporten a la autosuficiencia de la infraestructura, así mismo la población encuestada opina en su mayoría que una transformación optima de los desechos aportara a la conservación ambiental, por ello es fundamental responder a esta necesidad desde un punto social, económico y ambiental.

### 4.1.3 Propuesta Operativa

#### 4.1.3.1 Programación Operativa

La programación operativa se basa en el análisis de los resultados alcanzados y la normativa nacional e internacional que rige actualmente, obteniendo datos de la caracterización a través de la composición de los residuos sólidos generados en la ciudad de Lampa, teniendo en cuenta adicionalmente el volumen de residuos sólidos en la Provincia de Lampa, teniendo así el volumen total para tratar, los cuales se agruparon según tratamiento, y se evidencian en la próxima tabla:

**Tabla 36 Residuos sólidos 2020 por Tratamientos**

Distrito de Lampa para el año 2020			= 1198.28 Ton/año
Provincia de Lampa para el año 2020			= 4324.00 Ton/año
<b>Generación de residuos para el año 2020</b>			<b>= 5522.28Ton/año</b>
Tratamiento Biológico	Tratamiento Mecánico	Tratamiento Térmico	
38%	30%	32%	
<b>2098.47 Ton/año</b>	<b>1656.68 Ton/año</b>	<b>1767.13 Ton/año</b>	

Fuente: Elaboración propia por el equipo de trabajo

Es fundamental conocer la normativa nacional e internacional para lograr la programación operativa, por ello se tomó en cuenta la “Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos” (Decreto Legislativo N° 1278), “Título IX Infraestructuras para la Gestión y Manejo de Residuos Sólidos”, Capítulo I “Condiciones generales para la implementación de infraestructuras de residuos sólidos” y Capítulo III donde se especifica la implementación de las Plantas de Valorización de Residuos Sólidos y sus condiciones generales de implementación.



Esta norma delimita los aspectos funcionales, ambientales, social y económico que deberá tener nuestra propuesta por ello se consideran los siguientes puntos fundamentales a los cuales debe responder el proyecto:

- La propuesta será netamente industrial por ende quedaran excluidos otros fines como vivienda, comercio y crianza de animales.
- Nuestra propuesta garantizara el acceso a la infraestructura, sin obstruir el tránsito peatonal o vehicular.
- Se proveerán servicios básicos como agua, alcantarillado y electricidad.
- Las áreas de eliminación de desechos deben estar separadas de las áreas administrativas.
- Se dispondrá de sanitarios y vestuarios teniendo en cuenta las necesidades de cada zona.
- Las áreas de tránsito y seguridad, se señalarán según corresponda.
- Poseer áreas de maniobra y operación de vehículos y equipos sin interrumpir las actividades operativas de la infraestructura.
- Se contará con sistemas de ventilación e iluminación que favorezcan el funcionamiento de cada área.
- Habrá rutas de evacuación de aguas pluviales adecuadas
- Existirán barreras naturales y/o artificiales alrededor de la infraestructura
- Para la valorización de los residuos orgánicos se utilizará la producción de energía o mejoramiento de suelo, mediante el uso del compostaje, considerando también otras alternativas de valorización de ser el caso.
- Las tecnologías aplicadas deberán ser técnica y económicamente viable, y además deberán estar en armonía con el medio ambiente. Considerando así

tecnologías que requieren el menor recursos energético posible sin perder su capacidad de eficiencia.

- Para la valorización energética se deberán considerar los aspectos ambientales de la Directiva Europea que establece las emisiones mínimas de gases de efecto invernadero para lograr una mayor eficiencia en este ámbito.

**Tabla 37 Programación cualitativa operativa**

ZONA	AREA GENERAL	AMBIENTES Y/O AREAS	NECESIDAD	ACTIVIDAD	AREA PARCIAL (M2)	EQUIPAMIENTO BASICO	ILUMINACION Y VENTILACION
AREA TÉCNICA Y OPERATIVA		HALL Y ESPERA	Espacio para recepcion y espera del personal	Esperar	71.50	Sillas	Natural
		SECRETARIA	Espacio para atencion y orientacion	Orientar y atencion al publico	7.20	Sillas, escritorio y estantes	Natural
		DIRECCION DE ÁREA ELECTROMECAÁNICA	Espacio para la direccion electromecanica del T.M.	Organizar y dirigir	11.52	Sillas, escritorio y estantes	Natural
		AREA MECANICA	Espacio para el área mecanica del T.M.	Controlar, vigilar	11.52	Sillas, escritorio y estantes	Natural
		AREA ELECTRICA	Espacio para el área electrica del T.M.	Controlar, vigilar	11.52	Sillas, escritorio y estantes	Natural
		AULA PARA CAPACITADORES	Espacio para capacitar al personal	Capacitar, explicar	84.00	Sillas y escritorio de exposicion	Natural
		SALA DE ESPERA 2	Espacio para recepcion y espera del personal	Esperar	42.00	Sillas	Natural
		OFICINA DE REGISTRO	Espacio para registro	Registrar	11.36	Sillas, escritorio y estantes	Natural
		TOPICO	Espacio para topico	Atender, diagnosticar	42.00	Sillas, escritorio, estantes y camillas	Natural
	TRATAMIENTO MECÁNICO	AREA DE SEPARACION Y RECUPERACION MECÁNICA	PESAJE	Espacio para pesar los camiones de R.S.U.	Pesar, calcular	18.00	Bascula
ÁREA DE RECEPCION DE RESIDUOS SOLIDOS			Recepcionar los residuos solidos	Recepcionar	18.00	Maquinaria embudo para R.S.	Natural
SEPARACION TROMMEL			Separar materia orgánica y no organica	Separar, seleccionar	54.00	Maquinaria trommel	Natural
SEPARACION BALISTICA			Separar materia 3D, finos y 2D	Separar, seleccionar	14.08	Maquinaria separador balistico	Natural
SEPARADOR MAGNETICO			Separar metales ferricos y no ferricos	Separar, seleccionar	3.78	Maquinaria separador magnetico	Natural
SELECCIÓN FOCOULT			Separar metales ferricos y no ferricos, no metales	Separar, seleccionar	14.30	Maquinaria seleccionador focoult	Natural
SEPARACION ÓPTICA			Separar metales por su composición, forma y color	Separar, seleccionar	13.20	Maquinaria separador optico	Natural
PRENSADO			Espacio de prensado de residuos seleccionados	Prensar	84.00	Maquina de prensado	Natural
BANDA TRANSPORTADORA			Maquinarias para transportar residuos solidos	Transportar	22.50	Maquina de banda transportadora	Natural
ALMACEN DE PRODUCTOS			Espacio para almacenar los residuos ya seleccionados	Almacenar	42.00	Estantes	Natural
ZONA RECHAZO (RESIDUOS INERTES)			Espacio de residuos inertes para T.V.E	Rechazar	42.00	Bunker	Natural
ESTACIONAMIENTO DE CARRO ELECTRICO			Espacio para estacionar los carros electricos	Estacionar, parquear	126.00	-----	Natural
BUNKER DE RESIDUOS ORGÁNICOS			Espacio de residuos organicos para T.B.	Rechazar	63.00	Bunker	Natural
CUARTO DE MAQUINAS	Espacio para maquinarias del biodigestor	Controlar	40.68	Maquina de control del biodigestor	Natural		



ÁREA GENERAL	AMBIENTES Y/O AREAS	NECESIDAD	ACTIVIDAD	ÁREA PARCIAL (M2)	EQUIPAMIENTO BÁSICO	ILUMINACIÓN Y VENTILACIÓN
<b>TRATAMIENTO MECÁNICO</b>	<b>ÁREA DE EDUCACION</b>	AREA DE INFORMACION	Espacio para información al público	11.23	Sillas, escritorio y estantes	Natural
		RECORRIDO DEL PROCESO	Espacio para recorrido de los procesos	70.00	-----	Natural
		TERRAZA	Espacio para contemplar el exterior	84.00	-----	Natural
		EXPOSICION PERMANENTE	Espacio de exposicion del proceso	42.00	Estantes de exposicion	Natural
<b>SS. HH. Y DUCHAS</b>	SS.HH. MUJERES	Necesidades fisiologicas	Habitos personales	3.30	Bateria de SS.HH.	Natural
	DUCHAS Y VESTIDORES MUJERES	Necesidades fisiologicas	Habitos personales	3.90	Bateria de SS.HH.	Natural
	SS.HH. VARONES	Necesidades fisiologicas	Habitos personales	2.84	Bateria de SS.HH.	Natural
	DUCHAS Y VESTIDORES VARONES	Necesidades fisiologicas	Habitos personales	3.30	Bateria de SS.HH.	Natural
<b>PATIO DE MANIOBRAS</b>	PATIO DE MANIOBRAS	Espacion para realizar maniobras de vehículos	Maniobrar, estacionar	3500.00	-----	Natural

Fuente: Elaborado por equipo de trabajo

**Tabla 38 Programación Cuantitativa Operativa**

ZONA	ÁREA GENERAL	AMBIENTES Y/O AREAS	Nº	ÁREA UNITARIA (M2)	ÁREA PARCIAL (M2)	ÁREA TOTAL (M2)
<b>TRATAMIENTO MECÁNICO</b>	<b>ÁREA TÉCNICA Y OPERATIVA</b>	HALL Y ESPERA	1	71.50	71.50	292.62
		SECRETARIA	1	7.20	7.20	
		DIRECCION DE ÁREA ELECTROMECAÁNICA	1	11.52	11.52	
		AREA MECANICA	1	11.52	11.52	
		AREA ELECTRICA	1	11.52	11.52	
		AULA PARA CAPACITADORES	2	42.00	84.00	
		SALA DE ESPERA 2	1	42.00	42.00	
		OFICINA DE REGISTRO	1	11.36	11.36	
		TOPICO	1	42.00	42.00	
		<b>ÁREA DE SEPARACION Y RECUPERACIÓN MECÁNICA</b>	PESAJE	1	18.00	
	ÁREA DE RECEPCION DE RESIDUOS SOLIDOS		1	18.00	18.00	
	SELECCIÓN MANUAL DE SUBPRODUCTOS		1	19.50	19.50	
	SEPARACION TROMMEL		1	54.00	54.00	
	SEPARACION BALISTICA		1	14.08	14.08	
	SEPARADOR MAGNETICO		1	3.78	3.78	
	SELECCIÓN FOCOULT		1	14.30	14.30	
	SEPARACION ÓPTICA		1	13.20	13.20	
	PRESADO		1	84.00	84.00	
	BANDA TRANSPORTADORA		3	22.50	67.50	
	<b>ÁREA DE EDUCACION</b>	ALMACEN DE PRODUCTOS	3	42.00	126.00	245.23
ZONA RECHAZO		1	42.00	42.00		
ESTACIONAMIENTO PARA CARRO ELECTRICO PORTATIL		1	126.00	126.00		
BUNKER DE RESIDUOS SOLIDOS		1	63.00	63.00		
CUARTO DE MAQUINAS		1	40.68	40.68		
AREA DE INFORMACION		1	11.23	11.23		
RECORRIDO DEL PROCESO		1	70.00	70.00		
TERRAZA		1	84.00	84.00		
EXPOSICION PERMANENTE		2	40.00	80.00		
<b>SERVICIOS HIGIENICOS Y DICHAS</b>		DUCHAS ANTIVACTERIALES	2	2.84	5.67	
	SS.HH. MUJERES	7	3.30	23.10		
	DUCHAS Y VESTIDORES PARA MUJERES	8	3.90	31.20		
	SS.HH. VARONES	5	2.84	14.18		
	DUCHAS Y VESTIDORES PARA VARONES	7	3.30	23.10		
<b>PATIO DE MANIOBRAS</b>	PATIO DE MANIOBRAS	1	3,500.00	3,500.00	3,500.00	
<b>ÁREA PARCIAL</b>						<b>4,839.13</b>

Fuente: Elaborado por equipo de trabajo

#### 4.1.3.2 Propuesta Operativa

La propuesta operativa se efectúa en base a los criterios y normas mencionados en el ítem anterior, adicionalmente se considera los principios ordenadores de la arquitectura. Se realiza la idea primigenia geométrica en 3D tal como se observa en las figuras 58 y 59.

*Figura 55 Geometría primigenia en volumen de zona industrial*



Fuente: Elaborado por equipo de trabajo

*Figura 56 Geometría primigenia en volumen de zona administrativa*



Fuente: Elaborado por equipo de trabajo

## 4.2 DISCUSION

### *4.2.1 Objetivo General*

De acuerdo a la interpretación realizada las características arquitectónicas serán enfocadas a la industria de transformación de residuos sólidos urbanos, que responderá a la función, forma y espacio acorde con el contexto y tradiciones de la provincia de Lampa, lo cual concuerda con la propuesta planteada en la planta de Termovalorización en México que la representa de la misma manera, la propuesta tiene un enfoque sostenible debido a que tratara todos los tipos de desechos sólidos que ingresen a la infraestructura, basándose en un economía circular que busca la circulación de los procesos de forma ilimitada, evitando descargar al medio ambiente.

### *4.2.2 Objetivo Especifico 1*

De acuerdo al análisis realizado para poder identificar las alternativas tecnológicas de una infraestructura de transformación de residuos sólidos, llegamos al siguiente resultado que según la (Comisión Económica para América Latina y el Caribe , 2016) considera que los tratamientos para la valorización de los residuos requieren ser sometidos a tratamientos mecánicos, térmicos y biológicos. Lo que coincide con la identificación de alternativas sostenibles de los resultados, con la diferencia que, en el tratamiento térmico, se adiciono la valorización energética lo que coincide con la Planta de Termovalorización en México, antecedente internacional; identificando el valor energético de los residuos y transfórmalos en energía eléctrica para ser inyectada a la red pública.

### *4.2.3 Objetivo Especifico 2*

Respecto a la forma, organización espacial y mimetización con el entorno, la composición de la propuesta plantea la composición espacial lineal y agrupada, generada



por una trama ortogonal que contribuya al funcionamiento y relación de las distintas zonas del proyecto. Así mismo la composición volumétrica, responde a las formas rectangulares y solidas representativas de la ciudad de Lampa. En cuanto a la circulación se debe diferenciar dentro del proyecto cuatro tipos de usuarios personal administrativo, personal técnico, personal de servicio y los visitantes, por lo que los desniveles y la organización de las zonas volumétricas ayudan a diferenciar las circulaciones horizontales y evitar que los flujogramas se crucen. Lo cual coincide con los proyectos referenciales, los cuales muestran en su mayoría un procesamiento lineal de residuos sólidos urbanos con una circulación horizontal.

La funcionalidad que presenta el proyecto está determinada por las actividades a realizar en el procesamiento de transformación y recuperación de los desechos sólidos de la ciudad de lampa. El proyecto analiza los diagramas de funcionamiento y las relaciones funcionales de los espacios de acuerdo a la cantidad de desechos sólidos urbanos que se transformarán y recuperarán en las distintas zonas que comprende el proyecto. Para lo cual aplica el método de Gouchert para la determinación de áreas.

#### ***4.2.4 Objetivo Especifico 3***

Según lo planteado por (Lett, 2014, pág. 1) el concepto de economía circular propone un cambio de paradigma al “reducir, reutilizar y reciclar” para una transformación más eficiente, reduciendo así el impacto de las actividades humanas en el medio ambiente. Dicho modelo se enfoca en los residuos sólidos y le otorga el papel de materia prima para transformarlo en nuevos materiales o energía eléctrica, estos procesos imitan la naturaleza mediante la recirculación lo que coincide con la propuesta planteada, ya que se utilizaran tecnologías limpias como los techos verdes que según Lopez et al, 2019 propone la reutilización de aguas pluviales para el riego del área verdes, en la propuesta se aplicara en el riego del biohuerto aportando a la eficiencia del cultivo.

La propuesta plantea paneles solares para producir energía renovable. Según (Arencibia, 2016), los paneles están dispuestas al norte, para proporcionar un voltaje adecuado para el suministro eléctrico, El panel capta la energía solar y la convierte en electricidad en forma de corriente continua. Se almacena en el acumulador y se puede utilizar fuera del día. El módulo fotovoltaico acepta radiación directa y difusa y puede generar electricidad incluso en días nublados, lo cual está acorde a la propuesta.

#### ***4.2.5 Propuesta Prospectiva***

##### **4.2.5.1 Programación Prospectiva**

La escala de la infraestructura de transformación depende de la cantidad de desechos sólidos generados en el distrito y provincia de Lampa, provincia de San Román y por último en la Región de Puno, esto según las recomendaciones del SINIA además se debe conocer la tasa de crecimiento poblacional estimado en 10 a 50 años, adicional a ello se debe conocer la producción per cápita. Los datos de población y tasas de crecimiento se toman de censo del 2017 de INEI, y los datos de generación per cápita de cada provincia se obtuvo del MINAM, y se evidencia en la tabla.

***Tabla 39 Población, tasa de crecimiento y generación per cápita 2020***

<b>2020</b>	<b>Población</b>	<b>Tasa de crecimiento</b>	<b>Generación per cápita</b>
Distrito de Lampa	5837.48	1.10	0.59
Provincia de Lampa	18998.71	1.10	0.59
Provincia San Román	293786.53	2.50	0.60
Región Puno	369372.98	0.80	0.58

Fuente: Elaboración propia por el equipo de trabajo

Considerando la información mencionada se podrá realizar para la estimación de la población en 50 años, conociendo su generación per cápita se hallará el volumen en

toneladas por año de residuos sólidos en el distrito y provincia de Lampa, provincia de San Román y región de Puno, el cual se evidencia en la tabla.

**Tabla 40 Estimación de generación por etapas de los residuos sólidos**

	Primera Etapa		Segunda Etapa		Tercera Etapa	
	2020 (Ton/año)	2030 (Ton/año)	2031 (Ton/año)	2050 (Ton/año)	2051 (Ton/año)	2070 (Ton/año)
Distrito de Lampa	1198.28	1364.84	1390.16	1978.99	2016.51	2890.98
Provincia de Lampa	4324.00	4916.2	5010.9	7104.5	7202.5	9371.6
Provincia San Román	-	-	80358.2	170628.0	174880.9	279304.6
Región Puno	-	-	-	-	278385.3	326480.2
<b>TOTAL</b>	<b>5522.28</b>	<b>6085.3</b>	<b>86561.7</b>	<b>179472.6</b>	<b>462243.9</b>	<b>617755.8</b>

Fuente: Elaboración propia por el equipo de trabajo

Conociendo el porcentaje promedio de los residuos sólidos por tratamiento biológico, mecánico y de valorización energética, se hará el cálculo para el año 2002 hasta el 2070 considerando la proyección de 50 años, el cálculo para el 2070 será el siguiente:

**Tabla 41 Residuos sólidos según porcentaje de tratamiento para el 2070**

<b>Generación de residuos para el año 2070 = 617,755.80 Ton/año</b>		
Tratamiento Biológico 38%	Tratamiento Mecánico 30%	Tratamiento Térmico 32%
234,747.20 Ton/año	185,326.74 Ton/año	197,681.86 Ton/año

Fuente: Elaboración propia por el equipo de trabajo

### Programa cualitativo



**Tabla 42 Programa Cualitativo Zona Administrativa**

ZONA	AREA GENERAL	AMBIENTE S Y/O AREAS	NECESIDAD	ACTIVIDAD	AREA PARCIAL (M2)	EQUIPAMIENTO BASICO	ILUMINACION Y VENTILACION
UNIDAD MESA DE PARTES		ATENCION AL PUBLICO	Espacio para la atencion al publico	Atencion	16.00	Sillas	Natural
		MESA DE PARTES	Espacio para la recepcion de documentos	Atencion	16.00	Sillas, escritorio y estantes	Natural
		JEFATURA DE UNIDAD	Espacio para el jefe de unidad	Organizar y dirigir	17.00	Sillas, escritorio y estantes	Natural
		ARCHIVO	Espacio para guardar documentos	Guardar documentos	12.00	Estantes	Natural
DIRECCION GENERAL		GERENTE GENERAL	Espacio para gerente general	Organizar y dirigir	22.00	Sillas, escritorio y estantes	Natural
		GERENCIA DE INGENIERIA	Espacio para gerente de ingenieria	Organizar y dirigir	22.00	Sillas, escritorio y estantes	Natural
		SECRETARIA GENERAL	Espacio para atencion y orientacion al publico	Orientar y atencion al publico	12.00	Sillas, escritorio y estantes	Natural
		SALA DE ESPERA	Espacio para recibir al publico	Espera y Atencion	10.00	Sillas	Natural
		SALA DE JUNTAS	Realizar reuniones	Planificar y organizar	22.00	Mesa de reuniones, sillas	Natural
DIRECCION DE ADMINISTRACION		GERENCIA DE ADMINISTRACION	Espacio para la generencia de administracion	Organizar y dirigir	50.00	Sillas, escritorio y estantes	Natural
		GERENCIA DE LOGISTICA	Espacio para la generencia de logistica	Organizar y dirigir	50.00	Sillas, escritorio y estantes	Natural
		GERENCIA DE COMERCIALIZACION	Espacio para la generencia de comercializacion	Organizar y dirigir	50.00	Sillas, escritorio y estantes	Natural
		GERENCIA DE CONTABILIDAD	Espacio para la generencia de contabilidad	Organizar y dirigir	50.00	Sillas, escritorio y estantes	Natural
		GERENCIA DE TESORERIA	Espacio para la generencia de tesoreria	Organizar y dirigir	50.00	Sillas, escritorio y estantes	Natural
		GERENCIA DE RECURSOS HUMANOS	Espacio para la generencia de recursos humanos	Organizar y dirigir	50.00	Sillas, escritorio y estantes	Natural
		GERENCIA DE IMAGEN INSTITUCIONAL	Espacio para la generencia de imagen institucional	Organizar y dirigir	50.00	Sillas, escritorio y estantes	Natural
		GERENCIA DE VIGILANCIA	Espacio para la generencia de vigilancia	Organizar y dirigir	50.00	Sillas, escritorio y estantes	Natural
DIRECCION DE INGENIERIA		GERENCIA DE INGENIERIA MECANICA ELECTRICA	Espacio para la generencia de ingenieria mecanica eléctrica	Organizar y dirigir	50.00	Sillas, escritorio y estantes	Natural
		GERENCIA DE INGENIERIA QUIMICA E HIDROCARBUROS	Espacio para la generencia de química e hidrocarburos	Organizar y dirigir	50.00	Sillas, escritorio y estantes	Natural
		GERENCIA DE INGENIERIA FORESTAL, AGRICOLA Y M.A.	Espacio para la generencia de forestal, agrícola y M.A.	Organizar y dirigir	50.00	Sillas, escritorio y estantes	Natural
		GERENCIA DE SANEAMIENTO	Espacio para la generencia de saneamiento	Organizar y dirigir	50.00	Sillas, escritorio y estantes	Natural
TÓPICO		SALA DE ESPERA	Espacio para recibir al publico	Espera y Atencion	15.00	Sillas	Natural
		TRIAJE	Espacio de atencion al paciente	Atencion al paciente	9.00	Silla y escritorio	Natural
		ATENCION MEDICA	Espacio para diagnosticar al paciente	Atencion medica	22.00	Sillas, escritorio y estantes	Natural
		RECUPERACION	Espacio de recuperacion del paciente	Recuperacion medica	18.00	Camillas y estantes	Natural



ZONA	AREA GENERAL	AMBIENTES Y/O AREAS	NECESIDAD	ACTIVIDAD	AREA PARCIAL (M2)	EQUIPAMIENTO BASICO	ILUMINACION Y VENTILACION	
ZONA ADMINISTRATIVA	SS.HH.	SS.HH. VARONES	Necesidades fisiologicas	Habitos personales	44.00	Bateria de SS.HH.	Natural	
		SS.HH. MUJERES	Necesidades fisiologicas	Habitos personales	60.00	Bateria de SS.HH.	Natural	
		SS.HH. DISCAPACITADOS	Necesidades fisiologicas	Habitos personales	16.00	Bateria de SS.HH.	Natural	
		SS.HH.	SS.HH. MUJERES	Necesidades fisiologicas	Habitos personales	44.00	Bateria de SS.HH.	Natural
			SS.HH. VARONES	Necesidades fisiologicas	Habitos personales	60.00	Bateria de SS.HH.	Natural
			SS.HH. DISCAPACITADOS	Necesidades fisiologicas	Habitos personales	16.00	Bateria de SS.HH.	Natural
	ESCUELA AMBIENTAL	JEFATURA DE GERENCIA	Espacio para el jefe de gerencia	Organizar y dirigir	22.00	Sillas, escritorio y estantes	Natural	
		SALA DE ESPERA	Espacio para recibir al publico	Espera y Atencion	12.00	Sillas	Natural	
		SECRETARIA	Espacio para atencion y orientacion al publico	Orientar y atencion al publico	10.00	Sillas, escritorio y estantes	Natural	
		SALA DE JUNTAS	Realiazar reuniones	Planificar y organizar	22.00	Mesa de reuniones, sillas	Natural	
		JEFE DE ATENCION AL PUBLICO	Espacio para el jefe de atencion al publico	Organizar y dirigir	13.00	Sillas, escritorio y estantes	Natural	
		ATENCION AL PUBLICO	Espacio para la atencion al publico	Atencion	10.00	Sillas y escritorio	Natural	
		TALLER EDUCATIVO 1	Espacio para capacitar a los visitantes	Capacitar, explicar	82.00	Sillas y escritorio de exposicion	Natural	
		TALLER EDUCATIVO 2	Espacio para capacitar a los visitantes	Capacitar, explicar	55.00	Sillas y escritorio de exposicion	Natural	
		EXPOSICION PERMANENTE	Espacio de exposicion de los procesos	Exponer	45.00	Estantes de exposicion	Natural	
		RECORRIDO DEL PROCESO	Recorrido de los procesos de la infraestructura	Recorrer, visualizar	25.00	--	Natural	
	COMEDOR PARA PUBLICO	COCINETA	Preparacion de alimentos	Preparar, cocinar	22.00	Equipamiento de cocina	Natural	
		CAJA	Cobranza por servicio	Cobrar	10.00	Sillas y escritorio	Natural	
		LOCKER	Espacio para guardar objetos del personal	Guardar, almacenar	10.00	Estantes	Natural	
		SS.HH.	Necesidades fisiologicas	Habitos personales	3.50	Bateria de SS.HH.	Natural	
		COMEDOR	Alimentarse	Comer, beber	180.00	Mesas y sillas	Natural	
		SSHH MUJERES	Necesidades fisiologicas	Habitos personales	22.00	Bateria de SS.HH.	Natural	
		SSHH VARONES	Necesidades fisiologicas	Habitos personales	30.00	Bateria de SS.HH.	Natural	
		SSHH DISCAPACITADOS	Necesidades fisiologicas	Habitos personales	8.00	Bateria de SS.HH.	Natural	
	COMEDOR PARA PERSONAL	COCINA	Preparacion de alimentos	Preparar, cocinar	34.00	Equipamiento de cocina	Natural	
		ENTREGA DE ALIMENTOS	Espacio para entregar alimentos	Entregar los alimentos	15.00	Barra de entrega	Natural	
		ALMACEN DE ALIMENTOS	Almancer insumos de cocina	Guardar, almacenar	12.00	Estantes	Natural	
ALMACEN FRIO		Almancer insumos congelados	Almacenar alimentos congelados	12.00	Estantes, congeladores	Natural		
CAJA		Cobranza por servicio	Cobrar	10.00	Sillas y escritorio	Natural		
LOCKER		Espacio para guardar objetos del personal	Guardar, almacenar	10.00	Estantes	Natural		
SS.HH.		Necesidades fisiologicas	Habitos personales	3.50	Bateria de SS.HH.	Natural		
COMEDOR		Alimentarse	Comer, beber	190.00	Mesas y sillas	Natural		
SSHH MUJERES		Necesidades fisiologicas	Habitos personales	22.00	Bateria de SS.HH.	Natural		
SSHH VARONES		Necesidades fisiologicas	Habitos personales	30.00	Bateria de SS.HH.	Natural		
SSHH DISCAPACITADOS		Necesidades fisiologicas	Habitos personales	8.00	Bateria de SS.HH.	Natural		
CUARTO DE MAQUINAS	Espacio para maquinarias del biodigestor	Controlar	15.50	Maquina de control del biodigestor	Natural			

Fuente: Elaborado por equipo de trabajo

**Tabla 43 Programa Cualitativo Zona de Tratamiento Mecánico**

ZONA	AREA GENERAL	AMBIENTES Y/O AREAS	NECESIDAD	ACTIVIDAD	AREA PARCIAL (M2)	EQUIPAMIENTO BASICO	ILUMINACION Y VENTILACION
TRATAMIENTO MECÁNICO	AREA TÉCNICA Y OPERATIVA	HALL Y ESPERA	Espacio para recepcion y espera del personal	Esperar	71.50	Sillas	Natural
		SECRETARIA	Espacio para atencion y orientacion	Orientar y atencion al publico	7.20	Sillas, escritorio y estantes	Natural
		DIRECCION DE ÁREA ELECTROMECAÁNICA	Espacio para la direccion electromecanica del T.M.	Organizar y dirigir	11.52	Sillas, escritorio y estantes	Natural
		AREA MECANICA	Espacio para el área mecanica del T.M.	Controlar, vigilar	11.52	Sillas, escritorio y estantes	Natural
		AREA ELECTRICA	Espacio para el área electrica del T.M.	Controlar, vigilar	11.52	Sillas, escritorio y estantes	Natural
		AULA PARA CAPACITADORES	Espacio para capacitar al personal	Capacitar, explicar	84.00	Sillas y escritorio de exposicion	Natural
		SALA DE ESPERA 2	Espacio para recepcion y espera del personal	Esperar	42.00	Sillas	Natural
		OFICINA DE REGISTRO	Espacio para registro	Registrar	11.36	Sillas, escritorio y estantes	Natural
		TOPICO	Espacio para topico	Atender, diagnosticar	42.00	Sillas, escritorio, estantes y camillas	Natural
	AREA DE SEPARACION Y RECUPERACIÓN MECÁNICA	PESAJE	Espacio para pesar los camiones de R.S.U.	Pesar, calcular	18.00	Bascula	Natural
		ÁREA DE RECEPCION DE RESIDUOS SOLIDOS	Recepcionar los residuos solidos	Recepcionar	18.00	Maquinaria embudo para R.S.	Natural
		SEPARACION TROMMEL	Separar materia orgánica y no organica	Separar, seleccionar	54.00	Maquinaria trommel	Natural
		SEPARACION BALISTICA	Separar materia 3D, finos y 2D	Separar, seleccionar	14.08	Maquinaria separador balistico	Natural
		SEPARADOR MAGNETICO	Separar metales ferricos y no ferricos	Separar, seleccionar	3.78	Maquinaria separador magnetico	Natural
		SELECCIÓN FOCOULT	Separar metales ferricos y no ferricos, no metales	Separar, seleccionar	14.30	Maquinaria seleccionador focoult	Natural
		SEPARACION ÓPTICA	Separar metales por su composición, forma y color	Separar, seleccionar	13.20	Maquinaria separador optico	Natural
		PRENSADO	Espacio de prensado de residuos seleccionados	Prensar	84.00	Maquina de prensado	Natural
		BANDA TRANSPORTADORA	Maquinarias para transportar residuos solidos	Transportar	22.50	Maquina de banda transportadora	Natural
		ALMACEN DE PRODUCTOS	Espacio para almacenar los residuos ya seleccionados	Almacenar	42.00	Estantes	Natural
		ZONA RECHAZO (RESIDUOS INERTES)	Espacio de residuos inertes para T.V.E	Rechazar	42.00	Bunker	Natural
		ESTACIONAMIENTO DE CARRO ELECTRICO	Espacio para estacionar los carros electricos	Estacionar, parquear	126.00	-----	Natural
		BUNKER DE RESIDUOS ORGÁNICOS	Espacio de residuos organicos para T.B.	Rechazar	63.00	Bunker	Natural
		CUARTO DE MAQUINAS	Espacio para maquinarias del biodigestor	Controlar	40.68	Maquina de control del biodigestor	Natural
	ÁREA DE EDUCACION	AREA DE INFORMACION	Espacio para información al publico	Informar	11.23	Sillas, escritorio y estantes	Natural
		RECORRIDO DEL PROCESO	Espacio para recorrido de los procesos	Recorrer, visualizar	70.00	-----	Natural
		TERRAZA	Espacio para contemplar el exterior	Visualizar, contemplar	84.00	-----	Natural
		EXPOSICION PERMANENTE	Espacio de exposicion del proceso	Exponer	42.00	Estantes de exposicion	Natural
	SS. HIL. Y DUCHAS	SS.HH. MUJERES	Necesidades fisiologicas	Habitos personales	3.30	Bateria de SS.HH.	Natural
		DUCHAS Y VESTIDORES MUJERES	Necesidades fisiologicas	Habitos personales	3.90	Bateria de SS.HH.	Natural
		SS.HH. VARONES	Necesidades fisiologicas	Habitos personales	2.84	Bateria de SS.HH.	Natural
		DUCHAS Y VESTIDORES VARONES	Necesidades fisiologicas	Habitos personales	3.30	Bateria de SS.HH.	Natural
	PATIO DE MANIOBRAS	PATIO DE MANIOBRAS	Espacion para realizar maniobras de vehículos	Maniobrar, estacionar	3500.00	-----	Natural

Fuente: Elaborado por equipo de trabajo

**Tabla 44 Programa Cualitativo Zona de Valorización Energética**

ZONA	AREA GENERAL	AMBIENTE S Y/O AREAS	NECESIDAD	ACTIVIDAD	AREA PARCIAL (M2)	EQUIPAMIENTO BASICO	ILUMINACION Y VENTILACION
VALORIZACION ENERGETICA	RECEPCION Y ALMACENAMIENTO DE LOS RESIDUOS	FOSA DE RESIDUOS	Espacio de residuos inertes	Almacenar	250.00	----	Natural
		GRUA DE RESIDUOS	Maquinaria para transportar los residuos inertes hacia la tolva	Transportar	250.00	Grúa mecánica	Natural
		CONTROL DE GRÚA	Espacio para manejar la grúa de residuos	Manejar	63.00	Sillas, escritorio y estantes	Natural
	HORNO - CALDERA	TOLVA DE ALIMENTACION	Maquinaria de canalización de residuos inertes	Transformar	18.00	Maquinaria de tolva de alimentación	Natural
		PARRILLA	Maquinaria para la combustión de residuos	Transformar	50.00	Maquinaria parrilla	Natural
		CALDERA	Maquinaria de alta presión y temperatura de presión	Transformar	108.00	Maquinaria caldera	Natural
		HORNO	Maquinaria que calienta agua para producir vapor	Transformar	128.00	Maquinaria horno	Natural
	TRATAMIENTO DE GASES DE COMBUSTION	TRATAMIENTO DEL GASES DE COMBUSTION	Maquinarias para tratar los gases emitidos por el horno-caldera	Tratar	250.00	Maquinaria para tratamiento de gases	Natural
		CONTROL DE GASES	Espacio para controlar los gases	Controlar, medir	25.00	Sillas, escritorio y estantes	Natural
		CUARTO DE MAQUINAS	Espacio para maquinarias del biodigestor	Controlar	86.00	Maquina de control del biodigestor	Natural
	AEROCONDENSADOR	AEROCONDENSADOR	Maquinaria que enfría el vapor de agua hasta condensarlo en agua	Condesar	500.00	Maquinaria aerocondensador	Natural
	RECUPERACION DE ENERGIA	TURBINA	Maquinaria para la generación de electricidad	Generar	37.00	Maquinaria turbina	Natural
		TRANSFORMADOR	Maquinaria para transforma la energía	Transformar	43.00	Transformador	Natural
		EXPORTADOR DE ENERGÍA	Maquinaria para exporta la energía	Exportar	58.00	Antenas de exportación de energía	Natural
	ESCORIAS	CANAL VIBRANTE	Canal para transportar escorias	Transportar	90.00	Canal transportador de escorias	Natural
		ALMACEN DE ESCORIA	Espacio para almacenar escorias de los residuos transformados	Almacenar, guardar	210.00	----	Natural
	SS.HH. Y DUCHAS	SS.HH. MUJERES + DUCHAS	Necesidades fisiológicas	Limpieza y hábitos personales	116.00	Batería de SS.HH.	Natural
		SS.HH. VARONES + DUCHAS	Necesidades fisiológicas	Limpieza y hábitos personales	116.00	Batería de SS.HH.	Natural
PATIO DE MANIOBRAS	PATIO DE MANIOBRAS	Espacio para realizar maniobras de vehículos	Maniobrar, estacionar	250.00	----	Natural	

Fuente: Elaborado por equipo de trabajo



**Tabla 45 Programa Cualitativo Zona de Servicios Complementarios**

ZONA	AREA GENERAL	AMBIENTES Y/O AREAS	NECESIDAD	ACTIVIDAD	AREA PARCIAL (M2)	EQUIPAMIENTO BASICO	ILUMINACION Y VENTILACION
SERVICIOS GENERALES	TALLER MECÁNICO	AREA DE TRABAJO	Espacio para taller mecánico	Arreglar, mantener	83.20	-----	Natural
		ALMACEN DE HERRAMIENTAS	Espacio para almacenar herramientas	Almacenar	19.20	Estantes	
		ALMACEN DE REPUESTOS	Espacio para almacenar repuestos	Almacenar	2400.00	Estantes	
		SS.HH. Y DUCHAS	Necesidades fisiologicas	Habitos personales	6.00	Bateria de SS.HH. y duchas	Natural
	PATIO DE MANIOBRAS, CARGA Y DESCARGA	PATIO DE MANIOBRAS	Espacion para realizar maniobras de vehículos	Maniobrar, estacionar	6.00	-----	Natural
	ESTACIONAMIENTO	ESTACIONAMIENTOS DEL PERSONAL	Espacio reservado para estacionar vehículos	Estacionar vehículos	13.75	Barrera de parking	Natural
		ESTACIONAMIENTOS PARA PUBLICO	Espacio reservado para estacionar vehículos	Estacionar vehículos	13.75	Barrera de parking	Natural
		ESTACIONAMIENTO DE VEHÍCULOS PESADOS	Espacio reservado para estacionar vehículos pesados	Estacionar vehículos	35.00	Barrera de parking	Natural
	COMERDOR GENERAL	ADMINISTRACION	Espacio para administrador del comedor	Administrar	25.00	Sillas, escritorio y estantes	Natural
		COMEDOR	Alimentarse	Comer, beber	210.00	Mesas y sillas	Natural
		COCINA	Preparacion de alimentos	Preparar, cocinar	65.00	Equipamiento de cocina	Natural
		ENTREGA DE ALIMENTOS	Espacio para entregar alimentos a los comensales	Entregar los alimentos	15.00	Barra de entrega	Natural
		ALMACEN DE ALIMENTOS	Almancer insumos de cocina	Guardar, almacenar	12.00	Estantes	Natural
ALMACEN FRIO		Almancer insumos congelados	Almacenar alimentos congelados	12.00	Estantes, congeladores	Natural	
CAJA		Cobranza por servicio	Cobrar	10.00	Sillas y escritorio	Natural	
LOCKER		Espacio para guardar objetos del personal	Guardar, almacenar	15.00	Estantes	Natural	
SS.HH.		Necesidades fisiologicas	Habitos personales	3.50	Bateria de SS.HH.	Natural	
SS.HH. VARONES + DISCAPACITADO		Necesidades fisiologicas	Habitos personales	33.00	Bateria de SS.HH.	Natural	
SS.HH. MUJERES+ DISCAPACITADO		Necesidades fisiologicas	Habitos personales	22.00	Bateria de SS.HH.	Natural	
LAVADO RAPIDO		Necesidades fisiologicas	Lavado de manos	20.00	Bateria de lavamanos	Natural	
ÁREA DE INGRESO Y SALIDA DE VEHÍCULOS	CASETA DE CONTROL Y REGISTRO	Espacio para controlar el ingreso y salida de vehículos y peatones	Controlar, registrar	15.00	Sillas y escritorio	Natural	
	CASETA DE CONTROL DE BÁSCULAS	Espacio para controlar el pesaje en el ingreso y salida de vehículos	Controlar, registrar	10.00	Sillas y escritorio	Natural	
	BÁSCULAS PARA VEHICULOS PESADOS	Maquinaria para pesar vehículos	Pesaje, monitorear	60.00	Basculas	Natural	

Fuente: Elaborado por equipo de trabajo

**Tabla 46 Programa Cualitativo Zona de Tratamiento Biológico**

ZONA	AREA GENERAL	AMBIENTES Y/O AREAS	NECESIDAD	ACTIVIDAD	AREA PARCIAL (M2)	EQUIPAMIENTO BASICO	ILUMINACION Y VENTILACION
TRATAMIENTO BIOLÓGICO	BIODIGESTORES	BIDIGESTOR	Maquinaria para transformar los R.O. en energía	Transformar	46.00	Maquinaria de biodigestor	Natural
		CUARTO DE MAQUINAS	Espacio para maquinarias del biodigestor	Controlar	54.00	Maquina de control del biodigestor	Natural
		ALMACEN DE MATERIA ORGÁNICA	Espacio para almacenar los restos de materia orgánica	Almacenar	70.00	Estantes	Natural
	BIOHUERTO	ÁREA DE PLANTADO	Espacio para cultivar	Plantar, cultivar	215.00	Estante para plantado	Natural
		ALMACEN DE SEMILLAS Y COMPOST	Espacio para almacenar semillas y compost	Almacenar	25.00	Estantes	Natural
		ALMACEN DE HERRAMIENTAS	Espacio para almacenar herramientas	Almacenar	23.00	Estantes	Natural
		AULA DE CAPACITACION	Espacio para capacitar a los visitantes	Capacitar	43.00	Sillas y escritorio de exposicion	Natural

Fuente: Elaborado por equipo de trabajo

**Tabla 47 Programa Cualitativo Zona de Esparcimiento**

ZONA	AREA GENERAL	AMBIENTES Y/O AREAS	NECESIDAD	ACTIVIDAD	AREA PARCIAL (M2)	EQUIPAMIENTO BASICO	ILUMINACION Y VENTILACION
ZONA DE ESPARCIMIENTO	ZONA RECREATIVA	LOSA DEPORTIVA	Recrearse	Actividad física	608.00	Accesorios para deporte	Natural
		LOSA PARA TENIS	Recrearse	Actividad física	775.00	Accesorios para deporte	Natural
		JUEGOS INFANTILES	Recrearse	Actividad de distraccion	257.00	Equipamiento de Juegos Infantiles	Natural
	SS. HH.	SSHH MUJERES	Necesidades fisiologicas	Limpieza y adecuados habitos personales	32.00	Bateria de SS.HH.	Natural
		SSHH VARONES	Necesidades fisiologicas	Limpieza y adecuados habitos personales	32.00	Bateria de SS.HH.	Natural
	ÁREA LIBRE	AREA CIVICA	Espacio para actividades cívicas y socialización	Actividades cívicas	7000.00	Bancas	Natural
		AREA LIBRE DE EXPANSIÓN	Socializar	Socializar	20000.00	Bancas	Natural

Fuente: Elaborado por equipo de trabajo



## Programa cuantitativo

Tabla 48 Cuadro de áreas de la zona administrativa

ZONA	AREA GENERAL	AMBIENTES Y/O AREAS	Nº	ÁREA UNITARIA (M2)	AREA PARCIAL (M2)	AREA TOTAL (M2)		
ZONA ADMINISTRATIVA	UNIDAD MESA DE PARTES	ATENCION AL PUBLICO	1	16.00	16.00	61.00		
		MESA DE PARTES	1	16.00	16.00			
		JEFATURA DE UNIDAD	1	17.00	17.00			
		ARCHIVO	1	12.00	12.00			
	DIRECCION GENERAL	GERENTE GENERAL		1	22.00	22.00	88.00	
		GERENCIA DE INGENIERÍA		1	22.00	22.00		
		SECRETARIA GENERAL		1	12.00	12.00		
		SALA DE ESPERA		1	10.00	10.00		
		SALA DE JUNTAS		1	22.00	22.00		
	DIRECCION DE ADMINISTRACION	GERENCIA DE ADMINISTRACION		1	50.00	50.00	400.00	
		GERENCIA DE LOGISTICA		1	50.00	50.00		
		GERENCIA DE COMERCIALIZACION		1	50.00	50.00		
		GERENCIA DE CONTABILIDAD		1	50.00	50.00		
		GERENCIA DE TESORERIA		1	50.00	50.00		
		GERENCIA DE RECURSOS HUMANOS		1	50.00	50.00		
		GERENCIA DE IMAGEN INSTITUCIONAL		1	50.00	50.00		
		GERENCIA DE VIGILANCIA		1	50.00	50.00		
	DIRECCION DE INGENIERIA	GERENCIA DE INGENIERIA MECANICA ELECTRICA		1	50.00	50.00	200.00	
		GERENCIA DE INGENIERIA QUIMICA E HIDROCARBUROS		1	50.00	50.00		
		GERENCIA DE INGENIERIA FORESTAL, AGRICOLA Y M.A.		1	50.00	50.00		
		GERENCIA DE SANEAMIENTO		1	50.00	50.00		
		SALA DE ESPERA		1	15.00	15.00		
	TÓPICO	TRIAJE		1	9.00	9.00	64.00	
		ATENCION MEDICA		1	22.00	22.00		
		RECUPERACION		1	18.00	18.00		
	SERVICIOS HIGIENICOS (PUBLICOS)	SS.HH. VARONES		2	22.00	44.00	120.00	
		SS.HH. MUJERES		2	30.00	60.00		
		SS.HH. DISCAPACITADOS		2	8.00	16.00		
	SERVICIOS HIGIENICOS (PERSONAL)	SS.HH. MUJERES		2	22.00	44.00	120.00	
		SS.HH. VARONES		2	30.00	60.00		
		SS.HH. DISCAPACITADOS		2	8.00	16.00		
	ESCUELA AMBIENTAL	JEFATURA DE GERENCIA		1	22.00	22.00	581.50	
		SALA DE ESPERA		1	12.00	12.00		
SECRETARIA			1	10.00	10.00			
SALA DE JUNTAS			1	22.00	22.00			
JEFE DE ATENCION AL PUBLICO			1	13.00	13.00			
ATENCION AL PUBLICO			1	10.00	10.00			
TALLER EDUCATIVO 1			1	82.00	82.00			
TALLER EDUCATIVO 2			1	55.00	55.00			
EXPOSICION PERMANENTE			1	45.00	45.00			
RECORRIDO DEL PROCESO			1	25.00	25.00			
COCINETA			1	22.00	22.00			
CAJA			1	10.00	10.00			
LOCKER			1	10.00	10.00			
SS.HH.			1	3.50	3.50			
COMEDOR			1	180.00	180.00			
SSHH MUJERES			1	22.00	22.00			
SSHH VARONES			1	30.00	30.00			
SSHH DISCAPACITADOS			1	8.00	8.00			
COCINA			1	34.00	34.00			
COMEDOR PARA PERSONAL		ENTREGA DE ALIMENTOS		1	15.00	15.00		362.00
	ALMACEN DE ALIMENTOS		1	12.00	12.00			
	ALMACEN FRIO		1	12.00	12.00			
	CAJA		1	10.00	10.00			
	LOCKER		1	10.00	10.00			
	SS.HH.		1	3.50	3.50			
	COMEDOR		1	190.00	190.00			
	SSHH MUJERES		1	22.00	22.00			
	SSHH VARONES		1	30.00	30.00			
	SSHH DISCAPACITADOS		1	8.00	8.00			
	CUARTO DE MAQUINAS		1	15.50	15.50			
	<b>AREA PARCIAL</b>						<b>1,996.50</b>	

Fuente: Elaborado por equipo de trabajo



**Tabla 49 Cuadro de áreas de la zona de tratamiento mecánico**

ZONA	AREA GENERAL	AMBIENTES Y/O AREAS	Nº	ÁREA UNITARIA (M2)	AREA PARCIAL (M2)	AREA TOTAL (M2)
TRATAMIENTO MECÁNICO	AREA TÉCNICA Y OPERATIVA	HALL Y ESPERA	1	71.50	71.50	292.62
		SECRETARIA	1	7.20	7.20	
		DIRECCION DE ÁREA ELECTROMECÁNICA	1	11.52	11.52	
		AREA MECANICA	1	11.52	11.52	
		AREA ELECTRICA	1	11.52	11.52	
		AULA PARA CAPACITADORES	2	42.00	84.00	
		SALA DE ESPERA 2	1	42.00	42.00	
		OFICINA DE REGISTRO	1	11.36	11.36	
		TOPICO	1	42.00	42.00	
	AREA DE SEPARACION Y RECUPERACIÓN MECÁNICA	PESAJE	2	18.00	36.00	1,418.62
		ÁREA DE RECEPCION DE RESIDUOS SOLIDOS	2	18.00	36.00	
		SELECCIÓN MANUAL DE SUBPRODUCTOS	2	19.50	39.00	
		SEPARACION TROMMEL	2	54.00	108.00	
		SEPARACION BALISTICA	2	14.08	28.16	
		SEPARADOR MAGNETICO	1	3.78	3.78	
		SELECCIÓN FOCULT	1	14.30	14.30	
		SEPARACION ÓPTICA	1	13.20	13.20	
		PRENSADO	3	84.00	252.00	
		BANDA TRANSPORTADORA	5	22.50	112.50	
		ALMACEN DE PRODUCTOS	6	42.00	252.00	
		ZONA RECHAZO	1	42.00	42.00	
		ESTACIONAMIENTO PARA CARRO ELECTRICO PORTATIL	3	126.00	378.00	
		BUNKER DE RESIDUOS SOLIDOS	1	63.00	63.00	
		CUARTO DE MAQUINAS	1	40.68	40.68	
	ÁREA DE EDUCACION	AREA DE INFORMACION	1	11.23	11.23	245.23
		RECORRIDO DEL PROCESO	1	70.00	70.00	
		TERRAZA	1	84.00	84.00	
		EXPOSICION PERMANENTE	2	40.00	80.00	
	SERVICIOS HIGIENICOS Y DICHAS	DUCHAS ANTIVACTERIALES	2	2.84	5.67	97.25
SS.HH. MUJERES		7	3.30	23.10		
DUCHAS Y VESTIDORES PARA MUJERES		8	3.90	31.20		
SS.HH. VARONES		5	2.84	14.18		
DUCHAS Y VESTIDORES PARA VARONES		7	3.30	23.10		
PATIO DE MANIOBRAS	PATIO DE MANIOBRAS	1	3,500.00	3,500.00	3,500.00	
<b>AREA PARCIAL</b>						<b>5,553.71</b>

Fuente: Elaborado por equipo de trabajo

**Tabla 50 Cuadro de áreas de la zona de tratamiento biológico**

ZONA	AREA GENERAL	AMBIENTES Y/O AREAS	Nº	ÁREA UNITARIA (M2)	AREA PARCIAL (M2)	AREA TOTAL (M2)
TRATAMIENTO BIOLÓGICO	BIODIGESTORES	BIDIGESTOR	3	50.00	150.00	886.00
		CUARTO DE MAQUINAS	1	54.00	54.00	
		ALMACEN DE MATERIA ORGÁNICA	1	70.00	70.00	
	BIOHUERTO	ÁREA DE PLANTADO	2	215.00	430.00	
		ALMACEN DE SEMILLAS Y COMPOST	2	25.00	50.00	
		ALMACEN DE HERRAMIENTAS	2	23.00	46.00	
		AULA DE CAPACITACION	2	43.00	86.00	
	<b>AREA PARCIAL</b>					

Fuente: Elaborado por equipo de trabajo

**Tabla 51 Cuadro de áreas de la zona de valorización energética**

ZONA	AREA GENERAL	AMBIENTES Y/O AREAS	Nº	ÁREA UNITARIA (M2)	AREA PARCIAL (M2)	AREA TOTAL (M2)
VALORIZACION ENERGETICA	RECEPCION Y ALMACENAMIENTO DE LOS RESIDUOS	FOSA DE RESIDUOS	1	250.00	250.00	563.00
		GRUA DE RESIDUOS	1	250.00	250.00	
		CONTROL DE GRÚA	1	63.00	63.00	
	COMBUSTIÓN	TOLVA DE ALIMENTACION	2	18.00	36.00	608.00
		PARRILLA	2	50.00	100.00	
		CALDERA	2	108.00	216.00	
		HORNO	2	128.00	256.00	
	TRATAMIENTO DE GASES DE COMBUSTION	TRATAMIENTO DEL GASES DE COMBUSTION	2	250.00	500.00	611.00
		CONTROL DE GASES	1	25.00	25.00	
		CUARTO DE MAQUINAS	1	86.00	86.00	
	AEROCONDENSADOR	AEROCONDENSADOR	1	500.00	500.00	500.00
	RECUPERACION DE ENERGIA	TURBINA	1	625.00	625.00	2,250.00
		TRANSFORMADOR	1	625.00	625.00	
		EXPORTADOR DE ENERGÍA	1	1,000.00	1,000.00	
	ESCORIAS	CANAL VIBRANTE	1	90.00	90.00	300.00
		ALMACEN DE ESCORIA	1	210.00	210.00	
	SS.HH.	SS.HH. MUJERES + DUCHAS	1	116.00	116.00	482.00
		SS.HH. VARONES + DUCHAS	1	116.00	116.00	
PATIO DE MANIOBRAS	PATIO DE MANIOBRAS	1	250.00	250.00	250.00	
<b>AREA PARCIAL</b>						<b>5,564.00</b>

Fuente: Elaborado por equipo de trabajo

**Tabla 52 Cuadro de áreas de la zona de servicios generales**

ZONA	AREA GENERAL	AMBIENTES Y/O AREAS	Nº	ÁREA UNITARIA (M2)	AREA PARCIAL (M2)	AREA TOTAL (M2)
SERVICIOS GENERALES	TALLER	TALLER MECÁNICO	1	83.20	83.20	102.40
		SSHH	1	19.20	19.20	
	PATIO DE MANIOBRAS, CARGA Y DESCARGA	PATIO DE MANIOBRAS	1	2,400.00	2,400.00	2,412.00
		SS.HH. VARONES	1	6.00	6.00	
		SS.HH. MUJERES	1	6.00	6.00	
	ESTACIONAMIENTO	ESTACIONAMIENTOS DEL PERSONAL	50	13.75	687.50	1,795.00
		ESTACIONAMIENTOS PARA PUBLICO	50	13.75	687.50	
		ESTACIONAMIENTO CARGA PESADA	12	35.00	420.00	
	COMERDOR GENERAL	ADMINISTRACION	1	25.00	25.00	442.50
		COMEDOR	1	210.00	210.00	
		COCINA	1	65.00	65.00	
		ENTREGA DE ALIMENTOS	1	15.00	15.00	
		ALMACEN DE ALIMENTOS	1	12.00	12.00	
		ALMACEN FRIO	1	12.00	12.00	
		CAJA	1	10.00	10.00	
		LOCKER	1	15.00	15.00	
		SS.HH.	1	3.50	3.50	
		SS.HH. VARONES + DISCAPACITADO	1	33.00	33.00	
SS.HH. MUJERES+ DISCAPACITADO	1	22.00	22.00			
ÁREA DE INGRESO Y SALIDA DE VEHÍCULOS	LAVADO RAPIDO	1	20.00	20.00	170.00	
	CASETA DE CONTROL Y REGISTRO	2	15.00	30.00		
	CASETA DE CONTROL DE BÁSCULAS	2	10.00	20.00		
	BÁSCULAS PARA VEHICULOS PESADOS	2	60.00	120.00		
<b>AREA PARCIAL</b>						<b>4,921.90</b>

Fuente: Elaborado por equipo de trabajo

**Tabla 53 Cuadro de áreas de la zona de esparcimiento**

ZONA	AREA GENERAL	AMBIENTES Y/O AREAS	Nº	ÁREA UNITARIA (M2)	AREA PARCIAL (M2)	AREA TOTAL (M2)	
ZONA DE ESPARCIMIENTO	ZONA RECREATIVA	LOSA DEPORTIVA	2	608.00	1,216.00	2,248.00	
		LOSA PARA TENIS	1	775.00	775.00		
		JUEGOS INFANTILES	1	257.00	257.00		
	BATERIA DE BAÑOS	SSHH MUJERES	1	32.00	32.00	64.00	
		SSHH VARONES	1	32.00	32.00		
	ÁREA LIBRE	AREA CIVICA	1	7,000.00	7,000.00	27,000.00	
		AREA LIBRE DE EXPANSIÓN	1	20,000.00	20,000.00		
	<b>AREA PARCIAL</b>						<b>29,312.00</b>
	<b>AREA TOTAL</b>						<b>48,234.11</b>

Fuente: Elaborado por equipo de trabajo

### Diagrama de Correlaciones

- Zona administrativa

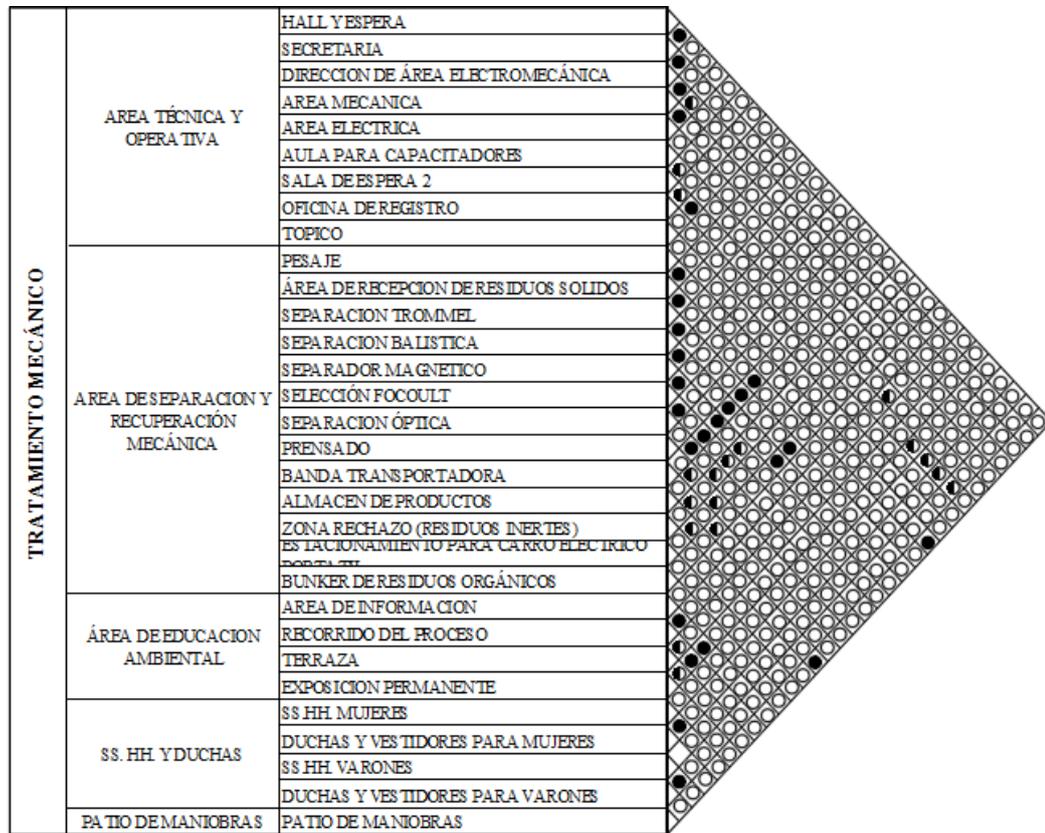
**Figura 57 Diagrama de Correlaciones Zona Administrativa**



Fuente: Elaborado por equipo de trabajo

- Zona de Tratamiento Mecánico

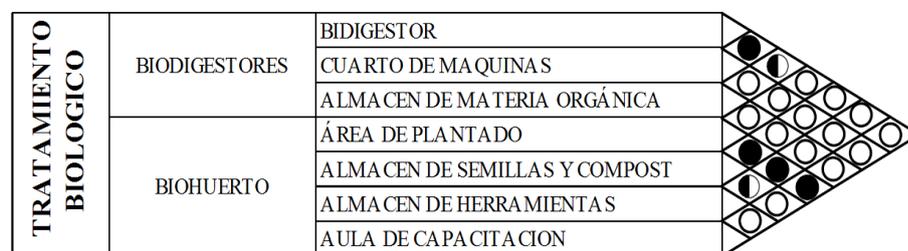
**Figura 58 Diagrama de Correlaciones Zona de Tratamiento Mecánico**



Fuente: Elaborado por equipo de trabajo

- Zona de Tratamiento Biológico

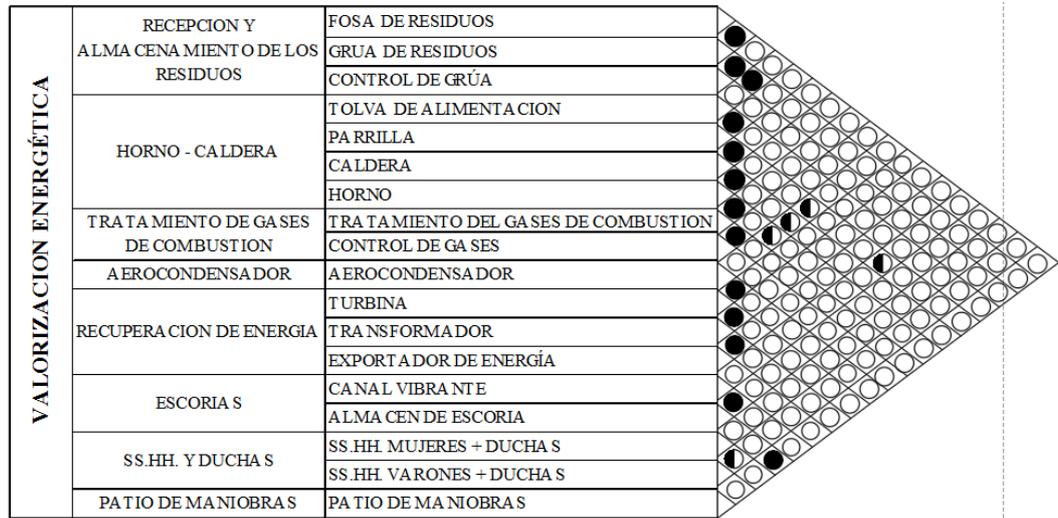
**Figura 59 Diagrama de Correlaciones Zona de Tratamiento Biológico**



Fuente: Elaborado por equipo de trabajo

- Zona de Valorización Energética

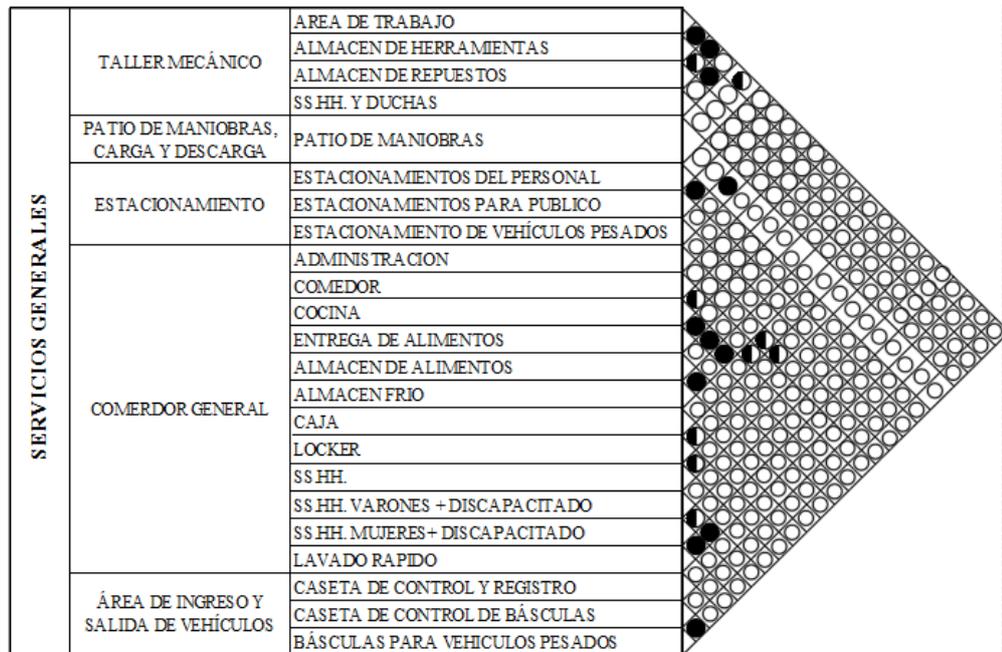
**Figura 60 Diagrama de Correlaciones Zona de Valorización Energética**



Fuente: Elaborado por equipo de trabajo

- Zona de Servicios Generales

**Figura 61 Diagrama de Correlaciones Zona Servicios de Generales**



Fuente: Elaborado por equipo de trabajo

- Zona de Esparcimiento

**Figura 62 Diagrama de Correlaciones Zona de Esparcimiento**

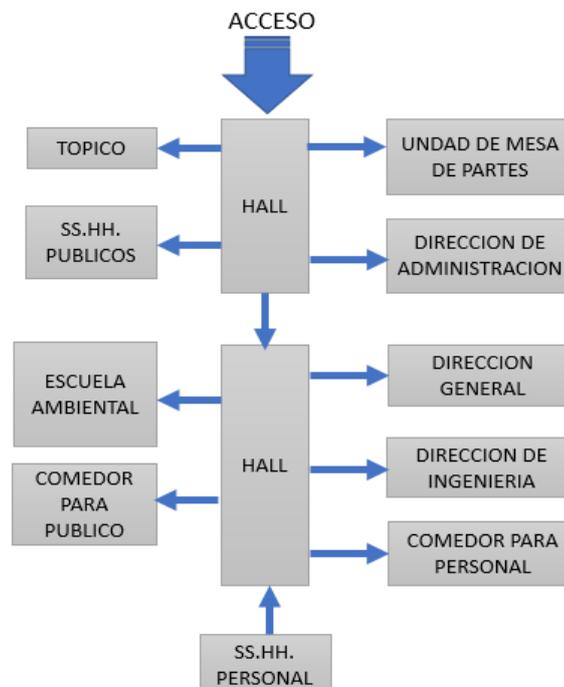


Fuente: Elaborado por equipo de trabajo

### Organigrama

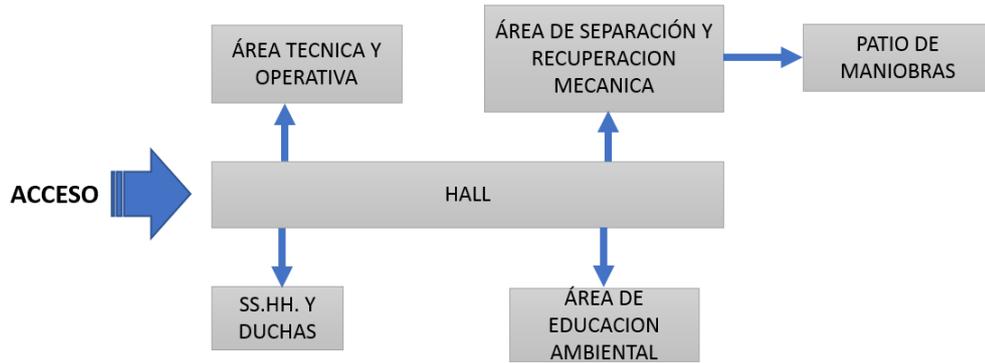
El organigrama considerando las unidades e interrelaciones, aportando a visualizar y representar la estructura del proyecto por zonas, área y ambientes que fueron programados en el programa arquitectónico.

**Figura 63 Organigrama Zona Administrativa**



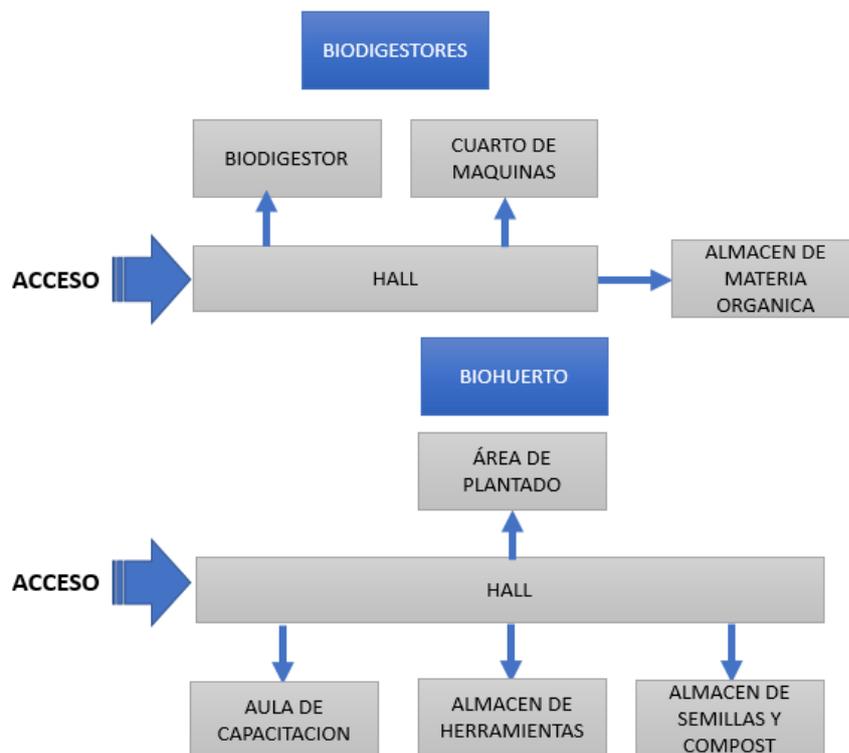
Fuente: Elaborado por equipo de trabajo

**Figura 64 Organigrama Zona de Tratamiento Mecánico**



Fuente: Elaborado por equipo de trabajo

**Figura 65 Organigrama Zona de Tratamiento Biológico**



Fuente: Elaborado por equipo de trabajo

**Figura 66 Organigrama Zona de Valorización Energética**



Fuente: Elaborado por equipo de trabajo

**Figura 67 Organigrama Zona de Servicios Generales**

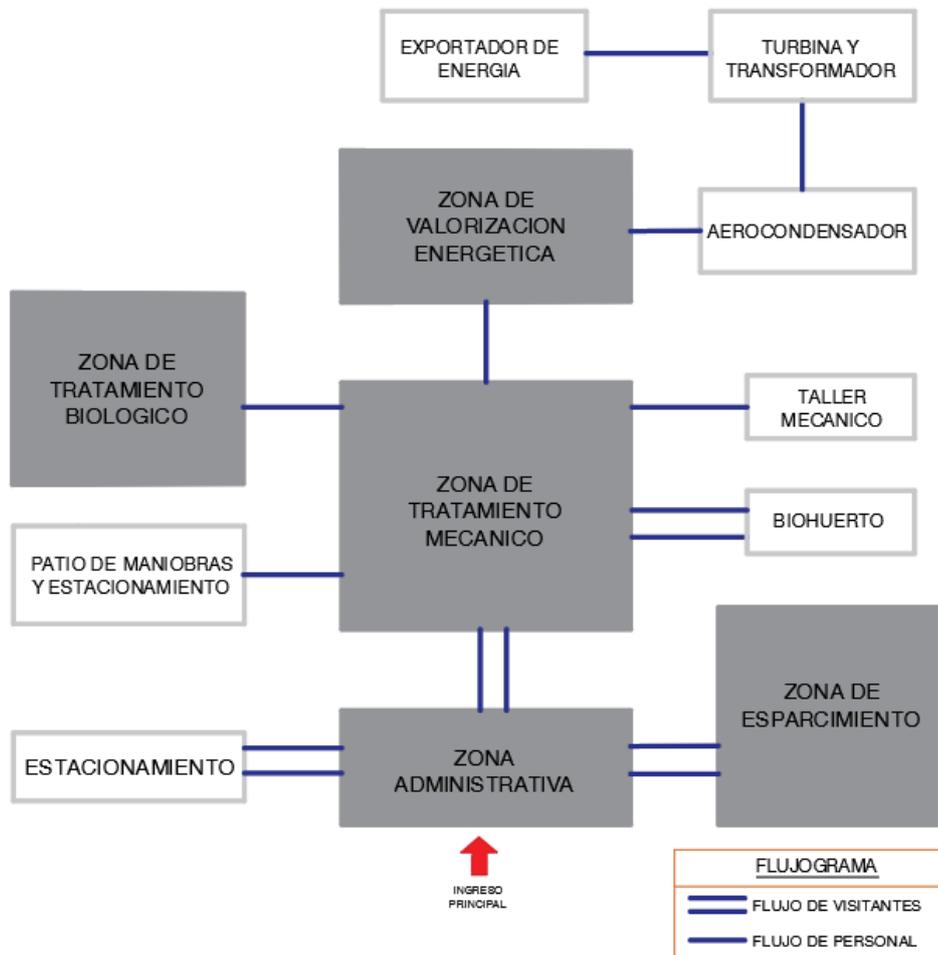


Fuente: Elaborado por equipo de trabajo

### Flujograma

Con el flujograma se podrá identificar y sistematizar los flujos que realiza el personal y los visitantes con las zonas y ambientes de la infraestructura.

**Figura 68 Flujograma**



Fuente: Elaborado por equipo de trabajo

#### 4.2.5.2 Propuesta Prospectiva

##### Conceptualización Arquitectónica

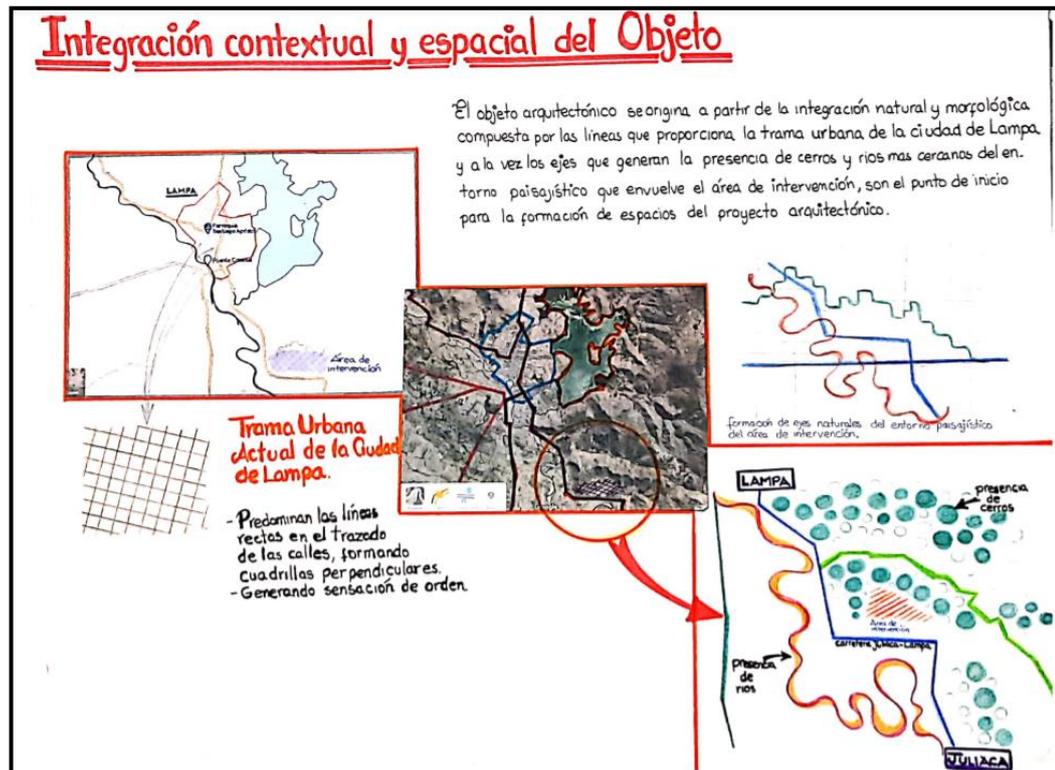
- Geometrización

Continuando con la geometrización arquitectónica, se tiene en cuenta la combinación de aspectos naturales, ya que en el entorno inmediato se ha observado la existencia de áreas verdes, cerros, río, flora y fauna.

## Geometrización externa

Se dibuja a partir de la prolongación de líneas que envuelven el lugar de intervención, estas líneas que proporciona la trama urbana ortogonal de la ciudad de Lampa, son el punto de inicio para la formación de espacios en el área de intervención.

**Figura 69 Integración contextual y espacial del objeto**

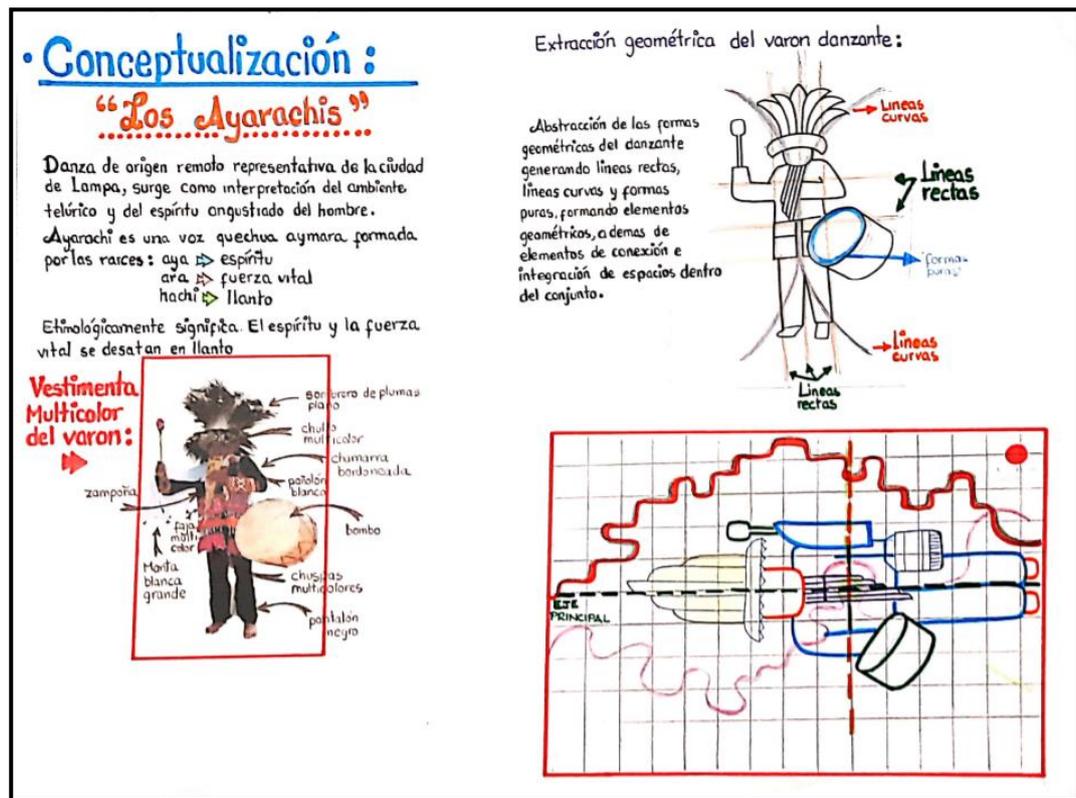


Fuente: Elaborado por equipo de trabajo

## Geometrización interna

La geométrica interna se genera por la abstracción de las formas del personaje varón de la danza “los Ayarachis de Paratia de Lampa”, de origen remoto representativo de la ciudad de Lampa, surge como interpretación del ambiente telúrico y del espíritu angustiado del hombre. Etimológicamente significa, el espíritu y la fuerza vital que se desencadena en el llanto.

Figura 70 Conceptualización



Fuente: Elaborado por equipo de trabajo

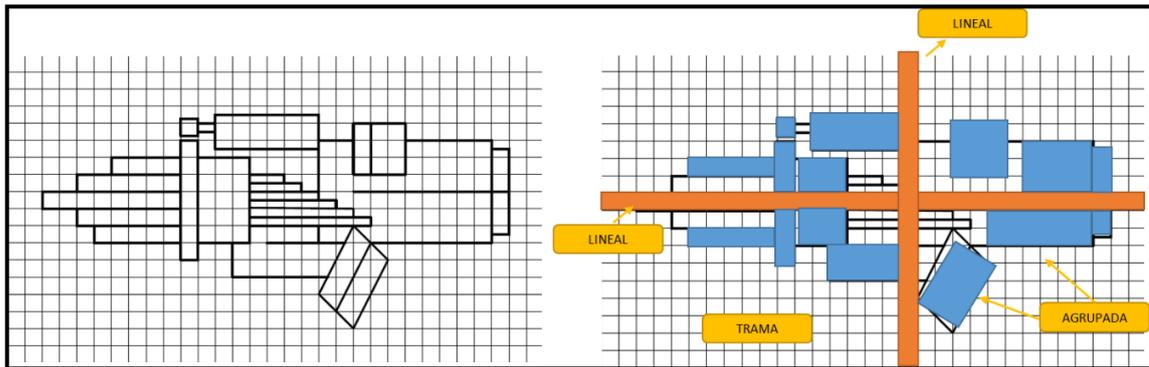
La belleza y complejidad de su vestimenta multicolor, complementada con la geometría presentada en el personaje varón, genera la creación de ejes y formas puras. Adicional a ello se emplea la generación de la trama de forma ortogonal, que representa a la organización urbana de la ciudad de Lampa, la cual ayuda a definir los espacios arquitectónicos.

Eje 1. Eje lineal

Eje 2 eje agrupada

Organización en trama

**Figura 71 Depuración para obtener geometría interna**



Fuente: Elaborado por equipo de trabajo

- Expresión formal tridimensional

La expresión formal tridimensional responde al perfil del entorno y la arquitectura tradicional de la ciudad de Lampa, donde predominan las construcciones rectangulares y solidas con cubierta a dos aguas, como se observa en la figura.

**Figura 72 Expresión forma tridimensional de la ciudad de Lampa**



Fuente: Elaborado por equipo de trabajo

La propuesta se resuelve siguiendo una disposición lineal, agrupada que responde a la trama en dos o tres dimensiones, materializada en volúmenes libres manteniendo el mismo lenguaje, nace a partir de la abstracción de formas que se observan en el varón de



la danza Ayarachi de Paratia, donde se organizan las formas respecto a los ejes principales del conjunto.

La concepción arquitectónica final se elabora en base del marco teórico considerando las categorías arquitectónicas como la percepción y composición, flujo, organización espacial, diagrama de funcional. Se desarrollan a partir de las áreas definidas en la propuesta, dando como resultado una organización armónica, equilibrada, lineal, agrupada y compositiva con proporciones de trama, eje, simetría y repetición en el conjunto.

### **Zonificación**

La zonificación es el posicionamiento de los espacios de la edificación en lugares apropiados de acuerdo a las necesidades que atenderán, consiste en la división en zonas dada la disposición, coordinación y circulación con otros espacios arquitectónicos con funciones parecidas. semejantes y/o complementarios. (Buestán Villarroel, 2014)

Se toma en consideración el diagrama funcional, se toma en cuenta el tipo de actividad a realizar en cada zona, estas seis zonas son importantes como se describe a continuación:

- Zona administrativa

Esta zona brinda los servicios administrativos de control y operación que requiere la infraestructura de transformación de residuos sólidos. Esta zona contará con el área de prioridad de escuela ambiental que será fundamental para generar conciencia ambiental en los visitantes, con conexión a la zona de tratamiento mecánico donde se realiza el recorrido para los visitantes.

- Zona de tratamiento mecánico



En esta zona cumple la función de recepción del total de residuos sólidos, para ser separados mediante maquinarias iniciando en con el trómel, seguido del separador balístico, separación de corriente Foucault, separación óptica, separación magnética, adicional a ello se contará con bandas transportadores para la separación manual y lograr la eficiencia en la segregación.

- Zona de tratamiento biológico

Este espacio cumple la función de recepción de los residuos orgánicos previamente seleccionados en el tratamiento mecánico, y pasar al biodigestor donde se genera biogás y adicional a ello se producirá composta que será llevado a los biohuertos, donde se incluirán en los procesos de cultivo.

- Zona de valorización energética

Esta zona cumple la función de transformar energéticamente los residuos inertes previamente separados en el tratamiento mecánico, para producir energía se requiere de componentes adicionales como el aerocondensador, turbina y transformador para poder transformarlo en energía eléctrica, de esta forma poder inyectarlo a la red pública.

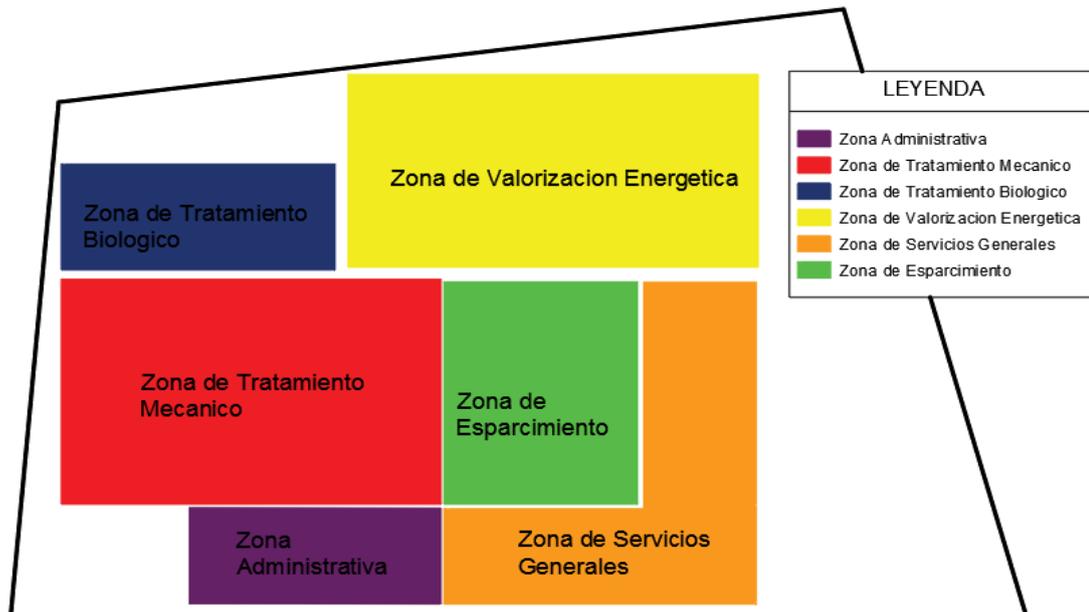
- Zona de servicios generales

Esta zona contará con espacios públicos y de uso múltiple que contribuirán al desarrollo de la propuesta de conversión de desechos sólidos.

- Zona de esparcimiento

Esta zona es un espacio al aire libre diseñado para brindar recreación, contemplación y compromiso con la naturaleza, así como a la recreación pasiva y activa, para los trabajadores y visitantes de la infraestructura.

*Figura 73 Zonificación de la Propuesta*

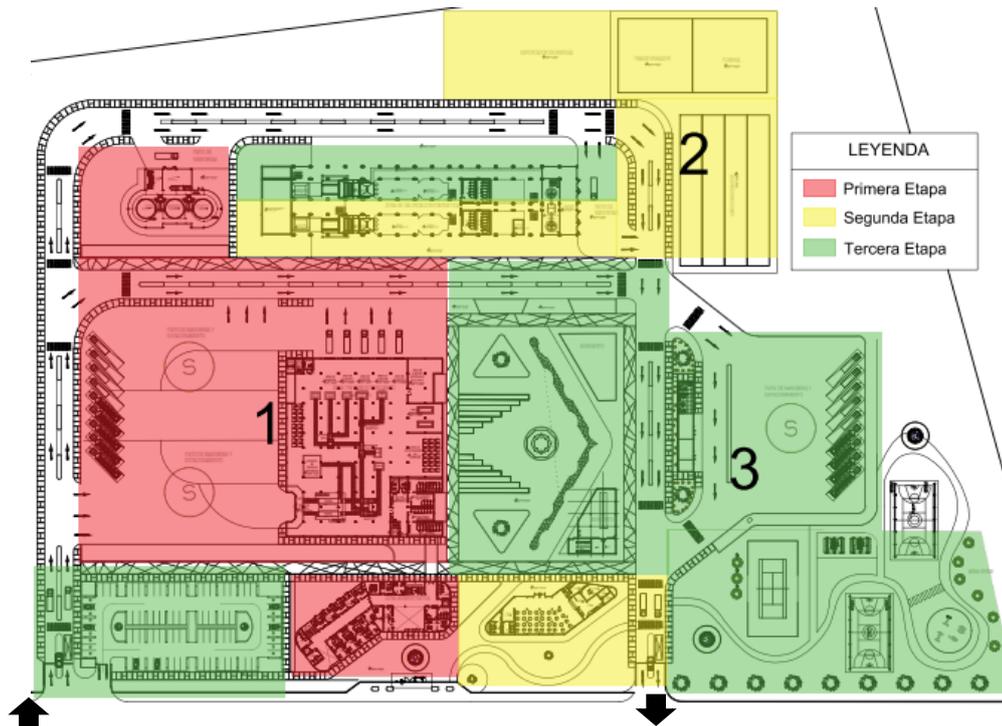


Fuente: Elaborado por equipo de trabajo

Considerando la escala del planteamiento, se propone implementar el proyecto de transformación sostenible de residuos sólidos urbanos en tres fases y buscar financiamiento a las entidades públicas y privadas correspondientes.

- Primera etapa: Implementación la zona administrativa, tratamiento mecánico y tratamiento biológico para los desechos sólidos producidos en la provincia y distrito de Lampa.
- Segunda etapa: Implementación la primera línea en la zona de valorización energética con todos sus componentes, comedor general de la zona de servicios generales, esto abastecerá adicionalmente a la provincia de San Román.
- Tercera etapa: Implementación de la segunda línea en la zona de valorización energética, servicios generales y esparcimiento, esto abarcara para todo la Región de Puno.

**Figura 74 Zonificación de la Propuesta por Etapas**



Fuente: Elaborado por equipo de trabajo

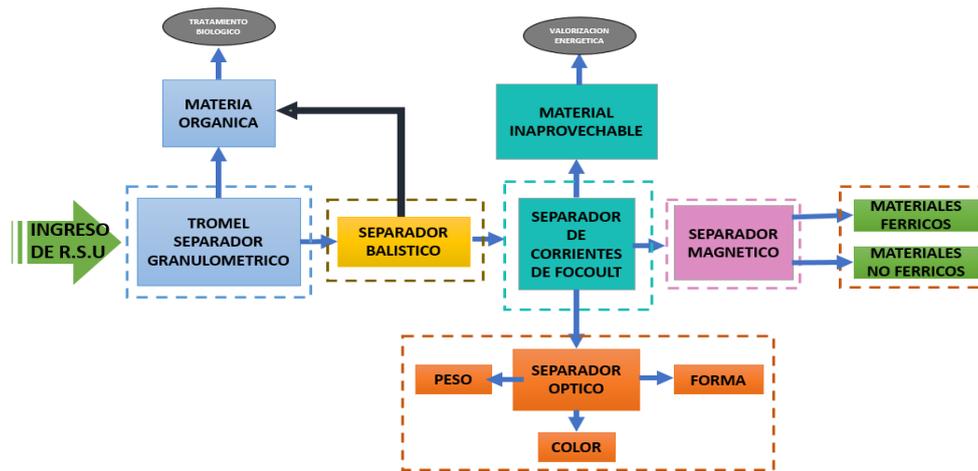
### **Alternativas Tecnológicas**

El partido tecnológico se establecerá para el óptimo funcionamiento de la infraestructura de transformación de desechos sólidos, que responde a los criterios climáticos, ecológicos, económico, social y arquitectónico. Cada tecnología que se implemente en la infraestructura tiene como premisa fundamental considerar el menor impacto al medio ambiente, todo ello enmarcado en la normativa nacional e internacional vigente. La infraestructura tratará los desechos sólidos urbanos de manera integral, lo que significa que todos los tipos de residuos serán valorizados, por ello se debe considerar tratamientos para cada uno de ellos, teniendo en cuenta esto se estableció tres zonas de tratamiento agrupadas según el tipo de residuos.

- Tratamiento Mecánico

Las instalaciones de tratamiento mecánico comprenden las distintas maquinarias que tienen la función de selección, clasificación y recuperación de residuos sólidos urbanos, tanto semiautomatizados, automatizados y manuales, para recuperar las fracciones reciclables.

**Figura 75 Diagrama de flujo de RSU tratamiento mecánico**



Fuente: Elaborado por equipo de trabajo

### Área de recepción de residuos

La tolva de recepción sirve para contener los residuos sólidos urbanos recolectados por los camiones compactadores, el proceso comienza separando los objetos voluminosos para evitar que ingresen al separador trómel.

Premisas de diseño:

**Tabla 54 Criterios para zona de recepción de residuos**

CRITERIOS	DATOS RELEVANTES	
GENERACIÓN DE RSU 2020	15.13	Tn/día
DENSIDAD DE RSU	111.91	kg/cm <sup>3</sup>
GENERACIÓN DE RSU m <sup>3</sup>	35.60	m <sup>3</sup>
HORAS EFECTIVAS DE TRABAJO	18	hora

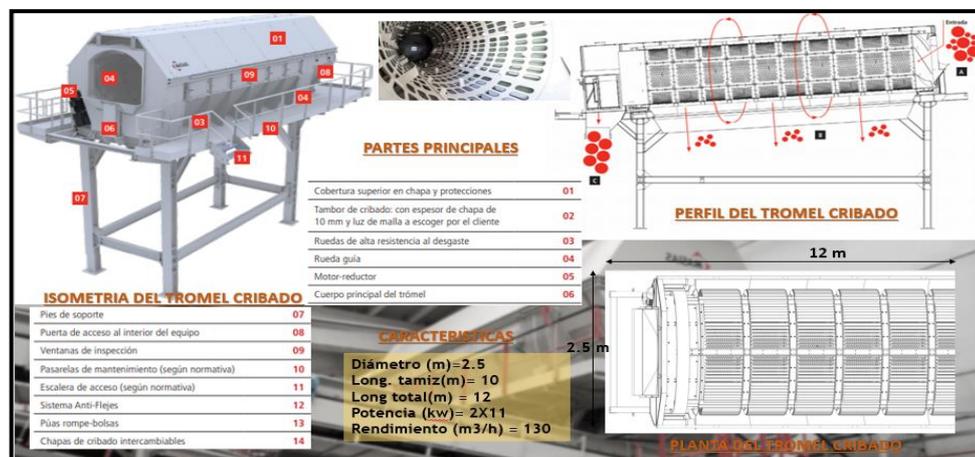
TRATAMIENTO DE RSU POR HORA	15	Tn/hora
DEPOSICIÓN DE RSU POR HORA	34.44	m3/hora
<b>ÁREA DE DISEÑO</b>	<b>74.75</b>	<b>m2</b>

Fuente: Elaborado por equipo de trabajo

### Separación trómel

La selección mecánica de los RSU comienza con el trómel separador, aumentando la capacidad de manejo de los residuos que ingresan a la máquina, tiene la función principal de separar los componentes orgánicos separándolos en contenedores, y los inorgánicos continúan el proceso de segregación. Para la planta de tratamiento mecánico se utilizará dos trómeles de gran dimensión con una capacidad de tratamiento de 5.0 Tn/hora. (BIANNCA, 2014)

*Figura 76 Separador Trómel*



Fuente: Elaborado por equipo de trabajo- imágenes obtenidas de biannarecycling.com

Premisas de diseño:

- La cantidad máxima de residuos sólidos urbanos para el año 2020 que ingresara a la planta es de 15.12 toneladas al día, con una capacidad de procesamiento de 15.0 toneladas por hora.

**Tabla 55 Criterios para separador trómel**

<b>CRITERIOS</b>	<b>DATOS RELEVANTES</b>	
CAPACIDAD DE LA TAZA DE CARGA POR TROMEL	5.00	Tn/hora
CAPACIDAD DE PROCESAMIENTO POR TROMEL	5.00	Tn/hora
HORAS EFECTIVAS DE TRABAJO	18	hora
ANCHO DE CADA TROMEL	4.50	m
ALTO DE CADA TROMEL	6.00	m
CANTIDAD 2020	2.00	und
CANTIDAD 2070	6.00	und
<b>ÁREA DE DISEÑO</b>	<b>54.00</b>	<b>m<sup>2</sup></b>

Fuente: Elaborado por equipo de trabajo

### **Selección manual de subproductos**

Se realizará a través de una banda transportadora, que llevará los residuos provenientes de los trómeles a los módulos de separación manual según características. La banda transportadora para selección manual, deberá ser plana con contenedores laterales que eviten el desbordamiento de los residuos, cumpliendo también con condiciones de ergonomía básica, para el uso del personal que cumpla la función de separación manual. La velocidad de banda empleada para selección manual es entre 0.075 m/s y 0,25 m/s. (BIANNCA, 2014)

Premisas de diseño:

- La cantidad máxima de desechos sólidos urbanos que una banda transportadora deberá trasladar es de 5.5 toneladas por hora
- El ancho de la banda será de 1.50m y su altura de 0.75m, el largo de la banda 13m. se considerará módulos destinados a la selección de plásticos, papelería y otros.

**Tabla 56 Criterios para separación manual de subproductos**

CRITERIOS	DATOS RELEVANTES	
TOTAL HORAS DE TRABAJO	18	hora
LARGO DE LA BANDA TRANSPORTADORA	13.00	m
ANCHO DE LA BANDA TRANSPORTADORA	1.50	m
ALTO DE LA BANDA TRANSPORTADORA	0.75	m
CANTIDAD DE CONTENEDORES PARA BANDA TRANSPORTADORA	8.00	m
<b>ÁREA DE DISEÑO</b>	<b>19.50</b>	<b>m<sup>2</sup></b>

Fuente: Elaborado por equipo de trabajo

**Figura 77 Sistema de Bandas Transportadoras**

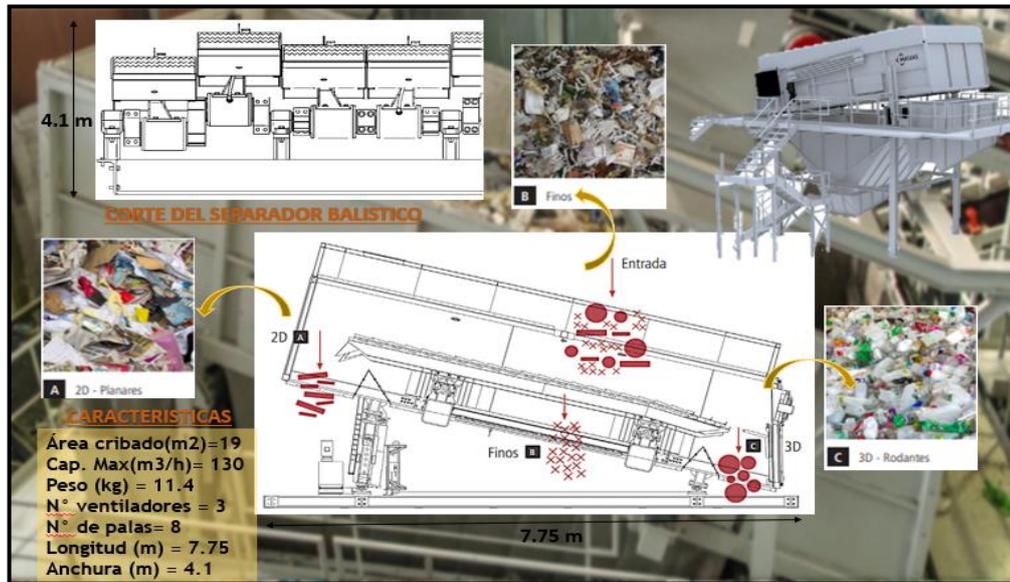


Fuente: Elaborado por equipo de trabajo – imágenes obtenidas de biannarecycling.com

### Separador balístico

Se realiza a través de una maquina especializada donde segrega los residuos en función a sus características de tamaño, densidad y forma. (BIANNCA, 2014)

**Figura 78 Separador balístico**



Fuente: Elaborado por equipo de trabajo – imágenes obtenidas de biannarecycling.com

Premisas de diseño:

- La capacidad de procesamiento es de 130 m<sup>3</sup> por hora.
- El separador balístico completa la segregación de residuos orgánicos con una eficiencia del 80% con la recolección diaria de 4.27 tn por día.
- El papel y cartón representa el 13.53% de los residuos totales recolectados con un peso de 2.05 Tn por día.
- El vidrio representa el 3.15% del total de residuos, con una recolección diaria de 0.47 tn por día, el proceso de selección va de acuerdo con el color, siendo los más comunes el verde, marrón y transparente.

**Tabla 57 Criterios para separador balístico**

CRITERIOS	DATOS RELEVANTES	
TOTAL HORAS DE TRABAJO	18	hora
LARGO DEL SEPARADOR BALISTICO	6.40	m
ANCHO DE LA BANDA TRANSPORTADORA	2.20	m



ALTO DE LA BANDA TRANSPORTADORA	4.10	m
CANTIDAD 2020	2.00	und
CANTIDAD 2070	6.00	und
<b>ÁREA DE DISEÑO</b>	<b>14.08</b>	<b>m2</b>

Fuente: Elaborado por equipo de trabajo

### **Separador Foucault**

Los separadores de metales no ferrosos de corriente Foucault son capaces de separar metales no ferrosos de otros materiales gracias a sus estudiados componentes magnéticos llamados tambores de inducción, que giran a alta velocidad. (BIANNCA, 2014)

Premisas de diseño:

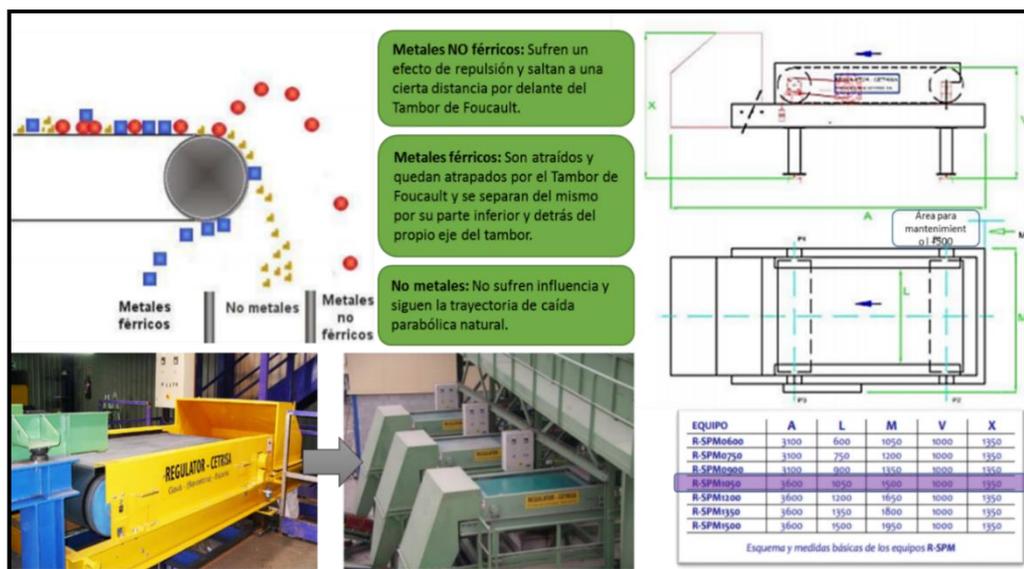
- Los residuos que siguen su proceso de selección en esta maquinaria representan el 2.92% de residuos sólidos urbanos siendo un peso de 0.44 tn, entre metales férricos y no ferricos, residuos de aparatos electrónicos, textiles, caucho, jebe y otros.
- La mayor parte está constituida por cobre, aluminio, plomo, bronce y hierro los cuales son reciclados fácilmente.

**Tabla 58 Criterios para separador balístico**

CRITERIOS	DATOS RELEVANTES	
TOTAL HORAS DE TRABAJO	18	hora
LARGO DEL SEPARADOR BALISTICO	6.50	m
ANCHO DE LA BANDA TRANSPORTADORA	2.20	m
ALTO DE LA BANDA TRANSPORTADORA	4.10	m
CANTIDAD 2020	1.00	und
CANTIDAD 2070	2.00	und
<b>ÁREA DE DISEÑO</b>	<b>14.30</b>	<b>m2</b>

Fuente: Elaborado por equipo de trabajo

**Figura 79 Sistema de Separación de Metales no Férricos Corrientes Foucault**

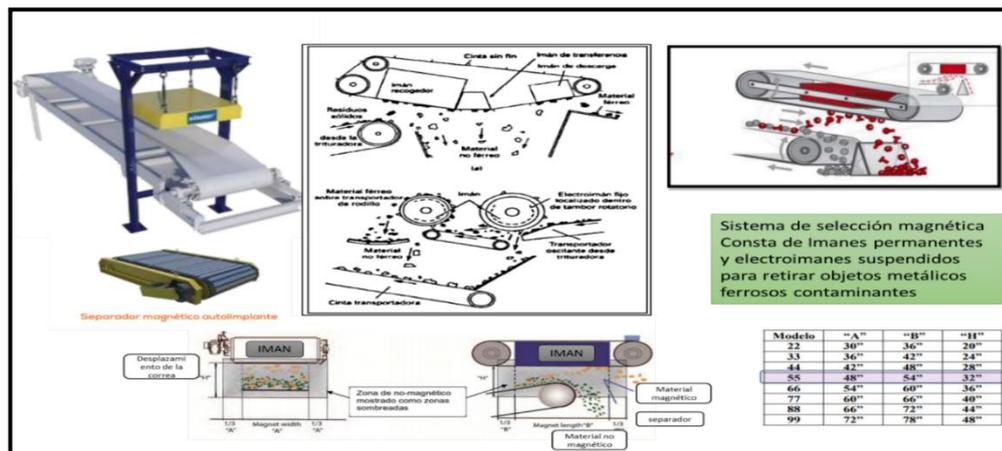


Fuente: Elaborado por equipo de trabajo – imágenes obtenidas de biannarecycling.com

### Separador magnético

Las propiedades magnéticas de los metales ferrosos se aprovechan para separarlos de los metales no ferrosos, para lo cual se utilizan imanes permanentes o electroimanes. Estos imanes se encuentran al final de la cinta transportadora y su configuración consiste en rodillos con electroimanes suspendidos. (BIANNCA, 2014)

**Figura 80 Sistema de Separación Magnética**



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo, imágenes obtenidas de biannarecycling.com

Premisas de diseño:

**Tabla 59 Criterios para separador magnético**

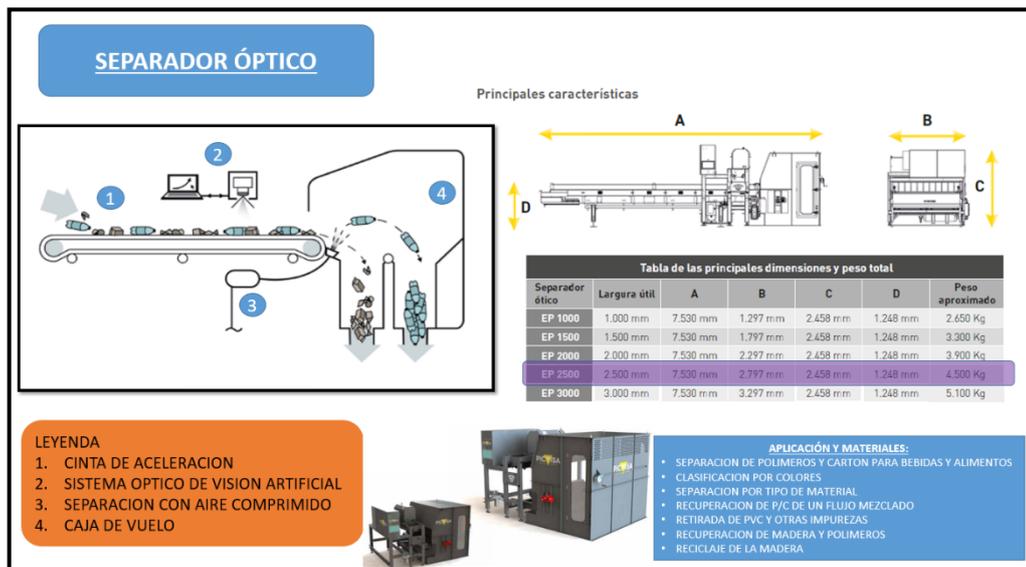
CRITERIOS	DATOS RELEVANTES	
TOTAL HORAS DE TRABAJO	18	hora
LARGO DEL SEPARADOR BALISTICO	6.40	m
ANCHO DE LA BANDA	2.20	m
ALTO DE LA BANDA	4.10	m
CANTIDAD 2020	1.00	und
CANTIDAD 2070	3.00	und
<b>ÁREA DE DISEÑO</b>	<b>14.30</b>	<b>m2</b>

Fuente: Elaborado por equipo de trabajo

### Separador óptico

Los plásticos son el total del 10.42% del total de residuos sólidos urbanos, el procesamiento de selección de este material se realiza a través de la maquinaria que reconoce y separa los materiales en función a su composición, forma y color.

**Figura 81 Sistema de separación óptica**



Fuente: Elaborado por equipo de trabajo, imágenes obtenidas de picvisa.com

Premisas de diseño:

- Los plásticos representan el 10.42% de residuos sólidos urbanos siendo un peso de 1.57 tn por día a seleccionar.

**Tabla 60 Criterios para separador óptico**

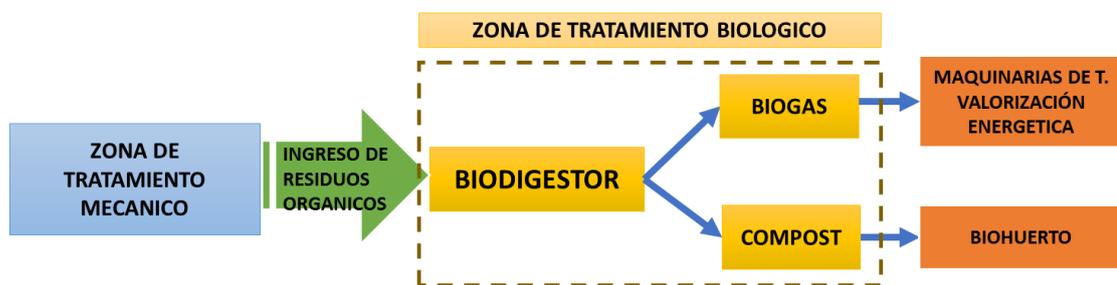
CRITERIOS	DATOS RELEVANTES	
TOTAL HORAS DE TRABAJO	18	hora
LARGO DEL SEPARADOR BALISTICO	6.00	m
ANCHO DE LA BANDA TRANSPORTADORA	2.20	m
ALTO DE LA BANDA TRANSPORTADORA	2.20	m
CANTIDAD 2020	1.00	und
CANTIDAD 2070	3.00	und
<b>ÁREA DE DISEÑO</b>	<b>13.20</b>	<b>m<sup>2</sup></b>

Fuente: Elaborado por equipo de trabajo

- Tratamiento Biológico

El mayor porcentaje de residuos producidos en la ciudad de Lampa y en la Región de Puno son los desechos orgánicos, considerando que al ser vertidos en rellenos sanitarios son una de las principales causas de la formación de gases de efecto invernadero y lixiviados, existen obstáculos para los productos reciclables en su procesamiento, por lo cual es necesario el uso de biodigestores para producir energía.

*Figura 82 Diagrama de flujo de los residuos orgánicos*



Fuente: Elaborado por equipo de trabajo

### **Biodigestor**

El biodigestor es un recipiente hermético que se utiliza para contener residuos orgánicos. Internamente, la materia orgánica se descompone en condiciones de anóxicas (ausencia de oxígeno), produciendo biogás que consta de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) y metano ( $\text{CH}_4$ ), junto con pequeñas cantidades de otros gases, como el sulfuro de hidrógeno ( $\text{H}_2\text{S}$ ), un combustible que puede generar electricidad o compost.

Premisas de diseño:

- El biodigestor tendrá que alcanzar la temperatura entre 10 a 55 °C según la fase en que se encuentre.
- Un metro cubico de biogás puede producir 2.2 kWh de electricidad

- El porcentaje de producción de compost es 10% del volumen del biodigestor en m<sup>3</sup>.

*Tabla 61 Criterios para Biodigestor*

<b>CRITERIOS</b>	<b>DATOS RELEVANTES</b>	
GENERACIÓN DE RSU 2020	5.51	Tn/día
GENERACIÓN DE RSU 2070	29203.94	Tn/día
DENSIDAD DE RSU	111.94	kg/cm <sup>3</sup>
VOLUMEN REQUERIDO	750	m <sup>3</sup>
CAPACIDAD ENERGÉTICA POR BIODIGESTOR POR M <sup>3</sup>	1650	kW
PRODUCCION DE COMPOST	7.50	Tn
<b>ÁREA DE DISEÑO</b>	<b>50</b>	<b>m<sup>2</sup></b>

Fuente: Elaborado por equipo de trabajo

*Figura 83 Biodigestor*

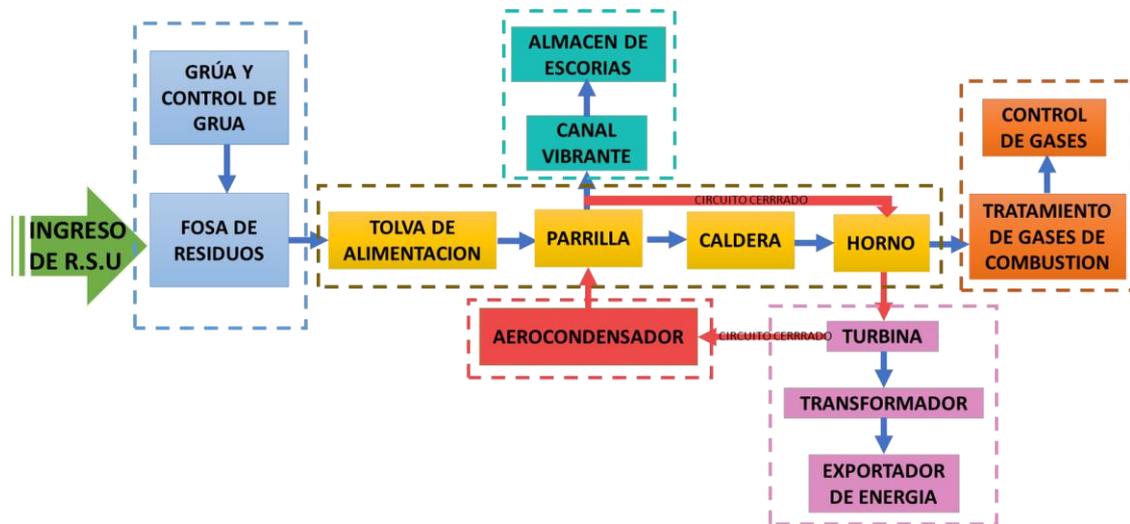


Fuente: Elaborado por equipo de trabajo – imágenes obtenidas de TERSA (2018)

- Tratamiento de Valorización Energética

La infraestructura requerirá tecnología sostenible para la valorización energética debido a que comprende procesos altamente tecnificados que vayan en armonía con el medio ambiente, que cumpla con los estándares nacionales e internacionales garantizando así su eficiencia.

*Figura 84 Diagrama de flujo de los residuos sólidos inertes*



Fuente: Elaborado por equipo de trabajo

### Fosa de Residuos

La fosa de recepción sirve para contener los residuos sólidos inertes previamente seleccionados en la zona de tratamiento mecánico, los residuos ingresan de manera subterránea mediante transportadoras, para facilitar su aprovechamiento.

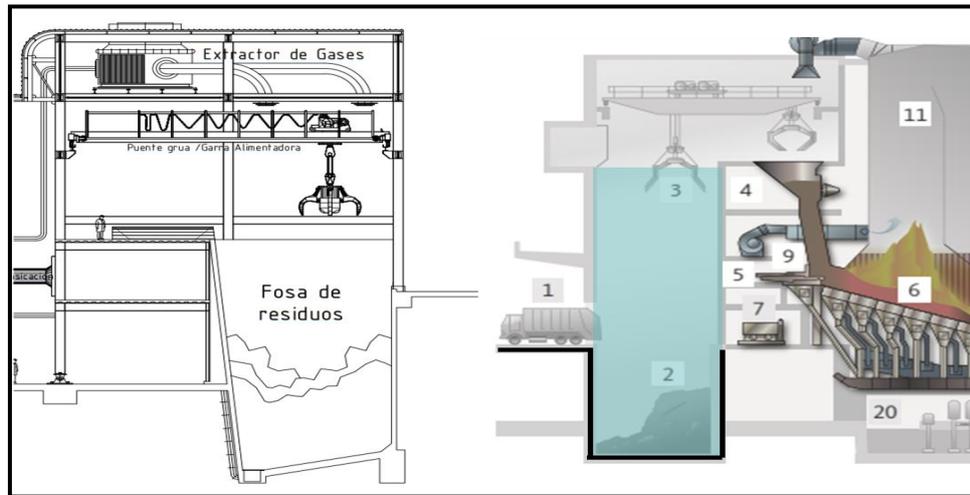
Premisas de diseño:

*Tabla 62 Criterios para Fosa de residuos*

CRITERIOS	DATOS RELEVANTES	
GENERACIÓN DE RSU 2031	76.94	Tn/día
GENERACIÓN DE RSU 2070	549.11	Tn/día
DENSIDAD DE RSU	111.94	kg/cm <sup>3</sup>
GENERACIÓN DE RSU EN m <sup>3</sup>	7040.50	m <sup>3</sup>
HORAS EFECTIVAS DE TRABAJO	18	horas
DISPOSICIÓN DE RSU	30.50	Tn/hora
<b>ÁREA DE DISEÑO</b>	<b>250</b>	<b>m<sup>2</sup></b>

Fuente: Elaborado por equipo de trabajo

**Figura 85 Fosa de residuos sólidos inertes**



Fuente: Elaborado por equipo de trabajo – imágenes obtenidas de TERSA (2018)

### **Grúa y control de grúa**

La grúa traslada los residuos inertes desde la fosa hacia la tolva de alimentación, previamente mezclados y homogenizados. Incluyen puentes de grúas, carros móviles, tres cucharas (una para cada grúa y una de reserva) y controles de grúa.

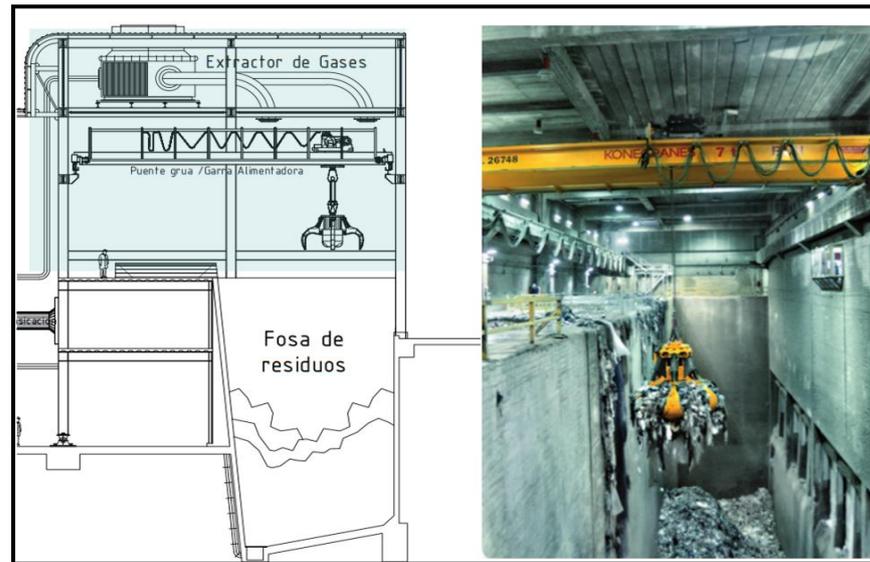
Premisas de diseño:

**Tabla 63 Criterios para grúa y control de grúa**

<b>CRITERIOS</b>	<b>DATOS RELEVANTES</b>	
GENERACIÓN DE RSU 2031	76.94	Tn/día
GENERACIÓN DE RSU 2070	549.11	Tn/día
DENSIDAD DE RSU	111.94	kg/cm <sup>3</sup>
CAPACIDAD DE CARGA Y DESCARGA DE LA GRUA	50.00	Tn/hora
HORAS DE TRABAJO TOTAL	12	horas
DIMENSION MÍNIMA	L=1.20, A=1.80 H=2.30	5 m <sup>3</sup>
<b>ÁREA DE DISEÑO</b>	<b>250</b>	<b>m<sup>2</sup></b>

Fuente: Elaborado por equipo de trabajo

**Figura 86 Grúa y control de grúa**



Fuente: Elaborado por equipo de trabajo – imágenes obtenidas de TERSA (2018)

### **Tolva de alimentación**

Esta maquinaria es similar a un embudo, se utiliza para el depósito y canalización de residuos sólidos por medio de la grúa, siendo su destino final la parrilla de combustión.

Premisas de diseño:

**Tabla 64 Criterios para Tolva de alimentación**

<b>CRITERIOS</b>	<b>DATOS RELEVANTES</b>	
GENERACIÓN DE RSU 2031	76.94	Tn/día
GENERACIÓN DE RSU 2070	549.11	Tn/día
HORAS DE TRABAJO TOTAL	12	horas
DIMENSION MÍNIMA	4.5 x 3.9	m2
<b>ÁREA DE DISEÑO</b>	<b>18</b>	<b>m2</b>

Fuente: Elaborado por equipo de trabajo

*Figura 87 Tolva de alimentación*



Fuente: Elaborado por equipo de trabajo – imágenes obtenidas de TERSA (2018)

### **Parrilla**

Esta maquinaria se utiliza para el tratamiento térmico de residuos, mediante la combustión controlada a más de 1000 °C; Óxidos de carbono e hidrógeno, destruyendo cualquier material carbonoso, incluidos los patógenos; su objetivo es la buena distribución del aire mediante el atizamiento y volteo de los residuos.

Premisas de diseño:

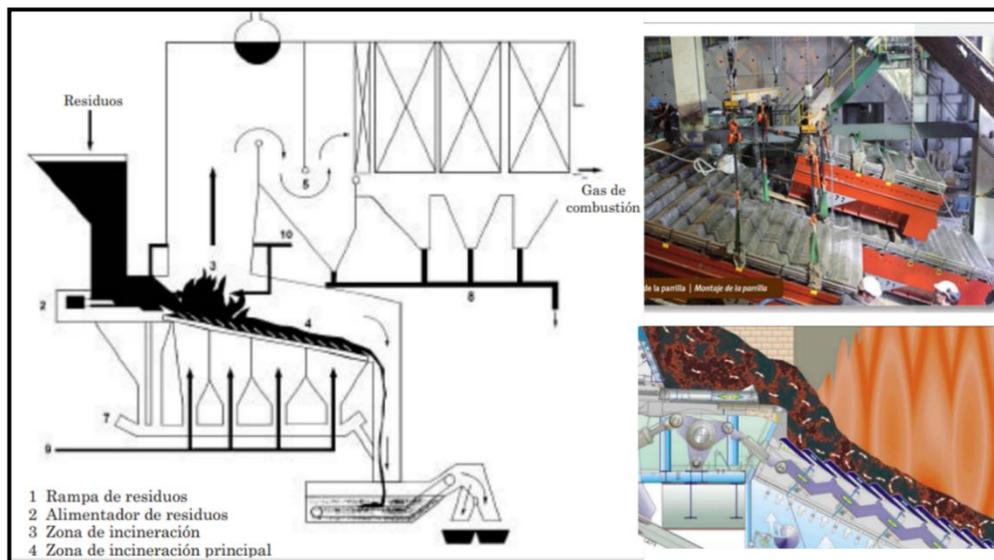
- El tiempo de permanencia de los residuos en las parrillas es de 60 minutos.

*Tabla 65 Criterios para Parrilla*

<b>CRITERIOS</b>	<b>DATOS RELEVANTES</b>	
GENERACIÓN DE RSU 2031	76.94	Tn/día
GENERACIÓN DE RSU 2070	549.11	Tn/día
PODER CALORÍFICO PROMEDIO	1.800	kcal/ kg
CAPACIDAD DE INCINERACION	12.00	Tn/hora
HORAS DE TRABAJO TOTAL	24	horas
CAPACIDAD DE COMBUSTIÓN POR LINEA	288.00	Tn/día
<b>ÁREA DE DISEÑO</b>	<b>50</b>	<b>m2</b>

Fuente: Elaborado por equipo de trabajo

**Figura 88 Parrilla de Incineración**



Fuente: Elaborado por equipo de trabajo – imágenes obtenidas de TERSA (2018)

### Horno - Caldera

El propósito del horno-caldera es enfriar los gases de combustión, transferir el calor de los gases de combustión al agua, convertirlo en vapor dentro de la caldera, suministrarlo a la turbina y generar electricidad.

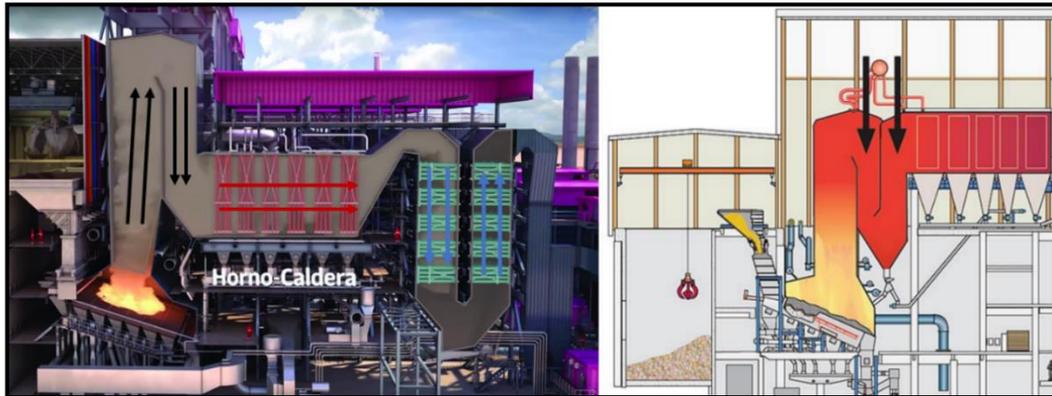
Premisas de diseño:

**Tabla 66 Criterios para Horno- Caldera**

CRITERIOS	DATOS RELEVANTES	
GENERACIÓN DE RSU 2031	76.94	Tn/día
GENERACIÓN DE RSU 2070	549.11	Tn/día
CAPACIDAD DE TRATAMIENTO	12.00	Tn/hora
PCI MAXIMO	3.200	kcal/kg
POTENCIA DE ENERGIA	5.814	kW
EFICIENCIA TÉRMICA	90-100	%
<b>ÁREA DE DISEÑO</b>	<b>236</b>	<b>m2</b>

Fuente: Elaborado por equipo de trabajo

*Figura 89 Horno - Caldera*



Fuente: Elaborado por equipo de trabajo – imágenes obtenidas de Veolia (2018)

### **Canal vibrante de escorias**

El proceso de combustión genera escorias; las cuales con un tratamiento se puede obtener materiales de construcción, metales férricos y metales no férricos para uso en la industria metalúrgica, HCl, sal o yeso.

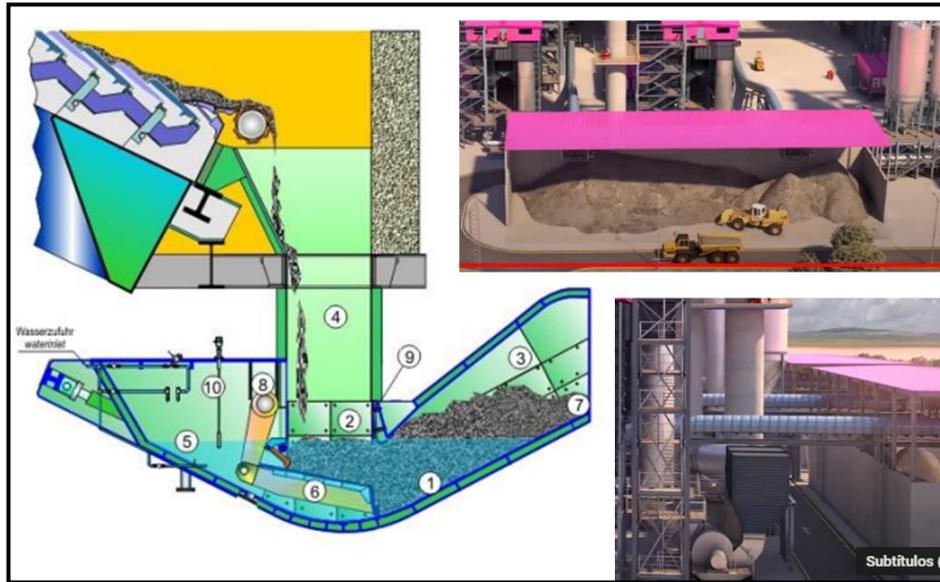
Premisas de diseño:

*Tabla 67 Criterios para Escorias*

<b>CRITERIOS</b>	<b>DATOS RELEVANTES</b>	
GENERACIÓN DE RSU 2031	76.94	Tn/día
GENERACIÓN DE RSU 2070	549.11	Tn/día
ESCORIAS POR 1 TONELADA DE RSU	10-15	Kg
GENERACION DE ESCORIAS 2031	0.760	Tn/día
GENERACION DE ESCORIAS 2070	5.490	Tn/día
<b>ÁREA DE DISEÑO CANAL VIBRANTE</b>	<b>90</b>	<b>m2</b>
<b>ÁREA DE DISEÑO ALMACEN</b>	<b>210</b>	<b>m2</b>

Fuente: Elaborado por equipo de trabajo

**Figura 90 Canal vibrante y almacén de escorias**



Fuente: Elaborado por equipo de trabajo – imágenes obtenidas de Veolia (2018)

### Tratamiento de gases de combustión

El sistema de Tratamiento de Gases de Combustión, consiste en una combinación de equipos individuales que componen un sistema global de tratamiento de gases de combustión.

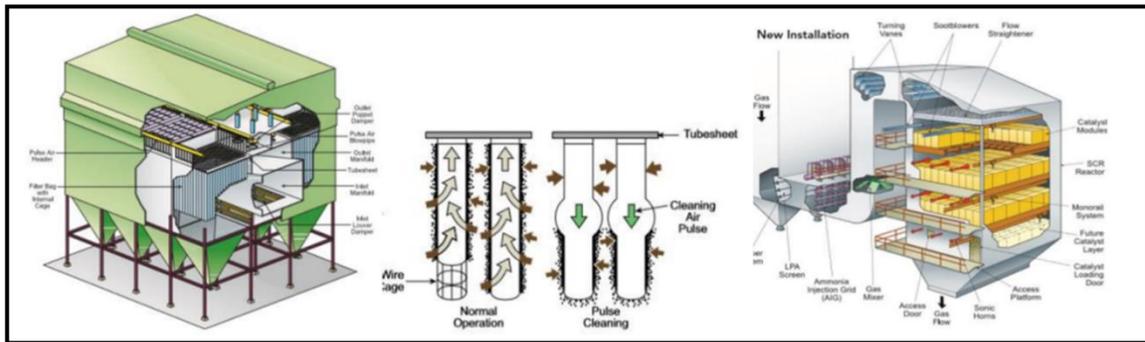
Premisas de diseño:

**Tabla 68 Criterios para Escorias**

CRITERIOS	DATOS RELEVANTES	
GENERACIÓN DE RSU 2031	76.94	Tn/día
GENERACIÓN DE RSU 2070	549.11	Tn/día
CONSUMO DE ENERGÍA AL DIA	0.769	MWh
CONSUMO DE ENERGÍA AL DIA	5.491	MWh
<b>ÁREA DE DISEÑO</b>	<b>250</b>	<b>m2</b>

Fuente: Elaborado por equipo de trabajo

**Figura 91 Tratamiento de Gases de Combustión**



Fuente: Elaborado por equipo de trabajo – imágenes obtenidas de TERSA (2018)

### **Aerocondensador**

Los aerocondensadores intercambian calor donde el vapor de agua de salida de la turbina se utiliza como refrigerante, se enfría hasta que se condensa en agua, el agua resultante se devuelve a la caldera del hogar. Los aerocondensadores constan de un haz de tubos aleteados, que es bueno para la transferencia de calor, y el vapor que se condensa circula a través de tubos aleteados.

Premisas de diseño:

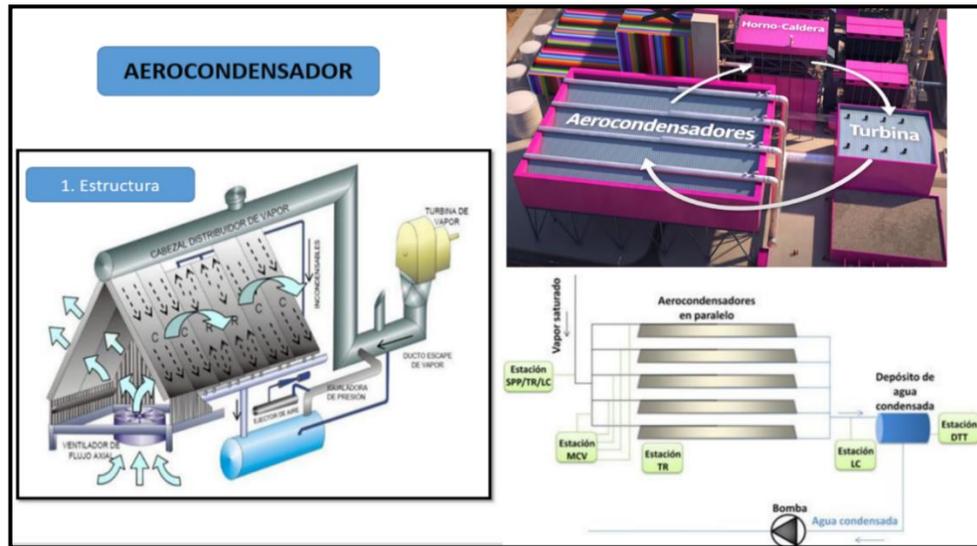
- El agua introducida con el aire es de 19.119,21 t/año y la cantidad que sale con los gases de combustión, en forma de vapor, es de 332.667,26 t/año.

**Tabla 69 Criterios para Aerocondensador**

<b>CRITERIOS</b>	<b>DATOS RELEVANTES</b>	
GENERACIÓN DE RSU 2031	76.94	Tn/día
GENERACIÓN DE RSU 2070	549.11	Tn/día
AGUA PARA COMBUSTIÓN	3.5	Tn/ resid.
CANTIDAD MAXIMA DE AGUA REQUERIDA	1921.88	Tn de agua
<b>ÁREA DE DISEÑO</b>	<b>500</b>	<b>m2</b>

Fuente: Elaborado por equipo de trabajo

**Figura 92 Aerocondensador**



Fuente: Elaborado por equipo de trabajo – imágenes obtenidas de Veolia (2018)

### **Turbina**

La turbina utiliza la energía cinética de la presión del líquido para convertirla en energía mecánica, lo que hace que la rueda con álabes se mueva. La turbina recibe el vapor de la caldera para la generación de energía.

Premisas de diseño:

**Tabla 70 Criterios para Turbina**

<b>CRITERIOS</b>	<b>DATOS RELEVANTES</b>	
GENERACIÓN DE RSU 2031	76.94	Tn/día
GENERACIÓN DE RSU 2070	549.11	Tn/día
CAPACIDAD	80	hp
VAPOR DE ENTRADA	2000	psig/1005 °F
<b>ÁREA DE DISEÑO</b>	<b>625</b>	<b>m2</b>

Fuente: Elaborado por equipo de trabajo

*Figura 93 Turbina*



Fuente: Elaborado por equipo de trabajo – imágenes obtenidas de Veolia (2018)

### **Transformador**

Los transformadores facilitan la transferencia de energía eléctrica a largas distancias de forma práctica y económica. Un transformador eléctrico es una corriente alterna estática que puede cambiar algunas funciones de la corriente, como el voltaje y la fuerza, y en el caso de un transformador ideal, mantener la frecuencia y la potencia.

*Tabla 71 Criterios para Transformador*

<b>CRITERIOS</b>	<b>DATOS RELEVANTES</b>	
GENERACIÓN DE RSU 2031	76.94	Tn/día
GENERACIÓN DE RSU 2070	549.11	Tn/día
CANTIDAD MAXIMA	25000	VA
<b>ÁREA DE DISEÑO</b>	<b>625</b>	<b>m2</b>

Fuente: Elaborado por equipo de trabajo

### **Exportador de energía**

La electricidad se transmite a través de líneas eléctricas de alta tensión que forman una red con subestaciones. Para suministrar energía con la menor pérdida de energía posible, es necesario aumentar el nivel de voltaje.

Premisas de diseño:

- Según el OSINERMIG una vivienda en la zona residencial en el Perú consume en la zona urbana 126 kWh al mes.
- Considerar que un hogar al año consume en promedio 1.512 MWh.
- Según la capacidad energética hallada para el 2031 está abastecerá a 1658 hogares y en el 2070 abastecerá a 192267 hogares.
- El 10 % de la energía producida puede ser utilizada en la misma infraestructura.

*Tabla 72 Criterios para Exportador de Energía*

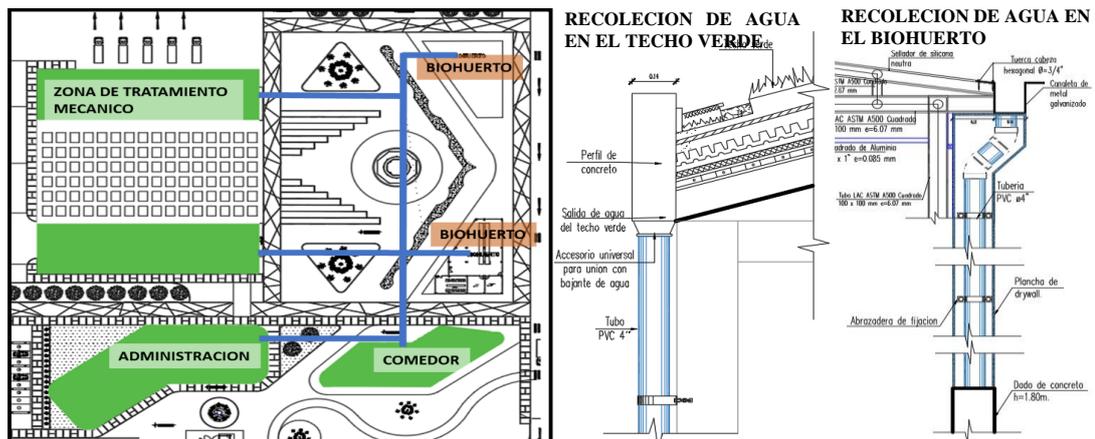
<b>CRITERIOS</b>	<b>DATOS RELEVANTES</b>	
GENERACIÓN DE RSU 2031	76.94	Tn/día
GENERACIÓN DE RSU 2070	549.11	Tn/día
CAPACIDAD ENERGÉTICA AÑO 2031	2486.50	MWh
CAPACIDAD ENERGÉTICA AÑO 2070	290,708.02	MWh
<b>ÁREA DE DISEÑO</b>	<b>500</b>	<b>m2</b>

Fuente: Elaborado por equipo de trabajo

- Techo Verde

Nuestra propuesta utilizará techos verdes para la reutilización y conservación agua a través del tratamiento y manejo de aguas pluviales que se usarán para el área de cultivo en el biohuerto, debido a que el agua de lluvia contiene un alto grado de pureza y limpieza, que permite al cultivo crecer más sana y fuerte, garantizando así la eficiencia del cultivo. La pendiente de los techos verdes varía entre 5 y 25°, un factor esencial ya que las pendientes pronunciadas en áreas de fuertes lluvias pueden provocar erosión y destrucción de la vegetación; contara además con un espesor de 0.34 m como máximo y un peso saturado de 95 a 100 kg/m<sup>2</sup>.

**Figura 94 Diagrama de Flujo de Aguas Pluviales de Techo verde**



Fuente: Elaborado por equipo de trabajo

Los techos verdes retienen un 66% de agua de lluvia, la cual es filtrada y almacenada en un reservorio subterráneo de 75m<sup>3</sup> que impulsara el agua por medio del bombeo hacia los tanques de cada zona, para realizar este proceso se debe conocer la cantidad de agua recolectada anual como se detalla en la siguiente tabla.

**Tabla 73 Capacidad de Retención del techo verde**

	Área del Techo (m <sup>2</sup> )	Precipitación anual (mm/año) *	Retención de agua en techo verde (66%) **	Coefficiente de Manning **	Captación total de agua al año
<b>Administración</b>	1317.23	932	559.2	0.24	176782.80
<b>Comedor</b>	693.20	932	559.2	0.24	93032.98
<b>Zona de TM.</b>	2240.36	932	559.2	0.24	300674.23
<b>Total</b>					<b>570,490.01 litros/año</b>

\**Previsión meteorológica y clima mensual Lampa, Perú:* <https://www.weather-atlas.com/es/peru/lampa-clima>

\*\* *Techos verdes para la gestión integral del agua: caso de estudio Chapinero, Colombia, 2019*

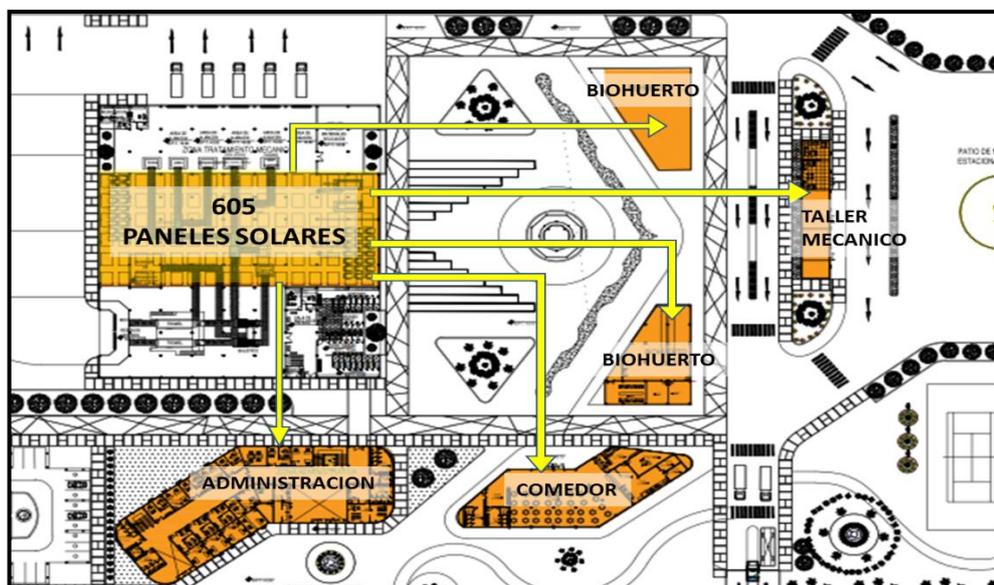
Fuente: Elaborado por equipo de trabajo

- Paneles Solares

Para nuestra propuesta se incorporará los paneles solares los cuales tienen como objetivo recolectar la radiación electromagnética producida por el Sol, la cual es una energía renovable para transformarla en energía eléctrica, orientada hacia el noroeste del proyecto, donde se capta más energía. El Decreto Legislativo N° 1002 para promover la inversión en la generación de Energía Eléctrica mediante Energías Renovables, promueve la innovación tecnológica, en este caso las energías renovables al uso de energía solar para la protección del medio ambiente.

El área que ocupan los paneles solares será de 2300 m<sup>2</sup>, por lo que requerirá de 605 paneles solares de 2.40 x 1.30 m<sup>2</sup>, las cuales generan un promedio diario de 3.25 a 4.30 kW por panel solar obteniendo un total de 1966.25 kWh al día, la cual será utilizada en la zona de tratamiento mecánico que esta implementada de maquinarias de procesamiento y selección, adicional a ello se destinará a la administración, comedor, taller mecánico y biohuertos; haciendo a la infraestructura sostenible.

*Figura 95 Diagrama de Flujo de los Paneles Solares*



Fuente: Elaborado por equipo de trabajo

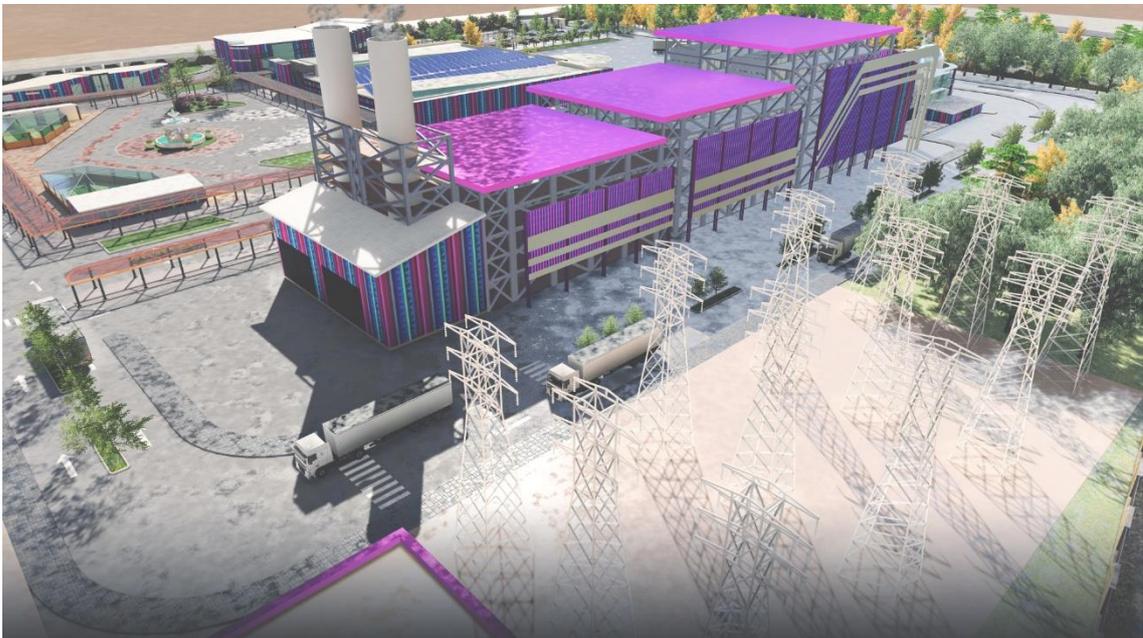
### Conjunto Arquitectónico

***Figura 96 Conjunto arquitectónico***



Fuente: Elaborado por equipo de trabajo

***Figura 97 Zona de valorización energética***



Fuente: Elaborado por equipo de trabajo

*Figura 98 Zona de tratamiento mecánico*



Fuente: Elaborado por equipo de trabajo

*Figura 99 Zona administrativa*



Fuente: Elaborado por equipo de trabajo

***Figura 100 Tratamiento Biológico - Biodigestor***



Fuente: Elaborado por equipo de trabajo

***Figura 101 Tratamiento Biológico - Biohuerto***



Fuente: Elaborado por equipo de trabajo

***Figura 102 Zona de servicios generales- comedor***



Fuente: Elaborado por equipo de trabajo

***Figura 103 Zona de Esparcimiento***



Fuente: Elaborado por equipo de trabajo

*Figura 104 Ingreso de vehículos pesados y livianos*



Fuente: Elaborado por equipo de trabajo

*Figura 105 Ingreso principal de peatones*



Fuente: Elaborado por equipo de trabajo



## V. CONCLUSIONES

El proyecto de diseño de Infraestructura de transformación de residuos sólidos urbanos, se encuentra acorde a las características arquitectónicas industriales, aplicando criterios de autosuficiencia energética y reutilización de recursos, los cuales se encuentran bajo los principios de sostenibilidad, cumplen con las características de la edificación industrial y valorizan eficientemente los residuos sólidos, contribuyendo a la protección ambiental.

Se determinó que, para identificar las alternativas tecnológicas para la infraestructura de transformación de desechos sólidos urbano, se debe conocer la composición de los residuos producidos en el distrito y provincia de Lampa- Puno, todo ello a partir de la caracterización de residuos sólidos, donde también se obtendrá la generación per cápita, siendo para el año 2020 de 0.59 kg/hab./día, esto para conocer el volumen estimado de residuos sólidos en un lapso de 50 años que se enfoca el proyecto; las tecnologías sostenibles se basan en la composición de los residuos, para lo cual se estableció los siguientes tratamientos: tratamiento mecánico para residuos reciclables y reutilizables que representan el 30%, tratamiento biológico a partir de residuos orgánicos, produciendo biogás y compost que representa el 38% y finalmente la valorización energética para residuos inertes generando energía eléctrica, representa el 32% del volumen total de residuos obtenidos en la caracterización.

El proyecto se desarrolla bajo las características de las edificaciones industriales, en el cual se demuestra la planificación, diseño y construcción de edificaciones para actividades industriales, en función de dos factores fundamentales: la función, concretada en la organización interna y externa de la edificación con el fin de maximizar la Eficiencia del proceso de transformación de RSU y control sobre los trabajadores, para asegurar las



condiciones necesarias para el correcto desempeño de los mismos. Los detalles formales del proyecto se determinan por formas puras y sólidas logrando una organización espacial agrupada, lineal y con trama ortogonal, los edificios constan de techos altos, donde se exponen los materiales de construcción. Una singularidad del proyecto es la fachada multicolor, inspirada en la artesanía de la lliclla, donde se destaca el color rosado, color representativo de la ciudad de lampa, ya que en las encuestas realizadas el 78.50 % de los encuestados se siente representado por este color, seguido con una aceptación del 11.10% el color celeste.

El proyecto se realiza bajo el enfoque del concepto de economía circular orientada a los residuos sólidos, donde se establece la reutilización inteligente de la basura, perdiendo su condición de tal, para convertirse en materia prima y producir energía eléctrica, biogás, composta y materiales de reciclaje, imitando los ciclos de la naturaleza como un sistema cerrado, ecológico y cíclico, dándole un valor agregado a los residuos sólidos. Además, de permitir la autosuficiencia energética y la reutilización de los recursos mediante las tecnologías limpias como paneles solares y techos verdes los cuales son recirculados en la infraestructura de transformación.



## VI. RECOMENDACIONES

Continuar desarrollando investigaciones dirigidas al diseño de la Infraestructura de transformación sostenible de residuos sólidos urbanos y la implementación de alternativas tecnológicas con enfoque sostenible, que priorice la valorización eficiente de estos.

Realizar la caracterización de residuos sólidos de manera frecuente para obtener datos reales de la composición de los residuos sólidos en toda la región de Puno, considerar que la propuesta se realizara por etapas en un lapso de 50 años debido a la falta de presupuesto destinada al tratamiento de los residuos sólidos, además del desconocimiento de alternativas de transformación sostenible de los residuos que vayan en armonía con el medio ambiente.

En la región de Puno no se cuenta con arquitectura industrial representativa por lo que se recomienda implementar infraestructuras de proceso industrial que busquen satisfacer necesidades actuales, donde se logre cumplir la funcionalidad acorde a la necesidad de la población y a la vez lograr la integración con el medio ambiente.

Es necesario introducir el concepto de economía circular para la transformación de los residuos sólidos, logrando recircular los recursos de forma ilimitada, cambiando el paradigma de los desechos, lo que requiere de concientizar a la población a nivel nacional dada por las autoridades competentes.



## VII. REFERENCIAS

- Real Academia Española. (2021). España.
- Ambientum. (2017). *Características físicas de los residuos sólidos urbanos*. Obtenido de
- Andrade, O., & Benitez, O. (2009). La arquitectura sostenible en la formación del Arquitecto. *Universidad del Salvador (Tesis de grado)*. El Salvador.
- ArchDaily. (Diciembre de 2012). *Valorización y Eliminación R.S.U. en Algimia / Juan Marco*.
- ArchDaily. (2019). *Ábalos & Herreros: arquitectura desde la modestia y la tecnología*.
- Arencibia, G. (2016). La importancia del uso de paneles solares en la generación de energía eléctrica. *Revista Electrónica de Veterinaria*, 1-4.
- Arnheim, R. (1997). *Arte y percepción visual*. Argentina: Alianza Editorial, S.A.
- Baldwin, E. (2019). CopenHill: la historia de la icónica planta de energía de BIG. 10.
- BIANNCA. (2014). *BIANNCA RECYCLING*. Obtenido de Maquinas Clave: <https://biannarecycling.com/key-machines/>
- Buestán Villarroel, R. (05 de 01 de 2014). *slideshare*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/robertz93/zonificacion-29718403>
- Caparros, A., & Ovando, P. (2008). *Bioenergía en la Unión Europea*. Instituto Complutense de Estudios Internacionales (ICEI) y FEDEA., Madrid.
- Ching, F. (2007). *Arquitectura Dormar Espacio y Orden*. MEXICO: G. Gili, SA de CV.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe . (2016). *Guía general para gestión de residuos sólidos domiciliarios*. Chile.



- ConSORCI per a la gestió de residus. (2017). *ConSORCI per a la gestió de residus.org*.  
Obtenido de Planta de tratamiento de residuos de residuos Tecnología al servicio del reciclaje.
- Cruz, N. (2017). *La formación a través de la lúdica en el diseño de áreas de trabajo*. Cali, Colombia.
- Decision de Ejecucion (UE) 2019/2010 de la Comision. (12 de Noviembre de 2019).  
Conclusiones sobre las mejores técnicas disponibles (MTD), de conformidad con la Directiva 2010/75/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, para la incineración de residuos. Bruselas.
- Directiva 2006/12/CE del parlamento europeo y del consejo. (5 de abril de 2006). Diario Oficial de la Unión Europea. España.
- Directiva 2010/75/UE del Parlamento Europeo y del Consejo. (2010). Directiva sobre las emisiones industriales (prevención y control integrados de la contaminación).
- Dulanto, A. (2013). *Asignación de competencias en materia de residuos sólidos de ámbito municipal y sus impactos en el ambiente*. PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ, Lima - Peru.
- European Parlireamentary Research Service. (2018).  
<https://www.europarl.europa.eu/thinktank/infographics/circulareconomy/public/index.html?fbclid=IwAR0VkrRhEXBSN0MGJ7skS3qCmC6IsgSNO9fDHpM54v41EUMnkcwduE4phCQg>.
- Fazenda, A., & Tavares, M. (2016). Caracterización de residuos sólidos urbanos en Sumbe: herramienta para gestión de residuos. *Centro de Información y Gestión Tecnológica de Holguín Holguín, Cuba*, 1-15.



- Guevara, J. (03 de Marzo de 2015). Obtenido de Transformaciones de los Residuos Sólidos.
- Hitachi Zosen INOVA. (Noviembre de 2016). *Energy from Waste Plant Sant Adrià de Besòs / Spain*. Obtenido de [https://www.hz-inova.com/files/2014/11/hzi\\_referenz\\_barcelona\\_en.pdf](https://www.hz-inova.com/files/2014/11/hzi_referenz_barcelona_en.pdf)
- Huñari, J. (8 de Mayo de 2017). *Denuncian contaminación del río Lampa con residuos sólidos*.
- Lett, L. (2014). Las amenazas globales, el reciclaje de residuos y el concepto de economía circular. *Revista Argentina de Microbiología*.
- Ley de gestion integral de residuos solidos N° 1278. (24 de Abril de 2017). Decreto Legislativo que aprueba la Ley de gestion integral de residuos solidos. Lima, Peru.
- Ley General de Residuos Sólidos N° 27314. (2000). Diario Oficial el Peruano. Lima, Peru.
- Ley General del Ambiente Ley N° 28611. (2005). Congreso de la Republica. Lima, Peru.
- Lizondo, L. (Enero de 2011). *andar por casa en torno al análisis del proyecto*.
- Lopez, B., Chamaco, A., Martinez, M., & Arana, M. (2019). Techos verdes: una estrategia sustentable. *Tecnología en Marcha*, 69-79.
- Mancebo Fernández, P. (10 de Junio de 2019). Valorización Energética de RSU. *Valorización Energética de RSU*. Bilbao.
- Maqueira, A. (9 de Mayo de 2011). Sostenibilidad y eeficiencia en Arquitectura. *Universidad de Lima*, 125-152.



- Marquez, L. (2016). *Residuos Solidos: Un enfoque disciplinario Volumen 1 (Vol. I)*. Hidalgo, Mexico: LibrosEnRed.
- Messidoro, M. A., & Colón, S. (2010). *El color, forma y comunicacion en arquitectura*. Argentina.
- MINAM. (2017). *Ministerio del Ambiente* . Obtenido de Hay un déficit de 246 rellenos sanitarios.
- Ministerio del Ambiente. (2012). *Politica Naciona de Educacion Ambiental*.
- Ministerio del Ambiente. (31 de diciembre de 2018). *Guia para la Caracterizacion de Residuos Solidos Municipales*. Lima, Peru.
- Municipalidad distrital de Breña. (2016). *Estudio de Caracterizacion de Residuos Solidos Municipales*. Breña.
- Municipalidad Provincial de Lampa. (2015). *Estudio de Caracterizacion de Residuos Solidos Municipales de la Localidad de Lampa*. Lampa.
- Municipalidad Provincial de Puno. (2013). *2.4.3.1 Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos de la Provincia de Puno Pigars-2013-2018*. Puno.
- Municipalidad Provincial de Puno. (2018). *Informe de Trabajo de Recubrimiento del Área Degrada por Residuos Sólidos "Cancharani" del Distrito de Puno*. Puno.
- ONU. (2018). *ONU programa para el medio ambiente*. Obtenido de Perspectiva de la Gestión de Residuos en América Latina y el Caribe.
- ONU. (7 de Octubre de 2019). *Noticias ONU*.
- Panero, J., & Zelnik, M. (1996). *Las dimensiones humanas en los espacios interiores*. México: G. Gili, SA de CV.



- Pérez Porto, J., & Gardey, A. (2011). Obtenido de Definicion de espacio arquitectónico:  
<https://definicion.de/espacio-arquitectonico/>
- Plan estrategico de la provincia de lampa.* (2013). Obtenido de  
<http://www.monografias.com/trabajos74/plan-estrategico-desarrollo-provincia-Lampa/plan-estrategico-desarrollo-provincia-Lampa2.shtml>
- Planas, O. (2020). *Energia nuclear.* Obtenido de ¿Que es la energia nuclear?:  
<https://energia-nuclear.net/energia/energia-electrica>
- Plazola Cisneros, A. (s.f.). *Enciclopedia de Arquitectura Plazola* (Vol. 7). Plazola editores.
- Real, G. (2017). Resdiuos y Sotenibilidad el Modelo Europeo.
- Reglamento Nacional de Edificaciones. (2021). Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Peru.
- Residuos Sólidos. (2010). *Propiedad Físicas y Químicas de los Residuos Sólidos.*
- Retenria, J., & Zeballos, M. (2014). *Propuesta de Mejora para la gestión estratégica del Programa de Segregación en la Fuente y Recolección Selectiva de Residuos Sólidos Domiciliarios en el distrito de Los Olivos.* PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ , Lima - Peru.
- Sampieri. (2014). *Metodologia de la Investigacion.* Mexico.
- Sandoval, L. (2006). *Manual de Tecnologías Limpias en PyMEs del Sector Residuos Sólidos.* Lima.
- Sandoval, V., Jaca, C., & Ormazabal, M. (Noviembre de 2017). Economía circular. *Ingenieria*, 85-95.



- TERSA. (12 de Noviembre de 2015). *Planta Integral de Valorización de Residuos (PIVR) de Sant Adrià de Besòs en Castellano [archivo de video]*. Obtenido de [https://www.youtube.com/watch?v=sTBOfePUfl0&fbclid=IwAR3GLv\\_yTlxdIJGmaet--gkAg74hS1HQh5pkbsc3EvhAgZxQQh272Z8igGQ](https://www.youtube.com/watch?v=sTBOfePUfl0&fbclid=IwAR3GLv_yTlxdIJGmaet--gkAg74hS1HQh5pkbsc3EvhAgZxQQh272Z8igGQ)
- TERSA. (2018). *Responsabilidad Social Corporativa*. Obtenido de TERSA, Tratamiento y Selección de Residuos.
- Tetma. (27 de Enero de 2021). *Consorcio Plan Zonal Residuos*. Obtenido de La Planta de Valorización de Algimia d'Alfara trata cerca de 111.000 toneladas de residuos durante 2020.
- Toro, C. (2019). *Termovalorización de residuos sólidos urbanos en la ciudad autónoma de Buenos Aires, Argentina*. Universidad Santiago de Cali, Facultad de Ingeniería, Programa de Especialización en Gerencia Ambiental y Desarrollo.
- Valencia Escobar, A. H. (2007). *Forma, estructura y movimiento. línea de Investigación en Morfología Experimental del Grupo de Estudios en Diseño (GED) de la Facultad de Diseño de la Universidad Pontificia Bolivariana*.
- Veolia. (Mayo de 2018). *Infografía sobre la Planta de Termovalorización en la CDMX*.
- wikiarquitectura. (12 de abril de 2012). <https://es.wikiarquitectura.com/edificio/planta-de-tratamiento-amager-copen-hill/>.
- Wilkinson, P. (2012). *50 cosas que hay que saber sobre arquitectura*. California 1231, Ciudad autónoma de Buenos Aires: Editorial Paidós SAIFC.



## ANEXOS

### Anexos 1: Encuestas para domicilios y establecimientos no domiciliarios

1) ¿Qué tipo de residuos sólidos predomina en su domicilio? a) Restos de verduras y frutas b) Papel c) Botellas de plástico y vidrio d) Residuos Sanitarios e) Otros	2) ¿Qué tipo de residuos sólidos predomina en su centro laboral? a) Restos de verduras y frutas b) Papel c) Botellas de plástico y vidrio d) Residuos de aparatos electrónicos e) Otros
3) ¿Usted separa los residuos orgánicos en su domicilio? a) Si b) No	4) ¿Usted separa los residuos orgánicos en su centro laboral? a) Si b) No
5) ¿Usted recicla algunos de estos residuos? a) Botellas de plástico y vidrio b) Papel c) Latas de aluminio d) Bolsas de plástico e) Otros	6) ¿Qué color cree usted que representa a la ciudad de Lampa? a) Celeste b) Plomo c) Rosado d) Amarillo e) Otro
7) ¿Qué expresión artística representa a la ciudad de Lampa? a) Pintura b) Danza c) Música d) Dibujo e) Otro	8) ¿Considera que un tratamiento adecuado de los residuos sólidos aportaría a la conservación del medio ambiente? a) Si b) No



## Anexos 2: Lista de planos

Plano 26-01 Localización.

Plano 26-02 Ubicación.

Plano 26-03 Trazos.

Plano 26-04 Planimetría general.

Plano 26-05 Techos del conjunto.

Plano 26-06 Vegetación.

Plano 26-07 Zona Administrativa Primer Nivel.

Plano 26-08 Zona Administrativa Segundo Nivel.

Plano 26-09 Zona Administrativa Tercer Nivel.

Plano 26-10 Zona Administrativa Elevaciones.

Plano 26-11 Zona Administrativa Cortes.

Plano 26-12 Zona de Tratamiento Mecánico Primer Nivel.

Plano 26-13 Zona de Tratamiento Mecánico Elevaciones.

Plano 26-14 Zona de Valorización Energética Primer y Tercer Nivel.

Plano 26-15 Zona de Valorización Energética Elevaciones.

Plano 26-16 Zona de Tratamiento Biológico – Biodigestor Primer y Segundo Nivel.

Plano 26-17 Zona de Tratamiento Biológico – Biohuerto Primer Nivel, elevaciones y cortes.



Plano 26-18 Servicios generales – Comedor General Primer Nivel.

Plano 26-19 Servicios generales – Comedor General Elevaciones y Cortes.

Plano 26-20 Servicios generales – Taller mecánico primer nivel, Elevaciones y Cortes.

Plano 26-21 Detalles de puertas, barandas metálicas y canaleta para techo verde.

Plano 26-22 Detalles techos verde, puente y pérgolas.

Plano 26-23 Detalle de ingreso principal y vehículos.

Plano 26-24 Detalles de baños zona administrativa.

Plano 26-25 Detalles de baños zona tratamiento mecánico.

Plano 26-26 Detalles de baños servicios generales – comedor general.

VEASE LOS PLANOS EN EL SIGUIENTE ENLACE:

[https://drive.google.com/drive/folders/1\\_wcITUqdeYnmT0t4YOT18-rE0kgW8Iao?usp=sharing](https://drive.google.com/drive/folders/1_wcITUqdeYnmT0t4YOT18-rE0kgW8Iao?usp=sharing)