

Universidad de Lima
Facultad de Ingeniería y Arquitectura
Carrera de Ingeniería Industrial



ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE BIOCHAR

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial

Annel Valdivia Alfaro

Código 20141380

Rodrigo Vega Risco

Código 20141425

Asesor

Juan Carlos Yacono Llanos

Lima – Perú

Junio de 2022

**PREFEASIBILITY STUDY FOR THE
INSTALLATION OF A PRODUCTION PLANT
OF BIOCHAR**

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	xiv
ABSTRACT.....	xv
CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES.....	1
1.1 Problemática.....	1
1.2 Objetivos de la investigación	2
1.2.1 Objetivo general	2
1.2.2 Objetivos específicos:	3
1.3 Alcance de la investigación.....	3
1.4 Justificación del tema.....	3
1.4.1 Técnica:.....	3
1.4.2 Económica:.....	5
1.4.3 Social:.....	5
1.5 Hipótesis del trabajo.....	6
1.6 Marco referencial	6
1.7 Marco conceptual	8
CAPÍTULO II: ESTUDIO DE MERCADO	11
2.1 Aspectos generales del estudio de mercado	11
2.1.1 Definición comercial del producto.....	11
2.1.2 Usos del producto, bienes sustitutos y complementarios.....	12
2.1.3 Determinación del área geográfica que abarca el estudio.....	13
2.1.4 Análisis del sector industrial	14
2.1.5 Modelo de Negocio.....	16
2.2 Metodología a emplear en la investigación.....	18
2.3 Demanda potencial.....	18

2.3.1	Patrones de consumo: Incremento de las áreas cultivables.....	18
2.3.2	Determinación de la demanda potencial en base a patrones de consumo similares.	18
2.4	Demanda del proyecto en base a data histórica	19
2.4.1	Demanda Interna Aparente (DIA).....	19
2.4.2	Proyección de la demanda.....	20
2.4.3	Definición del mercado objetivo teniendo en cuenta criterios de segmentación	21
2.4.4	Diseño de Encuestas.....	21
2.4.5	Resultados de la encuesta.....	21
2.4.6	Determinación de la demanda del proyecto	22
2.5	Análisis de la oferta.....	22
2.5.1	Empresas productoras, importadoras y comercializadoras.	22
2.5.2	Participación de mercado de los competidores actuales.	23
2.6	Definición de la Estrategia de comercialización.....	23
2.6.1	Políticas de comercialización y distribución.....	23
2.6.2	Publicidad y promoción	24
2.6.3	Análisis de precios	24
CAPÍTULO III: LOCALIZACIÓN DE PLANTA.....		25
3.1	Identificación y análisis detallado de los factores de localización.....	25
3.2	Identificación y descripción de las alternativas de localización	26
3.3	Evaluación y selección de localización.....	28
3.3.1	Evaluación y selección de la macro localización.....	28
3.3.2	Evaluación y selección de la micro localización	30
CAPÍTULO IV. TAMAÑO DE PLANTA.....		32
4.1	Relación tamaño – mercado	32
4.2	Relación tamaño – recursos productivos	32
4.3	Relación tamaño – tecnología	33

4.4	Relación tamaño – punto de equilibrio	34
4.5	Selección del tamaño de planta	35
CAPÍTULO V. INGENIERÍA DEL PROYECTO		36
5.1	Definición técnica del producto	36
5.1.1	Especificaciones técnicas, composición y diseño del producto	36
5.1.2	Marco regulatorio para el producto	37
5.2	Tecnologías existentes y procesos de producción	38
5.2.1	Naturaleza de la tecnología requerida	38
5.2.2	Proceso de producción	41
5.2.3	Características de las instalaciones y equipos	45
5.2.4	Selección de la maquinaria y equipos	45
5.2.5	Especificaciones de la maquinaria	45
5.3	Capacidad disponible	51
5.3.1	Cálculo detallado del número de máquinas y operarios requeridos	51
5.3.2	Cálculo de la capacidad disponible	52
5.4	Resguardo de la calidad y/o inocuidad del producto	53
5.5	Estudio de impacto ambiental	54
5.6	Seguridad y Salud ocupacional	56
5.7	Sistema de mantenimiento	59
5.8	Diseño de la cadena de suministro	61
5.9	Programa de producción	62
5.10	Requerimiento de insumos, servicios y personal indirecto	62
5.10.1	Materia Prima, insumos y otros materiales	62
5.10.2	Servicios: Energía eléctrica, agua, vapor, combustible, etc.	62
5.10.3	Determinación del número de trabajadores indirectos	64
5.10.4	Servicios de terceros	65
5.11	Disposición de planta	65

5.11.1	Características físicas del proyecto	65
5.11.2	Dispositivos de seguridad industrial y señalización	67
5.11.3	Protocolo de bioseguridad COVID-19.....	68
5.11.4	Disposición general.....	70
5.11.5	Cálculo de áreas para cada zona	73
5.11.6	Disposición de detalle de la planta de producción.....	77
5.12	Cronograma de implementación del proyecto	78
CAPÍTULO VI. ORGANIZACIÓN Y ADMINISTRACIÓN		79
6.1	Formación de la organización empresarial	79
6.2	Esquema de la estructura organizacional	81
CAPÍTULO VII. PRESUPUESTOS Y EVALUACIÓN DEL PROYECTO		82
7.1	Inversiones	82
7.1.1	Estimación de las inversiones de largo plazo.....	82
7.1.2	Estimación de las inversiones de corto plazo.....	85
7.2	Costos de producción	86
7.2.1	Costos de la materia prima e insumos.....	86
7.2.2	Costos de la mano de obra directa	86
7.2.3	Costo indirecto de fabricación	87
7.3	Presupuestos operativos	90
7.3.1	Presupuesto de ingreso por ventas	90
7.3.2	Presupuesto operativo de costos	90
7.3.3	Presupuesto operativo de gastos	90
7.4	Presupuestos financieros	92
7.4.1	Presupuesto de servicio de deuda.....	92
7.4.2	Presupuesto de estado de resultados	93
7.4.3	Presupuesto de estado de situación financiera	94
7.4.4	Flujo de fondos económico	94

7.4.5	Flujo de fondos financiero	95
7.5	Evaluación económica y financiera	95
7.5.1	Evaluación económica	96
7.5.2	Evaluación financiera.....	96
7.5.3	Análisis de ratios e indicadores económicos y financieros del proyecto	97
7.5.4	Análisis de sensibilidad del proyecto.....	98
CAPÍTULO VIII. EVALUACIÓN SOCIAL		100
8.1	Impacto social del proyecto	100
8.1.1	Valor agregado del proyecto	100
8.1.2	Relación producto / capital	100
8.1.3	Intensidad y densidad del capital del proyecto	101
CONCLUSIONES		102
RECOMENDACIONES		103
REFERENCIAS.....		104
BIBLIOGRAFÍA		108
ANEXOS.....		110

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Superficie agrícola bajo riego y secano por región	14
Tabla 2.2 Demanda histórica de fertilizantes en el Perú (Tm).....	19
Tabla 2.3 DIA (TM) y Superficie sembrada en el Perú (ha).....	20
Tabla 2.4 Demanda proyectada de fertilizantes y superficie cultivada en el Perú	20
Tabla 2.5 Demanda del proyecto	22
Tabla 3.1 Matriz de Enfrentamiento para la Macro localización	29
Tabla 3.2 Ranking de Factores Departamentos	29
Tabla 3.3 Matriz de enfrentamiento para la micro localización	31
Tabla 3.4 Ranking de Factores por Distrito Lima.....	31
Tabla 4.1 Máximo tamaño de la planta con respecto a la demanda	32
Tabla 4.2 Disponibilidad de Materia Prima proyectada para Villa El Salvador (Tm)..	33
Tabla 4.3 Capacidad de la planta según la tecnología	34
Tabla 4.4 Cálculo número de bolsas vendidas en el punto de equilibrio	34
Tabla 4.5 Estado de Pérdidas y ganancias en el punto de equilibrio (S/).....	35
Tabla 5.1 Máquinas asignadas por Etapa productiva.....	45
Tabla 5.2 Ficha técnica de Molino Triturador	46
Tabla 5.3 Especificaciones del Separador electromagnético CTS-69.....	47
Tabla 5.4 Especificaciones técnicas del Tromel Estacionario	48
Tabla 5.5 Especificaciones técnicas del secador rotativo	49
Tabla 5.6 Ficha Técnica del Horno de Pirólisis.....	50
Tabla 5.7 Ficha técnica ensacadora	51
Tabla 5.8 Cálculo de horas productivas por año	51
Tabla 5.9 Cálculo del número de máquinas y operarios	52
Tabla 5.10 Cálculo de la Capacidad disponible.....	53
Tabla 5.11 Principales componentes del biochar	54
Tabla 5.12 Matriz Causa – Efecto, aspectos e impactos ambientales	56
Tabla 5.13 Matriz de riesgos	57
Tabla 5.14 Matriz IPER	58
Tabla 5.15 Plan de mantenimiento de máquinas	60
Tabla 5.16 Programa de producción	62

Tabla 5.17 <i>Requerimiento de materia prima e insumos</i>	62
Tabla 5.18 <i>Turnos a trabajar por año</i>	63
Tabla 5.19 <i>Consumo eléctrico por año (kW)</i>	63
Tabla 5.20 <i>Consumo de agua por año (m³)</i>	64
Tabla 5.21 <i>Número de trabajadores por área</i>	64
Tabla 5.22 <i>Áreas de la planta</i>	70
Tabla 5.23 <i>Tabla de motivos para análisis relacional</i>	71
Tabla 5.24 <i>Códigos de análisis relacional</i>	71
Tabla 5.25 <i>Relación de elementos estáticos y móviles</i>	73
Tabla 5.26 <i>Cálculo de áreas de elementos móviles</i>	74
Tabla 5.27 <i>Cuadro de Guerchet para elementos inmóviles</i>	74
Tabla 5.28 <i>Cálculo de la independencia de los almacenes temporales</i>	75
Tabla 5.29 <i>Cálculo de k</i>	75
Tabla 5.30 <i>Cálculo de área de almacén de materia prima</i>	75
Tabla 5.31 <i>Cálculo de área de almacén de productos terminados</i>	76
Tabla 5.32 <i>Área de las zonas</i>	76
Tabla 6.1 <i>Trabajadores por puesto</i>	80
Tabla 7.1 <i>Costo del terreno</i>	82
Tabla 7.2 <i>Costo de máquinas</i>	82
Tabla 7.3 <i>Detalle de muebles y equipos</i>	83
Tabla 7.4 <i>Costo total de activos tangibles</i>	84
Tabla 7.5 <i>Costo de activos intangibles</i>	85
Tabla 7.6 <i>Capital de trabajo (S/)</i>	85
Tabla 7.7 <i>Inversión total</i>	86
Tabla 7.8 <i>Costo de materia prima e insumos (S/)</i>	86
Tabla 7.9 <i>Costo mano de obra directa</i>	87
Tabla 7.10 <i>Costo de mano de obra indirecta</i>	87
Tabla 7.11 <i>Depreciación de activos tangibles</i>	88
Tabla 7.12 <i>Amortización de activos intangibles</i>	89
Tabla 7.13 <i>Costo indirecto de fabricación (S/)</i>	89
Tabla 7.14 <i>Presupuesto de ingreso por ventas (S/)</i>	90
Tabla 7.15 <i>Presupuesto de costos de ventas (S/)</i>	90
Tabla 7.16 <i>Remuneraciones del personal administrativo</i>	91

Tabla 7.17 <i>Gastos de ventas (S/)</i>	91
Tabla 7.18 <i>Gastos de administración y ventas (S/)</i>	92
Tabla 7.19 <i>Relación Financiamiento / Capital</i>	92
Tabla 7.20 <i>Servicio de deuda</i>	93
Tabla 7.21 <i>Estado de resultados (S/)</i>	93
Tabla 7.22 <i>Estado de situación financiera (S/)</i>	94
Tabla 7.23 <i>Flujo de fondos económico (S/)</i>	94
Tabla 7.24 <i>Flujo de fondos financiero (S/)</i>	95
Tabla 7.25 <i>Cálculo C.P.P.C.</i>	96
Tabla 7.26 <i>Indicadores económicos</i>	96
Tabla 7.27 <i>Indicadores financieros</i>	96
Tabla 7.28 <i>Tabla de Indicadores para el año 1</i>	97
Tabla 7.29 <i>Ratios de rentabilidad para los años pronosticados.</i>	98
Tabla 7.30 <i>Sensibilidad según la variación del precio de venta</i>	98
Tabla 7.31 <i>Sensibilidad según la variación de la demanda</i>	99
Tabla 7.32 <i>Sensibilidad según la variación del costo de las materias primas</i>	99
Tabla 8.1 <i>Porcentaje de segregación de RSU del proyecto en Villa el Salvador</i>	100
Tabla 8.2 <i>Valor agregado</i>	100
Tabla 8.3 <i>Relación P/K</i>	101
Tabla 8.4 <i>Intensidad de capital</i>	101
Tabla 8.5 <i>Densidad de capital</i>	101

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 <i>Municipalidades que realizan servicio de recojo de RSU</i>	2
Figura 1.2 <i>Reactor para pirólisis</i>	4
Figura 1.3 <i>Separador electromagnético</i>	4
Figura 1.4 <i>Trituradora industrial</i>	5
Figura 1.5 <i>Usos y aplicaciones de residuos</i>	9
Figura 2.1 <i>Imagen del producto</i>	12
Figura 2.2 <i>Participación de mercado por tipo de fertilizante</i>	23
Figura 4.1 <i>Gráfico Data histórica de la generación de RSU en Villa el Salvador</i>	33
Figura 5.1 <i>Componentes del biochar</i>	38
Figura 5.2 <i>Rendimiento másico y producción de cenizas vs Temperatura</i>	40
Figura 5.3 <i>Rendimiento másico y producción de cenizas vs Tiempo de residencia</i>	40
Figura 5.4 <i>DOP Biochar</i>	43
Figura 5.5 <i>Diagrama de bloques</i>	44
Figura 5.6 <i>Molino triturador</i>	45
Figura 5.7 <i>Separador Electromagnético CTS-69</i>	46
Figura 5.8 <i>Tromel estacionario</i>	47
Figura 5.9 <i>Secador rotativo</i>	48
Figura 5.10 <i>Horno de pirólisis</i>	49
Figura 5.11 <i>Máquina Ensacadora</i>	50
Figura 5.12 <i>Diagrama de bloques</i>	55
Figura 5.13 <i>Cadena de suministro del Biochar</i>	61
Figura 5.14 <i>Equipo de protección contra riesgo biológico</i>	67
Figura 5.15 <i>Mascarilla N95</i>	68
Figura 5.16 <i>Señalización en el comedor</i>	69
Figura 5.17 <i>Tabla relacional de áreas</i>	72
Figura 5.18 <i>Diagrama relacional</i>	72
Figura 5.19 <i>Planta de producción</i>	77
Figura 5.20 <i>Diagrama Gantt de implementación del proyecto</i>	78
Figura 6.1 <i>Organigrama de la empresa</i>	81

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: Encuestas	111
--------------------------	-----



RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo determinar la viabilidad de mercado, técnica, económica, social y medioambiental para la instalación de una planta productora de biochar, fertilizante orgánico a base de residuos sólidos pirolizados. Para ello, se analizarán dos problemáticas medioambientales del Perú en el siglo XXI. Primero, la generación de residuos sólidos urbanos sin una disposición final adecuada como consecuencia del crecimiento urbano y segundo, el daño medioambiental generado por el uso de fertilizantes químicos. El biochar surge como una solución sostenible a estos dos grandes problemas. Por un lado, fomentará la segregación de residuos sólidos urbanos para el aprovechamiento de la materia orgánica (materia prima del biochar) y el reciclaje de la materia inorgánica. Finalmente, el uso generalizado del biochar en la agricultura como fertilizante principal o complementario, disminuirá considerablemente la huella de carbono de la industria, evitará la erosión de los suelos y generará mayores ingresos a los pequeños agricultores por su bajo costo y alto rendimiento.

Palabras clave: Biochar, pirólisis, fertilizantes, residuos sólidos; medio ambiente.

ABSTRACT

This research work has the objective to determine the market, technical, economic, social and environmental viability of the installation of a biochar production plant. Biochar is an organic fertilizer made of pyrolyzed solid waste. Throughout this project, we approached two environmental concerns in XXI century, which are a struggle for the Peruvian health care system. The first one is the lack of a disposal treatment for the generation of urban solid waste, an issue that is intensifying due to the population growth. The second issue is the damage caused by the chemical fertilizers such as barren, unproductive soil and contamination of water sources. Biochar arises as a sustainable solution to these glitches. We aim to foment the segregation of urban solid waste for the exploitation of the organic material (raw material of biochar) and the recycling of the inorganic material. Finally, therefore, the use of biochar in agriculture as a principal or complementary fertilizer will decrease the carbon footprint of the industry, prevent the soil erosion and generate more income for the little agricultures for its low cost and high performance.

Keywords: Biochar, pyrolysis, fertilizers, solid waste; environment

CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES

1.1 Problemática

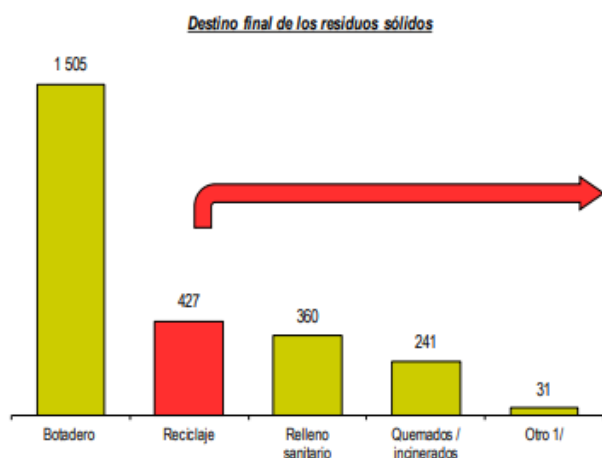
Según la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y agricultura) la contaminación agrícola se debe prioritariamente al uso de fertilizantes químicos, en especial de aquellos que contienen en su composición nitrógeno. La utilización de fertilizantes químicos significa una contaminación en cadena que comienza con la aplicación directa al suelo. Con el paso del tiempo estos químicos son filtrados al subsuelo y arrastrados por el viento, lluvia o evaporación, siendo su destino final en fuentes y reservas de agua. Todo esto sumado a una creciente preocupación por la preservación de las fuentes de agua.

Otra de las problemáticas en la industria agrícola, es el aumento de suelos estériles a nivel mundial, esto como consecuencia del cambio climático, pero, sobre todo, del uso indiscriminado de fertilizantes químicos. Hoy en día esta es una de las principales preocupaciones en la agricultura, ya que significa una insostenibilidad de la industria en los años venideros. Todo esto sin considerar la huella de carbono que genera la elaboración de fertilizantes químicos. Esta creciente preocupación ha sido trasladada a los consumidores finales que hoy en día exigen productos ecológicos, dando como resultado el nacimiento de empresas con productos orgánicos y una huella de carbono reducida.

Por otro lado, la generación de residuos orgánicos en los hogares e industrias viene aumentando a lo largo de los años. La ausencia de un plan integral para la segregación, tratamiento y reciclaje de residuos tiene como consecuencia la utilización de métodos insalubres. Esta es una de las razones por las que en la actualidad existen tantos restos en el mar, enterrados o peor aún; quemados. Solo en Lima los residuos sólidos desechados el 2019 fueron de 7 359 240 toneladas de los cuales sólo el 17 % termina siendo reciclado, el resto tiene su disposición final en botaderos, rellenos sanitarios o quemadores (SINIA, 2020).

Figura 1.1

Municipalidades que realizan servicio de recojo de RSU



Nota. De *Compendio estadístico Provincia de Lima 2019*, por Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2020

(https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1714/Libro.pdf)

Por todo lo mencionado anteriormente, este proyecto busca ofrecer una alternativa a la utilización de fertilizantes químicos, aprovechando los residuos orgánicos generados en la ciudad de Lima. Para ello será necesaria su segregación, con el fin de separar los componentes orgánicos del resto. De esta manera, se elaborará una alternativa ecológica que mejore el suelo (enmienda orgánica), llamada biochar (biocarbón), que a diferencia de los fertilizantes tradicionales no genera un daño ambiental y crea una forma sostenible de tratar los residuos sólidos.

1.2 Objetivos de la investigación

1.2.1 Objetivo general

Determinar la viabilidad de mercado, técnica, económica, social y medio ambiental para la instalación de una planta productora de biochar.

1.2.2 Objetivos específicos:

- Técnico: Evaluar la tecnología y las máquinas necesarias para el desarrollo del proyecto.
- Económico: Determinar los costos y la rentabilidad del proyecto mediante indicadores financieros.
- De mercado: Calcular el mercado objetivo mediante métodos de segregación.
- Social: Calcular la generación de puestos de trabajo.
- Medio ambiente: Evaluar el impacto ambiental mediante las toneladas de basura recicladas en el proyecto y la reducción en el consumo de fertilizantes químicos.

1.3 Alcance de la investigación

- Unidad de análisis: Saco de biochar de 50 kg.
- Población: Agricultores de la costa del Perú, municipalidades de Lima y pobladores de Lima que cuenten con jardín en su domicilio. (2021)
- Espacio: Departamento de Lima
- Tiempo: El proyecto es de 5 años, de enero 2021 a diciembre 2025.

1.4 Justificación del tema

1.4.1 Técnica:

Implementar una planta productora de biochar es factible técnicamente ya que existen las máquinas y métodos necesarios para la producción masiva de este producto. A continuación, se detalla la maquinaria a utilizar:

- **Reactor para pirólisis:**

El proceso de pirólisis, combustión anaeróbica a altas temperaturas, es crucial para la obtención del biochar. En el ámbito tecnológico existe una amplia gama de máquinas que permiten lograr una adecuada pirólisis a partir de residuos sólidos, siendo el más atractivo el reactor de lecho fluidizado. Este reactor es ideal para el tratamiento de residuos sólidos urbanos por sus dimensiones, gracias a ellas es posible ingresar grandes cantidades de residuos sólidos con formas irregulares en una sola carga. Asimismo, se pueden encontrar diversas variedades de acuerdo a la temperatura y

tiempo de residencia deseadas, factores determinantes para obtener las cantidades y cualidades de bio-carbón deseado.

Figura 1.2

Reactor para pirólisis



Nota. De *Reactor de lecho fluidizado*, por Alibaba, 2018 (<https://spanish.alibaba.com/product-detail/glass-lined-chemical-equipment-fluidized-bed-reactor-60125893058.html>)

- **Separador electromagnético:**

Un separador electromagnético es usado para extraer las piezas metálicas de los residuos sólidos. Este paso es importante para evitar el ingreso de metales al reactor y es parte del acondicionamiento de la materia.

Figura 1.3

Separador electromagnético



Nota. De *China Leading Permanent Eddy Current Separator Magnetic Separators Manufacturer*, por Alibaba, 2018 (https://www.alibaba.com/product-detail/China-Leading-Permanent-Eddy-Current-Separator_60730741491.html?spm=a2700.7724838.2017115.22.ec0f50fbFnL4ZR&s=p)

- **Trituradora industrial:**

Luego de separar los metales de los residuos, se tritura la mezcla hasta lograr partículas de 2 mm. Este proceso uniformiza la materia, dando como resultado un producto final

homogéneo con características físicas estándares y constantes. También ayuda a acondicionar la materia para su ingreso al separador electromagnético.

Figura 1.4

Trituradora industrial



Nota. De Trituradora industrial, Alibaba, 2018 (<https://spanish.alibaba.com/product-detail/professional-industrial-plastic-crusher-644150736.html?s=p>)

Los métodos para elaborar el biochar son difundidos por un grupo de investigación de la Universidad Nacional Agraria de La Molina, el cual promueve el estudio y uso del producto.

1.4.2 Económica:

El proyecto es factible económicamente debido a su rentabilidad. Considerando que el costo de venta de una tonelada de biochar es aproximadamente de 150 soles y en el mercado el precio actual es de 700 soles (200 dólares). El alto precio de venta responde a la percepción del biochar como un bien escaso y novedoso, para el cual aún no existen empresas que lo produzcan de manera industrial. Actualmente, la venta de este producto es con fines de investigación y en pequeñas cantidades para microempresas agrícolas que venden productos ecológicos y orgánicos. Además, según el Ministerio de Agricultura y Riego (2017), la agricultura es actualmente el segundo sector que genera mayores divisas del país y seguirá en crecimiento, por lo cual la demanda de fertilizantes crecerá de manera directamente proporcional.

1.4.3 Social:

El proyecto es socialmente viable debido a la generación de empleos en la planta de producción y en la recolección de residuos sólidos. Esta última actividad también

beneficiará a la población debido al aprovechamiento de los residuos sólidos de los hogares en un proceso que separa lo orgánico de lo inorgánico, propiciando el reciclaje de los residuos remanentes.

Según el Instituto Nacional de Estadística e Informática, en su anuario de estadísticas ambientales publicado el 2017, en el año 2016 se generaron 3 164 584 toneladas de residuos sólidos en la ciudad de Lima (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2017). De los cuales se estima que aproximadamente el 80% acabó en un botadero sin ser aprovechado.

Por otro lado, desde el punto de vista medioambiental, se tiene un impacto positivo en la contaminación agrícola. El biochar es un producto sustituto a los fertilizantes nitrogenados, los cuales contaminan el agua de ríos y subsuelo y terminan sobrecargando la tierra. Como bien sustituto y complementario, reduce la huella de carbono y mitiga los daños generados en el suelo, devolviéndole su fertilidad.

1.5 Hipótesis del trabajo

La instalación de una planta de producción de biochar es viable pues existe mercado para el producto. También tiene viabilidad técnica pues existen las máquinas y tecnología necesarias para la producción. Tendrá un impacto social y medioambiental positivo por el aprovechamiento de residuos sólidos y disminución de la contaminación.

1.6 Marco referencial

“La investigación consistió en la evaluación de las principales características físicas y químicas del biochar producido mediante pirólisis lenta, en un rango de temperatura de 550 - 600 °C y a partir de ocho tipos de materias primas residuales de cultivos agroforestales y de cultivos de manejo tradicional de la zona norte de la Amazonía peruana, para determinar su aptitud como una enmienda del suelo agrícola y como un agente potencial en el secuestro de carbono atmosférico en el suelo.” (Guerra, P., 2015).

En la tesis propuesta para la elaboración de biochar a partir de residuos de la Amazonía se encuentran todos los métodos y máquinas necesarias para la elaboración de distintos tipos de biochar. La tesis, compara 8 tipos de materias primas residuales, desde la producción hasta los beneficios de cada una. Dando un panorama amplio de lo que se

puede lograr con un producto indistintamente de la materia prima utilizada. La diferencia en la materia prima no será impedimento, solo cambiarán algunas propiedades del biochar y de los productos secundarios obtenidos.

“Currently manufactured biochar is in short supply and is fully utilized for academic research projects. BEST Energies is purported to have a target price of AUD \$200 /Mg (Mg is the same as a metric tonne) for Agrichar™. This is equivalent to USD \$0.06 /lb, and would be very competitively priced.” (Small, Phillip, 2018).

Este artículo brinda toda la información acerca de cómo utilizar el biochar, de donde conseguirlo y cómo prepararlo. Principalmente, da una idea del precio del biochar, indicando que actualmente es de 200 dólares la tonelada aproximadamente. Se recalca que aquellos que elaboran el biochar lo hacen principalmente con fines de investigación. Este dato brinda un referencial para colocar el precio final dependiendo de la estrategia de mercado que se quiera desarrollar. Cabe resaltar que el precio en el estudio es en Estados Unidos, aún no existe biochar a la venta en Perú.

“El biochar de origen vegetal (PBC) es una enmienda orgánica-mejorador de suelo mientras que el “ABC” es un fertilizante P orgánico o ambos. El Biochar producido adecuadamente tiene la capacidad de restaurar el equilibrio natural del suelo y mejorar el rendimiento de los cultivos mediante una mejor retención de agua y nutrientes, lo que conlleva una mayor tolerancia a la sequía y un mayor rendimiento en la producción de cultivos por el aumento de la fertilidad del suelo.” (Refertil, 2018).

El biochar también puede ser de origen animal. El “PBC” (vegetal) y “ABC” (animal) tienen características diferentes que pueden complementarse. Un biochar a partir de residuos domésticos tendrá residuos vegetales y animales. Esta información será útil para determinar los beneficios que tendrá el producto finalmente, en correlación a la composición de la materia prima.

“Ing. Agr. Mario Paredes- Se estima que la naturaleza tarda aproximadamente 200 años para producir 1 centímetro de suelo fértil, por lo que resulta de suma importancia aunar esfuerzos para prodigar los cuidados que se necesitan; de lo contrario, puede empobrecerse muy fácilmente en poco tiempo. Para ello, deben aplicarse prácticas de recuperación, conservación y aumento de su fertilidad natural.” (ABC color, 2005)

Una vez perdida la fertilidad, el suelo tarda 200 años en producir 1 cm de suelo fértil. Para evitarlo, se necesita aplicar de manera sostenida, métodos de conservación y

aumento de fertilidad. El biochar permite alargar el tiempo de fertilidad de la tierra y su naturaleza restauradora se ve explicada y sustentada en el documento.

“Utilizando la relación de 25 % biochar y 75 % urea y la metodología de moldeado, se logró producir pellets homogéneos, de un tamaño y consistencia adecuada para la experimentación (Figura 2). Según los análisis de laboratorio, este producto tuvo una relación C:N de 1.19:1 y un 30.68 % N, indicando que hubo una pérdida de 3.82 % N en el proceso de fabricación (asumiendo que la urea utilizada contenía 46 % N y que el biochar contenía una cantidad insignificante de N). Es probable que estas pérdidas de N se presenten por el escape de gas al momento de abrir y vaciar las cápsulas llenas de producto fundido. Estas se podrían reducir o eliminar con un diseño adecuado de la cámara de inyección y mezcla.” (Hernandez, E.M., Perret, J., 2013).

Este artículo brinda diferentes métodos para obtener biochar de diferentes composiciones y diferentes tamaños. Las propiedades cambian de acuerdo al método empleado, en conjunto con la modificación de las variables (temperatura y tiempo de residencia). Por otra parte, se muestran los resultados de mezclar el biochar con otros productos para obtener resultados diferentes en el suelo, comprobando su cualidad de bien complementario al uso de fertilizantes químicos. Da luces acerca de la mejor composición del bien final para atender al mercado objetivo. Comparte el mismo objetivo que este proyecto, el cual es producir la composición de biochar más beneficiosa y atractiva al mercado.

1.7 Marco conceptual

La gestión de los residuos es importante, puesto que, si no se realiza de manera adecuada, puede ser perjudicial para el medio ambiente y se pierde la oportunidad de aprovechar los productos que se pueden generar una vez tratados estos residuos. Estas aplicaciones son las siguientes:

Figura 1.5

Usos y aplicaciones de residuos

MATERIA PRIMA	TRATAMIENTO	PRODUCTOS	USOS Y APLICACIONES
Cultivos energéticos para biomasa (maíz, cereales, semillas oleaginosas, etc.) Lodos Residuos ganaderos (estiércol, gallinaza, purines, etc.) Residuos agrícolas (paja, residuos de madera, etc.) Residuos de cocina Otros residuos orgánicos (ej. fracción orgánica de los RSU, digestato, residuos de alimentación, etc.)	Compostaje	Compost CO ₂ , CH ₄	Enmiendas orgánicas/fertilizantes
	Digestión anaerobia	Gas combustible (CH ₄ , CO ₂ , H ₂ , H ₂ S) Digestato	Combustible, enmiendas orgánicas/fertilizantes
	Fermentación	Etanol	Combustible
	Pirólisis	Gas de síntesis Bioaceites Biochar	Calor Combustible Enmiendas orgánicas
	Gasificación	Gas combustible Biochar	Calor Combustible Enmiendas orgánicas
	Carbonización hidrotermal	Hidrochar Bioaceites Gas	Enmiendas orgánicas Combustible

Nota. El cuadro muestra los diferentes usos y aplicaciones de los residuos sólidos.

Este proyecto se concentra en elaborar enmiendas orgánicas a partir de residuos de cocina y otros residuos orgánicos que pueden ser encontrados en la recopilación municipal de residuos domésticos con el tratamiento de pirólisis.

Enmienda orgánica: Son productos fertilizantes cuya función principal es el aporte de materia orgánica al suelo con el fin de mejorar la fertilidad mediante la generación de humus.

Pirólisis: Se define como la descomposición térmica del carbón en condiciones sin oxígeno. A partir de este proceso se obtienen gases combustibles, aceites y residuos. El biochar proviene de los residuos de la pirolización de los residuos orgánicos.

La pirólisis evita la generación de CO₂, propia de la descomposición normal o la quema de residuos sólidos. Por el contrario, le brinda al biochar una gran capacidad de almacenamiento de CO₂, reduciendo la presencia de gases invernaderos en la atmósfera, al mismo tiempo que aumenta la productividad agrícola del suelo.

Para la elaboración de biochar es importante el acondicionamiento de la materia prima. En la mayoría de procesos industriales se debe dar un tratamiento previo a la

materia prima, ya sea por cuenta propia o por el proveedor de la materia prima. En este caso, en la planta de producción se realizará el acondicionamiento de la materia prima y consta de 3 pasos principales. Primero, se separan los metales con un separador electromagnético, luego se tritura la mezcla hasta lograr partículas de 2mm y finalmente se separan vidrios, tierra y cristales con un sedimentador. El resultado es una mezcla de residuos orgánicos que pasará al reactor para la pirólisis.

El acondicionamiento retira metales, vidrio y plásticos que serán posteriormente separados para un correcto tratamiento. Los metales son aglomerados formando un “tectán”, para ser reciclados. No se hará una separación de los metales debido a la gran cantidad y variedad de material que se generará y el tiempo que ello demanda. Por otro lado, el vidrio es triturado formando calcín, lo que le permitirá ser reciclado y almacenado sin ocupar mucho espacio. Por último, los plásticos tienen distintos tipos de tratamiento dependiendo del tipo (termoplástico, termoestable) y el nivel de degradación. Todos los plásticos se entregarán a una empresa especializada en tratamiento de plásticos. Estos tratamientos permitirán aprovechar la mayoría de los residuos domésticos para un mayor cuidado del medioambiente. (UNED, 2013).

Entre los principales beneficios del biochar se encuentran la mejora de la calidad del agua, la reducción del lixiviado de nutrientes, la reducción de la acidez del suelo, disminución de la necesidad de irrigación, y la absorción de metales pesados como el mercurio y el arsénico.

El sector agrícola viene en crecimiento, la demanda de fertilizantes crece todos los años y la necesidad de un producto ecológico que permita que la agricultura crezca de forma sostenida es indispensable. Según el Ministerio de Agricultura y Riego (2017), la agricultura es el segundo sector que genera mayores divisas, después de la minería. La diversidad de productos agrícolas que el Perú puede ofrecer debe ser aprovechado al máximo, cada metro cuadrado debe tener la mayor productividad posible y eso se logrará únicamente con buenos fertilizantes.

CAPÍTULO II: ESTUDIO DE MERCADO

2.1 Aspectos generales del estudio de mercado

2.1.1 Definición comercial del producto

- **Producto básico:**

El biochar es un fertilizante orgánico, a base de residuos orgánicos pirolizados, es decir, descompuestos a bajas temperaturas y en ausencia de oxígeno. Al ser un material poroso, de alta retención hídrica y rico en carbono, se convierte en un reservorio de nutrientes de liberación lenta (Tortosa ,2016), en otras palabras, duradero.

- **Producto real:**

El empaque es en bolsas de 50 kg. Alineado con las características del producto, el empaque será de material ecológico; de papel con una guía para el usuario, escrito con tinta orgánica. La calidad del producto se verá reflejada en el envoltorio, ya que será el primer biochar comercializado masivamente, estandarizado, distinto a los artesanales. Además, se contará con una certificación ecológica y orgánica por Control Union, que garantizará la veracidad y confiabilidad del producto. Precisar que Control Union es una certificadora con presencia global en más de 70 países en sistemas de producción y calidad en el rubro agrícola.

Figura 2.1

Imagen del producto



Nota. Bolsa de Biochar de 50 kg 100% orgánico.

- **Producto aumentado:**

Se contará con servicios de asesoría vía telefónica, página web y foro de preguntas para incrementar la productividad de los agricultores aprovechando al máximo los beneficios del biochar. Del mismo modo, se atenderán reclamos y recomendaciones por los mismos medios.

Finalmente, se otorgará crédito a los clientes frecuentes, como asociaciones de agricultores y municipalidades.

2.1.2 Usos del producto, bienes sustitutos y complementarios

Dentro de los beneficios del biochar como fertilizante encontramos que al ser de un material poroso; de alta retención hídrica y rico en carbono, se convierte en un reservorio de nutrientes de liberación lenta (Tortosa, 2016), es decir, duradero. Además, controla la acidez del suelo al tener un pH alcalino e incrementa los microorganismos beneficiosos gracias a su textura porosa. En general se cree que el biochar podría revertir la erosión del suelo y volver otra vez fértiles a los suelos degradados (Biochar International, 2010).

El producto tiene como beneficio básico fertilizar los suelos, nutrirlas y volverlos más productivos sin contaminar el suelo ni el agua, al contrario de los fertilizantes tradicionales.

Como productos sustitutos se tienen a los fertilizantes químicos, que lideran en importaciones, lo que los convierte en los más utilizados (Veritrade, 2018). Por otro lado, el guano de la isla es otro producto sustituto, actualmente es el único fertilizante que se produce a gran escala en el país. Tiene grandes beneficios como fertilizante y es impulsado por el gobierno peruano para su distribución a agricultores peruanos (Agrorural, 2018).

Los bienes complementarios son las semillas a cultivar en el suelo recuperado gracias al biochar. Se puede optar por utilizar otros abonos orgánicos para complementar los beneficios del biochar. Asimismo, puede ser utilizado de la mano con fertilizantes químicos, como un paliativo y enmienda de suelos.

2.1.3 Determinación del área geográfica que abarca el estudio.

Existen dos tipos de superficies agrícolas, bajo riego y bajo secano. La superficie agrícola bajo riego es la más tecnificada, obtiene una mayor inversión tanto en infraestructura como en mantenimiento. Por otro lado, la agricultura de secano o tradicional, no se encuentra productiva durante todo el año, normalmente solo tiene una cosecha ya que es utilizada para la agricultura familiar o de subsistencia. Por esa razón solo se considerará a la superficie bajo regadío puesto que encaja con el público objetivo del producto; una agricultura tecnificada (Agronomía.com, 2019)

De acuerdo al Plan Nacional de Cultivos (2019), el 36% de la superficie agrícola del Perú es bajo riego, de la cual el 57% (1 469 423 ha) se encuentra en la costa. Por ello, la costa será considerada como el área geográfica que abarca el estudio (20%). La costa es la región con más desarrollo tecnológico en la agricultura, a diferencia de la sierra y selva donde abundan los agricultores artesanales. Asimismo, las características áridas de la región hacen necesario el uso de fertilizantes para una mayor producción.

Tabla 2.1

Superficie agrícola bajo riego y secano por región

SUPERFICIE AGRÍCOLA, SEGÚN RIEGO Y SECANO (hectáreas)		
BAJO RIEGO	2 579 900	100%
Costa	1 469 423	57
Sierra	989 482	38
Selva	120 996	5
BAJO SECANO	4 545 108	100%
Costa	217 355	5
Sierra	2 306 526	51
Selva	2 021 226	44

Nota. De *Superficie agrícola bajo riego por región*, por Ministerio de Agricultura y Riego, 2019 (https://www.agromoquegua.gob.pe/doc/PLAN_NACIONAL_DE_CULTIVOS_2018-2019.pdf)

Por la mayor demanda y facilidad de acceso, el estudio se concentrará en la costa peruana. Otro factor para la decisión geográfica fue la participación de las municipalidades en el tratamiento de desechos sólidos, siendo la costa la región donde hay más participación (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2016). Los clientes principales serán los agricultores y las municipalidades.

2.1.4 Análisis del sector industrial

- **Amenazas de nuevos entrantes (Media baja)**

Existen barreras de entrada (económicas) debido a la alta inversión inicial por el costo de las máquinas. Además, existe una economía de escala por ser un producto que se vende por toneladas. La micro producción no es viable económicamente. Sin embargo, el acceso a la materia prima, residuos orgánicos, es fácil y barato. Por ello la amenaza de nuevos entrantes es media baja ya que el factor más importante es el alto costo de las máquinas.

- **Rivalidad entre competidores existentes (Media baja)**

Los competidores principalmente se dividen en fertilizantes orgánicos y químicos, todos con propiedades y beneficios distintos, lo cual disminuye la competitividad. Asimismo, existe un crecimiento en el sector, debido a que se ha dado importancia a una producción 100% orgánica. Además, no existe una marca predominante, la mayoría de fertilizantes orgánicos son elaborados por los propios agricultores. Por último, las

barreras de salida son fuertes, por el costo inicial de las máquinas. Por ello, la rivalidad entre competidores existentes es media baja.

- **Amenaza de productos sustitutos (Media alta)**

Como productos sustitutos se tienen a los fertilizantes químicos (Nitrogenados, potásico, fosfatado, etc.). Estos tienen un precio significativamente mayor (Zegarra, S., 2015), no obstante, los beneficios obtenidos son distintos a los que los fertilizantes orgánicos ofrecen. Dentro del sector se encuentran marcas consolidadas de producción masiva, tales como Misti, Molinos & Cia y Comafarmex. Esta amenaza es media alta por el tamaño de empresas con productos químicos sustitutos.

- **Poder de negociación de los proveedores (Medio bajo)**

Los proveedores principales son las municipalidades. En el Perú, a los residuos orgánicos no se les da la importancia y valor debido, por lo cual el precio de la materia prima es bajo. La municipalidad se encarga del 42% de la gestión de residuos sólidos. (Pérez, H., 2016). Para el resto, las municipalidades tercerizan el recojo. Según el Instituto Nacional de Estadística e Informática, la generación de residuos sólidos para el 2019 fue de 7 359 240 Tm. No obstante, la iniciativa de utilizar los residuos sólidos para generar biomasa, biogás, fertilizantes, hará que el precio del material suba o que sea aprovechado por las mismas municipalidades (integración hacia adelante). En conclusión, actualmente, el poder es medio bajo.

- **Poder de negociación de los clientes (alto)**

El producto es importante para la calidad de los productos del comprador (agricultura). Existe información total sobre los productos a disposición del comprador. El poder de negociación de los agricultores puede incrementar al asociarse en comunidades agrícolas para comprar al por mayor y disminuir el precio. Lo mismo sucede para las municipalidades que, además, por ser proveedores de la materia prima, tienen mayor poder como clientes. De esta manera se concluye que el poder de negociación de los clientes es alto.

El sector no tiene muchos impedimentos para el ingreso de nuevos competidores, sin embargo, existe una barrera de entrada monetaria y una necesidad de mantener una buena relación con los clientes ya que su poder de negociación es alto.

2.1.5 Modelo de Negocio

- **Segmentos de mercado**

Existen dos tipos de clientes, las municipalidades y los agricultores forman el primer grupo, por la capacidad de compra. La demanda de biochar para un campo de cultivo y todos los parques de una municipalidad, se miden por toneladas. Por otro lado, el otro tipo de cliente son las personas naturales o empresas con jardín. Estos tienen una demanda menor, por esa razón, su demanda será medida en kilogramos.

- **Propuestas de valor**

El producto es un fertilizante ecológico a partir de residuos domésticos, novedoso en el Perú. Tiene un precio más económico a comparación de fertilizantes químicos y beneficios similares. Reduce el riesgo de saturación de suelos y los restaura. Mejora el rendimiento considerablemente si se busca ser orgánico en los cultivos. Absorbe metales. Reduce la acidez, mejora la absorción de nutrientes de los cultivos.

- **Canales**

Existen dos canales de acuerdo al tipo de cliente final. Hay una distribución directa hacia municipios y agricultores, la compra del producto incluirá el transporte ya que se comercializarán toneladas. Por otro lado, para el segundo tipo de clientes, se venderá indirectamente a través de tiendas como Sodimac, Maestro, Promart, etc.

- **Relación con los clientes**

Existirá un asesoramiento gratuito vía telefónica y web, para maximizar las bondades del biochar en los cultivos. Cada bolsa de biochar vendrá con un manual de indicaciones y especificaciones. Se creará una comunidad web donde los usuarios

compartirán experiencias y serán premiados por su colaboración. Los miembros más activos obtendrán descuentos y crédito para comprar biochar.

- **Fuente de ingresos**

A las municipalidades y agricultores se les dará crédito para pagar a 30 días con letras una vez que sean clientes frecuentes. Para las personas naturales y empresas que compren a través de los centros de distribución, será al contado.

- **Recursos clave**

- Residuos orgánicos segregados.
- Ingeniero agrónomo capacitado.
- Horno de pirólisis industrial.

- **Actividades clave**

- Recolección de residuos orgánicos.
- Formulación uniforme del producto.
- Página web informativa
- Central telefónica.

- **Asociaciones clave**

- Alianza con el municipio para obtener residuos orgánicos a bajos precios a cambio de producto final.
- Unirse a la asociación de agricultores para entrar en contacto con los mismos, ofrecer el producto y participar en revistas agrónomas.
- Certificación ecológica que garantice la calidad del producto.

- **Estructura de costes**

- Costos fijos: Agua, electricidad, operarios, expertos agrónomos, alquiler, vendedores.
- Costos variables: Transporte, envases, residuos orgánicos.
- Alto costo de inversión por tecnología.

2.2 Metodología a emplear en la investigación

La metodología a emplear es la recopilación de la producción, importación y exportación de los últimos 5 años (2016-2020) de productos fertilizantes para hallar la DIA (demanda interna aparente) con la siguiente fórmula:

$$DIA = Producción + Importación - Exportación$$

Del mismo modo, se usará la superficie sembrada de los últimos 5 años. Con estos 2 datos, se hará una proyección de la demanda para los próximos 5 años, ya que la superficie sembrada tiene una relación directa con la cantidad de fertilizantes que se utiliza. En caso la correlación sea baja, se proyectará utilizando la tasa de crecimiento anual promedio.

Luego se hará una segmentación geográfica para considerar únicamente el mercado objetivo para la demanda del proyecto. Finalmente, se aplicarán encuestas a los agricultores para determinar la intención e intensidad de compra.

2.3 Demanda potencial

2.3.1 Patrones de consumo: Incremento de las áreas cultivables

En la actualidad 11.6 millones de hectáreas son cultivables en el Perú, debido a problemas geográficos, climatológicos y económicos de los agricultores, no se logra cultivar el total de las tierras (Andina, 2021). Las áreas cultivadas vienen en aumento debido al avance de la tecnología y el uso de mejores fertilizantes. Razón por la cual la recuperación de suelos también toma un papel importante. Existen programas impulsados por el gobierno como la ley de promoción y desarrollo de la agricultura familiar que tienen efecto positivo en el porcentaje de utilización de las hectáreas disponibles (El Peruano, 2015).

2.3.2 Determinación de la demanda potencial en base a patrones de consumo similares.

La cantidad de biochar a utilizar está establecida en kg/ha. A diferencia de otros productos, los expertos agrónomos dictaminan la cantidad de fertilizante a utilizar por hectárea. Esta es de 50 kg/ha. Para hallar la demanda potencial se usará el supuesto de

que se cultiva el 100% de las tierras cultivables del Perú y se utilizará la siguiente fórmula:

$$Demanda Potencial = 11\,649\,716\,ha * 50 \frac{kg}{ha}$$

La demanda potencial del proyecto es de 582 485.8 Tm de biochar por año, considerando que se usa el biochar una vez al año.

2.4 Demanda del proyecto en base a data histórica

2.4.1 Demanda Interna Aparente (DIA)

Se obtuvo con la siguiente fórmula:

$$DIA = Producción + Importación - Exportación$$

Los grandes comerciantes de fertilizantes en el Perú importan sus productos y los comercializan, más no lo producen. A diferencia de los abonos orgánicos, que no son producidos comercialmente. Estos se producen a pequeña escala o por cada agricultor para uso propio. Se considera que en el Perú solo se produce guano de la isla (Ministerio de Agricultura y Riego, 2017).

Los datos de la producción nacional se obtuvieron del Anuario estadístico del Ministerio de Agricultura, que trata todos los temas del sector agropecuario. Las importaciones y exportaciones se obtuvieron de la página Veritrade.

Tabla 2.2

Demanda histórica de fertilizantes en el Perú (Tm)

Año	Producción	Importación	Exportación	DIA
2016	28 395	1 048 221	30 580	1 046 036
2017	22 953	1 260 706	43 545	1 240 114
2018	25 542	987 769	47 678	965 633
2019	28 788	1 202 665	50 095	1 181 358
2020	10 029	1 267 447	75 376	1 202 100

Nota. Los datos de producción son del Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, 2020 (<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1692287/Bolet%C3%ADn%20Mensual%20%22El%20Agro%20en%20Cifras%22%20-%20Diciembre%202020.pdf>) y los datos de importación y exportación son de Veritrade, 2020 (www.veritrade.com)

2.4.2 Proyección de la demanda

Se decidió hacer una proyección asociando la demanda interna aparente y la superficie sembrada en el año.

Cabe resaltar la diferencia entre superficie sembrada y superficie cosechada. La primera hace referencia al área donde se depositó semilla, para lo cual tuvo que utilizarse algún fertilizante. El otro término hace referencia a las hectáreas donde se realizó cosecha y difiere de la anterior porque hay tipos de cultivo donde se realiza la cosecha en 2 etapas. De esta manera, se obtiene que para esos tipos de cultivos; donde se sembró una cantidad de producto, se cosechó el doble de superficie (Ministerio de Agricultura de México, sf).

Tabla 2.3

DIA (Tm) y Superficie sembrada en el Perú (ha)

Año	2016	2017	2018	2019	2020
DIA (Tm)	1 046 036	1 240 114	965 633	1 181 358	1 202 100
Superficie cultivada (ha)	1 859 583	1 840 318	1 920 713	1 895 910	1 817 225

Nota. La DIA es de la tabla 2.2 y la superficie cultivada adaptada de *Anuario estadístico, medios de producción agropecuarios*, por Ministerio de Agricultura y Riego, 2020 (<http://siea.minagri.gob.pe/siea/sites/default/files/anuario-medios-produccion-agropecuarios.pdf>)

Para proyectar la demanda de los próximos 5 años, se determinó la correlación que existe entre la demanda y la superficie cultivada ($r^2=0.18$). Debido a la baja correlación se proyectó utilizando el promedio de la tasa de crecimiento. La tasa promedio para la DIA es de 5.13% y para la superficie cultivada -1%.

Tabla 2.4

Demanda proyectada de fertilizantes y superficie cultivada en el Perú

Año	2021	2022	2023	2024	2025
DIA (Tm)	1 263 768	1 328 599	1 396 756	1 468 410	1 543 739
Superficie cultivada (ha)	1 799 053	1 781 062	1 763 252	1 745 619	1 728 163

Nota. Demanda proyectada con las tablas 2.2 y 2.3.

2.4.3 Definición del mercado objetivo teniendo en cuenta criterios de segmentación

El único criterio a considerar para la segmentación será el geográfico. Históricamente, la mayor parte de la demanda de fertilizantes se concentra en la costa. Razón por la definición del mercado objetivo se centrará en esta región. La población para este producto será medida por la superficie cultivada, y no por el número de agricultores debido a que el tamaño del terreno de cada agricultor puede variar. El área cultivada de la costa es el 20% de la superficie total (Ministerio de Agricultura y Riego, 2019).

2.4.4 Diseño de Encuestas

La encuesta tiene como objetivo proporcionar información que permita evaluar la viabilidad de implementar una planta de producción de biochar. La información proporcionada será tratada de forma confidencial. Las encuestas fueron realizadas a agricultores terratenientes de la costa. (Ver Anexo N° 1).

2.4.5 Resultados de la encuesta

Se realizó la encuesta a los agricultores terratenientes de la costa. Se consideró únicamente a aquellos que estén vinculados a una organización o empresa, dado que son los que comercializan sus productos. La población de agricultores es de 53 625 (Escobal, J, 2012). Se escogió una muestra de la población finita calculada con la siguiente ecuación:

$$n = \frac{p * q * N * z^2}{e^2 * N + p * q * z^2}$$

$$p = 0.2$$

$$q = 0.8$$

$$N = 53625$$

$$z = 1.96$$

$$e = 0.1$$

El parámetro p corresponde a la probabilidad afirmativa estimada a priori, q al complemento de p , N al tamaño de la población, z al nivel de confianza de 95%, y e al error de la estimación. Se obtuvo un número de 62 encuestas a realizar.

De las encuestas, los resultados más pertinentes fueron los de intención e intensidad de compra. Cabe resaltar que no consideramos la frecuencia ni la cantidad de compra, puesto que esto está determinado por el tamaño de las tierras cultivadas por el entrevistado y el tipo de cultivo, las cantidades por ha ya están definidas por los especialistas.

Se obtuvo una intención de compra de 70.97% e intensidad de 62.26%

2.4.6 Determinación de la demanda del proyecto

Considerando la costa, con un 20% de la superficie cultivada del país (Ministerio de Agricultura y Riego, 2019) como criterio para la segmentación, 70.97% de intención de compra y 62.26% de intensidad de compra, obtenemos la siguiente demanda del proyecto con la siguiente fórmula:

$$\text{Demanda del proyecto (t)} = \text{DIA proyectada (t)} * 0.20 * 0.7097 * 0.6226$$

Tabla 2.5

Demanda del proyecto

Año	2021	2022	2023	2024	2025
DIA (Tm)	1 263 768	1 328 599	1 396 756	1 468 410	1 543 739
Demanda del proyecto (Tm)	111 681	117 411	123 434	129 766	136 423
Demanda del proyecto en Unidades de PT	2 233 629	2 348 215	2 468 678	2 595 321	2 728 461

Nota. Cada unidad de producto terminado es una bolsa de 50 kg.

2.5 Análisis de la oferta

2.5.1 Empresas productoras, importadoras y comercializadoras.

La producción de fertilizantes en el Perú se basa principalmente en el guano de la isla. Su principal productor es la asociación Agro Rural que también se encarga de exportar este producto. El gobierno peruano impulsa el uso de este fertilizante en tierras nacionales debido a sus grandes beneficios, siendo considerado el mejor fertilizante.

En el mercado de fertilizantes químicos, las empresas se dedican a importar y comercializar los productos. La más grande es la empresa TQC. No existe ningún

productor a gran escala y los productores de abonos orgánicos son pequeños y principalmente producen para consumo propio.

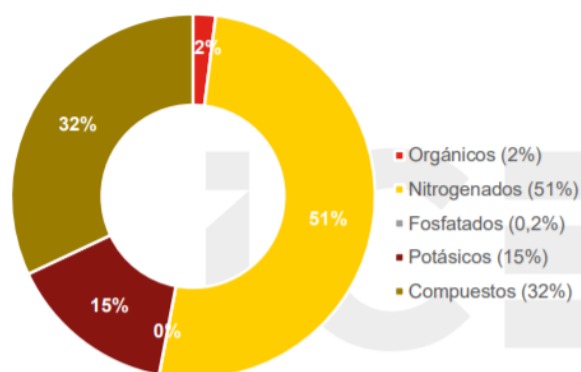
Entrar al mercado peruano con un producto fertilizante orgánico de producción industrial con la calidad y garantías que ello implica sería algo novedoso y podría tomar una gran parte del mercado.

2.5.2 Participación de mercado de los competidores actuales.

La lista de participación de mercado está liderada por empresas que comercializan fertilizantes químicos y compuestos. Solo el 2% del mercado corresponde a fertilizantes orgánicos, los cuales son artesanales.

Figura 2.2

Participación de mercado por tipo de fertilizante



Nota. De Fertilizantes en Perú, por ICEX, 2019 (<https://www.icex.es/icex/es/navegacion-principal/todos-nuestros-servicios/informacion-de-mercados/estudios-de-mercados-y-otros-documentos-de-comercio-exterior/DOC2019819665.html>)

2.6 Definición de la Estrategia de comercialización

2.6.1 Políticas de comercialización y distribución

Se comercializará el producto en toda la costa del Perú. Se venderá por tonelada a los agricultores, variando el precio dependiendo del tamaño del pedido. La forma de pago será a 30 días por los grandes volúmenes de los pedidos y la logística de entrega. El

canal de distribución será directo en las tiendas como Sodimac y Promart. La presentación será en bolsas de 50 kg. El canal de distribución será indirecto, ya que dichas tiendas serán los minoristas.

2.6.2 Publicidad y promoción

Se contactará con las principales asociaciones de agricultores para realizar la presentación del producto en una convención, con muestras gratis y asesoramiento gratuito a aquellos que se inscriban. Del mismo modo, se publicitará en revistas agrónomas para hacer conocido el producto, haciendo énfasis en sus propiedades.

Para los compradores minoristas, se llegará a través de redes sociales, enfatizando el carácter ecológico del producto para el mantenimiento de jardines. Se hará énfasis en la propiedad inolora del producto, característica que lo diferencia de los abonos tradicionales.

2.6.3 Análisis de precios

No existe una tendencia histórica de los precios del producto. El biochar es un producto nuevo, no existen empresas que lo produzcan de manera industrial. La venta de este producto es con fines de investigación y en pequeñas cantidades. El precio de mercado del biochar es de 700 soles por tonelada (200 dólares) (Small, P. 2018), mientras su costo es de 150 soles aproximadamente.

Aprovechando el gran margen que genera, lo novedoso que es el producto y el mercado potencial que se puede tomar de los fertilizantes químicos, se entrará al mercado con un precio de 30 soles por saco de 50 kg. Esto es muy bajo comparado con la tonelada de Guano de la isla que se encuentra en 850 soles la Tm (Ministerio de Agricultura y Riego, sf.).

CAPÍTULO III: LOCALIZACIÓN DE PLANTA

3.1 Identificación y análisis detallado de los factores de localización

Los factores para la macro localización son los siguientes:

- **Disponibilidad de materias primas**

Como la materia prima son residuos sólidos urbanos (RSU), la localización elegida debe tener un eficiente recojo por parte de la municipalidad y una generación significativa, de preferencia segregada por parte de los ciudadanos.

- **Demanda potencial**

De acuerdo a este factor, será calculada en base a la superficie sembrada de cada departamento, esta cifra ayudará a situar la planta de manera estratégica, cerca de una mayor cantidad de clientes.

- **Abasto de energía eléctrica**

Se deberá considerar la potencia eléctrica para abastecer a las máquinas y el gran tamaño de la planta.

- **Mano de obra**

Se evaluará la PEA como principal indicador, que exista mano de obra disponible sobre todo mano de obra conocedora del rubro.

- **Clima**

De preferencia deberá ser un clima seco, para así facilitar el proceso y garantizar que el producto no se humedezca fácilmente.

Los factores de micro localización son:

- **Vías de transporte**

Debe existir un acceso rápido a las principales carreteras, que estén en buen estado, asfaltadas.

- **Disponibilidad y costo de terrenos**

Evaluar si existen terrenos industriales a precios razonables.

- **Disponibilidad de materia prima**

Al ser un producto en el que existe mucha pérdida de peso a lo largo del proceso de transformación, es conveniente que la planta esté localizada cerca a la fuente de materia prima. En este caso, cerca de un Municipio que abastezca de residuos orgánicos.

- **Facilidades municipales**

Existen municipios que otorgan descuentos y/o exoneración de impuestos con el fin de incentivar el crecimiento del parque industrial zonal. Por ello, sería beneficioso encontrar algún distrito en el que se otorguen facilidades.

- **Saneamiento distrital**

Es imperativo que exista acceso a alcantarillado, servicio de agua y desagüe para la correcta segregación de efluentes con material orgánico.

3.2 Identificación y descripción de las alternativas de localización

Como se definió en el capítulo anterior el proyecto tendrá como segmentación principal la costa, razón por la cual se procedió a evaluar tres departamentos, Lima, Piura y La Libertad. A continuación, se detalla cada uno con más profundidad.

- **Lima:**

Esta ciudad es la capital del Perú, tiene la mayor cantidad de habitantes, aproximadamente 9 320 000 habitantes (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2018). Según la estadística ambiental en el Sistema Nacional de Información Ambiental del Ministerio del Ambiente, anualmente se producen 3 375 208 millones de toneladas de residuos sólidos de los cuales 93.6% son recolectados por los municipios.

Con respecto al tratamiento de los residuos sólidos, el 10.4% de los municipios realiza algún tratamiento. Se entiende por tratamiento de RRSS a la acción de dar una disposición final para la basura como, por ejemplo, la incineración, reciclaje, compostaje, relleno sanitario, etc. Asimismo, la cantidad de residuos segregados en la fuente más alta es en Lima, siendo de 188 858 toneladas por año (Ministerio del Ambiente, 2021).

Por otro lado, la superficie cultivada bajo riego es de 499 865.3 hectáreas que están distribuidas entre 78 518 productores agropecuarios (Ministerio de Agricultura y Riego, 2019). La energía eléctrica disponible en Giga watt hora es de 18 522.7. Dentro de los factores climáticos más importantes, encontramos a la humedad, siendo en Lima alta con 87,4% de humedad relativa promedio anual.

Finalmente, para evaluar la mano de obra es necesario saber la PEA (Población Económicamente Activa), que según el Instituto Nacional de Estadística e Informática fue de 5 699 000 trabajadores en el 2019.

- **Piura:**

Localizada en la costa norte del Perú, tiene 1 844 129 habitantes (MIMP, 2015) que anualmente generan 414 486 toneladas de residuos sólidos de los cuales el 87.9% es recolectado por los municipios. Por otro lado, el tratamiento de residuos sólo lo efectúa un 7,3% de las municipalidades. Además, anualmente se segregan 27 509 toneladas de residuos en su fuente de origen, es decir no es necesario efectuar un proceso de separación (Ministerio del Ambiente, 2021).

Con respecto a superficie cultivada, en Piura existen 386 777.4 hectáreas que están distribuidas entre 142 850 productores agropecuarios. Por el lado de la energía eléctrica disponible, el departamento cuenta con 807,1 Giga watt hora (Ministerio del

Ambiente, 2021) por año. En lo climático, según el Ministerio del Ambiente, la humedad relativa promedio anual es de 73.6%.

Para concluir, la PEA fue de 1 019 100 trabajadores en el 2019 (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2019).

- **La Libertad:**

También ubicada en la costa norte, tiene 1 859 640 habitantes (MIMP, 2015) y a su vez genera 416 114 toneladas de desechos. La tasa de recolección para es de 89.1% y la tasa de municipalidades que aplicaron alguna disposición final para los residuos fue de 13.2%. En lo que respecta a segregación en la fuente de origen, en esta región solo se obtuvieron 24 058 toneladas segregadas (Ministerio del Ambiente, 2021).

La superficie cultivada en La Libertad es de 528 763.8 hectáreas que están distribuidas entre 142 127 279 productores agropecuarios. No obstante, respecto a la energía eléctrica disponible, el departamento cuenta con solo 343.7 Giga watt hora (Ministerio del Ambiente, 2021) por año. La humedad relativa anual promedio de La Libertad es de 90.7%.

Finalmente, la PEA para este departamento es de 1 070 600 personas (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2019).

3.3 Evaluación y selección de localización

3.3.1 Evaluación y selección de la macro localización

Para determinar la importancia de cada factor se utilizó la matriz de enfrentamiento, otorgando la calificación de acuerdo a las siguientes reglas:

Regla:

- 1 : Más relevante que
- 0 : Menos relevante que
- 1 : Equitativo

Para la macro localización, el factor más relevante es la disponibilidad de las materias primas.

Tabla 3.1*Matriz de Enfrentamiento para la Macro localización*

	Factores	1	2	3	4	5	Total	%
1	Disponibilidad de materias primas		1	1	1	1	4	33%
2	Cercanía al mercado	0		1	1	1	3	25%
3	Abasto de energía eléctrica	0	0		1	1	2	17%
4	Mano de obra	0	1	0		1	2	17%
5	Clima	0	0	0	1		1	8%
							12	

Una vez hallada la ponderación se procedió a efectuar un ranking de factores.

Para ello, primero se definió la siguiente escala, siendo 3 la calificación ideal.

Escala: (0) Baja (1) Intermedio (3) Alto

Se prosiguió a otorgar la siguiente ponderación a cada uno de los factores de acuerdo a su importancia.

Luego, aplicando ranking de factores se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 3.2*Ranking de Factores Departamentos*

Factor	%	Lima		Piura		La Libertad	
		Calificación	Puntaje	Calificación	Puntaje	Calificación	Puntaje
Disponibilidad de materias primas	33%	3	1	2	0.67	1	0.33
Cercanía al mercado	25%	2	0.5	1	0.25	3	0.75
Abasto de energía eléctrica	17%	3	0.5	2	0.33	1	0.17
Mano de obra	17%	3	0.5	2	0.33	2	0.33
Humedad	8%	1	0.08	3	0.25	2	0.17
		TOTAL	2.58		1.83		1.75

De esta manera se puede apreciar como la ciudad elegida resulta ser Lima, luego Piura y en último puesto La Libertad.

3.3.2 Evaluación y selección de la micro localización

Los distritos entre los cuales se hará la evaluación son:

- **Ate:**
 - Vías de transporte: Construcción de pistas en 2019 de 16 744 m² (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2019).
 - Costo de terrenos: US\$ 650 por m² y US\$ 750 por m² (Gestión, 2016), cerca de la carretera central.
 - Disponibilidad de materia prima: 207 775 Tm de residuos sólidos (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2019)
 - Facilidades municipales: A larga el plazo de las fechas de vencimiento del predial y arbitrios 2018 para Mypes y microempresarios (Cámara Lima, 2018).
 - Saneamiento distrital: 29.8 % total de incidencia del déficit de agua y saneamiento básico (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2019).
- **San Juan de Lurigancho:**
 - Vías de transporte: Construcción de pistas en 2019 de 250 000 m² (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2019).
 - Costo de terrenos: US\$ 550 por m² hasta US\$ 650 por m² (Gestión, 2016).
 - Disponibilidad de materia prima: 345 483 Tm de residuos sólidos (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2019).
 - Facilidades municipales: No existe beneficio (Cámara Lima, 2018).
 - Saneamiento distrital: 19.3 % total de incidencia del déficit de agua y saneamiento básico (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2019).
- **Villa El Salvador:**
 - Vías de transporte: Construcción de pistas en 277 304 m² (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2019), cerca de la Panamericana Sur.
 - Costo de terrenos: US\$ 473 por m² hasta los US\$ 595 por m² (Gestión, 2016).
 - Disponibilidad de materia prima: 145 718 Tm de residuos sólidos (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2019).
 - Facilidades municipales: Establece beneficios por pronto pago del predial y arbitrios de 15% si se pagan a tiempo. (Cámara Lima, 2018).

- Saneamiento distrital: 21.2 % total de incidencia del déficit de agua y saneamiento básico (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2019).

De acuerdo a la información mostrada se efectuó la calificación de los factores y finalmente de los distritos:

Tabla 3.3

Matriz de enfrentamiento para la micro localización

	Factor	1	2	3	4	5	6	Total	%
1	<i>Vías de transporte</i>		1	0	1	1	1	4	25%
2	<i>Costo de terrenos</i>	0		0	1	1	1	3	19%
3	<i>Disponibilidad de materia prima</i>	1	1		1	1	1	5	31%
4	<i>Facilidades municipales</i>	0	0	0		0	1	1	6%
5	<i>Disponibilidad de terrenos</i>	0	0	0	1		1	2	13%
6	<i>Saneamiento distrital</i>	0	0	0	0	1		1	6%
								16	

Tabla 3.4

Ranking de Factores por Distrito Lima

Factor	%	Ate		San Juan de L.		Villa el Salvador	
		Calificación	Puntaje	Calificación	Puntaje	Calificación	Puntaje
Vías de transporte	25%	2	0.50	2	0.50	3	0.75
Costo de terrenos	19%	1	0.19	2	0.38	3	0.56
Disponibilidad de materia prima	31%	2	0.63	3	0.94	1	0.31
Facilidades municipales	6%	2	0.13	1	0.06	3	0.19
Disponibilidad de terrenos	13%	2	0.25	1	0.13	3	0.38
Saneamiento distrital	6%	1	0.06	3	0.19	2	0.13
		TOTAL	1.75		2.19		2.31

De esta manera, el distrito más apropiado para localizar la planta será Villa el Salvador ya que obtuvo el mayor puntaje.

CAPÍTULO IV. TAMAÑO DE PLANTA

4.1 Relación tamaño – mercado

Como ya se halló en el capítulo II, la demanda del proyecto sería la mayor, es decir, la del año 2025.

La empresa tiene proyectado llegar a una participación 15% para el 2025, por lo que la capacidad máxima de la planta sería 409 269 sacos de 50 kg.

Tabla 4.1

Máximo tamaño de la planta con respecto a la demanda

Año	2021	2022	2023	2024	2025
Demanda del proyecto (Tm)	111 681	117 411	123 434	129 766	136 423
Demanda del proyecto en Unidades de PT	2 233 629	2 348 215	2 468 678	2 595 321	2 728 461
Participación del mercado (15%)	335 044	352 232	370 302	389 298	409 269

Nota. Elaborado a partir de la tabla 2.4.

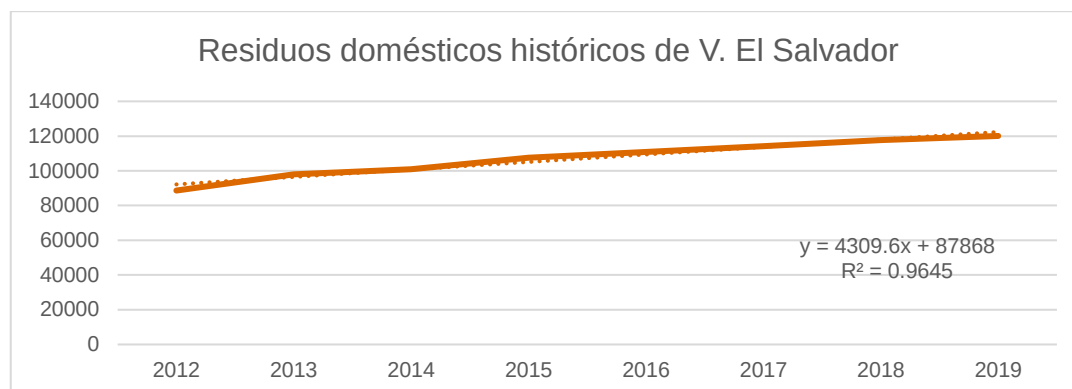
4.2 Relación tamaño – recursos productivos

Para este proyecto la principal materia prima son los residuos sólidos urbanos. Como ya se mostró en los capítulos previos, en el Perú no se cuenta con un plan de disposición final desarrollado y esta materia prima no tiene una fuerte demanda ya que en su mayoría es desechada.

En Villa el Salvador, distrito donde estará localizada la planta, se producen anualmente las siguientes toneladas de residuos sólidos domésticos, sin contar los desmontes:

Figura 4.1

Gráfico Data histórica de la generación de RSU en Villa el Salvador



Nota. Adaptado de *Compendio estadístico Provincia de Lima 2019*, por Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2019

(https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1714/Libro.pdf)

A partir de esa data, al ser la correlación alta, se realizó una regresión lineal simple. De esta manera se obtuvo la siguiente data para los años del proyecto.

Tabla 4.2

Disponibilidad de Materia Prima proyectada para Villa El Salvador (Tm)

Año	2021	2022	2023	2024	2025
Materia prima proyectada (Tm)	130 964	135 274	139 583	143 893	148 202

Nota. Proyección a partir de los datos de la figura 4.1.

En conclusión, la disponibilidad de materia prima solo en el distrito de Villa el Salvador, sin considerar la de los distritos circundantes, podría satisfacer la demanda máxima del proyecto. Considerando que, según el balance de materia prima, se requeriría un ingreso máximo de 109 698 toneladas de residuos sólidos.

4.3 Relación tamaño – tecnología

Tomando en cuenta el cuello de botella de la planta, según como se detalla en el capítulo 5.4.1, sería la operación de separar manualmente. Esto tomando como capacidad la máxima.

Tabla 4.3*Capacidad de la planta según la tecnología*

Operación	Cantidad entrante (Tm)	Capacidad de procesamiento (kg/H-M o H-H)	Número de máquinas/operarios	Horas productivas/año	Capacidad en unidades de MP	Factor de conversión	Capacidad en unidades de PT
Separar manualmente	109 698	4.00	4	7 076.16	113 219	3.73	422 403

Nota. Capacidad de la planta calculada en la tabla 5.10

Como se puede ver, la tecnología no restringiría la producción, dando como resultado 422 403 unidades de producto terminado.

4.4 Relación tamaño – punto de equilibrio

El punto de equilibrio se refiere a la mínima capacidad que debería de tener la planta para no tener pérdidas, pero tampoco ganancias. En otras palabras, es el punto de quiebre en el que el proyecto se vuelve rentable.

El precio internacional del biochar según Lombricor, una empresa española es de 15 euros el saco de 50kg. Por lo que el precio ofrecido en el Perú será considerablemente menor, de 30 soles.

Con el fin de hallar el punto de equilibrio se buscó el número de ventas con el que el VAN Económico se volvía 0, de esta manera se halló que las ventas pronosticadas debían de disminuir en un 37%. A continuación, se muestra el Estado de pérdidas y ganancias en esa situación.

Tabla 4.4*Cálculo número de bolsas vendidas en el punto de equilibrio*

Rubro	Unidad	2021	2022	2023	2024	2025
Ventas	Sacos	244 441	256 981	270 164	284 024	298 594
Precio	S/ / Saco	30	30	30	30	30
Ventas	S/	7 333 242	7 709 438	8 104 932	8 520 715	8 957 828

Nota. Número de bolsas vendidas en el punto de equilibrio.

Tabla 4.5*Estado de Pérdidas y ganancias en el punto de equilibrio (S/)*

RUBRO	2021	2022	2023	2024	2025
Ingreso por ventas	7 333 242	7 709 438	8 104 932	8 520 715	8 957 828
(-) Costo de venta	-4 844 795	-4 995 257	-5 218 926	-5 398 316	-5 342 068
(=) Utilidad bruta	2 488 447	2 714 181	2 886 006	3 122 399	3 615 760
(-) Gastos generales	-1 419 562	-1 433 355	-1 447 857	-1 463 102	-1 479 130
(-) Gastos financieros	-238 936	-188 634	-138 332	-88 029	-37 727
(+) Venta de activos tangibles (mercado)					1 693 184
(-) Valor residual activos tangibles					-3 386 368
(=) Utilidad antes de participaciones e impuestos	829 949	1 092 192	1 299 818	1 571 268	405 720
(-) Participaciones	-82 995	-109 219	-129 982	-157 127	-40 572
(-) Impuesto a la renta (29.5%)	-244 835	-322 197	-383 446	-463 524	-119 687
(=) Utilidad antes de reserva legal	502 119	660 776	786 390	950 617	245 460
(-) Reserva legal	-50 212	-66 078	-656 660		
(=) Utilidad disponible	451 907	594 698	129 729	950 617	245 460

4.5 Selección del tamaño de planta

Con toda la data recopilada, se concluye que si es factible satisfacer la demanda del 15% y a su vez hacerla rentable. Razón por la cual se eligió crear una planta con la capacidad de la relación tamaño-mercado. Es decir, de 422 403 sacos de 50 kg de producto terminado.

CAPÍTULO V. INGENIERÍA DEL PROYECTO

5.1 Definición técnica del producto

5.1.1 Especificaciones técnicas, composición y diseño del producto

El biochar es un producto nuevo, sin especificaciones técnicas definidas. Es un producto que, actualmente, se encuentra en etapa de investigación y su principal promotor es la “International Biochar Initiative”, fundada el 2008, de la cual se extrajo la siguiente definición del producto.

El biochar es un material sólido obtenido de la carbonización termoquímica de la biomasa en un ambiente carente de oxígeno (International Biochar Initiative, sf). Las características y propiedades del biochar también varían según la materia orgánica utilizada y la temperatura utilizada.

El biochar comenzó a producirse a partir de biomasa no residual, luego se descubrió que podía producirse con diferentes residuos orgánicos, entre ellos los RSU (residuos sólidos urbanos), materia prima que se eligió para esta investigación por el beneficio medioambiental y social que representa.

En general el biochar cuenta con las siguientes características (Escalante, A., 2016):

- **Físicas:**

Sólido carbonoso de color negro, de superficie intrincada y heterogénea que depende de la materia prima con la cual se elabore. Posee alta porosidad dependiendo del proceso de pirólisis. El tamaño de la partícula es de 1 a 4 mm.

- **Químicas:**

La característica química principal del biochar es su estabilidad, ya que determina el tiempo que permanecerá el carbono en el suelo y producirá los efectos propios del biochar. Su pH varía en un intervalo entre 6.2 y 13 con media 8.1. Asimismo, la

capacidad de intercambio catiónico puede llegar hasta los 40 cmol / kg y decrece después de su elaboración.

Entre sus principales beneficios en la agricultura se destacan los siguientes (Small, P.,2018):

- Agiliza el crecimiento de las plantas
- Reduce las emisiones de metano.
- Disminuye las emisiones de óxido de nitrógeno aproximadamente en un 50%.
- Reduce la necesidad de fertilizantes alrededor de un 10%.
- Reduce la pérdida de nutrientes.
- Baja la acidez del suelo.
- Disminuye la toxicidad del aluminio.
- Mejoran las características del suelo con respecto a la retención de agua.
- Aumenta la respiración microbiana del suelo.
- Incrementa la biomasa microbiana del suelo.
- Estimula la fijación de nitrógeno en leguminosas.
- Aumenta la cantidad de hongos micorrízicos.
- Mejora la capacidad de intercambio catiónico.

5.1.2 Marco regulatorio para el producto

El biochar es un producto nuevo, parecido al carbón tradicional pero no podría compararse con el mismo debido al uso final que se le da. El marco regulatorio para el carbón vegetal, según la FAO (2018), se rige por características de carbono total, materia volátil dispersa del agua, capacidad calorífica, tamaño, materia prima, entre otras. Estas especificaciones no se aplican al biochar. En el caso del tamaño, el carbón vegetal exige un tamaño de 60 mm, mientras el biochar un máximo de 10 mm. Una de las características más importantes del biochar es su porosidad y esta no se considera en el carbón vegetal. Como último ejemplo, el biochar puede ser elaborado con cualquier materia orgánica, mientras el carbón vegetal de determinados tipos de madera.

Es por eso que el único marco regulatorio aplicable al biochar sería la norma NTP-ISO 8397:2012 (revisada el 2018), la cual regula los fertilizantes sólidos y acondicionadores de suelo. Según la norma lo único que hay que considerar es el tamaño de las partículas.

La composición del producto final debe cumplir con los siguientes parámetros:

Figura 5.1

Componentes del biochar

Componente	Masa (%)
Carbono fijo	50 - 90
Materia volátil	0 - 40
Humedad	1 - 15
Cenizas	0,5 - 5

Nota. De *Producción de biochar a partir de material bioestabilizado*, por Del Amo, E. (<http://uvadoc.uva.es/bitstream/10324/31220/1/TFG-I-894.pdf>)

5.2 Tecnologías existentes y procesos de producción

5.2.1 Naturaleza de la tecnología requerida

- **Descripción de las tecnologías existentes**

El único método para la obtención de biochar es la descomposición por pirólisis. Existe la pirólisis rápida y la lenta. Las diferencias entre estas se darán en la composición y proporción de los productos de salida; sólido, líquido y gaseoso. Con respecto a los métodos de pre tratamiento existe la separación mecánica y la bioestabilización de la materia orgánica con métodos anaerobios y de compostaje para homogeneizar la materia prima.

- **Pirólisis rápida:**

El proceso se realiza rápidamente con tiempos de residencia de 1 a 20 segundos. Se utilizan temperaturas mayores a 500 °C. Es necesario que las partículas sean pequeñas y homogéneas, se genera una composición de 12% sólido, 75% líquido y 13% gas en promedio. (Del Amo, E., 2018).

- **Pirólisis lenta:**

Los tiempos de residencia para este método van de minutos a días. La temperatura promedio es de 400 °C. Los productos resultantes tienen una composición aproximada de 35% sólido, 30% líquido y 35% gas. (Del Amo, E., 2018). La producción de sólidos aumenta debido a que los gases polimerizan. El producto es rico en carbono.

- **Pre tratamiento:**

El pre tratamiento realizado a la basura, generalmente para el aprovechamiento de materiales reciclables comprende la separación de materia orgánica e inorgánica por medio de cribado con tromel, el cual también se encarga de triturar los residuos. Luego la separación manual y mecánica para segregar los residuos inorgánicos. La separación mecánica separa ferrosos de no ferrosos con imanes electromagnéticos. (Tecsán, 2011). A esto se le agrega un secado para reducir la humedad. Con estos procesos se obtiene la materia orgánica lista para la pirólisis.

- **Bioestabilización:**

Se puede obtener una materia prima homogénea (compost) con un proceso anaerobio y aerobio. Primero se realiza una biometanización con microorganismos anaerobios que generan biogás y estabilizan los residuos sólidos. Estos microorganismos realizan tres procesos: hidrólisis, acetogénesis y metanogénesis (Del Amo, E., 2018). El biogás generado puede ser tratado y utilizado como combustible. Luego se somete a un proceso de compostaje con microorganismos aerobios. Este proceso termina el proceso de bioestabilización de la materia orgánica generando compost. Se generan malos olores y exposición de bacterias a los trabajadores.

- **Selección de la tecnología**

- **Pretratamiento:**

Debido al alto costo y consecuencias salubres de bioestabilizar la materia prima, se optó por utilizar únicamente métodos manuales y mecánicos para el acondicionamiento de la materia prima. Se acondicionó el tratamiento tradicional de la basura para reciclaje. Se

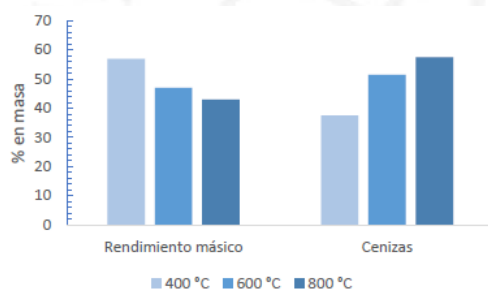
realizará una separación manual, trituración, extracción de metales, cribado de materia orgánica y secado.

- **Pirólisis:**

Se seleccionó el método de pirólisis lenta por su capacidad de producir mayor materia sólida con alto porcentaje de carbono. Además, debido a que favorece la microporosidad del producto final, la cual mejora los efectos de retención de CO₂ del producto final. Con respecto a la temperatura y tiempo de residencia se eligió 400°C por 2 horas. Las dos principales razones son el rendimiento másico y la producción de cenizas, las cuales se buscan aumentar y reducir respectivamente.

Figura 5.2

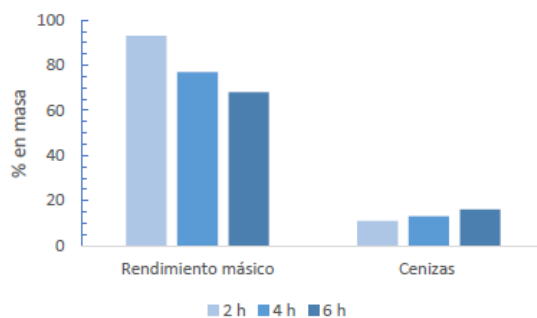
Rendimiento másico y producción de cenizas vs Temperatura



Nota. De *Producción de biochar a partir de material bioestabilizado*, por Del Amo, E., 2018 (<http://uvadoc.uva.es/bitstream/10324/31220/1/TFG-I-894.pdf>)

Figura 5.3

Rendimiento másico y producción de cenizas vs Tiempo de residencia



Nota. De *Producción de biochar a partir de material bioestabilizado*, por Del Amo, E., 2018 (<http://uvadoc.uva.es/bitstream/10324/31220/1/TFG-I-894.pdf>)

- **Secado:**

Para disminuir la temperatura del producto final de 400°C a 30°C se utilizará el método de secado en túneles.

5.2.2 Proceso de producción

- **Descripción del proceso**

- **Recepción de materia prima:**

Llegan los residuos sólidos urbanos recolectados de los hogares, comercios y calles. También los residuos vegetales, maleza recolectada de la poda municipal y privada. La materia que servirá será la fracción orgánica de origen alimentario y la fracción vegetal proveniente de la maleza.

- **Separación manual:**

Los residuos ingresan por una faja transportadora mientras los operarios irán rompiendo las bolsas y separando los materiales inorgánicos grandes, tales como botellas de vidrio y plástico, objetos de metal, entre otros. Por su alto contenido de materiales reciclables, podrá ser vendido a una empresa clasificadora de residuos.

- **Triturado:**

La faja termina en una trituradora industrial de gran capacidad, la cual fracciona los residuos en pedazos más pequeños, este proceso irá homogenizando la materia prima y la acondicionará para el proceso siguiente.

- **Separado de materiales metálicos:**

Se separará los metales pequeños que no pudieron ser separados manualmente con un separador electromagnético. Los materiales ferrosos pueden mezclarse con la materia orgánica y alterar las características del producto final. También se realiza para evitar dañar el tromel innecesariamente.

- **Cribado con tromel rotativo:**

Con un tromel rotativo se realizará la separación de materia orgánica e inorgánica. En este proceso se retiran los restos de materia orgánica que no pudo retirarse en la separación manual y termina de homogeneizarse la mezcla orgánica ya que se sigue fraccionando la materia y mezclándola.

- **Secado:**

Se realiza un secado en túneles para reducir la humedad de la materia orgánica, la cual toma nombre de biomasa. Este secado favorecerá el proceso de pirólisis y el aire de salida será aprovechado para el enfriamiento posterior.

- **Pirólisis:**

El horno seleccionado para el proceso de pirólisis es el horno rotatorio, por su eficiencia y flexibilidad, además de que la rotación favorece la homogeneización del producto final. El tiempo de residencia es de 2 horas con una temperatura de 400 °C. Estos parámetros favorecen el rendimiento másico y reducen la producción de cenizas. Se obtienen 3 productos, uno sólido (biochar), uno líquido (residuos líquidos y bioaceites) y uno gaseoso. Los residuos líquidos serán segregados como aguas residuales y los gaseosos comercializados o reutilizados como combustible.

- **Enfriamiento:**

Se aprovecha el aire de salida del secado para disminuir la temperatura del biochar hasta los 30 °C, temperatura a la cual está listo para su ensacado.

- **Ensacado:**

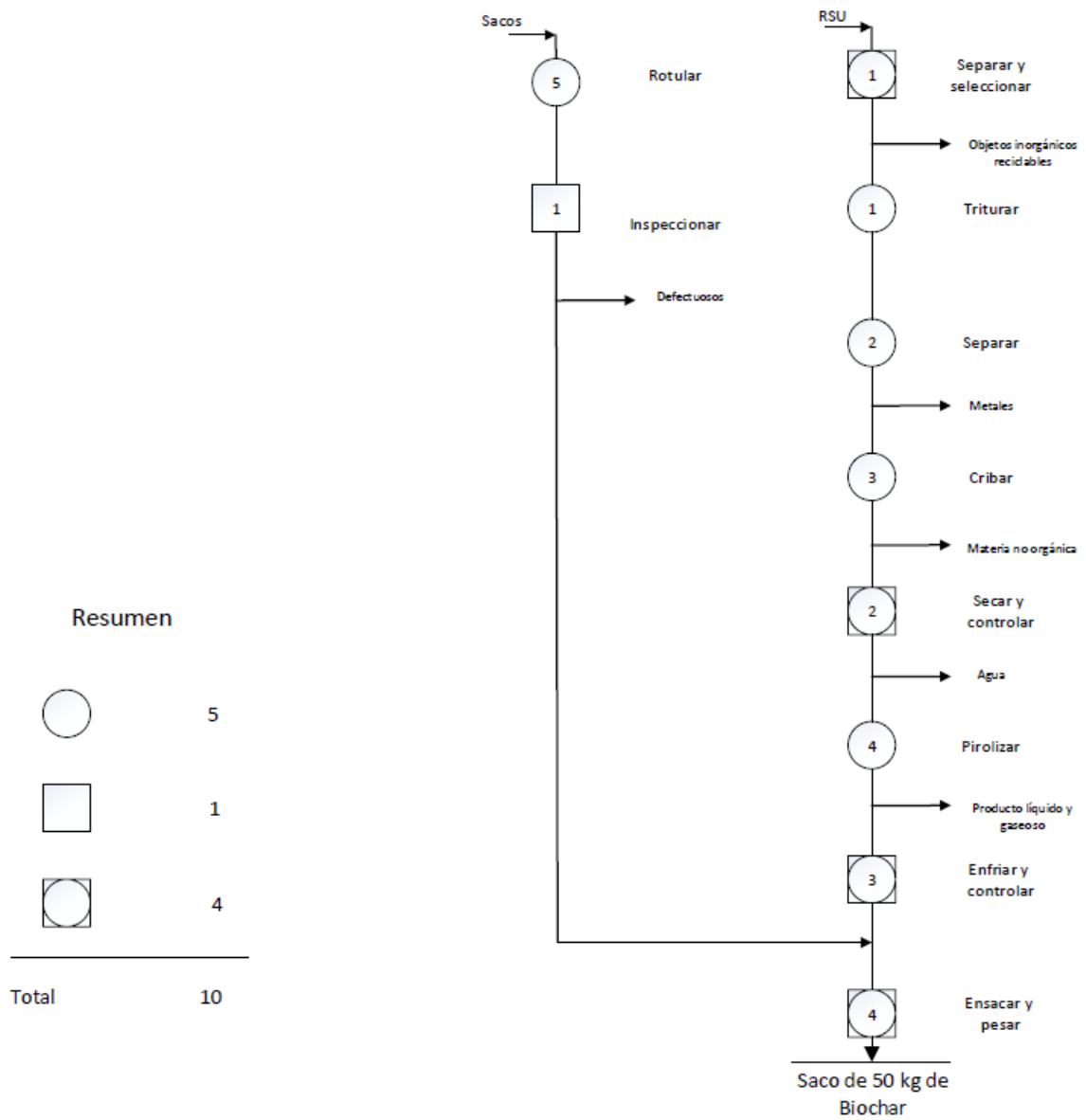
Con una máquina automatizada, se llena el biochar en bolsas de papel de 50 kg. Previamente rotuladas. Las bolsas se almacenan en el almacén de productos terminados.

- Diagrama del proceso: DOP

Figura 5.4

DOP Biochar

Diagrama de operaciones del proceso para la producción de Biochar en sacos de 50 kg

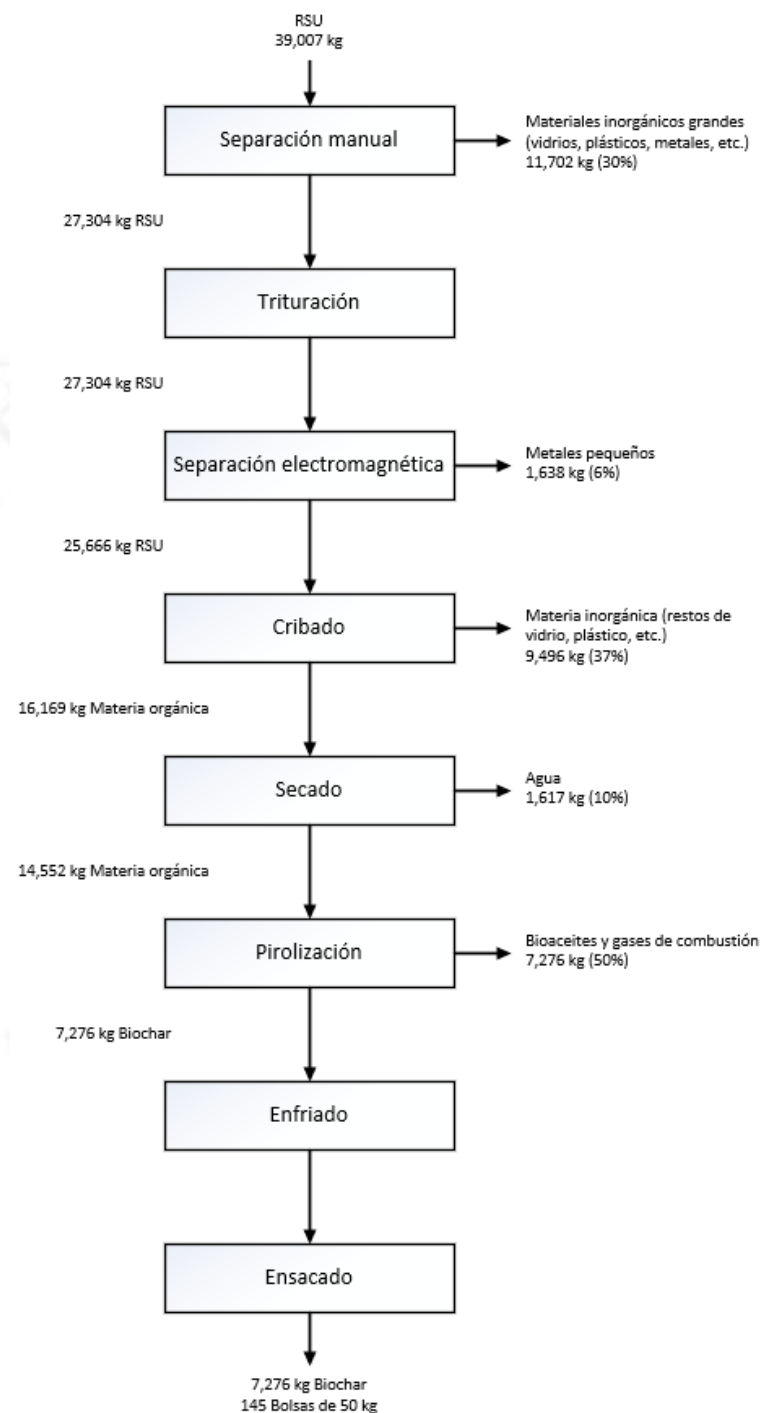


Nota. A partir de residuos sólidos urbanos.

- Balance de materia

Figura 5.5

Diagrama de bloques



*Composición RSU: Materia orgánica (alimentos, papel, maleza, etc.), metales, plástico, vidrio, agua, entre otros.

* Composición Biochar: 80% Carbono, 15% humedad, 5 % ceniza.

5.2.3 Características de las instalaciones y equipos

5.2.4 Selección de la maquinaria y equipos

Para la instalación de la planta se necesitarán 7 tipos de máquina, a continuación, se detalla la lista de máquinas escogidas para cada etapa.

Tabla 5.1

Máquinas asignadas por Etapa productiva

Operación	Máquina
Triturar	Molino triturador
Separar	Separador electromagnético
Cribado	Tromel rotativo
Secado	Secador
Pirolizar	Horno de Pirólisis
Ensacar	Empaquetadora

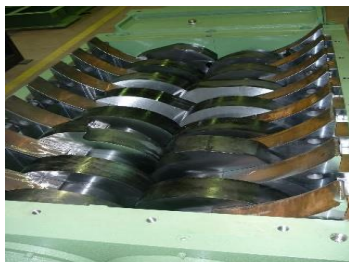
5.2.5 Especificaciones de la maquinaria

- **Molino Triturador**

Se utilizará una trituradora de cuatro ejes de acero, en especial este modelo ya que está preparada para ser inmune a la aparición de cuerpos extraños. Es decir, no se atora con facilidad ni descompone al recibir una carga tan des uniforme como lo son los residuos sólidos.

Figura 5.6

Molino triturador



Nota. De Trituradora serie TR150, por COPARM, 2018 (<http://coparm.es/trituradoras/trituradora-serie-tr150/>)

Tabla 5.2

Ficha técnica de Molino Triturador

Características
Modelo : TR150
Potencia [kW]: 44 kW
Ancho cámara de corte [mm]: 1.500
Ø Criba [mm]: 15 – 40
Cámara de corte [mm]: 960 x 1500 mm
Velocidad ejes [rpm]: 18-12 RPM
Capacidad: aprox. 12 ton /h

Nota. De Trituradora serie TR150, por COPARM, 2018 (<http://coparm.es/trituradoras/trituradora-serie-tr150/>)

- **Separador Electromagnético:**

Separar las partículas metálicas de las orgánicas. Se eligió el modelo de Xinhai CTS 712 ya que es de una capacidad cercana a la mínima requerida para el funcionamiento de la planta, además es el de mayor granularidad, nuestra muestra no será tan fina.

Figura 5.7

Separador Electromagnético CTS-69



Nota. De Dry magnetic separator, por Xinhai, 2021 (<https://m.xinhaiepc.com/product/magnetic/dry-separator-eccentric-rotating-magnetic-system>)

Tabla 5.3

Especificaciones del Separador electromagnético CTS-69

Características
Modelo : CTS-712
Tamaño de cilindro [mm]: 700*1 200
Fuerza de inducción magnética [mT]: 155-180
Rotación de cilindro [r.p.m.]: 35
Granularidad [mm]: 0-6
Capacidad [t/h]: 15-30
Modelo de motor: JTC562A
Potencia de motor [kW]: 28
Peso [kg]: 1460

Nota. De *Dry magnetic separator*, por Xinhai, 2021 (<https://m.xinhaiepc.com/product/magnetic/dry-separator-eccentric-rotating-magnetic-system>)

- **Tromel Estacionario:**

Son utilizados para separar industrialmente los remanentes de los residuos inorgánicos. Al ser un producto de Bianna Recycling esta máquina ha sido creada específicamente para la separación de residuos sólidos, cuenta con mallas intercambiables, de acuerdo al tamaño de las partículas, bajo consumo de energía y sobre todo gran eficiencia para segregar los residuos.

Para transformar la capacidad a toneladas/h se consideró la densidad como 195.47 kg/m³, para ello se tuvo como fuente la investigación de la Oficina de Asesoría y Consultoría Ambiental (OACA) y el Instituto de Promoción del Desarrollo Sostenible (IPES) realizada en Villa María del Triunfo, distrito limeño con una población similar a la de Villa el Salvador. La máquina tiene un rendimiento de 21.5 toneladas/ h.

Figura 5.8

Tromel estacionario



Nota. De *Tromel estacionario Brianna*, por Bianna, 2021 (<https://biannarecycling.com/tromel/>)

Tabla 5.4

Especificaciones técnicas del Tromel Estacionario

Características
Modelo : TR2,5/8/10
Diámetro [mm]: 2 500
Longitud tamiz [mm]: 8 000
Longitud total [mm]: 10 000
Potencia [kW]: 15
Rendimiento [m3/h]: 110

Nota. De Tromel estacionario Brianna, por Bianna, 2021 (<https://biannarecycling.com/tromel/>)

- **Secador**

Se utilizará un secador rotativo que cuenta con la certificación ISO9001 y 3C, a continuación, se detalla con más profundidad las características de la máquina.

Figura 5.9

Secador rotativo



Nota. De Secador rotativo, por Bailing Machinery, 2021 (<https://www.bailingmachinery.com/products/dryer/39.html>)

Tabla 5.5

Especificaciones técnicas del secador rotativo

Características
Modelo : Bailing Dryer
Tamaño [diámetro*L][m]: 2.4*18
Volumen [m ³]: 81.4
Capacidad [Tm/h] 17.4 - 21.7
Oblicuidad [%]: 3 - 5
Temperatura aire entrada [°C]: 700 - 800
Potencia [kW]: 37
Peso [Tm]: 49

Nota. De Secador rotativo, por Bailing Machinery, 2021 (<https://www.bailingmachinery.com/products/dryer/39.html>)

- **Horno de pirólisis**

Se utilizará un horno de pirólisis lenta con lecho fluidizado Modelo LBCF-10, la capacidad de esta máquina satisface la de la planta y sobre todo está preparada para trabajar con dimensiones como la de las partículas de los gránulos de la biomasa.

Figura 5.10

Horno de pirólisis



Nota. De Reactor de lecho fluidizado, por Alibaba, 2018 (<https://spanish.alibaba.com/product-detail/glass-lined-chemical-equipment-fluidized-bed-reactor-60125893058.html>)

Tabla 5.6

Ficha Técnica del Horno de Pirólisis

Características
Modelo: LBCF-10
Capacidad de alimentación [kg/lote]: 5500
Capacidad [Tm/día]: 4.4
Tiempo de carbonización [horas]: 6 - 8
Tiempo de enfriamiento [horas]: 8 - 10
Dimensión [mm]: 4 800*2 600*2 200
Peso[kg]: 4700

Nota. De *Reactor de lecho fluidizado*, por Alibaba, 2018 (<https://spanish.alibaba.com/product-detail/glass-lined-chemical-equipment-fluidized-bed-reactor-60125893058.html>)

- **Máquina Ensacadora**

Para la máquina ensacadora se eligió la SERIE PTH de Premier TECH, que es capaz de ensacar productos como fertilizantes, cementos, arena, en bolsas de papel de hasta 50 kg.

Figura 5.11

Máquina Ensacadora



Nota. De *Ensacadora PTH*, por Premier Tech, 2021 (<https://mkt.ptchronos.com/pth-online-guide/>)

Tabla 5.7*Ficha técnica ensacadora*

Características
Modelo: Serie PTH
Dimensión [mm]: 2710*2710*1912
Velocidad [bolsas/min]: 20
Requisitos eléctricos [V - Hz]: 460 - 60

Nota. De Ensacadora PTH, por Premier Tech, 2021 (<https://mkt.ptchronos.com/pth-online-guide/>)

5.3 Capacidad disponible

5.3.1 Cálculo detallado del número de máquinas y operarios requeridos

Para el cálculo de la capacidad se deberá considerar que la planta trabajará 3 turnos de 8 horas, por 7 días a la semana, por 4 semanas al mes, durante 52 semanas por año.

Tabla 5.8*Cálculo de horas productivas por año*

HP/ turno	turno/día	días/semana	semanas/año	HP por año
6.48	3	7	52	7 076.16

E	0.90
U	0.90

Luego se procedió a hallar el número de máquinas y operarios, para este caso se consideró la demanda total como la demanda de proyecto.

Tabla 5.9*Cálculo del número de máquinas y operarios*

	T. Estándar	Producción	HP	N° máquinas	Redondeo
	(H-M o H-H /ton)	(ton/año)	(horas/año)	(uds.)	
Separar manualmente (operarios)	0.25	109 698	7 076	3.88	4
Triturar	0.08	76 789	7 076	0.90	1
Separar electromagnéticamente	0.03	76 789	7,076	0.36	1
Cribado	0.05	72 181	7 076	0.47	1
Secado	0.05	45 474	7 076	0.30	1
Pirolizar	0.36	40 927	7 076	2.10	3
Ensacar	0.02	20 463	7 076	0.06	1

Se necesitarán 4 operarios por turno para la separación manual y 3 hornos de pirólisis.

5.3.2 Cálculo de la capacidad disponible

Para el cálculo de la capacidad disponible al ser una planta productora de un solo producto se consideró una disposición de línea constante.

Como se puede apreciar, existe una actividad cuello de botella, que está resaltada en el siguiente cuadro. La capacidad disponible de la planta es de 422 403 bolsas/año.

Tabla 5.10*Cálculo de la Capacidad disponible*

Operación	Cantidad entrante TM	Capacidad de procesamiento (TM/H-M o H-H)	Número de máquinas / operarios	Horas productivas / año	Capacidad en TM de MP	Factor de conversión	Capacidad en unidades de PT/año
Separar manualmente	109 698	4.00	4	7 076.16	113 219	3.73	422 403
Triturar	76 789	12.00	1	7 076.16	84 914	5.33	452 574
Separar electromagnéticamente	76 789	30.00	1	7 076.16	212 285	5.33	1 131 436
Cribado	72 181	21.50	1	7 076.16	152 137	5.67	862 619
Secado	45 474	21.70	1	7 076.16	153 553	9.00	1 381 974
Pirolizar	40 927	2.75	3	7 076.16	58 378	10.00	583 783
Ensacar	20 463	50.00	1	7 076.16	353 808	20.00	7 076 160
Producto terminado (bolsas de 50 kg)	409 269					Capacidad instalada	422 403

5.4 Resguardo de la calidad y/o inocuidad del producto

Para la producción de biochar existen 3 aspectos a considerar para resguardar la calidad del producto. El primero y más importante es el tamaño de la partícula, la cual debe seguir la norma NTP-ISO 8397:2012 (revisada el 2018). Esta norma indica que el tamaño de la partícula es la única característica que deben cumplir los abonos y fertilizantes en general. Segundo, es el porcentaje de ceniza que se genera en la pirolización. Por último, la humedad, la cual debe controlarse para mantener las propiedades del producto.

La NTP-ISO 8397:2012 (revisada el 2018) señala que el tamaño de la partícula debe variar entre 1 y 4 mm. Para ello, se utilizará una malla No. 5 en el tromel, para que las partículas de basura tengan un máximo de 4 mm antes de entrar al proceso de pirólisis.

Según Esther del Amo (2018), para controlar la generación de cenizas y el porcentaje de humedad es importante que la materia prima tenga una humedad inicial

de 12%. Esto se logrará en el secador, controlando la humedad mediante muestras. Luego, como ya se mencionó, la generación de cenizas se reduce manteniendo una temperatura y tiempo de pirólisis de 400 °C por 2 horas. Controlando estos parámetros se obtienen los siguientes componentes del biochar.

Tabla 5.11

Principales componentes del biochar

Componente	Masa (%)
Carbono fijo	50 - 90
Materia volátil	0 - 40
Humedad	1 - 15
Cenizas	0,5 - 5

Nota. De *Producción de biochar a partir de material bioestabilizado*, por Del Amo, E., 2018 (<http://uvadoc.uva.es/bitstream/10324/31220/1/TFG-I-894.pdf>)

Se aceptará un máximo de 15% de humedad y 5% de cenizas.

5.5 Estudio de impacto ambiental

La instalación de esta planta de producción busca tener un impacto significativo en la disminución de residuos sólidos urbanos con una disposición final que dañan el medio ambiente. Siguiendo la coherencia del objetivo medioambiental, se buscará cumplir la Ley general de los residuos sólidos 27314 y la Ley general del ambiente 28611 con la implantación de un Sistema de Gestión Ambiental basada en la ISO 14001.

En el siguiente diagrama de bloques se muestran los aspectos generados en cada subproceso, así mismo, en el siguiente cuadro se mostrarán los posibles riesgos en todas las etapas del proceso de producción y los efectos que pudieran tener. También se plantearán medidas de solución para mitigar estos riesgos ambientales.

Figura 5.12

Diagrama de bloques

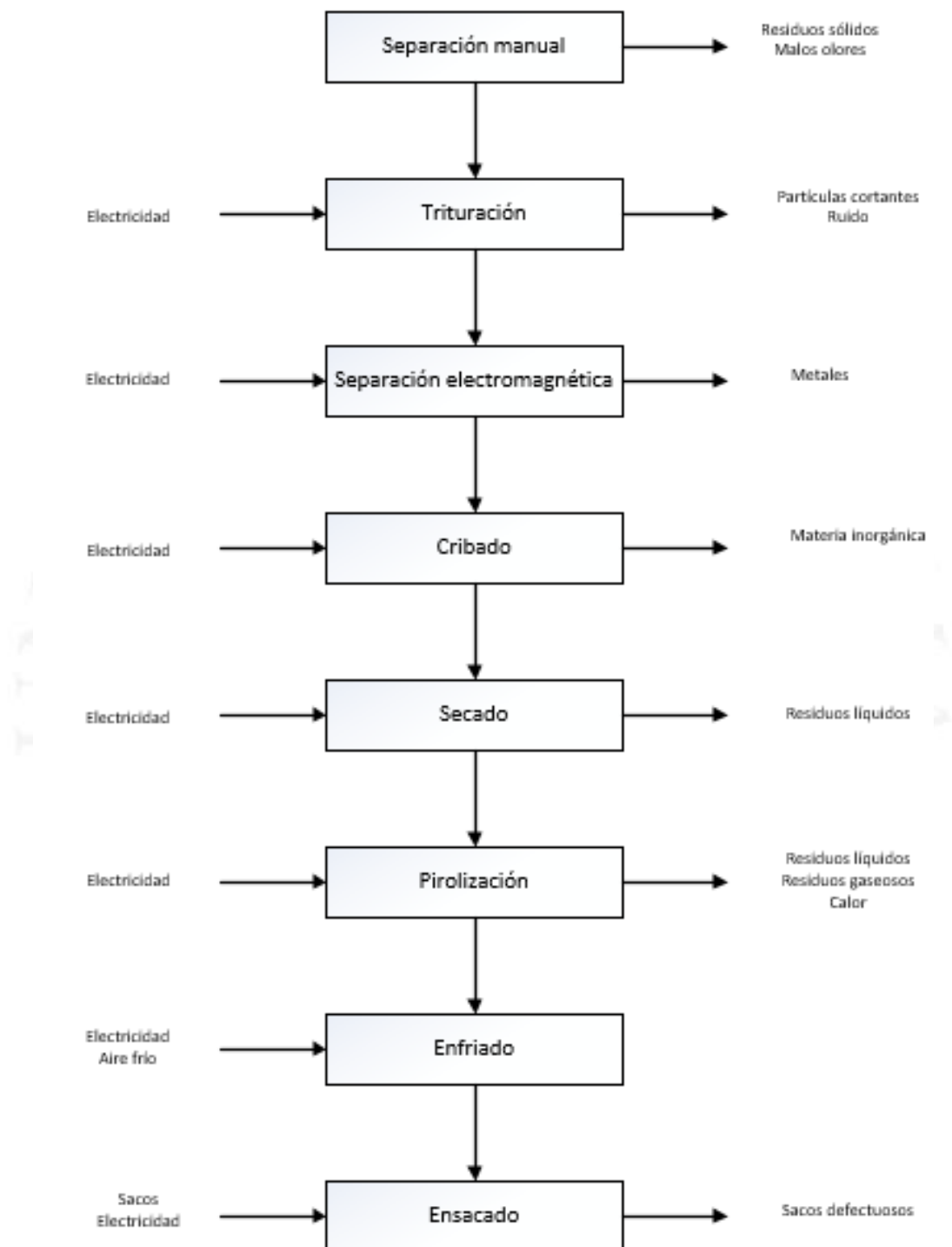


Tabla 5.12*Matriz Causa – Efecto, aspectos e impactos ambientales*

Proceso	Aspecto Ambiental (Causa)	Impacto Ambiental (Efecto)	Medida de Solución
Separación manual	Generación de residuos inorgánicos	Contaminación de suelos	Programa de reciclaje
Trituración	Generación de partículas pequeñas	Contaminación del aire	Colocación de malla en la chimenea
Separación electromagnética	Generación de residuos metálicos	Contaminación de suelos	Programa de reciclaje
Cribado	Generación de residuos inorgánicos	Contaminación de suelos	Segregación de residuos no reciclables
Pirolización	Generación de gases	Contaminación del aire	Reutilización de gases
	Generación de residuos líquidos	Contaminación de suelos/ agua	Segregación de residuos líquidos
Ensacado	Generación de sacos defectuosos	Contaminación del suelo	Auditoría de control de calidad de los sacos al proveedor

5.6 Seguridad y Salud ocupacional

Para resguardar la seguridad y salud de los trabajadores, se implementará un Sistema de Gestión que busque la acreditación de la norma OHSAS 18001. Se evaluarán y analizarán los riesgos con la matriz IPER ofreciendo medidas de control para minimizarlos.

Tabla 5.13*Matriz de riesgos*

Factor de riesgo	Ubicación	Fuente	Medida preventiva
Intoxicación	Estación de separación manual	Residuos sólidos	Uso de mascarillas y capacitación
Cortes	Estación de separación manual	Residuos sólidos	Uso de EPP y capacitación
Daño al sistema respiratorio	Estación de triturado	Residuos sólidos triturados	Uso de mascarillas y capacitación
Atrapamiento	Estación de triturado	Máquina trituradora	Uso de EPP y capacitación
Atrapamiento	Estación de separación magnética	Máquina magnética	Capacitación y detector de metales en la entrada
Electrocución	Estación de cribado	Máquina tromel	Uso de EPP y capacitación
Atrapamiento	Estación de cribado	Máquina tromel	Uso de EPP y capacitación
Electrocución	Estación de secado	Máquina secadora	Uso de EPP y capacitación
Quemaduras	Estación de pirólisis	Horno de pirólisis / producto de pirólisis	Uso de EPP y capacitación
Daño al sistema respiratorio	Estación de pirólisis	Gases de pirólisis	Uso de mascarillas y capacitación
Daño a la columna vertebral	Estación de ensacado	Sacos de 50 kg	Uso de protector lumbar y capacitación

Tabla 5.14

Matriz IPER

Tarea	Peligro	Riesgo	Probabilidad					Severidad (S)	P x S	Nivel de riesgo	Riesgo significativo	Medidas de control
			Personas expuestas	Proc. Existentes	Capacitación	Exposición al riesgo	Probabilidad (P)					
Selección manual	Contacto con residuos biológicos / químicos	Intoxicación	3	1	2	3	9	3	27	Intolerable	Si	Uso de mascarillas y capacitación
	Contacto con residuos cortantes	Cortes	3	1	2	3	8	3	24	Importante	Si	Uso de EPP y capacitación
Trituración	Partículas pequeñas	Daño al sistema respiratorio	1	1	2	3	7	2	14	Moderado	Si	Uso de mascarillas y capacitación
	Contacto con cuchillas	Atrapamiento	1	1	2	3	5	3	15	Moderado	Si	Uso de EPP y capacitación
Separación electromagnética	Imán	Atrapamiento	1	1	2	3	7	2	14	Moderado	Si	Capacitación y detector de metales en la entrada
Cribado	Cortocircuito	Electrocución	1	1	2	2	6	3	18	Importante	Si	Uso de EPP y capacitación
	Contacto con cuchillas	Atrapamiento	1	1	2	3	5	3	15	Moderado	Si	Uso de EPP y capacitación
Secado	Cortocircuito	Electrocución	1	1	2	2	6	2	12	Moderado	Si	Uso de EPP y capacitación
Pirolización	Contacto con material caliente	Quemaduras	1	1	2	3	7	3	21	Importante	Si	Uso de EPP y capacitación
	Contacto con gases tóxicos	Daño al sistema respiratorio	1	1	2	3	7	3	21	Importante	Si	Uso de mascarillas y capacitación
Ensacado	Carga de elementos pesados	Daño a la columna vertebral	1	1	2	3	7	1	7	Tolerable	No	Uso de protector lumbar y capacitación

Para la selección manual se identificó la probabilidad de intoxicación debido a los residuos sólidos urbanos que pueden llegar en estado de putrefacción y con sustancias dañinas para el organismo. Del mismo modo en la trituración y pirólisis existe la probabilidad de daño al sistema respiratorio por la generación de partículas pequeñas y gases respectivamente. Es por eso que parte del equipo de protección personal será el uso de mascarillas que impidan el ingreso de agentes dañinos al organismo de los operarios.

Para mitigar los riesgos de atrapamiento, cortes, quemaduras y electrocución, el equipo de protección personal contará con guantes anticorte, traje resistente al calor y botas con suela no conductora de electricidad.

Para el ensacado y transportes cortos, se brindarán fajas para minimizar el daño sistemático a la columna vertebral. Con el fin de evitar el atrapamiento en el separador electromagnético, antes de ingresar a la planta se pasará por un detector de metales.

Por último, es importante la concientización acerca de la Seguridad y Salud Ocupacional. Es por ello que se realizarán capacitaciones mensuales acerca del uso de las máquinas y las precauciones que deben tomar los trabajadores, así como las mejoras a aplicar con respecto a lo que observe el jefe de planta con el uso de máquinas.

5.7 Sistema de mantenimiento

Con el fin de ofrecer un alto nivel de servicio, se busca maximizar la eficacia, productividad y competitividad de la planta. Para ello, se contará con una eficaz Gestión de Mantenimiento para prevenir y reducir las fallas de los equipos. Asimismo, atender las fallas inesperadas en el menor tiempo posible para minimizar las interrupciones en la producción.

Se aplicarán los siguientes tipos de mantenimiento:

- **Mantenimiento reactivo**

La materia prima, al ser residuos sólidos urbanos, es muy heterogénea. Pedazos de fierro, materiales corrosivos, entre otros, pueden dañar alguna de las máquinas de acondicionamiento de materia prima en cualquier momento. Además, se cuenta con un número considerable de máquinas, lo cual aumenta el MTBF (tiempo promedio entre

fallas). Es por eso que se cuenta con el área de mantenimiento para atender las fallas lo más rápido posible. Dichas fallas también serán anotadas en la ficha de cada máquina.

- **Mantenimiento preventivo**

Al empezar el turno, cada operario debe constatar el correcto funcionamiento de la máquina que está utilizando. Cualquier indicio de mal funcionamiento deberá ser informado al jefe de planta.

Para las revisiones periódicas se contará con un área de mantenimiento, el cual llevará el control del funcionamiento de las máquinas. Cada máquina contará con un formato donde se firme cada vez que se realice el mantenimiento predictivo y los ajustes o cambios que se realicen a la máquina. Los defectos serán corregidos de inmediato, una vez se hayan identificado. El plan de mantenimiento de cada máquina se muestra a continuación.

Tabla 5.15

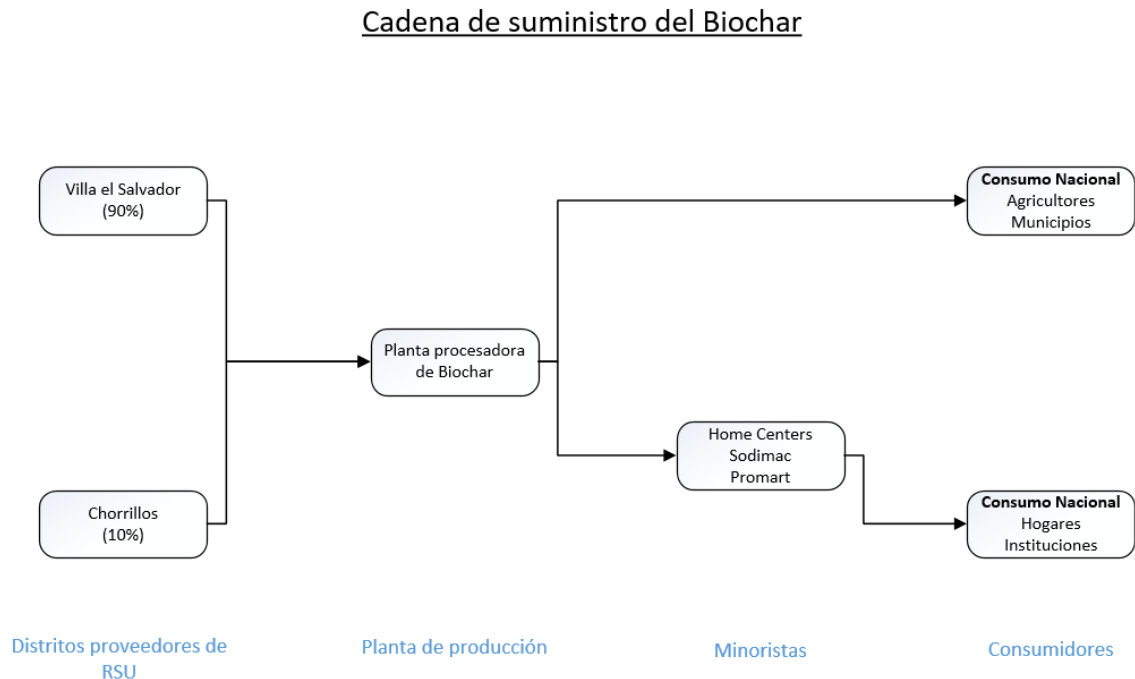
Plan de mantenimiento de máquinas

Máquina	Mantenimiento planificado					No planificado
	Preventivo			Correctivo		Reactivo
	Inspección	Limpieza	Lubricación	Sustitución preventiva	Eliminación de defectos	Reparación de fallas
Máquina trituradora	Semanal	Por turno	Quincenal	Mensual	Inmediato	Inmediato
Separador electromagnético	Quincenal	Diario	Quincenal	Bimestral	Inmediato	Inmediato
Tromel	Semanal	Por turno	Quincenal	Mensual	Inmediato	Inmediato
Secadora	Mensual	Diario	Quincenal	Trimestral	Inmediato	Inmediato
Horno de pirólisis	Semanal	Diario	Quincenal	Bimestral	Inmediato	Inmediato
Ensacadora	Mensual	Diario	Quincenal	Trimestral	Inmediato	Inmediato

5.8 Diseño de la cadena de suministro

Figura 5.13

Cadena de suministro del Biochar



La materia prima para la elaboración del biochar es el residuo sólido urbano. Los proveedores son los distritos que se encargan de recoger la basura de los pobladores y comercios diariamente. El 90% vendrá del distrito de Villa el Salvador por ser el lugar donde se encontrará la planta. Un menor porcentaje será adquirido del distrito de Chorrillos, por ser un distrito adyacente. Los residuos serán dejados por los camiones de recojo de residuos sólidos de las municipalidades en el almacén de Materia Prima de la Planta de Biochar.

Una vez procesados los residuos sólidos urbanos se obtendrá el biochar como producto final, el cual será almacenado en el almacén de productos terminados. Para agricultores y municipios se tercerizará el servicio de transporte, el cual llevará el producto final desde la planta hasta el cliente final. Del mismo modo se contratará el mismo servicio para llegar a los minoristas de tipo “Home Centers” como Sodimac y Promart, los cuales tienen una sección de jardinería para los hogares e instituciones.

5.9 Programa de producción

La producción será programada en base a la demanda del proyecto. El porcentaje de utilización de la capacidad instalada de la planta se muestra a continuación.

Tabla 5.16

Programa de producción

Año	Producto terminado (uds.)	Capacidad Instalada (uds.)	% Capacidad utilizada
2021	335 044	422 403	79%
2022	352 232	422 403	83%
2023	370 302	422 403	88%
2024	389 298	422 403	92%
2025	409 269	422 403	97%

5.10 Requerimiento de insumos, servicios y personal indirecto

5.10.1 Materia Prima, insumos y otros materiales

La materia prima a utilizar será el residuo sólido urbano, se obtendrá de la recolección distrital del distrito de Villa el Salvador principalmente. En caso el distrito no cuente con la cantidad requerida, se comprará a distritos adyacentes. Se debe tener en consideración que el único insumo necesario serán los sacos para la presentación del producto terminado. El requerimiento de materia prima e insumos se muestra a continuación:

Tabla 5.17

Requerimiento de materia prima e insumos

Material	2021	2022	2023	2024	2025
RSU (Tm)	89 804	94 410	99 254	104 345	109 698
Saco (uds.)	335 044	352 232	370 302	389 298	409 269

5.10.2 Servicios: Energía eléctrica, agua, vapor, combustible, etc.

Para la instalación de la planta es necesario contar con servicio de energía eléctrica y agua. Todas las máquinas funcionan con energía eléctrica, incluyendo el horno de pirólisis. Se contará con la pensión fija de baja tensión 3 que ofrece Luz del Sur S.A.A a

plantas en el distrito de Villa el Salvador. El consumo por año fue calculado con los turnos a trabajar a lo largo del proyecto. El detalle se muestra a continuación.

Tabla 5.18

Turnos a trabajar por año

Operación	2021	2022	2023	2024	2025
Separar manualmente	3	3	3	3	3
Triturar	3	3	3	3	3
Separar electromagnéticamente	1	1	2	2	2
Cribado	2	2	2	2	2
Secado	1	1	1	1	1
Pirolizar	2	2	2	3	3
Ensacar	1	1	1	1	1

Tabla 5.19

Consumo eléctrico por año (kW)

Máquina	Potencia (kW/ h)	2021	2022	2023	2024	2025	Consumo/año (kW)
Molino triturador	44	934 053	934 053	934 053	934 053	934 053	4 670 266
Separador electromagnético	28	594 397	594 397	594 397	594 397	237 759	2 615 349
Tromel	30	212 285	212 285	424 570	424 570	339 656	1 613 364
Secador	37	523 636	523 636	523 636	523 636	261 818	2 356 361
Horno	8	53 071	53 071	53 071	53 071	122 064	334 349
Ensacadora	6	84 914	84 914	84 914	127 371	12 737	394 850
Requerimiento planta	-	50 000	50 000	50 000	50 000	50 000	250 000
Requerimiento administrativo	-	15 000	15 000	15 000	15 000	15 000	75 000
Total	153	2 469 374	2 469 375	2 681 661	2 724 119	1 975 109	11 984 538

El consumo de agua será principalmente para los baños y las zonas administrativas, ya que en el proceso no interviene el uso de agua.

Tabla 5.20*Consumo de agua por año (m³)*

Área	m ³
Producción	1800
Administrativo	2400

5.10.3 Determinación del número de trabajadores indirectos**Tabla 5.21***Número de trabajadores por área*

Cargo	Tipo de trabajador	Cantidad
Gerente general	Personal administrativo	1
Gerente de producción	Personal administrativo	1
Gerente comercial	Personal administrativo	1
Jefe de recursos humanos	Personal administrativo	1
Jefe de finanzas	Personal administrativo	1
Jefe de mantenimiento	Personal de planta	1
Jefe de planta	Personal de planta	2
Técnico de mantenimiento	Personal de planta	1
Analista	Personal administrativo	4
Operario (Máquina)	Mano de obra especializada	14
Operario (Separación manual)	Mano de obra no especializada	12
Total		39

Se determinó previamente que se necesitarán 26 operarios como mano de obra directa. Son 4 operarios no especializados para cada uno de los 3 turnos y 14 especializados encargados de tareas más sofisticadas con las máquinas y que irán rotando en 2 turnos. Además, se contará con un jefe de planta por turno, para supervisar el correcto funcionamiento de la planta y un gerente de producción. El área de mantenimiento contará con 2 trabajadores, un técnico y un jefe.

Para el área administrativa, se contará con un gerente comercial y 2 analistas, las demás áreas contarán con un jefe de área y un analista. El gerente general estará a cargo de todos los trabajadores.

5.10.4 Servicios de terceros

- **Transporte**

Se contará con un proveedor para el transporte del producto terminado. El transporte será de la planta a las tiendas (Sodimac, Promart, etc.) o directamente al cliente final para grandes pedidos.

- **Limpieza**

Se contratarán los servicios de una empresa especializada en limpieza para el cuidado de baños, áreas administrativas y áreas comunes. La limpieza del área de producción es responsabilidad de los operarios, los cuales deben dejar ordenado su lugar de trabajo al final del turno.

- **Seguridad**

Se contratará a un proveedor para la seguridad de las instalaciones y el control de ingreso de personas.

- **Comedor**

Se brindará una concesión a una empresa que venda alimentos a los trabajadores. Para ello se contará con un área con comedor y cocina. Se brindará facilidades de pago al descontar el almuerzo de planilla, en caso el trabajador lo solicite.

5.11 Disposición de planta

5.11.1 Características físicas del proyecto

En el siguiente subcapítulo se analizarán los servicios con los que contará la planta.

- **Oficinas administrativas**

La planta contará con oficinas administrativas para las distintas áreas de apoyo. Entre ellas se encuentran el área de logística, financiera, recursos humanos, comercial y la gerencia general.

- **Almacenes**

Se consideran necesarios 2 almacenes, uno para la materia prima y otro para los productos terminados. El primero debe ser ventilado por tratarse del almacenamiento temporal de residuos sólidos urbanos. En el otro se deberá controlar la humedad para conservar la calidad del producto.

- **Patio de carga y descarga**

Se necesitarán dos patios separados para no contaminar los productos terminados con la basura, deben ser amplios por la gran cantidad de material que transitará por ellos.

- **Área de mantenimiento**

Existirá un área de mantenimiento para arreglar cualquier tipo de falla en las maquinarias rápidamente. Al trabajarse con residuos sólidos urbanos, podría haber atascamientos en las máquinas que deben ser solucionadas en el momento.

- **Servicios higiénicos y vestuarios**

Los servicios higiénicos para operarios de planta estarán equipados con todos los implementos necesarios y desinfectante en la entrada para evitar enfermedades por el contacto con la basura. Los vestuarios estarán en la zona adyacente a la zona de producción con una zona de desinfectado con agua para el lavado del traje de protección al salir. En la zona administrativa se agregarán otros servicios higiénicos adicionales.

- **Comedor**

Se contará con un comedor amplio en el cual se venderá alimentos de un concesionario o los trabajadores podrán calentar sus alimentos en los microondas que se proporcionarán.

- **Primeros auxilios**

A fin de poder manejar cualquier tipo de contingencia, habrá un botiquín de primeros auxilios en la zona de producción, tanto en la entrada como en la salida. Además, los trabajadores serán capacitados para atender los accidentes más comunes por trabajar con residuos sólidos urbanos.

- **Estacionamientos**

Se habilitará una zona para el estacionamiento de vehículos con 15 espacios.

5.11.2 Dispositivos de seguridad industrial y señalización

- **Equipos de protección**

Los operarios contarán con un equipo de protección al riesgo biológico. Se cuenta con un traje enterizo, máscara, guantes y botas de hule.

Figura 5.14

Equipo de protección contra riesgo biológico



Nota. De *Equipos de protección*, por Interempresas., 2018 (<https://www.interempresas.net/Proteccion-laboral/Articulos/212159-Equipos-de-proteccion-frente-al-riesgo-biologico.html>)

- **Señalización**

Es importante contar con todas las señalizaciones en la planta de producción y en las zonas administrativas. Son de carácter legal y evitan accidentes. También es importante la señalización en los suelos para mantener el orden y no entrar en la zona de peligro de las máquinas.

5.11.3 Protocolo de bioseguridad COVID-19.

Debido a la pandemia por el COVID-19 se deberán implementar los siguientes cambios a las características del proyecto desarrolladas en el capítulo 5.

- **Equipos de protección**

Se otorgarán mascarillas N95 en la entrada a personal administrativo y de producción. Los trabajadores deben portar la mascarilla en todo momento. Los operarios seguirán utilizando el equipo de protección mostrado en la Figura 5-13, ya que las máscaras otorgan protección contra virus y bacterias.

Figura 5.15

Mascarilla N95



Nota. De Mascarilla N95, por 3M, 2021 (https://www.3m.com.pe/3M/es_PE/p/d/v101222050/)

- **Oficinas administrativas y planta**

Se implementará el trabajo remoto, permitiendo un aforo máximo del 40% en las oficinas administrativas y un 50% en todos los espacios (ascensores, baños, salas de

conferencias, comedor, etc.) esto para mantener un distanciamiento mínimo de 1.5 metros entre los puestos de trabajo.

Además de la desinfección de manos y calzado, se tomará la temperatura al ingreso y salida de todos los colaboradores, aquellos que registren una temperatura mayor a 37.5 °C serán enviados a su hogar y se les realizará el seguimiento médico correspondiente.

- **Señalización**

Se implementarán puntos de desinfección temporales en la entrada de trabajadores y en puntos estratégicos, además carteles que indiquen el correcto lavado y desinfección de manos, así como medidas de prevención (correcto uso de mascarillas, saludo sin contacto, comunicación de síntomas, etc.).

- **Comedor**

El aforo del comedor se reduce al 50%, y las sillas deben mantener una distancia de 2 metros entre las mismas. El piso afuera del comedor debe estar señalizado para mantener una distancia de 1 metro mientras se espera para el ingreso. Los comensales sólo podrán retirarse la mascarilla para ingerir los alimentos.

Figura 5.16

Señalización en el comedor



Nota. Fotografía del comedor de personal del hotel Westin Lima.

- **Comunicación**

Se enviará un correo electrónico a todos los trabajadores indicando los protocolos establecidos, un cargo de aceptación de normas y una ficha de sintomatología. Ellos deberán leer los protocolos, firmar el cargo de aceptación de normas y llenar la ficha de sintomatología antes de la reincorporación.

- **Realización de pruebas COVID-19**

Se realizarán pruebas rápidas mensuales a todos los trabajadores, así como a aquellos que muestren síntomas al ingreso o salida de la planta (temperatura alta, tos, dificultades respiratorias, etc.).

5.11.4 Disposición general

Se utilizará el método de Guerchet para calcular el área de producción. Además, se utilizará el análisis relacional para determinar la disposición de planta, el cual se muestra a continuación.

Tabla 5.22

Áreas de la planta

Nº	Área	Símbolo	Actividad
1	Producción		Operación
2	Almacén PT		Almacenaje
3	Almacén MP		Almacenaje
4	Mantenimiento		Control
5	Carga y descarga		Operación
6	Administrativo		Oficina
7	S.S.H.H. Producción		Servicio
8	S.S.H.H. Administrativo		Servicio
9	Vestuario		Servicio
10	Comedor		Servicio
11	Estacionamientos		Servicio

Tabla 5.23*Tabla de motivos para análisis relacional*

Código	Razón
1	Flujo de materia prima e insumos
2	Disponibilidad de un bien
3	Control y seguridad
4	Coordinación entre áreas
5	Comodidad del personal
6	Higiene, ruido y olores
7	No hay relación

Nota. Adaptado de *Disposición de planta*, por Díaz, B., Jarufe, B., y Noriega, M., 2007, Universidad de Lima

Tabla 5.24*Códigos de análisis relacional*

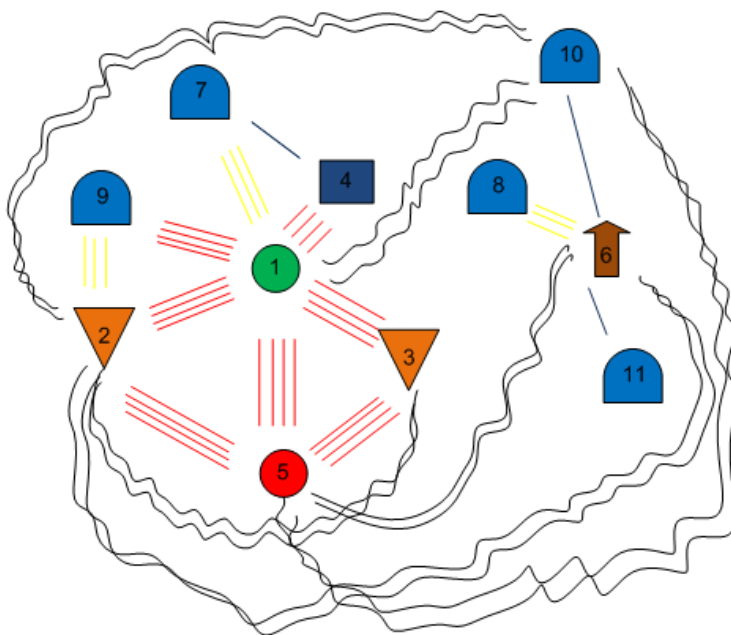
Código	Proximidad	Color	Nº de líneas
A	Absolutamente necesario	Rojo	4 líneas
E	Especialmente necesario	Amarillo	3 líneas
I	Importante	Verde	2 líneas
O	Normal	Azul	1 línea
U	Sin importancia	---	---
X	No deseable	Plomo	1 zigzag
XX	Altamente no deseable	Negro	2 zigzag

Nota. Adaptado de *Disposición de planta*, por Díaz, B., Jarufe, B., y Noriega, M., 2007, Universidad de Lima

Tabla relacional de áreas

1	Producción	
2	Almacén PT	
3	Almacén MP	
4	Mantenimiento	
5	Carga y descarga	
6	Administrativo	
7	SSHH Producción	
8	SSHH Administrativo	
9	Vestuario	
10	Comedor	
11	Estacionamientos	

Diagrama relacional



5.11.5 Cálculo de áreas para cada zona

- **Zona de producción**

Con el fin de determinar el área de la zona de producción se utilizó el método de Guerchet.

Primero se debió determinar los elementos estáticos y móviles que se situarán en cada zona. A continuación, se muestra cuadro con el detalle.

Tabla 5.25

Relación de elementos estáticos y móviles

E. estáticos	E. móviles
Zona de selección	
Zona de espera MP	Montacarga (1)
Faja transportadora	Operarios (4)
Zona de preparación	
Triturador (1)	
Faja transportadora	
Almacén temporal	
Separador electromagnético	
Faja transportadora	
Tromel rotativo	
Secador rotativo	Montacarga (1)
Almacén temporal	Operario (1)
Zona de pirólisis y embolsado	
Horno de pirólisis (3)	Operario (3)
Faja transportadora	
Máquina embolsadora	
Almacén temporal	Montacarga (1)

Para los cálculos se consideró que los montacargas no se estacionaban dentro de la zona de producción por lo que, al igual que los operarios, solo se considerarán en el cálculo del factor “k”.

Tabla 5.26*Calculo de áreas de elementos móviles*

Elementos móviles	Largo	Ancho	Altura	N	n	Ss	Sg	Se	Ssxn _h	SS _{xn}
Montacarga	2.40	1.20	4.00	-	3	2.88	-	-	34.56	8.64
Operarios	-	-	1.65	-	11	0.50	-	-	9.08	5.50
									43.64	14.14

Tabla 5.27*Cuadro de Guerchet para elementos inmóviles*

Elementos estáticos	Largo	Ancho	Altura	N	n	Ss	Sg	Se	Ssxn _h	SS _{xn}	St
Zona de selección											
Zona de espera MP	3.20	2.00	3.00	2	1	6.40	12.80	14.21	19.20	6.40	33.41
Faja transportadora	5.10	1.20	1.00	2	1	6.12	12.24	13.59	6.12	6.12	31.95
Zona de preparación											
Triturador (1)	3.80	0.80	2.16	1	1	3.04	3.04	4.50	6.57	3.04	10.58
Faja transportadora	2.00	1.20	1.00	1	1	2.40	2.40	3.55	2.40	2.40	8.35
Almacén temporal	2.00	1.70	1.00	1	1	3.40	3.40	5.03	3.40	3.40	11.83
Separador electromagnético	3.40	2.00	2.10	1	1	6.80	6.80	10.06	14.28	6.80	23.66
Faja transportadora	2.00	1.20	1.00	1	1	2.40	2.40	3.55	2.40	2.40	8.35
Tromel rotativo	10.00	2.50	2.50	1	1	25.00	25.00	37.00	62.50	25.00	87.00
Secador rotativo	15.00	2.40	2.40	1	1	36.00	36.00	53.28	86.40	36.00	125.28
Almacén temporal	3.50	1.80	3.00	1	1	6.30	6.30	9.32	18.90	6.30	21.92
Zona de pirólisis y embolsado											
Horno de pirólisis (3)	4.80	2.60	2.00	1	3	12.48	12.48	18.47	74.88	37.44	130.29
Faja transportadora	1.50	1.20	1.00	1	4	1.80	1.80	9.72	7.20	7.20	53.28
Máquina embolsadora	2.70	2.70	1.90	1	1.	7.29	7.29	39.37	13.85	7.29	53.95
Almacén temporal	1.70	1.15	5.00	1	1	1.96	1.96	10.56	9.78	1.96	14.47
TOTAL									299.20	143.49	577.93

Para este cálculo se debió tener en cuenta que los almacenes temporales no serán considerados como zonas independientes pues no supera el 30% del área gravitacional

de la estación a la que pertenecen, con excepción del almacén temporal de la trituradora.

Tabla 5.28

Cálculo de la independencia de los almacenes temporales

	Máquina	% de Sg	Condición	Resultado
Almacén temporal	Triturador	112%	> 30%	Independiente
Almacén temporal	Secador rotativo	18%	> 30%	Dependiente
Almacén temporal	Zona de pirólisis y embolsado	27%	> 30%	Dependiente

Finalmente, los valores de k considerados sin considerar los almacenes temporales fueron los siguientes:

Tabla 5.29

Cálculo de k

Hem	3.09
Hee	2.09

k	0.74
----------	------

En total se calculó un área de 577.93 m² para la zona de producción, redondeando se consideró 579 m².

- **Almacén de materia prima**

Para el cálculo del almacén de materia prima se consideró la cantidad de residuos sólidos necesaria en cada turno. Se realizó la conversión de kg a m³, considerando un promedio de 250 kg/m³ de basura. (Ministerio del Ambiente, 2017).

Tabla 5.30

Cálculo de área de almacén de materia prima

RSU por lote (kg)	kg/m ³	Volumen Requerido (m ³)	Área requerida (m ²)
100 181	250	401	66.79

Considerando una altura de 6 metros de la planta de producción, de requerirá un área de 66.79 m² y se redondeará a 70 m².

- **Almacén de productos terminados**

Para el cálculo del almacén de productos terminados se consideró la producción de una semana ya que los envíos se dan con esta frecuencia. En la siguiente tabla se muestra el cálculo de número de parihuelas para hallar el área total.

Tabla 5.31

Cálculo de área de almacén de productos terminados

Producción semanal (bolsas)	bolsas por estante	# estantes	Área por estante (m²)	Área total (m²)
6 443	180	36	1.98	92.66

Se consideró un 30% más del área requerida para considerar los pasadizos. Se redondeará a 93 m².

En el siguiente cuadro se detallan las medidas de las áreas consideradas y el área total:

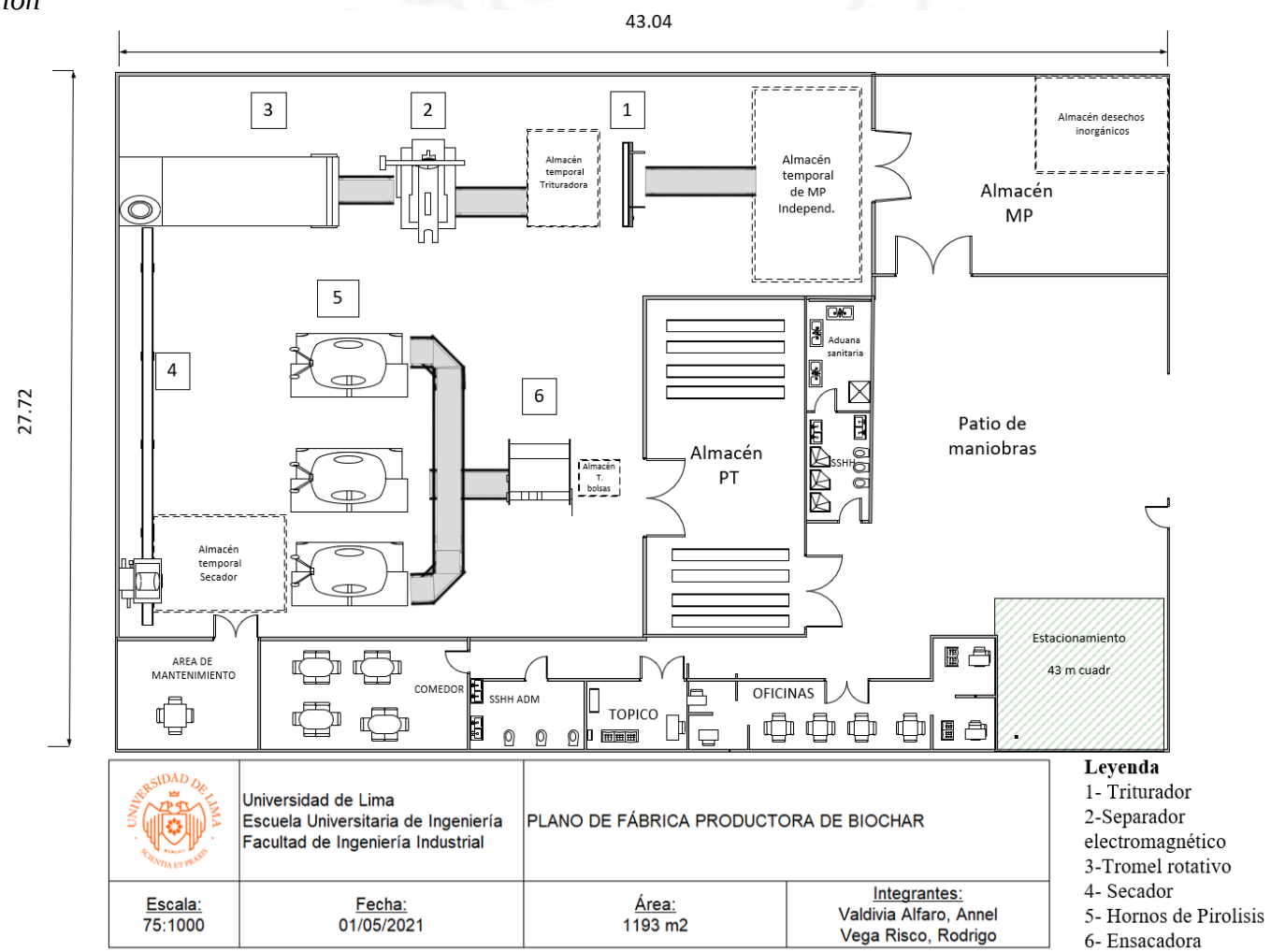
Tabla 5.32

Área de las zonas

Zona	m²
S.S.H.H. producción	6
S.S.H.H. administrativo	2
Vestuario	5
Oficina	40
Aduana sanitaria	10
Zona de producción	579
Almacén de MP	70
Almacén de desechos inorgánicos	30
Almacén de PT	93
Tópico	10
Área de mantenimiento	30
Patio de maniobras	150
Comedor	25
Circulación	100
Estacionamientos	43
Área total	1 193

5.11.6 Disposición de detalle de la planta de producción

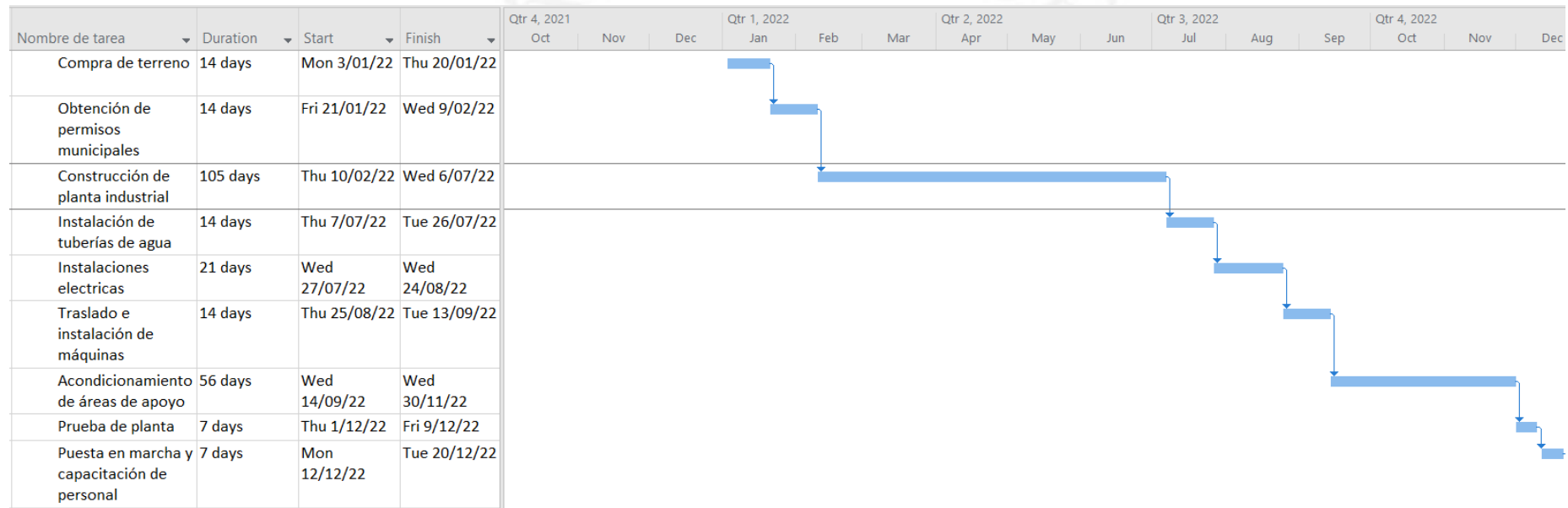
Figura 5.19
Planta de producción



5.12 Cronograma de implementación del proyecto

Figura 5.20

Diagrama Gantt de implementación del proyecto



El proyecto iniciará con la compra de terreno el 03/01/2022 y terminará el 20/12/2022 con la puesta en marcha y capacitación del personal.

CAPÍTULO VI. ORGANIZACIÓN Y ADMINISTRACIÓN

6.1 Formación de la organización empresarial

La empresa será una sociedad anónima cerrada (S.A.C.). El capital social de la empresa será representado por acciones igualitarias de los dos únicos socios. El número de accionistas podría incrementarse hasta 20 personas, si es que se llegara a necesitar un capital social adicional. Cabe resaltar que, los socios no responden personalmente por las deudas sociales (MEP, 2016). Dada la naturaleza de una S.A.C., las acciones no deben estar inscritas en el registro público del mercado de valores. El nombre de la sociedad será “Biochar Partners S.A.C”, con domicilio en Villa el Salvador y con duración indefinida. Dada la naturaleza de la empresa, se repartirá 10% de las utilidades a los trabajadores.

- **Misión**

Promover la producción sostenida de los agricultores, brindar una segregación adecuada de los residuos sólidos y revertir el daño a los suelos.

- **Visión**

Liderar el sector de fertilizantes con una propuesta orgánica y sostenible para los accionistas y colaboradores. Apoyar e inspirar en la correcta segregación de los residuos sólidos.

- **Valores**

Calidad: Ofrecer el mejor producto posible.

Liderazgo: Dar el ejemplo a los colaboradores y clientes.

Rendimiento: Aprovechar al máximo los recursos.

Integridad: Frente a todos los stakeholders.

Tabla 6.1*Trabajadores por puesto*

Cargo	Tipo de trabajador	Cantidad
Gerente general	Personal administrativo	1
Gerente de producción	Personal administrativo	1
Gerente comercial	Personal administrativo	1
Jefe de recursos humanos	Personal administrativo	1
Jefe de finanzas	Personal administrativo	1
Jefe de mantenimiento	Personal de planta	1
Jefe de planta	Personal de planta	2
Técnico de mantenimiento	Personal de planta	1
Analista	Personal administrativo	4
Operario (Máquina)	Mano de obra especializada	14
Operario (Separación manual)	Mano de obra no especializada	12
Total		39

- **Gerente general**

Encargado de evaluar el desempeño de los gerentes y jefes de área. Desarrollo de estrategias a largo plazo en base a los resultados reportados por los subordinados. Representante legal de la empresa.

- **Gerente de producción**

Elabora estrategias a mediano plazo en base a los resultados presentados por los jefes de planta. Revisiones de calidad para garantizar los parámetros establecidos en la producción. Encargado de gestionar la logística de la materia prima y los productos terminados.

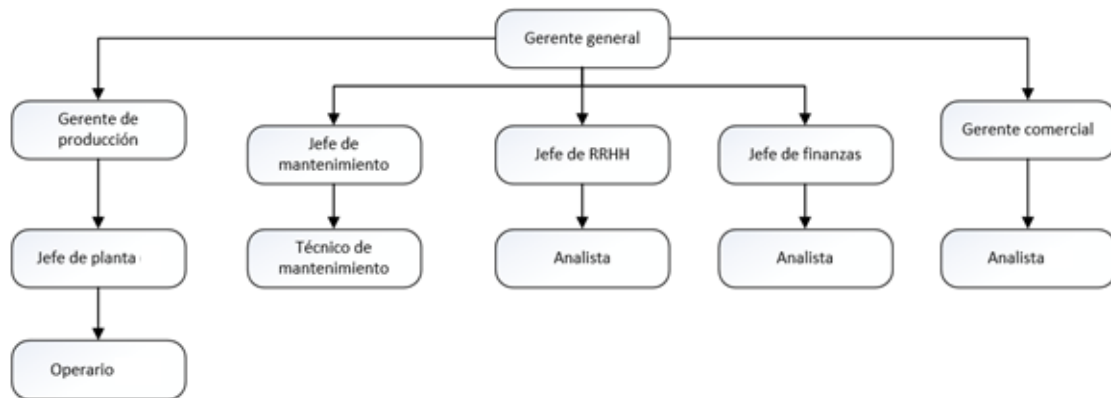
- **Gerente comercial**

Deberá planificar las ventas y promoverlas. Realizará alianzas estratégicas con revistas agrícolas para promocionar el producto. Contacto directo con las principales asociaciones agrícolas para mantener la fidelidad.

6.2 Esquema de la estructura organizacional

Figura 6.1

Organigrama de la empresa



CAPÍTULO VII. PRESUPUESTOS Y EVALUACIÓN DEL PROYECTO

7.1 Inversiones

7.1.1 Estimación de las inversiones de largo plazo

Para estimar el monto de las inversiones de largo plazo, se considerarán los activos tangibles y los intangibles. Los activos tangibles están conformados por el terreno, la edificación, las máquinas, los equipos de oficina, muebles y equipos diversos. Así mismo, se considerará un monto para imprevistos fabriles y no fabriles.

A fin de determinar el costo del terreno y las maquinarias se realizaron los siguientes cálculos. Precisar que el costo del terreno fue obtenido de Gestión (Ver Capítulo III). Asimismo, los precios de cada máquina fueron rescatados de las páginas web de cada proveedor. (Ver Capítulo IV).

Tabla 7.1

Costo del terreno

Activo	Costo (S/ / m ²)	m ²	Costo total (S/)
Terreno	1 650	1 200	1 980 000

Tabla 7.2

Costo de máquinas

Máquina	N° de máquinas	Precio unitario (S/)	Precio total (S/)
Molino triturador	1	82 500	82 500
Separador electromagnético	1	66 000	66 000
Tromel	1	132 000	132 000
Secador	1	49 500	49 500
Horno	3	165 000	495 000
Ensacadora	1	46 200	46 200
Total			871 200

Con respecto a los demás activos, se tuvo las siguientes consideraciones. Se incluyeron imprevistos fabriles y no fabriles de un 3%, a fin de paliar cualquier eventualidad que pueda presentarse.

Tabla 7.3

Detalle de muebles y equipos

	Unidades	Costo (S/)	Total (S/)
Muebles de planta			80 000
Set Mesas + 6 sillas	5	930	4 650
Mesa metálica	6	460	2 760
Sillas	10	60	600
Estantería	35	290	10 150
Camerinos	3	320	960
Microondas	2	295	590
Refrigeradora	1	2150	2 150
Parihuelas	220	23	5 060
Contenedor Basura 1.1T	7	1600	11 200
Computadora	3	5500	16 500
Set 04 Lockers	5	455	2 275
Espejos	6	170	1 020
Multímetro	2	265	530
Palas y Rastrillos	14	220	3 080
Cámara seguridad	7	210	1 470
Altavoz	5	270	1 350
Set 02 Walkie talkie	5	400	2 000
Equipo Desinfección	1	970	970
Aire acondicionado	6	1050	6 300
Ventilador	5	260	1 300
Terma eléctrica	1	750	750
Panel LED	18	120	2 160
Lámparas de emergencia	5	60	300
Escalera telescópica	2	560	1 120
Aspiradora	1	755	755
Muebles de oficina			100 000
Celulares	13	2200	28 600
Tablet	5	1700	8 500
Proyector	1	2550	2 550
Equipo de tóxico	1	4350	4 350
Set Escritorio	4	1550	6 200
Mesa Trabajo	4	600	2 400
Sillas ergonómicas	16	400	6 400
Frigobar	1	780	780
Armario	3	3700	11 100
Impresora con scanner	2	5150	10 300
Teléfono	3	200	600
Aire acondicionado	6	1050	6 300
Panel LED	12	120	1 440
Lámparas de emergencia	4	60	240
Sofá	3	1180	3 540

(continúa)

(continuación)

	Unidades	Costo (S/)	Total (S/)
Cafetera	1	1200	1 200
Televisor	1	4100	4 100
Pizarra	1	500	500
Estantes	5	180	900
Equipos de cómputo			13 000

Finalmente, en resumen, los costos totales de activos tangibles serían:

Tabla 7.4

Costo total de activos tangibles

Activo	Costo (S/)
Terreno	1 980 000
Edificaciones planta	700 000
Edificaciones oficinas admin.	300 000
Maquinaria y equipo	871 200
Muebles de planta	80 000
Muebles de oficina	100 000
Equipos de cómputo	13 000
Imprevistos fabriles	49 536
Imprevistos no fabriles	12 000
Total	4 105 736

Los activos intangibles están conformados por los estudios necesarios para la instalación de la planta, organización, supervisión, gastos de puesta en marcha y un monto para contingencias.

Tabla 7.5*Costo de activos intangibles*

Activo	Costo (S/)
Estudios previos	320 000
Investigación de factibilidad	120 000
Pruebas operativas	120 000
Ajustes de Calidad Producto Final	80 000
Estudios definitivos	150 000
Certificación Ambiental Control Union	100 000
Constitución de la Empresa	20 000
Branding Marca	30 000
Gastos puestos en marcha	100 000
Contingencias	35 000
Total	605 000

7.1.2 Estimación de las inversiones de corto plazo

La inversión de corto plazo será el capital de trabajo. Se determinó que el ciclo de caja es de 92 días (ciclo operativo – periodo promedio de pago). Se multiplicó este valor por el total de egresos (6 771 591) y luego se dividió entre 360.

Tabla 7.6*Capital de trabajo (S/)*

Cálculo capital de trabajo	
Total de egresos (S/)	6 771 591
Ciclo de Caja (días)	92
Capital de Trabajo	1 730 515

Tabla 7.7*Inversión total*

Concepto	Monto (S/)
Inversión fija tangible	4 105 736
Inversión fija intangible	605 000
Capital de trabajo	1 730 515
Inversión total	6 441 251

7.2 Costos de producción**7.2.1 Costos de la materia prima e insumos**

Para el cálculo de los costos de la materia prima e insumos, se considerará el costo de los residuos sólidos urbanos, el cual fue negociado con la municipalidad de Villa el Salvador. El material será llevado hasta la fábrica a un costo de 40 S/ / Tm. También se contará un costo de 1 S/ / Saco de papel reforzado.

Tabla 7.8*Costo de materia prima e insumos (S/)*

Año	2021	2022	2023	2024	2025
Residuos sólidos urbanos	3 592 141	3 776 418	3 970 148	4 173 817	4 387 934
Sacos	335 044	352 232	370 302	389 298	409 269
Costo total en materia prima	3 927 186	4 128 650	4 340 450	4 563 115	4 797 203

7.2.2 Costos de la mano de obra directa

Se determinó que se necesitarán 14 operarios especializados y 12 operarios no especializados para cubrir la producción de Biochar. El detalle de sus remuneraciones se muestra a continuación.

Tabla 7.9*Costo mano de obra directa*

Cargo	Suel- do base (S/)	Nº	Sueldo Base anual (S/)	Grati- fica- ciones (S/)	Sub totales (S/)	CTS (S/)	ESSA- LUD (S/)	Costo Sala- rial (S/)	Beneficios Provisio- nados (S/)	Desembol- so total anual (S/)
Operario especia- lizado	1 200	14	14 400	2 400	16 800	1 400	1 512	19 712	233	272 701
Operario no especia- lizado	930	12	11 160	1 860	13 020	1 085	1 172	15 277	181	181 152
Total										453 853

7.2.3 Costo indirecto de fabricación

Para el cálculo de la mano de obra indirecta se consideró al gerente y jefe de producción, así como al área de mantenimiento.

Tabla 7.10*Costo de mano de obra indirecta*

Cargo	Sueldo base (S/)	Nº	Sueldo Base anual (S/)	Gratifica- ciones (S/)	CTS (S/)	ESSA LUD (S/)	Costo Salarial (S/)	Beneficio Provision ado (S/)	Total anual (S/)
Gerente de producción	10 000	1	120 000	20 000	11 667	12 600	164 267	1 944	162 322
Jefe de planta	6 000	2	72 000	12 000	7 000	7 560	98 560	1 167	194 787
Jefe de mantenimient o	6 000	1	72 000	12 000	7 000	7 560	98 560	1 167	97 393
Técnico de mantenimient o	1 500	1	18 000	3 000	1 750	1 890	24 640	292	24 348
Total									478 851

También se calculó la depreciación de los activos tangibles y de los intangibles. Se muestra a continuación.

Tabla 7.11*Depreciación de activos tangibles*

Activo Tangible	S/	DEP %	2021	2022	2023	2024	2025	Depreciación total	Valor Residual
Terreno	1 980 000	0%	-	-	-	-	-	-	1 980 000
Edificaciones planta	700 000	3%	21 000	21 000	21 000	21 000	21 000	105 000	595 000
Edificaciones oficinas administrativas	300 000	3%	9 000	9 000	9 000	9 000	9 000	45 000	255 000
Maquinaria y equipo	871 200	10%	87 120	87 120	87 120	87 120	87 120	435 600	435 600
Muebles de planta	80 000	10%	8 000	8 000	8 000	8 000	8 000	40 000	40 000
Muebles de oficina	100 000	10%	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000	50 000	50 000
Equipos de cómputo	13 000	20%	2 600	2 600	2 600	2 600	2 600	13 000	-
Imprevistos fabriles	49 536	10%	4 954	4 954	4 954	4 954	4 954	24 768	24 768
Imprevistos no fabriles	12 000	10%	1 200	1 200	1 200	1 200	1 200	6 000	6 000
Total	4 105 736		143 874	143 874	143 874	143 874	143 874	719 368	3 386 368
Deprec. Fabril			121 074	121 074	121 074	121 074	121 074	605 368	
Deprec. No Fabril			22 800	22 800	22 800	22 800	22 800	114 000	
VALOR DE MERCADO (%)									50.00%
VALOR RESIDUAL									3 386 368
VALOR DE MERCADO									1 693 184

Tabla 7.12*Amortización de activos intangibles*

Activo Intangible	S/	DEP %	2021	2022	2023	2024	2025	Depreciación total	Valor Residual
Estudios previos	100 000	10%	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000	50 000	50 000
Estudios definitivos	150 000	10%	15 000	15 000	15 000	15 000	15 000	75 000	75 000
Organización	50 000	10%	5 000	5 000	5 000	5 000	5 000	25 000	25 000
Supervisión	70 000	10%	7 000	7 000	7 000	7 000	7 000	35 000	35 000
Gastos puestos en marcha	200 000	10%	20 000	20 000	20 000	20 000	20 000	100 000	100 000
Contingencias	35 000	10%	3 500	3 500	3 500	3 500	3 500	17 500	17 500
Total	605 000		60 500	60 500	60 500	60 500	60 500	302 500	302 500
VALOR DE MERCADO (%)									0.00%
VALOR RESIDUAL									0

Para el costo indirecto de fabricación se consideró la mano de obra indirecta, la depreciación y amortización fabril, los materiales indirectos, los servicios de agua, luz, limpieza, mantenimiento y seguro. Cabe resaltar que se consideró un aumento del 5% por año para el mantenimiento por el deterioro progresivo de las máquinas e infraestructura y el costo del agua como constante ya que no interviene en el proceso de producción, será utilizada para la limpieza y los servicios higiénicos.

Tabla 7.13*Costo indirecto de fabricación (S/)*

Concepto	2021	2022	2023	2024	2025
Agua	40 299	40 299	40 299	40 299	40 299
Luz	761 878	761 878	827 368	840 467	609 397
Mantenimiento	19 380	20 349	21 366	22 435	23 557
Limpieza	36 000	36 000	36 000	36 000	36 000
Seguro	19 380	19 380	19 380	19 380	19 380
Mano de obra indirecta	478 851	478 851	478 851	478 851	478 851
Depreciación y amortización fabril	121 074	121 074	121 074	121 074	121 074
Materiales indirectos	67 009	70 446	74 060	77 860	81 854
Total	1 543 870	1 548 277	1 618 398	1 636 364	1 410 410

7.3 Presupuestos operativos

7.3.1 Presupuesto de ingreso por ventas

Para calcular el presupuesto de ingreso por ventas se utilizó la demanda del proyecto con 15% de participación de mercado. El precio de venta será de 30 S/ / Saco. El precio se determinó tras analizar a la competencia, es un precio competitivo y que genera un gran margen de ganancia.

Tabla 7.14

Presupuesto de ingreso por ventas (S/)

Rubro	Unidad	2021	2022	2023	2024	2025
Ventas	Sacos	335 044	352 232	370 302	389 298	409 269
Precio	S/ / Saco	30	30	30	30	30
Ventas	S/	10 051 332	10 566 965	11 109 051	11 678 945	12 278 075

7.3.2 Presupuesto operativo de costos

Los costos están compuestos por los costos de materia prima e insumos, mano de obra directa y costos indirectos de producción. Todos los valores fueron calculados previamente.

Tabla 7.15

Presupuesto de costos de ventas (S/)

Costo	2021	2022	2023	2024	2025
Materia prima e insumos	3 927 186	4 128 650	4 340 450	4 563 115	4 797 203
MOD	453 853	453 853	453 853	453 853	453 853
CIF	1 543 870	1 548 277	1 618 398	1 636 364	1 410 410
Costo de venta	5 924 909	6 130 780	6 412 701	6 653 332	6 661 466

7.3.3 Presupuesto operativo de gastos

A continuación, se muestran los cálculos de las remuneraciones del personal administrativo. Cabe resaltar que la remuneración del Gerente Comercial será considerada en el gasto de ventas.

Tabla 7.16*Remuneraciones del personal administrativo*

Cargo	Suel- do base (S/)	N °	Sueldo Base anual (S/)	Grati- fica- ciones (S/)	Subto- tales (S/)	CTS (S/)	ESSAL- UD (S/)	Costo Salarial (S/)	Benefi- cios Provi- sionado s (S/)	Desem- bolso total anual (S/)
Gerente general	15 000	1	180 000	30 000	210 000	17 500	18 900	246 400	2 917	243 483
Jefe de finanzas	5 000	1	60 000	10 000	70 000	5 833	6 300	82 133	972	81 161
Jefe de RRHH	5 000	1	60 000	10 000	70 000	5 833	6 300	82 133	972	81 161
Analista	2 500	4	30 000	5 000	35 000	2 917	3 150	41 067	486	162 322
Total										568 128
Gerente comer- cial (*)	10 000	1	120 000	20 000	140 000	11 667	12 600	164 267	1 944	162 322

Nota. ()* El sueldo del gerente comercial es considerado en el gasto de venta

En los gastos de distribución y comercialización se ha considerado el costo variable por peso y 2 despachos semanales, los cuales tendrán como destino los Homecenters y los agricultores que opten por el servicio. Se planea tener una fuerte inversión en marketing y publicidad para aumentar la demanda progresivamente por lo que se destinará el 2% de los ingresos. Finalmente se añadió el sueldo del Gerente comercial para determinar el gasto de venta.

Tabla 7.17*Gastos de ventas (S/)*

Concepto	2021	2022	2023	2024	2025
Distribución y comercialización	271 522	280 116	289 151	298 649	308 635
Marketing y publicidad	201 027	211 339	222 181	233 579	245 562
Remuneración Gerente comercial	162 322	162 322	162 322	162 322	162 322
Gasto de venta	634 871	653 778	673 654	694 550	716 518

Tabla 7.18*Gastos de administración y ventas (S/)*

Concepto	2021	2022	2023	2024	2025
Depreciación y amortización	83 300	83 300	83 300	83 300	83 300
Teléfono e internet	210 000	210 000	210 000	210 000	210 000
Útiles de escritorio	22 926	22 926	22 926	22 926	22 926
Gasto de venta	634 871	653 778	673 654	694 550	716 518
Remuneraciones	568 128	568 128	568 128	568 128	568 128
Gastos A&V	1 519 225	1 538 131	1 558 008	1 578 904	1 600 872

7.4 Presupuestos financieros**7.4.1 Presupuesto de servicio de deuda**

Para una inversión total de S/ 6 441 251 se optó por financiar el 40% con el Banco de Crédito del Perú a una tasa efectiva anual de 10% y aportar el 60% entre los accionistas. El monto a financiar es S/ 2 576 500.

Tabla 7.19*Relación Financiamiento / Capital*

Concepto	Porcentaje	TEA	Importe (S/)
Capital propio	60%	-	3 864 751
Financiamiento	40%	10%	2 576 500
Inversión total	100%	-	6 441 251

Tabla 7.20*Servicio de deuda*

Año	Semestre	Capital	Amortización principal	Intereses	Saldo
1	1	2 576 500	257 650	125 756	2 318 850
	2	2 318 850	257 650	113 180	2 061 200
2	1	2 061 200	257 650	100 605	1 803 550
	2	1 803 550	257 650	88 029	1 545 900
3	1	1 545 900	257 650	75 454	1 288 250
	2	1 288 250	257 650	62 878	1 030 600
4	1	1 030 600	257 650	50 302	772 950
	2	772 950	257 650	37 727	515 300
5	1	515 300	257 650	25 151	257 650
	2	257 650	257 650	12 576	0.00
TOTAL			2 576 500	691 658	-

7.4.2 Presupuesto de estado de resultados

A continuación, se presentará el estado de resultados del año 2021 al 2025. La reserva legal es de 10% por año llegando hasta S/ 772 950 (20% del capital propio). Las participaciones son de 10% y el impuesto a la renta de 29.50%.

Tabla 7.21*Estado de resultados (S/)*

RUBRO	2021	2022	2023	2024	2025
Ingreso por ventas	10 051 332	10 566 965	11 109 051	11 678 945	12 278 075
(-) Costo de venta	-5 924 909	-6 130 780	-6 412 701	-6 653 332	-6 661 466
(=) Utilidad bruta	4 126 424	4 436 185	4 696 349	5 025 613	5 616 609
(-) Gastos generales	-1 519 225	-1 538 131	-1 558 008	-1 578 904	-1 600 872
(-) Gastos financieros	-238 936	-188 634	-138 332	-88 029	-37 727
(+) Venta de activos tangibles (mercado)					1 693 184
(-) Valor residual activos tangibles					-3 386 368
(=) Utilidad antes de participaciones e impuestos	2 368 262	2 709 420	3 000 010	3 358 680	2 284 826
(-) Participaciones	-236 826	-270 942	-300 001	-335 868	-228 483
(-) Impuesto a la renta (29.5%)	-698 637	-799 279	-885 003	-990 810	-674 024
(=) Utilidad antes de reserva legal	1 432 799	1 639 199	1 815 006	2 032 001	1 382 320
(-) Reserva legal	-143 280	-163 920	-465 750		
(=) Utilidad disponible	1 289 519	1 475 279	1 349 256	2 032 001	1 382 320

7.4.3 Presupuesto de estado de situación financiera

Tabla 7.22

Estado de situación financiera (S/)

ACTIVO		PASIVO Y PATRIMONIO	
Activo corriente		Pasivo corriente	
Caja	1 730 515	Cuentas x pagar	-
Cuentas x Cobrar	-	Participaciones por pagar	-
Existencias	-	Impuesto a la renta por pagar	-
Total de activo corriente	1 730 515	Total de pasivo corriente	-
Activo no corriente		Pasivo no corriente	
Terreno	1 980 000	Préstamos a largo plazo	2 576 500
Edificios y equipo	2 125 736	Total de pasivo no corriente	2 576 500
Depreciación ejercicio	-	Total de pasivo	2 576 500
Activos intangibles	605 000	Patrimonio	
Amortización ejercicio	-	Capital social	3 864 751
Total de activo no corriente	4 710 736	Resultados ejercicio	-
		Reserva legal	-
Total de activo	6 441 251	Total de patrimonio	3 864 751
		Total de pasivo y patrimonio	6 441 251

7.4.4 Flujo de fondos económico

A continuación, se presenta el flujo de fondos económico del 2021-2025.

Tabla 7.23

Flujo de fondos económico (S/)

RUBRO	0	2021	2022	2023	2024	2025
Inversión total	-6 441 251					
Utilidad antes de reserva legal		1 432 799	1 639 199	1 815 006	2 032 001	1 382 320
(+) Amortización de intangibles		60 500	60 500	60 500	60 500	60 500
(+) Depreciación fabril		121 074	121 074	121 074	121 074	121 074
(+) Depreciación no fabril		22 800	22 800	22 800	22 800	22 800
(+) Gastos financieros * (1-0.295)		168 450	132 987	97 524	62 061	26 597
(+) Valor residual						3 386 368
(+) Capital de trabajo						1 730 515
Flujo neto de fondos económico	-6 441 251	1 805 622	1 976 560	2 116 903	2 298 435	6 730 174

7.4.5 Flujo de fondos financiero

A continuación, se presenta el flujo de fondos financiero del 2021-2025.

Tabla 7.24

Flujo de fondos financiero (S/)

RUBRO	0	2021	2022	2023	2024	2025
Inversión total	-6 441 251					
Préstamo	2 576 500					
Utilidad antes de reserva legal		1 432 799	1 639 199	1 815 006	2 032 001	1 382 320
(+) Amortización de intangibles		60 500	60 500	60 500	60 500	60 500
(+) Depreciación fabril		121 074	121 074	121 074	121 074	121 074
(+) Depreciación no fabril		22 800	22 800	22 800	22 800	22 800
(-) Amortización del préstamo		-515 300	-515 300	-515 300	-515 300	-515 300
(+) Valor residual						3 386 368
(+) Capital de trabajo						1 730 515
Flujo neto de fondos financiero	-3 864 751	1 121 872	1 328 273	1 504 080	1 721 075	6 188 276

7.5 Evaluación económica y financiera

Antes de evaluar económicamente el proyecto debemos hallar el COK con la siguiente fórmula:

$$COK = rf + \beta * (rm - rf) + rp$$

Dónde:

Rf = Bonos E.E.U.U.

Rm = S&P 500

B = del sector de agricultura (apalancado 0.76)

Rp = Riesgo país 1.2 puntos

$$COK = 11.34\%$$

Utilizamos la tasa efectiva anual de 10% que nos ofrece el BCP para determinar el “Kd”.

$$Kd = 0.10 * (1 - 0.295) = 0.0705$$

Con el COK y Kd se halla el C.P.P.C.

Tabla 7.25

Cálculo C.P.P.C.

Rubro	Importe (S/)	%Participación	Interés	Tasa de descuento
Accionistas	3 864 751	60%	11.34%	6.80%
Préstamo	2 576 500	40%	7.05%	2.82%
Total	6 441 251	100%		9.62%

7.5.1 Evaluación económica

Con el flujo de fondos económico y el COK se halló el VAN económico, el índice de rentabilidad, la TIR y el periodo de recuperación en años.

Tabla 7.26

Indicadores económicos

VAN Económico	3 738 882
Relación B/C	1.58
Tasa interna de retorno económico (TIR)	28%
Periodo de recuperación (años)	4.05

7.5.2 Evaluación financiera

Con el flujo de fondos financiero y el COK se halló el VAN financiero, el índice de rentabilidad, la TIR y el periodo de recuperación en años.

Tabla 7.27

Indicadores financieros

VAN Financiero (S/)	4 041 700
Relación B/C	2.05
Tasa interna de retorno financiero (TIR)	37%
Periodo de recuperación (años)	3.62

7.5.3 Análisis de ratios e indicadores económicos y financieros del proyecto

A partir del Estado de Situación Financiera se hallaron los siguientes ratios:

Tabla 7.28

Tabla de Indicadores para el año 1

Razón de Deuda o Razón de Endeudamiento	
Año	1
Total Pasivo	2 576 500
Total Activo	6 441 251
Total Pasivo / Total Activo	0.4
Razón de Propiedad	
Año	1
Total Patrimonio	3 864 751
Total Activo	6 441 251
Total Patrimonio / Total Activo	0.6
Razón Deuda / Patrimonio	
Año	1
Razón Deuda / Patrimonio	
Total Pasivo	2 576 500
Total Patrimonio	3 864 751
Total Pasivo / Total Patrimonio	0.67
Rentabilidad sobre el Patrimonio (ROE)	
Año	1
Utilidad Neta	1 289 519
Total Patrimonio	3 864 751
Utilidad Neta / Total Patrimonio	0.33

Con respecto a la razón deuda, debemos inferir que la empresa si cuenta con capacidad de pago ya que el valor de este es menor a 1. Por otro lado, la Razón propiedad, demuestra la gran inversión que se realizó en el primer año, que se ve reflejado en el aumento del activo no corriente.

Según la razón deuda capital, se puede deducir que existe una deuda en el primer año, frente al patrimonio, este indicador con el paso de los años debería mostrarnos el aumento del patrimonio y una baja en el pasivo, es decir, saldar la deuda pendiente.

Finalmente, la ratio de rentabilidad ROE nos demuestra que en el primer año la empresa aún no ha generado las suficientes utilidades para sopesar el patrimonio, no obstante, el 33% es una cifra considerable al tratarse de los resultados del primer año.

Adicionalmente se hallaron los ratios de rentabilidad para el pronóstico de los demás años:

Tabla 7.29

Ratios de rentabilidad para los años pronosticados.

Margen de Utilidad Bruta					
Año	2021	2022	2023	2024	2025
Utilidad Bruta / Ventas	0.41	0.42	0.42	0.43	0.46
Margen de Utilidad Neta (ROS)					
Año	2021	2022	2023	2024	2025
Utilidad Neta / Ventas	0.13	0.14	0.12	0.17	0.11

De acuerdo a los indicadores hallados, la utilidad bruta se mantendrá en constante crecimiento de aumentar las ventas, sin embargo, el ROS, que considera la utilidad neta, se verá favorecido a lo largo de los años debido al pago de la deuda. Es decir, una vez saldada la deuda, el negocio estará listo para recibir las utilidades y tendrá la oportunidad de invertir en su expansión.

7.5.4 Análisis de sensibilidad del proyecto

Se realizará un análisis de sensibilidad del proyecto para determinar las variables más sensibles. Se evaluará la variación de la demanda, el precio de venta y el costo de las materias primas. Para los 3 escenarios se aplicará una variación de +/- 5%.

- **Escenario 1: Variación del precio de venta**

Tabla 7.30

Sensibilidad según la variación del precio de venta

Variación	Evaluación Económica		Evaluación Financiera	
+5%	VAN	4 935 944	VAN	5 238 763
	TIR	33%	TIR	45%
-5%	VAN	2 541 820	VAN	2 844 638
	TIR	23%	TIR	30%

Se concluye que el precio de venta es la variable con mayor impacto en los resultados del proyecto.

- **Escenario 2: Variación de la demanda**

Tabla 7.31

Sensibilidad según la variación de la demanda

Variación	Evaluación Económica		Evaluación Financiera	
+5%	VAN	4 915 586	VAN	5 218 404
	TIR	33%	TIR	45%
-5%	VAN	2 562 178	VAN	2 864 996
	TIR	23%	TIR	30%

De igual manera, la demanda es una variable de alto impacto en los resultados del proyecto.

- **Escenario 3: Variación del costo de las materias primas**

Tabla 7.32

Sensibilidad según la variación del costo de las materias primas

Variación	Evaluación Económica		Evaluación Financiera	
+5%	VAN	3 261 629	VAN	3 564 448
	TIR	26%	TIR	34%
-5%	VAN	4 216 135	VAN	4 518 953
	TIR	30%	TIR	40%

El costo de las materias primas es la variable con menor impacto en el proyecto, siendo este poco significativo a diferencia de las otras 2 variables.

CAPÍTULO VIII. EVALUACIÓN SOCIAL

8.1 Impacto social del proyecto

La planta estará ubicada en el distrito de Villa el Salvador siendo el aporte más significativo a la zona la segregación de residuos sólidos generados en la zona. Se calculó el porcentaje de segregación en base a los cálculos de la tabla 5-17 (residuos sólidos utilizados en el proyecto) y la tabla 4-1 (generación de residuos sólidos proyectados para el distrito de Villa el Salvador).

Tabla 8.1

Porcentaje de segregación de RSU del proyecto en Villa el Salvador

Año	2021	2022	2023	2024	2025
RSU proyecto (Tm)	89 804	94 410	99 254	104 345	109 698
RSU proyectado (Tm)	130 964	135 274	139 583	143 893	148 202
% Segregación	69%	70%	71%	73%	74%

En promedio se logrará segregar el 71% de residuos sólidos generados en el distrito de Villa el Salvador en los 5 años del proyecto.

8.1.1 Valor agregado del proyecto

Para el cálculo del valor agregado se restó el monto de compras en materia prima e insumos a los ingresos por ventas. Asimismo, se utilizó el CPPC como tasa de descuento social (9.62%) para la evaluación social del proyecto privado.

Tabla 8.2

Valor agregado

Concepto	2021	2022	2023	2024	2025
Ventas	10 051 332	10 566 965	11 109 051	11 678 945	12 278 075
Materia prima e insumos	3 927 186	4 128 650	4 340 450	4 563 115	4 797 203
Valor agregado	6 124 146	6 438 315	6 768 601	7 115 830	7 480 872
Valor agregado actual	19 295 804				

8.1.2 Relación producto / capital

En la siguiente tabla se muestra la relación entre el producto y el capital.

Tabla 8.3

Relación P/K

Relación P/K	
Valor agregado (S/)	19 295 804
Inversión total (S/)	6 441 251
P/K	3.00

Al ser mayor a 1 la relación producto/capital, se concluye que el proyecto es socialmente viable. Con cada sol invertido, se obtendrá S/ 3.

8.1.3 Intensidad y densidad del capital del proyecto

En las siguientes tablas se calculan la intensidad y densidad del capital del proyecto.

Tabla 8.4

Intensidad de capital

Intensidad de capital	
Inversión total (S/)	6 441 251
Valor agregado (S/)	19 295 804
IC	0.33

Tabla 8.5

Densidad de capital

Densidad de capital	
Inversión total (S/)	6 441 251
Nº empleos	39
DC	165 160

Analizando la tabla 8-4, se necesitan S/ 0.33 de inversión para generar un sol de valor agregado. Además, se necesita S/ 165 160 de inversión para generar cada puesto de trabajo en el proyecto.

CONCLUSIONES

- El proyecto es económicamente viable ya que, tanto el VAN económico como el financiero resultaron ser S/ 3 738 882 y S/ 4 041 700 respectivamente. Además, las relaciones beneficio / costo de 1.58 y 2.05, TIR de 28% y 37% y periodos de recuperación de 4.05 y 3.62 años.
- Las variables con mayor impacto en el análisis de sensibilidad son el precio de venta y la demanda. Inclusive en el peor escenario de ambas (-5%), el proyecto sigue siendo económicamente viable.
- El proyecto es técnicamente viable debido a que existen las máquinas necesarias para producir el producto. A pesar del alto costo, la capacidad de producción de estas permite que el proyecto sea viable.
- El proyecto es viable socialmente debido a que se generan 39 puestos de trabajo estables y un valor agregado actual de 19 295 804.
- El proyecto es viable medioambientalmente ya que el producto recupera la fertilidad de los suelos y mitiga el daño ocasionado por los fertilizantes químicos. Además, se da una disposición final adecuada a los residuos sólidos urbanos.
- Con el estudio de mercado se determinó que existe un gran mercado insatisfecho que busca un fertilizante orgánico y este mismo puede crecer aún más debido al cambio climático y la necesidad de revertir la erosión y contaminación.

RECOMENDACIONES

A continuación, detallaremos las recomendaciones:

- Se invita a otros ingenieros y estudiantes a realizar estudios similares en otras localidades para aprovechar la mala gestión de residuos sólidos urbanos y revertir el daño que estos causan. Además de ser un gran negocio, se apoya al cuidado del medio ambiente.
- Realizar alianzas estratégicas con las municipalidades, ya que la mayoría de ellas terminan pagando para que los residuos sólidos que recogen tengan una disposición final inadecuada. Varias municipalidades se encontraban interesadas en brindar apoyo con la recolección de basura para darle una disposición final adecuada.
- Calcular la capacidad instalada a 3 turnos permitirá utilizar las máquinas al máximo y disminuir los turnos de aquellas que no requieran trabajar a su máxima capacidad.
- Los gases y líquidos producto de la pirólisis tienen un valor comercial y este estudio puede extenderse a comercializar también estos bienes.

REFERENCIAS

- 3M (2021). *Mascarilla N95*. https://www.3m.com.pe/3M/es_PE/p/d/v101222050/
- ABC color (2005) *Manejo ecológico del suelo*. <http://www.abc.com.py/edicion-impresas/suplementos/abc-rural/manejo-ecologico-del-suelo-872084.html>
- Alcántara, M. (2017) *Planeamiento estratégico de la empresa Fertilizantes del Perú S.A 2016 2018*. (Tesis para optar el título de master en Ciencias Empresariales). http://repositorio.usil.edu.pe/bitstream/USIL/2628/1/2017_Alcantara_Planeamiento_estrategico.pdf
- Alibaba (2018). *Trituradora Industrial*. <https://spanish.alibaba.com/product-detail/professional-industrial-plastic-crusher-644150736.html?s=p>
- Alibaba (2018). *China Leading Permanent Eddy Current Separator Magnetic Separators Manufacturer*. de https://www.alibaba.com/product-detail/China-Leading-Permanent-Eddy-Current-Separator_60730741491.html?spm=a2700.7724838.2017115.22.ec0f50fbFnL4ZR&s=p
- Alibaba (2018). *Reactor de lecho fluidizado*. <https://spanish.alibaba.com/product-detail/glass-lined-chemical-equipment-fluidized-bed-reactor-60125893058.html>
- Andina. (2013). *El 28% de la superficie total agrícola de Perú está en la Macro Región Norte*. <http://andina.pe/agencia/noticia.aspx?id=452506>
- Bailing Machinery. (2021). *Secador rotativo*. <https://www.bailingmachinery.com/products/dryer/39.html>
- Bianna. (2021). *Tromel estacionario Bianna*. <https://biannarecycling.com/tromel/>
- COPARM (2018). *Trituradora serie TR150, trituradoras industriales, trituradoras para reciclaje*. <http://coparm.es/trituradoras/trituradora-serie-tr150/>
- Escobal, J., Fort, R., Zegarra, E. (2012) *Agricultura peruana: nuevas miradas desde el censo Agropecuario*. http://www.grade.org.pe/wpcontent/uploads/LIBROGRADE_CENAGRO.pdf
- Guerra Laura, P. (2015). *Producción y caracterización de Biochar a partir de la biomasa residual de sistemas agroforestales y de agricultura convencional en la Amazonía Peruana*. (Tesis para optar el título profesional de Ingeniería Ambiental). <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/1895/Q70.G84-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Hernandez, E.M., Perret, J. (2013). *Elaboración de un Fertilizante de Liberación Controlada con Matriz de Biochar*. <http://tierratropical.org/es/editions/issue-9-2-2013/elaboration-of-a-controlled-release-fertilizer-using-a-biochar-matrix/>
- Instituto Español de Comercio Exterior (2019). *Fertilizantes en Perú*. <https://www.icex.es/icex/es/navegacion-principal/todos-nuestros-servicios/informacion-de-mercados/estudios-de-mercados-y-otros-documentos-de-comercio-exterior/DOC2019819665.html>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (2015). *Anuario de estadísticas ambientales 2015*. https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1342/libro.pdf
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (2014). *Compendio estadístico Provincia de Lima 2014*. https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1248/Libro.pdf
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (2019). *Estimaciones y proyecciones de población económicamente activa*. <https://www1.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/economically-active-population/>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (2019). *Compendio estadístico Provincia de Lima 2019*. https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1714/Libro.pdf
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (2020). *Superficie cultivada 2015-2019*. https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1758/cap13/ind13.htm
- Interempresas (2018). *Equipos de protección frente al riesgo biológico*. <https://www.interempresas.net/Proteccion-laboral/Articulos/212159-Equipos-de-proteccion-frente-al-riesgo-biologico.html>
- Ley de promoción y desarrollo de la agricultura familiar. (15 de octubre de 2015). *El peruano*. <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/ley-de-promocion-y-desarrollo-de-la-agricultura-familiar-ley-n-30355-1307649-2/#:~:text=La%20presente%20Ley%20tiene%20por,en%20el%20uso%20sostenible%20de>
- Libélula. (2011). *Diagnóstico de la agricultura en el Perú*. http://www.peruopportunity.org/uploads/posts/34/Diagno_stico_de_la_Agricultura_en_el_Peru_-_web.pdf
- Mi Empresa Propia. (2016). *Sociedad anónima cerrada S.A.C.* <https://mep.pe/sociedad-anonima-cerrada-sac/>

- Ministerio de Agricultura México. (sf.) *Estadística básica agrícola*.
http://www.campomexicano.gob.mx/portal_siap/Integracion/EstadisticaBasica/Agricola/Normatividad/caracteristicasN.htm
- Ministerio de Agricultura y Riego. (2016). *Anuario estadístico, medios de producción agropecuarios*. http://siea.minagri.gob.pe/siea/sites/default/files/anuario-medios-produccion-agropecuarios-2016_281217_1.pdf
- Ministerio de Agricultura y Riego. (2019). *Superficie agrícola bajo riego por región*.
https://www.agromoquegua.gob.pe/doc/PLAN_NACIONAL_DE_CULTIVOS_2018-2019.pdf
- Ministerio de Agricultura y Riego. (2020). *Anuario estadístico, medios de producción agropecuarios*. <http://siea.minagri.gob.pe/siea/sites/default/files/anuario-medios-produccion-agropecuarios.pdf>
- Ministerio de Agricultura y Riego. (sf.). *Información del guano de isla*.
<http://siea.minagri.gob.pe/siea/sites/default/files/INFORMACION-GUANO-PRECIOS-SEGMENTOS.pdf>
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. (2020). *Importación y producción de fertilizantes en el Perú*.
<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1692287/Bolet%C3%ADn%20Mensual%20%22El%20Agro%20en%20Cifras%22%20-%20Diciembre%202020.pdf>
- Ministerio del Ambiente. (2017). *Guía para la caracterización de residuos sólidos*.
<https://sinia.minam.gob.pe/informacion/inicio-tematicas>
- Ministerio del Ambiente. (2021). *Temáticas ambientales - SINIA*.
<https://sinia.minam.gob.pe/informacion/inicio-tematicas>
- Ministerio de la Mujer y Poblaciones Vulnerables. (2015). *Estadísticas de PAM 2015*.
<https://www.mimp.gob.pe/adultomayor/regiones/Piura2.html>
- Parques industriales en el norte, centro y sur del país. (2016). *Gestión*.
<https://gestion.pe/suplemento/comercial/terrenos-industriales/parques-industriales-norte-centro-y-sur-pais-1002233>
- Perez, H. (2016). *Gestión y manejo de residuos sólidos en la Municipalidad Metropolitana de Lima*. <http://ccap.org/assets/06.-Hernan-Roberto-Perez-Velez-Stage-I-Presentation-from-Lima-Peru.pdf>
- Premier Tech (2021). *Ensacadora PTH*. <https://mkt.ptchronos.com/pth-online-guide/>
- Ramirez, F. (2010). *Panorama agronómico y mercado de fertilizantes en el Perú*.
http://www.misti.com.pe/web/images/stories/eventos/Panorama_Agronomico_Mercado.pdf
- Refertil. (2018). *Qué es el biochar y cómo se hace?*.
<http://www.refertil.info/sme/es/que-es-el-biochar-y-como-se-hace>

- Small, P. (2018). *Welcome to a Gardening with Biochar*.
<http://biochar.pbworks.com/w/page/9748043/FrontPage>
- Stereovilla. (2018). *Municipalidad agobia con altos impuestos al parque industrial de Villa el Salvador*. <http://stereovilla.pe/municipalidad-agobia-con-altos-impuestos-al-parque-industrial-de-villa-el-salvador/>
- Tecsan (2011). *Minimización y reciclado de residuos*.
https://www.iswa.org/uploads/tx_iswaknowledgebase/Guillermo-Virano.pdf
- Tortosa, G. (2015). *¿Qué es el biochar?*.
<http://www.compostandociencia.com/2015/01/que-es-el-biochar/>
- Veritrade. (2018). *Importación y exportación de fertilizantes*.
<https://www.veritrade.com>
- Xinhai (2021). *Dry magnetic separator*. <https://m.xinhaiepc.com/product/magnetic/dry-separator-eccentric-rotating-magnetic-system>

BIBLIOGRAFÍA

- Agronomia.com (2021). *Agricultura bajo secano y regadío*. <https://www.xn--agronoma-i2a.com/2021/02/agricultura-de-secano.html>
- Asurza, R., Donaire, M., Garay, B., Muro, P. y Valdivia, A. (2017). *Estudio de pre factibilidad para la implantación de un proyecto industrial de biochar a partir de residuos sólidos municipales*.
- Agroes (2017). *Enmiendas orgánicas*. <http://www.agroes.es/agricultura/abonos/100-enmiendas-organicas>
- Del Amo, E. (2018) *Producción de biochar a partir de material bioestabilizado*. (Tesis para Optar el título de ingeniería química). <http://uvadoc.uva.es/bitstream/10324/31220/1/TFG-I-894.pdf>
- Díaz, B., Jarufe, B., Noriega, M.T., (2007). *Disposición de planta*. Lima: Universidad de Lima, Fondo editorial
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (2019). *Anuario de estadísticas ambientales 2019*. https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1720/
- Alonso, M. (2013). *Efecto del biocarbón en las propiedades físicas de diferentes sustratos orgánicos*. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5223152.pdf>
- Ministerio de Agricultura y Riego. (2018). *Sector Agricultura se consolidó el 2017 como el segundo generador de mayores divisas para el Perú*. <http://minagri.gob.pe/portal/publicaciones-y-prensa/noticias-2018/20660-sector-agricultura-se-consolido-el-2017-como-el-segundo-generador-de-mayores-divisas-para-el-peru-2>
- Olmo, M. (2016) *Efectos del biochar sobre el suelo, las características de la raíz y la producción vegetal*. (Tesis Doctoral). <http://helvia.uco.es/bitstream/handle/10396/13381/2016000001398.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (sf). *Regulación del carbón vegetal*. <http://www.fao.org/docrep/X5328S/X5328S11.htm>
- Rosas, J. (2015). *Producción de biochar a partir de viñas agotadas mediante pirólisis en reactor a escala piloto y en reactor móvil energéticamente sostenible*. <http://buleria.unileon.es/xmlui/bitstream/handle/10612/4246/Guillermo%20Rosas%20Tesis%20repositorio%20digital%20ULE%2030032015.pdf?sequence=1>

Sistema Nacional de Información Ambiental (2020). *Cantidad de residuos sólidos generados el 2019*.

<https://sinia.minam.gob.pe/informacion/tematicas?tematica=08>

Universidad Nacional de Educación a Distancia (2013). *Gestión y tratamiento de los residuos urbanos*. <http://www2.uned.es/biblioteca/rsu/pagina4.htm>

Zegarra, S. (2015). *Uso de biocarbón elaborado con vísceras de pescados y lodos de lagunas de oxidación para el mejoramiento de suelos áridos del distrito de Ancón-Lima-Perú*. (Tesis para obtener el título profesional de ingeniero ambiental.).

http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/119/zegarra_ts.pdf?sequence=1&isAllowed=y





ANEXOS

ANEXO 1: Encuestas

Encuesta de Fertilizante Biochar

La encuesta tiene como objetivo proporcionar información que permita evaluar la viabilidad de implementar una planta de producción de biochar. La información proporcionada será tratada de forma confidencial.

El biochar es un fertilizante orgánico a base de residuos sólidos. También es un restaurador de suelos dañados por los fertilizantes tradicionales. Es inoloro, incrementa los microorganismos beneficiosos, de alta retención hídrica, controlador de acidez y rico en carbono. Revierte la erosión del suelo y es de bajo costo.

***Obligatorio**

¿Realiza actividades agrícolas? *

- ☐ Si
- ☐ No

¿Cuántos años viene realizando actividades agrícolas? *

- ☐ 1-5 años
- ☐ 5-10 años
- ☐ 10 - más años

SCIENTIA ET PRAXIS

¿Cuántas hectáreas cultiva? *

- ☐ 1 - 5 ha
- ☐ 5 - 10 ha
- ☐ 10 - 20 ha
- ☐ 20 - más ha

¿Qué tipo de fertilizante utiliza? *

- ☐ Nitrogenado
- ☐ Potásico
- ☐ Fosfático
- ☐ Orgánico
- ☐ Otro: _____

¿Cuánto gasta en fertilizantes anualmente? *

- ☐ 0 - 5 mil soles
- ☐ 5 - 10 mil soles
- ☐ 10 - 20 mil soles
- ☐ 20 - más mil soles

¿Compraría fertilizante biochar? *

- ☐ Si
- ☐ No

¿Que tan dispuesto está de utilizar biochar? (1 = nada dispuesto, 5 = muy dispuesto) *

- ☐ 1
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4
- ☐ 5

¿Con qué frecuencia utilizaría el fertilizante biochar? *

- ☐ 1 - 2 veces al año
- ☐ 2 - 4 veces al año
- ☐ 4 - 6 veces al año
- ☐ 6 - más veces al año
- ☐ 0 veces al año

¿Cuánto pagaría por una bolsa de 25kg de biochar? *

☐ 10-20 soles

☐ 20-40 soles

☐ 40-60 soles



Biochar

INFORME DE ORIGINALIDAD

0%

INDICE DE SIMILITUD

0%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 3%

Excluir bibliografía

Apagado