

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



Propuesta de diseño de una planta de tratamiento de residuos sólidos orgánicos municipales para la obtención de humus en el distrito de Requena

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

AUTOR

Carmen Yanela Dominguez Mocarro

ASESOR

Evans Nielander Llontop salcedo

<https://orcid.org/0000-0002-2917-2864>

Chiclayo, 2023

**Propuesta de diseño de una planta de tratamiento de residuos
sólidos orgánicos municipales para la obtención de humus en el
distrito de Reque**

PRESENTADA POR:

Carmen Yanela Dominguez Mocarro

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO INDUSTRIAL

APROBADA POR:

Oscar Kelly Vásquez Gervasi
PRESIDENTE

Joselito Sánchez Pérez
SECRETARIO

Evans Nielander Llontop Salcedo
VOCAL

Dedicatoria

A Dios, por llevarme por el buen camino y darme la oportunidad y fortaleza de culminar satisfactoriamente mi carrera.

A mi madre por ser mi motivo y demostrarme día a día su amor incondicional estando presente en todo mi trayecto, brindándome confianza y fuerza para salir adelante durante mi carrera profesional y personal.

A mi tía, sobrinos y demás familiares por siempre motivarme para seguir adelante y no retroceder.

Finalmente, a todas las personas especiales que estuvieron conmigo en los momentos buenos y malos, ayudándome siempre.

Agradecimientos

A Dios, por bendecirme en cada momento y darme la capacidad, fortaleza y entendimiento para realizar la presente tesis.

A mi madre Maritza Mocarro, a quien amo y agradezco por ser parte fundamental de mi desarrollo personal y profesional, brindándome confianza, seguridad, apoyo moral y económico para lograr terminar con éxito mi etapa universitaria.

Al Ing. Evans Llontop, mi asesor de tesis, que gracias a su apoyo y aliento moral junto con sus conocimientos y experiencias ha logrado orientarme a la culminación de mi trabajo de investigación.

TESIS 100%

INFORME DE ORIGINALIDAD

21 %
INDICE DE SIMILITUD

21 %
FUENTES DE INTERNET

2 %
PUBLICACIONES

7 %
TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	9 %
2	creativecommons.org Fuente de Internet	1 %
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	1 %
4	qdoc.tips Fuente de Internet	1 %
5	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
6	biblioteca.usac.edu.gt Fuente de Internet	<1 %
7	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1 %
8	docplayer.es Fuente de Internet	<1 %
9	idoc.pub Fuente de Internet	<1 %

Índice

Resumen	16
Abstract	17
I. Introducción	18
II. Marco teórico	20
2.1. Antecedentes.....	20
2.2. Bases teóricas	22
2.2.1. Residuos sólidos.....	22
2.2.2. Aprovechamiento de residuos sólidos.....	22
2.2.3. Clasificación de los residuos sólidos.....	22
2.2.3.1. Por su naturaleza:.....	23
2.2.3.2. Por su origen	23
2.2.3.3. Por su Gestión	25
2.2.3.4. Por su peligrosidad.....	26
2.2.4. Operador de residuos sólidos	26
2.2.5. Manejo de Residuos Sólidos municipales.....	27
2.2.6. Impacto de los residuos sólidos al ambiente (oefa).....	29
2.2.6.1. Contaminación del agua.....	29
2.2.6.2. Contaminación del suelo.....	29
2.2.6.3. Contaminación del aire	30
2.2.7. Métodos de aprovechamiento de residuos orgánicos.....	30
2.2.7.1. Alimentación animal	30
2.2.7.2. Biocombustibles.....	30
2.2.7.3. Bocashi.....	31
2.2.7.4. Compostaje	31
2.2.7.5. Humus	34
2.2.8. Marco legal de residuos sólidos en el Perú	41
2.2.8.1. Ley General del Ambiente - N° 28611	41
2.2.8.2. Ley General de Salud.....	41
2.2.8.3. Reglamento de la ley de Gestión integral de Residuos Sólidos Decreto supremo N° 014-2017-MINAM.....	41
2.2.8.4. Ley orgánica de Municipalidades N° 27972.....	41
2.2.9. Diseño de planta	41
2.2.9.1. Capacidad de planta	42
2.2.9.2. Localización de planta	42
2.2.9.3. Macro localización.....	42
2.2.9.4. Micro localización	43

2.2.9.5.	Distribución de planta	43
2.2.10.	Proceso de producción	43
2.2.11.	Estudio de Mercado	44
2.2.12.	Mercado	44
2.2.13.	CNA.....	44
2.2.14.	Coeficiente de Pearson	44
III.	Metodología	45
3.1.	Tipo de Investigación	45
3.2.	Diseño de Investigación.....	45
3.3.	VARIABLES.....	45
3.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	45
3.5.	Matriz de Operacionalización.....	46
3.6.	Matriz de consistencia	47
3.7.	Procesamiento de datos	48
3.8.	Consideraciones éticas.....	48
IV.	Resultados	48
4.1.	Situación actual del manejo de los residuos sólidos en el distrito de Reque.....	48
4.1.1.	Programa de Segregación a la fuente y recolección de residuos sólidos	48
4.1.1.1.	Objetivos	49
4.1.1.2.	Procesos	49
4.1.1.3.	Programa de capacitación, sensibilización y educación ambiental para la población 51	
4.1.1.4.	Personal.....	53
4.1.1.5.	Equipos, herramientas e implementos de seguridad	57
4.1.1.6.	Destino de los residuos	59
4.1.1.7.	Plan de Caracterización.....	60
4.2.	Estudio de mercado	62
4.2.1.	Objetivos del estudio de mercado	62
4.2.2.	Producto en el mercado	62
4.2.2.1.	Producto principal y características	62
4.2.2.2.	Propiedades	63
4.2.2.3.	Usos.....	64
4.2.2.4.	Productos sustitutos	65
4.2.3.	Zona de influencia del proyecto	65
4.2.3.1.	Factores que determinan el área de mercado	65
4.2.3.2.	Área de mercado seleccionada.....	67

4.2.3.3.	Factores que limitan la comercialización.....	67
4.2.4.	Análisis de la demanda.....	67
4.2.4.1.	Características de los consumidores	67
4.2.4.2.	Situación actual de la demanda.....	68
4.2.4.3.	Demanda histórica	68
4.2.4.4.	Método de proyección de la demanda	69
4.2.4.5.	Proyección de la demanda	70
4.2.5.	Análisis de la oferta.....	70
4.2.5.1.	Oferta histórica.....	70
4.2.5.2.	Método de proyección de la oferta.....	70
4.2.5.3.	Proyección de la oferta.....	71
4.2.6.	Demanda insatisfecha.....	71
4.2.7.	Demanda del proyecto.....	71
4.2.8.	Precios	72
4.2.8.1.	Precio del producto en el mercado	72
4.2.8.2.	Método de proyección de precio	72
4.2.8.3.	Proyección del precio.....	73
4.2.9.	Plan de venta	73
4.2.10.	Comercialización del producto	74
4.2.10.1.	Sistema de distribución propuesto	74
4.3.	Materias primas y suministros	74
4.3.1.	Disponibilidad de materia prima	74
4.3.2.	Requerimiento de material directo	75
4.3.3.	Requerimiento de materiales indirectos	76
4.3.4.	Plan de Producción.....	80
4.4.	Localización y tamaño.....	81
4.4.1.	Macrolocalización	81
4.4.1.1.	Aspectos geográficos	81
4.4.1.2.	Aspectos socioeconómicos y culturales.....	83
4.4.1.3.	Infraestructura	85
4.4.2.	Factores básicos que determinan la localización.....	86
4.4.3.	Microlocalización.....	86
Criterios de selección utilizados.....		87
4.4.3.1.	Método y alternativa elegida.....	89
4.4.4.	Localización	91
4.4.1.	Tamaño de planta	91

4.4.1.1.	Relación Tamaño – Mercado	91
4.4.1.2.	Relación Tamaño – Tecnología	91
4.4.1.3.	Relación Tamaño – Materia Prima	91
4.4.1.4.	Relación Tamaño – Financiamiento	92
4.4.1.5.	Relación Tamaño –Inversión	92
4.4.2.	Justificación de la localización de la planta	92
4.4.3.	Proceso productivo	93
4.4.4.	Diagramas de proceso	96
4.4.5.	Capacidad de planta	99
4.4.6.	Indicadores	100
4.4.7.	Tecnología.....	103
4.4.8.	Distribución de planta	112
4.4.8.1.	Plan de Distribución de planta	112
4.4.8.2.	Áreas de la planta.....	113
4.4.8.3.	Distribución de Áreas	116
4.4.9.	Control de calidad	120
4.4.10.	Cronograma de ejecución	121
4.5.	Recursos humanos y administración	122
4.6.	Inversión	126
4.6.1.	Inversión fija	126
4.6.2.	Inversión diferida	131
4.6.3.	Capital de trabajo	132
4.6.4.	Resumen de inversión total	134
4.6.5.	Financiamiento	134
4.7.	Evaluación económica financiera.....	135
4.7.1.	Presupuestos de ingreso	135
4.7.2.	Presupuestos de costos	135
4.7.2.1.	Costos de producción	136
4.7.2.2.	Gastos administrativos	138
4.7.2.3.	Gastos de comercialización.....	138
4.7.2.4.	Gastos financieros	139
4.7.2.5.	Egreso total	139
4.7.3.	Punto de equilibrio económico.....	140
4.7.4.	Estados financieros proyectados	141
4.7.4.1.	Activo fijo	141
4.7.4.2.	Estado de resultados de pérdidas y ganancias.....	142

4.7.4.1.	Flujo de caja anual	143
4.8.	Impacto social.....	146
V.	Discusión.....	147
VI.	Conclusiones	150
VIII.	Recomendaciones.....	151
IX.	Referencias bibliográficas	152
X.	ANEXOS.....	158

Lista de tablas

Tabla 1. Origen de Residuos	25
Tabla 2. Decreto legislativo N°1278	27
Tabla 3. Comparación entre el proceso del compostaje y el bocashi.....	31
Tabla 4. Características por cada fase de compostaje	32
Tabla 5. Rango Aceptable y óptimo de compost	34
Tabla 6. Condiciones ideales para el Compost	35
Tabla 7. Características de 3 diferentes tipos de lombriz.....	36
Tabla 8. Cuadro comparativo entre micro localización y macro localización	43
Tabla 9. Matriz de Operacionalización	46
Tabla 10. Matriz de Consistencia	47
Tabla 11. Número de hogares por centro poblado	50
Tabla 12. Horario de recolección de residuos	51
Tabla 13. Contenedor por tipo de residuo	53
Tabla 14. cantidad de personal por categoría.....	53
Tabla 15. Uniforme y Equipos de Protección Personal	56
Tabla 16. Generación per cápita y cantidad de residuos sólidos.....	60
Tabla 17. Porcentaje de caracterización de residuos.....	61
Tabla 18. Generación de RSO Históricos	62
Tabla 19. Características físico- químicas.....	63
Tabla 20. Comparativo entre humus y compost.....	65
Tabla 21. Posición de cultivos.....	66
Tabla 22. Hectáreas orgánicas.....	66
Tabla 23. Importación de abono.....	67
Tabla 24. Demanda de abono orgánico en el Perú.....	69
Tabla 25. Demanda proyectada.....	70
Tabla 26. Demanda del proyecto.....	71
Tabla 27. Precio del humus	72
Tabla 28. Precio proyectado.....	73
Tabla 29. Plan de venta	73
Tabla 30. Residuo orgánico.....	75
Tabla 31. Requerimiento de material directo	75
Tabla 32. Requerimiento de Agua.....	76
Tabla 33. Ficha técnica de saco de polipropileno	76
Tabla 34. Medidas de sacos.....	77
Tabla 35. Producción de sacos de 25 kg	77
Tabla 36. Ficha técnica del hilo pabilo	77
Tabla 37. Medidas del Hilo	78
Tabla 38. Requerimiento de Hilo	78
Tabla 39. Ficha técnica de parihuelas	78
Tabla 40. Dimensión de parihuela.....	79
Tabla 41. Requerimiento de sacos por parihuelas.....	79
Tabla 42. Requerimiento de sacos por parihuelas	80
Tabla 43. Plan de producción.....	80
Tabla 44. Ubicación por Coordenadas de Lambayeque.....	82
Tabla 45. Criterios de Selección	87
Tabla 46. Valorización de factores de microlocalización	89
Tabla 47. Escala de Calificación	89
Tabla 48. Factores de Ponderación	90
Tabla 49. Maquinaria para la producción de humus	91

Tabla 50. Cuadro Resumen del Diagrama de Operaciones.....	99
Tabla 51. Capacidad de planta	99
Tabla 52. Capacidad real de planta	100
Tabla 53. Capacidad real vs capacidad requerida	101
Tabla 54. Tiempo de ciclo.....	102
Tabla 55. Características de báscula de pesado.....	104
Tabla 56. Ficha técnica de máquina de selección	105
Tabla 57. Ficha técnica de máquina trituradora	106
Tabla 58. Ficha técnica de máquina secadora de abono	107
Tabla 59. Ficha técnica de tamizador industrial.....	107
Tabla 60. Ficha técnica de máquina envasadora	108
Tabla 61. Ficha técnica de cinta	109
Tabla 62. Ficha técnica de tolva con cinta	110
Tabla 63. Ficha técnica de tolva.....	111
Tabla 64. Ficha técnica de montacarga	111
Tabla 65. Datos generales para el cálculo de áreas	113
Tabla 66. Grado de importancia.....	117
Tabla 67. Razón en Código	117
Tabla 68. Parámetro de Calidad del Humus.....	120
Tabla 69. Cronograma de ejecución de la planta	121
Tabla 70. Requerimiento de operarios por área	122
Tabla 71. N° de Trabajadores por Área.....	123
Tabla 72. Edificios y construcciones.....	127
Tabla 73. Construcciones	128
Tabla 74. Infraestructura Industrial	129
Tabla 75. Maquinaria de producción.....	129
Tabla 76. Equipo de producción	130
Tabla 77. Equipos de oficina.....	130
Tabla 78. Equipos de laboratorio	130
Tabla 79. Equipos de mantenimiento	131
Tabla 80. Gastos pre operativos	131
Tabla 81. Capital de trabajo	132
Tabla 82. Capital de trabajo mensual	133
Tabla 83. Resumen de inversión del proyecto	134
Tabla 84. Plan de amortización de deuda.....	135
Tabla 85. Presupuestos de ingresos.....	135
Tabla 86. Costo de materiales de producción por unidad de venta.....	136
Tabla 87. Salario de mano de obra directa de producción	136
Tabla 88. Salario de mano de obra indirecta de producción	137
Tabla 89. Consumo total de máquinas del área de producción	137
Tabla 90. Costo total de producción de la empresa.....	137
Tabla 91. Sueldo del personal administrativo	138
Tabla 92. Total de Gastos administrativos por año	138
Tabla 93. Sueldo del encargado de la comercialización del producto	138
Tabla 94. Gasto total de comercialización por año	139
Tabla 95. Pagos y gastos financieros por año	139
Tabla 96. Presupuesto total de egresos.....	140
Tabla 97. Punto de equilibrio económico.....	140
la 98. Depreciación de activos fijos	141
Tabla 99. Estados de resultados o de pérdidas y ganancias	142

Tabla 100. Flujo de caja anual	143
Tabla 101. Tasa interna de retorno por año.....	144
Tabla 102. Beneficio costo.....	144
Tabla 103. Valor presente neto	145
Tabla 104. Dimensión del área de producción.....	158
Tabla 105. Método Guerchet Área de producción	159
Tabla 106. Medidas de las divisiones.....	159
Tabla 107. Método Guerchet de las divisiones	159
Tabla 108. Dimensiones del área administrativa	159
Tabla 109. Método Guerchet del Área Administrativa.....	159
Tabla 110. Dimensiones del Área de Producto Terminado	160
Tabla 111. Método Guerchet del Área de Producto Terminado	160
Tabla 112. Dimensiones del Área de Almacén de MP	160
Tabla 113. Método Guerchet del Almacén de MP.....	160
Tabla 114. Dimensiones de servicios Higiénicos de Operarios	160
Tabla 115. Método Guerchet para Servicios Higiénicos de Operarios	160
Tabla 116. Dimensión para Servicios Higiénicos de Administración	161
Tabla 117. Método Guerchet para Servicios Higiénicos de Administrativos.....	161
Tabla 118. Dimensión del Área de Vestidores.....	161
Tabla 119. Método Guerchet para Vestidores.....	161
Tabla 120. Dimensiones del Método del Área de Mantenimiento.....	161
Tabla 121. Método de Guerchet del Área de Mantenimiento	162
Tabla 122. Dimensiones del Área de vigilancia.....	162
Tabla 123. Método Guerchet para el Área de vigilancia.....	162
Tabla 124. Dimensión del Área de Estacionamiento	162
Tabla 125. Método Guerchet para Área de Estacionamiento.....	162
Tabla 126. Área total.....	163
Tabla 127. Dimensión del Área de Laboratorio.....	163
Tabla 128. Método Guerchet para el Área de Laboratorio	163
Tabla 129. Dimensiones del Área de Insumos	163
Tabla 130. Método Guerchet del Área de Insumos.....	163
Tabla 131. Dimensiones del Área de Almacenamiento de Lombrices	164
Tabla 132. Método de Guerchet del Área de Almacenamiento de Lombrices	164
Tabla 133. Comparativo para la Báscula de Pesado	164
Tabla 134. Comparativo de Máquina de Selección de Residuos	165
Tabla 135. Comparativo de Máquina Trituradora de Residuos	165
Tabla 136. Comparativo de Máquina Secadora de Residuos.....	165
Tabla 137. Comparativo de Máquina Tamizadora de Residuos	166
Tabla 138. Comparativo de Máquina empacadora y selladora	166
Tabla 139. Comparativo de Cinta transportadora	166
Tabla 140. Comparativo de Tolva con Cinta Transportadora.....	167
Tabla 141. Comparativo de Tolva Contenedora	167
Tabla 142. Comparativo de Carretilla Eléctrica Elevadora.....	167
Tabla 143. Codificación de Factores.....	168
Tabla 144. Matriz de enfrentamiento	168
Tabla 145. Calificación de maquinaria	168
Tabla 146. Puntuación de Factores 1	168
Tabla 147. Puntuación de Factores 2	169
Tabla 148. Puntuación de Factores 3	169
Tabla 149. Resultados de Método de Factores Ponderados 1	169

Tabla 150. Resultados de Método de Factores Ponderados 2	169
Tabla 151. Resultados de Método de Factores Ponderados 3	170

Lista de figuras

Figura 1. Etapas del manejo de residuos sólidos.....	28
Figura 2. Tiempo de degradación de residuos más habituales en hogares.....	29
Figura 3. Sucesión microbiana y ambiental durante el compostaje	32
Figura 4. Literas, camas, canteros o camellones	38
Figura 5. Vermicompostador vertical.....	38
Figura 6. Vermicompostador de flujo	38
Figura 7. Vermirreactores de alimentación continúa	39
Figura 8. Esquema de ubicación de literas en una planta de compostaje.....	39
Figura 9. Esquema de un vermirreactor modular	40
Figura 10. Vermicompostador de flujo horizontal	40
Figura 11. Sticker de identificación de Viviendas	52
Figura 12. Capacitación de personal	52
Figura 13. Inspectores del programa de Segregación	54
Figura 14. Capacitación a Personal	55
Figura 15. Operarios con palanas y picos	57
Figura 16. Operarios con escobas y palanas	57
Figura 17. Carretilla con residuos	57
Figura 18. Camión compactador de residuos	58
Figura 19. Camión compactador de 8m ³	58
Figura 20. Moto furgoneta de 500 kg.....	59
Figura 21. Centro de disposición final	59
Figura 22. Diagrama de dispersión para la demanda	69
Figura 23. Diagrama de dispersión}.....	72
Figura 24. Sistema de distribución propuesto	74
Figura 25. Diagrama de Dispersión de Residuos sólidos orgánicos	74
Figura 26. Mapa de Lambayeque	81
Figura 27. Ubicación de la planta de producción de humus	90
Figura 28. Báscula de pesado para camiones	104
Figura 29. Máquina de selección de residuos Sólidos	105
Figura 30. Máquina trituradora de residuos	106
Figura 31. Máquina secadora de abono orgánico.....	106
Figura 32. Tamizador industrial.....	107
Figura 33. Máquina de empacado y sellado	108
Figura 34. Cinta transportadora.....	109
Figura 35. Tolva con cinta transportadora	110
Figura 36. Tolva contenedora.....	110
Figura 37. Carretilla elevadora eléctrica	111
Figura 38. Planeación Sistemática de la Distribución en Planta (SLP)	118
Figura 39. Plano de planta de producción de humus.....	119
Figura 40. Vermicompostaje industrial.....	158
Figura 41. Frente al Colegio Las Dominicas.....	171
Figura 42. Esquina del local Centro Cultural	171
Figura 43. Esquina del Centro Parroquial	171
Figura 44. I.E.P “Ana de los Ángeles”.....	172
Figura 45. Centro de la ciudad de Reque.	172
Figura 46. Calle Santa Rosa con dirección a los campos de cultivo	172
Figura 47. Frente Al Parque de Sector “Villa el Sol”	173
Figura 48. Esquina del Centro de Promoción y Vigilancia Comunal	173

Resumen

La generación de residuos sólidos orgánicos es un problema ambiental que afecta a la población, razón por la cual muchas municipalidades realizan programas de segregación para disminuir su impacto negativo, como lo es el distrito de Reque, el cual generó en el año 2020 un total de 4 845 128, 26 kg de residuos, de los cuales el 51,57%, es decir, 2 498 632,64 kg, fueron materia orgánica, gracias a esta materia se puede obtener humus, un producto que es considerado uno de los abonos orgánicos que más nutrientes aporta a la tierra y que es usado por los productores agrícolas orgánicos del Perú. Se determinó como mercado objetivo a los productores orgánicos a nivel nacional, cuya demanda fue de 10 868,49 toneladas, tomando como demanda del proyecto el 18,09%, para el año 2027, representando en este último año una producción de humus de 78 658 sacos en presentación de sacos de 25 kg. Se estableció la ubicación de la planta en el distrito de Reque con un área total de 13 720,41 m². La inversión tangible fue de S/.2 562 189, 41 con una inversión diferida de S/.4 559, haciendo una inversión total de S/.3 253 484,08 la cual será inversión propia sin financiamiento. Se obtuvo un VAN de S/. 1 731 317,68 y un TIR de 20,99%, el costo beneficio de la propuesta fue de 2,06, lo que significa que por cada sol invertido se obtiene 1,06 soles de ganancia.

Palabras Claves: Residuos sólidos orgánicos, diseño de planta, humus, vermicompostaje.

Abstract

The generation of organic solid waste goes on, which is why many municipalities carry out segregation plans to reduce its negative impact, such is the case of the district of Reque, department of Lambayeque, which generated in 2020 out of a total of 4 845 128, 26 kg of waste, of which 51.57%, that is, 2 498 632.64 kg, were organic matter. Based on this matter, humus can be obtained, which is considered one of the organic fertilizers that contributes the most nutrients to the earth and is used by organic agricultural producers in Peru, determining as a target market the organic banana producers of the department of Piura, whose current demand was 36412221.65 kg, taking as project demand 5.15% for 2023 and 5.40%, for the year 2027, representing in this last year a humus production of 78658 bags in presentation of bags 25 kg. The location of the plant was established in the district of Reque with a total area of 13 720.41 m². The tangible investment was S / .2 562 189,41 with a deferred investment of S / .4 559, making a total investment of S / .3 253 484,08 which will be own investment without financing. A NPV of S / . 1 731 317,68 and an IRR of 20,99%, the cost benefit of the proposal was 2,06, which means that for each sol invested, a profit of 1.06 soles is obtained.

Keywords: Solid organic waste, plant design, humus, vermicomposting.

I. Introducción

A nivel mundial, la generación de residuos sólidos sigue siendo un grave problema ambiental que muchos gobiernos vienen enfrentando, ya que en las últimas décadas la cantidad de estos residuos han ido en aumento, ocasionando así un peligro tanto para la salud de las personas como para el medio ambiente. Es por ello que resulta necesario aprovechar estos residuos y valorizarlos beneficiando a la población y al entorno [1].

En el Perú se originan cada veinticuatro horas un aproximado de 20 000 toneladas de residuos sólidos, los cuales son arrojados a las vías públicas como veredas, pistas, parques, entre otros, por la falta de concientización de la población al pensar que el problema solo le compete al gobierno local [2], existiendo solo 10 rellenos sanitarios autorizados para 33 millones de personas, demostrándose así lo difícil que es poder controlar estos residuos.

Es por ello que es importante realizar una buena gestión de residuos sólidos, dándose la oportunidad de transformarlos en recursos que puedan ser usados nuevamente por la población, favoreciendo la disminución del impacto ambiental. Tal es el caso del humus, un abono orgánico rico en nutrientes para la tierra, el cual se obtiene a partir de la transformación que realiza la lombriz californiana a través de su tubo digestor con los residuos sólidos orgánicos que han sido previamente descompuestos [3]. Estos residuos sólidos orgánicos son generados por diferentes fuentes, siendo una de ellas las áreas municipales.

En la provincia de Chiclayo cada distrito emite diferentes cantidades de residuos, siendo uno de estos el Distrito de Reque, el cual emitió en el año 2020 un aproximado de 2 498 632,64 kilogramos [4] de residuos sólidos orgánicos, los cuales son arrojados al botadero del distrito y a lugares públicos, como pistas, veredas, parques, causando contaminación a los pobladores, y al medio ambiente. Razón por la cual, resulta importante valorizar estos residuos y convertirlos en humus, un producto que es adquirido por el mercado de productores agrícolas orgánicos del Perú.

La presente investigación se planteó con la finalidad de resolver la siguiente problemática ¿Será viable el diseño de una planta de tratamiento de residuos sólidos orgánicos municipales para la obtención de humus en el distrito de Reque? Para lo cual se propuso como objetivo general, proponer el diseño de una planta de tratamiento de residuos sólidos orgánicos municipales para la obtención de humus en el distrito de Reque, planteando como objetivos específicos diagnosticar la situación actual del manejo de los residuos sólidos en el distrito de Reque., desarrollar el estudio de mercado para identificar la oferta y demanda

del humus, realizar el diseño ingenieril de la planta de tratamiento de residuos sólidos orgánicos y por último, elaborar el análisis económico financiero de la propuesta.

El diseño de una planta de humus será de suma importancia ya que permitirá disminuir el impacto ambiental que generan los residuos, además, será una oportunidad de negocio que permitirá beneficiar de manera económica a la población, generando más empleo y beneficiará a la municipalidad del distrito de Reque, ayudando a que esta cumpla con el sistema integral de gestión de residuos sólidos, teniendo un impacto positivo, social, económico y ambiental.

II. Marco teórico

2.1. Antecedentes

En el 2020, Canchari et al [5], en su investigación: *“Condiciones ambientales y microorganismos adecuados para la obtención de humus de calidad y su efecto en el suelo agrícola”*, en su investigación busca brindar una solución que pueda disminuir los residuos sólidos que se han originado por la mala gestión de los mismos, proponiendo como una de las soluciones el proceso de vermicompostaje de calidad gracias al uso de lombrices rojas californianas y lombriz tigre que por su buen sistema digestivo obtienen humus con numerosos nutrientes para el suelo. Concluyendo que para el crecimiento adecuado de estas lombrices tiene que tener una temperatura optima entre 25 a 28 °C, con una humedad entre el 80 a 85%, pH de 5 hasta 9 considerando que es importante que las lombrices no se desarrollen en suelos salinos porque pueden morir al igual que colocarlas en un lugar con sombra ya que son sensibles a los rayos solares.

En el 2017, Apaydin et al [6], *“Vermicomposting of municipal solid wastes”* El propósito de este estudio es producir compost utilizando residuos que no son líquidos y sean municipales (RSU) a través del método de vermicompostaje con *Eisenia foetida*. Dentro del alcance de este estudio, se comparó la calidad del compost municipal de residuos sólidos que se original del resultado de un proceso de compostaje a través del método de vermicompostaje y las condiciones de tratamiento. Se usaron 14 reactores y cada uno de ellos tenía 3 kg de capacidad de desperdicio. En cinco reactores, los residuos sólidos orgánicos municipales que se sometieron a una pre descomposición en otros cinco reactores, los desechos sólidos orgánicos municipales que no se sometieron a una predisposición iban a ser vermicompuestos. En cuatro reactores, los residuos sólidos orgánicos municipales se compostaron a través de métodos clásicos y estos reactores se observaron cómo reactores de control. A lo largo del estudio, se llevaron a cabo algunos análisis sobre las muestras de lixiviados que llegaron a través de los reactores y se observó el proceso del compost. Para establecer la calidad del abono orgánico que se produjo después de completar el proceso de compostaje, los análisis que incluyeron grado de fermentación (rottegrad), citotoxicidad, higiene (salmonela) y metales pesados (cobre, plomo, cadmio, níquel, zinc, cromo) fueron implementados.

En el 2015, Muñoz et al [7], sobre su investigación **“Sistema de compostaje y Lombricompostaje aplicado en Residuos Orgánicos de una galería Municipal”** busca el aprovechamiento factible de residuos orgánicos formados por el municipio de Totoró a través de la elaboración y valoración en sus etapas de compostaje y humus evaluando la calidad del humus final, considerándose como una técnica sostenible y amigable con el medio ambiente. Para la elaboración de humus se siguió el siguiente proceso: Se empezó con la recepción de residuos sólidos municipales, seguido por la etapa de selección y triturado. Posterior a ello, se construyeron vermicomposteras para humus, donde se aplicaron capas sucesivas de residuo ya triturado de 5cm y encima de esta otra capa de lombrices, repitiendo el proceso hasta llenar la vermicompostera, el proceso continuo retirando el humus de la vermicompostera, pasando a la etapa de secado y tamizado. Se inspeccionó la temperatura durante 3 veces al día y toma de muestras cada 15 días desde el inicio del proceso, comprobando: humedad, pH, materia orgánica, nitrógeno y relación C/N y otras características como contenido de intercambio catiónico, densidad, fracción húmica, macro y micronutrientes (P, Ca, Mg, Na, K, Fe, Cu, Mn, Zn, S), cenizas, carbonatos y metales pesados (Cd, Cr, Hg, Ni y Pb) se evaluaron al final los procesos, de acuerdo a la NTC 5167/2011. Las características finales de los compost, L1 y L2 fueron: pH: 8,29; 8,68; MO: 41,83; 38,25%; N: 1,71; 1,89%; C/N: 12,22; 10,13; CIC: 43,83; 49,43 meq/100g correspondientemente. Llegando a la conclusión que uno de los factores positivos que interviene en la producción final es la aireación ya que ayudan a realizar un mejor control de temperatura, teniendo como resultado un producto final de calidad.

En el 2016, Komakech et al [8], en su investigación de **“Environmental impact from humus of organic waste in Kampala, Uganda”**, propone en su estudio investigar el desempeño ambiental del sistema de vermicompostaje (humus) y las emisiones generadas por ese sistema utilizando la metodología de evaluación del ciclo de vida(ACV). Viendo cómo afectan las emisiones en el sistema de vermicompost se concluyó que estas emisiones fueron 10,8, 62,3 y 12,8 g / Megagramo de residuos biológicos de metano, óxido nitroso y amoníaco, respectivamente. El LCA mostró un desempeño satisfactorio del vermicompostaje en términos de calentamiento global y potencial de eutrofización, aunque si se vierte el vermicompostaje generado, esto podría conducir a un aumento de la eutrofización. Sin embargo, esto sigue siendo mucho menor que la eutrofización causada por el vertido de estiércol sin tratar al aire libre, llegando a la conclusión que el sistema de tratamiento con humus no contamina al ambiente si no que es muy beneficioso.

En el 2019, Pedraza et al [9], en su investigación “*Disminución del tiempo de obtención de abono orgánico mediante humus como método de estabilización de un residuo en proceso de compostaje*”, propone aprovechar los residuos sólidos mediante la obtención de residuos orgánicos a través de tres fases: cuantificación de residuos, diseño de una planta piloto industrializada y análisis de variables, concluyendo que si se llega a aprovechar las mezclas de café, fruta, verduras crudas y aserrín en una temperatura de 8 a 20°C , entorpece la etapa de compostaje a los 20 días de degradación en la etapa mesófila, ayudando a que los residuos puedan ser sometidos a la producción de humus con un total de 32 días, ayudando significativamente la disminución del tiempo de producción con una relación C/N de 14:1, lo que significa que es un abono totalmente rico en nutrientes según NTC 5167(2011).

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Residuos sólidos

Todo producto o subproducto como también sustancias ya sean sólidas o líquidas en las que su disposición depende de su productor, causante o depositario, ya sea que estos resulten de ciertos procesos de fabricación, o que hayan sido transformados para algún consumo, siendo obligados a disponer de ellos según su normatividad nacional teniendo en consideración los riesgos que pueden ocasionar tanto a la salud como al medio ambiente [10].

2.2.2. Aprovechamiento de residuos sólidos

El aprovechamiento de residuo sólido se basa en volver a conseguir un beneficio del residuo, ya sea mediante actividades de reciclajes, recuperación, de reutilización o en otras actividades iguales o distintas de las que se originaron.

2.2.3. Clasificación de los residuos sólidos

De acuerdo al reglamento N°1278 con su decreto legislativo N°014-2017-MINAM el cual aprueba la ley del sistema de gestión integral de residuos sólidos, estos se clasifican según su naturaleza, origen, gestión y peligrosidad [10].

2.2.3.1. Por su naturaleza:

a. Residuo orgánico

Todo material que este sujeto a descomposición y sea biodegradable son residuos orgánicos, estos pueden ser de gestión municipal o no municipal. Los residuos orgánicos se caracterizan por su descomposición rápida y sencilla, interviniendo en su descomposición el agua, la temperatura y ciertos microorganismos, dentro de los residuos orgánicos se tienen:

- Cáscaras de fruta
- Cáscaras de huevo
- Café
- Alimentos descompuestos
- Residuos de cosechas
- Ramas
- Otros.

b. Residuo inorgánico

Es todo residuo que difícilmente puede ser degradado así sea de forma natural, en caso esto sea probable se expone a entrar a una etapa de descomposición muy tardía. Los residuos inorgánicos proceden de minerales o de industrias, algunos de estos pueden ser reaprovechados mediante el reciclaje, como cartón, papel, plástico, entre otros.

2.2.3.2. Por su origen

a. Residuo domiciliario

Son todos los residuos formados por acciones domésticas efectuadas en las viviendas, estos pueden ser: sobras de comestibles, revistas, botellas, latas, etc.

b. Residuo comercial

Residuos originados por entidades comerciales las cuales ofrecen algún bien o servicio, como:

- papel
- plástico
- embalaje variado
- residuos de productos de aseo personal
- latas, etc.

c. Residuo de fregado de áreas públicas

Todas las actividades que se presentan al realizar el barrido y limpieza de zonas públicas como veredas, pistas, plazas céntricas, en las cuales existen residuos orgánicos e inorgánicos.

d. Residuos de entidades que brindan cuidado de salud

Todo residuo originado por actividades que se brindan en atención en cuanto a búsqueda médica de entidades como:

- hospitales públicos y privados
- clínicas públicas y privadas, centros de salud
- laboratorios y consultorios

Los cuales originan residuos peligrosos los cuales pueden ser agujas, gasas, órganos patológicos, entre otros.

e. Residuos por actividades industriales

Residuos producidos por acciones del rubro industrial, de manufactura, minera, química, energética, pesquera, de los cuales resultan: lodos, cenizas, escorias metálicas, vidrios, plásticos, papeles, que usualmente se combinan formando una sustancia peligrosa.

f. Residuos por actividades de construcción

Todos aquellos residuos originados por tareas de construcción y derribamiento de obras, estos tienen una característica principal que es de ser inertes, algunos ejemplos tenemos:

- piedra
- bloque de cemento
- madera
- desmonte

g. Residuo por actividades agropecuarias

Residuos generados por empresas que agrícolas y agropecuarias como: Recipientes de fertilizantes, plaguicidas, agroquímicos y otros.

h. Residuos de instalaciones o actividades especiales

Aquellos residuos originados por instalaciones, habitualmente de grandes tamaños y que pueden ocasionar un riesgo a la salud de las personas al momento de realizar servicios ya sea público o privado, entre estos tenemos el tratamiento de aguas residuales, entre otros.

2.2.3.3. Por su Gestión

a. Residuos de gestión municipal

Son todos los residuos sólidos de los cuales son responsables todas las municipalidades tanto provinciales como distritales [10].

ORIGEN	RESIDUOS
Doméstico	sobras de alimentos.
	papel higienico
	papel en general
	botellas de plástico
	botellas de latas
Comercial	pañales descartables.
	papel.
	embalajes.
Aseo urbano	restos de aseo personal.
	barrido de calles y vías.
Otros	maleza.
	rellenos sanitarios.

Fuente: Elaboración propia

b. Residuos de gestión no municipales

[11] Son aquellos residuos que provienen de entidades de salud, industrias, empresas constructoras, agropecuarias, de instalaciones o actividades específicas, las cuales de acuerdo a sus acciones para desarrollar dicha actividad puede significar un peligro para la salud de muchas personas y del medio ambiente. Es por ello que es importante su almacenamiento en un relleno sanitario para evitar su propagación en el medio, entre estos residuos tenemos:

- plomo
- mercurio
- plaguicidas
- herbicidas, entre otros

2.2.3.4. Por su peligrosidad

a. Residuos peligrosos

Es todo residuo generado por diversas actividades, los cuales por su composición físico-química puede ocasionar un riesgo en la salud de las personas y del medio ambiente.

b. Residuos no peligrosos

Son todos los residuos originados por ciertas actividades propias de las personas, las cuales no van a originar ningún riesgo negativo tanto para su salud como para el medio ambiente.

2.2.4. Operador de residuos sólidos

Se denomina operador a toda persona jurídica que realiza actividades ya sea operacionales o de proceso de residuos sólidos, ya sean las municipalidades o entidades privadas autorizadas.

2.2.5. Manejo de Residuos Sólidos municipales

Es importante que todos los residuos sólidos tengan una gestión adecuada antes de su disposición final para no producir impactos negativos que afecten al ambiente y a la salud. Este trabajo puede ser realizado por la municipalidad o por una empresa externa privada que es contratada por ella y debe desarrollarse de manera adecuada tanto sanitaria como ambiental.

[11] Según el decreto legislativo N°1278 que aprueba la ley General de Residuos Sólidos, hace referencia que el manejo de los mismos cuenta con ocho etapas, las cuales se van a mencionar en la siguiente tabla.

Etapas del Manejo de Residuos Sólidos Municipales	
Generación	Se producen los residuos como resultado de la actividad humana.
Segregación en fuente	Facilita el aprovechamiento, tratamiento o comercialización de determinados tipos de residuo, mediante la separación sanitaria y segura de sus componentes.
Almacenamiento	Es la operación de acumulación temporal de residuos en condiciones adecuadas.
Comercialización de residuos sólidos	Empresas comercializadoras de residuos sólidos autorizadas por MINAM para Compra y venta de residuos sólidos provenientes de la segregación.
Recolección y transporte	Recoger y trasladar los residuos usando un medio de locomoción apropiado como: compactadoras, volquetes o camiones, carretillas, triciclos, motofurgonetas, entre otros.
Transferencia	Se realiza en una instalación o infraestructura en la cual se descargan y almacenan temporalmente los residuos.
Tratamiento	Proceso, método o técnica que tiene por objeto modificar las características físicas, químicas o biológicas de los RSO.
Disposición final	Infraestructura de disposición final, debidamente equipada y operada, que dispone los Residuos sólidos de manera sanitaria y segura.

Fuente: Decreto legislativo N°1278, 2017 [11]

A continuación, en la figura se muestra las etapas del manejo de residuos sólidos, pudiéndose visualizar y a su vez constatar en qué etapa los residuos son re aprovechables y puede convertirse en otro producto el cual es amigable con el medio ambiente y no afecta a la salud.

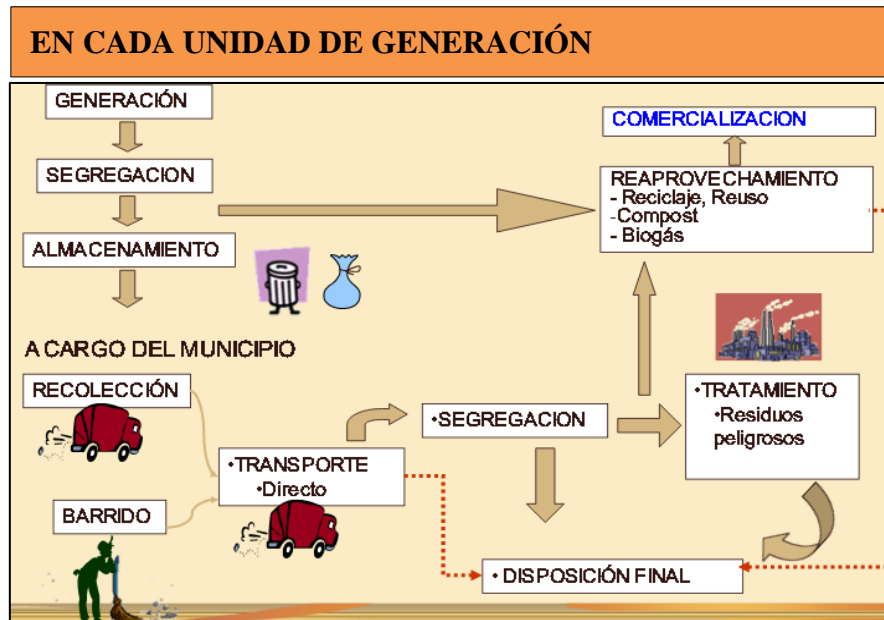


Figura 1. Etapas del manejo de residuos sólidos

Fuente: MINAM, 2014 [12]

En la figura se muestra el tiempo de degradación de residuos como hojas de papel, hojas de plantas y cascara de frutas que tardan en degradarse entre 1 semana a 6 meses y otro de tipo no orgánico como pilas de baterías que tardan 1000 años en degradarse, contaminando de manera potencial al ambiente.

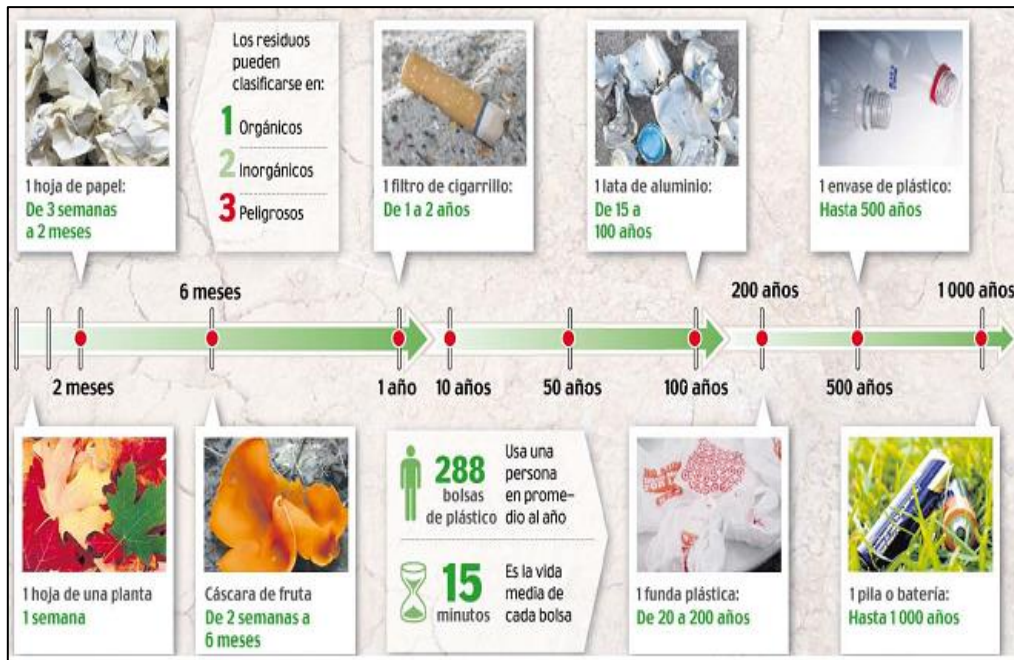


Figura 2. Tiempo de degradación de residuos más habituales en hogares

Fuente: Amigarse consulting, 2017

2.2.6. Impacto de los residuos sólidos al ambiente (oefa)

Existen considerables problemas ambientales que contribuyen al deterioro de medio ambiente y de sus recursos naturales, entre ellos se encuentra la contaminación del agua, aire, pérdida de suelos y su fertilidad.

2.2.6.1. Contaminación del agua

Los residuos sólidos que son arrojados ya sean al mar o alcantarillados se contaminan por los lixiviados, los cuales se generan gracias a que los residuos orgánicos se comienzan a descomponer filtrándose en los suelos.

2.2.6.2. Contaminación del suelo

Cuando los residuos sólidos son descargados en lugares inapropiados crea un impacto negativo en el suelo ya que este no se encuentra protegido o permeabilizado, por otro lado, también se ve que la disposición incorrecta de los residuos sólidos en lugares públicos, avenidas, parques, entre otros, afecta el paisajismo.

2.2.6.3. Contaminación del aire

En este aspecto no solo afecta la descomposición de residuos, si no que la quema de estos emite gases que son sumamente peligrosos.

- ❖ Gases de efecto invernadero
- ❖ Compuestos orgánicos persistentes (COP)
- ❖ Degradadores de la capa de ozono

2.2.7. Métodos de aprovechamiento de residuos orgánicos

Para el uso de estos métodos, los residuos deben ser aprovechables y pueden reutilizarse y transformarse en un producto, contribuyendo a reducir la contaminación al medio ambiente puesto que la cuantía de residuos que colocados en aquellas zonas de disposición final albergaran un porcentaje menor de ellos.

2.2.7.1. Alimentación animal

En muchas zonas rurales, los pobladores acostumbran separar los residuos orgánicos como son las cáscaras de frutas, para la alimentación de animales como ganados y cerdos. Estos residuos contienen un gran porcentaje de humedad por ello su almacenamiento es dificultoso puesto que presenta problemas de fermentación y descomposición. Este tipo de aprovechamiento es simple, pero debe existir una correcta planificación en la que se debe considerar que producto se va a utilizar ya que no todo el residuo orgánico es consumido por los animales, en que cantidades se va a dar y en que periodos de tiempo, para evitar la acumulación de estos residuos y se generen otros inconvenientes como la presencia de mosquitos, vectores, entre otros [13].

2.2.7.2. Biocombustibles

Cualquier tipo de combustible que se encuentre en estado sólido, líquido o gaseoso, resultante de producto orgánico ya sea de proveniente de animales o vegetales. Entre estos biocombustibles se encuentra el bioetanol, metanol, biodisel, diesel elaborado en el proceso químico de Fischer – Tropsh y combustibles gaseosos, como el metano o hidrógeno [14].

2.2.7.3. Bocashi

Técnica parecida al compostaje en el que se aprovechan los residuos orgánicos, y su producto final es denominado abono orgánico, esta técnica requiere de volteos más seguidos y temperaturas por debajo de los 45 – 50 °C, hasta lograr que la actividad microbiana disminuya su humedad, sin embargo, es considerada como un proceso de compostaje incompleto por considerarse un abono orgánico fermentado [15].

En la tabla 1, se compara el método de aprovechamiento por compostaje y por Bocashi de acuerdo a sus variables de humedad, temperatura, entre otros.

Tabla 3. Comparación entre el proceso del compostaje y el bocashi

Características	Compost	Bocashi
Producto final	Sustancias húmicas	Materia orgánica en descomposición.
Temperaturas máximas	65 °C – 70 °C	45 °C – 50 °C
Humedad	60%	60 % desciende rápidamente
Frecuencia de volteo	Según la temperatura y CO ₂	Una o dos veces al día
Duración del proceso	De 1 a 2 meses	De 1 a 2 semanas

Fuente: Soto, 2003 [15].

2.2.7.4. Compostaje

Proceso natural en el que actúan cantidades considerables de microorganismos aerobios los cuales demandan una gran cantidad de humedad además de sustratos orgánicos que se estén en estado sólido, los cuales pasan por diferentes etapas de degradación de dióxido de carbono, agua y minerales los cuales se encuentran sin patógenos y disponible para ser usada en la agricultura como abono que enriquece los suelos, sin que cause algún tipo de contaminación.

a. Fases del proceso de compostaje

[16] Existen 4 fases que son importantes durante el proceso de compostaje como: mesófila, termófila, enfriamiento y maduración.

Tabla 4. Características por cada fase de compostaje

Fases	Características
Mesófila	- Primera fase la cual se caracteriza por la presencia de bacterias y hongos que ayudan al consumo de los carbohidratos que son fácilmente degradables aumentando su temperatura aproximadamente a 40 °C.
Termófila	- Segunda fase en la cual la temperatura asciende a 60 °C, desapareciendo los organismos mesófilos y comienzan con la degradación los organismos termófilos, desarrollándose bacterias formadoras de esporas.
Enfriamiento	- En esta tercera etapa la temperatura va a disminuir hasta lograr una temperatura ambiente, consumiendo así el material fácilmente degradable. Los hongos termófilos desaparecen.
Maduración	- Esta última etapa ocurre durante la fermentación disminuyendo la actividad metabólica, manteniéndose el producto 20 días aproximadamente.

Fuente: Arroyave, 1999 [16].

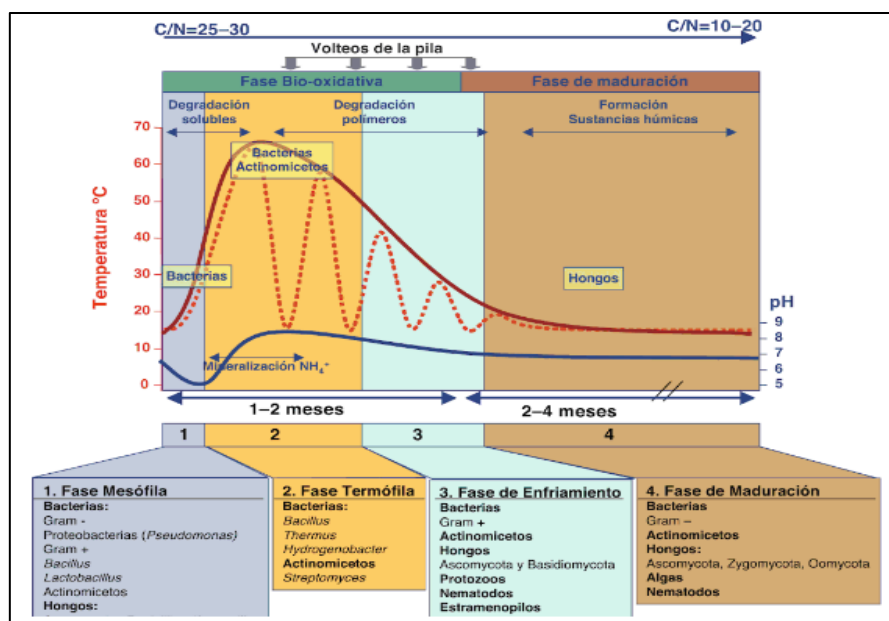


Figura 3. Sucesión microbiana y ambiental durante el compostaje

Fuente: Moreno J, 2008 [17].

b. Condiciones del proceso de compostaje

Existen diversos factores que son importantes en el proceso biológico del compostaje como son la temperatura, pH, humedad, oxígeno, población microbiana y por último la relación C/N [17].

❖ **Temperatura:** En las etapas mesófila y termófila existe un óptimo de temperatura, cuando las temperaturas aumentan a 60 °C eliminan microorganismos patógenos hacia los 70°C es fundamental tener una buena aireación del compost para ayudar a disminuir su temperatura y evitar la muerte de los microorganismos.

❖ **Humedad:** En el compostaje la elevada humedad se debe evitar el ingreso del aire a las partículas las cuales se desplazarán, pasando a ser anaerobio, sin embargo, la humedad tampoco puede ser baja ya que la actividad de los microorganismos se retrasa, por ello el nivel óptimo es de 40% a 60%, dependiendo del material que se va a manejar.

❖ **pH:** los valores óptimos para las bacterias están entre 5,5 a 7 sin embargo para los hongos optan un medio ligeramente óptimo.

❖ **Oxígeno:** es importante que los microorganismos cuenten con oxígeno necesario para obtener un mejor compost y de buena calidad.

❖ **Nutrientes:** La relación C/N adecuada para el inicio del proceso es de 20-35, pero esto puede disminuir según la actividad biológica.

❖ **Tamaño de partículas:** es importante que cuenten con un tamaño de partícula de 1 a 5 cm.

c. Técnicas de compostaje

Existen dos métodos que son manejados frecuentemente uno de estos es agitado el cual consiste en mover el material para permitir la entrada del oxígeno y el otro método es estático en el cual se inyecta aire.

❖ Compostaje en hilera: mediante la trituración se obtiene partículas de aproximadamente 2,5 a 7,5 cm de material orgánico con una humedad de 50 a 60%, que entra a las hileras. se utiliza normalmente de 2 a 2,30m de altura y 4,5 a 5 m de ancho por hilera, con una temperatura de 55°C aproximadamente, seguido del periodo de volteo, se reposa el compost durante 3 o 4 semanas sin ser volteado.

❖ Pila estática aireada: desarrollado para el compostaje aerobio, pero también se puede usar para la fermentación de una gran cantidad de residuos orgánicos o sólidos urbanos que han sido separados. En esta pila se instalan tuberías que son perforadas para facilitar el ingreso del aire, sobre estas tuberías se coloca la materia orgánica procesada, colocando pilas de 2 m a 2,5 m de altura.

Tabla 5. Rango Aceptable y óptimo de compost

Condición	Rango Aceptable	Condición óptima
Relación C/N	20:1 - 40:1	25:1 - 30:1
Humedad	40 % - 65 %	50 % - 60%
Oxígeno	5%	Aproximadamente 8%
pH	5,5 - 9	6,5 - 8
Temperatura °C	55 °C - 75 °C	65 °C - 70 °C
Tamaño de partícula	0,5 - 1,0	Variable

Fuente: Arroyave, 1999 [16].

2.2.7.5. Humus

[18] Materia orgánica compostada que ayuda a mejorar la estructura de suelos y la capacidad de retención de agua, aportando nutrientes que son importantes para las plantas y puedan desarrollarse de manera adecuada, con gran demanda gracias a sus aplicaciones en agricultura, horticultura y jardinería.

Las industrias que se interesan por las lombrices, tienen la necesidad de eliminar y transformar residuos como es el caso del humus, además se usan como alimento para otros animales (producción de piensos).

Esta técnica utiliza lombrices, como una herramienta de trabajo, esta lombriz utiliza como alimento materiales biodegradables ya sean agrícolas, pecuarios, industriales y caseros, resultado de la transformación de estos residuos en biomasa y humus el cual es abono orgánico de alta calidad, ya que es rica en nutrientes y contiene 5 veces más nitratos que el suelo, 11 veces más potasio, 7 veces más fósforo intercambiable y 3 veces más magnesio intercambiable, favoreciendo el aprovechamiento de los nutrientes por las plantas.

a. Lombriz de compostaje

Anélido, cuya organización es la más desarrollada, extendiéndose por regiones templadas de todo el mundo, se subdivide en grupos de color gris y de color rojo, esta última tienen características que demuestran ser la especie más productiva y más fácil de aplicar en cultivos extensos, siendo rentable su cría para explotación comercial. Las más comunes especies de lombriz roja son: la lombriz tierra común europea, la lombriz roja y la lombriz del estiércol.




Estas lombrices necesitan condiciones ambientales sean óptimas para que exista un adecuado desarrollo, considerándose uno de los factores más importantes la humedad la cual si es superior al 80% le generaría la muerte, además con respecto a la temperatura debe encontrarse entre 20 a 33 °C.

Tabla 6. Condiciones ideales para el Compost

Parámetro	Rango	Óptimo
Temperatura	20 °C- 23	25 °C – 28 °C
pH	5,5 - 9	6,8 - 7,2
Humedad	65% - 80%	70% - 75%

Fuente: Rodríguez, 2003 [18]

Tabla 7. Características de 3 diferentes tipos de lombriz

Tipo de Lombriz	Características
<p>Lombriz de tierra común europea (<i>Lumbricus terrestris</i>)</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Tiene un tamaño de 10 cm hasta 35 cm. - Pesa alrededor de 11g - Cuerpo segmentado en anillos, en el primero de ellos está situada la boca con la que escavan y procesan el material orgánico. - No tienen ojos - Se desarrollan en todos los climas excepto suelos extremadamente ácidos. - Aproximadamente puede existir 100 000 en una hectárea de terreno cultivado [19].
<p>La lombriz roja (<i>lumbricus rubellus</i>)</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Vive en sustratos como estiércol y materia orgánica - Mide de 6 a 15 cm - No desprende mal olor - Se reproduce en temperaturas de 15 a 25 °C, con temperatura óptima de 18 °C. - Capacidad de transformación rápida de gran cantidad de materia orgánica en descomposición. - Color rojo oscuro [20].
<p>La lombriz californiana (<i>Eisenia Fetida</i>)</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Especie más usada en la descomposición de residuos orgánicos. - Tiene un tamaño entre 4 y 10 cm de longitud y un diámetro de 3 a 5 mm. - Pesa alrededor de 1 g. - A los 3 meses tienen la capacidad de reproducirse. - Condiciones tropicales, temperaturas entre 12 a 32 °C, siendo la óptima entre 20 a 25 °C. - pH óptimo de 5 a 8. - humedad de 70% a 80%. - lombrices fuertes y fácilmente manejables. - Produce cada 7 días una capsula con 20 embriones, los cuales salen al cabo de dos semanas [21].

Fuente: Elaboración propia

b. Beneficios del cultivo de lombrices

- ❖ El alcance de la inversión es decidido por la misma persona.
- ❖ Su producción no depende de la localidad, situación, disposición o altitud, por ello se puede realizar en todos los terrenos.
- ❖ El cultivo puede fraccionarse en sentido cuantitativo, es decir, se puede comenzar con pocas y estas van a ir aumentando progresivamente.
- ❖ No es necesario tener estructuras fijas, lo que es beneficioso para los traslados que se vayan a realizar.
- ❖ El costo de instalación y gestión son bajos.
- ❖ Los productos que de ella se obtienen como humus, poseen cuantiosas aplicaciones como agricultura, tratamiento de residuos, cría de peces y anfibios y la pesca.

c. Vermicompostaje

Se trata de un proceso de bio-oxidación, degradación y estabilización de residuos sólidos orgánicos en la que se agregan lombrices, para obtener un abono orgánico estabilizado, homogéneo y de granulometría fina denominado vermicompost, lumbricompost, compost de lombriz o humus de lombriz. La cual acelera la descomposición del residuo sólido orgánico, ya sea de forma directa a causa de la alimentación detritívora y desplazamiento indirecto a por la actividad microbiana. Por otro lado, mejora la parte físico química del abono aumentando su nivel de nutrientes convirtiéndose en un nutriente que favorecerá al cultivo [22].

d. Tipos de sistemas de vermicompostaje

Existen dos tipos de formas de realizar el vermicompostaje, mediante el tradicional y el de alimentación continua o flujo continuo, esto va a depender de como las lombrices procesen el alimento orgánico.

1. Literas, hileras, camas, canteros o camellones

Este sistema es el más utilizado gracias a que tiene un menor coste de mantenimiento. En este sistema el residuo sólido orgánico se coloca en espacios rectangulares de diferentes longitudes, los cuales van a estar fijados por distintos tipos de materiales ya sea maderas, ladrillos, bloques de cemento o cualquier material que ayude a evitar el escape de las lombrices, es recomendable que estos estén bajo cubierta para beneficiar el sombreado o protegerlo de las lluvias o presencia de aves. Este sombreado se puede lograr de manera sencilla ya que se coloca bajo el arbolado o utilizando algún tipo de tela de sombra o colocándolas en túneles o bajo invernadero, orientadas en dirección del viento.



Figura 4. Literas, camas, canteros o camellones

Fuente: Nogales et al, 2014 [22].



Figura 5. Vermicompostador vertical

Fuente: Nogales et al, 2014 [22].



Figura 6. Vermicompostador de flujo horizontal

Fuente: Nogales et al, 2014 [22].



Figura 7. Vermirreactores de alimentación continúa

Fuente: Nogales et al, 2014 [22].

El ancho y largo de las literas va a depender de la escala con la que se realice el vermicompostaje puede variar entre 1,2 m – 1,5 m de ancho y entre 20 m – 60 m de largo, la distancia entre literas es de 3 – 4 m y tiene un espesor máximo de 50 cm, esta distancia se debe al calor que puede generar una gran cantidad de residuos apilados impidiendo el desplazamiento de la lombriz sobre el. Este residuo debe estar adecuado según los requerimientos para las lombrices una vez que esta litera esté lista, las lombrices serán introducidas en el residuo, esparciéndolas uniformemente sobre toda su superficie.

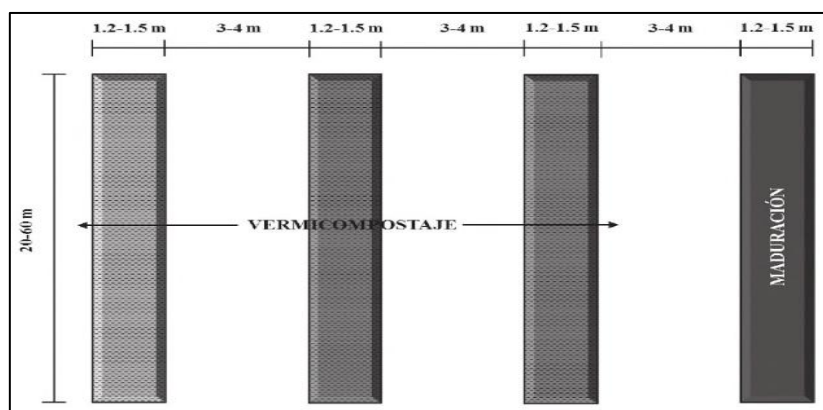


Figura 8. Esquema de ubicación de literas en una planta de compostaje

Fuente: Nogales et al, 2014 [22].

Cuando la densidad de las lombrices alcance su límite poblacional tolerado por residuo contenido en las literas, estas deben ser separadas del residuo, colocando una nueva litera adyacente superior al mismo tiempo que se va descargando el humus ya procesado en la parte inferior del reactor, por otro lado también se puede crear un sistema de vermicompostaje continuo, en el cual las lombrices continuaran procesando el residuo sin interrupción en las capas más altas del sistema, y a su vez obtener una descarga del residuo

ya procesado y prácticamente libre de lombrices desde la parte inferior del reactor. Los sistemas se encuentran automatizados, lo que permite vermicompostar una mayor cantidad de residuos orgánicos y en un menor tiempo que los sistemas tradicionales.

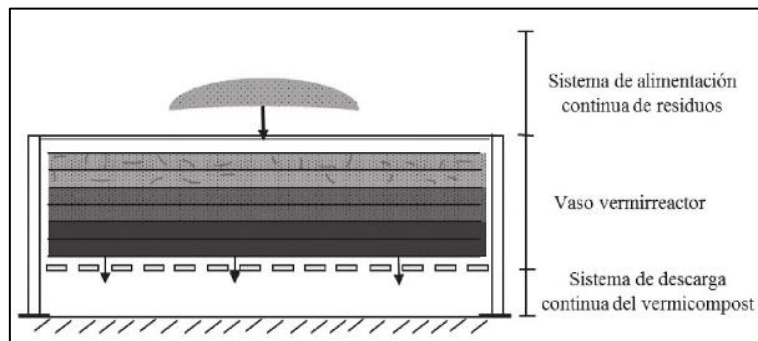


Figura 9. Esquema de un vermirreactor modular

Fuente: Nogales et al, 2014 [22].

2. Vermicompostadores de flujo horizontal

Son poco utilizados a nivel comercial, consiste en largos corredores colocados de forma horizontal, colocándose cierta cantidad de residuo fresco en uno de los extremos para luego añadir las lombrices. Luego se añade periódicamente franjas de tamaño pequeño con cierta cantidad de material fresco logrando que las lombrices se puedan desplazar hacia el otro extremo del vermicompostador, una vez que las lombrices logren avanzar hacia el otro extremo del vermicompostador el material orgánico ya procesado será retirado, este sistema debe asegurar que las capas de materia orgánica fresca no sean muy espesas, para que sea digerido y transformado de manera más acelerada por las lombrices.



Figura 10. Vermicompostador de flujo horizontal

Fuente: Nogales et al, 2014 [22].

2.2.8. Marco legal de residuos sólidos en el Perú

2.2.8.1. Ley General del Ambiente - N° 28611

En la ley N°28611 se hace mención en sus artículos 2 ,9 y 52; que todas las personas tienen derecho de desarrollarse y vivir en un ambiente saludable y adecuado, mediante actividades donde se puedan aprovechar los recursos naturales, con la ayuda de autoridades del gobierno nacional, regional y local [11].

2.2.8.2. Ley General de Salud

En su artículo 106, hace mención que toda acción que emita contaminantes y estos presenten un riesgo a la salud y al medio ambiente, las autoridades están en la obligación de desarrollar acciones para el control y prevención y así poder evitarlas.

2.2.8.3. Reglamento de la ley de Gestión integral de Residuos Sólidos Decreto supremo N° 014-2017-MINAM

[10] El plan gestión, segregación y manejo de residuos sólidos, son parte fundamental para la buena planificación de los residuos, es por ello que las municipalidades son responsables de estos procesos, lo cual se hace mención en los artículos 10,19,21,37,44 y 101.

2.2.8.4. Ley orgánica de Municipalidades N° 27972

En su artículo x, dice que los gobiernos deben asegurar el aumento económico, y la sostenibilidad ambiental mediante un desarrollo integral mejorando la calidad de vida de las personas como menciona en los artículos 73 y 80, sobre la inversión en la ejecución de proyectos

2.2.9. Diseño de planta

Es una de las etapas más importantes para las industrias que requiere el trabajo en conjunto de hombres, maquinarias y materiales, de manera eficiente y a su vez beneficiosa

económicamente reduciendo sus costos de materiales y optimizando la productividad en cuanto mano de obra [23].

2.2.9.1. Capacidad de planta

[23] Se busca con la capacidad de planta lograr abastecer y a su vez satisfacer la demanda de ciertos materiales o materiales determinándose así la capacidad de producción. Es importante que se pueda cumplir con la recepción, producción, almacenamiento durante un tiempo establecido.

- **Capacidad proyectada o diseñada (CP):** Es la máxima producción que se puede obtener durante un tiempo determinado.

- **Capacidad efectiva o real (CE):** Es la cantidad de producción que se espera lograr.

2.2.9.2. Localización de planta

[23] Hace referencia al lugar donde se ubicará la planta industrial considerando como factores importantes, el tamaño, clima, costo, entre otros. Es por ello que se realice un análisis de selección teniendo en cuenta los factores mencionados. Existen diversos tipos de localidades para construir una planta ya sea la ubicación suburbana, en la que existe mayor facilidad en cuanto a mano de obra, accesos a servicios como bodegas, mercados, sin embargo, en este tipo de localidad los impuestos son altos y hay una mayor dificultad si se quiere ampliar la planta. Por otro lado, está la ubicación periférica la cual es todo lo contrario a la ubicación suburbana, ya que existe la ventaja de poder ampliar la empresa, tener mayor facilidad financiera y no tener impacto directo hacia la población, sin embargo, se dificulta el transporte para trasladar materiales hacia la planta.

2.2.9.3. Macro localización

[24] Se basa en identificar el lugar el cual será más ventajoso en cuanto a ubicación, país y espacio para la instalación de una planta industrial.

2.2.9.4. Micro localización

[24] Se identifica el lugar exacto donde se instalará la planta industrial y así mismo como será distribuida.

Tabla 8. Cuadro comparativo entre micro localización y macro localización

Micro localización	Macro localización
- Identificación de la demanda	- Disponibilidad de mano de obra
- Identificación de materia prima	- Disponibilidad de materia prima
- Verificación de medios de transporte	- Coste de transportar materia prima y productos.
- Infraestructura	- Estudiar la competencia
- Normas	
- Estudio de clima	

Fuente: Corrillo et al., 2016 [24].

2.2.9.5. Distribución de planta

[23] La distribución es uno de los factores importantes en el diseño de planta ya que permite identificar correcto orden de las áreas de la empresa, para que no existan tiempos muertos teniendo una mayor eficiencia y productividad.

Es importante que se considere en la distribución de planta la integración de mano de obra, materiales, maquinarias, entre otros, también la distancia mínima de trasladarse de un área a otra obteniendo un buen flujo de material, aprovechando cada espacio de la planta.

Dentro de la distribución de planta existen distribución de posición fija y de producto.

- **Distribución posición fija:** esta distribución se realiza cuando la producción es estática y a bajo volumen.
- **Distribución producto:** esta distribución se realiza cuando la materia a producción va de un punto a otro y se da con volúmenes altos.

2.2.10. Proceso de producción

[25] Se basa en todas las etapas relacionadas entre ellas y que pasan los productos antes de ser transformados, haciendo uso de mano de obra y maquinaria, teniendo como principal objetivo poder satisfacer la demanda.

2.2.11. Estudio de Mercado

El estudio de mercado se basa en hechos que se estudian la respuesta de la demanda, oferta y proveedores de un determinado producto o servicio. Es importante analizar la oferta y demanda, además de los precios y como esto se van a distribuir. Teniendo como objetivo lograr tener una visión más amplia y clara de las características de un producto o servicio para que este pueda tener éxito en el mercado [26].

2.2.12. Mercado

Es la unión de aquellos compradores reales (compran el producto o servicio) y potenciales (pueden llegar a adquirir el producto o servicio) [26]. Con vendedores, quienes llegan a un acuerdo en cuanto a precio para intercambiarlo.

2.2.13. CNA

El CNA que significa el consumo nacional aparente, es la cantidad de un determinado producto o servicio que el mercado requiere, el cual está dado por la siguiente fórmula:

$$CNA = Producción nacional + Importaciones - Exportaciones$$

2.2.14. Coeficiente de Pearson

El coeficiente de Pearson, permite determinar la relación existente entre dos variables, para hallarlo se recomienda utilizar una representación gráfica, siendo el diagrama de dispersión el más eficiente. Si el coeficiente obtenido se acerca a 1, -1, significa que los datos siguen una tendencia lineal, caso contrario si se acercan a 0, las variables no tienen ninguna relación entre sí [27].

III. Metodología

3.1. Tipo de Investigación

El tipo de investigación aplicada es descriptiva, ya que se toman datos de ambas variables a través de los distintos métodos de recolección de datos, sin manipulación alguna. Además, la investigación fue cuantitativa, ya que se tomaron datos que posteriormente fueron procesados estadísticamente [26].

3.2. Diseño de Investigación

El diseño de la investigación es no experimental, ya que no se realizó ningún experimento con las variables, ni se implementaron pruebas piloto o se vieron manipuladas [26].

3.3. Variables

Variable Independiente: diseño de planta

Variable Dependiente: producción de humus

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas de recolección de datos:

Entrevista: se realizó una entrevista al gerente de la municipalidad distrital de Reque, lo que permitió determinar la situación actual del manejo de residuos sólidos del distrito.

Revisión Bibliográfica: se realizó una investigación bibliográfica, en base a libros electrónicos, revistas y artículos científicos, decretos legislativos e investigaciones en general, para determinar las características del producto, proceso, mercado, etc.

Instrumentos de recolección de datos:

Hojas de Excel: se usaron gráficos y tablas estadísticas para procesar los datos y obtener un análisis estadístico

Diagrama de flujo: se procedió a describir el proceso por medio del uso de diagrama de flujo, del cual se realizó el balance de materia prima.

3.5. Matriz de Operacionalización

Tabla 9. Matriz de Operacionalización

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores
Variable Independiente: Diseño de planta	Es una de las etapas más importantes para las industrias que requiere el trabajo en conjunto de hombres, maquinarias y materiales, de manera eficiente y a su vez beneficiosa económicamente reduciendo sus costos de materiales y optimizando la productividad en cuanto mano de obra [23].	Para determinar el diseño de planta, se debe determinar la localización de la planta, el tamaño de planta (capacidad) y la distribución de áreas.	Localización	Macrolocalización Microlocalización
			Tamaño de planta	Relación tamaño de planta-mercado, tecnología, materia prima, inversión, financiamiento
			Cálculo y distribución de áreas	Método de Guerchet Diagrama SLP
Variable Dependiente: Producción de humus	El humus es uno de los abonos orgánicos que más nutrientes aporta a la tierra, se identifica por ser un producto que es resultado de la transformación que realiza la lombriz californiana a través de su tubo digestor con los residuos sólidos orgánicos que han sido previamente descompuestos [3].	La producción de humus dependerá del proceso productivo, la tecnología usada y el rendimiento del proceso.	Proceso de Producción	Diagrama de Flujo Diagrama de Operaciones
			Tecnología	Fichas técnicas de tecnología
			Rendimiento	Balance de Materia Prima

Fuente: Elaboración propia

3.6. Matriz de consistencia

Tabla 10. Matriz de Consistencia

Problema de Investigación	Objetivo General	Variables	Tipo de investigación	Técnicas e instrumentos de recolección
	Proponer el diseño de una planta de tratamiento de residuos sólidos orgánicos municipales para la obtención de humus en el distrito de Reque.		El tipo de investigación aplicada fue descriptiva, ya que se tomaron datos de ambas variables a través de los distintos métodos de recolección de datos, sin manipulación alguna. Además, la investigación fue cuantitativa, ya que se tomaron datos que posteriormente fueron procesados estadísticamente.	<u>Técnicas de recolección de datos</u>
¿Será viable el diseño de una planta de tratamiento de residuos sólidos orgánicos municipales para la obtención de humus en el distrito de Reque?	Objetivo Especifico Diagnosticar la situación actual del manejo de los residuos sólidos en el distrito de Reque Desarrollar el estudio de mercado para identificar la oferta y demanda del humus Realizar el diseño ingenieril de la planta de tratamiento de residuos sólidos orgánicos Elaborar el análisis económico financiero de la propuesta.	Variable independiente: diseño de planta Variable dependiente: producción de humus	Diseño de Investigación El diseño de la investigación fue no experimental, ya que no se realizó ningún experimento con las variables, ni se implementaron pruebas piloto o se vieron manipuladas.	Entrevista Revisión Bibliográfica <u>Instrumentos de recolección de datos:</u> Hojas de Excel Diagrama de flujo

Fuente: Elaboración propia

3.7. Procesamiento de datos

Se determinó los puntos a desarrollar en base a la estructura requerida. Posteriormente, se procedió a recolectar los datos de ventas, demanda y oferta, basándose en fuentes como MINAGRI, INEI. Se utilizó la hoja de Excel, así como cuadros y tablas estadísticas para procesar los datos. Además, se usó Microsoft Word para desarrollar la investigación de mercado, proceso, tecnología, etc.

3.8. Consideraciones éticas

Valor: se consideró el valor ya que se buscó mejorar el cuidado del medio ambiente, la salud de la población y el conocimiento.

Objetividad científica: ya que se siguió una metodología de investigación que permitió determinar las características y dimensiones de las variables, además se tomó en cuenta fuentes confiables de información que permitieron el desarrollo sólido de la investigación.

Consentimiento Informado: los participantes que formaron parte de la investigación tuvieron conocimiento del fin de esta, así como de su participación y aporte.

IV. Resultados

4.1. Situación actual del manejo de los residuos sólidos en el distrito de Reque

4.1.1. Programa de Segregación a la fuente y recolección de residuos sólidos

La calidad de vida de los pobladores y la conservación del medio ambiente es importante, por ello se realizaron programas de segregación en la fuente dentro del distrito de Reque, buscando mantener un distrito limpio y saludable. Este programa implica la participación de los pobladores del distrito, creando en ellos nuevos puestos de trabajo, gracias a la creación de un centro de acopio en el que se aprovecharan los residuos sólidos, mediante el reciclaje.

4.1.1.1. Objetivos

Busca ampliar el programa de segregación en la fuente mediante la recolección selectiva de residuos sólidos dentro de los sectores urbanos en el distrito de Reque.

Sensibilizar, capacitar y orientar a la población del Distrito de Reque sobre la minimización de residuos, asegurando el buen manejo y la gestión de residuos sólidos siendo parte fundamental del programa del gobierno local.

Favorecer a los pobladores brindándoles oportunidades y beneficios socio ambientales, reconociendo la importancia del reciclaje.

Incluir continuamente al personal de selección de residuos sólidos favoreciendo progresos en sus condiciones de vida.

4.1.1.2. Procesos

La etapa más significativa de la gestión de residuos referente a costos es la recolección domiciliaria ya que se realiza al 100% en todo el distrito de Reque, haciendo uso de herramientas, materiales y mano de obra.

a. Servicio de recolección

El horario del recojo de residuos será todos los días en turno noche incluyendo feriados, con rutas optimizadas por cuadrillas las cuales se basan en el plan de trabajo establecido. Para el cumplimiento de este plan la Municipalidad llevará a cabo la ordenanza municipal aprobada, con la finalidad de establecer orden y normas a las cuales deberán adaptarse los pobladores del distrito de Reque.

Para el cumplimiento de esta ordenanza es importante que los pobladores reciban una capacitación constante y esté informada de todo lo que implica el proceso de recolección, y si esto no es respetado se multaran y sancionaran según la gravedad por colocar los residuos en la calle fuera de los horarios establecidos o almacenándolos en las esquinas, entre otros.

b. Zonas de Recolección

Reque cuenta con una extensión territorial de 47.03 km² formando un 1.5% del territorio provincial. Según el censo del sistema de focalización de hogares (Sisfoh), Reque cuenta con 19 sectores habitacionales, considerándose 2 de ellos como urbanos y 17 sectores como urbano marginales rurales.

Se determinó que 3 035 hogares habitan en infraestructuras con características propias de la costa, considerando tener una expansión horizontal, las cuales se consideran dentro del programa de segregación.

Tabla 11. Número de hogares por centro poblado

N° CENTRO POBLADO	SECTOR	NOMBRE	N° DE HOGARES
1	Urbano	Reque	2 004
2	Rural	Casuarinas	17
3	Rural	La Capilla	9
4	Rural	Puerto Arturo	83
5	Rural	El Potrero	60
6	Rural	Guayaquiles	3
7	Rural	Mamey	2
8	Rural		
9	Rural	Monte grande	53
10	Rural	Matallana	5
11	Rural	Custodio	8
12	Rural	La Clake	83
13	Rural	Rama Repeptor	47
14	Rural	Miraflores	54
15	Urbano	Las Delicias	326
16	Rural	Nuevo Reque	194
17	Rural	Magnal	12
18	Rural	Calera II	26
19	Rural	Villa Siete Techos	49
TOTAL	Rural		3 035

Fuente: Municipalidad distrital de Reque

Para la optimización y el recojo de residuos sólidos en el menor tiempo, se realizaron rutas establecidas en base a planos en los cuales el personal encargado, antes de iniciar la actividad indica el inicio y el final del recorrido.

c. Horario de Recolección

El horario de recolección del programa de segregación en la fuente se realizará de manera diaria, en un horario establecido de 5:00 a 12:00 pm y de 1:00 a 12:00 pm, con el objetivo que sea eficiente.

Tabla 12. Horario de recolección de residuos

TURNO	HORARIO (Hrs)	COBERTURA	FRECUENCIA
MAÑANA	05:00 am – 12:00 pm	Zona urbana, ambientes públicos, pasajes, calles, avenidas, al 100%.	Lunes a domingo (incluyendo feriados)
NOCHE	7:00 – 12:00 pm	Zona central y calles críticas.	

Fuente: Municipalidad distrital de Reque

4.1.1.3. Programa de capacitación, sensibilización y educación ambiental para la población

Se realizaron reuniones internas con personal de campo para la organización, los cuales se ayudaron de planos y croquis del distrito de Reque, para la ubicación.

Las visitas a viviendas fueron realizadas con capacitadores y sensibilizadores, quienes entregaron cartas de presentación firmadas por el Gerente Municipal del Distrito de Reque, explicando la importancia de mantener el Distrito limpio y los beneficios que tendrían los pobladores al ser parte del programa de segregación, así como la conservación de los recursos naturales.

a. Empadronamiento

Los capacitadores y sensibilizadores realizaron encuestas y llenado de formatos de relación de viviendas empadronadas, teniendo como metodología la colocación de un sticker para la identificación de las viviendas que ya han sido encuestadas y que participan del programa.

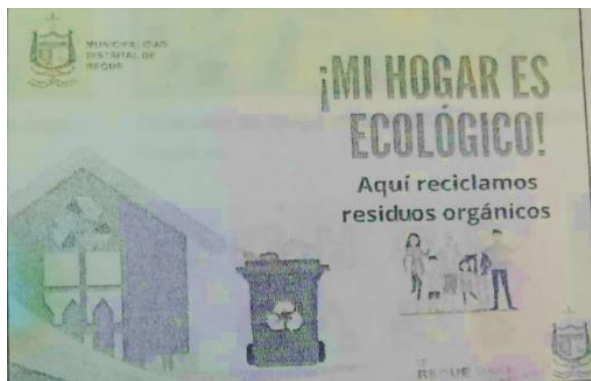


Figura 11. Sticker de identificación de Viviendas participantes

Fuente: Municipalidad de Reque

Dentro de su programa de sensibilización también se coordinará con juntas vecinales o representantes de los sectores del distrito de Reque, capacitándolos de manera presencial y virtual.



Figura 12. Capacitación de personal

Fuente: Municipalidad de Reque

Para facilitar el almacenamiento, clasificación y recolección de los residuos sólidos, la municipalidad de Reque realizó la entrega de recipientes de color azul, verde y negro, según la clasificación de residuos los cuales se detallan a continuación.

Tabla 13. Contenedor por tipo de residuo

Color	Imagen	Uso
Azul		Residuos reciclables
Verde		Residuos orgánicos
Negro		Residuos no aprovechables, tales como residuos sanitarios y similares.

Fuente: Elaboración propia

4.1.1.4. Personal

Para ayudar a realizar una buena limpieza de zonas con mayor acumulación de residuos sólidos, se les brinda a los trabajadores herramientas que facilitaran el recojo, como, escobas y recogedores. Es importante para poder cubrir en su totalidad el recojo de los residuos, que se cuente con la cantidad de personal necesario para lograr un buen servicio. A continuación, se especifica la cantidad de operarios según su categoría.

Tabla 14. cantidad de personal por categoría

CATEGORIA	N° DE PERSONAL
Supervisor	1
Conductor	2
Operarios	10
TOTAL	13

Fuente: Elaboración propia

a. Personal acopiador

El personal es contratado para el servicio de recolección y disposición final pasarán por un filtro de selección de personal. Cumpliendo con el principal requisito dentro de la evaluación permanente, respetar las normas generales dadas por la municipalidad, Dentro de estos requisitos es importante que el trabajador se responsabilice de la limpieza y el correcto uso del uniforme y equipos de protección personal.

b. Personal de supervisión

Es importante que las actividades de recolección de residuos sólidos sean supervisadas por el personal calificado con experiencia ya que estará a cargo de un grupo de operarios, por ello es necesario que cuente con disponibilidad para trabajar en horarios rotativos según el programa.

Dentro de las funciones del inspector, es importante que tenga como objetivo principal dar cumplimiento a todas las actividades planificadas, informando y coordinando con el jefe de la unidad de residuos sólidos y limpieza pública y funcionarios de la municipalidad distrital de Reque.



Figura 13. Inspectores del programa de Segregación

Fuente: Municipalidad de Reque

c. Chofer

Es importante para evitar accidentes, contar con choferes capacitados y con experiencia en el manejo de vehículos de carga pesada para el recojo de residuos sólidos y poder

trasladarlos a lugar establecido por la municipalidad distrital de Reque para su disposición final.

d. Capacitaciones al personal

Es importante que el personal cuente con capacitaciones que les permitan desarrollar sus actividades de recojo y disposición final de los residuos sólidos de manera correcta y segura. Estas capacitaciones se basan en temas de SST, y así para prevenir accidentes e incidentes, además de temas como ergonomía que orientan al trabajador a tener aplicar posiciones correctas al realizar sus actividades y evitar problemas futuros en su salud.










Figura 14. Capacitación a Personal

Fuente: Municipalidad de Reque

e. Uniforme

Todo el personal ya sea operario, chofer y supervisor tendrán que estar adecuadamente uniformados como se detalla a continuación.

Tabla 15. Uniforme y Equipos de Protección Personal

Uniforme	Imagen referencial	Descripción
Pantalón		Material de poliéster con escudo y logo de la municipalidad de Reque, con cintas reflectivas.
Chaleco		Con escudo y logo de la municipalidad de Reque. Con cintas reflectivas.
Polo		Depende de la estación puede ser manga corta o manga larga, con escudo y logo de la municipalidad de Reque, material de algodón. Color amarillo, naranja, verde limón con cintas reflectivas.
Zapatos		Zapatillas y botines de cuero.
Gorro		Gorro con visera de color verde limón y amarillo, con escudo y logo de la municipalidad de Reque.
Guantes		De cuero tipo herrero.
Tapaboca		Mascarilla KN95

Fuente: Elaboración propia

Todo personal tendrá dos (02) cambios de uniformes para que puedan mantenerse limpios al realizar sus actividades de recojo de residuos sólidos. Estos uniformes serán renovados cada seis (06) meses.

4.1.1.5. Equipos, herramientas e implementos de seguridad

Para el buen desempeño del personal, se les brindará herramientas, equipos e implementos de seguridad para la recolección y disposición final de los residuos sólidos. El personal debe asegurar que cuidará de las herramientas y las entregará en perfectas condiciones para volver hacer usadas.



Figura 15. Operarios con palanas y picos
Fuente: Municipalidad de Reque



Figura 16. Operarios con escobas y palanas
Fuente: Municipalidad de Reque



Figura 17. Carretilla con residuos
Fuente: Municipalidad de Reque

a. Equipos y vehículos de recolección de residuos

Los residuos sólidos que entreguen los pobladores serán recogidos mediante un vehículo recolector tipo camión compactador



Figura 18. Camión compactador de residuos Sólidos

Fuente: Municipalidad de Reque

Para el buen servicio de recolección es importante contar con vehículos recolectores de residuos sólidos adecuados, cómo los camiones compactadores que cuentan con una capacidad de 8 m³ y cuenta con una estructura capaz de soportar grandes volúmenes de residuos y de fácil acceso en el distrito. (*residuos sólidos*).



Figura 19. Camión compactador de 8m³

Fuente: Municipalidad de Reque

Además, para el traslado de algunos residuos que son de menos volumen se cuenta con motos furgonetas de 500 kg. (*residuos reciclables*).



Figura 20. Moto furgoneta de 500 kg

Fuente: Municipalidad de Reque

La recolección de residuos sólidos será medida de manera mensual según la programación del servicio y del plan de operaciones, teniendo como unidad de medida en toneladas (t), de residuos recolectados de manera diaria en una jornada de doce (12) horas. El registro será presentado de manera mensual para la inspección del servicio.

4.1.1.6. Destino de los residuos

a. Residuos Sólidos Orgánicos

Todos los residuos orgánicos que han sido recolectados serán llevados mediante un camión compactador a un centro de acopio para su disposición final, es importante que este proceso sea autorizado por la autoridad encargada en la municipalidad distrital de Reque.



Figura 21. Centro de disposición final

Fuente: Municipalidad de Reque

b. Residuos Sólidos Reciclables

Los residuos reciclables son llevados por una empresa encargada, los cuales se encargan de recolectar residuos de plástico, papel, vidrio, etc. Ellos son los encargados de darle el uso correspondiente sin contaminar al medio ambiente.

c. Residuos Sólidos Peligrosos

Los residuos peligrosos son transportados al botadero de Reque.

4.1.1.7. Plan de Caracterización

El plan de caracterización realizado en el distrito de Reque, determinó la generación per cápita de residuos sólidos totales por año.

Tabla 16. Generación per cápita y cantidad de residuos sólidos generados

Año	Población	GPC Municipal (kg/hab.día)	Residuos sólidos Totales (kg/día)	Residuos sólidos Totales (kg/año)
2015	14 942	0,635	9 488,17	3 463 182,05
2016	15 062	0,746	11 236,252	4 101 231,98
2017	16 305	0,746	12 163,53	4 439 688,45
2018	16 780	0,746	12 517,88	4 569 026,20
2019	17 304	0,746	12 908,784	4 711 706,16
2020	17 794	0,746	13 274,324	4 845 128,26

Fuente: Municipalidad de Reque

A continuación, se muestran los diferentes tipos de residuos generados en el distrito de Reque, los cuales se hallaron gracias a los porcentajes de cada tipo de residuo y la generación total de estos.

Tabla 17. Porcentaje de caracterización de residuos

N°	Tipo de Residuo	2015		2016		2017		2018		2019		2020	
		%	Residuos Sólidos Generados	%	Residuos Sólidos Generados	%	Residuos sólidos Generados	%	Residuos sólidos Generados	%	Residuos sólidos Generados	%	Residuos sólidos Generados
1	Materia orgánica	51,57%	1 785 962,98	51,57%	2 115 005,33	51,57%	2 289 547,33	51,57%	2 356 246,81	51,57%	2 429 826,87	51,57%	2 498 632,64
2	Madera, Follaje	2,01%	69 609,96	2,01%	69 609,96	2,01%	89 237,74	2,01%	91 837,43	2,01%	94 705,29	2,01%	97 387,08
3	Papel	1,45%	50 216,14	1,45%	50 216,14	1,45%	64 375,48	1,45%	66 250,88	1,45%	68 319,74	1,45%	70 254,36
4	Cartón	6,36%	220 258,38	6,36%	220 258,38	6,36%	282 364,19	6,36%	290 590,07	6,36%	299 664,51	6,36%	308 150,16
5	Vidrio	1,45%	50 216,14	1,45%	50 216,14	1,45%	64 375,48	1,45%	66 250,88	1,45%	68 319,74	1,45%	70 254,36
6	Plástico PET	1,54%	53 333,00	1,54%	53 333,00	1,54%	68 371,20	1,54%	70 363,00	1,54%	72 560,27	1,54%	74 614,98
7	Plástoco duro	0,97%	33 592,87	0,97%	33 592,87	0,97%	43 064,98	0,97%	44 319,55	0,97%	45 703,55	0,97%	46 997,74
8	Bolsas	0,62%	21 471,73	0,62%	21 471,73	0,62%	27 526,07	0,62%	28 327,96	0,62%	29 212,58	0,62%	30 039,80
9	Tetrapak	0,27%	9 350,59	0,27%	9 350,59	0,27%	11 987,16	0,27%	12 336,37	0,27%	12 721,61	0,27%	13 081,85
10	Tecnopor y similares	0,33%	11 428,50	0,33%	11 428,50	0,33%	14 650,97	0,33%	15 077,79	0,33%	15 548,63	0,33%	15 988,92
11	Metal	0,59%	20 432,77	0,59%	20 432,77	0,59%	26 194,16	0,59%	26 957,25	0,59%	27 799,07	0,59%	28 586,26
12	telas, textiles	0,13%	4 502,14	0,13%	4 502,14	0,13%	5 771,59	0,13%	5 939,73	0,13%	6 125,22	0,13%	6 298,67
13		0,06%	2 077,91	0,06%	2 077,91	0,06%	2 663,81	0,06%	2 741,42	0,06%	2 827,02	0,06%	2 907,08
14	Pilas	0,08%	2 770,55	0,08%	2 770,55	0,08%	3 551,75	0,08%	3 655,22	0,08%	3 769,36	0,08%	3 876,10
15	Restos de medicina	0,49%	16 969,59	0,49%	16 969,59	0,49%	21 754,47	0,49%	22 388,23	0,49%	23 087,36	0,49%	23 741,13
16	Residuos sanitarios	7,81%	270 474,52	7,81%	270 474,52	7,81%	346 739,67	7,81%	356 840,95	7,81%	367 984,25	7,81%	378 404,52
17	Residuos inertes	7,76%	268 742,93	7,76%	268 742,93	7,76%	344 519,82	7,76%	354 556,43	7,76%	365 628,40	7,76%	375 981,95
18	Envolturas	2,02%	69 956,28	2,02%	69 956,28	2,02%	89 681,71	2,02%	92 294,33	2,02%	95 176,46	2,02%	97 871,59
19	Latas	7,19%	249 002,79	7,19%	249 002,79	7,19%	319 213,60	7,19%	328 512,98	7,19%	338 771,67	7,19%	348 364,72
20	RAEE	2,05	7 099 523,20	2,05	7 099 523,20	2,05	9 101 361,32	2,05	9 366 503,71	2,05%	96 589,98	2,05%	99 325,13
21	Huesos	2,12	7 341 945,95	2,12	7 341 945,95	2,12	9 412 139,51	2,12	9 686 335,54	2,12%	99 888,17	2,12%	102 716,72
22	Otros	3,12	10 805 128,00	3,12	10 805 128,00	3,12	13 851 827,96	3,12	14 255 361,74	3,12%	147 005,23	3,12%	151 168,00

Fuente: Municipalidad distrital de Reque

A continuación, se muestra la generación de residuos sólidos orgánicos, el cual se obtuvo de la tabla anterior.

Tabla 18. Generación de RSO Históricos

Año	Residuo Sólido Orgánico Generado (kg/año)
2015	1 785 962,98
2016	2 115 005,33
2017	2 289 547,33
2018	2 356 246,81
2019	2 429 826,87
2020	2 498 632,64

Fuente: Municipalidad de Reque

4.2. Estudio de mercado

4.2.1. Objetivos del estudio de mercado

El presente estudio de mercado tuvo como objetivo determinar las características del producto principal (abono orgánico – humus), así como la demanda y oferta de este, estableciendo así la demanda total del proyecto. Además, se consideró la comercialización y distribución del producto.

4.2.2. Producto en el mercado

4.2.2.1. Producto principal y características

El humus es uno de los abonos orgánicos que más nutrientes aporta a la tierra, se identifica por ser un producto que es resultado de la transformación que realiza la lombriz californiana a través de su tubo digestor con los residuos sólidos orgánicos que han sido previamente descompuestos.

El humus se caracteriza por su color negruzco, con un agradable olor a mantillo del bosque, uniforme, limpio y blando al tacto, gracias a su bioestabilidad no posee fermentación o putrefacción y su pH al ser neutro lo hace confiable para ser usado en plantas sumamente delicadas [3].

Para mantener la calidad del abono orgánico es importante contar con un envase de calidad, es por ello que se ha considerado el saco de polipropileno laminado ya que es usado en la mayoría de las agroindustrias, minerías, ganaderías, entre otros.

Tabla 19. Características físico- químicas
Composición física – químico del humus

Composición física		
Color	Negruzco	
Olor	Mantillo del bosque	
Textura	Granulado	
Composición química		
Parámetro	Cantidad	Unidad
Ph	6,30	
Humedad	69,30	%
Densidad	1,20	g/cm ³
Relación carbono: nitrógeno	18,40	%
Cenizas	68,85	%
Carbono orgánico oxidable	14,35	%
Nitrógeno	4,90	%
Fosforo total	2,70	%
Potasio	1,10	%
Cromo	20,50	mg/kg
Plomo	7,70	mg/kg
Presentación	Sacos de polipropileno de 25 kg	

Figura



Fuente: Chávez, 2017 [27]

4.2.2.2. Propiedades

El humus tiene una gran variedad de propiedades que lo hacen un abono orgánico rico en nutrientes y favorable para la tierra. A continuación, se hace mención de algunas propiedades [28]:

- Alto contenido de nitrato, fosforo, magnesio, potasio y calcio que forman parte fundamental para nutrir las plantas.
- Desarrollo microbiano alto, favoreciendo el crecimiento, rico en nutrientes y formando una barrera de protección contra hongos patógenos y otras bacterias que pueden malograr la planta.
- Aumenta el desarrollo de las plantas más de lo normal y en un menor tiempo.

- Alto contenido de ácidos húmicos, el cual estimula el rápido crecimiento de la raíz.
- No contiene patógenos nocivos para las personas.
- No contiene químicos
- Gracias a las enzimas quitinasas producidas por las lombrices, protege las plantas de plagas como insectos, chinches, araña roja, ya que degrada la cubierta de quitina del exoesqueleto de estos insectos.
- Aumenta la retención del agua
- Mejora el sustrato de la tierra
- Contiene un pH neutro

4.2.2.3. Usos

Es preferible que el uso del humus se aplique en primavera y otoño, sobre toda la superficie del terreno, y de esa manera aumentar la actividad microbiana [3].

Este humus de lombriz se puede utilizar en frutales, césped, plantas hortícolas, flores, trasplantes, entre otros, como se puede visualizar en la tabla 25.

4.2.2.4. Productos sustitutos

Tabla 20. Comparativo entre humus y compost

Humus	Compost
Excreción de lombrices	Descomposición de materia orgánica
Menor tiempo de producción	Mayor tiempo de producción
Extiende la vida de microorganismos de la tierra	Emite vapores que van hacia la atmósfera
Contribuye grandes cantidades de nutrientes	
Airea el suelo	
Contribuye la detención de agua	
Excelente abono orgánico	
Protege a la planta de plagas	
Materia orgánica estable	
Carbono (C) 13,5%	Carbono (C) 9,34%
Nitrógeno (N) 1,33%	Nitrógeno (N) 1,05%
Fósforo (P) 0,47%	Fósforo (P) 0,32%
Hierro (Fe) 746,2	Hierro (Fe) 587,87
Zinc (Zn) 16,19	Zinc (Zn) 12,7
Manganeso (Mn) 53,86	Manganeso (Mn) 35,25
Cobre (Cu) 5,16	Cobre (Cu) 4,42
Magnesio (Mg) 832,48	Magnesio (Mg) 689,32

Fuente: factor humus [28]

4.2.3. Zona de influencia del proyecto

4.2.3.1. Factores que determinan el área de mercado

Es importante tener en cuenta el análisis de la demanda ya que se puede constatar que el humus será demandado a corto, mediano y largo plazo, es importante que la demanda se centre en departamentos cercanos a Lambayeque ya que será el lugar donde se producirá el abono orgánico (humus), generando menos costo en cuanto a transporte.

Otro factor que determina el mercado es la cantidad de productores y exportadores orgánicos en el país. Perú es uno de los países que cuenta con condiciones ambientales como temperatura, luz solar, humedad, entre otros, favorables para la siembra de cultivos orgánicos. Esto ha permitido que muchos agricultores inviertan en estos productos, fomentando el interés por la salud, nutrición, responsabilidad social, etc.

Por otro lado, también ofrecen al mercado un producto de excelente calidad, originando una beneficiosa y competitiva canasta exportadora de productos orgánicos. Dentro de estos productos se han sabido posicionar a nivel internacional los siguientes:

Tabla 21. Posición de cultivos exportados

Posición	Exportación
1°	Exportador Mundial de café orgánico
1°	Exportador Mundial de Banano Orgánico
2°	Productor Mundial de Cacao Orgánico
5°	Productor Mundial de Banano Orgánico
7°	País con el mayor número de productores orgánicos

Fuente: Midagri, 2008 [14]

A continuación, en la tabla se muestra la producción orgánica nacional por departamentos en el año 2008, demostrando que la mayor cantidad de producto orgánico, está en Madre de Dios, Lambayeque, Cusco, Junín, Cajamarca, Loreto, Piura.

Tabla 22. Hectáreas orgánicas exportadas por departamento

Departamento	Área total (has)
Amazonas	5683
Ancash	803
Arequipa	1091
Ayacucho	6708
Cajamarca	17430
Cusco	22319
Huanuco	7800
Ica	465
Junin	21874
La Libertad	56
Lambayeque	29220
Lima	734
Loreto	20000
Madre de Dios	147562
Pasco	728
Piura	10319
Puno	6800
San Martin	10548
Tumbes	2256
Ucayali	1795
Total	314 191

Fuente: Midagri, 2008 [14].

4.2.3.2. Área de mercado seleccionada

El mercado a abarcar fue el mercado nacional ya que actualmente se cuenta con una demanda que no está siendo atendida por lo que se ven en la necesidad de importar el producto, a continuación, se muestran las importaciones de abono orgánico según el comercio de centro internacional [30].

Tabla 23. Importación de abono orgánico

Año	Importación de abono orgánico (t/año)
2013	2 001,00
2014	1 971,00
2015	2 713,00
2016	3 061,00
2017	3 385,00
2018	4 692,00
2019	5 853,00
2020	6 451,00

Fuente: TRADEMAD [30]

4.2.3.3. Factores que limitan la comercialización

Distancia: debido al transporte que se realizará para llevar el producto terminado a los distintos departamentos del Perú.

Competencia: de empresas con el mismo producto u otros sustitutos, los cuales puedan competir en precio y calidad.

4.2.4. Análisis de la demanda

4.2.4.1. Características de los consumidores

Los consumidores del presente proyecto son los productores orgánicos del Perú, como indica la oficina económica y comercial de la embajada de España en Lima, “*existe un nicho claro en el caso de los fertilizantes orgánicos*” [30], esto ofrece oportunidades significativas de negocio, ya que los consumidores de abonos orgánicos reconocen que es muy importante

para obtener los productos que requieren puesto que nutren y ayudan a mejorar la calidad de la tierra de manera natural.

Los consumidores son personas que se encargan de producir diferentes tipos de cultivos orgánicos, para lo cual, necesitan garantizar el uso de abonos orgánicos durante la siembra de estos, ya que así podrán ofrecer un producto con las características requeridas por los clientes. Estos clientes son consumidores que buscan alimentos que aporten a la salud, a la seguridad en los alimentos y al medio ambiente, con un esquema de certificación que garantice que los productos se producen de acuerdo a normas como la federación internacional de movimientos de agricultura orgánica (IFOAM), las cuales aseguran que se utilicen abonos orgánicos [31].

4.2.4.2. Situación actual de la demanda

Actualmente existe una demanda de productos orgánicos ya que se requiere por ser un abono muy rico en nutrientes para el suelo, el humus es utilizado por el mercado nacional a través de la importación ya que la producción en el Perú es baja.

4.2.4.3. Demanda histórica

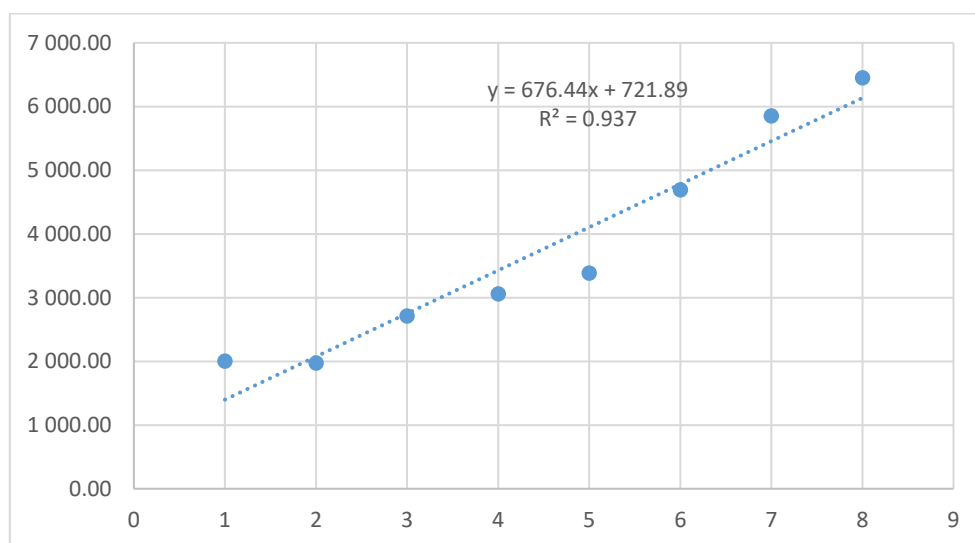
Para establecer la demanda del producto se procedió a determinar el consumo nacional aparente (CNA), el cual permite determinar la cantidad de un bien que el mercado requiere, este resulta de la suma de la producción más la importación menos la exportación de un determinado producto. En el Perú, según la oficina económica y comercial de la embajada de España en Lima, indica que no existen datos publicados a cerca de la producción nacional de abonos orgánicos ya que son muy pocas las empresas que se encargan de producirlas. En base a las investigaciones realizadas por esta institución la gran mayoría de las empresas nacionales importan este tipo de producto [29]. A continuación, se muestra la demanda de abono orgánico.

Tabla 24. Demanda de abono orgánico en el Perú

Año	Producción (t/año)	Importación de abono orgánico (t/año)	Exportación de abono orgánico (t/año)	Consumo Nacional Aparente-CNA (t/año)
2013	-	2 001,00	-	2 001,00
2014	-	1 971,00	-	1 971,00
2015	-	2 713,00	-	2 713,00
2016	-	3 061,00	-	3 061,00
2017	-	3 385,00	-	3 385,00
2018	-	4 692,00	-	4 692,00
2019	-	5 853,00	-	5 853,00
2020	-	6 451,00	-	6 451,00

4.2.4.4. Método de proyección de la demanda

Para determinar el método de proyección se utilizó el diagrama de dispersión, ya que nos permite hallar el valor R (coeficiente de Pearson), y poder establecer la tendencia que siguen los datos [30].

**Figura 22. Diagrama de dispersión para la demanda**

Fuente: Elaboración propia

Se obtuvo como valor de R igual a 0,97, el cual indica que los datos siguen una tendencia lineal, ya que el valor R se acerca a la unidad, representando una variación lineal de los datos en el tiempo, por lo que se procedió a utilizar el método de regresión lineal. Para ello se utilizó la siguiente ecuación lineal.

$$y = ax + b$$

$$y = 676,44x + 721,89$$

donde:

x = n° de año proyectado

4.2.4.5. Proyección de la demanda

Se procedió a proyectar los datos, los cuales se muestran a continuación.

Tabla 25. Demanda proyectada

Año	Demanda de abono orgánico (t/año)
2021	6 809,85
2022	7 486,29
2023	8 162,73
2024	8 839,17
2025	9 515,61
2026	10 192,05
2027	10 868,49

Fuente: Elaboración propia

4.2.5. Análisis de la oferta

4.2.5.1. Oferta histórica

La oferta histórica será igual a la demanda de abono orgánico en el Perú ya que no se cuentan con datos de producción ni de exportación. El valor de la oferta histórica será igual a la tabla 24.

4.2.5.2. Método de proyección de la oferta

Al ser la demanda igual que la oferta se proyectaron los datos históricos siguiendo el mismo método de regresión lineal, el cual se muestra en la figura 23.

4.2.5.3. Proyección de la oferta

Para la proyección de la oferta se tomó en cuenta los mismos datos de la demanda proyectada, la cual se muestra en la tabla 25.

4.2.6. Demanda insatisfecha

En el presente proyecto se consideró como demanda insatisfecha a las importaciones del país, ya que no se produce ni se exporta el producto, por lo que el mercado satisface esta necesidad a través de la compra del abono orgánico de otros países.

4.2.7. Demanda del proyecto

La demanda del proyecto se estableció en base a la demanda de abono orgánico proyectado. Para determinar el porcentaje de participación de la demanda total se tuvo en cuenta el riesgo de mercado seguro, el cual considera que un mercado puede ser seguro si se abarca hasta el 30% de este [31]. Además se tomó en cuenta la disponibilidad de materia prima.

Tabla 26. Demanda del proyecto

Año	Demanda de abono orgánico (t/año)	Porcentaje de mercado a abarcar	Demanda del proyecto (t)
2021	6 809,85	22,75%	1 549,57
2022	7 486,29	21,63%	1 619,06
2023	8 162,73	20,69%	1 688,54
2024	8 839,17	19,89%	1 758,02
2025	9 515,61	19,21%	1 827,50
2026	10 192,05	18,61%	1 896,98
2027	10 868,49	18,09%	1 966,46

Fuente: Elaboración propia

4.2.8. Precios

4.2.8.1. Precio del producto en el mercado

A continuación, se puede observar que los precios del humus en presentación de sacos de 25 kg desde el año 2014 han ido aumentando hasta el 2020, considerándose favorable, ya que ayuda a generar un mayor ingreso [32].

Tabla 27. Precio del humus

Año	Precio de humus en sacos (25 kg) en soles (S/.)
2014	28,43
2015	29,35
2016	31,18
2017	32,87
2018	34,47
2019	35,18
2020	31,50

Fuente: Elaboración propia, por sistema integrado de gestión agraria [32].

4.2.8.2. Método de proyección de precio

El método a utilizarse es el de proyección lineal, ya que según el diagrama de dispersión se visualiza que existe una tendencia lineal, así mismo el valor de R es igual 0,74, por lo cual se determinó utilizar el método de proyección de regresión lineal [33].

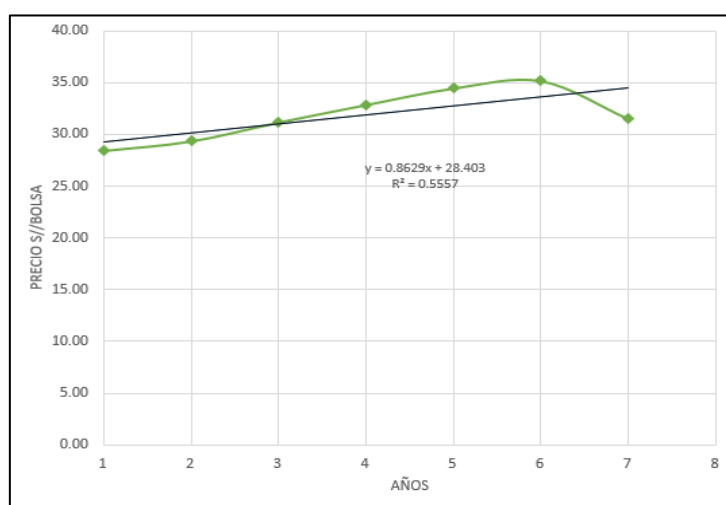


Figura 23. Diagrama de dispersión}

Fuente: Elaboración propia

4.2.8.3. Proyección del precio

A continuación, se muestra la proyección del precio en sacos de humus de 25 kg, desde el año 2021 hasta el 2027.

Tabla 28. Precio proyectado

Año	Precio proyectado S/. saco (25 kg)
2021	35,31
2022	36,17
2023	37,03
2024	37,89
2025	38,76
2026	39,62
2027	40,48

Fuente: Elaboración propia

4.2.9. Plan de venta

En base a la demanda del proyecto se determinó el plan de ventas por cada año proyectado, para lo cual se utilizó el precio proyectado.

Tabla 29. Plan de venta

Periodo Anual	Ventas de sacos (25 kg)	Ingresos (S/)
Enero	5 736	212 430,20
Febrero	5 181	191 872,44
Marzo	5 736	212 430,20
1er trimestre	16 654	616 732,83
2do trimestre	16 839	623 585,41
3er trimestre	17 024	630 438,00
4to trimestre	17 024	630 438,00
Anual (2023)	67 541	2 501 194,24
2024	70 321	2 664 794,35
2025	73 100	2 833 190,84
2026	75 879	3 006 383,73
2027	78 658	3 184 373,02

Fuente: Elaboración propia

4.2.10. Comercialización del producto

4.2.10.1. Sistema de distribución propuesto

El sistema de distribución comienza desde el plan de segregación en la fuente, el cual nos indica el paso a paso para la recolección de residuos sólidos que se realizan en el distrito de Reque, para luego ser transportados mediante camiones compactadores a la planta industrial encargada de transformar estos residuos en humus un abono rico en nutrientes, una vez transformado este abono pasará a los productores orgánicos a nivel nacional, quienes serán los clientes.

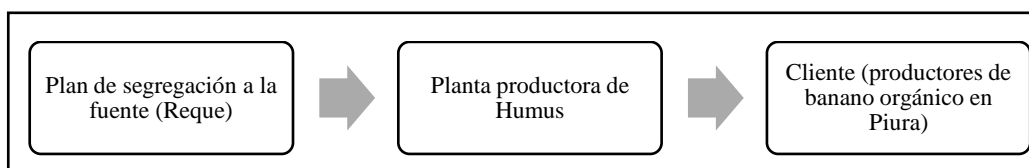


Figura 24. Sistema de distribución propuesto

Fuente: elaboración propia

4.3. Materias primas y suministros

4.3.1. Disponibilidad de materia prima

En el capítulo 4.1.1.7, se muestra la generación de residuos sólidos orgánicos históricos, la cual se procedió a proyectar para determinar la disponibilidad de esta. Para determinar el método de proyección a utilizar se procedió a realizar el diagrama de dispersión.

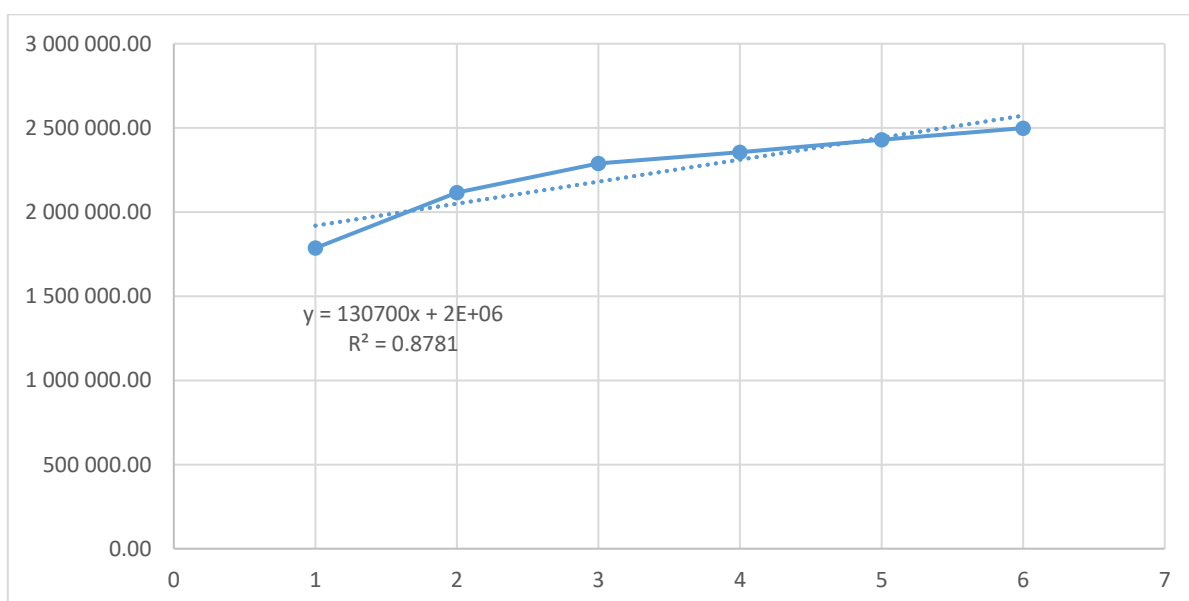


Figura 25. Diagrama de Dispersión de Residuos sólidos orgánicos

Fuente: Elaboración propia

Se obtuvo como valor R^2 0,8781, lo que indica que existe una regresión positiva lineal en todos los datos, por lo que se procedió a proyectar con el método de regresión lineal.

Tabla 30. Residuo orgánico proyectado

Año	Residuo orgánico proyectado (kg/año)
2021	2 914 900
2022	3 045 600
2023	3 176 300
2024	3 307 000
2025	3 437 700
2026	3 568 400
2027	3 699 100

Fuente: Elaboración propia

4.3.2. Requerimiento de material directo

El residuo sólido orgánico es el principal material directo para la producción del abono orgánico humus, ya que a partir de la cantidad este residuo se obtendrá la producción de humus. Para determinar la disponibilidad de materia prima se procedió a proyectar la generación historia de residuos orgánicos en el distrito de Reque (ver tabla mediante el método de regresión lineal).

A continuación, en la siguiente tabla, se muestra la cantidad proyectada, desde el 2023 al 2027.

Tabla 31. Requerimiento de material directo

Periodo	Días	Residuo Sólido Orgánico (kg)
Enero	31	269 768
Febrero	28	243 661
Marzo	31	269 768
Abril	30	261 066
Mayo	31	269 768
Junio	30	261 066
Julio	31	269 768
Agosto	31	269 768
Septiembre	30	261 066
Octubre	31	269 768
Noviembre	30	261 066
Diciembre	31	269 768
Anual (2023)	365	3 176 300
2024	365	3 307 000
2025	365	3 437 700
2026	365	3 568 400
2027	365	3 699 100

Fuente: Elaboración propia

Agua

En la etapa de maduración se requiere agua para humidificar el producto en proceso. El requerimiento del agua es del 30%, cabe recalcar que en la etapa de maduración solo ingresa el 87% de la materia prima, esto debido a las pérdidas del proceso.

A continuación, se muestra el requerimiento anual de agua en la etapa de maduración.

Tabla 32. Requerimiento de Agua

Periodo	Producción de humus (kg)	Proceso de Maduración (kg)	Agua requerida (l)	Agua requerida (m3)
2023	3 176 300,00	2 763 381,00	829 014,30	829,01
2024	3 307 000,00	2 877 090,00	863 127,00	863,13
2025	3 437 700,00	2 990 799,00	897 239,70	897,24
2026	3 568 400,00	3 104 508,00	931 352,40	931,35
2027	3 699 100,00	3 218 217,00	965 465,10	965,47

Fuente: [38]

4.3.3. Requerimiento de materiales indirectos

- Sacos

Para mantener la calidad del abono orgánico es importante contar con un envase de calidad, es por ello que se ha considerado el saco de polipropileno laminado ya que es usado en la mayoría de las agroindustrias, minerías, ganaderías, entre otros.

Tabla 33. Ficha técnica de saco de polipropileno

Ficha técnica del saco de polipropileno

Figura



Vida útil 5 años

Ancho de tela 45 cm

Medidas 45x60 pulgadas

Material Polipropileno tejido

Color Blanco

Precio 930 soles/millar

Fuente: mercado libre [34]

Tabla 34. Medidas de sacos

Sacos polipropileno		
Ancho	45.00	Cm
Largo	60.00	Cm
Espesor	15.00	Cm

Fuente: mercado libre [34]

Requerimiento

Se muestra la producción de humus que se tendrá por cada año, así como el requerimiento de sacos para cubrir esta producción.

Tabla 35. Producción de sacos de 25 kg

Periodo	Producción sacos de 25 kg	Sacos de Polipropileno UV de 25kg
2023	67 541	67 541
2024	70 321	70 321
2025	73 100	73 100
2026	75 879	75 879
2027	78 658	78 658

Fuente: Elaboración propia

- Hilo

Es importante para asegurar el envase contar con una buena costura, por ello para los sacos de polipropileno se usará el hilo pabilo, el cual debe contar con una resistencia y capacidad de estiramiento sin romperse.

Tabla 36. Ficha técnica del hilo pabilo**Ficha técnica del hilo pabilo**

Vida útil	5 años
Capacidad	3 kg
Presentación	Conos
Material	Hilo Pabilo
Color	Blanco
Precio	85 soles/ Caja de 32 und
Elongación	12%

Fuente: Mercado libre [35]

Tabla 37. Medidas del Hilo

Hilo		
metros/Rollo de 3kg	7680.00	M
1 caja de 32 rollos	85.00	soles

Se muestra la producción de humus en sacos de 25 kg que se tendrá por cada año, así como el requerimiento de hilos para cubrir esta producción. Para determinar el requerimiento de hilos se multiplico el ancho de los sacos de polipropileno por la cantidad de sacos entre la dimensión del hilo.

Tabla 38. Requerimiento de Hilo


Periodo	Producción sacos de 25 kg	Requerimiento de Hilo (rollos)
2023	67 541	395,75
2024	70 321	412,04
2025	73 100	428,32
2026	75 879	444,60
2027	78 658	460,89

Fuente: Elaboración propia

- Parihuelas

Es importante tener un buen proceso de cargue, descargue, manipulación, clasificación y ubicación de los sacos con humus, ya que así se asegura el buen orden y almacenamiento de estos, por ello se utilizarán parihuelas que cuenten con una dimensión de 1.2 m x 0.8 cm, según la normativa ISO 3394 la cual hace referencia a las dimensiones y tamaños adecuados. Que soporte una carga hasta 4000 kg.

Tabla 39. Ficha técnica de parihuelas

Ficha técnica de parihuela	
Figura	
Vida útil	5 años
Capacidad	4000 kg
Dimensión	100 cm x 120 cm
Material	Madera pino
Color	Amarillo pino
Precio	10 soles

Fuente: Mercado libre [36]

Tabla 40. Dimensión de parihuela

Parihuela		
Ancho	100	cm
Largo	120	cm
Altura	15	cm

Para el cálculo de parihuelas se tomó en cuenta las medidas de los sacos de polipropileno, se consideró usar dos sacos del largo de 60 cm cada uno, con lo cual se abarcaría el largo de la parihuela de 120 cm. Con respecto al ancho se consideraron 2 sacos de 45 cm cada uno para cubrir el ancho de la parihuela el cual es de 100 cm.

Tabla 41. Requerimiento de sacos por parihuelas

	60.00	60.00
45.00	saco 1	saco 2
45.00	saco 3	saco 4

Se procedió hallar la altura de las parihuelas con los sacos de 25 kg

$$HT_{de\ parihuelas} = H_{de\ parihuela} + espesor\ de\ saco * n^{\circ}\ de\ sacos\ por\ columna$$

donde:

HT = Altura de parihuelas

$$HT_{de\ parihuelas} = 15\ cm + 15\ cm/sacos * 10\ sacos/columna$$

$$HT_{de\ parihuelas} = 165\ cm\ por\ columna$$

Se procedió hallar la cantidad de sacos de polipropileno de 25 kg por parihuela

$$N^{\circ}\ de\ sacos\ por\ parihuela = n^{\circ}\ de\ sacos\ por\ base * n^{\circ}\ de\ sacos\ por\ columna$$

$$N^{\circ}\ de\ sacos\ por\ parihuela = 4 \frac{columnas}{parihuelas} * 10 \frac{sacos}{columnas}$$

$$N^{\circ}\ de\ sacos\ por\ parihuela = 40\ sacos/parihuelas$$

En base a estos cálculos se procedió hallar los requerimientos por parihuelas desde el año 2023 hasta el 2027.

Tabla 42. Requerimiento de sacos por parihuelas

Periodo	Parihuelas para PT (und)
2023	70
2024	73
2025	76
2026	79
2027	82

Fuente: Elaboración propia

4.3.4. Plan de Producción

Para el plan de producción se considera que sea en sacos de 25kg, considerándose que la producción irá en aumento ya que en el 2023 se tienen 5 736 y en el año 2027 78 658 sacos de humus.

Tabla 43. Plan de producción

Periodo	Producción (sacos 25 kg)
Enero	5 736
Febrero	5 181
Marzo	5 736
Abril	5 551
Mayo	5 736
Junio	5 551
Julio	5 736
Agosto	5 736
Setiembre	5 551
Octubre	5 736
Noviembre	5 551
Diciembre	5 736
Anual (2023)	67 541
2024	70 321
2025	73 100
2026	75 879
2027	78 658

Fuente: Elaboración propia

4.4. Localización y tamaño

4.4.1. Macrolocalización

La planta de producción de humus se ubicará dentro del departamento de Lambayeque. Para determinar esta ubicación se consideraron distintos aspectos geográficos, ambientales, sociocultural, socioeconómico, entre otros, propios del distrito.

4.4.1.1. Aspectos geográficos

a. Límites políticos

De acuerdo al instituto nacional de estadística e informática [37], Lambayeque cuenta con 38 distritos y 3 provincias como Chiclayo, Ferreñafe y Lambayeque, siendo esta última la de mayor extensión, se encuentra limitado por el norte con Piura, por el este con Cajamarca, por el sur con La Libertad y por el oeste con el Océano Pacífico.



Figura 26. Mapa de Lambayeque

Fuente: Mapas del mundo [38]

b. Coordenadas y altitud sobre el nivel del mar

Lambayeque se encuentra al noroeste del territorio peruano, con una altitud sobre el nivel del mar de 1,0 msnm (distrito de Mórrope, provincia de Lambayeque) y 4 mil msnm (distrito de Incahuasi, provincia de Ferreñafe). A continuación, se muestran las coordenadas del departamento.

Tabla 44. Ubicación por Coordenadas de Lambayeque

Orientación	Coordenadas UTM	Lugar
Norte	05°28'37''S – 79°53'48'' O	En el cerro El Duque, muy cerca de las quebradas Salado y El Duque.
Este	06°46'30'' S – 79°07'09''O	Centro Colpayaco, entre el centro poblado La Central, Cedro, Chapa y Lloque
Sur	07°10'27'' S – 79°41'18''O	Cherrepe por el litoral sobre el Océano Pacífico.
Oeste	06°22'12''S – 80°37'24'' O	Cabo verde por el litoral sobre el Océano Pacífico.

Fuente: Municipalidad de Lambayeque

c. Extensión

La Extensión de Lambayeque está en 11 217,36 Km², considerándose como la más amplia del departamento según estudios por la municipalidad de Lambayeque [39].

d. Hidrografía

Dentro del departamento, el agua representa uno de los recursos vitales, cubriendo más del 95% la cual se utiliza en la agricultura, industrias y de uso doméstico. En el departamento de Lambayeque se tienen ríos importantes como el río Chancay, el cual es uno de los más importantes con un largo de 250 km, de estas aguas dependen tres capitales provinciales y más de 15 centros poblados y 25 empresas dedicadas a la agricultura, también se tiene al Río La Leche, el cual se encuentra a 3 000 msnm, con un volumen de agua irregular que por lo general no le permite llegar al mar. Por último, está el Río Zaña, el cual parte del departamento de Cajamarca el cual recibe las aguas de numerosos riachuelos como Cascajal, San Cristóbal y Olmos.

e. Clima

Durante la época de verano existe poca presencia de lluvias, y la temperatura se encuentra hasta 34°C, durante el resto del año presenta un clima, tropical, cálido, sin presencia de lluvias. Lambayeque cuenta en lo general con un clima uniforme que permite cultivar durante todo el año, además de contar con más horas luz al día que otras regiones agrícolas [40].

f. Suelos

Lambayeque cuenta con un tipo de suelo de arena gradada cuyas propiedades hacen que sea usado para actividades agrícolas.

g. Recursos naturales

Lambayeque cuenta con una diversidad de climas y ecosistemas favorables para una gran cantidad de recursos naturales, los cuales son explotados de manera racional y adecuada para poder asegurar un buen desarrollo sostenible. Entre estos se encuentran los recursos marinos, mineros e hídricos, los cuales se detallan a continuación [41].

Recursos marinos

Lambayeque cuenta con grandes cantidades de recursos marinos y especies variables que dependen de corrientes marítimas como Humboldt y El niño, cuenta con 153 especies, entre ellas se encuentra la anchoveta, langosta, merluza, pez espada, entre otros. La pesca de estas especies se da por los puertos de Pimentel, San José y Santa Rosa y su comercialización es el consumo local [41].

Recursos mineros

Lambayeque cuenta con pocos recursos mineros, no obstante, existen minerales como plomo, zinc y cobre, ubicado este último en Inkahuasi, con 380 millones de toneladas métricas [41].

Recursos hídricos

Lambayeque usa sus recursos hídricos para la agricultura y población, teniendo como principal acuífero al reservorio Tinajones y Gallito ciego, además de ríos como el Río Chancay, que cubren las áreas agrícolas [41].

4.4.1.2. Aspectos socioeconómicos y culturales**a. Población total**

Según el instituto nacional de estadística e informática [42], Lambayeque cuenta con una población total de 1 280 788 hab. en el año 2017.

b. Centros de población

Según el censo realizado en el año 2017, la población como mayor cantidad de habitantes se centra en la ciudad de Chiclayo con 799 675 personas, ocupando las dos terceras partes de la población (66,8%), seguido está la provincia de Lambayeque con un total de 300 170 personas representando el 25,1%. Por otro lado, se tiene a Ferreñafe como una de las provincias con menos población, teniendo solo a 97 415 personas, representando el 8,1%.

c. Población económicamente activa

Según INEI muestra que la población que se encuentra económicamente activa y en edad para trabajar es de 891 781 personas, representando el 47,7% varones y el 52,3% mujeres [37].

d. Ramas de actividad

Agrícola

Lambayeque representa a una de las regiones rica en cuanto a tierras para la agricultura, contando con principales cultivos la caña de azúcar, maíz amarillo, algodón, páprika, pimienta, banano, menestras, entre otros, haciendo un total de 270 000 hectáreas de suelos aptos para la siembra agrícola.

Agroindustrial

El sector agroindustrial depende de los sectores agrícolas, por lo cual, al tener un crecimiento agrícola también involucra el crecimiento industrial, para llevar a cabo el buen aprovechamiento de los recursos, Lambayeque cuenta con el proyecto Olmos, el cual se encarga de promover el desarrollo de los cultivos agro exportables y de la correcta irrigación para las tierras agrícolas.

4.4.1.3. Infraestructura

a. Vías de comunicación

Transporte terrestre

La región Lambayeque cuenta con una red vial de 2 101,8 km, de los cuales el 11,6% se encuentra afirmado, el 34,6% asfaltado, el 31,4% con trocas carrozables, y el 22,4% son vías que están por ser afirmadas.

Transporte aéreo

Lambayeque cuenta con uno de los mejores aeropuertos de la costa norte, el cual tiene como nombre José Abelardo Quiñonez y se encuentra ubicado en la ciudad de Chiclayo. En el año 2013 se registraron 426 30 pasajeros.

Transporte marítimo

Lambayeque tiene cuatro desembarcaderos en centros poblados como Santa Rosa, San José, Pimentel y Puerto Etén.

Electrificación

Lambayeque suministra energía eléctrica de forma constante y segura a 35 centros poblados, entre ellos se encuentra La Victoria, Monsefú, Reque, Morrope, Pimentel, y las provincias de Chiclayo. Esto se da gracias a las redes y líneas eléctricas suministradas por Electronorte de 10Kv, 13,2Kv hasta 22,9kv [48].

b. Obras de irrigación

Dentro del departamento de Lambayeque cuenta con un proyecto de irrigación Olmos, el cual se encarga de pasar los recursos hídricos del Océano Atlántico hasta el Océano Pacífico mediante un túnel trasandino de 19,3km de longitud. Esta agua irrigada permite que se genere energía eléctrica y la irrigación a tierras para cultivos agrícolas con un aproximado de 43 500 hectáreas con miras a una ampliación de 100 000 hectáreas más.

4.4.2. Factores básicos que determinan la localización

a. Análisis de los mercados de consumo

El mercado de humus se enfoca a nivel nacional, y fue determinado en el capítulo 4.2 que hace referencia al estudio de mercado.

b. Estudio de disponibilidad de materias primas

La obtención de humus se da a través de los residuos sólidos orgánicos, los cuales se obtendrán de los pobladores del distrito de Reque mediante el programa selección y recolección de residuos, gracias a esto la materia prima estará disponible de manera diaria durante todos los años.

c. Costos de transporte de materia prima

El costo de transporte de materia prima no será alto ya que las unidades de transporte son dadas por la municipalidad de Reque.

d. Impacto ecológico y ambiental, condiciones infraestructurales y medio ambiente

Es importante que para la instalación de la planta productora de humus se cumpla con las normativas ambientales, permitiendo la disminución de los impactos no favorables al medio ambiente. Entre estas leyes se encuentra la Ley General del Ambiente y La Ley General de Residuos Sólidos.

4.4.3. Microlocalización

El punto de microlocalización del presente estudio se hizo mediante la evaluación de tres distritos los cuales fueron: Eten, Reque y Monsefú. Los cuales se escogieron por la cercanía a la materia prima la cual fue obtenida por los pobladores del Distrito de Reque. La localización de planta de producción de humus se seleccionó en base al método de factores ponderados. En los cuales se consideraron diversos criterios que ayudaron a determinar la mejor ubicación.

Criterios de selección utilizados

Para determinar la ubicación más óptima de la planta procesadora de humus se consideraron varios criterios como disponibilidad de materia prima, mano de obra, área, vías de comunicación, energía eléctrica, agua.

Tabla 45. Criterios de Selección

Descripción	Factores
Disponibilidad y cercanía de Materia Prima	A
Disponibilidad de Mano de Obra	B
Áreas para instalación	C
Costos de terreno	D
Vías de comunicación	E
Energía Eléctrica	F
Servicio de red Hidráulica	G

Fuente: Elaboración propia

Análisis de los criterios de ponderación

Es importante, para determinar la microlocalización realizar un análisis de los criterios de ponderación, los cuales se detallan a continuación.

Disponibilidad y cercanía de materia prima

La disponibilidad de Materia Prima es uno de los factores fundamentales ya que de esta depende la producción. La materia prima se obtendrá de la recolección de residuos sólidos orgánicos de los pobladores del Distrito de Reque, en colaboración con la Municipalidad de este distrito. A pesar que Éten y Monsefú se encuentran cerca, es preferible que se trabaje con los residuos del mismo distrito, para disminuir los costos de transporte.

Disponibilidad de mano de obra

Los tres distritos, Reque, Éten y Monsefú, cuentan con mano de obra, según el mapa de pobreza monetaria, provincial y distrital 2018, Reque se encuentra en la ubicación 1 665 de

pobreza monetaria total, Monsefú 1560, Eten 1503. Siendo Reque el distrito con más pobreza. Reque. En el distrito de Eten se tiene un PEA (Población económicamente activa) 5 251, con una población ocupada de 4 979, representando del 94,8% y una población desocupada de 272 que representa el 5,17%. En cuanto al distrito de Reque se tiene un PEA de 6 984, con una población ocupada de 6 604, representando el 94,55% y una población desocupada del 380 que representa 5,44%, por último, Monsefú tiene un PEA de 13 943, con una población ocupada 13 279 representando el 95,24% y una población desocupada 664, representando el 4,76% [37].

Área para la instalación

La oferta de terrenos industriales que actualmente se encuentran disponibles y en venta en la provincia de Chiclayo, representan un área de 19 427 m² en la ciudad y de 50 000 m² en las zonas aledañas [43]. Según [44] los distritos que presentan áreas de elevado valor industrial en el departamento de Lambayeque, son: Chiclayo, José Leonardo Ortiz, Pimentel, Monsefú y Reque, con 3 321 hectáreas las cuales representan el 0,22% del área total del departamento. Mientras que Eten se encuentra en las áreas que ocupan un valor de aptitud medio industrial.

Es importante mencionar que municipalidad de Reque cuenta con un área para la planta productora de humus sin generarle algún costo por alquiler o venta.

Vías de comunicación

La ruta N°LA -110, es la ruta que conecta a los distritos de Eten, Reque y Monsefú, con 19,45 Km de longitud de los cuales solo el 17,56 Km están asfaltados y 1,89Km están afirmados. El tramo perteneciente al distrito de Reque que une a este con el distrito de Puerto Eten se encuentra en buen estado, mientras que las carreteras que unen a Eten y Monsefú no cuentan con el asfaltado adecuado [45]. Reque se conecta a Chiclayo con el norte, sur y noreste mediante un viaducto que consta un puente. Monsefu tiene salidas a Chiclayo, Eten y Santa Rosa con vías a las acequias y al Dren 5000, sin embargo, no existe un sistema vial organizado.

Energía eléctrica

Reque, Eten y Monsefú se abastecen de la energía eléctrica ENSA

Servicios de red hidráulica

Reque, Eten y Monsefú se abastecen con servicios de agua potable y alcantarillado de la empresa EPSEL.

4.4.3.1. Método y alternativa elegida

El método utilizado es el de factores ponderados para determinar donde estará localizada la planta productora de humus.

a. Valorización de los factores de microlocalización

Tabla 46. Valorización de factores de microlocalización

Factores	A	B	C	D	E	F	G	Peso	Ponderación
A	X	1	1	1	1	1	1	6	0,17
B	1	X	0	0	1	1	1	4	0,11
C	1	1	X	0	1	1	1	5	0,14
D	1	1	1	X	1	1	1	6	0,17
E	1	0	1	0	X	1	1	4	0,11
F	1	1	1	0	1	X	1	5	0,14
G	1	1	1	0	1	1	X	5	0,14
Total								35	1

Fuente: Elaboración propia

b. Escala de calificación

Tabla 47. Escala de Calificación

Escala	Clasificación
Muy abundante – Excelente	9-10
Abundante – Muy buena	7-8
Buena cantidad – Buena	5-6
Regular	3-4
Escasa - Mala	1-2

Fuente: Elaboración propia

c. Resultado de microlocalización

Tabla 48. Factores de Ponderación

Factor de ponderación	Ponderación	Etén		Reque		Monsefú	
		C	P	C	P	C	P
Disponibilidad de Materia Prima	0,17	4	0,67	9	1,5	4	0,67
Disponibilidad de Mano de Obra	0,17	8	1,33	8	1,3	8	1,33
Área para instalación	0,28	7	1,94	8	2,2	7	1,94
Vías de comunicación	0,11	7	0,78	7	0,8	7	0,78
Energía Eléctrica	0,11	6	0,67	7	0,8	7	0,78
Servicio de Saneamiento	0,17	6	1	7	1,2	7	1,17
Total	1	6,39		7,8		6,67	

Fuente: Elaboración propia

Después de realizar la comparación en los tres distritos, se obtuvo mayor puntuación en el distrito de Reque, seguido de Monsefú y finalmente Etén, por ello la planta procesadora de humus se instalará en Reque.

d. Planos

El área del terreno se determinó basado en la capacidad máxima de la planta de producción de humus determinada en el capítulo de ingeniería y tecnología. El área se ubica en la provincia de Chiclayo, distrito de Reque, sector La Clake, encontrándose a 50 metros de la carretera de Reque.



Figura 27. Ubicación de la planta de producción de humus

Fuente: Google Earth

4.4.4. Localización

4.4.1. Tamaño de planta

4.4.1.1. Relación Tamaño – Mercado

La demanda del proyecto se determinó en base al estudio de mercado el cual reflejó una demanda insatisfecha de abono orgánico ya que este producto solo es importado a nacional, teniendo una demanda total para el año 2027 de 10 868,49 toneladas, del cual se decidió abarcar como demanda del proyecto el 18,09% basándose en el riesgo de seguridad de materia prima, lo que representó 1 966,46 toneladas de abono para el último año proyectado (ver 4.2.7. demanda del proyecto).

4.4.1.2. Relación Tamaño – Tecnología

La relación en cuanto al tamaño de planta va a depender de la capacidad de las máquinas que se van a utilizar en el proceso de elaboración de humus, es importante que esta capacidad cubra con la cantidad de producción requerida. La capacidad de producción en base a la tecnología está dada por la maquina empacadora con una capacidad de 1000kg/h. A continuación, se hace mención de la maquinaria.

Tabla 49. Maquinaria para la producción de humus

Maquinaria y Equipo	Capacidad (kg/h)
Máquina de selección	2 000
Trituradora	4 000
Secadora	12 000
Tamizadora	10 000
Empacadora	1 000
Cinta transportadora	4 000
Tolva con cinta transportadora	2 000

Fuente: Elaboración propia

4.4.1.3. Relación Tamaño – Materia Prima

La relación del tamaño de planta depende de la cantidad de materia prima disponible, la cual se obtuvo del plan de segregación desarrollado en el distrito de Reque, tomando en

cuenta la generación per cápita de materia orgánica y el estudio de caracterización. Es importante tener en cuenta que la producción está limitada por la cantidad de materia prima, la cual para el año 2027 fue de 3 699 100kg.

4.4.1.4. Relación Tamaño – Financiamiento

Para la creación de la planta de producción de humus es importante contar con capital económico, sin embargo, gracias a que esta planta será de la municipalidad distrital de Reque, el financiamiento será dado por el estado. El financiamiento que se va a requerir será de S/.2 170 259,13.

4.4.1.5. Relación Tamaño –Inversión

La relación de tamaño también depende de la inversión, ya que es importante tener en cuenta el capital económico con el que se cuenta para poder abrir una planta de producción de humus. Se consideró como inversión tangible al terreno, construcciones e instalaciones eléctricas, maquinaria, equipos, mobiliaria de oficina. A su vez, se consideró como inversión intangible o diferida a los permisos necesarios para el funcionamiento de la planta y se tomó un capital de trabajo a la materia prima, insumos, electricidad, agua, teniendo una inversión total de S/.2 170 259,13.

4.4.2. Justificación de la localización de la planta

Para la localización de la planta de producción de humus se considera colocarla en Reque ya que es el lugar donde se van a recolectar los residuos sólidos orgánicos y estos son la materia prima principal para la transformación. Además, Reque es uno de los distritos que cuenta con un clima adecuado, disponibilidad de agua y de energía eléctrica que son esenciales para el buen funcionamiento de la planta.

Ingeniería y tecnología

Para este punto se tendrá en cuenta los diagramas de flujo, de operación y de proceso, además es necesario determinar los indicadores para establecer la eficiencia de los procesos,

escogiendo la tecnología adecuada y que estas sean bien distribuidas en el área de producción y administración, y mediante Guerchet se determinara el tamaño del área a utilizar.

4.4.3. Proceso productivo

Para el proceso productivo se tomó en cuenta los artículos científicos [6] y [7], en donde se describieron las etapas y sus parámetros para la producción de humus, a continuación, se detalla cada etapa del proceso:

Pesado de residuos sólidos orgánicos

El proceso inicia con la llegada del camión compactador de residuos orgánicos el cual ingresa al área de pesado de la planta procesadora, donde serán pesados a través de una balanza comercial, la cual será manipulada por un operario de producción.

Recepción de materia prima orgánica

Una vez pesada la materia de residuos sólidos orgánicos, el camión se transporta al área de recepción de materia prima, los cuales son depositados en el almacén de residuos orgánicos de la planta procesadora.

Selección de residuos orgánicos

Mediante un cargador frontal el residuo orgánico es transportado a la tolva transportadora, la cual lleva la materia orgánica hacia la mesa de selección, con el fin de seleccionar y separar los residuos inorgánicos que se han mezclado con los residuos orgánicos y aquellos que pueden causar contaminación en las operaciones. El porcentaje de pérdida de este proceso es del 3% [44].

Trituración de los residuos sólidos orgánicos clasificados

Para facilitar el proceso de digestión de la lombriz es necesario triturar los residuos orgánicos seleccionados depositándolos en una tolva del elevador de cangilones, la cual transportará los residuos hacia la tolva de la trituradora con el fin de reducir el tamaño de los

residuos entre 5 a 10 cm haciendo que el proceso de elaboración de humus sea más rápido. Este se almacena en una tolva, y es transportado hacia el siguiente proceso por medio del cargador frontal.

Pre-Compostaje

Una vez armada la ruma, la materia pasa por un proceso de descomposición el cual tiene una duración de dos 2 semanas [45], ya que es el tiempo suficiente para que las lombrices puedan procesar adecuadamente los residuos orgánicos.

Para favorecer el proceso de descomposición se hacen camas composteras de 25m de largo, por 3m de ancho y 0,40m de alto sobre el suelo [3], aplicándoles agua 4 veces por semana, manteniendo la humedad elevada y una vez por semana se voltearán los residuos a fin de ventilarlos y que no se eleve la temperatura.

Formación de lechos

Una vez obtenido el pre-compost se procederá a armar los lechos, para ello, se verterán las lombrices californianas en cada uno de estos. La cantidad requerida es de 3kg de lombriz por m². Es importante que el riego de los lechos se haga de forma directa, regular y con ayuda de una manguera con aspersor tipo ducha, la cantidad de agua por aplicar dependerá de las condiciones del tiempo en épocas del año, manteniendo la humedad entre 75% a 80% y la temperatura no sobrepase los 25°C [46].

Lombrices:

El trabajo de las lombrices consiste en succionar los residuos orgánicos por la boca, usando la faringe como aspirante, pasando luego por el esófago y almacenada por el buche. Finalmente pasa al intestino grueso y es expulsado por el ano. El beneficio de este proceso es que las lombrices digieren uniformemente los residuos orgánicos favoreciendo la cosecha del humus ya que es un producto totalmente procesado.

Fase de maduración

La fase de maduración dura 2 meses, en donde las lombrices se encargan de alimentarse y procesar la materia orgánica dentro de su organismo la cual es convertida por medio de la

excreción, en humus, siendo característico por su olor similar a tierra y su humedad entre 60% a 99%.

Para obtener un humus de calidad es importante realizar una aireación cada ocho (08) días. El rendimiento de la fase de maduración es del 60% [46].

En esta etapa de maduración se tendrá que realizar una inspección controlando de los parámetros de calidad del humus. A demás se colocará agua con la finalidad de humedecer el material en proceso, cual corresponde el 30% de este [50].

Extracción de lombrices

Después de 2 meses que las lombrices han convertido los residuos orgánicos en humus se procede a la extracción de las lombrices, dejando 2 días el lecho sin riego para luego colocar cuatro trampas en lugares diferentes, las cuales están constituidas por pre compost. Estas trampas se regarán a diario, teniendo cuidado que el agua de riego no filtre al lecho. Logrando que las lombrices se muevan únicamente a las trampas, al segundo día se procederá a extraer las trampas y colocar las lombrices en un nuevo lecho.

Secado

Para secar el humus se transportará el producto en proceso por medio del montacargas hacia la máquina secadora de abono orgánico, el cual tiene como fin reducir la humedad a un 30%.

Tamizado

Una vez seco el humus, pasará por la etapa de cernido con un tamiz de ½ pulgada.

Empacado

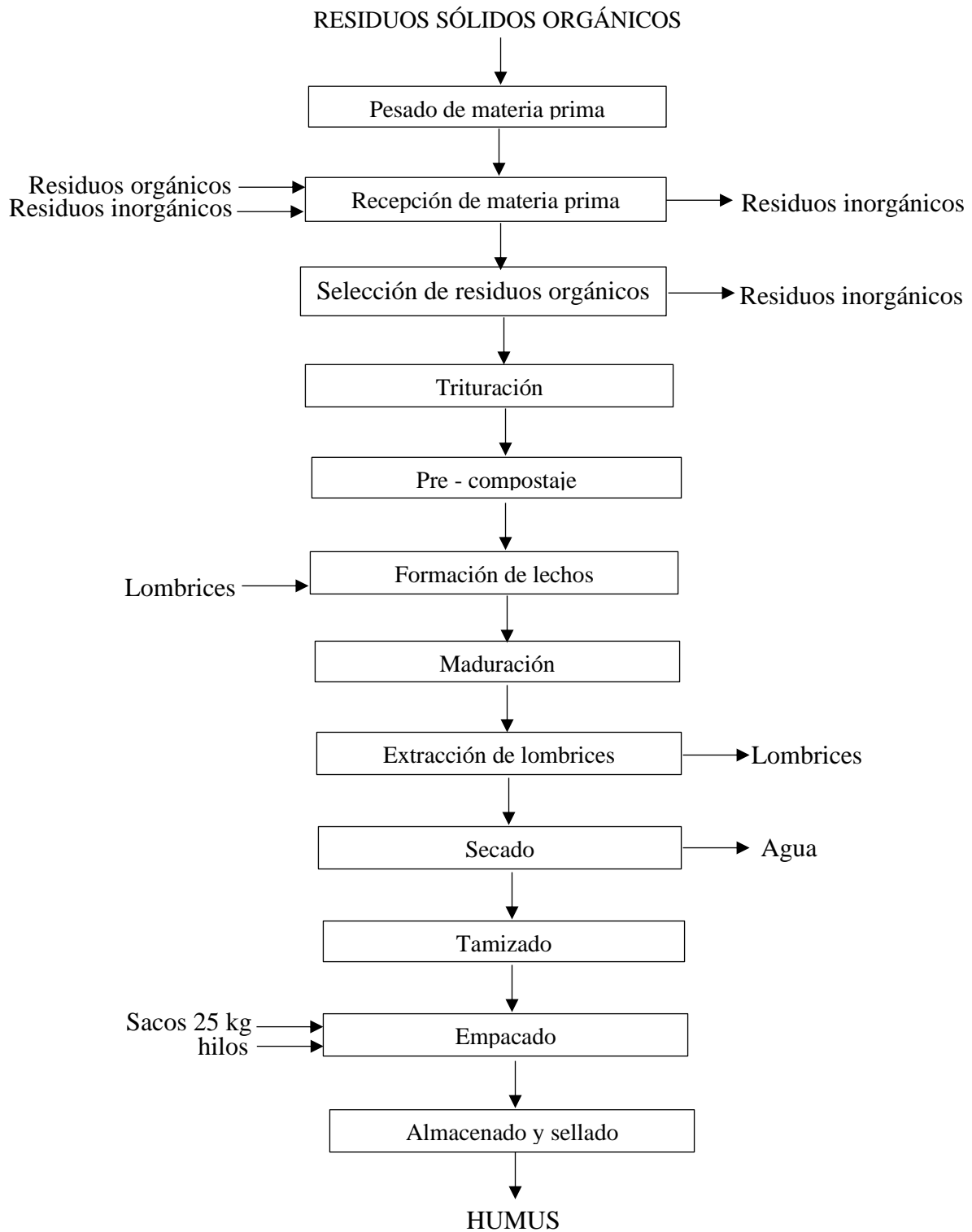
El humus ya cernido, pasa a la máquina de empacado y sellado, en donde se introduce en sacos de 25 kg. Es importante verificar el peso del producto y el porcentaje de conservación de la humedad requerida del 30%.

Almacenado

Posteriormente los sacos de humus deben ser trasladado al área de almacén de producto terminado el cual debe tener una temperatura de 18 °C a 24°C.

4.4.4. Diagramas de proceso

Diagrama de flujo del proceso de producción de humus



Balance de materia del proceso de producción de humus

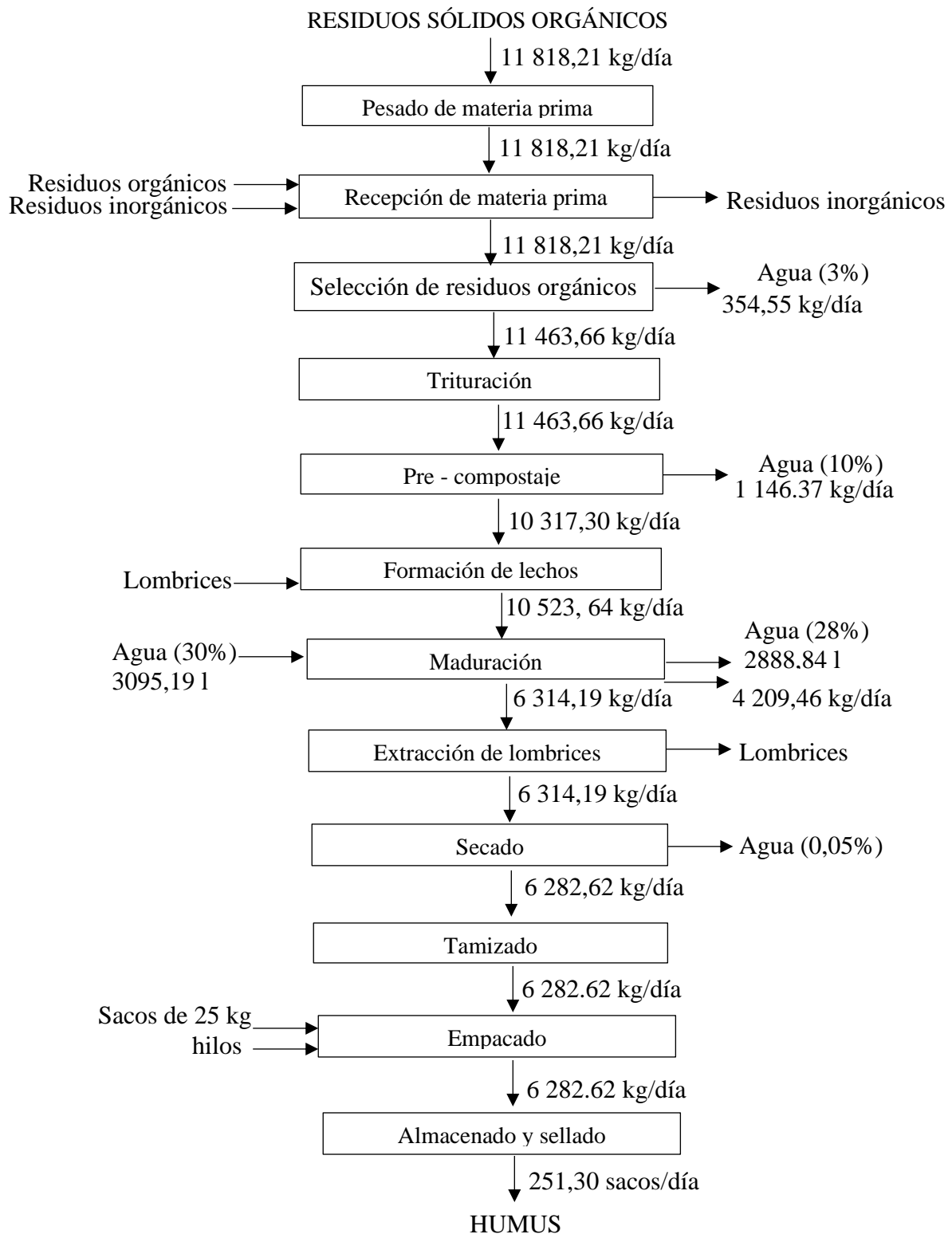
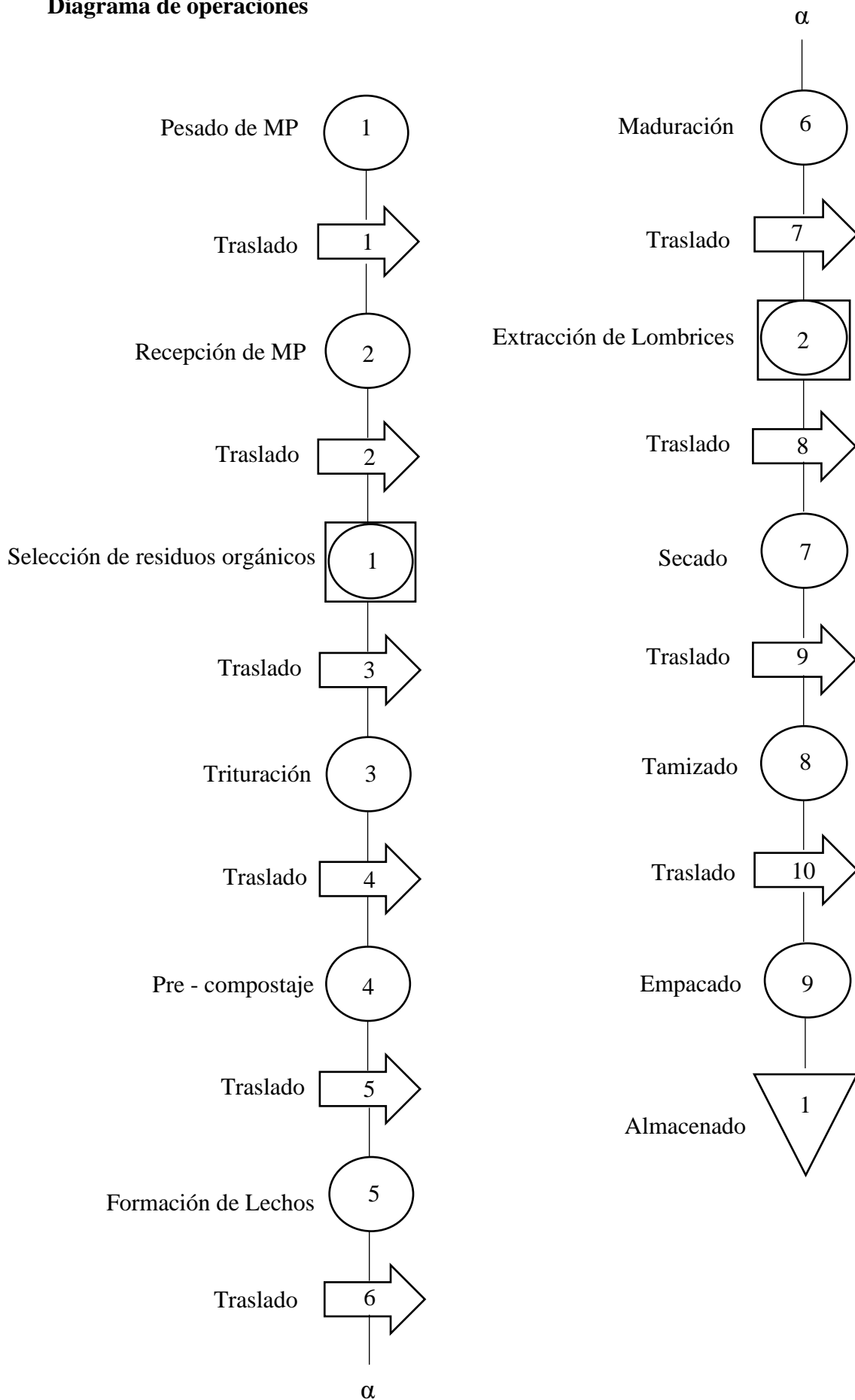






Diagrama de operaciones



En la siguiente tabla se muestra el cuadro resumen del total de las actividades de operaciones en la planta de producción de humus.

Tabla 50. Cuadro Resumen del Diagrama de Operaciones

Símbolo	Actividad	Cantidad
	Operación	9
	Transporte	10
	Operación – Inspección	2
	Almacén	1
Total		22

4.4.5. Capacidad de planta

a. Capacidad real

La planta tendrá una capacidad de 1 966 458,65 kg para el año 2027, la cual se determinó por la demanda insatisfecha (ver demanda del proyecto 4.2.7). Para la producción de humus, se consideró necesario que se trabaje 8 horas al día, 6 días a la semana, con un rendimiento total del proceso de 53,2%.

Tabla 51. Capacidad de planta

Año	Capacidad (kg/año)
2023	1 688 535,75
2024	1 758 016,48
2025	1 827 497,20
2026	1 896 977,93
2027	1 966 458,65

Fuente: Elaboración propia

Para hallar la capacidad de planta se realizó la siguiente fórmula, considerándose que la presentación del humus será en sacos de 25 kg, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 52. Capacidad real de planta

Año	Capacidad (sacos 25 kg)
2023	67 541
2024	70 321
2025	73 100
2026	75 879
2027	78 658

Fuente: Elaboración propia

b. Capacidad diseñada

La capacidad diseñada será de 100160 sacos de 25 kg, la cual se determinó por la capacidad de producción de la máquina de empacado y sellado.

$$\text{capacidad} = \text{capacidad de la empacadora selladora} \left(\frac{\text{kg}}{\text{h}}\right) \times \left(\frac{\text{horas}}{\text{dia}}\right) \times \left(\frac{\text{dias}}{\text{año}}\right)$$

$$\text{capacidad} = 1000 \left(\frac{\text{kg}}{\text{h}}\right) \times 8 \left(\frac{\text{h}}{\text{dia}}\right) \times 313 \left(\frac{\text{dias}}{\text{año}}\right)$$

$$\text{capacidad} = 2\,504\,000 \frac{\text{kg}}{\text{año}}$$

$$\text{capacidad} = \frac{2\,504\,000 \frac{\text{kg}}{\text{año}}}{25 \frac{\text{kg}}{\text{saco}}} = 100\,160 \frac{\text{saco}}{\text{año}}$$

4.4.6. Indicadores**- Productividad de materia prima**

Es importante calcular la productividad para saber cuánto es el rendimiento y así determinar si es eficiente el proceso. En el proceso para la obtención se obtuvo un rendimiento del 53,16% (ver capítulo 4.5.2 Balance de materia).

$$\text{Productividad} = \frac{\text{salidas}}{\text{entradas}} \times 100$$

$$Productividad = \frac{6\,282,62}{11\,818,21} \times 100 = 53,16\%$$

- Tiempo base

El tiempo base se considera 480 min/día ya que se va a trabajar 8 horas al día.

- Ingreso de materia prima

La materia prima que ingresa al proceso como residuos sólidos es de 11 818 kg/día

Capacidad de maquinaria vs capacidad requerida

A continuación, se muestra la capacidad de maquinaria que se va a necesitar según el proceso de producción y los requerimientos necesarios para lograr la producción planificada.

Tabla 53. Capacidad real vs capacidad requerida

Proceso	Maquinaria y Equipo	Capacidad (kg/h)	Requerimiento balance (kg/h)
Selección	Máquina de selección	2 000	1 477,28
Trituración	Trituradora	4 000	1 432,96
Secado	Secadora	12 000	789,27
Tamizado y molido	Tamizadora	10 000	785,33
Empacado y sellado	Empacadora	1 000	785,33

Fuente: Elaboración propia

Tiempo de ciclo

Se determinó el tiempo de ciclo para cada proceso de producción para la obtención de humus.

$$Tiempo\ de\ ciclo = \frac{tiempo\ (\frac{min}{hora})}{capacidad\ de\ tecnología\ (\frac{kg}{hora})}$$

Selección

$$\text{Tiempo de ciclo} = \frac{60 \left(\frac{\text{min}}{\text{hora}}\right)}{2000 \left(\frac{\text{kg}}{\text{hora}}\right)} = 0,030 \text{ min/kg}$$

Trituración

$$\text{Tiempo de ciclo} = \frac{60 \left(\frac{\text{min}}{\text{hora}}\right)}{4000 \left(\frac{\text{kg}}{\text{hora}}\right)} = 0,015 \text{ min/kg}$$

Secado

$$\text{Tiempo de ciclo} = \frac{60 \left(\frac{\text{min}}{\text{hora}}\right)}{12000 \left(\frac{\text{kg}}{\text{hora}}\right)} = 0,005 \text{ min/kg}$$

Tamizado y molido

$$\text{Tiempo de ciclo} = \frac{60 \left(\frac{\text{min}}{\text{hora}}\right)}{1000 \left(\frac{\text{kg}}{\text{hora}}\right)} = 0,006 \text{ min/kg}$$

Empacado y sellado

$$\text{Tiempo de ciclo} = \frac{60 \left(\frac{\text{min}}{\text{hora}}\right)}{1000 \left(\frac{\text{kg}}{\text{hora}}\right)} = 0,060 \text{ min/kg}$$

En la siguiente tabla se muestra el tiempo de ciclo y tiempo de flujo es de 0,12 kg/min.

Tabla 54. Tiempo de ciclo

Proceso	Capacidad (kg/h)	Tiempo de ciclo (min/kg)
Selección	2 000	0 ,030
Trituración	4 000	0 ,015
Secado	12 000	0 ,005
Tamizado y molido	10 000	0 ,006
Empacado y sellado	1 000	0 ,060
Total		0,12

Fuente: Elaboración propia

Número de estaciones

Además, se determinó el número de estaciones el cual se muestra a continuación.

$$\text{Número de estaciones} = \frac{\text{tiempo de flujo } \left(\frac{\text{min}}{\text{kg}}\right)}{\text{cuello de botella } \left(\frac{\text{min}}{\text{kg}}\right)}$$

$$\text{Número de estaciones} = \frac{0,12 \left(\frac{\text{min}}{\text{kg}}\right)}{0,060 \left(\frac{\text{min}}{\text{kg}}\right)} = 1,93 = 2 \text{ estaciones}$$

Eficiencia

Se tiene una eficiencia del 97%, lo cual representa que se estaría aprovechando correctamente las capacidades de la maquinaria implementada, evitando así tiempos muertos.

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{tiempo de flujo } \left(\frac{\text{min}}{\text{kg}}\right)}{\text{número de estaciones} * \text{cuello de botella } \left(\frac{\text{min}}{\text{kg}}\right)}$$

$$\text{Eficiencia} = \frac{0,12 \left(\frac{\text{min}}{\text{kg}}\right)}{2 \times 0,060 \left(\frac{\text{min}}{\text{kg}}\right)} = 0,97 \times 100 = 97\%$$

4.4.7. Tecnología

A continuación, se muestran la maquinaria que se determinó para el proceso de producción. Para ello se consideraron criterios de selección tales como: capacidad, dimensiones, consumo energético, precio, relación con proveedores. Además, se realizó la comparación de distintos proveedores, el cual se muestra en el Anexo 03.

Pesado

El pesado se realizará mediante una báscula de pesado para camiones, donde se pesará la materia prima que se encuentra en el camión compactador.



Figura 28. Báscula de pesado para camiones
Fuente: Zhuoyuan [48]

A continuación, se muestra la ficha técnica de la báscula de pesado para camiones.

Tabla 55. Características de báscula de pesado

Características técnicas	Descripción
Marca	Zhuoyuan
Procedencia	China
Largo	6 m
Ancho	2.5 m
Alto	0.5 m
Capacidad	60 t
Voltaje	220v
Vida útil	10 años
Material	Acero estructural de carbono Q235
Precio	1 400, 00 \$

Fuente: Zhuoyuan [48]

Selección

Para la etapa de selección se utilizará una mesa de selección de residuos sólidos.

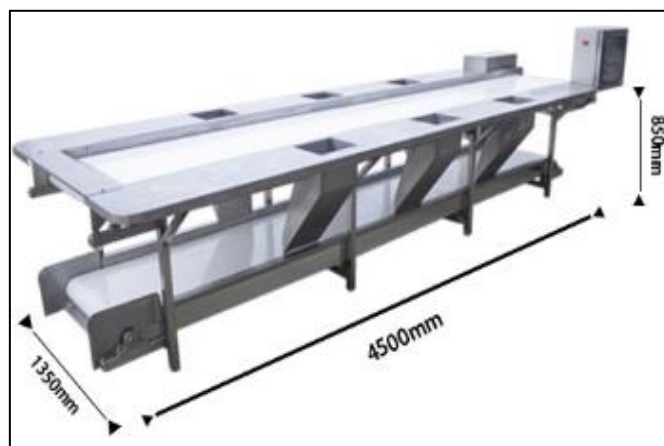


Figura 29. Máquina de selección de residuos Sólidos
Fuente: Ligong [49].

A continuación, se muestra la ficha técnica de la mesa de selección de residuos sólidos

Tabla 56. Ficha técnica de máquina de selección de residuos

Características técnicas	Descripción
Marca	Ligong
Procedencia	China
Largo	4 500mm
Ancho	1 350mm
Alto	850mm
Capacidad	
Voltaje	220 v
Potencia	1,5 kW/h
Vida útil	8años
Material	Acero inoxidable
Precio	6 000 \$

Fuente: Ligong [49].

Trituración

Para la etapa de trituración se utilizó una trituradora de residuos sólidos orgánicos



Figura 30. Máquina trituradora de residuos Sólidos

Fuente: Penagos [50]

A continuación, se muestran las características de la máquina trituradora de residuos sólidos.

Tabla 57. Ficha técnica de máquina trituradora

Características técnicas	Descripción
Marca	Penagos hidroherramientas
Procedencia	Bogotá
Largo	970 mm
Ancho	600 mm
Alto	1050 mm
Capacidad	4000 kg/h
Potencia	7.5 HP
Vida útil	8 años
Material	Acero
Precio	5 150 \$

Fuente: Penagos [50]

Secado

Para la etapa de secado se utilizó una secadora industrial de abono orgánico.



Figura 31. Máquina secadora de abono orgánico

Fuente: Hengyun [51]

Tabla 58. Ficha técnica de máquina secadora de abono orgánico

Características técnicas	Descripción
Marca	Hengyun
Procedencia	Henan China
Largo	12800 mm
Ancho	2 800 mm
Alto	2 300 mm
Capacidad	12 t/h
Voltaje	380 v
Potencia	30 Kw
Vida útil	10 años
Material	Acero estructural de carbono
Precio	5 000\$

Fuente: Hengyun [51]

Tamizado

Para el tamizado se utilizó un tamizador industrial que ayudará a separar las partículas de mayor tamaño.



Figura 32. Tamizador industrial

Fuente: XIANFENG [52]

A continuación, se muestra la ficha técnica con las características del tamizador industrial.

Tabla 59. Ficha técnica de tamizador industrial

Características técnicas	Descripción
Marca	XIANFENG
Procedencia	China
Largo	2 150 mm
Ancho	766 mm
Alto	1 145 mm
Capacidad	10 t/h
Voltaje	220 v
Potencia	1.5 kW
Vida útil	8 años
Material	Acero inoxidable
Precio	900 \$

Fuente: XIANFENG [52]

Empacado y sellado

Para el empacado y sellado se utilizará una sola máquina que realice ambas funciones.



Figura 33. Máquina de empacado y sellado

Fuente: Blueray [53]

A continuación, se muestran las características de la maquina envasadora selladora.

Tabla 60. Ficha técnica de máquina envasadora y selladora

Características técnicas	Descripción
Marca	Blueray
Procedencia	China
Largo	3 000
Ancho	1 200
Alto	3 200
Capacidad	5kg – 70 kg
Voltaje	220 v
Potencia	3 Kw
Vida útil	10 años
Material	Acero inoxidable
Precio	5 000 \$

Fuente: Blueray [53]

Equipos Adicionales

Se requerirá una cinta Transportadora, la cual permitirá transportar la producción desde el área de elección hacia trituradora.



Figura 34. Cinta transportadora

Fuente: Sinopes [54]

Tabla 61. Ficha técnica de cinta transportadora

Características técnicas	Descripción
Marca	SINOPES
Procedencia	China
Largo	1 500 mm
Ancho	250 mm
Alto	750 mm
Capacidad	60 kg
Voltaje	110 V
Potencia	60 W
Vida útil	10 años
Material	Acero inoxidable
Precio	5 000 \$

Fuente: SINOPES, [54]

Tolva con cinta transportadora

Se requerirá 4 Tolvas Faja con cintas transportadoras: una para transportar el producto de almacén a mesa seleccionadora, una para transportar el residuo triturado. una para transportar la materia orgánica procesada a secado, una de secado a tamizado y por último una de tamizado a envasado



Figura 35. Tolva con cinta transportadora

Fuente: TOP MACHINERY [55]

Tabla 62. Ficha técnica de tolva con cinta transportadora

Características técnicas	Descripción
Marca	TOP Y MACHINERY
Procedencia	China
Largo	2 110 mm
Ancho	750 mm
Alto	550 mm
Capacidad	6.5 m ³ /h
Voltaje	220 v
Potencia	1.1 kw/h
Vida útil	8 años
Material	Acero inoxidable
Precio	3 000\$

Fuente: TOP MACHINERY [55]

Tolva contenedora

1 para recepcionar la materia orgánica triturada Contenedores de aluminio



Figura 36. Tolva contenedora

Fuente: OEM [56]

Tabla 63. Ficha técnica de tolva contenedora

Características técnicas	Descripción
Marca	OEM
Procedencia	China
Largo	200 cm
Ancho	100 cm
Alto	5 cm
Capacidad	2m ³
Vida útil	10 años
Material	Metal
Precio	300 \$

Fuente: OEM [56]

Carretilla elevadora eléctrica

Es un tipo de montacargas que transportará la materia orgánica de almacén a selección, y transportar de camas a tolva para secado

**Figura 37. Carretilla elevadora eléctrica**
Fuente: JDY [57]**Tabla 64. Ficha técnica de montacarga**

Características técnicas	Descripción
Marca	JDY
Procedencia	China
Largo	3 335 mm
Ancho	920 mm
Alto	2 100 mm
Capacidad	15 000 kg
Voltaje	48 V
Potencia	5.5 kW/h
Vida útil	8 años
Material	
Espesor de tenedor	35 mm
Tipo de neumático	Sólido automático
Precio	6 800 \$

Fuente: JDY [57]

4.4.8. Distribución de planta

4.4.8.1. Plan de Distribución de planta

Es importante contar con una buena distribución de todas las áreas con las que requerirá la empresa, desde el ingreso de materia prima, el proceso de producción hasta las áreas administrativas, todas estas deben ser puestas de tal manera que facilite el proceso, el flujo de equipos, materiales y del personal. Para ello se utilizó el método de Guerchet en el que fue necesario identificar el total de maquinaria para establecer los equipos que tengan elementos estáticos y móviles y así establecer los espacios adecuados [58].

Para el cálculo de las áreas con el método de Guerchet se utilizaron las siguientes formulas.

- St = Superficie total

$$St = N(Ss + Sg + Se)$$

Ss = Superficie estática

Sg = Superficie de gravitación

Se = Superficie de evolución

- Ss = Superficie estática

$$Ss = L * A$$

$Ss = L * A$

L = largo

A = ancho

- Sg = Superficie gravitacional

$$Sg = Ss * N$$

Ss = superficie estática

N = número de lados

- K = coeficiente de evolución

$$K = Hm/2Hf$$

Hm = promedio de altura de los equipos móviles

Hf = promedio de altura de los equipos fijos

- S_e = superficie de evolución

$$S_e = K * (S_s + S_g)$$

K = coeficiente de evolución

S_s = superficie estática

S_g = superficie de evolución

4.4.8.2. Áreas de la planta

Las áreas de la planta productora de humus están conformadas de acuerdo al método de Guerchet, desde el ingreso de materia prima, almacén de producto terminado y las áreas administrativas (ver Anexo 02), a continuación, se detallan el tamaño de las áreas.

➤ Almacén de materia prima

Para determinar el área que se requiere para la materia prima, se considera las dimensiones de las rumas de residuos sólidos que tendrán un largo de 11m, de ancho 7,1 con una altura de 1,5. Este tamaño se calculó en base a la densidad, a continuación, se muestra como se obtuvo.

A pesar que el ingreso de materia orgánica (MO) se procesará diariamente, por temas de seguridad se considera tener un almacenamiento para dos días.

Tabla 65. Datos generales para el cálculo de áreas de MP

Densidad de MO	202,98	kg/m ³
Capacidad de almacenamiento	2,00	días
Ingreso diario de MO	11818,21	kg/día
Ingreso de MO por 2 días	23636,4217	Kg/día

Fuente: Elaboración propia

$$\text{Volumen} = \frac{\text{ingreso de MO por 2 días} \left(\frac{\text{kg}}{\text{día}} \right) * 1 \text{ m}^3}{\text{densidad} \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right)}$$

$$Volumen = \frac{23\,636,4217 \left(\frac{kg}{día}\right) * 1 m^3}{202,98 \left(\frac{kg}{m^3}\right)} = 116,4 m^3$$

En base al volumen se determinó que la altura del almacén será de 1,5m razón por la cual el área debía ser 77,63 m², obteniendo un largo de 11m y un ancho de 7,1m.

$$\begin{aligned} \text{Área} &= \frac{\text{volumen } m^3}{\text{altura } m} \\ \text{Área} &= \frac{116,4 m^3}{1,5 m} = 77,63m^2 \end{aligned}$$

Además, se debe considerar que en el espacio pueda transitar un montacarga ya que es la maquinaria que va a transportar los residuos sólidos, considerando un largo de 3,35m ancho 0,92m y alto 2,10m. de acuerdo a la cantidad de residuos, la maquinaria y personal se obtuvo un área de 262.27 m².

➤ Área de producción

Dentro de la zona de producción se considera el tamaño de las máquinas que ayudaran al proceso para la obtención de humus y la cantidad de personal que se traslada en la zona, haciendo un total de 11 420,38 m².

➤ Almacén de producto terminado

Se almacenarán los sacos de humus de 25 kg en parihuelas, por ello se determina el área con la cantidad de parihuelas a utilizar de acuerdo a la producción del 2027 se tiene un total de 82 unidades, estas tienen una medida de 1,2m de largo, 1 m de ancho y 0.15 m de alto. Obteniendo un área total de 1531,99 m².

➤ Área de administración

Es importante que la planta productora de humus cuente con un área encargada de la administración la cual se enfocará en el personal, contratos, perfiles de puestos,

renovaciones, beneficios, logística, entre otros. Según el método de Guerchet se determinó que para esta área se va a necesitar una superficie de 95,14 m², considerándose también que según normativa A.060 del reglamento nacional de edificaciones el área que ocupa el personal es de 9,5 m², además es importante contar con contenedores para el almacenamiento de residuos es de 6 m².

➤ Área de servicios higiénicos para operarios

Se necesitará de 10 operarios encargados del proceso de producción de humus, que según normativa A.060 del Reglamento Nacional de Edificaciones (Art.21), para esa cantidad de operarios se requiere de dos baños diferenciados por género, para varones tienen que contar con 1 lavatorio, 1 urinario y 1 inodoro, y para el baño de mujeres se necesita 1 laboratorio y 1 inodoro. Obteniéndose según el método de Guerchet un total de 6,48 m².

➤ Área de servicios higiénicos para administrativos

Se necesitará de 3 personas encargados del área administrativa, que según normativa A.060 del Reglamento Nacional de Edificaciones (Art.15), para esa cantidad de operarios se requiere de dos baños diferenciados por género, para varones tienen que contar con 1 lavatorio, 1 urinario y 1 inodoro, y para el baño de mujeres se necesita 1 laboratorio y 1 inodoro. Obteniéndose según el método de Guerchet un total de 5,98 m².

➤ Área de vestidores para personal

Dentro del área de vestidores se contarán con duchas, casilleros para guardar cosas personales y bancos largos. Según el método de Guerchet se tendrá un área de 30,22m².

➤ Área de mantenimiento

Es importante contar con un área de mantenimiento encargada de el buen funcionamiento de las instalaciones, maquinarias, entre otros. Para esta área se determinó un área de 44,06 m².

➤ Área de laboratorio

El área del laboratorio contará con un jefe de calidad, el cual va a necesitar un ambiente donde pueda trasladarse y colocar sus materiales para realizar de manera correcta sus funciones. Para esta área se determinó un tamaño de 32,48 m².

➤ Área de insumos

Para el área de insumos se va a requerir de materiales como estantes, mesa y este espacio debe ser adecuado para el traslado del personal. Determinándose así un área de 15,58 m².

➤ Área de lombrices

Se necesitará un área donde colocar las lombrices antes y después de que estas digieran el material orgánico para convertirlo a humus, además de contar con el personal encargado, se determinó un área de 14,60 m².

➤ Área de estacionamiento

Dentro de la planta se contará con un área de estacionamiento para el personal y clientes que cuenten con movilidad propia. Además de contar con un espacio dentro del estacionamiento para personas con discapacidad que según normativa A.120 nos exige.

Esta área de estacionamiento también permitirá que puedan estacionarse vehículos propios de la empresa, como montacargas, camiones compactadores, entre otros. Calculándose así mediante el método de Guerchet un área de 216,08 m².

4.4.8.3. Distribución de Áreas

En cuanto a la distribución de planta, a continuación, se muestra el total de áreas con las que se contará:

- Almacén de Materia Prima
- Área de Producción
- Área de Administración
- Área de Producto Terminado
- Área de Servicios higiénicos para operarios
- Área de Servicios higiénicos para administrativos
- Área de vestidores

- Área de mantenimiento
- Área de Estacionamiento
- Área de Laboratorio
- Área de Insumos
- Área de almacenamiento de Lombrices

Tipo de Distribución

Se determinó que el tipo de distribución será continuo, ya que el proceso de producción comienza con la materia prima y esta pasa por distintas etapas para su distribución final.

Análisis de Relación de Actividades

Para realizar el análisis de relación de actividades, se determinaron los grados de importancia.

Tabla 66. Grado de importancia

Código	Importancia
A	Absolutamente
E	Especialmente
I	Importante
O	Ordinario
U	Innecesario/No importante
X	Indeseable

Fuente: Elaboración propia

Las razones de las relaciones de actividades se muestran a continuación:

Tabla 67. Razón en Código

Código	Razón
1	Flujo de materiales
2	Comparten personal
3	Comparten información
4	Ruidos
5	Olores extraños

Fuente: Elaboración Propia

A continuación, se desarrolló la planeación sistemática de la distribución de planta, lo que permitió optimizar la distribución de las áreas establecidas.

Área de Pesado													
Almacén de Materia Prima	E 1,2,3												
Área de Producción	A 1,2,3	U											
Almacén de Producto Terminado	A 1,2,3	O 3	U										
Almacén de Insumos	O 3	A 1,3	O 3	U									
Almacén de Lombrices	O 3	U	A 1,2,3	U	U								
Laboratorio de Control de Calidad	I 3	I 3	E 3	E 3	E 3	U							
Área de Mantenimiento	O 3	U	U	U	A 1,3	U	E 3						
Área de administración	O 3	O 3	O 3	O 3	O 3	X 4,5	X 4,5	U					
Servicios higiénicos operarios	U	A 2	A 2	A 2	A 2	A 2	A 2	A 2	A 2				
Servicios higiénicos administración	U	A 2	U	U	U	U	U	U	U	U			
Vigilancia	U	U	I 2,3	I 2,3	I 2,3	I 2,3	I 2,3	I 2,3	I 2,3	I 2,3	I 2,3		
Estacionamiento	U	U	U	E 2	U	U	U	U	U	E 2	U	E 2	U

Figura 38. Planeación Sistemática de la Distribución en Planta (SLP)

Fuente: Elaboración propia

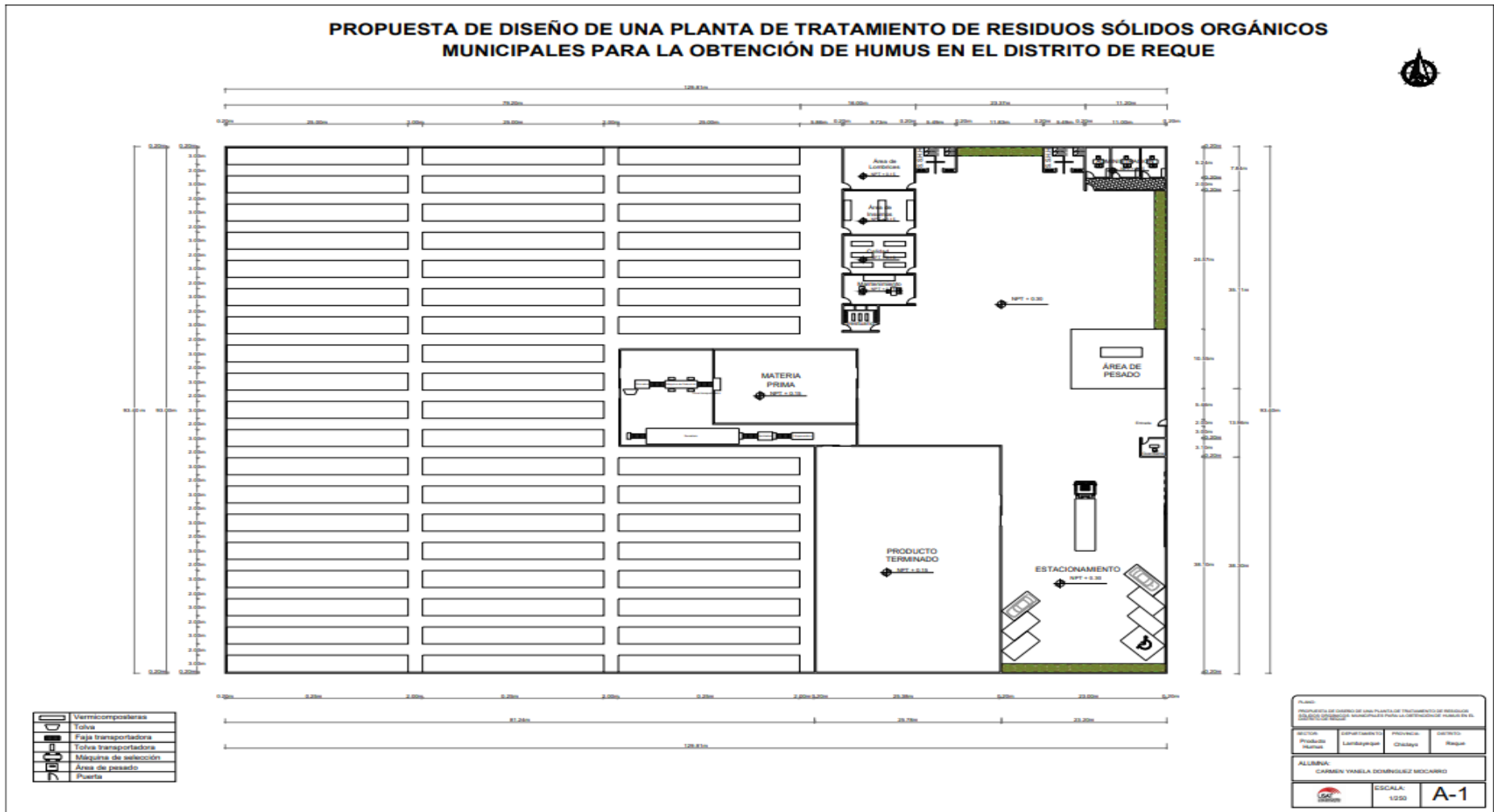


Figura 39. Plano de planta de producción de humus

Fuente: Elaboración propia

4.4.9. Control de calidad

Según el artículo [62], para medir el control de calidad del humus, se debe tener en cuenta los siguientes parámetros.

Tabla 68. Parámetro de Calidad del Humus

Parámetro	Cantidad	Unidad
Ph	6,30	
Humedad	69,30	%
Densidad	1,20	g/cm ³
Relación carbono: nitrógeno	18,40	%
Cenizas	68,85	%
Carbono orgánico oxidable	14,35	%
Nitrógeno	4,90	%
Fosforo total	2,70	%
Potasio	1,10	%
Cromo	20,50	mg/kg
Plomo	7,70	mg/kg
Presentación	Sacos de polipropileno de 20 kg	

Fuente: Elaboración propia

Medición de acidez (pH)

Para la medición de la acidez se utilizó el método potenciométrico con un pH-metro, con una relación suelo: agua (1:2,5), para obtener así una medida 6,3.

Medición de la materia orgánica

Se realizó el método INIA 7.7.1, donde se oxida la materia orgánica con $K_2Cr_2O_2$ en un medio considerablemente ácido, midiendo su absorbancia con una solución resultante en espectrofotómetro de absorción molecular.

Medición de nitrógeno

Se realizó el método Kjendahl, el cual se basa en la mezcla de una muestra seca y molida y tamizada con una malla de 2mm con H_2SO_4 y catalizador mercurio metálico y destilación de la sal de amonio formada como amoniaco sobre solución de ácido bórico, obteniendo una medida de 4,9%.

4.4.10. Cronograma de ejecución

Tabla 69. Cronograma de ejecución de la planta

DESCRIPCIÓN	AÑO 2022											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Construcción de planta												
Inspección												
Instalación de maquinaria												
Instalación de materiales												
Inspección												
Estudios preliminares												
tiempo de prueba												

Fuente: Elaboración propia

4.5. Recursos humanos y administración

Tanto para el área de recepción de materia prima como el área de producto terminado se considera 1 trabajador, el cual se encargará de la manipulación de la báscula de pesado y de su almacenamiento.

Para el área de producción se considera la cantidad de operarios del proceso productivo de 8 operarios, 1 jefe de producción y 1 jefe de calidad.

Dentro del área de administración se contará con un administrador general y a su vez 1 asistente, para que se pueda llevar a cabo todos los procesos administrativos y logísticos. Considerándose también la importancia de contar con un jefe de contabilidad encargado de los costos, presupuestos, finanzas, entre otros.

Para velar por la infraestructura y equipos de la empresa, se contará con un vigilante, a continuación, en la siguiente tabla se detalla el área y el número de operarios requeridos.

En la siguiente tabla se muestra el número de trabajadores requeridos por área, haciendo un total de 8 operarios.

Tabla 70. Requerimiento de operarios por área

Área	Operario	Nº de operarios	Actividad
Selección	Operarios de selección	4	Seleccionar materia no óptima
Trituración	-	-	Trasladar los residuos del área de trituración hacia la cama
Pre-compostaje	Operario de pre-compostaje	1	
Formación de lechos Fase de maduración	Operario de formación de lechos	1	Colocar lombrices
Extracción de lombrices	Operario de extracción	1	Colocar trampas Retirar Trampas Abrir las compuertas de la vermicompostadora
Secado	Operario de secado	1	Trasladar el producto por medio del montacargas

Fuente: Elaboración propia

Tabla 71. N° de Trabajadores por Área

Área	Operario	N°
Almacén	Almacenero de MP y PT	1
Producción	Operarios	8
	Jefe de producción	1
Administración	Administrador General	1
	Asistente de administración	1
Contabilidad	Jefe de contabilidad	1
Calidad	Jefe de Calidad	1
Mantenimiento	Jefe de mantenimiento	1
Seguridad	Vigilante	1
Total		16

Fuente: Elaboración propia

Administrador general

Requisitos:

- Título profesional en administración, contabilidad o carreras afines.
- Experiencia mínima de 3 años en el puesto.
- Maestría en temas de finanzas.
- Cualidades: liderazgo, responsabilidad, asertivo, analítico, orientado al logro de objetivos, inteligencia emocional, capacidad para la toma de decisiones.

Funciones:

- Planificar, organizar, direccionar y controlar los recursos y actividades de la empresa.
- Elaborar y dar seguimiento a los indicadores, proponiendo mejoras en los procesos.
- Reclutar al personal de manera efectiva.
- Elaborar programación de pagos
- Analizar y elaborar presupuestos, mensuales y anuales.

Jefe de producción:

Requisitos:

- Título profesional en ingeniería Industrial.
- Especialización en gestión de calidad o gestión de operaciones.
- Experiencia mínima de 4 años en jefaturas de cargos similares.
- Cualidades: responsable, analítico, capacidad para trabajar bajo presión.

Funciones:

- Dirigir de manera eficiente la producción de la empresa.
- Elaborar y coordinar planes y estrategias de producción, logística, compras de materias primas e insumos.
- Planificar y gestionar los recursos disponibles.
- Elaborar métodos efectivos para reducir incidencias con el flujo de materiales, pérdidas o deterioro.
- Supervisar que las fechas de entrega del producto se cumplan.
- Coordinar con las áreas de mantenimiento, calidad.

Jefe de contabilidad**Requisitos:**

- Colegiado en contabilidad o carreras afines.
- Experiencia mínima de 3 años en puestos similares, de preferencia en el sector.
- Inglés intermedio
- Cualidades: responsable, capacidad de trabajo bajo presión.

Funciones:

- Elaborar estados y reportes financieros.
- Asegurar un adecuado sistema de costeo de la empresa.
- Realizar el análisis de cuentas y transacciones.
- Informar periódicamente la situación financiera al administrador general.
- Cooperar con la dirección de administración los procedimientos de control interno y sistemas de información financiero – contable.

Jefe de calidad**Requisitos:**

- Titulado en ingeniería industrial, ingeniería química o carreras afines.
- Maestría en operaciones, MBA o similar
- Diplomado en calidad.
- Experiencia mínima de 3 años como gerente de calidad.
- Cualidades: capacidad de trabajo en equipo, responsabilidad, trabajo bajo presión.

Funciones

- Controlar y dirigir los estándares de calidad establecidos en los procesos.
- Ejecutar la política de calidad y sus normativas.
- Evaluar las no conformidades desde la raíz, decidiendo acciones correctivas adecuadas.
- Garantizar la conformidad del producto en términos de calidad.
- Trabajar en conjunto con el área de producción.

Jefe de mantenimiento**Requisitos:**

- Título en ingeniería mecánico eléctrico.
- Experiencia demostrable de 4 años en el puesto o posiciones similares
- Habilidades: interpersonales, comunicativo, trabajo en equipo, liderazgo, asertivo.

Funciones:

- Conocimiento profesional en equipos y maquinarias de la empresa.
- Planificar y organizar operaciones de mantenimiento.
- Gestionar las actividades de mantenimiento correctivo, preventivo y predictivo.
- Gestionar las garantías de los activos a su cargo.
- Elaborar la gestión de los proveedores de asistencia técnica.

Almacenero**Requisitos**

- Secundaria completa
- Experiencia laboral mínima de 1 año en almacenes
- Habilidades: honesto, responsable, puntual, capacidad de trabajo bajo presión.

Funciones

- Recepcionar, verificar y clasificar la materia prima y producto terminado.
- Carga y descarga de los bienes de la empresa.
- Registro manual de Kardex.
- Despacho de producto terminado.
- Inventario de producto terminado.
- Inventario de los bienes de la empresa.

Operarios de producción

Requisitos

- Técnico en el rubro industrial
- Experiencia mínima de 1 año en empresas del mismo rubro.
- Habilidades: responsable, puntual, trabajo en equipo, honesto.
- Horario: rotativo, horas extras, fines de semana.

Funciones

- Ensamblar materiales y equipos de la empresa.
- Inspeccionar y controlar la calidad de los productos.
- Trasladar la carga de materia prima a las vermicomposteras.
- Cumplir con los plazos de entrega del producto, indicados por el jefe de producción y calidad.

Vigilante

Requisitos

- Estudios completos de secundaria.
- Experiencia mínima de 1 año en puestos similares.
- Habilidades: puntual, responsable, honesto.

Funciones

- Controlar el ingreso de personal a las instalaciones de la empresa.
- Revisar los materiales que ingresan a las instalaciones.
- Velar por los bienes de la empresa.
- Realizar recorridos por las instalaciones, verificando que todo este bajo control.
- Comunicar a sus superiores cualquier rareza en las instalaciones.

4.6. Inversión

4.6.1. Inversión fija

Es importante contar con inversión para llevar a cabo la creación de una empresa, es por ello que se cuenta con una inversión fija que involucra el terreno donde se llevará a cabo la planta procesadora de humus, las máquinas con las que se va a trabajar, equipos de producción y de oficina, vehículos de carga y de recolección de residuos y por último todo el mobiliario.

Terrenos

En cuanto al terreno la empresa está beneficiada ya que la municipalidad de Reque cuenta con terrenos que están a su disposición sin generarle algún costo.

Edificios y construcciones

A continuación, se muestra los precios unitarios en soles por metro cuadrado de cada parte de la infraestructura como muros y columnas, techos, pisos, revestimientos, puertas y ventanas, baños, e instalaciones eléctricas y sanitarias, con los que contará la empresa.

Tabla 72. Edificios y construcciones

Edificaciones	Costo (S./m²)
Muros y Columnas	220,76
Techos	106,88
Pisos	96,01
Revestimientos	83,3
Puertas y ventanas	129,75
Baños	28,57
Instalaciones eléctricas y sanitarias	83,69

Fuente: El Peruano, 2020

En la siguiente tabla se muestra el costo por metro cuadrado de cada área de la empresa, cómo son los almacenes de MP, insumos, lombrices, PT; laboratorio de control de calidad, mantenimiento, vestidores, administración, servicios higiénicos, caseta de vigilancia y estacionamiento. Calculando un monto total de 1 460 469,98.

Tabla 73. Construcciones

ITEMS	m ²	Muros y columnas S/.	Techos S/.	Pisos S/.	Puertas y ventanas S/.	Revestimiento S/.	Baños S/.	Total S/.
Almacén de MP	262,27	57 898,61	28 031,36	25 180,49	7 040,52	21 847,05	-	139 998,03
Almacén de insumos	23,10	5 098,92	2 468,62	2 217,56	2 996,85	1 923,99	-	14 705,94
Almacén de lombrices	14,60	3 223,10	1 560,45	1 401,75	1 894,35	1 216,18	-	9 295,82
Almacén de PT	1 531,99	338 202,81	163 739,43	147 086,66	198 776,11	127 615,03	-	975 420,05
Laboratorio de Control de Calidad	47,37	10 458,04	5 063,21	4 548,27	6 146,63	3 946,16	-	30 162,31
Mantenimiento	48,79	10 770,58	5 214,53	4 684,20	6 330,33	4 064,09	-	31 063,73
Vestidores	43,66	9 638,22	4 666,30	4 191,73	5 664,79	3 636,82	1 247,34	29 045,19
Administración	101,14	22 328,47	10 810,23	9 710,80	13 123,39	8 425,27	2 889,67	67 287,84
SS.HH. Operarios	6,04	1 332,85	645,29	579,67	783,37	502,93	-	3 844,11
SS.HH. Administración	5,92	1 307,14	632,85	568,49	768,26	493,23	-	3 769,97
Caseta de Vigilancia	8,06	1 778,60	861,10	773,52	1 045,36	671,12	-	5 129,70
Estacionamiento	236,76	52 267,90	25 305,28	22 731,66	30 720,06	19 722,40	-	150 747,29
Total								1 460 469,98

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se muestra el costo total de la infraestructura industrial por metro cuadrado, correspondiente al área de producción considerando el área techada de 155 m² y sin techo de 11 265 m², obteniendo un monto total de 535 675,86.

Tabla 74. Infraestructura Industrial

ITEMS	m ²	Muros y columnas S/.	Techos S/.	Pisos S/.	Puertas y ventanas S/.	Revestimiento S/.	Total S/.
Área de producción cerrada	155,38	34 302,16	16 607,24	14 918,24	20 160,83	12 943,33	98 931,81
Área de Producción abierta	11 265,00	436 744,05					436 744,05
TOTAL							535 675,86

Fuente: Elaboración propia

De la misma manera, se muestra el costo en soles de cada máquina que se va a utilizar en el proceso de producción de humus necesario para el funcionamiento de la planta, haciendo un total aproximado de maquinaria de S/. 518 510 y de equipos de S/.26 980.

Tabla 75. Maquinaria de producción

ITEMS	Cantidad	Precio (S/)	Total S/
Báscula de pesado para camión	1	5 320,00	5 320,00
Máquina de selección	1	22 800,00	22 800,00
Trituradora	1	19 570,00	19 570,00
Vermicomposteras	150	2 660,00	399 000,00
Secadora	1	19 000,00	19 000,00
Tamizadora	1	3 420,00	3 420,00
Empacadora	1	19 000,00	19 000,00
Cinta transportadora	1	19 000,00	19 000,00
Tolva con cinta transportadora	1	11 400,00	11 400,00
TOTAL			518 510,00

Fuente: elaboración propia

Tabla 76. Equipo de producción

ITEMS	Cantidad	Precio (S/)	Total (S/)
Tolva contenedora	1	1 140,00	1 140,00
Montacarga	1	25 840,00	25 840,00
TOTAL			26 980,00

Fuente: Elaboración propia

Es importante para las áreas de administración, ventas, jefatura de planta, mantenimiento, laboratorio, entre otras, que se brinden los materiales necesarios para su buen desempeño de, por ello, se han considerado la compra de equipos de oficina como: estantes de aluminio, archivadores, laptops, papeleras, mesas y otros, los cuales ascienden un total de 15 887 soles.

Tabla 77. Equipos de oficina

ITEMS	Cantidad	Precio (S/)	Total (S/)
Estante de aluminio	5	117,00	585,00
Archivadores de lomo ancho	4	160,00	640,00
Ordenador (Laptop)	4	2 000,00	8 000,00
Impresora	1	580,00	580,00
Silla de oficina	4	50,00	200,00
Sillas	15	35,00	525,00
Sillas giratorias para oficinas	5	109,00	545,00
Mesa con cajones	4	250,00	1 000,00
Mesa de reuniones	1	805,00	805,00
Casilleros	3	320,00	960,00
Bancos largos	2	75,00	150,00
Papeleras	4	45,00	180,00
Difusor de duchas	2	139,00	278,00
urinario de losa	2	139,90	279,80
Inodoro de losa	4	179,90	719,60
Lavamanos	4	109,90	439,60
TOTAL			15 887,00

Fuente: Elaboración propia

Para el área de control de calidad se ha considerado la compra de equipos de laboratorio los cuales ascienden a un monto total de S/ 2 532,38.

Tabla 78. Equipos de laboratorio

ITEMS	Cantidad	Precio S/	Total S/
Balanza tamizadora	1	850,00	850,00
Kit de prueba de nitratos	4	182,00	728,00
Colorímetro SMART 3	1	904,40	904,40
Medidor de humedad	2	24,99	49,98
TOTAL			2 532,38

Fuente: Elaboración propia

Se ha considerado la compra de algunas herramientas que servirán para el mantenimiento de máquinas y equipos, ascendiendo un monto total de S/ 2134,19.

Tabla 79. Equipos de mantenimiento

ITEMS	Cantidad	Precio S/	Total S/
Herramientas de ferretería	1	1 154,90	1 154,90
Martillo cabo madera	2	15,80	31,60
Engrasadora manual	2	54,90	109,80
Juego extractor de tornillos	1	274,00	274,00
Sopladora de aire	2	209,90	419,80
Linterna Led	2	72,05	144,09
TOTAL			2 134,19

4.6.2. Inversión diferida

Para la inversión diferida se ha considerado todos los gastos pre operativos implicados en la construcción de la planta, como son la licencia municipal de funcionamiento, licencia para construcción, certificado de parámetros urbanísticos y edificatorios y el certificado de defensa civil, necesarios para el correcto funcionamiento legal de la empresa.

Gastos pre operativos

Es importante contar con permisos como licencias municipales, de construcción, certificados, e inscripciones necesarias para la implementación de una planta industrial, evitando multas o sanciones que impiden su operatividad, estos gastos ascienden un monto total de S/ 4 559,00.

Tabla 80. Gastos pre operativos

NOMBRE	CANTIDAD UND	PRECIO UNITARIO (S/)	TOTAL (S/)	FUENTE
Licencia municipal de funcionamiento	1	160,00	160,00	Munireque, 2015
Licencia para construcción	1	3 000,00	3 000,00	Licencia de edificaciones
Certificado de parámetros urbanísticos y edificatorios	1	62,40	62,40	Municomas, 2014
Certificado de Defensa Civil	1	336,60	336,60	Munireque, 2015
Inscripción de registros públicos	1	1 000,00	1 000,00	Munireque,2015
TOTAL			4 559,00	

Fuente: Elaboración propia

4.6.3. Capital de trabajo

En la siguiente tabla se observa el análisis del capital de trabajo donde

e se muestran los ingresos, egresos y saldo acumulado que tiene la empresa por sus funciones productivas como gastos de producción, gastos administrativos, de comercialización, financieros y amortizaciones. Notándose que desde el primer año es positivo hasta el último año, generándose así utilidades positivas.

Tabla 81. Capital de trabajo

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
	S/	S/	S/	S/	S/
Ingresos	2 501 194,24	2 664 794,35	2 833 190,84	3 006 383,73	3 184 373,02
Total de ingresos	2 501 194,24	2 664 794,35	2 833 190,84	3 006 383,73	3 184 373,02
Egresos					
Costos de Producción	324 225,62	326 969,28	329 712,94	332 456,61	335 200,27
Gastos Administrativos	106 706,18	106 706,18	106 706,18	106 706,18	106 706,18
Gastos de Comercialización	51 654,00	43 654,00	43 654,00	51 654,00	43 654,00
Gastos Financieros (Intereses)	156 251,89	125 001,51	93 751,13	62 500,75	31 250,38
GF (Amortizaciones)	625 007,55	625 007,55	625 007,55	625 007,55	625 007,55
Total de egresos	1 263 845,22	1 227 338,51	1 198 831,80	1 178 325,08	1 141 818,37
Saldo (Déficit / Superávit)	1 237 349,02	1 437 455,83	1 634 359,04	1 828 058,65	2 042 554,64
Utilidad acumulada	1 237 349,02	2 674 804,85	4 309 163,90	6 137 222,55	8 179 777,19

Fuente. Elaboración propia

Se consideró como capital de trabajo, tomar los dos primeros meses de los costos necesarios para que la empresa pueda realizar sus actividades, ya que después de estos meses los mismos ingresos de las ventas, permitirán cubrir los gastos.

Tabla 82. Capital de trabajo mensual

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Ingresos	212 430,20	191 872,44	212 430,20	205 577,61	212 430,20	205 577,61	212 430,20	212 430,20	205 577,61	212 430,20	205 577,61	212 430,20
Total de ingresos	212 430,20	191 872,44	212 430,20	205 577,61	212 430,20	205 577,61	212 430,20	212 430,20	205 577,61	212 430,20	205 577,61	212 430,20
Egresos												
Costos de Producción	62 323,53	62 323,78	61 731,46	61 731,46	61 731,46	61 731,46	61 731,46	61 731,46	61 731,46	61 731,46	61 731,46	61 731,46
Gastos Administrativos	25 749,13	7 359,73	7 359,73	7 359,73	7 359,73	7 359,73	7 359,73	7 359,73	7 359,73	7 359,73	7 359,73	7 359,73
Gastos de Comercialización	19 682,50	11 682,50	11 682,50	11 682,50	11 682,50	11 682,50	11 682,50	11 682,50	11 682,50	11 682,50	11 682,50	11 682,50
Gastos Financieros (Intereses)	13 020,99	13 020,99	13 020,99	13 020,99	13 020,99	13 020,99	13 020,99	13 020,99	13 020,99	13 020,99	13 020,99	13 020,99
GF (Amortizaciones)	52 083,96	52 083,96	52 083,96	52 083,96	52 083,96	52 083,96	52 083,96	52 083,96	52 083,96	52 083,96	52 083,96	52 083,96
Total, de egresos	172 860,12	146 470,96	145 878,64	145 878,64	145 878,64	145 878,64	145 878,64	145 878,64	145 878,64	145 878,64	145 878,64	145 878,64
Saldo (Déficit / Superávit)	39 570,08	45 401,47	66 551,55	59 698,97	66 551,55	59 698,97	66 551,55	66 551,55	59 698,97	66 551,55	59 698,97	66 551,55
Utilidad acumulada	39 570,08	84 971,55	151 523,11	211 222,07	277 773,63	59 698,97	126 250,52	192 802,08	252 501,04	319 052,60	59 698,97	126 250,52

Fuente: Elaboración propia

4.6.4. Resumen de inversión total

En la siguiente tabla 83, se muestra el resumen de la inversión del proyecto considerado para la implementación, construcción, y equipos, considerándose que el proyecto será financiado al 100% por el estado, y no contará con socios estratégicos, teniéndose un monto total de inversión de S/ 3 253 484,08.

Tabla 83. Resumen de inversión del proyecto

Descripción	Inversión Total (S/)	Promotor del Proyecto (S/)	Socio Estratégico (S/)	Financiamiento (S/)
Capital de trabajo	319 331,08	-	-	319 331,08
<u>Inversión tangible</u>				
Terrenos	0,00	-	-	0,00
Construcciones	1 460 469,98	-	-	1 460 469,98
Infraestructura industrial	535 675,86	-	-	535 675,86
Maquinaria	518 510,00	-	-	518 510,00
Equipo de Producción	26 980,00	-	-	26 980,00
Equipos de Oficina	15 887,00	-	-	15 887,00
Equipos de calidad	2 532,38	-	-	2 532,38
Equipos de mantenimiento	2 134,19	-	-	2 134,19
Total inversión tangible	2 562 189,41			2 562 189,41
<u>Inversión intangible</u>				
Estudios	4 500,00	-	-	4 500,00
Gastos Pre operativos	4 559,00	-	-	4 559,00
Instalación eléctrica y sanitaria	207 976,78	-	-	207 976,78
Total inversión intangible	217 035,78			217 035,78
Imprevistos 5%	154 927,81	-	-	154 927,81
Inversión total	3 253 484,08			3 253 484,08
Porcentaje	100,00%			100,00%

Fuente: Elaboración propia

4.6.5. Financiamiento

Es importante para los proyectos de inversión pública que se considere la evaluación del costo de oportunidad de capital (COK), utilizado para establecer un costo social de una inversión, este se estima a través del precio social y se refleja en el costo de oportunidad que significa para la sociedad el uso de un bien, servicio o factor productivo el cual se considera para todo proyecto público del 5% [67].

para cubrir toda la inversión y capital de trabajo, el financiamiento lo realizará el estado como parte de una inversión para la municipalidad. Se consideró tomar en cuenta, como interés, un valor COK del 5%. El préstamo se realizará durante 5 años.

Tabla 84. Plan de amortización de deuda

Cuotas	Préstamo (S/)	Amortización (S/)	Interés (S/)	cuota (S/)	Saldo final (S/)
1	3 259 103,61	651 820,72	162 955,18	814 775,90	2 607 282,89
2	2 607 282,89	651 820,72	130 364,14	782 184,87	1 955 462,16
3	1 955 462,16	651 820,72	97 773,11	749 593,83	1 303 641,44
4	1 303 641,44	651 820,72	65 182,07	717 002,79	651 820,72
5	651 820,72	651 820,72	32 591,04	684 411,76	0,00

Fuente: Elaboración propia

4.7. Evaluación económica financiera

4.7.1. Presupuestos de ingreso

Para el presupuesto de ingresos se tiene en cuenta la cantidad de venta de humus en sacos de 25 kg por su precio de venta, mostrándose las ganancias e ingresos de la empresa a lo largo de los años.

Tabla 85. Presupuestos de ingresos

Periodo	Programa de venta (sacos 25 kg)	Precio de venta (S/)	Total de ingresos (S/)
Año 1	67 541,43	37,03	2 501 194,24
Año 2	70 320,66	37,89	2 664 794,35
Año 3	73 099,89	38,76	2 833 190,84
Año 4	75 879,12	39,62	3 006 383,73
Año 5	78 658,35	40,48	3 184 373,02

Fuente. Elaboración propia

4.7.2. Presupuestos de costos

Para el análisis del presupuesto de costos se tuvieron en cuenta los costos de producción, gastos administrativos, financieros y comerciales.

4.7.2.1. Costos de producción

Costo de material por unidad de venta

El costo de material por unidad de venta se calculó multiplicando el precio unitario por el índice de consumo, sin embargo el costo de residuo orgánico se recolecta de las calles por lo que no genera ningún precio, como el agua y los materiales indirectos, como el saco de polipropileno, donde será almacenado el humos y el hilo que va a sellar el saco, para evitar su caída, los cuales son considerados de un análisis de costo por compra al por mayor.

Tabla 86. Costo de materiales de producción por unidad de venta

Insumo	Unidad de Compra	Precio Unitario (S/)	Índice de consumo (saco 25 kg)	Monto por Unidad (S/)
Materiales directos				
Residuo Orgánico	kg	0,00	47,0274	0,0000
Agua	l	0,0024	24,0250	0,0567
Costo total de materiales directos				0,0567
Materiales indirectos				
Sacos de polipropileno	Unidad	0,93	1	0,93
Hilo	Unidad	2,66	0,000189873	0,00
Costo total de materiales indirectos				0,93
Costo de materiales por caja				0,99

Fuente. Elaboración propia

Salario de los operadores directos de producción

En la siguiente tabla se muestra el salario de la mano de obra directa de producción para 8 operarios, considerándose un sueldo total de S/ 132 151,20 al año.

Tabla 87. Salario de mano de obra directa de producción

Colaborador	Cantidad	Salario (S/)	Beneficios (S/) 34%	Sub total mensual (S)	Total anual (S/)
Operarios	8	1 025,00	351,58	1 376,58	132 151,20
Total					132 151,20

Fuente: elaboración propia

Salario de los empleados encargados de la gestión de producción

De igual forma en la siguiente tabla se muestra el salario de mano de obra indirecta tales como el almacenero de MP y PT, jefe de producción, jefe de calidad y jefe de mantenimiento, teniendo en cuenta los beneficios, se tiene un salario total de S/ 106 768,50.

Tabla 88. Salario de mano de obra indirecta de producción

Colaborador	Cantidad	Salario (S/)	Beneficios (S/)	Sub total	Total
			34%	mensual (S)	anual (S/)
Almacenero de MP y PT	1	1 025,00	351,58	1 376,58	16 518,90
Jefe de producción	1	2 000,00	686,00	2 686,00	32 232,00
Jefe de Calidad	1	1 800,00	617,40	2 417,40	29 008,80
Jefe de mantenimiento	1	1 800,00	617,40	2 417,40	29 008,80
Total					106 768,50

Fuente: Elaboración propia

Consumo de energía**Tabla 89. Consumo total de máquinas del área de producción**

Máquinas	Consumo anual (kW)	Costo por kW/h (S/)	Total anual (S/)
Báscula de pesado para camión	5 008,00	0,28	1416,64
Máquina de selección	3 756,00	0,28	1062,48
Trituradora	3 004,80	0,28	849,98
Vermicomposteras	-	0,28	-
Secadora	37 560,00	0,28	10624,79
Tamizadora	3 756,00	0,28	1062,48
Empacadora	7 512,00	0,28	2124,96
Cinta transportadora	2 504,00	0,28	708,32
Tolva con cinta transportadora	2 754,40	0,28	779,15
Total			18628,79

Fuente. Elaboración propia

Costo total de producción

Para el cálculo del costo de producción se sumaron los materiales directos e indirectos, mano de obra directa e indirecta, suministros, donde se obtiene que en el primer año hay un costo de S/ 324 225,62 y S/ 335 200,27 para el último año, tal como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 90. Costo total de producción de la empresa

Ítems	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Costos directos de producción					
Materiales Directos	3 829,53	3 987,11	4 144,69	4 302,27	4 459,85
Materiales Indirectos	62 847,59	65 433,68	68 019,76	70 605,85	73 191,93
Mano de Obra Directa	132 151,20	132 151,20	132 151,20	132 151,20	132 151,20
Total costos directos de producción	198 828,33	201 571,99	204 315,65	207 059,32	209 802,98
Costos indirectos de producción					
Mano de Obra Indirecta	106 768,50	106 768,50	106 768,50	106 768,50	106 768,50
Suministros	18 628,79	18 628,79	18 628,79	18 628,79	18 628,79
Total costos indirectos de producción	125 397,29	125 397,29	125 397,29	125 397,29	125 397,29
Total costos de producción	324 225,62	326 969,28	329 712,94	332 456,61	335 200,27

Fuente: Elaboración propia

4.7.2.2. Gastos administrativos

Así mismo se calculó el sueldo total al año del personal administrativo, teniendo en cuenta al administrador general, jefe de contabilidad y vigilante. Obteniéndose un monto total que incluye los beneficios del colaborador de S/ 80 982,90.

Tabla 91. Sueldo del personal administrativo

Colaborador	Cantidad	Salario (S/)	Beneficios 34% (S/)	Sub total mensual (S)	Total anual (S/)
Administrador General	1	2 000,00	686,00	2 686,00	32 232,00
Jefe de contabilidad	1	2 000,00	686,00	2 686,00	32 232,00
Vigilante	1	1 025,00	351,58	1 376,58	16 518,90
Total					80 982,90

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente tabla se muestra el total de gastos administrativos como los sueldos, materiales y útiles de oficina, consumo de luz eléctrica, telefonía e internet, y agua, a lo largo de cinco años. Teniendo en el primer año un monto de S/ 106 706,18.

Tabla 92. Total de Gastos administrativos por año

	Año 1 (S/)	Año 2 (S/)	Año 3 (S/)	Año 4 (S/)	Año 5 (S/)
Sueldos Administrativos	80 982,90	80 982,90	80 982,90	80 982,90	80 982,90
Materiales y útiles de Oficina	18 389,40	18 389,40	18 389,40	18 389,40	18 389,40
Consumo de luz eléctrica	701,24	701,24	701,24	701,24	701,24
Teléfono e internet	5 160,00	5 160,00	5 160,00	5 160,00	5 160,00
Agua	1 472,64	1 472,64	1 472,64	1 472,64	1 472,64
total	106 706,18	106 706,18	106 706,18	106 706,18	106 706,18

Fuente: Elaboración propia

4.7.2.3. Gastos de comercialización

En la siguiente tabla se muestra el sueldo total al año del jefe de ventas y marketing, el oscila en un monto de S/ 30 804.

Tabla 93. Sueldo del encargado de la comercialización del producto

Colaborador	Cantidad	Salario (S/)	Beneficios (S/) 51%	Sub total mensual (S)	Total anual (S/)
Jefe de ventas y Marketing	1,00	1 700,00	867,00	2 567,00	30 804,00
Total					30 804,00

Fuente: Elaboración propia

Así mismo se calculó los gastos de comercialización total por año, obteniéndose en el año uno S/ 51 654 y en el año cinco S/ 43 654.

Tabla 94. Gasto total de comercialización por año

Ítems	Año 1 (S/)	Año 2 (S/)	Año 3 (S/)	Año 4 (S/)	Año 5 (S/)
Sueldos de colaboradores de comercialización	30 804,00	30 804,00	30 804,00	30 804,00	30 804,00
Gastos de marketing					
Promoción	10 000,00	10 000,00	10 000,00	10 000,00	10 000,00
Investigación de Mercados	8 000,00			8 000,00	
Total gastos de marketing	18 000,00	10 000,00	10 000,00	18 000,00	10 000,00
Gastos de ventas					
Papelería	850,00	850,00	850,00	850,00	850,00
Movilidad	2 000,00	2 000,00	2 000,00	2 000,00	2 000,00
Total gastos de ventas	2 850,00	2 850,00	2 850,00	2 850,00	2 850,00
Total	51 654,00	43 654,00	43 654,00	51 654,00	43 654,00

Fuente: Elaboración propia

4.7.2.4.Gastos financieros

Se calculo un gasto financiero, teniendo en cuenta la cantidad de inversión requerida para la ejecución del proyecto, siendo este un total de S/ 3 259 103,61. determinándose pagar el préstamo en cinco años, con una tasa de interés del 5%, por ser un proyecto de inversión pública.

Tabla 95. Pagos y gastos financieros por año

Preoperativo (S/)	Año 1 (S/)	Año 2 (S/)	Año 3 (S/)	Año 4 (S/)	Año 5 (S/)	
Préstamo a largo plazo	3 259 103,61	2 607 282,89	1 955 462,16	1 303 641,44	651 820,72	0,00
Intereses	162 955,18	130 364,14	97 773,11	65 182,07	32 591,04	
Amortizaciones	651 820,72	651 820,72	651 820,72	651 820,72	651 820,72	
Total de gastos financieros	814 775,90	782 184,87	749 593,83	717 002,79	684 411,76	

Fuente: Elaboración propia

4.7.2.5.Egreso total

El costo total se obtiene sumando los costos de producción, los gastos administrativos, gastos de comercialización, los intereses y las amortizaciones, mostrándose desde el primer año un costo total de S/ 1 297 361,69 y en el último año S/ 1 169 972,21.

Tabla 96. Presupuesto total de egresos

Ítems	Año 1 (S/)	Año 2 (S/)	Año 3 (S/)	Año 4 (S/)	Año 5 (S/)
Costos de producción	324 225,62	326 969,28	329 712,94	332 456,61	335 200,27
Gastos Administrativos	106 706,18	106 706,18	106 706,18	106 706,18	106 706,18
Gastos de Comercialización	51 654,00	43 654,00	43 654,00	51 654,00	43 654,00
INTERESES	162 955,18	130 364,14	97 773,11	65 182,07	32 591,04
AMORTIZACIONES	651 820,72	651 820,72	651 820,72	651 820,72	651 820,72
TOTAL	1 297 361,69	1 259 514,32	1 229 666,95	1 207 819,58	1 169 972,21

4.7.3. Punto de equilibrio económico

El punto de equilibrio se calcula midiendo los costos variables y fijos que tiene el proyecto de inversión, los cuales se representan por los costos de producción y los gastos de operación. Obteniéndose el primero año, el punto de equilibrio de S/1 118 069,56 y 30 191,98 unidades, sin embargo, en el año cinco se tiene S/932 981,42 y 23 045,91 unidades, esto se va reduciendo debido a la recuperación de la inversión inicial.

Tabla 97. Punto de equilibrio económico

Ítems	Año 1 (S/)	Año 2 (S/)	Año 3 (S/)	Año 4 (S/)	Año 5 (S/)
<u>Costos de Producción</u>					
Materiales Directos	3 829,53	3 987,11	4 144,69	4 302,27	4 459,85
Materiales Indirectos	62 847,59	65 433,68	68 019,76	70 605,85	73 191,93
Mano de Obra Directa	132 151,20	132 151,20	132 151,20	132 151,20	132 151,20
Gastos Generales de Fabricación	125 397,29	125 397,29	125 397,29	125 397,29	125 397,29
Costo variable total	324 225,62	326 969,28	329 712,94	332 456,61	335 200,27
<u>Gastos de Operaciones</u>					
Gastos Administrativos	106 706,18	106 706,18	106 706,18	106 706,18	106 706,18
Gastos de Comercialización	51 654,00	43 654,00	43 654,00	51 654,00	43 654,00
Gastos Financieros	814 775,90	782 184,87	749 593,83	717 002,79	684 411,76
Costo fijo total	973 136,08	932 545,04	899 954,01	875 362,97	834 771,93
Costos totales	1 297 361,69	1 259 514,32	1 229 666,95	1 207 819,58	1 169 972,21
Ingresos totales	2 501 194,24	2 664 794,35	2 833 190,84	3 006 383,73	3 184 373,02
Punto de equilibrio (económico)	1 118 069,56	1 062 971,22	1 018 479,71	984 199,22	932 981,42
Punto de equilibrio (unidades)	30 191,98	28 050,51	26 278,06	24 840,53	23 045,91

Fuente: Elaboración propia

4.7.4. Estados financieros proyectados

4.7.4.1. Activo fijo

En la siguiente tabla se muestra la depreciación de los activos fijos de la empresa, como la construcción, infraestructura, maquinaria, equipos de producción, oficina, laboratorio y mantenimiento, durante cinco años, obteniéndose una depreciación anual de S/ 142 918,44.

Descripción	Activos Total (S/)	Valor de Recuperación (S/)	Valor a Depreciar (S/)	Años a Depreciar	Depreciación Anual (S/)	Depreciación				
						Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Construcciones	1 460 469,98	1 168 375,98	1 460 469,98	25,00	58 418,80	58 418,80	58 418,80	58 418,80	58 418,80	58 418,80
Infraestructura Industrial	535 675,86	401 756,89	535 675,86	20,00	26 783,79	26 783,79	26 783,79	26 783,79	26 783,79	26 783,79
Maquinaria	518 510,00	259 255,00	518 510,00	10,00	51 851,00	51 851,00	51 851,00	51 851,00	51 851,00	51 851,00
Equipo de Producción	26 980,00	10 117,50	26 980,00	8,00	3 372,50	3 372,50	3 372,50	3 372,50	3 372,50	3 372,50
Equipos de Oficina	15 887,00	5 957,63	15 887,00	8,00	1 985,88	1 985,88	1 985,88	1 985,88	1 985,88	1 985,88
Equipos de laboratorio	2 532,38	0,00	2 532,38	5,00	506,48	506,48	506,48	506,48	506,48	506,48
Equipos de mantenimiento	2 134,19	-398,19	2 134,19	4,00	533,55	506,48	506,48	506,48	506,48	506,48
TOTAL	2 557 522,84				142 918,44	142 918,44	142 918,44	142 918,44	142 918,44	142 918,44

Fuente: Elaboración propia

4.7.4.2. Estado de resultados de pérdidas y ganancias

Así mismo se muestra el estado de pérdidas y ganancias durante un período de cinco años. Observándose que la utilidad neta es positiva en todos los años de ejecución del plan de inversión, por lo que se demuestra que el proyecto es viable.

Tabla 99. Estados de resultados o de pérdidas y ganancias

Ítems	Año 1 (S/)	Año 2 (S/)	Año 3 (S/)	Año 4 (S/)	Año 5 (S/)
Ingresos totales	2 501 194,24	2 664 794,35	2 833 190,84	3 006 383,73	3 184 373,02
Costos de producción	324 225,62	326 969,28	329 712,94	332 456,61	335 200,27
Utilidad bruta	2 176 968,63	2 337 825,07	2 503 477,90	2 673 927,12	2 849 172,74
Gastos Administrativos	106 706,18	106 706,18	106 706,18	106 706,18	106 706,18
Gastos de Comercialización	51 654,00	43 654,00	43 654,00	51 654,00	43 654,00
Depreciación	142 918,44	142 918,44	142 918,44	142 918,44	142 918,44
Utilidad operativa	1 875 690,01	2 044 546,45	2 210 199,28	2 372 648,51	2 555 894,12
Gastos de Financiamiento (intereses)	162 955,18	130 364,14	97 773,11	65 182,07	32 591,04
Utilidad antes de impuestos	1 712 734,83	1 914 182,30	2 112 426,17	2 307 466,43	2 523 303,09
Impuesto a la renta (30%)	513 820,45	574 254,69	633 727,85	692 239,93	756 990,93
Utilidades netas	1 198 914,38	1 339 927,61	1 478 698,32	1 615 226,50	1 766 312,16

Fuente: Elaboración propia

4.7.4.1. Flujo de caja anual

Tabla 100. Flujo de caja anual

Ítems	Año 0 (S/)	Año 1 (S/)	Año 2 (S/)	Año 3 (S/)	Año 4 (S/)	Año 5 (S/)
Inversión						
Capital Social	0,00					
Préstamos a CP y LP	3 259 349,46					
Total Inversión	3 259 349,46					
<u>Ingresos</u>						
Ventas al Contado		2 501 194,24	2 664 794,35	2 833 190,84	3 006 383,73	3 184 373,02
Total de ingresos		2 501 194,24	2 664 794,35	2 833 190,84	3 006 383,73	3 184 373,02
<u>Egresos</u>						
Costos de Producción		324 225,62	326 969,28	329 712,94	332 456,61	335 200,27
Gastos administrativos		106 706,18	106 706,18	106 706,18	106 706,18	106 706,18
Gastos de comercialización		51 654,00	43 654,00	43 654,00	51 654,00	43 654,00
Gastos financieros		814 775,90	782 184,87	749 593,83	717 002,79	684 411,76
Depreciación		142 918,44	142 918,44	142 918,44	142 918,44	142 918,44
Total de egresos		1 440 280,14	1 402 432,76	1 372 585,39	1 350 738,02	1 312 890,65
Saldo bruto (antes de impuestos)		1 060 914,11	1 262 361,58	1 460 605,45	1 655 645,71	1 871 482,37
Impuesto a la Renta		318 274,23	378 708,47	438 181,63	496 693,71	561 444,71
Saldo (después de impuestos)		742 639,87	883 653,11	1 022 423,81	1 158 952,00	1 310 037,66
Depreciación		142 918,44	142 918,44	142 918,44	142 918,44	142 918,44
Saldo final (déficit / superávit)	-3 259 349,46	885 558,32	1 026 571,55	1 165 342,26	1 301 870,44	1 452 956,10
Utilidad acumulada	-3 259 349,46	-2 373 791,14	-1 347 219,59	-181 877,34	1 119 993,11	2 572 949,21

Fuente: Elaboración propia

Costo de oportunidad de capital (cok)

Para el presente proyecto se decidió tener en cuenta un cok del 5%, por ser un proyecto de inversión pública, en donde se observa que el proyecto es viable.

Tasa interna de retorno

En la siguiente tabla se muestra la tasa interna de retorno del 20,99 %, lo que demuestra que el proyecto es viable.

Tabla 101. Tasa interna de retorno por año

ÍTEMS	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
FLUJO NETO DE EFECTIVO	-3 259 349,46	885 558,32	1 026 571,55	1 165 342,26	1 301 870,44	1 452 956,10
TIR	20,99%					

Fuente: Elaboración propia

Beneficio costo

Para calcular el valor del índice B/C, se tiene el total de ingresos y egresos que, al ser divididos, dan como resultado 2,06, lo que significa que el proyecto es viable, ya que se recupera la inversión y se obtiene una ganancia de 1,06.

Tabla 102. Beneficio costo

ÍTEMS	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	TOTAL
TOTAL INGRESOS		2 501 194,24	2 664 794,35	2 833 190,84	3 006 383,73	3 184 373,02	14 189 936,18
TOTAL EGRESOS	3 259 349,46	1 440 280,14	1 402 432,76	1 372 585,39	1 350 738,02	1 312 890,65	6 878 926,96
B/C	2,06						

Fuente. Elaboración propia

Valor presente neto

Se procedió a calcular el valor actual neto el cual indica que después de 5 años la empresa dispondrá de S/1 831 029,18, el cual al ser mayor que cero se considera que el proyecto es viable.

Tabla 103. Valor presente neto

ÍTEMS	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
FLUJO NETO DE EFECTIVO	-3 259 349,46	885 558,32	1 026 571,55	1 165 342,26	1 301 870,44	1 452 956,10
VAN	1 731 317,68					

Fuente: Elaboración propia

Periodo de recuperación

El periodo de recuperación será de 3 años 1 mes y 7 días

Ítems	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Saldo final (déficit / superávit)	-3 259 349,46	885 558,32	1 026 571,55	1 165 342,26	1 301 870,44	1 452 956,10
Utilidad acumulada	-3 259 349,46	-2 373 791,14	-1 347 219,59	-181 877,34	1 119 993,11	2 572 949,21

12 1 301 870,44

x 181 877,34

X = 1,676455628

4.8. Impacto social

- Generación de nuevos empleos:

El desarrollo del proyecto traerá consigo nuevos empleos, específicamente la generación de 16 puestos de trabajo, que permitirán mejorar la calidad de vida de estas personas y sus familias, al contar con ingresos económicos constantes, de los cuales, 8 son puestos a nivel de operarios, 7 a nivel administrativos y 1 en el área de vigilancia.

- Mejora de la calidad de vida de la población

El proyecto traerá consigo un impacto positivo a la ciudadanía, ya que, al ser un proyecto que procesa los residuos orgánicos, permite que los pobladores vivan en una ciudad más limpia, con menos contaminación en las calles, con una disminución de malos olores, así como la mejora del impacto visual del ciudadano y/o turista. A su vez, permitirá disminuir el impacto negativo que la contaminación ejerce sobre la salud de la población, evitando puntos de contaminación y la generación de enfermedades.

- Mejora del proceso logístico de abono en agricultores locales

El abastecimiento de humus a nivel local se realiza por medio de las importaciones del producto desde países aledaños, por lo que, el desarrollo del proyecto permitirá que los agricultores puedan adquirir el abono de manera más rápida, disminuyendo los tiempos de entrega, teniendo contacto directo con los proveedores, haciendo que el proceso de distribución sea más ágil. Lo que beneficiará al agricultor en el desarrollo de sus actividades agrícolas.

- Generación de mayores ganancias para los agricultores

Con la implementación del proyecto, los precios de venta ofrecidos al agricultor disminuirán, ya que al contar con la materia prima en el distrito, el cual tiene costo cero, y, además, evitar los costos de flete que se le agregan al producto al ser importados, se podrá ofrecer un producto de calidad con un precio más accesible, lo cual, influenciará positivamente en las ganancias de los agricultores, al disminuir el costo por abono, ya que ellos adquieren constantemente este producto para poder obtener buenas cosechas, permitiendo así, un flujo de caja positivos.

V. Discusión

Un programa de segregación en la fuente y recolección de residuos sólidos consiste en la separación de los residuos municipales, permitiendo su clasificación para la reutilización o disposición final con el fin de reducir el volumen y el peligro que estos residuos pueden causar al entorno [61]. Tal es el caso del distrito de Reque el cual busca, mediante su programa, sensibilizar, capacitar y orientar a la población del Distrito sobre la minimización de residuos, asegurando el buen manejo y la gestión de residuos sólidos. Es por esta razón que para el presente estudio se tomó en cuenta el programa ya que gracias a este se podrá obtener la materia prima necesaria para la obtención del producto humus.

Para el año 2020 se obtuvo un total de materia orgánica de 2 498 632,64 kg, el cual representó un 51,57% del total de residuos sólidos generados en el distrito, estos datos se obtuvieron gracias al estudio de caracterización. A diferencia del estudio de caracterización de residuos sólidos de la ciudad de Chiclayo cuya generación de materia orgánica representó el 53,16% [62]. Esta ligera diferencia se da debido a la cantidad de población y al estilo de vida de los pobladores de cada distrito. El estudio de caracterización permite determinar cuál es la generación per cápita de los pobladores de un determinado distrito y por lo tanto la generación de residuos sólidos totales [63].

Para desarrollar el diseño de una planta de producción de humus, se realizó el estudio de mercado, en el cual se determinó que este producto es considerado uno de los abonos orgánicos que más nutrientes aporta a la tierra por su composición. Según [27], este abono orgánico posee un color negruzco, textura granulada, con una relación carbono: nitrógeno de 18,40%, un *pH* de 6,30, nitrógeno 4,9%, Fosforo 2,70% y un porcentaje de potasio 1,10%. Según [64], el mercado es el conjunto de personas que pueden adquirir un determinado producto en un territorio geográfico fijo. En el Perú, este tipo de abono es utilizado por productores orgánicos, los cuales cultivan diferentes productos tales como: café, cacao, banano, posicionándose este último en el primer lugar de exportación a nivel mundial [14]. El departamento con mayor producción nacional de banano orgánico es Piura, es por esta razón que se determinó como mercado objetivo.

La demanda fue de 10 868,49 toneladas, la cual se obtuvo de las importaciones de abono orgánico a nivel nacional, tomando como demanda del proyecto el 22,75% para el 2023 y el 18,09%, para el año 2027 representando en este último año una producción de humus de 78 658 sacos en presentación de sacos de 25 kg. A comparación de [44], en donde se realizó un estudio de pre factibilidad para obtener humus, abarcando en el último año de estudio proyectado el

3,386% de su demanda total. En la presente investigación se consideró un porcentaje mayor debido a la cantidad de residuos sólidos orgánico que se genera en el distrito de Reque.

Se desarrolló el estudio ingenieril del diseño de planta en donde se determinó que el proceso productivo comienza con el pesado de residuos sólidos orgánicos, recepción de materia prima orgánica, selección de residuos orgánicos, Trituración de los residuos sólidos orgánicos clasificados, pre-compostaje, formación de lechos, fase de maduración, extracción de lombrices, secado, tamizado, empacado y almacenado, según [5], el proceso de vermicompostaje de calidad se debe gracias al uso de lombrices rojas californianas por su buen sistema digestivo ya que se obtienen humus con numerosos nutrientes para el suelo. El proceso utilizó lombrices rojas californianas y vermicomposteras para hacer más óptimo el proceso. Tal y como lo afirma [6], el cual también seleccionó al vermicompostaje como el proceso más eficiente para la obtención de humus. Por otro lado, la ubicación de la planta industrial se determinó considerando como factores importantes, el tamaño, clima, costo, disponibilidad de materia prima y mano de obra [23]. Se estableció la ubicación de la planta en Reque con un área total de 13 720,41 m² ya que en este distrito se realiza el programa de segregación en la fuente.

Se obtuvo un VAN de S/. 4 394 881, 36, mientras que en [46], en su estudio de proyecto de factibilidad de la producción y comercialización del abono de humus orgánico producido por la lombriz roja se contó con un VAN de 2 361 994. Esto debido a que se genera más ganancias por año en un proyecto a comparación del otro. Cabe resaltar que mientras el VAN sea mayor a cero, el proyecto es rentable.

El costo beneficio de la propuesta fue de 2,87, lo que significa que por cada sol invertido se obtiene 1,87 soles de ganancia, a comparación de [44] en donde obtuvo un beneficio de 1,081 en su propuesta de producción de humus. Esta diferencia se debe ya que en el presente estudio se genera mayor producción y mayores utilidades por los productos.

Estudio de Sostenibilidad Ambiental

Es importante que toda empresa no solo se enfoque en la rentabilidad, sino también en que esta no impacte de manera negativa al medio ambiente, por ello es fundamental que se busquen diversas alternativas las cuales permitan disminuir la cantidad de residuos que se generan y desarrollar acciones de gestión ambiental sostenible.

Dentro de este estudio se tuvieron en cuenta factores que influyen en el ambiente y estos se dan en la fase de construcción de la planta industrial y en las etapas de producción de humus [67].

Residuos Sólidos orgánicos

Los residuos orgánicos al descomponerse emiten gases como metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O) y dióxido de carbono (CO_2), tal es el caso de estos residuos orgánicos ya que contienen bacterias y microorganismos, si bien es cierto estos gases no son en grandes proporciones, pero se deben tener en cuenta para su mitigación.

VI. Conclusiones

- ✓ La propuesta de una planta industrial, permitirá la generación de humus en el distrito de Reque, mediante la segregación de residuos y de tecnología adecuada , obteniendo un costo beneficio de 2,06, por lo que es viable técnica , ambiental y económicamente.
- ✓ Reque es un distrito del departamento de Lambayeque, el cual cuenta con un programa de segregación en la fuente, el cual muestra una generación de residuos en el año 2020 de un total de 4 845 128, 26 kg, de los cuales el 51,57%, es decir, 2 498 632,64 kg, fueron materia orgánica. Por lo cual se presentó una oportunidad de aprovechamiento de residuos para generar producto con valor agregado como lo es el humus.
- ✓ El humus es considerado uno de los abonos orgánicos que más nutrientes aporta a la tierra, el cual es muy usado por los productores agrícolas orgánicos del Perú, los cuales fueron escogidos como mercado objetivo. La demanda actual del humus fue de 10 868,49 toneladas, de los cuales se consideró abarcar el 18,09%, representando en el año 2027 una demanda del proyecto de 1 966 458, 65 kg, con presentación de sacos de 25 kg es 78 658 sacos.
- ✓ Se determinó el proceso de producción el cual incluía la selección de residuos orgánicos, trituración, pre compost, maduración, extracción de lombrices, secado, tamizado, empacado y almacenado. Además, se estableció la ubicación de la planta en el distrito de Reque con un área total de 13 720,41 m².
- ✓ La propuesta llevará consigo una inversión tangible de S/. 2 562 189,41 y una inversión diferida de S/.4 559, haciendo una inversión total de S/.3 253 484,08 la cual será inversión propia sin financiamiento. La evaluación económica financiera trajo consigo un VAN de S/. 1 731 317,68 y un TIR de 20,99%, el costo beneficio de la propuesta fue de 2,06, lo que significa que por cada sol invertido se obtiene 1,06 soles de ganancia.

VIII. Recomendaciones

- ✓ Se recomienda realizar investigaciones sobre el aprovechamiento de los residuos inorgánicos del plan de segregación, con la finalidad de obtener un sistema integral de gestión de residuos sólidos.
- ✓ Se recomienda realizar investigaciones sobre otros aprovechamientos humus, en presentaciones líquidas.
- ✓ Realizar investigaciones sobre diferentes cultivos orgánicos que se puedan beneficiar con el humus.

IX. Referencias bibliográficas

- [1] S. C. Sotelo, «Gestión sostenible de los residuos sólidos urbanos,» *Revista Internacional de Contaminación*, vol. 29, nº 3, 2013.
- [2] J. N. ONASSIS, «Repositorio de la universidad Cesar Vallejo,» 2019. [En línea]. Available: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/43431>. [Último acceso: 22 abril 2020].
- [3] Agrobot, «Agrosustentabilidad inteligente,» [En línea]. Available: [http://www.agrobot.com/Documentos/I_1_6_Lombricu/335_mi000006lo\[1\].htm](http://www.agrobot.com/Documentos/I_1_6_Lombricu/335_mi000006lo[1].htm). [Último acceso: 22 abril 2020].
- [4] M. D. d. Reque, «PROGRAMA DE VALORIZACÉN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS MUNICIPALES DEL DISTRITO DE REQUE,» Reque , 2018.
- [5] G. Cancharis y N. Mendoza, «Condiciones ambientales y microorganismos adecuados para la obtención de humus de calidad y su efecto en el suelo agrícola,» *Revista de Investigación Ciencia, Tecnología y Desarrollo*, vol. 6, nº 1, 2020.
- [6] Apaydin, Bayer y Ozcan, «Vermicomposting of municipal solid wastes,» *15th International Conference on Environmental Science and Technology*, 2017.
- [7] J. MUNOZ, J. DORADO y E. HUMBERTO, «Sistema de compostaje y Lombricompostaje aplicado en Residuos Orgánicos de una galería Municipal,» *SCIELO*, p. 12, 20 DICIEMBRE 2015.
- [8] Komakech, Zurbrügg, Miito, Wanyama y Vinnerås, «Environmental impact from vermicomposting of organic waste in,» *Sub-Saharan Africa*, pp. 395-402, 2016.
- [9] S. P. Pachon y L. H. Sanabria, «Disminución del tiempo de obtención de abono orgánico mediante vermicompostaje como método de estabilización de un residuo en proceso de compostaje,» *Avances: Investigación en Ingeniería*, vol. 16, nº 2, 2019.
- [10] *Decreto Supremo*, 2017.
- [11] *DECRETO SUPREMO*, 2017.
- [12] MINAM, 2014. [En línea]. Available: <https://slideplayer.es/slide/1637963/>. [Último acceso: 1 SETIEMBRE 2018].
- [13] Jaramillo y Marisol, «BIOLOGIA Y APLICACIONES DE LA CELULA CULTIVADA,» MEDELLIN, 2005.
- [14] M. D. A. AGRICULTURA, «MINAGRICULTURA,» 2008. [En línea]. Available: <https://www.midagri.gob.pe/portal/download/pdf/herramientas/organizaciones/dgca/p roductos-organicos.pdf>. [Último acceso: 03 SETIEMBRE 2018].
- [15] G. SOTO, «CENTRO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS DE LA UNIDAD DE COSTA RICA DE INSUMOS AGROPECUARIOS NO SINTÉTICOS,» COSTA RICA, 2003.
- [16] S. ARROYAVE y M. VAHOS, «EVALUACIÓN DEL PROCESO DE COMPOSTAJE PRODUCIDO EN UN TANQUE BIO REACTOR PILOTO POR MEDIO DE BIOAUMENTACION,» MEDELLIN, 1999.
- [17] J. Moreno Casco y R. Moral Herrero, *Compostaje*, Madrid: Mundi-Prensa, 2008.
- [18] T. Rodríguez, «Biología de las lombrices de tierra en tecnicas de manejo para la producción de humus,» España, 2003.
- [19] R. Contreras, «Biología,» 02 Septiembre 2013. [En línea]. Available: <https://biologia.laguia2000.com/zoologia/la-lombriz-de-tierra>. [Último acceso: 03 09 2018].

- [20] V. Rondón, O. Durán, L. Leal y A. Medina, «Valor nutritivo de la harina de lombriz (*Eisenia foetida*) como fuente de aminoácidos y su imación cuantitativa mediante cromatografía en fase reversa (HPLC) y derivación precolumna con o-ftalaldehído (OPA),» Venezuela, 2003.
- [21] L. Compagnoni y G. Putzolu, Cría moderna de las lombrices y utilización rentable del humus, Editorial De Vecchi S.A, 2018.
- [22] R. Nogales, E. Romero y M. Fernández , De residuo a recurso, el camino hacia la sostenibilidad, España: Mundi-prensa, 2014.
- [23] M. A. Ulloa y J. T. Benavides, «Apuntes de estudio: Organización de plantas industriales,» Perú, 2012.
- [24] F. C. Machicado y M. G. Quiroga, «Estudio de localización de un producto,» Bolivia , 2016.
- [25] B. school, «Retos en SUPPLY CHAIN,» 11 febrero 2021. [En línea]. Available: <https://retos-operaciones-logistica.eae.es/proceso-de-produccion-en-que-consiste-y-como-se-desarrolla/#:~:text=Un%20proceso%20de%20producci%C3%B3n%20es%20el%20conjunto%20de%20actividades%20orientadas,la%20satisfacci%C3%B3n%20de%20la%20demanda..> [Último acceso: 28 abril 2021].
- [26] O. g. business, El estudio del mercado, España: OPERAL global business.
- [27] R. T. P. L. M. O. M. P. A. A. C. Martínez Ortega, «EL COEFICIENTE DE CORRELACION DE LOS RANGOS DE SPEARMAN CARACTERIZACION,» *REALYC*, vol. VIII, n° 2, 2009.
- [28] E. C. Mejía, D. A. Naranjo y J. T. Santamaría, «INTRODUCCION A LA METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA,» David Andrade Aguirre , Ecuador, 2018.
- [29] A. Chavez, Y. Velasquez y N. Casallas, «Características físico- químicas de humus obtenidos de biosólidos provenientes de procesos de tratamiento de aguas residuales,» *Informador técnico*, pp. 122-130, 2017.
- [30] F. humus, «Factor humus,» [En línea]. Available: <https://www.factorhumus.com/humus-de-lombriz/#propiedades>. [Último acceso: 04 abril 2021].
- [31] E. d. c. p. e. d. i. d. l. empresas, «TRADE MAP,» Centro Comercial internacional, 2020. [En línea]. Available: https://www.trademap.org/Country_SelProductCountry_TS.aspx?nvpm=3%7c604%7c%7c%7c%7c3101%7c%7c%7c4%7c1%7c1%7c1%7c2%7c1%7c2%7c2%7c1%7c1. [Último acceso: 1 junio 2021].
- [32] O. E. y. C. d. l. E. d. E. e. Lima, «Fertilizantes en el Perú,» Fichas Sector Perú, Lima, 2019.
- [33] a. y. s. a. Agricultura orgánica, «Servicio del Medio Ambiente y los Recursos Naturales Departamento de Desarrollo Sostenible,» FAO, 2016. [En línea]. Available: <http://www.fao.org/3/y4137s/y4137s0d.htm>. [Último acceso: 10 Junio 2021].
- [34] Betancourt, «EL DIAGRAMA DE DISPERSION QUÉ ES, CÓMO SE CONSTRUYE E INTERPRETA,» [En línea].
- [35] G. B. Urbina, Evaluación de Proyectos, Mexico: McGraw-Hill/Interamericana, 2016.
- [36] S. i. d. g. agraria, «Boletín estadístico de medios de producción agropecuarios,» [En línea]. Available: <https://www.minagri.gob.pe/portal/download/pdf/herramientas/boletines/prod->

- agropecuarios/2017/medios-produccion-agropecuario-ivtrimestre2017_070318.pdf. [Último acceso: 4 mayo 2021].
- [37] R. ENMANUEL, «PRONÓSTICOS EN LAS EMPRESAS,» SETIEMBRE 2019. [En línea]. Available: <https://www.emprendedorinteligente.com/regresion-lineal/>. [Último acceso: 04 MAYO 2021].
- [38] L. C. Castro y O. J. Rodríguez, «PRE-F ACTffiLIDAD DE PROYECTO PARA LA INSTALACIÓN DE UN CENTRO DE PRODUCCIÓN DE HUMUS Y HARINA DE LOMBRIZ (Eiseniafoétida) EN EL DISTRITO DE LUYA, PROVINCIA DE LUYA, REGIÓN AMAZONAS,» Chachapoyas, 2014.
- [39] M. Libre, «Mercado Libre,» Mercado Libre, 2021. [En línea]. Available: https://articulo.mercadolibre.com.pe/MPE-440822164-sacos-costales-de-polipropileno-tejido-1-millar-22x36-_JM#position=1&search_layout=stack&type=item&tracking_id=68eaca7-33e0-466a-a8f5-f86dab4d9a0d. [Último acceso: 01 mayo 2021].
- [40] M. libre, «Mercado libre,» Mercado libre , 2020. [En línea]. Available: https://articulo.mercadolibre.com.pe/MPE-440821903-pabilo-104-caja-de-32-unid-para-maquina-cosedora-de-sacos-_JM#position=4&search_layout=stack&type=item&tracking_id=80791acb-45b5-49b8-ba4d-e13bbdd6e43d. [Último acceso: 01 mayo 2021].
- [41] M. libre, «Mercado libre,» Mercado libre, [En línea]. Available: https://articulo.mercadolibre.com.pe/MPE-439191354-parihuelas-de-madera-_JM#position=20&search_layout=stack&type=item&tracking_id=37ece275-500e-4977-bc2b-6ac7d8f35641. [Último acceso: 01 mayo 2021].
- [42] I. N. D. E. E. INFORMATICA, «RESULTADOS DEFINITIVOS,» Lambayeque, Lambayeque, 2018.
- [43] M. d. Mundo, «Mapas del Mundo,» 2021. [En línea]. Available: <https://espanol.mapsofworld.com/continentes/sur-america/peru/lambayeque.html>. [Último acceso: 19 junio 2021].
- [44] M. P. d. Lambayeque, «Lambayeque,» Lambayeque, 2020.
- [45] B. C. d. R. d. Perú, «Informe económico y social Región Lambayeque,» Banco Central de Reserva del Perú, Lima, 2008.
- [46] C. B. MESONES, «Instituto Nacional de Defensa Civil (INDENCI),» Reque, 2003.
- [47] I. N. d. E. e. Informática, «Sistema Estadístico Nacional,» INEI, Lambayeque, 2017.
- [48] A. Alvizuri, «SPATIUM revista inmobiliaria corporativa,» 29 enero 2018. [En línea]. Available: <https://revistaspatium.pe/reportes/informe-zona-norte-sector-industrial/>. [Último acceso: 3 mayo 2021].
- [49] G. R. d. Lambayeque, «Zonificación ecológica y económica. Base para el Ordenamiento Territorial del departamento de Lambayeque,» Gobierno Regional de Lambayeque , Lambayeque, 2013.
- [50] G. R. d. Lambayeque, «Plan vial departamental paricipativo de Lambayeque 2010 - 2020,» Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Lambayeque, 2010 .
- [51] C. A. Duran, O. S. Perez, O. V. Torres y L. C. Vigueros, «PRECOMPOSTEO DE RESIDUOS ORGÁNICOS Y SU EFECTO EN LA DINÁMICA POBLACIONAL DE Einsenía foetida,» *Sistema de Información Científica*, vol. 37, n° 1, pp. 127-139, 2013.
- [52] A. G. Maddaleno, «ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE LA PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DEL ABONO HUMUS ORGÁNICO PRODUCIDO POR LA LOMBRIZ ROJA,» Guatemala, 2005.

- [53] Alibaba, «Alibaba.com,» [En línea]. Available: <https://spanish.alibaba.com/product-detail/automatic-system-60t-concrete-weighbridge-weighbridges-manufacturers-digital-for-sale-prices-100ton-used-truck-scale-1600104939174.html?spm=a2700.8699010.29.146.492b5687nuuYgS>. [Último acceso: 28 abril 2021].
- [54] Ligong, «Alibaba,» Alibaba, 2021. [En línea]. Available: https://spanish.alibaba.com/product-detail/industrial-vegetable-processing-belt-selection-conveyor-1700005670141.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal_offer.d_image.620b6817MnyUc8. [Último acceso: 28 abril 2021].
- [55] Alibaba, «Picador Residuos Orgánicos,» Penagos, 2021. [En línea]. Available: https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-589814058-picador-residuos-organicos-penagoshidroherramientas-pr14md-_JM#position=28&search_layout=stack&type=item&tracking_id=f2e6f7ca-72dd-457d-b995-fbaefb4a7264. [Último acceso: 27 abril 2021].
- [56] Hengyun, «Alibaba.com,» 2021. [En línea]. Available: https://spanish.alibaba.com/product-detail/large-capacity-compost-dryer-compost-manure-drying-machine-1600191935034.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal_offer.d_title.79621c11cmop2I. [Último acceso: 28 abril 2021].
- [57] XIANFENG, «ALIBABA,» ALIBABA, 2020. [En línea]. Available: https://spanish.alibaba.com/product-detail/china-hot-sale-rectangular-linear-vibration-industrial-sieve-62411251985.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal_offer.d_image.5f54d7fc3LOLBr. [Último acceso: 28 ABRIL 2021].
- [58] Blueray, «Alibaba,» Alibaba, 2021. [En línea]. Available: https://spanish.alibaba.com/product-detail/soil-bagger-machine-sand-bagger-machine-60800151599.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal_offer.d_title.12f43ed5eboHzD. [Último acceso: 28 abril 2021].
- [59] SINOPE, «ALIBABA,» ALIBABA, 2020. [En línea]. Available: https://spanish.alibaba.com/product-detail/mini-portable-food-industry-conveyor-belt-1600177503209.html?spm=a2700.7724857.normal_offer.d_title.1baa7a3f7RNtoX. [Último acceso: 05 MAYO 2021].
- [60] T. MACHINERY, «ALIBABA,» ALIBABA, 2020. [En línea]. Available: https://spanish.alibaba.com/product-detail/customized-hopper-and-discharge-chute-inclined-belt-conveyor-60700530728.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal_offer.d_title.678a531eJvo8Dj. [Último acceso: 05 mayo 2021].
- [61] OEM, «ALIBABA,» ALIBABA, 2020. [En línea]. Available: https://spanish.alibaba.com/product-detail/industrial-hopper-tipping-bin-metal-dump-bin-metal-waste-container-skip-bins-1600127932058.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal_offer.d_image.5c9b6c61m0cSEu. [Último acceso: 05 MAYO 2021].
- [62] JDY, «ALIBABA,» ALIBABA, [En línea]. Available: <https://spanish.alibaba.com/product-detail/high-quality-cheap-price-1-ton-2-ton-3-ton-4-ton-5-ton-electric-forklift-for-sale->

- 1600087019598.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal_offer.d_image.1f506d026mgw7U. [Último acceso: 05 MAYO 2021].
- [63] A. V. Napán, «Ingeniería de plantas,» [En línea]. Available: file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/Ingenier%C3%ADa%20de%20Plantas%2010%20-%20C%C3%A1culo%20de%20%C3%A1reas.pdf. [Último acceso: 18 mayo 2021].
- [64] F. S. Vásquez, L. S. Morales y G. S. Chavera, «Evaluación de la calidad química del humus de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) elaborado a partir de cuatro sustratos orgánicos en Arica,» *SCIELO*, vol. 32, n° 2, pp. 95-99, 2014.
- [65] Gestion, «Redaccion Gestión,» 30 noviembre 2020. [En línea]. Available: <https://gestion.pe/tu-dinero/gratificacion-2020-la-formula-para-calculer-el-pago-que-recibire-por-navidad-grati-nnda-nnlt-noticia/>. [Último acceso: 20 abril 2021].
- [66] S. N. d. S. d. Saneamiento, «Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento,» Reque, 2021.
- [67] N. M. S. GIA LUNA CANCHARI, «CONDICIONES AMBIENTALES PARA HUMUS DE CALIDAD,» *UPEU*, vol. 6, n° I, 2020.
- [68] M. d. Ambiente, «Portal de Transparencia del Ministerio del Ambiente,» 2021. [En línea]. Available: <https://www.minam.gob.pe/calidadambiental/programa-nacional-de-segregacion-en-la-fuente-y-recoleccion-selectiva-de-residuos-solidos/#:~:text=El%20MINAM%20viene%20implementando%20desde,cadena%20formal%20de%20reciclaje%20y.> [Último acceso: 2 Junio 2021].
- [69] E. G. Contrera, M. A. Chang y G. B. C. Kitty Trinidad Guerrero, «Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos,» Ministerio del Ambiente , Lima, 2016.
- [70] M. d. Ambiente, «Ministerio del Ambiente: Estudio de caracterización de residuos sólidos municipales (ECSR),» 31 Julio 2019. [En línea]. Available: https://www.minam.gob.pe/gestion-de-residuos-solidos/wp-content/uploads/sites/136/2019/03/Actividad-3_Estudio-de-Caracterizaci%C3%B3n.pdf. [Último acceso: 3 Junio 2021].
- [71] A. Q. Naverro, «ANALISIS DEL MERCADO : DIRECCION DE MARKETING,» LAFORMACION .
- [72] I. I. Sostenible, «Ison21 Ingenieria Sostenible,» [En línea]. Available: <https://www.ison21.es/vermicompostaje-industrial/>. [Último acceso: 02 mayo 2021].
- [73] MUNICIPALIDAD DEL DISTRITO DE REQUE, REQUE, 2016.
- [74] C. ACOSTA, O. SOLIS, G. VILLEGAS y L. CARDOSO, «PRE COMPOSTEO DE RESIDUOS ORGÁNICOS Y SU EFECTO EN LA DINÁMICA POBLACIONAL DE EISENIA FOETIDA,» 10 DICIEMBRE 2013.
- [75] O. APAYDIN, Y. BAYER y E. OZKAN, «Vermicomposting of municipal solid wastes,» *CEST 2017*, 2 SETIEMBRE 2017.
- [76] A. QUISPE, «El valor potencial de los residuos sólidos orgánicos, rurales y urbanos para la sostenibilidad de la agricultura,» *MEXICANA DE CIENCIAS AGRICOLAS* , vol. 6, 14 FEBRERO 2015.
- [77] J. VASQUEZ y J. LANNACONE, «La lombricultura como aporte para la agricultura sostenible en el Perú,» vol. 2, n° 2, pp. 07-20, 13 NOVIEMBRE 2014.
- [78] T. YEONG, S. LIN, P. NIE y K. PUI, «Biotransformation of biodegradable solid wastes into organic fertilizers using composting or/and vermicomposting,» *AIDIC*, vol. 39, 2014.

- [79] A. CONSULTING, «AAMIGARSE AMIGOS DE LA RESPONSABILIDAD SOCIAL EMPRESARIAL,» 15 DICIEMBRE 2017. [En línea]. Available: <http://www.amigarse.org/residuos-organicos-e-inorganicos-cuanto-tardan-en-degradarse/>. [Último acceso: 1 SETIEMBRE 2018].
- [80] M. JARAMILLO, «BIOLOGIA Y APLICACIONES DE LA CELULA CULTIVADA,» MEDELLIN, 2005.
- [81] C. A. Vélez, «Empresa pública municipal de Aseo de Cuenca,» 2014. [En línea]. Available: <http://www.congope.gob.ec/wp-content/uploads/2017/04/05FP10-0101-proc.pdf>. [Último acceso: 25 abril 2021].
- [82] M. M. CAICEDO, «CREACIÓN DE UNA EMPRESA PARA LA FABRICACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE HUMUS OBTENIDO A PARTIR DE RESIDUOS ORGÁNICOS,» Santiago de Qali, 2008.
- [83] A. VEZINA, «Producción de banano orgánico en Perú,» *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*, 2017.
- [84] Infoagro, «infoagro.com,» [En línea]. Available: https://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_del_platano__banano_.asp. [Último acceso: 5 mayo 2021].
- [85] Rosales, Alvarez y Vargas, «Guía práctica para la producción de plátano con altas densidades,» Franklin Rosales, Colombia.
- [86] INEI, «Censo Nacional Intercensal 2016,» Lima, 2016.

X. ANEXOS

ANEXO 01: Vermicompostera Industrial

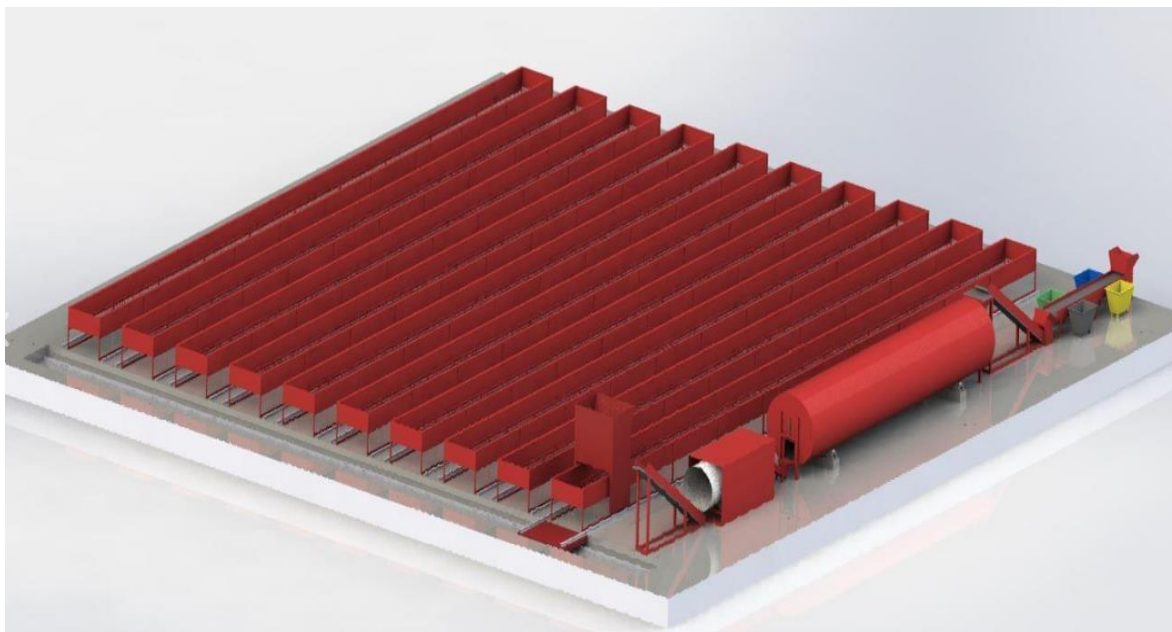


Figura 40. Vermicompostaje industrial

Fuente: Ison21 [65]

ANEXO 02. Calculo de las áreas de la planta de producción de humus según el método de Guerchet

Tabla 104. Dimensión del área de producción

Componentes	n	Dimensiones (m)			
		N	L	A	H
Máquina de selección	1	2	4,50	1,35	0,85
Trituradora	1	1	0,97	0,60	1,05
Secadora	1	1	12,80	2,80	2,30
Tamizadora	1	1	2,15	0,77	1,15
Empacadora	1	1	3,00	1,20	3,20
Cinta transportadora	1	1	1,50	0,25	0,75
Tolva con cinta transportadora	1	1	2,11	0,75	0,55
Tolva contenedora	1	1	2,00	1,00	0,50
Montacarga	1	-	3,35	0,92	2,10
Personal	10	-			1,65

Tabla 105. Método Guerchet Área de producción

Componentes	K	n	Se	Sg	Sc	S. Total
Máquina de selección	0,42	1	6,08	12,15	7,64	25,86
Trituradora	0,42	1	0,58	0,58	0,49	1,65
Secadora	0,42	1	35,84	35,84	30,04	101,72
Tamizadora	0,42	1	1,66	1,66	1,39	4,70
Empacadora	0,42	1	3,60	3,60	3,02	10,22
Cinta transportadora	0,42	1	0,38	0,38	0,31	1,06
Tolva con cinta transportadora	0,42	1	1,58	1,58	1,33	4,49
Tolva contenedora	0,42	1	2,00	2,00	1,68	5,68
Montacarga	0,42	1	3,08	-	-	-
Personal	0,42	10	0,5	-	-	-
Total						155,38

Tabla 106. Medidas de las divisiones

Divisiones	N	N	L	A	H
Báscula de pesado para camión	1	1	6,00	2,50	0,50
Vermicomposteras	150	1	25	3	0,4

Tabla 107. Método Guerchet de las divisiones

Divisiones	n	Se	S. Total
Báscula de pesado para camión	1	15,00	15,00
Vermicomposteras	150	75,00	11 250,00
Total			11 265,00

Tabla 108. Dimensiones del área administrativa

Componentes	n	Dimensiones (m)			
		N	L	A	H
Mesa con cajones	3	1	1,8	1	1
Sillas giratorias	9	1	0,95	0,65	0,85
Mesa para reuniones	1	1	3,5	1,4	0,9
Estante de melamine	3	1	1,5	0,8	1,8
Archivadores de lomo ancho	3	1	1,5	0,8	1,8
computadoras de mesa	3	1	0,38	0,3	0,35
papeleras	3	1	0,35	0,57	0,45
Personal	3	-	-	-	1,65

Tabla 109. Método Guerchet del Área Administrativa

Componentes	K	n	Se	Sg	Sc	S. Total
Mesa con cajones	0,76	3	1,80	1,80	2,74	19,03
Sillas giratorias	0,76	9	0,62	0,62	0,94	19,58
Mesa para reuniones	0,76	1	4,90	4,90	7,47	17,27
Estante de melamine	0,76	3	1,20	1,20	1,83	12,69
Archivadores de lomo ancho	0,76	3	1,20	1,20	1,83	12,69
computadoras de mesa	0,76	3	0,11	0,11	0,17	1,21
Papeleras	0,76	3	1,20	1,20	1,83	12,69
Personal	0,76	3	0,50	-	-	-
Total						95,14

Tabla 110. Dimensiones del Área de Producto Terminado

Método Guerchet		Dimensiones (m)			
Componentes	N	N	L	A	H
Parihuelas	82	1	1,2	1	0,15
Montacargas	1	1	3,35	0,92	2,10
Personal	1	-	-	-	1,65

Tabla 111. Método Guerchet del Área de Producto Terminado

Componentes	K	n	Se	Sg	Sc	S. Total
Parihuelas	6,79	82	1,20	1,20	16,30	1531,99
Montacargas	6,79	1	3,08	-	-	-
Personal	6,79	1	0,50	-	-	-
Total						1531,99

Tabla 112. Dimensiones del Área de Almacén de MP

Componentes	n	Dimensiones (m)			
		N	L	A	H
Área de residuos orgánicos sólidos	1	1	11	7,1	1,50
Montacargas	1	1	3,35	0,92	2,10
Personal	1	-	-	-	1,65

Tabla 113. Método Guerchet del Almacén de MP

Componentes	K	n	Se	Sg	Sc	S. Total
Área de residuos orgánicos sólidos	0,68	1	78,10	78,10	106,07	262,27
Montacargas	0,68	1	3,08	-	-	-
Personal	0,68	1	0,50	-	-	-
Total						262,27

Tabla 114. Dimensiones de servicios Higiénicos de Operarios

Componentes	n	Dimensiones (m)			
		N	L	A	H
Lavatorios	2	1	0,5	0,5	1,3
Urinario	1	1	0,6	0,6	1,06
Inodoro	2	1	0,6	0,8	1,3
Personal	10	-	-	-	1,65

Tabla 115. Método Guerchet para Servicios Higiénicos de Operarios

Componentes	K	n	Se	Sg	Sc	S. Total
Lavatorios	0,66	2	0,25	0,25	0,33	1,66
Urinario	0,66	1	0,36	0,36	0,47	1,19
Inodoro	0,66	2	0,48	0,48	0,63	3,18
Personal	0,66	10	0,50	-	-	-
Total						6,04

Tabla 116. Dimensión para Servicios Higiénicos de Administración

Componentes	N	Dimensiones (m)			
		N	L	A	H
Lavatorio	2	1	0,5	0,5	1,3
Urinario	1	1	0,64	0,6	1,04
Inodoro	2	1	0,64	0,7	1,3
Personal	3	-	-	-	1,65

Tabla 117. Método Guerchet para Servicios Higiénicos de Administrativos

Componentes	K	n	Se	Sg	Sc	S. Total
Lavatorio	0,66	2	0,25	0,25	0,33	1,66
Urinario	0,66	1	0,38	0,38	0,51	1,28
Inodoro	0,66	2	0,45	0,45	0,59	2,98
Personal	0,66	3	0,50	-	-	-
Total						5,92

Tabla 118. Dimensión del Área de Vestidores

Componentes	n	Dimensiones (m)			
		N	L	A	H
Duchas	3	1	2	1,5	2
casilleros	2	1	3	0,5	1,86
bancos largos	3	2	1,5	0,425	0,49
Personal	10	-	-	-	1,65

Tabla 119. Método Guerchet para Vestidores

Componentes	K	n	Se	Sg	Sc	S. Total
Duchas	0,47	3	3,00	3,00	2,81	26,43
casilleros	0,47	2	1,50	1,50	1,40	8,81
bancos largos	0,47	3	0,64	1,28	0,90	8,42
Personal	0,47	10	0,50	-	-	-
Total						43,66

Tabla 120. Dimensiones del Método del Área de Mantenimiento

Componentes	n	Dimensiones (m)			
		N	L	A	H
Mesa con cajones	1	1	1,46	0,9	0,8
silla	3	1	0,6	0,68	1
mesa grande	1	2	2,6	1,68	0,9
armario	2	1	1,6	0,9	1,9
Personal	1	-	-	-	1,65

Tabla 121. Método de Guerchet del Área de Mantenimiento

Componentes	K	n	Se	Sg	Sc	S. Total
Mesa con cajones	0,69	1	1,31	1,31	2,00	4,63
silla	0,69	3	0,41	0,41	0,62	4,31
mesa grande	0,69	1	4,37	8,74	9,98	23,09
Armario	0,69	2	1,44	1,44	2,19	10,15
Personal	0,69	1	0,50	-	-	-
Total						48,79

Tabla 122. Dimensiones del Área de vigilancia

Componentes	n	Dimensiones (m)			
		N	L	A	H
Mesa con cajones	1	1	1,2	0,6	0,65
silla	1	1	0,6	0,57	1
Armario de melamine	1	1	1,6	0,85	1,8
Personal	1	-	-	-	1,65

Tabla 123. Método Guerchet para el Área de vigilancia

Componentes	K	n	Se	Sg	Sc	S. Total
Escritorio	0,66	1	0,72	0,72	0,96	2,40
Silla	0,66	1	0,34	0,34	0,45	1,14
Estante	0,66	1	1,36	1,36	1,80	4,52
Personal	0,66	1	0,50	-	-	-
Total						8,06

Tabla 124. Dimensión del Área de Estacionamiento

Componentes	n	Dimensiones (m)		
		N	L	A
Personal	4		5,2	2,6
Clientes	2		5,2	2,6
Personas con discapacidad	1		5,2	3,7
Montacarga	1		3,35	0,92
Ingreso de MP	1		5	3

Tabla 125. Método Guerchet para Área de Estacionamiento

Componentes	n	Se	S. Total
Personal	4	13,52	54,08
Clientes	2	13,52	27,04
Personas con discapacidad	1	19,24	19,24
Montacarga	1	3,08	3,08
Ingreso de MP	1	15,00	15,00
Total			118,44

Tabla 126. Área total

Estacionamiento	S. Total
Largo Área de Circulación	5
Largo área de circulación para Montacargas	3,35
Ancho.	12,82
Área de Maniobras	107,047
Área Verde	11,27445
Área Total	236,76

Tabla 127. Dimensión del Área de Laboratorio

Componentes	n	Dimensiones (m)			
		N	L	A	H
Mesa con cajones	1	1	1,29	0,69	0,7
Silla	2	1	0,59	0,59	1,3
Mesa	2	2	1,99	1,49	0,8
Estante de aluminio	2	1	1,59	0,72	1,79
Personal	1	-	-	-	1,65

Tabla 128. Método Guerchet para el Área de Laboratorio

Componentes	n	Se	Sg	Sc	S. Total
Mesa con cajones	1	0,89	0,89	1,52	3,30
Silla	2	0,35	0,35	0,60	2,58
Mesa	2	2,97	5,93	7,60	33,00
Estante de aluminio	2	1,14	1,14	1,96	8,49
Personal	1	0,50	-	-	-
Total					47,37

Tabla 129. Dimensiones del Área de Insumos

Componentes	n	Dimensiones (m)			
		N	L	A	H
Estante de aluminio	2	1	1,49	0,59	1,79
Mesa	2	1	2,4	1,1	1,12
Personal	1	-	-	-	1,65

Tabla 130. Método Guerchet del Área de Insumos

Componentes	N	Se	Sg	Sc	S. Total
Estante de aluminio	2	0,88	0,88	1,13	5,77
Mesa	2	2,64	2,64	3,38	17,33
Personal	1	0,50	-	-	-
Total					23,10

Tabla 131. Dimensiones del Área de Almacenamiento de Lombrices

Componentes	n	Dimensiones (m)			
		N	L	A	H
Lechos	2	1	2	1	1
Personal	1	-	-	-	1,65

Tabla 132. Método de Guerchet del Área de Almacenamiento de Lombrices

Componentes	N	Se	Sg	Sc	S. Total
Lechos	2	2,00	2,00	3,30	14,60
Personal	1	0,50	-	-	-
Total					14,60

ANEXO 03. Análisis de selección de equipos y maquinarias

Para el análisis de selección se compararon dos proveedores de maquinarias y equipos en los cuales se consideraron criterios como: capacidad, dimensiones, consumo energético, precio y la relación con proveedores, con el fin de determinar que maquinaria es la más adecuada para la planta de producción de humus.

A continuación, se muestran los comparativos de los equipos y maquinarias por cada etapa.

Tabla 133. Comparativo para la Báscula de Pesado

BÁSCULA DE PESADO		
Marca	Zhuoyuan	KEJIE
Procedencia	China	China
Largo	6 m	6,00
Ancho	2.5 m	3,00
Alto	0.5 m	0,50
Capacidad	60 t	60 t
Voltaje	220v	250 V
Vida útil	10 años	8 años
Material	Acero estructural de carbono Q235	Acero
Precio	1 400, 00 \$	4800, 00 \$

Tabla 134. Comparativo de Máquina de Selección de Residuos

MÁQUINA DE SELECCIÓN DE RESIDUOS		
Marca	Ligong	EAST
Procedencia	China	China
Largo	4 500mm	3 900
Ancho	1 350mm	2 200
Alto	850mm	2 200
Capacidad	10 Tn	3 tn
Voltaje	220 v	220 v
Potencia	1,5 kW/h	3.2 kW/h
Vida útil	8años	5 años
Material	Acero inoxidable	Acero
Precio	6 000 \$	6 000 \$

Tabla 135. Comparativo de Máquina Trituradora de Residuos

MÁQUINA TRITURADORA DE RESIDUOS		
Marca	Penagos hidroherramientas	RUNSHI
Procedencia	Bogotá	China
Largo	970 mm	260,00
Ancho	600 mm	300,00
Alto	1050 mm	700,00
Capacidad	4000 kg/h	1500 Kg/h
Potencia	7.5 HP	11 Kw
Vida útil	8 años	8 años
Material	Acero	Acero
Precio	5 150 \$	3 500 \$

Tabla 136. Comparativo de Máquina Secadora de Residuos

MÁQUINA SECADORA		
Marca	Hengyun	Hongji
Procedencia	Henan China	China
Largo	12800 mm	8000 mm
Ancho	2 800 mm	1600 mm
Alto	2 300 mm	2000 mm
Capacidad	12 t/h	10 t/h
Voltaje	380 v	380 v
Potencia	30 kW	3 Kw
Vida útil	10 años	10 años
Material	Acero estructural de carbono	Acero
Precio	5 000\$	9 800\$

Tabla 137. Comparativo de Máquina Tamizadora de Residuos

MÁQUINA TAMIZADORA		
Marca	XIANFENG	JXSC
Procedencia	China	China
Largo	2 150 mm	6 000 mm
Ancho	766 mm	2 400 mm
Alto	1 145 mm	2 000 mm
Capacidad	10 t/h	500 t/h
Voltaje	220 v	380 v
Potencia	1.5 kW	37 Kw
Vida útil	8 años	10 años
Material	Acero inoxidable	Acero inoxidable
Precio	900 \$	6 200 \$

Tabla 138. Comparativo de Máquina empacadora y selladora

MÁQUINA EMPACADORA Y SELLADORA		
Marca	Blueray	Xinyu
Procedencia	China	China
Largo	3 000 mm	1 300 mm
Ancho	1 200 mm	1 000 mm
Alto	3 200 mm	1 900 mm
Capacidad	5kg – 70 kg	10 kg
Voltaje	220 v	380 v
Potencia	3 kW	3 Kw
Vida útil	10 años	10 años
Material	Acero inoxidable	Acero inoxidable
Precio	5 000 \$	4 700 \$

Tabla 139. Comparativo de Cinta transportadora

CINTA TRANSPORTADORA		
Marca	SINOPES	None
Procedencia	China	China
Largo	1 500 mm	2 000 mm
Ancho	250 mm	600 mm
Alto	750 mm	600 mm
Capacidad	60 kg	50 kg
Voltaje	110 V	100 v
Potencia	60 W	2,2 Kw
Vida útil	10 años	8 años
Material	Acero inoxidable	Acero Aleado
Precio	5 000 \$	2 300 \$

Tabla 140. Comparativo de Tolva con Cinta Transportadora

TOLVA CON CINTA TRANSPORTADORA		
Marca	TOP Y MACHINERY	Tengao
Procedencia	China	
Largo	2 110 mm	2 500 mm
Ancho	750 mm	400 mm
Alto	550 mm	1 800 mm
Capacidad	6500 kg/h	500 kg/h
Voltaje	220 v	220 v
Potencia	1.1 kw/h	1.55 kW/h
Vida útil	8 años	10 años
Material	Acero inoxidable	Acero
Precio	3 000\$	3000\$

Tabla 141. Comparativo de Tolva Contenedora

TOLVA CONTENEDORA		
Marca	OEM	SANDE
Procedencia	China	China
Largo	2000 mm	1500 mm
Ancho	1000 mm	1100 mm
Alto	50 mm	1010 mm
Capacidad	2m3	1 m3
Vida útil	10 años	8 años
Material	Metal	Acero
Precio	300 \$	600 \$

Tabla 142. Comparativo de Carretilla Eléctrica Elevadora

CARRETILLA ELEVADORA ELECTRICA		
Marca	JDY	XILIN
Procedencia	China	China
Largo	3 335 mm	3 300mm
Ancho	920 mm	1 150
Alto	2 100 mm	2 200
Capacidad	15 000 kg	2 000,00
Voltaje	48 V	52 v
Potencia	5.5 kW/h	7 kW/h
Vida útil	8 años	8años
Material		
Espesor de tenedor	35 mm	88 mm
Tipo de neumático	Sólido automático	electrico
Precio	6 800 \$	7 597 \$

Con las características que se consideraron dentro de los cuadros comparativos de cada máquina se realizó una matriz de enfrentamiento, en la cual se valorizaron criterios ponderados que ayudan a elegir cual es la opción más adecuada.

Tabla 143. Codificación de Factores

Factores	Código
Económico	A
Capacidad	B
Consumo energético	C
Relación con proveedor	D
Dimensión	E

A continuación, se detalla la matriz de enfrentamiento:

Tabla 144. Matriz de enfrentamiento

Factores	A	B	C	D	E	Total	Peso
A	x	1	1	1	1	4	0,29
B	1	X	1	1	1	4	0,29
C	1	1	X	0	1	3	0,21
D	1	0	0	x	0	1	0,07
E	1	0	1	0	X	2	0,14
Total						14	1

En la siguiente tabla se muestra la puntuación con respecto a cada maquinaria considerándose desde excelente hasta deficiente.

Tabla 145. Calificación de maquinaria

Clasificación	Puntuación
Excelente	9 – 10
Muy buena	7 – 8
Buena	5 – 6
Regular	3 – 4
Deficiente	1 – 2

De acuerdo a los criterios de calificación se realizó la puntuación de factores por maquina

Tabla 146. Puntuación de Factores 1

Factores	Porcentaje	Báscula de pesado		Máquina de selección		Trituradora de residuos	
		Maq 1	Maq 2	Maq 1	Maq 2	Maq 1	Maq 2
A	28,6%	7	3	5	5	5	6
B	28,6%	5	5	7	4	7	4
C	21,4%	6	4	5	3	5	4
D	7,1%	5	5	5	5	5	5
E	14,3%	5	5	6	5	7	4

Tabla 147. Puntuación de Factores 2

Factores	Porcentaje	Secadora		Tamizadora		Empacadora y selladora	
		Maq 1	Maq 2	Maq 1	Maq 2	Maq 1	Maq 2
A	28,6%	7	4	7	4	7	5
B	28,6%	6	4	6	7	7	4
C	21,4%	5	5	7	4	5	5
D	7,1%	5	5	5	5	5	5
E	14,3%	7	4	7	6	7	4

Tabla 148. Puntuación de Factores 3

Factores	Porcentaje	Cinta Transportadora		Tolva con cinta		Tolva contenedora		Carretilla elevadora Eléctrica	
		Maq 1	Maq 2	Maq 1	Maq 2	Maq 1	Maq 2	Maq 1	Maq 2
A	28,6%	7	4	6	6	7	4	7	4
B	28,6%	6	4	7	4	7	4	7	4
C	21,4%	6	7	6	5	5	5	5	4
D	7,1%	5	5	5	5	5	5	5	5
E	14,3%	5	6	6	4	6	5	4	4

Tabla 149. Resultados de Método de Factores Ponderados 1

Factores	Porcentaje	Báscula de pesado		Máquina de selección		Trituradora de residuos	
		Maq 1	Maq 2	Maq 1	Maq 2	Maq 1	Maq 2
A	29%	2,00	0,86	1,43	1,43	1,43	1,71
B	29%	1,43	1,43	2,00	1,14	2,00	1,14
C	21%	1,71	1,14	1,43	0,86	1,43	1,14
D	7%	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43
E	14%	1,43	1,43	1,71	1,43	2,00	1,14
TOTAL		8,00	6,29	8,00	6,29	8,29	6,57

Tabla 150. Resultados de Método de Factores Ponderados 2

Factores	Porcentaje	Secadora		Tamizadora		Empacadora y selladora	
		Maq 1	Maq 2	Maq 1	Maq 2	Maq 1	Maq 2
A	29%	2,00	1,14	2,00	1,14	2,00	1,43
B	29%	1,71	1,14	1,71	2,00	2,00	1,14
C	21%	1,43	1,43	2,00	1,14	1,43	1,43
D	7%	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43
E	14%	2,00	1,14	2,00	1,71	2,00	1,14
TOTAL		8,57	6,29	9,14	7,43	8,86	6,57

Tabla 151. Resultados de Método de Factores Ponderados 3

Factores	Porcentaje	Cinta Transportadora		Tolva con cinta		Tolva contenedora		Carretilla elevadora Eléctrica	
		Maq 1	Maq 2	Maq 1	Maq 2	Maq 1	Maq 2	Maq 1	Maq 2
A	29%	2,00	1,14	1,71	1,71	2,00	1,14	2,00	1,14
B	29%	1,71	1,14	2,00	1,14	2,00	1,14	2,00	1,14
C	21%	1,71	2,00	1,71	1,43	1,43	1,43	1,43	1,14
D	7%	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43
E	14%	1,43	1,71	1,71	1,14	1,71	1,43	1,14	1,14
TOTAL		8,29	7,43	8,57	6,86	8,57	6,57	8,00	6,00

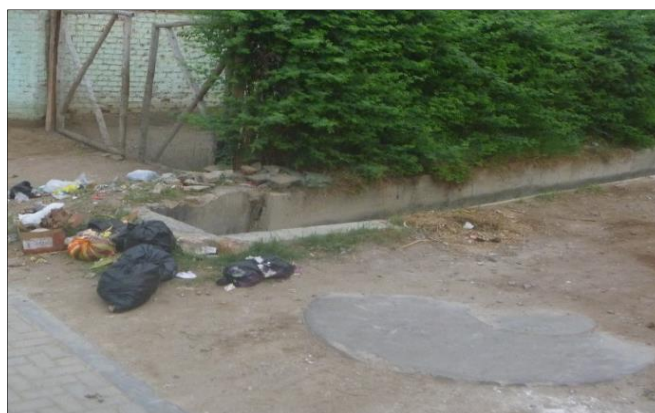
ANEXO 3. PUNTOS CRÍTICOS DE RESIDUOS SÓLIDOS



**Figura 41. Frente al Colegio Las Dominicas
“San Martín de Porres” ciudad de Reque**
Fuente: Municipalidad del Distrito de Reque, 2017 [66]



**Figura 42. Esquina del local Centro Cultural
Ciudad de Reque**
Fuente: Municipalidad del Distrito de Reque, 2017 [66]



**Figura 43. Esquina del Centro Parroquial
(Comunidad Juvenil) Ciudad de Reque**
Fuente: Municipalidad del Distrito de Reque, 2017 [66].



Figura 44. I.E.P “Ana de los Ángeles”
Fuente: Municipalidad del Distrito de Reque, 2017 [66].



Figura 45. Centro de la ciudad de Reque.
Fuente: Municipalidad del Distrito de Reque, 2017 [66]



Figura 46. Calle Santa Rosa con dirección a los campos de cultivo
Fuente: Municipalidad del Distrito de Reque, 2017 [66]



Figura 47. Frente Al Parque de Sector “Villa el Sol”

Fuente: Municipalidad del Distrito de Reque, 2017 [66]



Figura 48. Esquina del Centro de Promoción y Vigilancia Comunal

Fuente: Municipalidad del Distrito de Reque, 2017 [66]