



UNIVERSIDAD NACIONAL
de MAR DEL PLATA
.....



Universidad Nacional de Mar del Plata
Facultad de Ingeniería

PROYECTO DE INVERSIÓN PARA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE CARBÓN ACTIVADO A BASE DE RESIDUOS ORGÁNICOS.

Autores:

Lopez Bellagio, Juan Cruz

Reinoso, Nicolas Alberto

Trabajo Final de la Carrera Ingeniería Industrial

Departamento de Ingeniería Industrial

Facultad de Ingeniería

Universidad Nacional de Mar del Plata

Mar del Plata, 7 de octubre de 2024





RINFI es desarrollado por la Biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata.

Tiene como objetivo recopilar, organizar, gestionar, difundir y preservar documentos digitales en Ingeniería, Ciencia y Tecnología de Materiales y Ciencias Afines.

A través del Acceso Abierto, se pretende aumentar la visibilidad y el impacto de los resultados de la investigación, asumiendo las políticas y cumpliendo con los protocolos y estándares internacionales para la interoperabilidad entre repositorios



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución- NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).



UNIVERSIDAD NACIONAL
de MAR DEL PLATA
.....



Universidad Nacional de Mar del Plata
Facultad de Ingeniería

PROYECTO DE INVERSIÓN PARA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE CARBÓN ACTIVADO A BASE DE RESIDUOS ORGÁNICOS.

Autores:

Lopez Bellagio, Juan Cruz

Reinoso, Nicolas Alberto

Trabajo Final de la Carrera Ingeniería Industrial

Departamento de Ingeniería Industrial

Facultad de Ingeniería

Universidad Nacional de Mar del Plata

Mar del Plata, 7 de octubre de 2024



“Proyecto de inversión para planta de producción de carbón activado a base de residuos orgánicos.”

Lopez Bellagio Juan Cruz

Reinoso Nicolas Alberto

EVALUADORES

Esp. Ing. Alejandra Esteban

Mg. Ing. Alberto Lopez

DIRECTORES

Ing. Liliana Gadaleta

Esp. Ing. Joaquín Negri

Universidad Nacional de Mar del Plata

Facultad de Ingeniería

Departamento de Ingeniería Industrial

ÍNDICE

ÍNDICE DE CUADROS	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	VII
TABLA DE SIGLAS	X
RESUMEN	XI
PALABRAS CLAVES.....	XI
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MARCO TEÓRICO	2
2.1. FACTIBILIDAD DE UN PROYECTO	2
2.2. PROYECCIÓN DE DEMANDA	2
2.3. ANÁLISIS DE DECISIÓN MULTICRITERIO	2
2.4. DISEÑO DE INSTALACIONES.....	3
2.5. PROCESO PRODUCTIVO.....	3
2.6. LOCALIZACIÓN.....	4
2.7. ANÁLISIS ECONÓMICO	4
2.7.1 <i>Inversión</i>	4
2.7.2 <i>Tasa interna de retorno</i>	5
2.7.3 <i>Valor presente</i>	5
2.7.4 <i>Costo promedio ponderado de capital</i>	6
2.8. PUNTO DE EQUILIBRIO MULTIPRODUCTO	7
2.9. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD	7
2.10. ANÁLISIS FODA.....	8
2.11. ANÁLISIS DE LAS FUERZAS DE PORTER.....	9
2.12. PRORRATEO DE LA INVERSIÓN FIJA.....	10
3. DESARROLLO	11
3.1. MERCADO DEL CARBÓN ACTIVADO	11
3.1.1. <i>Definición del Producto</i>	11
3.1.1.1. Usos.....	12
3.1.1.2. Beneficios.....	13
3.1.1.3. Tipos de carbón activado.	13
3.1.1.4. Proceso de activación del carbón.....	15
3.1.2 <i>Análisis de la demanda</i>	16
3.1.2.1 Demanda global	16

3.1.2.2 Demanda Nacional.....	17
3.1.3 <i>Análisis de la oferta en Argentina</i>	18
3.1.3.1 Carboclean.....	18
3.1.3.2 Biopack.....	18
3.1.3.3 Clarimex.....	19
3.1.4 <i>Estimación de la demanda</i>	19
3.1.5 <i>Marco Normativo</i>	22
3.1.5.1 Normativas y regulaciones Nacionales.....	22
3.1.5.2 Normativas relacionadas con el uso en filtros de agua y consumo humano	23
3.1.5.3 Normas internacionales y nacionales de calidad de agua	23
3.1.5.4 Certificaciones Requeridas	24
3.1.5.5 Impacto del Marco Normativo en el Proyecto.....	24
3.2. ESTUDIO TÉCNICO	24
3.2.1. <i>Análisis de Distintas Fuentes de Materia Prima</i>	24
3.2.2. <i>Selección de la Materia Prima: Análisis de Decisión Multicriterio</i>	25
3.2.2.1 Criterios para el Análisis de Decisión Multicriterio.....	26
3.2.2.2 Evaluación de las materias primas según los criterios seleccionados	27
3.2.2.2.1 Cáscara de papa.....	27
3.2.2.2.2 Hueso de res.....	28
3.2.2.2.3 Cáscara de Coco.....	29
3.2.2.3 <i>Conclusión del análisis multicriterio</i>	30
3.3. INGENIERÍA DE LA PRODUCCIÓN.....	30
3.3.1. <i>Definición del proceso productivo</i>	30
3.3.1.1. Descripción del proceso productivo	30
3.3.1.1.1 Proceso de preparación de huesos de res.	31
3.3.1.1.2 Proceso de síntesis del carbón de hueso.....	32
3.3.1.1.3 Proceso de molienda y empaquetado.....	33
3.3.1.2 Consumibles del proceso	33
3.3.1.3. Diagrama de flujo	35
3.3.2 <i>Determinación de la capacidad de planta y necesidad de materia prima</i>	35
3.3.3. <i>Análisis de abastecimiento de materia prima</i>	36
3.3.4 <i>Elección de la localización</i>	37
3.3.4.1 Macro localización	37
3.3.4.2 Micro localización	38
3.3.4.3 Conclusión del análisis de localización.....	40
3.3.5 <i>Especificación de los equipos requeridos</i>	40
3.3.6 <i>Layout de planta</i>	42
3.3.7 <i>Superficie requerida de la planta</i>	43
3.3.7.1 Espacio requerido para el almacén de la materia prima	43

3.3.7.2	Espacio requerido para maquinaria y equipo de producción	45
3.3.7.3	Espacio requerido para el almacén de productos terminados.....	46
3.3.7.4	Espacio requerido para el almacenamiento de insumos.	47
3.3.7.5	Cálculo final.....	48
3.3.8	<i>Factores variables requeridos para la producción</i>	52
3.3.8.1	Requerimiento de materia prima, insumos y envases:.....	52
3.3.8.2	Mano de obra directa.....	53
3.3.8.3	Servicios auxiliares.....	53
3.3.8.4	Factores fijos requeridos para la producción.....	54
3.3.9	<i>Crecimiento gradual de producción durante el primer año</i>	54
3.4.	EVALUACIÓN ECONÓMICA.....	55
3.4.1	<i>Relevamiento del valor de construcción por m² y valor del terreno</i>	55
3.4.2	<i>Relevamiento del precio de los equipos principales</i>	55
3.4.3	<i>Cálculo de la Inversión fija de la planta</i>	58
3.4.4.	<i>Cálculo de la inversión fija prorrateada por producto</i>	60
3.4.5.	<i>Costos variables</i>	61
3.4.5.1.	Costo mensual de materia prima.....	61
3.4.5.2.	Costo mensual de envases	61
3.4.5.3.	Costo mensual de la mano de obra	62
3.4.5.4.	Costo mensual de los servicios auxiliares	63
3.4.5.4.1	Energía eléctrica	63
3.4.5.4.2	Agua	64
3.4.5.4.3	Gas.....	65
3.4.5.4.4	Resumen	65
3.4.5.5.	Costo de insumos:.....	66
3.4.5.5.	Otros costos variables.....	66
3.4.6.	<i>Costos fijos sin depreciación</i>	67
3.4.7	<i>Cálculo del capital de trabajo</i>	68
3.4.8.	<i>Estimación de los costos de producción por producto</i>	69
3.4.9	<i>Cálculo de los ingresos por ventas por producto</i>	70
3.4.10	<i>Elaboración del cuadro de flujo de fondos del proyecto</i>	70
3.4.11	<i>Cálculo de la rentabilidad del proyecto</i>	72
3.4.11.1	Determinación del costo promedio ponderado de capital (CPPC).....	74
3.4.12	<i>Determinación del punto de equilibrio multiproducto</i>	75
3.4.13	<i>Análisis de sensibilidad</i>	77
3.4.13.1	Selección de los parámetros.....	77
3.4.13.2	Análisis de sensibilidad de dos parámetros	79
3.4.14	<i>Análisis de riesgos y limitaciones</i>	80
3.4.14.1	Análisis FODA.....	80

3.4.14.2 Estrategias FODA.....	81
3.4.14.3 Fuerzas de Porter	82
3.4.13.4 Estrategia Genérica de Porter.....	83
4.CONCLUSIONES	85
5.BIBLIOGRAFÍA.....	86
6. ANEXO	95
ANEXO I: PRORRATEO DE LA INVERSIÓN FIJA.....	95

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Estadísticas de resultados devuelta por Crystal Ball.....	21
Cuadro 2: Pronóstico devuelto por Crystal Ball.	21
Cuadro 3: Argumentos para la selección de materia prima.....	25
Cuadro 4: Cuadro de evaluación de precio de materia prima	26
Cuadro 5: Cuadro de evaluación de rendimiento de la materia prima.....	27
Cuadro 6: Cuadro resumen de evaluación multicriterio.	30
Cuadro 7: Comparación entre demanda y requerimientos de MP.	36
Cuadro 8: Matriz de ponderación para la localización de la planta.	40
Cuadro 9: Caracterización de los equipos requeridos en el proceso productivo.	41
Cuadro 10: Cantidad a comprar de cada máquina	42
Cuadro 11: Dimensiones de los bins plásticos	44
Cuadro 12: Espacio requerido para maquinaria y equipo de producción.....	46
Cuadro 13: Superficie de los pallets	46
Cuadro 14: Espacio requerido total para la fábrica.	51
Cuadro 15: Cálculo de FTE necesarios	53
Cuadro 16: Relevamiento del precio de los equipos principales	56
Cuadro 17: Cálculo de la Inversión Fija	58
Cuadro 18: Inversión en equipos secundarios.....	60
Cuadro 19: Inversión fija prorrateada por producto	60
Cuadro 20: Costo mensual de materia prima.	61
Cuadro 21: Costo de los envases por mes.....	62
Cuadro 22: Costo de la mano de obra.....	62
Cuadro 23: Energía activa por franja horaria	63
Cuadro 24: Desglose del consumo eléctrico mensual.....	64
Cuadro 25: Costo mensual por consumo de agua.....	65
Cuadro 26: Costo mensual por consumo de gas.....	65
Cuadro 27: Costo mensual de energía eléctrica agua y gas.....	65
Cuadro 28: Costo mensual de insumos.....	66
Cuadro 29: Resumen de costos variables para la capacidad de diseño.	67
Cuadro 30: Resumen de costos fijos sin depreciación.....	67
Cuadro 31: Inversión en capital de trabajo.....	68
Cuadro 32: Costos anuales de producción por producto para la capacidad de diseño	70
Cuadro 33: Ingresos por ventas netas por producto para la capacidad de diseño.....	70
Cuadro 34: Cuadro de flujo de fondos del proyecto	72
Cuadro 35: Cálculo de la TIR.....	73
Cuadro 36: Cálculo de CPPC	74
Cuadro 37: Cálculo de la CMu, las TCM, la participación en las ventas y los CFT.....	75
Cuadro 38: Ventas por producto en el equilibrio	76
Cuadro 39: Puntos iniciales y finales para la confección del diagrama de ganancia.	76

Cuadro 40: Matriz FODA.....	81
Cuadro I.1: Ingresos por venta diarios a partir de la capacidad instalada	95
Cuadro I.2: Lista de equipos y líneas de producción en los que se utilizan	95
Cuadro I.3: Distribución por producto y equipo en función del ingreso por ventas	96
Cuadro I.4: Valor del equipamiento prorrateado según los ingresos por ventas.....	97
Cuadro I.5: Obtención del factor de multiplicación para obtener la IF prorrateada	97

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Estructura del grafito	12
Figura 2: Estructura del carbón activado.	12
Figura 3: Imagen ilustrativa del carbón activado	13
Figura 4: Formas de presentación de los carbones activados.....	14
Figura 5: Importaciones de carbón activado en Argentina (2004-2023) en toneladas.....	20
Figura 6: Importación por formato de carbón activado en Chile en 2017	21
Figura 7: Diagrama de flujo del proceso de producción.....	35
Figura 8: Diagrama de Gantt del proceso productivo.....	42
Figura 9: Layout de planta	43
Figura 10: Bins plásticos utilizados para almacenar materia prima.....	44
Figura 11: Layout del almacén de materia prima.....	45
Figura 12: Imagen ilustrativa de los pallets	46
Figura 13: Layout del almacén de producto terminado	47
Figura 14: Tanques de 60.000 y 25.000 litros para almacenamiento de insumos.....	48
Figura 15: Tiempo de repago.....	73
Figura 16: Punto de equilibrio multiproducto	77
Figura 17: Estructura de costos.....	78
Figura 18: Análisis de sensibilidad por parámetro.....	79
Figura 19: Gráfica de porcentajes de desviación.....	79

TABLA DE SIGLAS

- BNAI: Beneficio neto antes de impuestos
- CA: Carbón activado
- CAA: Código Alimentario Argentino
- CAg: Carbón activado granular
- CAp: Carbón activado en polvo
- CPPC: Costo Promedio Ponderado de Capital
- D.N.V: Dirección Nacional de Vialidad
- IF: Inversión fija
- MCDA: Análisis de Decisión Multicriterio
- MOD: Mano de obra directa
- MP: Materia prima
- TIR: Tasa interna de retorno
- UNMDP: Universidad Nacional de Mar del Plata

RESUMEN

Este trabajo presenta la evaluación de la viabilidad técnica, económica de una planta de producción de carbón activado a partir de huesos de res en Argentina. El problema identificado es la alta dependencia del país en las importaciones de carbón activado, un insumo clave en el tratamiento de agua y aire, y la subutilización de subproductos orgánicos, como los huesos generados por la industria cárnica. El objetivo del proyecto es aprovechar esta materia prima disponible localmente para reducir la dependencia externa y promover un modelo de economía circular. A través de un análisis de decisión multicriterio, se selecciona el hueso de res como la mejor opción, evaluando criterios como el rendimiento del proceso, la disponibilidad y la calidad del carbón activado producido. Se diseña un proceso productivo eficiente, con un enfoque en la optimización de recursos y reducción de residuos. Los resultados del análisis económico muestran una tasa interna de retorno del 15,51%, lo que confirma la rentabilidad del proyecto al considerar una tasa de corte del 7,91%. Además, el análisis de sensibilidad indica que el proyecto es capaz de soportar fluctuaciones en los costos de insumos y los ingresos por ventas.

PALABRAS CLAVES

Carbón activado, economía circular, hueso de res, sostenibilidad, tratamiento de agua, Argentina.

"La sostenibilidad no es una opción, es el camino para garantizar el futuro de la humanidad."

Gro Harlem Brundtland, 1987.

1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo se inscribe en el marco de la economía circular, un enfoque que busca minimizar los residuos y maximizar el aprovechamiento de los recursos en los ciclos productivos. La producción de carbón activado se presenta como una oportunidad estratégica, ya que permite valorizar subproductos de diversas industrias, como la cárnica y la agroindustrial, alineándose con la sostenibilidad y el uso eficiente de los recursos.

El objetivo general de este proyecto es establecer una alternativa de producción local de carbón activado a partir de materias primas disponibles en Argentina, como el hueso de res y la cáscara de papa. Esta iniciativa busca reducir la dependencia de importaciones y fomentar la economía circular, aprovechando residuos industriales y contribuyendo a un modelo de desarrollo más sustentable.

Entre los objetivos específicos se encuentran: evaluar y seleccionar la mejor materia prima para la producción mediante un análisis de decisión multicriterio, diseñar un proceso productivo eficiente, y analizar la viabilidad económica del proyecto. El análisis multicriterio considerará criterios como el costo, la calidad del carbón, el rendimiento del proceso y la disponibilidad de las materias primas.

El informe está estructurado de manera que permite seguir una línea clara desde el análisis de mercado del carbón activado, pasando por la selección de materias primas y el diseño técnico de la planta, hasta la evaluación económica. Cada sección proporciona los elementos necesarios para justificar la viabilidad y relevancia de producir carbón activado en Argentina, con un enfoque en la sustentabilidad y el aprovechamiento de recursos locales. Este enfoque integral no solo busca satisfacer la demanda nacional de carbón activado, sino también establecer una industria que aporte valor agregado a los residuos industriales, promoviendo un desarrollo económico más responsable y sostenible.

2. MARCO TEÓRICO

El presente trabajo se fundamenta en una revisión de la literatura y el desarrollo de conceptos teóricos clave que sustentan el análisis técnico y económico de la instalación de una planta de producción de carbón activado a partir de huesos de res en Argentina. Se abordan los aspectos relacionados con la evaluación de la factibilidad del proyecto, el análisis de decisión multicriterio para la selección de materias primas, el diseño de instalaciones, el proceso productivo, la localización de la planta y el análisis económico, incluyendo herramientas como el cálculo del CPPC (Costo Promedio Ponderado de Capital) y el análisis de sensibilidad.

2.1. Factibilidad de un proyecto

La evaluación de la factibilidad de un proyecto es uno de los pilares fundamentales de la ingeniería económica. Según Sapag Chain (1985), el estudio de factibilidad tiene como objetivo determinar si un proyecto es conveniente y viable desde el punto de vista económico, técnico y organizacional.

2.2. Proyección de demanda

La proyección de la demanda es un aspecto crucial para determinar la viabilidad del proyecto y dimensionar la planta de producción. Se basa en el análisis de tendencias históricas del mercado global y nacional de carbón activado, tomando en cuenta factores como el crecimiento en la industria de tratamiento de agua y las regulaciones ambientales más estrictas. En este análisis, se emplean herramientas estadísticas como el **modelo ARIMA** para la proyección de series temporales, realizadas en **Crystal Ball**, una herramienta que permite modelar la incertidumbre y prever distintos escenarios de demanda futura. Estas proyecciones son clave para la planificación de la capacidad de producción y el análisis de rentabilidad.

2.3. Análisis de decisión multicriterio

Para la selección de la materia prima más adecuada para la producción de carbón activado, se utiliza el **Análisis de Decisión Multicriterio (MCDA)**. Este enfoque permite evaluar varias opciones de materia prima (hueso de res, cáscara de papa y cáscara de coco) en función de criterios cuantitativos y cualitativos, como el costo, el rendimiento del proceso, la sostenibilidad y la disponibilidad. El uso del **MCDA** se fundamenta en trabajos previos como

el de **Daniel Pérez Troncoso (2020)**, que destaca la importancia de descomponer el problema en criterios jerárquicos y ponderar cada uno de ellos para llegar a una decisión fundamentada. Este análisis es esencial para la fase inicial del proyecto, ya que permite seleccionar la materia prima más eficiente y viable, tanto desde el punto de vista técnico como económico.

2.4. Diseño de instalaciones

El diseño de las instalaciones de la planta se basa en los principios establecidos por **Meyers, F. E. (2006)**, quienes enfatizan la importancia de la distribución eficiente de los recursos físicos en una planta de producción. Se considera la disposición de las máquinas y equipos, el flujo de materiales y la ergonomía del trabajo, aspectos cruciales para garantizar una operación eficiente.

2.5. Proceso productivo

El proceso productivo de carbón activado a partir de huesos de res se fundamenta en estudios previos que definen los parámetros óptimos para la **carbonización** y la **activación química**. Investigaciones como las de **Abdul Rahman et al. (2020)**, **Nwankwo I.H. et al. (2019)**, **Gumus et al. (2015)** y **Ruiz Garzón (2017)** proporcionan información valiosa sobre las condiciones de operación, los agentes activantes y los rendimientos esperados. Estos estudios permitieron definir la maquinaria requerida, como hornos, trituradoras y molinos, así como los volúmenes de producción necesarios para cubrir la demanda de carbón activado.

La ecuación de rendimiento del proceso se basa en la ecuación (1), que relaciona la cantidad de materia prima con el rendimiento en carbón activado:

$$Rendimiento = \frac{Masa\ de\ Carbón\ Activado}{Masa\ de\ Hueso\ de\ Res} * 100 \quad (1)$$

Este cálculo permite estimar la cantidad de materia prima necesaria para obtener la cantidad de producto final, teniendo en cuenta las pérdidas durante el proceso de activación. El dato del rendimiento del proceso productivo se obtuvo del trabajo de **Bonilla-Petriciolet et al. (2016)**

En cuanto a la selección del ácido para la activación química se consultaron investigaciones como las de **Unai Iriarte-Velasco et al. (2014)**.

2.6. Localización

La selección de la localización de la planta se basa en un análisis detallado de múltiples criterios, como la proximidad a los proveedores de materia prima, los costos de logística y transporte, la infraestructura disponible y los costos de operación. **Krajewski et al. (2008)** presentan una metodología sistemática para seleccionar la ubicación más adecuada, que incluye la evaluación de factores cuantitativos y cualitativos.

2.7. Análisis económico

2.7.1 Inversión

En la evaluación económica, es crucial estimar con precisión la inversión necesaria para la implementación del sistema. La **inversión fija (IF)**, que excluye el costo del terreno, se calcula utilizando la ecuación **(2)**. Esta ecuación considera tanto el valor del equipo principal instalado (**IE**) como una serie de factores de multiplicación que estiman los componentes de la inversión directa e indirecta.

$$IF = IE \cdot (1 + \sum fi) \cdot (1 + \sum fli) \quad (2)$$

En donde:

- **IF**: inversión fija (sin terreno) del sistema completo
- **IE**: valor del equipo principal instalado
- **fi**: Factores de multiplicación para la estimación de los componentes de la inversión directa.
- **fli**: factores de multiplicación para la estimación de los componentes de la inversión indirecta.

Los costos de producción o costos de operación son los gastos involucrados en mantener un proyecto, operación o una pieza de un equipo en producción. Los costos de producción pueden dividirse en costos variables (proporcionales a la producción) y costos fijos (independientes de la producción) (FAO,1999). Para calcular los costos anuales de depreciación, se utiliza el método legalmente aceptado en Argentina, el método de la línea recta. En la ecuación **(3)** se muestra el cálculo que se debe realizar.

$$\text{Costo de depreciación anual} = e \cdot (IF - L) = e \cdot (IF \text{ depreciable}) \quad (3)$$

- **e**: factor de depreciación anual

- **IF:** inversión fija
- **L:** valor residual o de reventa al final de la vida útil de un bien

En la ecuación (4) se muestra la forma de calcular el factor de depreciación anual.

$$e = 1/n \quad (4)$$

Siendo:

- **n:** vida útil del proyecto.

El análisis económico es un componente crucial en la evaluación de la viabilidad del proyecto. Se emplean indicadores financieros como la **Tasa Interna de Retorno (TIR)**, el **Valor Presente (VP)** y el **Tiempo de Repago** para medir la rentabilidad del proyecto. (FAO,1999)

2.7.2 Tasa interna de retorno

El método dinámico de la **TIR** permite encontrar la tasa de interés (**r**) que debería aplicarse anualmente al flujo de caja para lograr que la inversión inicial se reduzca a cero a lo largo de la vida útil del proyecto. La misma se obtiene de la ecuación 2 y utilizando planillas de cálculo.

$$\sum \frac{FCt}{(1+r)^t} = IT \quad (5)$$

2.7.3 Valor presente

Este método compara los **valores presentes (VP)** de todos los flujos de caja con la inversión original. Supone igualdad de oportunidades para la reinversión de los flujos de caja a una tasa de interés preasignada. Esta tasa puede tomarse como el valor promedio de la tasa de retorno que obtiene la compañía con su capital o se lo puede designar como el retorno mínimo aceptable para el proyecto. El valor presente del proyecto es igual a la diferencia entre el valor presente de los flujos anuales de fondos y la inversión inicial. El valor presente neto es una única cantidad referida al tiempo cero y representa un premio si es positiva, o un fracaso si es negativa, para una tasa de interés elegida. (FAO, 1999).

La fórmula utilizada para calcular el **Valor Presente (VP)** es la de la ecuación 3:

$$VP = \sum \frac{FCt}{(1+r)^t} - Inversión Inicial \quad (6)$$

donde:

- FC_t es el flujo de caja en el periodo t ,
- r es la tasa de descuento (CPPC),
- t es el número de periodos.

2.7.4 Costo promedio ponderado de capital

El CPPC es un promedio ponderado de dos magnitudes muy diferentes:

- Un costo: el costo de la deuda (K_d).
- Una rentabilidad exigida a las acciones (K_e). Aunque a K_e se le denomina con frecuencia “coste de las acciones”, existe una gran diferencia entre un coste y una rentabilidad exigida.

Por consiguiente, el CPPC no es ni un coste ni una rentabilidad exigida, sino un promedio ponderado entre un coste y una rentabilidad exigida. (Fernández, 2011). Es decir, el CPPC es la tasa de rendimiento que una empresa necesita alcanzar para cubrir los costes de financiación de sus inversiones.

Para la obtención del **CPPC** obtención se utilizan las ecuaciones 4, 5 y 6

$$K_e = \text{Costo de equidad} + RP \quad (7)$$

$$K_d = i * (1 - t) \quad (8)$$

$$CPPC = \%capital\ propio * K_e + \%deuda * K_d \quad (9)$$

En donde:

- **K_d**: costo de la deuda
- **i**: tasa de interés efectiva anual
- **t**: tasa impositiva
- **Costo de equidad**: costo de capital propio en una economía desarrollada (USA)
- **RP**: riesgo país
- **K_e**: costo de capital propio en economía emergente (Argentina)

2.8. Punto de equilibrio multiproducto

El punto de equilibrio multiproducto es una herramienta esencial en la evaluación económica de un proyecto que maneja múltiples líneas de productos. Este análisis permite determinar el nivel de ventas necesario para cubrir todos los costos fijos y variables asociados con la producción de diferentes productos.

El cálculo del punto de equilibrio requiere conocer la contribución marginal unitaria (CMu), la tasa de contribución marginal (TCM) y la tasa de contribución marginal ponderada (TCMp).

a. La contribución marginal unitaria se compone por:

- **PVu:** Precio de Venta unitario
- **CVu:** Costo Variable unitario

$$CMu = PVu - CVu. \quad (10)$$

b. La tasa de contribución marginal

$$TCM = CMu / PVu \quad (11)$$

c. La tasa de contribución marginal ponderada

- **TCMi:** Tasa de Contribución Marginal de cada producto
- **Vi:** Ventas de cada producto
- **V:** Ventas totales

$$TCMp = \sum TCMi * (Vi / V) \quad (12)$$

d. La fórmula para calcular el punto de equilibrio en un entorno multiproducto considera la proporción de ventas de cada producto y sus márgenes de contribución. Según Gitman y Zutter (2012), la fórmula general para el punto de equilibrio multiproducto es:

$$PE = CFT / TCMp \quad (13)$$

2.9. Análisis de sensibilidad

El análisis de sensibilidad es una técnica utilizada para prever cómo los cambios en las variables clave del proyecto afectan los resultados financieros. Esta herramienta es

particularmente útil para evaluar el riesgo y la incertidumbre asociados con las estimaciones de costos, ingresos y otros parámetros críticos. Según Pindyck y Rubinfeld (2013), el análisis de sensibilidad involucra la modificación sistemática de las variables de entrada (como los precios de venta, costos de materia prima, tasas de interés, etc.) para observar su impacto en los indicadores financieros.

El método utilizado para el análisis es la gráfica de porcentajes de desviación ya que permite determinar a simple vista las variaciones en los parámetros para las cuales el proyecto seguirá siendo rentable. Es decir, se determina la curva para la cual el valor presente se anula y, así, se generan dos zonas, una de rechazo y otra de aceptación, de fácil visualización.

Para poder encontrar la curva en donde el valor presente del proyecto es igual a 0 se utilizan las ecuaciones 14 y 6.

$$FC = (IV * (1 - i) * (1 + X) - C_{in} * (1 + Y) - Otros CV - CFT) * (1 - t) + depreciación \quad (14)$$

Siendo:

- **IV:** ingreso por ventas.
- **C_{in}:** costos de insumos.
- **Otros CV:** todos los costos variables analizados sin considerar el costo de insumos.

Se calculan los flujos de cajas para cada año y se dejan variables las variaciones en ingresos por ventas y en costo de insumos. Además, se tiene en cuenta que dentro de la inversión inicial de la ecuación 6 queda variable el costo de insumos dentro del capital de trabajo, al igual que en el flujo de caja del año 5.

2.10. Análisis FODA

El análisis FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas) es una herramienta estratégica que permite evaluar los factores internos y externos que pueden impactar el éxito del proyecto. Según Weihrich (1982), el análisis FODA ayuda a identificar las capacidades internas (fortalezas y debilidades) y las condiciones externas (oportunidades y amenazas) que afectan el entorno operativo de la empresa.

2.11. Análisis de las fuerzas de Porter

El análisis de las cinco fuerzas de Porter es una herramienta que permite evaluar el entorno competitivo de una industria. Este análisis toma cinco fuerzas que influyen en la capacidad que tiene la competencia para abarcar el mercado, y por ende la rentabilidad de este. Las fuerzas incluyen la rivalidad entre los competidores existentes, las amenazas de los nuevos competidores entrantes, el poder de negociar con proveedores, el poder de negociar con clientes, y las amenazas latentes de productos o servicios que reemplacen los actuales (Porter, 1979).

1. La rivalidad entre los competidores es la más poderosa de las cinco fuerzas. Para una empresa será difícil competir en un mercado donde los competidores estén bien posicionados, debido a que estará constantemente enfrentada a competir en precios, publicidad y marketing, calidad, nuevas características en los productos, entre otros.

2. La amenaza de nuevos competidores depende de las barreras de entrada en la industria. Mercados poco atractivos son aquellos que tienen las barreras de entrada bajas y permiten que nuevos competidores entren fácilmente con recursos y capacidades para captar una porción del mercado. Las barreras incluyen la necesidad de alcanzar economías de escala de forma rápida, el reconocimiento de marca, y relaciones establecidas con los clientes.

3. La presencia real o potencial de productos sustitutos establece un límite de precio antes de que los consumidores prefieran adquirir un bien alternativo. Si los consumidores encuentran alternativas a lo ofrecido a un precio más bajo, pueden optar por cambiar, lo que reduce la rentabilidad del sector. Los sustitutos pueden ser de innovaciones tecnológicas o de cambios en las preferencias de los consumidores.

4. El poder de negociación de los proveedores está relacionado con la organización que tienen entre ellos o en los gremios tienen buenos recursos y se pueden imponer sus propias condiciones en precio y volumen de pedido. La situación es más complicada si los insumos que suministran son clave para la empresa, no tienen sustitutos o son pocos y de alto costo. También, no será conveniente cuando al proveedor le interese integrarse hacia adelante.

5. El poder de negociación de los clientes es más alto cuando estos están organizados, tienen acceso a productos sustitutos, el producto no es muy diferenciado, o es de bajo costo

para el cliente, permitiendo así que haga sustituciones y esto genera que se reduzcan los márgenes de utilidad de las empresas. Puede ser más crítica la situación si los clientes se organizan y se integran hacia atrás.

2.12. Prorrateo de la inversión fija

El prorrateo de la inversión fija es un proceso basado en la evaluación económica y la planificación estratégica de proyectos que implican la producción de múltiples productos. Este análisis asigna de forma equitativa todos los costos fijos de inversión entre todos los productos, buscando garantizar el conocimiento de la rentabilidad y la viabilidad económica para cada línea de producto.

3. DESARROLLO

3.1. Mercado del carbón activado

El mercado del carbón activado es un sector dinámico y en constante crecimiento dentro de la industria de materiales filtrantes y absorbentes.

En Argentina, el mercado del carbón activado ha presentado un importante crecimiento, dado sus múltiples aplicaciones y beneficios en distintas áreas, las cuales serán desarrolladas en el presente trabajo. El mismo se abastece casi en su totalidad mediante importaciones, que alcanzan un valor de aproximadamente 15 millones de dólares. La producción local es limitada, lo que resalta una oportunidad de mercado significativa. (Ministerio de Industria de Misiones, 2021).

Además, el mercado del carbón activado en Argentina crece a una tasa anual de aproximadamente 17%, impulsado por las estrictas normativas ambientales relacionadas con el tratamiento de agua y la creciente necesidad de controlar la contaminación del aire, especialmente la eliminación de mercurio. (The Observatory of Economic Complexity, 2024)

3.1.1. Definición del Producto

El carbón activado es un material poroso de origen vegetal, animal o mineral, que es sometido a un tratamiento especial para incrementar su capacidad de adsorción. Dicha capacidad permite al carbón activado retener moléculas y partículas gracias a su gran área superficial y estructura porosa, lo que lo convierte en un material altamente eficaz para la purificación de gases y líquidos. (Medina, 2017).

El carbón activado al igual que otros tipos de carbón, forman un grupo de materiales carbonosos en los cuales la estructura y propiedades son similares a la del grafito, sólo que el orden en la estructura del carbón activado es menos ordenado, según la Figura 1 y 2. (Medina, 2017).

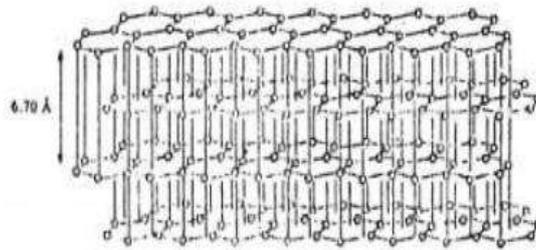


Figura 1: Estructura del grafito

Fuente: "Producción y comercialización de carbón activado a partir de residuos agrícolas", Medina (2017)

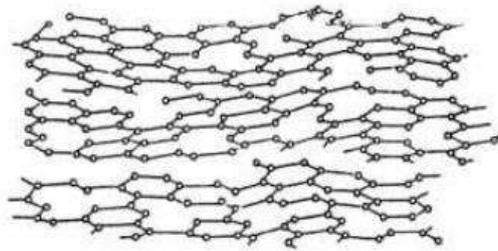


Figura 2: Estructura del carbón activado.

Fuente: "Producción y comercialización de carbón activado a partir de residuos agrícolas", Medina (2017)

Al no ser una estructura tan ordenada se generan poros, los cuales tienen una capacidad de adsorción mayor a otros tipos de carbones, además puede desarrollar superficies específicas del orden de 500 a 1.500 m²/g que es una de las características más importantes al elegir un adsorbente de calidad. La superficie específica del carbón activado varía dependiendo de la materia prima y del proceso de activación en el cual influyen las variables temperatura, tiempo y la atmósfera de gas en que se realiza el proceso. (Medina, 2017).

3.1.1.1. Usos

El carbón activado encuentra aplicaciones en una amplia variedad de industrias:

- **Tratamiento de agua potable y aguas residuales:** Elimina contaminantes orgánicos, compuestos químicos y sustancias nocivas, mejorando la calidad y potabilidad del agua.
- **Procesos de purificación de gas:** Se emplea en la purificación de gases industriales, eliminando compuestos orgánicos volátiles, gases tóxicos y olores.
- **Industria alimentaria y farmacéutica:** Purifica productos alimentarios y farmacéuticos, recupera solventes y elimina impurezas.

- **Medicina y cosmética:** Utilizado para desintoxicar el organismo, mejorar el funcionamiento intestinal y tratar trastornos cutáneos. En odontología, se emplea con precaución para blanquear dientes.
- **Protección ambiental:** Tiene como finalidad remediar suelos contaminados y recuperar aguas subterráneas afectadas por contaminantes.
- **Filtros de aire:** Se usan en sistemas de filtración de aire para eliminar compuestos volátiles y mejorar la calidad del aire interior.



Figura 3: Imagen ilustrativa del carbón activado

Fuente: ChiemiVall (2024)

3.1.1.2. Beneficios

El uso del carbón activado ofrece múltiples beneficios:

- **Eliminación eficaz de contaminantes:** Alta eficiencia en la eliminación de una amplia gama de contaminantes, incluyendo compuestos orgánicos y metales pesados.
- **Sostenibilidad:** Promueve el uso de materiales naturales y reduce la dependencia de recursos no renovables.
- **Reducción de costos:** Puede ser más rentable que otros métodos de purificación o tratamiento.
- **Contribución a la Protección del Medio Ambiente:** Ayuda en la remediación de suelos y aguas contaminadas, protegiendo el medio ambiente y la salud pública.

3.1.1.3. Tipos de carbón activado.

Los carbones activos se clasifican de acuerdo con el tamaño de las partículas en: carbón activado en polvo (CAp.) y CA granular (CAg.). Los CAp. presentan tamaños estándar entre 0,15 y 0,25 mm. Los CAg. presentan un tamaño medio de partícula entre 0,595 y 2,58 mm. (Filippin, 2019).

Los carbones activados troceados se obtienen por molienda, tamizado y clasificación de briquetas de carbón o de trozos más grandes. Los carbones conformados pueden obtenerse por peletización o por extrusión de carbón en polvo mezclado con distintos tipos de aglomerantes. Existen además otras formas de adsorbentes de carbón, como las fibras de carbón activadas, las telas y los filtros de CA. Los distintos tipos de C.A. se observan en la figura 4. (Fombuena, M., & Valentina, G. 2010).

A continuación, se detallan las características de los principales tipos de carbón activado.



Figura 4: Formas de presentación de los carbones activados.

Fuente: "Manual del carbón activo", Fombuena, M., Valentín, A. (2010)

Carbón activado granular (CAg.)

Se obtiene realizando la activación convencional empleando residuos lignocelulósicos o grafito, son de tamaño grande. Se aplican para tratamiento de flujo de gases y vapores, también para tratamiento de flujos acuosos. (Fombuena & Valentina, 2010).

Carbón activado en polvo (CAp.)

Se produce mediante molienda y tamizado del CA. Por su tamaño presenta una elevada relación superficie/volumen generando una corta distancia de difusión. Se utiliza en forma directa en etapas de un proceso donde se necesita una acción rápida (Paredes Doig, 2011).

Pellets o monolitos de carbón

Estos constituyen trozos de CA de forma geométrica cilíndrica que se obtuvieron a partir de CA en polvo mezclado con un material aglutinante y luego sometido a un proceso de extrusión (con simetría cilíndrica) de diámetro de 0,8 a 45 mm y en el caso de los monolitos (piezas de tamaños superiores) se emplean para su obtención prensas hidráulicas en la etapa de moldeado y compactación. Estos últimos poseen una elevada resistencia mecánica, propiedad sumada a la forma cilíndrica y la escasa formación de polvos, lo cual permite su empleo en tratamiento de flujos de gases. Los aglutinantes más empleados son los de origen carbonoso, que se carbonizan una vez conformada la pieza, aumentando la resistencia mecánica por su integración con la matriz del CA (Lozano Castelo et al., 2002).

Telas de carbón

Las telas de CA se obtienen por carbonización y activación simultánea, en atmósfera de CO₂, de materiales carbonosos tejidos. Dentro de las aplicaciones más relevantes de carbones activos es la preparación de plantillas de calzado en las que el CA está tejido manteniendo dentro de límites óptimos, la flexibilidad y resistencia del material original. (Filippin, 2019)

3.1.1.4 Proceso de activación del carbón.

El proceso de activación consiste en reordenar los átomos de carbono para lograr una estructura cristalina reticular similar a la del grafito. A su vez, consiste en aumentar la cantidad de poros de un carbón dando como resultado una estructura extremadamente porosa de gran área superficial disponible para llevar a cabo el proceso de adsorción de impurezas.

La activación del carbón puede ser llevada a cabo por dos procesos diferentes: por un lado, por medio de la activación física (o térmica) que consiste en oxidar la materia prima a altas temperaturas en presencia de un agente oxidante, usualmente vapor de agua. Debido a que la reacción es endotérmica es necesario generar una temperatura constante, ésta es de 700 a 1.000 °C.

Por otro lado, la activación química se basa en la deshidratación de la materia prima, mediante sustancias químicas. Los agentes químicos normalmente utilizados son el ácido fosfórico, el cloruro de zinc y el ácido sulfúrico (Clarimex, 2021).

3.1.2 Análisis de la demanda

3.1.2.1 Demanda global

Si bien el enfoque principal de este trabajo es la producción de carbón activado para el mercado nacional, realizar un análisis integral de la demanda a nivel mundial es crucial por varias razones. Una de ellas, radica en la importancia de comprender las tendencias globales del mercado de carbón activado, dado que ello permite identificar las fuerzas que impulsan la demanda. Asimismo, las tendencias mundiales ofrecen una visión de las mejores prácticas y los avances tecnológicos que podrían ser aplicables en el contexto argentino. (Transparency Market Research, 2024; Mordor Intelligence, 2024)

Crecimiento y factores impulsores de la demanda de carbón activado

El mercado global de carbón activado ha mostrado un notable crecimiento en los últimos años, impulsado principalmente por una mayor conciencia ambiental y regulaciones gubernamentales estrictas sobre el tratamiento de agua y aire. Se espera que la demanda mundial de carbón activado continúe creciendo significativamente hasta 2030, con un aumento proyectado en diversas aplicaciones industriales y comerciales. (Grand View Research, 2022)

El tratamiento de agua y aire representa una de las principales aplicaciones del carbón activado. Las normativas cada vez más rigurosas sobre la calidad del agua y las emisiones de gases han llevado a una mayor adopción de tecnologías de purificación, donde el carbón activado juega un papel crucial. La creciente urbanización y la industrialización han aumentado la demanda de soluciones eficientes de tratamiento de residuos, impulsando así el uso de carbón activado. (Mordor Intelligence, 2024; Market Research Future, 2024).

Otro factor importante que impulsa la demanda de carbón activado es su uso en las industrias alimentaria y farmacéutica. En el sector alimentario, se utiliza para el decolorado y la purificación de varios productos, mientras que, en la industria farmacéutica, se emplea para la fabricación de medicamentos y en procesos de purificación. (Allied Market Research, 2024)

En términos regionales, Asia-Pacífico lidera el mercado debido a la rápida industrialización y el aumento de las iniciativas de tratamiento de agua y aire. Norteamérica y Europa también presentan un crecimiento significativo debido a las estrictas normativas

ambientales y la creciente adopción de tecnologías avanzadas de purificación. (IMARC Group, 2024)

Oportunidades de mercado y proyecciones.

Las proyecciones indican que el mercado global de carbón activado alcanzará un valor significativo para 2030, con un crecimiento sostenido en diversas aplicaciones. (Grand View Research, 2022)

Las innovaciones en la producción de carbón activado, como el desarrollo de productos más eficientes y sostenibles, están abriendo nuevas oportunidades en el mercado. La investigación y el desarrollo en técnicas de activación mejoradas y materias primas alternativas están ayudando a reducir los costos y mejorar el rendimiento del carbón activado. (Technavio, 2024).

La expansión del uso de carbón activado en nuevos sectores, como la electrónica y la energía renovable, también presenta oportunidades significativas. Por ejemplo, en el sector de la energía, el carbón activado se utiliza en la producción de supercapacitores y baterías avanzadas, lo que podría impulsar la demanda en el futuro. (Technavio, 2024).

Los mercados emergentes, especialmente en Asia-Pacífico y América Latina, están experimentando un crecimiento rápido debido a la urbanización y el desarrollo industrial. Estos mercados ofrecen una gran oportunidad para la expansión del uso de carbón activado, dado el aumento de la demanda de soluciones de tratamiento de agua y aire. (Grand View Research, 2022).

3.1.2.2 Demanda Nacional

Argentina depende en gran medida de las importaciones para satisfacer su demanda interna de carbón activado. En 2022, el país importó aproximadamente 15 mil toneladas de carbón activado, con un valor total cercano a los 15 millones de dólares. Los principales proveedores fueron China, India, México y Estados Unidos. Esta fuerte dependencia de las importaciones subraya la necesidad de desarrollar una producción local más robusta para asegurar un suministro estable y reducir costos. (6WRResearch, 2024; Index Book 2024).

La demanda de carbón activado en Argentina ha mostrado un crecimiento constante, impulsado por varios factores clave. Las regulaciones ambientales cada vez más estrictas han

llevado a un aumento en el uso de carbón activado para la purificación de agua y aire, así como en procesos industriales. En particular, el sector del tratamiento de agua es uno de los mayores consumidores de carbón activado, debido a la necesidad de cumplir con normas de calidad del agua más exigentes (6Wresearch, 2024).

Tal como se ha mencionado previamente las proyecciones para el mercado de carbón activado en Argentina indican un crecimiento sostenido. Este crecimiento se verá impulsado por la expansión de las aplicaciones industriales del carbón activado y por las políticas gubernamentales que promueven la mejora de la calidad del aire y el agua. Además, la adopción de materias primas renovables y sostenibles, está ganando tracción en la producción de carbón activado, lo que podría reducir la huella ecológica y mejorar la sostenibilidad del proceso (6Wresearch, 2024).

3.1.3 Análisis de la oferta en Argentina

Actualmente en Argentina y en América Latina la producción de carbón activado se encuentra limitada, a diferencia de otras regiones. Ello se ve en el número reducido de empresas activas en el mercado. A continuación, se presenta una descripción de las principales productoras y comercializadoras de carbón activado en el país, con especial mención al área de especialización, utilidades y ubicación.

3.1.3.1 Carboclean

Ubicación: Córdoba, Argentina

Descripción: Carboclean es una de las pocas empresas argentinas que produce carbón activado. Se especializa en la producción de C.A. a partir de diversas fuentes de materia prima, principalmente de origen vegetal. La empresa fabrica productos que se utilizan en una variedad de aplicaciones, incluyendo el tratamiento de agua, la purificación de aire, y en las industrias alimentaria y farmacéutica. Una ventaja estratégica de Carboclean es su ubicación en Córdoba, una región con fácil acceso a materias primas agrícolas y una infraestructura de transporte bien desarrollada, lo que facilita la distribución de sus productos a nivel nacional.

3.1.3.2 Biopack

Ubicación: Zárate, Buenos Aires, Argentina

Descripción: Biopack se especializa en la producción de envases y productos sostenibles, incluyendo soluciones de carbón activado. La compañía destaca por su compromiso con la sostenibilidad y el uso de materias primas renovables. Su enfoque en la sostenibilidad y la innovación le permite atender a un nicho de mercado creciente que valora los productos ecológicos. Su planta industrial en Zárate, Buenos Aires, le proporciona una ubicación estratégica cerca de importantes rutas de transporte y acceso a mercados clave, lo que facilita la logística y distribución de sus productos.

3.1.3.3 Clarimex

Ubicación: México

Descripción: Clarimex es una empresa mexicana y el mayor competidor extranjero en el mercado argentino. Ofrece una amplia gama de productos de carbón activado y tiene una fuerte presencia en toda América Latina. La posición estratégica de Clarimex en el mercado latinoamericano le permite aprovechar economías de escala y una red de distribución establecida, un ejemplo de ello es la presencia de una filial en Brasil. A su vez, cumplen el rol de distribuidores a lo largo de América del Sur y Europa. Más allá de su rol como distribuidores, ofrecen soluciones integrales para sus procesos de purificación. (Clarimex 2024).

3.1.4 Estimación de la demanda.

Para realizar una estimación precisa de la demanda de carbón activado en Argentina, hemos recopilado los datos históricos de importaciones de los últimos veinte años:

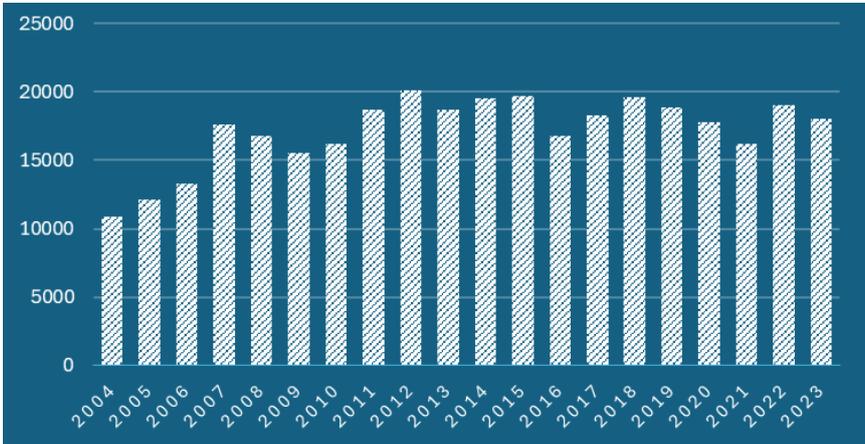


Figura 5: Importaciones de carbón activado en Argentina (2004-2023) en toneladas

Fuente: Elaboración propia en base a datos de trademap.org

En la figura 5 se observa que la demanda de carbón activado en Argentina ha experimentado fluctuaciones significativas en este período. Si se analizan los últimos 5 años, se observa que en 2020 y 2021, la demanda mostró una disminución notable, coincidiendo con el impacto global de la pandemia de COVID-19. Las restricciones a nivel mundial, la disminución de la actividad industrial y las interrupciones en las cadenas de suministro fueron factores clave que afectan la importación y el consumo de carbón activado en Argentina durante esos años.

En 2022, la demanda se recuperó significativamente, alcanzando 19,021 toneladas, lo que refleja una reactivación de la economía y un incremento en las actividades industriales que requieren el uso de carbón activado. Este aumento puede atribuirse a la relajación de las restricciones pandémicas, la reanudación de las actividades industriales y la implementación de normativas ambientales más estrictas que impulsan el uso de tecnologías de purificación y filtración.

Para proyectar la demanda futura de carbón activado se realizó una corrección sobre la serie original. Como puede observarse en la figura 5, los valores desde el año 2004 hasta el 2011, tienen una tendencia creciente que no se sostiene en los años subsiguientes, es por esto por lo que se tomaron los datos a partir del año 2011 hasta el 2023 para realizar la estimación.

La serie fue utilizada para proyectar la demanda utilizando el software Crystal Ball y la planilla de resultados obtenida, se muestra en el cuadro 1.

Estadísticas	Datos históricos	ARIMA	Estadísticas
Valores de datos	13	Transformación Lambda	1.00
Mínimo	16,172.00	BIC	14.40
Media	18,558.92	AIC	14.31
Máximo	20,101.00	AICc	14.40
Desviación estándar	1,144.29		* Se utiliza para la selección de modelo
Ljung-Box	8.79	(Sin tendencia)	
Estacionalidad	No estacional	(Detección automática)	
Valores filtrados	0		
Método	Rango	MAD	
ARIMA(0,0,1)	Mejor	875.75	
Promedio móvil simple	2.º	893.98	
Suavizado exponencial simple	3.º	922.55	
Método	U de Theil	Durbin-Watson	
ARIMA(0,0,1)	0.7031	2.00	
Promedio móvil simple	0.6922	2.17	
Suavizado exponencial simple	0.7141	1.74	

Cuadro 1: Estadísticas de resultados devuelta por Crystal Ball.

Fuente: Elaboración propia en base a Crystal Ball

Como era de esperarse por ser una serie con datos anuales, Crystal Ball no detectó la estacionalidad de la serie. La medida de error utilizada para determinar el mejor método fue la MAD. Se obtiene que el mejor método para realizar el pronóstico es ARIMA (0,0,1).

En este análisis, el valor de U de Theil para el modelo ARIMA (0,0,1) es 0.7031, lo que indica un buen desempeño. Un valor de U de Theil menor a 1 sugiere que el modelo es mejor que el modelo ingenuo. Cuanto más cercano a 0, mejor es el modelo.

La serie devuelta por el software como pronóstico para los próximos años se muestra en el cuadro 2.

Periodo	Inferior: 2,5%	Previsión	Superior: 97,5%
2024	16,370.60	18,522.69	20,674.79
2025	16,402.29	18,558.92	20,715.56
2026	16,402.29	18,558.92	20,715.56
2027	16,402.29	18,558.92	20,715.56
2028	16,402.29	18,558.92	20,715.56
2029	16,402.29	18,558.92	20,715.56
2030	16,402.29	18,558.92	20,715.56
2031	16,402.29	18,558.92	20,715.56
2032	16,402.29	18,558.92	20,715.56
2033	16,402.29	18,558.92	20,715.56
2034	16,402.29	18,558.92	20,715.56
2035	16,402.29	18,558.92	20,715.56

Cuadro 2: Pronóstico devuelto por Crystal Ball.

Fuente: Elaboración propia en base a Crystal Ball

Se sabe que a nivel mundial la cuota de ingresos por segmento de mercado del carbón activado en polvo y granular cubren el 90% de la totalidad de las importaciones (Grand View Research, 2022). Además, en Chile en 2015 las importaciones de carbón activado estuvieron conformadas en un 93% por sus versiones en polvo y granular (ver figura 6)

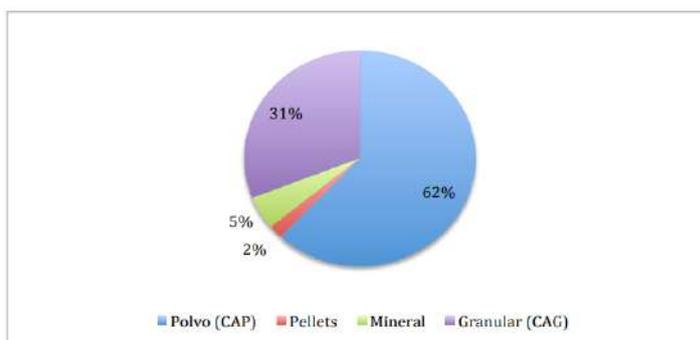


Figura 6: Importación por formato de carbón activado en Chile en 2017

Fuente: Producción y comercialización de carbón activado a partir de residuos agrícolas (2017).

(Medina, 2017). En base a estos valores, se asume para Argentina que el 90% de las importaciones serían de carbón activado en polvo y granulado.

Se propone establecer una planta de producción con una capacidad diseñada para capturar un porcentaje significativo del mercado. Inicialmente, se ha definido un objetivo estratégico de acaparar el 20% de dicho mercado. (ver ecuación 15).

$$\text{Capacidad de la Planta (2024): } 18.558 * 0,90 * 0,20 \approx 3.360 T \quad (15)$$

La demanda de carbón activado en Argentina muestra una tendencia creciente sostenida, especialmente impulsada por la reactivación económica postpandemia y el endurecimiento de las regulaciones ambientales. A partir de los datos históricos y las proyecciones realizadas, se buscará establecer una planta con una capacidad inicial para producir aproximadamente 3.360 toneladas de carbón activado en 2024. Este enfoque permite capturar aproximadamente el 20% del mercado, asegurando la viabilidad y rentabilidad del proyecto a largo plazo.

3.1.5 Marco Normativo

3.1.5.1 Normativas y regulaciones Nacionales

Normativas de producción: En Argentina, la producción de carbón activado está regulada por diversas leyes y normativas. La Ley de Residuos Peligrosos (Ley 24.051) establece los procedimientos y requisitos para la gestión de residuos industriales, incluyendo los residuos generados durante la producción de carbón activado. Además, la Ley de Promoción de Energías Renovables (Ley 27.191) puede ofrecer incentivos fiscales y beneficios económicos para proyectos que utilicen residuos orgánicos como materia prima.

Regulaciones ambientales: Las regulaciones ambientales en Argentina son supervisadas por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. La Ley General del Ambiente (Ley 25.675) establece los principios de política ambiental y los instrumentos de gestión ambiental, como la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), que es un requisito previo para la instalación de la planta de producción. También se debe cumplir con las normativas específicas sobre emisiones de gases y gestión de residuos sólidos y líquidos.

Regulaciones de salud y seguridad: El marco normativo en materia de salud y seguridad laboral está regulado por la Ley de Higiene y Seguridad en el Trabajo (Ley 19.587)

y su decreto reglamentario 351/79. Estas normativas establecen los requisitos mínimos para garantizar condiciones de trabajo seguras y saludables en la planta de producción, incluyendo el manejo de sustancias químicas y la prevención de riesgos laborales.

3.1.5.2 Normativas relacionadas con el uso en filtros de agua y consumo humano

Código de aguas argentino: El Código de Aguas de Argentina regula el uso y la gestión de los recursos hídricos en el país. Es crucial asegurarse de que el carbón activado utilizado en filtros de agua cumpla con las normativas establecidas por este código, especialmente en lo que respecta a la calidad del agua potable y los estándares de tratamiento de agua.

Código alimentario argentino: El Código Alimentario Argentino (CAA) establece los estándares y regulaciones para los productos destinados al consumo humano. Es vital que el carbón activado utilizado en procesos relacionados con alimentos y agua potable cumpla con las especificaciones del CAA, asegurando que no contenga contaminantes y que sea seguro para su uso en filtración de agua y otras aplicaciones alimentarias.

Decreto ley de seguridad higiene (Decreto 351/79): Este decreto, especialmente el capítulo relacionado con la calidad del aire regula las condiciones de higiene y seguridad en los ambientes laborales. Es fundamental para asegurar que la producción de carbón activado no afecte la calidad del aire y que los trabajadores estén protegidos contra cualquier riesgo asociado con la producción.

3.1.5.3 Normas internacionales y nacionales de calidad de agua

Normas ISO e IRAM:

- **ISO 9001 (gestión de calidad):** Es esencial para asegurar que los procesos de producción del carbón activado cumplen con estándares internacionales de calidad.
- **ISO 14001 (gestión ambiental):** Relacionada con la implementación de sistemas de gestión ambiental efectivos.
- **IRAM 4225:** Norma específica que regula la calidad del agua potable en Argentina, asegurando que los productos utilizados en la potabilización del agua, como el carbón activado, cumplan con los estándares de calidad requeridos.

- **ISO 8189 e IRAM 1105:** Estas normas son específicas para la potabilización y tratamiento de aguas, asegurando que el carbón activado utilizado sea efectivo y seguro para su uso en sistemas de tratamiento de agua.

3.1.5.4 Certificaciones Requeridas

Certificaciones de calidad: Obtener certificaciones como la ISO 9001 (gestión de calidad) puede ser esencial para asegurar la calidad del producto y acceder a mercados internacionales. Estas certificaciones demuestran el cumplimiento con estándares de calidad reconocidos mundialmente.

Certificaciones ambientales: Certificaciones como la ISO 14001 (gestión ambiental) puede ser beneficiosas para demostrar el compromiso con prácticas sostenibles y responsables ambientalmente.

3.1.5.5 Impacto del Marco Normativo en el Proyecto

Cumplimiento regulatorio: El cumplimiento de las normativas y regulaciones puede incrementar los costos iniciales del proyecto debido a la necesidad de obtener permisos, realizar estudios de impacto ambiental y cumplir con los estándares de calidad. Sin embargo, también puede ofrecer beneficios a largo plazo, como acceso a mercados internacionales y mejoras en la eficiencia operativa.

Riesgos normativos: Es importante considerar los riesgos asociados con posibles cambios en la normativa. Cambios en las regulaciones ambientales o en las políticas de incentivos fiscales pueden afectar la viabilidad económica del proyecto. Para mitigar estos riesgos, es recomendable establecer un plan de gestión de riesgos que incluya la monitorización continua de las normativas y el desarrollo de estrategias de adaptación.

3.2. Estudio Técnico.

3.2.1. Análisis de Distintas Fuentes de Materia Prima

En el presente análisis, se evaluarán diversas materias primas potenciales para la producción de carbón activado en Argentina. La selección de la materia prima adecuada es crucial para el éxito del proyecto, debido a que impacta directamente en la eficiencia del proceso productivo, los costos de producción, la sostenibilidad ambiental y la viabilidad económica a largo plazo.

Las materias primas que se considerarán en este análisis incluyen **cáscara de papa, hueso de res y cáscara de coco**. La selección de estas materias primas potenciales se basa en su disponibilidad en Argentina, sus propiedades físicas y químicas, y la sostenibilidad del proceso productivo.

En el cuadro 3 se resumen las ventajas que presenta cada una de las materias primas en evaluación:

Materia Prima	Descripción	Argumentos para su selección como alternativa
Cáscara de Papa	Subproducto abundante en la industria alimentaria, especialmente en zonas de alta producción de papas fritas.	- Alta Disponibilidad: Producción masiva en Argentina, especialmente en el Partido de General Pueyrredón.
		- Sostenibilidad: Contribuye a la gestión sostenible de residuos agrícolas.
		- Costos Bajos: Subproducto de la industria alimentaria, reduciendo costos de adquisición.
Hueso de Res	Subproducto de la producción y consumo de carne de res en Argentina.	- Disponibilidad Constante: Elevado y sostenido consumo de carne de res.
		- Alto Rendimiento: Rendimiento del carbón activado puede ser superior al 90%.
		- Optimización Logística: Menor cantidad de materia prima requerida, optimizando costos de transporte y almacenamiento.
Cáscara de Coco	Materia prima popular a nivel mundial para producción de carbón activado debido a sus propiedades.	- Propiedades Superiores: Alta superficie específica y estructura de poros favorable para adsorción de contaminantes.
		- Sostenibilidad: Uso promueve la sostenibilidad y reduce residuos.

Cuadro 3: Argumentos para la selección de materia prima

Fuente: Elaboración propia

3.2.2. Selección de la Materia Prima: Análisis de Decisión Multicriterio

Para la selección de la materia prima más adecuada para la producción de carbón activado, se realizará un Análisis de Decisión Multicriterio. Este método permite evaluar

diversas opciones tomando en cuenta múltiples criterios relevantes, ofreciendo una visión integral y objetiva del proceso de selección.

3.2.2.1 Criterios para el Análisis de Decisión Multicriterio

Para evaluar las materias primas disponibles (cáscara de papa, hueso de res y cáscara de coco), se considerarán 4 criterios que serán puntuados del 1 al 10 para decidir cuál será la mejor opción al momento de la selección.

Precio de la Materia Prima:

- Precio por tonelada de la materia prima.
- Precios asociados al transporte y almacenamiento.

Para su evaluación se hará una escala por tramos del 1 al 10 siguiendo el cuadro 4.

Precio [US\$/t]	Puntuación
0	10
1-99	9
100-199	8
200-299	7
300-399	6
400-499	5
500+	0

*Cuadro 4: Cuadro de evaluación de precio de materia prima
Fuente: elaboración propia.*

Rendimiento del Proceso:

- Eficiencia de conversión de la materia prima en carbón activado.

Para su evaluación se hará una escala por tramos del 1 al 10 siguiendo el cuadro 5:

Rendimiento [%]	Puntuación
100-90	10
89-70	9
69-50	8
49-30	6

29-15	4
14-5	2
4-0	0

Cuadro 5: Cuadro de evaluación de rendimiento de la materia prima

Fuente: elaboración propia.

Calidad del Carbón Activado:

- Superficie específica del carbón activado.
- Capacidad de adsorción (en mg/g).

Se hará una evaluación cualitativa.

Disponibilidad y Sostenibilidad:

- Disponibilidad de la materia prima en Argentina.
- Impacto ambiental asociado a la obtención de la materia prima.
- Sostenibilidad a largo plazo de la fuente de materia prima.

Se hará una evaluación cualitativa.

3.2.2.2 Evaluación de las materias primas según los criterios seleccionados

3.2.2.2.1 Cáscara de papa

Precio: La cáscara de papa se considera un desecho en la producción masiva de papas fritas por empresas como McCain y PepsiCo en el partido de General Pueyrredón. Debido a que es un subproducto, su precio es prácticamente nulo, lo que representa una ventaja significativa en términos de costos de adquisición. Este factor posiciona a la cáscara de papa con el puntaje más alto en la categoría de precio, ya que no incurriría en gastos adicionales para su compra. **Puntuación 10/10.**

Rendimiento del Proceso: El rendimiento de la cáscara de papa en la producción de carbón activado es de 9.9% (Rodríguez Pantoja, 2019). Este rendimiento es relativamente bajo, lo que implica que se necesita una gran cantidad de materia prima para producir una cantidad significativa de carbón activado. Esta baja eficiencia incrementa los costos de transporte y almacenamiento, ya que se requiere manejar y procesar volúmenes mayores de cáscara de papa para cumplir con la demanda proyectada. **Puntuación 2/10.**

Calidad del Carbón Activado: El carbón activado producido a partir de cáscara de papa tiene una capacidad de adsorción moderada, con una superficie específica que, aunque suficiente para ciertas aplicaciones, no alcanza los niveles más altos observados en otras materias primas. Es efectivo en la eliminación de algunos contaminantes orgánicos e inorgánicos, pero no es óptimo para aplicaciones que requieren una alta eficiencia de adsorción debido a su menor desarrollo de porosidad. (SpringerLink, 2018). La calidad es adecuada para aplicaciones básicas de adsorción, pero limitada en eficiencia para usos más exigentes. **Puntuación: 6/10.**

Disponibilidad: La disponibilidad de cáscara de papa en la región de Mar del Plata es alta y sostenida, gracias a la producción continua de grandes empresas como McCain y PepsiCo. Esta constancia en la generación de desechos garantiza un suministro estable de materia prima, lo que es crucial para la operación continua de la planta de producción de carbón activado. La proximidad de estas fuentes también reduce los costos de transporte y facilita la logística del abastecimiento de la materia prima. **Puntuación 9/10.**

3.2.2.2 Hueso de res

Precio: El hueso de res es un subproducto de la industria de la carne en Argentina. Si bien su precio es de aproximadamente 25 US\$/t, se considera que se podría obtener esta materia prima a un precio inferior si se gestionan acuerdos con los frigoríficos **Puntuación: 9/10.**

Rendimiento del Proceso: El rendimiento final del hueso de res, es aproximadamente del 70%. Este valor se logra en dos instancias. La primera es de 75% cuando se desengrasa, se lava y se carboniza (Bonilla-Petriciolet et al., 2017). La segunda instancia es cuando se activa químicamente con un 93% de rendimiento (Ruiz Garzón, 2017). Este rendimiento es alto, lo que implica que se obtiene una gran cantidad de carbón activado en relación con la materia prima ingresada. Esta alta eficiencia proporciona grandes ventajas a la hora de calcular los costos de transporte y almacenamiento, ya que se puede tener una gran capacidad de pronóstico de producción vs demanda. **Puntuación 9/10.**

Calidad del Carbón Activado: El carbón activado obtenido a partir de huesos de res, presenta características destacables debido a su estructura porosa y la composición predominante de fosfato de calcio. Este carbón es eficaz en la adsorción de contaminantes como el cromo hexavalente, logrando una remoción completa bajo condiciones óptimas. Las

pruebas fisicoquímicas demuestran una alta capacidad de adsorción, un pH cercano a la neutralidad y una baja humedad residual, lo que lo convierte en un material adecuado para aplicaciones en filtración de líquidos, purificación y decoloración. Además, sus propiedades meso porosas lo hacen ideal para la clarificación de jarabes y la refinación de azúcar, entre otros usos industriales. (Barrios, Suarez, Vidal, 2019), (Garzón, 2017). La alta capacidad de adsorción y la estructura micro porosa avanzada posicionan al carbón activado de hueso de res como una opción de alta calidad para aplicaciones exigentes. **Puntuación: 8/10.**

Disponibilidad: La disponibilidad de hueso de res en Argentina es alta, ya que el país es uno de los mayores productores de carne vacuna en el mundo. La infraestructura bien desarrollada en todas las provincias y la presencia de numerosos frigoríficos y mataderos aseguran un suministro constante de esta materia prima (Ramseyer, 2019). La proximidad de estas fuentes a la planta de producción facilita la logística y reduce los costos de transporte. **Puntuación 10/10**

3.2.2.2.3 Cáscara de Coco

Precio: Dado que Argentina no produce coco en las cantidades necesarias, se importaría principalmente desde Brasil debido a su cercanía y a las condiciones geográficas adecuadas para la producción de coco. Los costos de importación hacen que este producto tenga un precio relativamente alto. El precio establecido es de 3 R\$ por metro cúbico (m³). Dado que la importación se realiza en camiones con una capacidad mínima de 20 m³, el costo total por camión asciende a 60 R\$ (Huici, Com. Pers.). La densidad de la cáscara de coco en su forma granular regular es de aproximadamente 600 (kg/m³), lo cual equivale a 0.6 toneladas por metro cúbico (t/m³) (Online Calc). Esto equivale a un costo por tonelada de 1000 US\$. **Puntuación 0/10.**

Rendimiento del Proceso: El proceso de carbonización y activación tiene un rendimiento del 20% a causa de la ceniza producida y la humedad extraída (Clarimex, 2021) **Puntuación: 4/10.**

Calidad del Carbón Activado: El carbón activado producido a partir de cáscara de coco es reconocido por su alta calidad debido a su excelente estructura porosa y alta superficie específica. Estos atributos le confieren una capacidad de adsorción superior, especialmente eficaz en la eliminación de compuestos orgánicos volátiles y contaminantes del agua. Su rendimiento en aplicaciones de purificación y filtración es notable, lo que lo convierte

en una opción preferida en diversas industrias (Manals Cutiño, 2015). La alta superficie específica y la excelente capacidad de adsorción posicionan al carbón activado de cáscara de coco como una de las mejores opciones para aplicaciones avanzadas de purificación y filtración. **Puntuación 10/10.**

Disponibilidad: Brasil es un productor importante de coco, lo que asegura un suministro constante de cáscaras de coco. Sin embargo, la dificultad de importar en Argentina hace que la disponibilidad sea mala. **Puntuación: 1/10.**

3.2.2.3 Conclusión del análisis multicriterio

Tras evaluar las distintas materias primas considerando criterios como la calidad del carbón activado, el rendimiento del proceso, la disponibilidad y el precio, se concluye que la mejor opción es el hueso de res (ver cuadro 6). Esta materia prima no sólo proporciona un alto rendimiento y calidad en la producción de carbón activado, sino que también presenta ventajas significativas en términos de capacidad adsorbente. Por estas razones, el hueso de res se destaca como la elección óptima para el proyecto.

Factor de Evaluación	Peso Relativo	Cáscara de papa	Hueso de res	Cáscara de coco
Precio	0,3	10	9	0
Rendimiento del proceso	0,4	2	9	4
Calidad del carbón activado	0,2	6	8	10
Disponibilidad	0,1	10	10	1
Puntuación Total		6	8,9	3,7

Cuadro 6: Cuadro resumen de evaluación multicriterio.

Fuente: elaboración propia.

3.3. Ingeniería de la producción.

3.3.1. Definición del proceso productivo

3.3.1.1. Descripción del proceso productivo

El proceso productivo de carbón activado a partir de huesos de res ha sido definido a partir de investigaciones previas sobre la carbonización y activación química de materiales óseos. A continuación, se justifica cada paso del proceso con base en estudios científicos,

enfocándose en los parámetros de temperatura, tiempos y rendimientos, así como las mermas.

3.3.1.1.1 Proceso de preparación de huesos de res.

- 1. Recepción de los Huesos y Almacenaje:** Los huesos de res se almacenan entre -1°C y 2°C inmediatamente después de su recepción en la planta. Este rango de temperatura es crítico para prevenir la proliferación de microorganismos y asegurar la calidad del material. Mantener los huesos a estas temperaturas evita la descomposición de la materia orgánica y preserva las propiedades físicas necesarias para los siguientes procesos (FAO, 2020).
- 2. Corte en Piezas:** Los huesos se cortan en piezas de aproximadamente 10 cm utilizando una máquina cortadora industrial. Este tamaño facilita el manejo y asegura que los siguientes pasos, como el desengrasado y la carbonización, se realicen de manera más uniforme. Estudios han demostrado que la reducción del tamaño de los huesos incrementa la eficiencia en los tratamientos térmicos y químicos, ya que permite una mayor exposición a los reactivos y al calor (Ruiz Garzón, 2014).
- 3. Desengrasado Inicial:** El desengrasado es fundamental para eliminar las grasas que podrían interferir en la carbonización y en la activación química. Los huesos se sumergen en tanques de acero inoxidable con una disolución de peróxido de hidrógeno (H₂O₂) al 15% durante dos horas. Este proceso asegura que no se generen residuos grasos durante la carbonización, lo que podría disminuir la calidad del carbón activado y aumentar el contenido de cenizas.
- 4. Lavado:** Después del desengrasado, los huesos se lavan con agua en una máquina lavadora de movimiento continuo para eliminar restos de grasa y peróxido de hidrógeno. El lavado es crucial para garantizar que no queden residuos que interfieran en los procesos posteriores de secado y carbonización. Este proceso también ayuda a mantener el pH adecuado para la activación química.
- 5. Secado:** Los huesos lavados se transfieren a hornos de secado continuo, donde se mantienen a 80°C durante una hora. Este proceso elimina la humedad residual de los huesos, asegurando que no se generen vapores durante la carbonización, lo que

podría afectar la porosidad del carbón activado. La eliminación de la humedad es fundamental para obtener una estructura porosa óptima en el producto final.

- 6. Trituración y Molienda:** Una vez secos, los huesos se introducen en trituradoras de mandíbula para reducir su tamaño a partículas de aproximadamente 2 mm. Esta trituración previa a la carbonización aumenta la superficie específica del material y permite una carbonización más eficiente. Un estudio sobre la separación de grasa y trituración de huesos determinó que, tras procesos previos como el desengrasado y la esterilización, los huesos se Trituran de manera efectiva para producir material utilizable en la producción de harina de huesos o subproductos industriales, con pérdidas mínimas en peso total. (Johnson et al., 2000).

3.3.1.1.2 Proceso de síntesis del carbón de hueso

- 7. Carbonización:** La carbonización se realiza a 700°C durante 120 minutos. Este rango de temperatura es óptimo para descomponer los compuestos orgánicos en los huesos y transformar la materia en una estructura rica en carbono. A esta temperatura, la hidroxiapatita (HAP) de los huesos se mantiene estable, mientras que los componentes orgánicos se descomponen, dejando un material poroso con propiedades ideales para adsorción (Iriarte-Velasco et al., 2014). El rendimiento desde el ingreso del hueso hasta esta etapa es del 75%, con pérdidas debidas a la eliminación de compuestos volátiles (Bonilla-Petriciolet et al., 2016).
- 8. Activación química:** El carbón resultante de la carbonización se mezcla con ácido fosfórico (H_3PO_4) al 37% durante seis horas. El ácido fosfórico actúa como agente activante, creando una estructura micro porosa en el material. La activación química con H_3PO_4 permite obtener un producto con alta área superficial y porosidad adecuada para adsorción de contaminantes (Iriarte-Velasco et al., 2014). Este proceso asegura la creación de microporos que maximizan la capacidad de adsorción del carbón activado, con un rendimiento del 93% (Ruiz Garzón, 2014).
- 9. Lavado:** Después de la activación química, el carbón activado se lava en una máquina de movimiento continuo para eliminar el ácido fosfórico residual y ajustar el pH del material a un nivel neutro. Este paso es fundamental para asegurar que el carbón activado esté libre de contaminantes químicos que podrían interferir en su desempeño en aplicaciones de adsorción.

10. Secado y Carbonización: El material lavado se somete a un proceso de secado y carbonización secundaria a temperaturas entre 200°C y 500°C durante una hora. Esta segunda carbonización estabiliza la estructura porosa creada durante la activación química y elimina cualquier humedad residual. Este proceso también aumenta la superficie específica y la capacidad de adsorción del carbón activado, lo que lo hace adecuado para aplicaciones en purificación de agua y aire (Ruiz Garzón, 2014).

3.3.1.1.3 Proceso de molienda y empaquetado

Las presentaciones de carbón activado van a variar entre carbón activado en polvo y carbón activado en grano.

Polvo:

11. Molienda: Para obtener carbón activado en polvo, el material resultante de la carbonización se muele hasta que las partículas tengan un tamaño menor a 0.18 mm. Esta molienda fina es esencial para maximizar el área superficial y garantizar un rendimiento óptimo en aplicaciones de adsorción líquida, como la purificación de agua (Ruiz Garzón, 2014).

Polvo y Grano:

12. Empaquetado: Finalmente, tanto el carbón activado en polvo como en grano se empaquetan a través de tolvas en bolsas de 25 kg. El empaquetado adecuado garantiza que el carbón activado no absorba humedad del ambiente, lo que podría afectar negativamente sus propiedades de adsorción. Mantener las condiciones óptimas de almacenamiento es crucial para preservar la calidad del producto final.

3.3.1.2 Consumibles del proceso

Peróxido de hidrogeno

Al momento del trabajo con el peróxido de hidrógeno se tienen en cuenta las condiciones de seguridad que este químico requiere. En primer lugar, se compró un tanque plástico de alta densidad, bien refrigerado. La manipulación de este en el llenado y vaciado de los tanques lo realiza la química utilizando los EPPs necesarios evitando el contacto con

piel, ojos y sistema respiratorio además de las normas de seguridad. (Solvay, PERÓXIDO DE HIDRÓGENO Seguridad y Manejo Hoja de Datos Técnicos, 2019).

Ácido fosfórico

Para el ácido fosfórico al 37% son necesarios EPPs para su manipulación, desde ropa adecuada hasta guantes y gafas. Su almacenamiento requiere las mismas características que el peróxido, plástico de alta densidad, y advertencias de peligro.

Para su uso en la planta se utilizarán tuberías donde se disminuya la probabilidad de contacto con operarios y derrames. Siguiendo las normas de seguridad se reducen al mínimo posibles accidentes. Por último, el proveedor que realiza las entregas, cargando los tanques donde se almacena el producto, será el encargado de retirar el ácido utilizado.

3.3.1.3. Diagrama de flujo

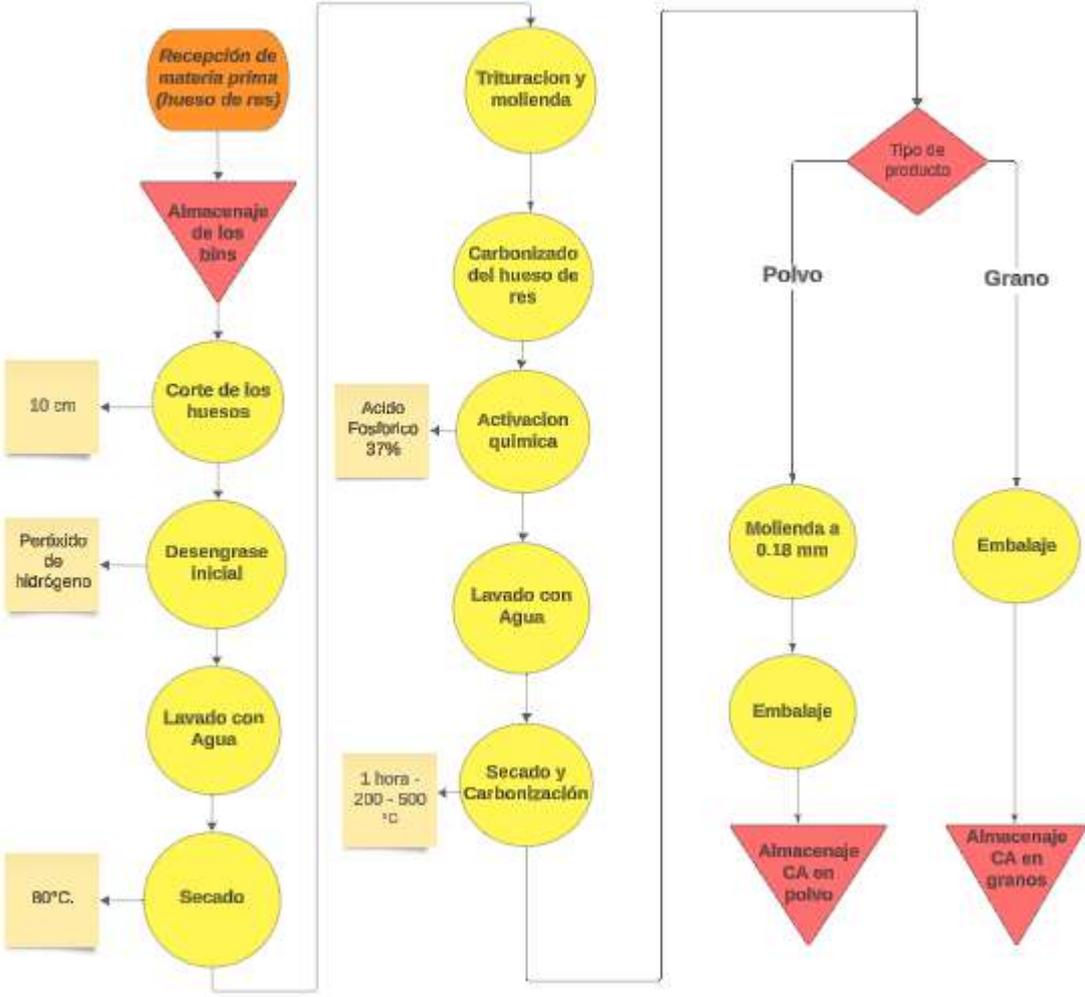


Figura 7: Diagrama de flujo del proceso de producción

Fuente: elaboración propia.

3.3.2 Determinación de la capacidad de planta y necesidad de materia prima

Para determinar la capacidad de la planta de producción de carbón activado, se basó el análisis en un objetivo estratégico de capturar el 20% de las importaciones de C.A. en Argentina. En el punto 1.4, se estimó la demanda para el período de 2024 a 2030 utilizando el software *Crystal Ball* con el modelo de error MAD. Este análisis ha revelado que la planta debe estar preparada para producir 3.360 toneladas anuales.

Por otro lado, para definir la necesidad de materia debemos tomar en consideración el rendimiento del proceso productivo que como **es del 70% como se explicó en la descripción de proceso productivo (3.1.1).**

Tomando en consideración esta demanda podemos definir nuestra necesidad de flujo de materia prima, utilizando el valor de rendimiento del 70% (Bonilla-Petriciolet ,2016; Ruiz Garzón, 2014). (ver ecuación 16)

$$\text{Necesidad de MP} = 3.360 \text{ t/año} / 0,7 = 4800 \text{ t/año} \quad (16)$$

De esta manera, se establece una necesidad de materia prima **4.800 t/año** que se traducen en **20 t/día** de hueso de res, considerando 20 días laborables por mes. (ver cuadro 7).

Detalle	t/año	t/mes	t/día
Demanda por abastecer	3.360	280	14
Requerimiento de hueso	4.800	400	20

*Cuadro 7: Comparación entre demanda y requerimientos de MP.
Fuente: elaboración propia.*

Considerando que se confeccionan dos productos (CAg. y CAp.) se debe determinar la capacidad de producción para cada uno de ellos. Se considera una relación de 66,67% para el carbón en polvo y 33,33% para el carbón en grano. Esta relación se corresponde con los niveles de importación en Argentina y en Chile en 2017. (Grand View Research, 2022) (Medina, 2017). Por lo tanto, se producen por día 4,7 toneladas de CAg. y 9,3 toneladas de CAp.

3.3.3. Análisis de abastecimiento de materia prima

Conociendo la demanda de materia prima, se debe analizar si el proveedor va a poder cumplir con dicho requerimiento. Por lo tanto, se consultó a distintos frigoríficos de la provincia de Buenos Aires y se obtuvo de la siguiente información:

En primer lugar, los frigoríficos consultados son de abastecimiento para consumo interno por lo que se sabe que sus flujos productivos son menos caudalosos que aquellos destinados a exportación. La producción se definió cercana a las **3000 cabezas de res por semana**, donde cada una pesa en promedio **470 Kg**. Luego, estas mismas fuentes de información comentaron que aproximadamente el **14% del peso** equivale al hueso que luego se descarta o se vende para utilizar como materia prima en otros procesos productivos. Utilizando estos valores, se estima que se descartan en promedio **789 t/mes** o **9.468 t/año**.

Para el caso del transporte de hueso de res, se utilizan **vehículos de 3 ejes** que según la reglamentación de la D.N.V permiten transportar hasta **24 toneladas**. (ART. N° 27 - APARTADO 2.3.1.).

Como el requerimiento diario de hueso de res es de **20 toneladas** y un camión tiene una capacidad de carga de **24 toneladas**, se evidencia un excedente en la capacidad de cada camión. Por lo tanto, se evalúa que son necesarias mensualmente **400 toneladas** de hueso, lo que representa una cantidad de 16,6 camiones por mes. Por consiguiente, se recepcionarán **17 camiones por mes** para asegurar el abastecimiento adecuado.

La entrega se realiza mediante un sistema de envases bins (Figura 10), donde el frigorífico coloca los huesos en ellos para facilitar su movimiento dentro y fuera de sus instalaciones. Esto favorece el traslado y la sanidad del producto.

Los bins son cargados y descargados en el camión con un autoelevador, tanto en el frigorífico como en la planta. Este sistema contribuye a trabajar con mayor eficiencia el almacenamiento, transporte, y control de volumen del producto adquirido.

Al momento de la recepción de los bins con materia prima, se carga en el mismo camión la misma cantidad de bins plásticos vacíos para poder repetir el proceso de entrega el próximo periodo.

3.3.4 Elección de la localización

3.3.4.1 Macro localización

Para la selección de la ubicación de la empresa se tuvieron en cuenta varios factores importantes:

1. Recepción de la materia prima
2. Cercanía a los principales clientes
3. Accesibilidad a puertos
4. Costos de servicios, impuestos y bienes raíces
5. Espacio disponible
6. Proximidad a canales de distribución

3.3.4.2 Micro localización

Después de analizar los factores de macro localización, se seleccionaron cuatro posibles ubicaciones:

Parque Industrial General Savio (Mar del Plata, Buenos Aires):

Características generales del establecimiento: bien desarrollado, con infraestructura sólida y buena conectividad por carretera y ferrocarril. El parque industrial se encuentra a solo 15 km del puerto de Mar del Plata, lo que lo hace conveniente para operaciones de importación y exportación.

Cercanía a un puerto: el puerto de Mar del Plata es adecuado para operaciones marítimas de pequeña y mediana escala.

Costos de servicio, impuestos y bienes raíces: menores en comparación con el AMBA, ofreciendo costos de operación más bajos.

Espacio disponible: amplia disponibilidad de lotes industriales, permitiendo tanto el establecimiento inicial como posibles expansiones.

Proximidad a canales de distribución: conexiones razonables a la Ruta Nacional 2 y otras rutas que conectan a Buenos Aires y otras provincias, aunque con mayores costos de transporte a mercados centrales.

Cercanía a proveedores de hueso de res: Mar del Plata no es un centro importante de producción de carne bovina.

Parque Industrial de Villa Luján - Avellaneda (Buenos Aires):

Características generales del establecimiento: ubicación estratégica cerca de centros urbanos y puertos, con buenas infraestructuras para empresas industriales.

Cercanía a un puerto: a solo 8 km del puerto de Buenos Aires, lo cual facilita la exportación y recepción de bienes.

Costos de servicio, impuestos y bienes raíces: moderados en comparación con zonas más céntricas de Buenos Aires.

Espacio disponible: variedad de lotes disponibles que permiten una expansión futura.

Proximidad a canales de distribución: acceso rápido a autopistas y vías de comunicación.

Cercanía a proveedores de hueso de res: Buenos Aires se encuentra cerca de las principales zonas productoras de carne de res como el norte de Buenos Aires, Santa Fe y Entre Ríos. La cercanía a estas áreas facilita el acceso rápido y económico a la materia prima, lo cual es clave para la producción eficiente de carbón activado.

Parque Industrial Ferreyra (Córdoba):

Características generales del establecimiento: localización cercana a la ciudad de Córdoba, con infraestructuras adecuadas y buenas conexiones logísticas. El parque cuenta con una alta presencia de industrias automotrices y de manufactura, lo cual es favorable para el desarrollo de sinergias industriales.

Cercanía a un puerto: no tiene cercanía directa a puertos marítimos, pero cuenta con conexiones a vías de ferrocarril y acceso a rutas nacionales que permiten el transporte hacia Rosario y Buenos Aires.

Costos de servicio, impuestos y bienes raíces: moderados, con incentivos fiscales disponibles.

Espacio disponible: amplio espacio disponible y posibilidad de expansión.

Proximidad a canales de distribución: conectividad robusta a través de la Ruta Nacional 9 y la Ruta Nacional 19, facilitando la distribución hacia el norte y el centro del país.

Cercanía a proveedores de hueso de res: si bien Córdoba es una región ganadera importante, el volumen de hueso disponible es menor al del AMBA.

Parque Industrial Las Heras (Mendoza):

Características generales del establecimiento: ubicado en una zona con fuerte crecimiento industrial y logístico. Mendoza es un punto estratégico para la conexión con Chile y para el comercio de bienes en el corredor bioceánico.

Cercanía a un puerto: no tiene acceso directo a puertos marítimos, pero cuenta con cercanía al Paso Internacional Cristo Redentor, que conecta con los puertos chilenos del Pacífico.

Costos de servicio, impuestos y bienes raíces: generalmente más bajos que en Buenos Aires, con incentivos económicos locales.

Espacio disponible: hay terrenos disponibles para nuevas industrias, así como posibilidad de expansión.

Proximidad a canales de distribución: buen acceso a rutas nacionales, permitiendo la conectividad tanto dentro de Argentina como con Chile.

Cercanía a proveedores de hueso de res: si bien Mendoza es una región ganadera importante, el volumen de hueso disponible es menor al del AMBA.

3.3.4.3 Conclusión del análisis de localización

Observando el cuadro 8, queda claro que el **Parque Industrial Villa Luján - Avellaneda** es la mejor opción. Su ubicación no solo ofrece una infraestructura robusta y proximidad a puertos importantes, sino que también permite un acceso rápido y económico a las principales zonas productoras de hueso de res en el país. Esto facilita la adquisición de materia prima de manera eficiente, reduciendo los costos de transporte y garantizando un suministro constante para la producción de carbón activado.

Factor de Evaluación	Peso Relativo	General Savio (Mar del Plata)	Villa Lujan (Buenos Aires)	Ferreyra (Cordoba)	Las Heras (Mendoza)
Características Generales del Establecimiento	0,10	8	7	6	7
Cercanía al Puerto	0,20	7	9	3	4
Costos de Servicios, Impuestos y Bienes Raíces	0,15	8	6	7	8
Espacio Disponible	0,40	8	8	9	7
Proximidad a Canales de Distribución	0,10	6	7	8	7
Cercanía a Proveedores de Hueso de Res	0,15	4	9	5	3
Puntuación Total	1,00	6,95	7,75	6,6	6,35

Cuadro 8: Matriz de ponderación para la localización de la planta.

Fuente: Elaboración propia.

3.3.5 Especificación de los equipos requeridos

A continuación, en el cuadro 9 se nombran y caracterizan los equipos y máquinas necesarias para el proceso de producción.

Equipo	Capacidad [kg/h]	Capacidad [l]	CE: Consumo eléctrico [Kw/h] CA: Consumo de agua [l/h]	Dimensiones [mm], Largo x Ancho x Altura	Peso [Kg]
Cortadora (A)	4000	-	CE: 37	2400 x 1800 x 2500	2360
Desengrasadora tipo tambor (B)	-	10000	-	Diámetro: 1950 Alto: 3400	500
Lavadora (C)	1000	-	CE: 4 CA: 1200	4200 x 1350 x 1300	150
Horno rotatorio (D)	10000	-	CE: 11	Diámetro: 2000 Alto: 4000	1000
Trituradora (E)	2500	-	CE: 30	1750 x 1350 x 1550	2000
Moledora (F)	300	-	CE: 11	1100 x 450 x 1100	400
Tolva (G)	3000	-	CE: 4	2000 x 200 x 220	200

Cuadro 9: Caracterización de los equipos requeridos en el proceso productivo.

Fuente: Elaboración propia en base a dato de Alibaba (2024), made-in-china (2024), rey del tanque (2024)

Para comprender de manera precisa la cantidad de maquinaria requerida para la producción, se elaboró un diagrama de Gantt. Este diagrama refleja un flujo de entrada de 20 toneladas de materia prima y se presenta como una herramienta esquemática que ilustra las capacidades productivas de cada máquina de manera individual, así como el desarrollo del proceso en un ciclo diario. Cabe destacar que el diagrama incluye el rendimiento del proceso. Se toma como base la definición del punto 3.1 donde se calculó un ingreso de 20 toneladas de materia prima y una salida diaria de 14 toneladas de carbón activado, necesarias para cubrir la demanda de CA. La representación de este análisis puede observarse en la figura 8.

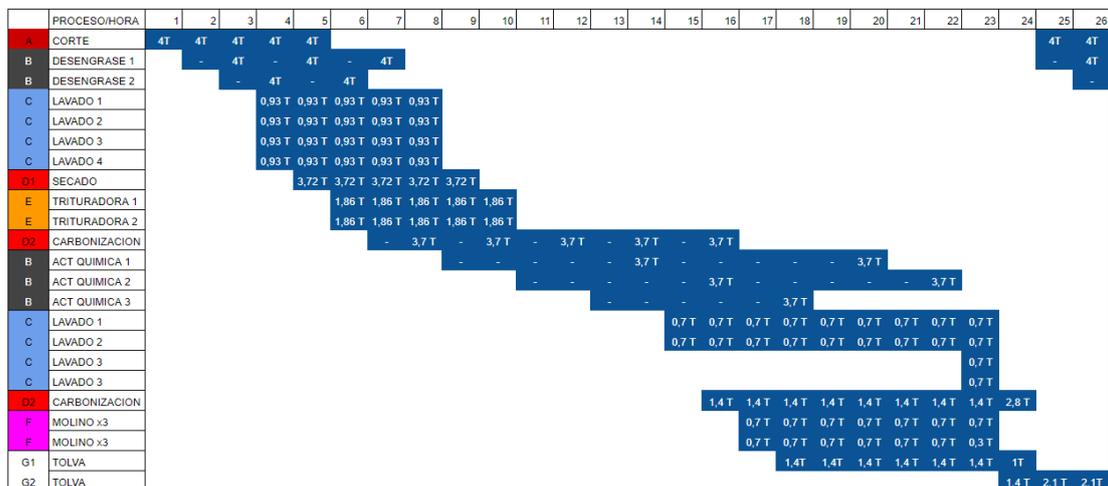


Figura 8: Diagrama de Gantt del proceso productivo

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 10 vemos la cantidad de máquinas necesarias que se deducen de la figura 8.

Proceso	Equipo	Cantidad
Corte	Cortadora (A)	1
Desengrasadora / Act. Química	Desengrasadora tipo tambor (B)	5
Lavado	Lavadora (C)	4
Secado	Horno rotatorio (D1)	1
Carbonizado	Horno rotatorio (D2)	1
Trituración	Trituradora (E)	2
Molienda	Moledora (F)	6
Empaque	Tolva (G)	2
Almacenamiento	Tanque ácido (H)	2
Almacenamiento	Tanque peróxido (I)	2

Cuadro 10: Cantidad a comprar de cada máquina

Fuente: Elaboración propia.

Son necesarios dos hornos debido a que los procesos de secado y la primera carbonización se dan en simultáneo. Ambas máquinas son capaces de regular velocidad y temperatura, lo que permite variar dichos parámetros para producir secado y carbonizado. De esta manera, para la segunda carbonización se utiliza el mismo horno que para la primera. Esto mismo ocurre con las lavadoras, al ser dos procesos de lavado no simultáneos no es necesario invertir en más de cuatro. Para el caso de los tambores para desengrase y activación química, al contener dos químicos diferentes se invierte en 5 de los mismos para no mezclar los procesos de desengrase y activación química o alterar las soluciones utilizadas dañando las condiciones de proceso. Por último, se adquieren dos tolvas, una para cada producto.

3.3.6 Layout de planta

A continuación, en la figura 9 se presenta la distribución en planta propuesta para la producción de carbón activado. La planta está dispuesta en un solo nivel, donde se ubican el área de producción, los almacenes necesarios, oficinas, espacios para vestuarios y sanitarios, y las áreas de recepción y envío de pedidos. También se incluye un área para el comedor en

la misma planta. En el cuadro 10 se muestra el índice de máquinas para el plano de la planta principal.

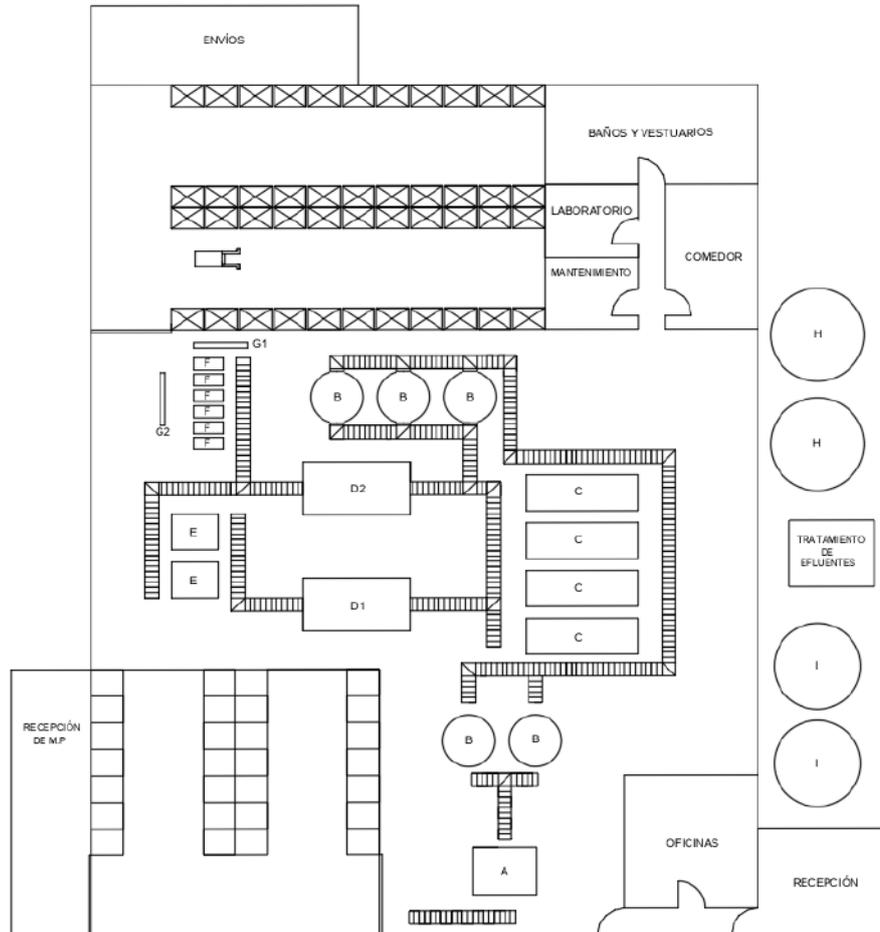


Figura 9: Layout de planta

Fuente: Elaboración propia.

3.3.7 Superficie requerida de la planta

3.3.7.1 Espacio requerido para el almacén de la materia prima

Como se mencionó previamente se hacen pedidos de 24 toneladas de materia prima, pero la producción diaria utiliza 20 toneladas. Por esta razón, los pedidos están espaciados para minimizar el espacio requerido para almacén. Tomando en consideración que únicamente se hace un pedido de materia prima aquellos días donde la cantidad en stock es menor a 20 toneladas, el máximo que debe atesorar el almacén es de 43 toneladas.

Entonces, considerando que almacenaremos los huesos en bins plásticos apilables como los de la figura 10, cuyas medidas son de 100 cm de ancho, 120 cm de largo y 76 cm de alto,

observamos la disposición de estos en el almacén en el layout del almacén de materia prima en la figura 11.



Figura 10: Bins plásticos utilizados para almacenar materia prima.
Fuente: SIPEA (2024).

Para el cumplimiento de las 24 toneladas por envío, son necesarios 52 bins. Lo que determina un requerimiento del camión de al menos una longitud de carga de 13 metros a 15 metros. Lo que permite colocar de cada lado 13 bins longitudinalmente situando 2 en altura. Permitiendo así una capacidad de carga de 52 bins. Los cálculos de cantidad necesaria de bins para la producción se observan en el cuadro 11.

	Dimensiones [m]	Área [m ²]	Capacidad [t]	Cantidad necesaria [u]
Bin plástico	1,00 x 1,20	1,20	0,45	96

Cuadro 11: Dimensiones de los bins plásticos
Fuente: Elaboración propia.

Por planificación de seguridad y transporte se agregará un factor de seguridad de un 16% más de bins. Lo cual implica adquirir un total de 112 bins.

El almacén tiene capacidad para 112 bins ubicados en hileras de 7 por 4 de alto, con pasillos de 3 metros para facilitar el desplazamiento y trabajo del autoelevador (ver figura 11). Adicionalmente, se requiere que el almacenamiento de los huesos de res se realice en condiciones refrigeradas para garantizar su preservación y evitar la descomposición. Según los estándares internacionales para la conservación de subproductos cárnicos, los huesos deben mantenerse a una temperatura de entre **-1°C y 2°C** para prevenir el crecimiento bacteriano y asegurar su calidad hasta su procesamiento. (FAO, 2020). El sistema de

refrigeración en el almacén garantiza el control de temperatura adecuado para mantener las condiciones óptimas de los huesos.

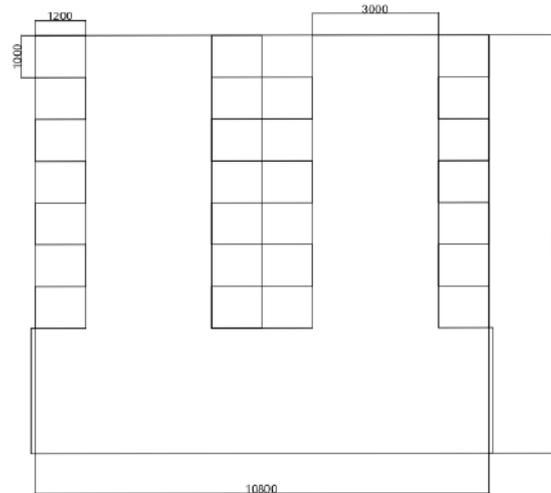


Figura 11: Layout del almacén de materia prima

Fuente: Elaboración propia.

De esta manera se considera un espacio de 108 m² de almacén para materia prima.

3.3.7.2 Espacio requerido para maquinaria y equipo de producción

En el cálculo se toma en cuenta toda la maquinaria y equipos definidos anteriormente, sin considerar el espacio de las cintas transportadoras que son incluidas en la sección de “Espacio libre” definida más adelante en el trabajo. En el cuadro 12 se muestra el total calculado.

Equipo	Largo [m]	Ancho [m]	Cantidad	Superficie [m ²]
Trituradora	2,48	1,80	1	4,46
Desengrasadora tipo tambor	2,98 m ²		5	14,90
Lavadora	4,20	1,35	4	22,68
Horno rotatorio	4,00	2,00	2	16,00
Trituradora	1,75	1,35	2	4,73
Moledora	1,10	0,45	6	2,97
Tolva	2,00	0,20	2	0,80

TOTAL

66,54

Cuadro 12: Espacio requerido para maquinaria y equipo de producción.

Fuente: Elaboración propia.

A partir del cuadro anterior, se define un área de 66,54 m² para maquinaria y equipo de producción.

3.3.7.3 Espacio requerido para el almacén de productos terminados

Por los cálculos realizados anteriormente, por mes de trabajo se producen aproximadamente 280.000 kg de carbón activado (11.200 bolsas). El almacén se diseñará para almacenar 10 días de producción, con una capacidad en bolsas de 5.940. En el cuadro 13 se ven las dimensiones de las bolsas utilizadas para el cálculo y el diseño del almacén.

	Dimensiones [m]	Área [m ²]	Cantidad necesaria [u]
Bolsa Carbón	0,4 x 0,8	0,32	5.940

Cuadro 13: Superficie de los pallets

Fuente: Elaboración propia

Para el cálculo del área de almacén de producto terminado, se tuvo en consideración que las bolsas de carbón son apiladas en palets de madera del tipo Chep (figura 12), el cual posee unas dimensiones de 1.00m x 1,20 m. Estos Pallets soportan un peso de entre 1 y 4 toneladas. (Chep, 2024)

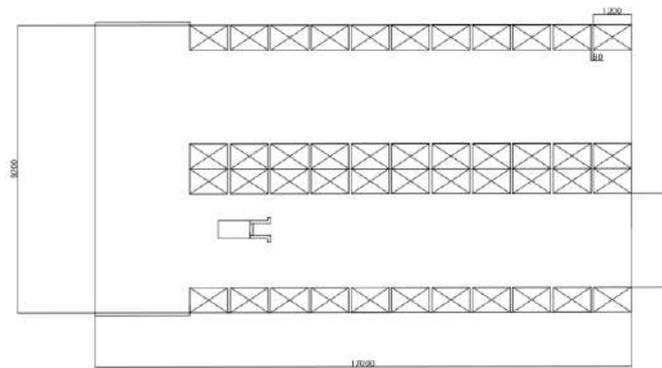


Figura 12: Imagen ilustrativa de los pallets

Fuente: Chep (2024)

La disposición para estibar los palets con el producto terminado es de 3 bolsas por 15 en alto, dando así una capacidad de carga de 45 bolsas por pallet. Además, los pallets se organizarán en racks que contienen 3 pisos de 11 pallets de largo. Logrando así una capacidad del almacén para 5.940 bolsas de producto terminado.

En la figura 13 se observa el layout del almacén, donde se disponen cuatro hileras de racks para los pallets, separados por pasillos de 3 metros de ancho para facilitar el desplazamiento y trabajo del autoelevador. Se considera además un espacio de separación de 3 pulgadas u 8 cm entre racks (Meyers, 2006).



*Figura 13: Layout del almacén de producto terminado
Fuente: Elaboración propia*

Finalmente se observa que se necesitan 158 m² para el espacio de almacén de producto terminado.

3.3.7.4 Espacio requerido para el almacenamiento de insumos.

El área destinada al almacenamiento de insumos contempla el uso de 4 tanques, dos para peróxido de hidrógeno y dos para ácido fosfórico 37%. Estos tanques estarán organizados de manera que uno de ellos contenga el insumo fresco mientras que el otro almacene el fluido ya utilizado, que será retirado periódicamente por la empresa proveedora para su tratamiento. Para el ácido fosfórico se utilizarán dos tanques de 60.000 litros, mientras que el peróxido de hidrógeno se almacenará en dos tanques de 25.000 litros, ambos seleccionados conforme a los requerimientos calculados (El Rey del Tanque, 2024). En la figura 14 se presentan ambos tanques.



*Figura 14: Tanques de 60.000 y 25.000 litros para almacenamiento de insumos
Fuente: El Rey del Tanque (2024)*

Estos tanques son de polietileno de alta densidad, material que cumple con los requisitos de almacenamiento especificados por Solvay Chemicals (2019), asegurando la compatibilidad química y la resistencia frente a la reactividad del peróxido de hidrógeno y el ácido fosfórico. Además, estos tanques están diseñados para asegurar la ventilación continua, necesaria para la liberación segura de oxígeno en el caso del peróxido. Según las recomendaciones de seguridad, los tanques estarán situados en áreas externas para facilitar la ventilación, evitar la exposición a fuentes de calor, y mantener accesibilidad a duchas y lavaojos de emergencia.

En términos de espacio, los tanques ocupan 35m² en total. Además, la ubicación exterior permitirá cumplir con los requerimientos de seguridad y ventilación.

La posibilidad de implementar un sistema de recuperación de los insumos utilizados, como el ácido fosfórico y el peróxido de hidrógeno, podría evaluarse como una opción a largo plazo. Aunque podría requerir una inversión inicial significativa en tecnología, su implementación reduciría los costos operativos al disminuir la necesidad de adquirir nuevos insumos, mejorando así la eficiencia económica del proyecto.

3.3.7.5 Cálculo final

Se realiza un cálculo detallado de la superficie total requerida para la planta de producción de carbón activado, considerando no solo el espacio necesario para máquinas y almacenes (análisis cubierto por separado), sino también otros espacios esenciales para el

correcto funcionamiento de la planta y el bienestar del personal. A continuación, se detalla cada uno de los espacios y su justificación:

Área de baños y vestuarios (30 m²): Este espacio es fundamental para la higiene y comodidad de los empleados. Los 30 m² asignados incluyen baños para hombres y mujeres, así como vestuarios con duchas y casilleros. Se estima que esta área es suficiente para una planta con una cantidad moderada de empleados, permitiendo cumplir con normativas laborales de seguridad e higiene.

Oficinas administrativas (10 m²): Estas oficinas están pensadas para el personal administrativo y de supervisión que gestionará las operaciones diarias, control de producción y logística, además de atender tareas administrativas como la coordinación de la cadena de suministro.

Comedor para el personal (20 m²): Se ha asignado un comedor de 20 m² para proporcionar un área de descanso adecuada para los empleados durante sus turnos. Este espacio permitirá la colocación de mesas, sillas, y electrodomésticos básicos como microondas y refrigeradores, promoviendo un ambiente de trabajo saludable y confortable.

Área de Mantenimiento (20 m²): El espacio destinado al mantenimiento tiene 20 m². Esta área está diseñada para albergar herramientas, repuestos, y equipos necesarios para el mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria y equipos de la planta. Es esencial para asegurar que todas las operaciones se mantengan en funcionamiento de manera continua y eficiente.

Espacio Libre de Circulación y Manejo de Materiales (260 m²): Un área libre considerable de 260 m² ha sido estimada para permitir la circulación fluida del personal, así como el manejo seguro de materiales y desperdicios. Este espacio incluye pasillos, zonas de circulación para el transporte de materiales mediante cintas transportadoras, y áreas para el almacenamiento temporal de desperdicios. Es crucial para mantener la seguridad y eficiencia en las operaciones de la planta, minimizando riesgos de accidentes y facilitando el flujo de trabajo.

Área de Recepción de Materia Prima (40 m²): La recepción de materia prima requiere un espacio de 40 m². Esta área es suficiente para que los camiones puedan

maniobrar y descargar de manera segura y eficiente, reduciendo tiempos de espera y optimizando el proceso de recepción de hueso de res.

Área de Envíos de Productos Terminados (30 m²): Un área de 30 m² ha sido designada para la carga de productos terminados, asegurando un flujo adecuado para la distribución. Este espacio permite que los vehículos de transporte puedan acceder y cargar el producto de manera rápida, reduciendo los tiempos de envío y mejorando la logística de distribución.

Área de Tratamiento de Efluentes (8 m²): Se ha contemplado un espacio de 8 m² fuera de la planta de producción para el tratamiento de efluentes tanto líquidos (agua), gaseosos (vapor de agua y gases del horno), como sólidos. Esta área asegura que la planta cumpla con las normativas ambientales, evitando posibles contaminaciones y sanciones.

En el proceso de producción, el tratamiento de aguas residuales se vuelve crucial, ya que se generan aproximadamente 29.000 litros diarios de efluentes tras dos etapas de lavado. La primera ocurre luego del desengrase con peróxido de hidrógeno, donde los principales contaminantes incluyen grasas, aceites, sólidos suspendidos y residuos del peróxido. La segunda etapa se lleva a cabo después de la activación con ácido fosfórico, y en este caso, los efluentes contienen residuos del ácido, partículas sólidas suspendidas, materia orgánica, y niveles elevados de acidez y fosfatos.

Para cumplir con las normativas ambientales vigentes en Argentina, que exigen la reducción de contaminantes antes de la descarga al sistema de alcantarillado, es necesario tratar estos efluentes y llevar los parámetros clave como la Demanda Química de Oxígeno (DQO), la Demanda Biológica de Oxígeno (DBO), sólidos suspendidos, grasas, aceites y pH a niveles permitidos.

El tratamiento de efluentes se compone de diversas etapas. Inicialmente, se enfoca en la remoción de sólidos suspendidos y sedimentados mediante procesos de separación física. Posteriormente, se realizan tratamientos específicos para neutralizar el pH, ajustando los niveles de acidez del agua. Finalmente, se procede a la eliminación de partículas remanentes y la desinfección de patógenos, garantizando así que el agua tratada cumpla con los requisitos legales antes de su vertido. Este enfoque integral asegura que la planta opere de manera sostenible, minimizando el impacto ambiental.

Laboratorio de Control de Calidad (10 m²): Un laboratorio de 10 m² es indispensable para realizar análisis de control de calidad y pureza del carbón activado. Este espacio permitirá la instalación de equipos necesarios para pruebas y análisis que aseguren la conformidad del producto con los estándares de calidad.

En total, la suma de todas estas áreas resulta en un requerimiento de aproximadamente **752,54 m²**, el cual se ha redondeado a **800 m²** para la búsqueda del lote adecuado que pueda cubrir estas necesidades, proporcionando margen adicional para posibles expansiones o modificaciones futuras. En el Cuadro 14 se muestran los requerimientos de espacio total para la fábrica. Cabe mencionar que el espacio para almacenamiento de insumos no se incluye dentro de la superficie de construcción ya que los mismos no serán almacenados bajo techo.

Requerimiento de espacio	Área [m ²]
Máquinas	66,54
Almacenes	266,00
Oficinas	10,00
Recepción	40,00
Envíos	30,00
Baños y Vestidores	30,00
Comedor	20,00
Mantenimiento	20,00
Laboratorio	10,00
Espacios Libres	260,00
Total	752,54

Cuadro 14: Espacio requerido total para la fábrica.

Fuente: Elaboración propia

3.3.8 Factores variables requeridos para la producción

3.3.8.1 Requerimiento de materia prima, insumos y envases:

- Bolsas de papel Kraft con capacidad para 25 kg: 11.200 bolsas / mes
- Materia prima: 4800 t/año, 296 t/mes de hueso de res
- Ácido: 12.000 l/día

Esta cantidad se fundamenta en el uso de 100 ml de ácido al 37% por cada 100 g de hueso carbonizado, tal como se documenta en estudios previos (Ruiz Garzón, 2017). El proceso implica el tratamiento de aproximadamente 20 toneladas de hueso distribuidas en tres tanques, con una capacidad aproximada de 4 toneladas por tanque. Dado que se requiere una cantidad proporcional de ácido para activar la totalidad del material, se necesita un volumen total de 12.000 litros diarios, es decir, 4.000 litros por tanque para completar un ciclo diario. Esta metodología se basa en el trabajo citado de Ruiz Garzón, que detalla los parámetros óptimos para la activación química del carbón activado a partir de huesos carbonizados.

- Agua oxigenada: 4.500 l/día

Para el cálculo del peróxido de hidrógeno, se estimó el volumen necesario en función de la densidad de los huesos y la cantidad de material procesado. La densidad promedio de los huesos de res es de 1,8 kg/l, lo que implica que, para mantener los huesos completamente sumergidos en los tanques de procesamiento, se requiere una cantidad de líquido equivalente al volumen de sólidos. Para los dos tanques que procesan un total de 4 toneladas de huesos cada uno, esto se traduce en un requerimiento aproximado de 4.500 litros de peróxido de hidrógeno por día (2.250 litros por tanque). Este cálculo asegura que el material esté completamente cubierto durante el proceso de limpieza y desengrase, lo cual es crucial para asegurar la eficacia del tratamiento químico y la posterior carbonización.

3.3.8.2 Mano de obra directa

La fábrica opera de forma continua durante las 24 horas. Para la determinación de los requerimientos de mano de obra, se observa la cantidad de FTE (*Full Time Equivalent*¹) necesarios por cada subproceso (Observar cuadro 15).

Proceso	Duración [horas]	FTE
Corte	7	0,88
Desengrase	10	1,25
Lavado	40	5,00
Hornos	24	3,00
Triturado	10	1,25
Act. Química	30	3,75
Molino	14	1,75
Tolva	10	1,25
Total	145	18,125

Cuadro 15: Cálculo de FTE necesarios

Fuente: Elaboración propia

Se concluye que se necesitan 19 empleados en total para cubrir los puestos relativos a la producción. Además, se agregan 3 supervisores (uno por turno de trabajo).

3.3.8.3 Servicios auxiliares

A continuación, se listan los servicios auxiliares necesarios mensualmente que comprenden el funcionamiento normal de la maquinaria, cintas transportadoras, equipo de refrigeración, iluminación, agua, máquinas de limpieza etc.

- Consumo eléctrico total de maquinaria: 49.395 kW/mes.
- Consumo de gas natural de maquinaria: 113.194 m³/mes.
- Consumo de agua de maquinaria: 578.990 l/mes.

¹ Equivalente a Tiempo Completo

3.3.8.4 Factores fijos requeridos para la producción

Además de la construcción (punto 3.7.4) y el equipamiento detallado en el cuadro 9, se requieren otros factores fijos que se detallan a continuación:

- Engrapadora para bolsas
- Equipo de refrigeración para mantener el almacén a 3°C
- Cintas transportadoras
- Bins plásticos 1.200 x 1.000 x 760 mm con capacidad para 430 kg
- Autoelevador (1 unidad)
- Pallets 1.200 mm x 1.000 mm
- Equipo de laboratorio

3.3.9 Crecimiento gradual de producción durante el primer año

Durante el primer año de operación de la planta de producción de carbón activado, se ha decidido implementar una estrategia de crecimiento gradual en la capacidad productiva. Esta decisión tiene implicaciones significativas en la estructura de inversión, los flujos de caja proyectados y la rentabilidad del proyecto. A continuación, se detallan los beneficios y justificaciones de esta estrategia:

Flexibilidad y adaptación al mercado: Comenzar con una producción limitada permite a la empresa adaptarse a las condiciones del mercado y ajustar la capacidad de producción conforme aumente la demanda. Esta flexibilidad es crucial en los primeros meses de operación, cuando la empresa está consolidando su posición en el mercado y estableciendo relaciones con clientes y proveedores. Un enfoque gradual minimiza el riesgo de sobreproducción y acumulación de inventario, mientras permite al negocio escalar sus operaciones de manera más segura.

Reducción de riesgos operacionales: Durante el primer año, la curva de aprendizaje asociada con la operación de nuevos equipos y procesos puede ser significativa. Al iniciar con una capacidad de producción menor, se minimizan los riesgos asociados con problemas operativos, errores de configuración de equipos, o falta de experiencia del personal. Esto permite un ajuste gradual y entrenamiento continuo, reduciendo el riesgo de fallas que podrían afectar la producción a gran escala.

3.4. Evaluación económica

Para calcular la Inversión total (IT) necesaria para llevar a cabo el proyecto, se debe considerar la Inversión fija total (IFT) y la Inversión en capital de trabajo (IW) como muestra la ecuación (10).

$$IT = IFT + IW \quad (10)$$

A continuación, se detalla paso a paso el cálculo para determinar cada uno de los componentes de la IT.

Para este análisis se utiliza como moneda el dólar americano a un tipo de cambio de AR\$990 (Banco de la Nación Argentina, 2024)

3.4.1 Relevamiento del valor de construcción por m² y valor del terreno

A partir del requerimiento de espacio para la planta y de las características de esta, representada previamente en la figura 9, se consulta a “El calculador”, un sistema que estima el valor de construcción de diferentes tipos de construcciones (LEA S.A., 2024), para conocer el precio por metro cuadrado. Se obtiene que la construcción de la planta de 800 m² tiene un costo aproximado de 697 US\$/m². Por lo tanto, el costo de construcción total para el proyecto es de US \$557.600. Esta construcción considera una estructura de acero liviana, sobre piso de hormigón alisado, con cerramientos y techo parabólico de chapas acanaladas. Este valor es utilizado para el cálculo de la Inversión Fija, en la sección de Inversión directa.

Valor del terreno: El valor del terreno en el Parque Industrial Villa Luján se estima que tiene un costo de 50 US\$/m². Por ende, para adquirir un terreno de 1.000 m² son necesarios un total de US \$50.000. (Auzmendis, 2024).

En resumen, se tiene que:

Valor del terreno = US \$50.000

Valor de construcción = US \$557.600

3.4.2 Relevamiento del precio de los equipos principales

Otro de los aspectos a considerar para el cálculo de la Inversión Fija es el precio de los equipos principales, que se observan en el cuadro 16.

Equipo	País de Origen	Precio [US\$]	Costo de transporte a la planta [US\$]	Costo de importación [US\$]	Precio Final [US\$]	Cantidad [u]	Total [US\$]
Cortadora	China	5.000	344	1.805	7.149	1	7.149
Desengrasadora tipo tambor	Argentina	12.815	688	0	13.503	5	67.515
Lavadoras	China	5.800	688	2.094	8.582	4	34.327
Horno rotatorio	China	4.500	688	1.625	6.813	2	13.625
Trituradora	China	4.500	688	1.625	6.813	2	13.625
Cintas transportadoras	China	3.000	344	1.083	4.427	1	4.427
Moledora	China	2.800	688	1.011	4.499	6	26.993
Tolva	China	1.450	344	523	2.317	2	4.635
Equipo de refrigeración	Argentina	3.900	344	0	4.244	1	4.244
Tanques ácido	Argentina	342	0	0	342	2	685
Tanques Peróxido	Argentina	114	0	0	114	2	229
Equipos de laboratorio	China	20.000	688	7.220	27.908	1	27.908
TOTAL							205.361

Cuadro 16: Relevamiento del precio de los equipos principales

Fuente: Elaboración propia en base a datos de Alibaba (2024), Mercadolibre (2024), Rey del Tanque (2024).

Como se ve en el cuadro 16, al precio CIF de cada uno de los equipos se le adiciona el costo de importación para aquellos equipos de origen extranjero, y el costo de transporte hacia la planta.

En cuanto a los equipos considerados como inversión para el laboratorio, se tuvieron en cuenta los necesarios para realizar una caracterización preliminar por adsorción de soluciones en los C.A (Rojas Morales, 2016). Entre estos se encuentran:

- Espectrofotómetro UV-Vis.
- Agitador magnético con control de temperatura.
- Balanzas analíticas.
- pH-metro.
- Refrigerador o Cámara de almacenamiento a bajas temperaturas.
- Vidriería de laboratorio.
- Filtros de membrana.
- Baño termostático.

Para el cálculo del costo de importación, se considera el 10,5% por IVA general y el 10% de IVA adicional por ser bienes de capital. Además, por su condición de bienes de capital, están eximidos del 6% de impuesto a las ganancias y del 3% de ingresos brutos, y, por último,

se considera un 12,6% de derechos de importación que fue controlado utilizando la nomenclatura común del Mercosur para cada máquina importada (Caputo, Com. Pers.).

Por otro lado, el costo de transporte se estima a partir de los precios brindados por Retroflet (2024), una empresa de fletes para CABA y provincia de Buenos Aires, y por Emilio Clobas (Com. Pers.), dueño y fundador de Emilio Clobas transportes, empresa especializada en movimientos industriales. El costo de transporte del camión para 4 horas de trabajo y 8 km de distancia entre el puerto y la planta se estima en US\$ 300 por camión, que incluye un costo fijo de US\$ 290 y un costo variable de US\$ 1,25/km (de dimensiones: 2.000 x 2.000 x 4.900 mm). Se determina que son necesarios 17 camiones en total:

- 1 camión para: 1 cortadora
- 1 camión para: 2 tolvas
- 5 camiones para: 5 tanques
- 4 camiones para: 4 lavadoras
- 2 camiones para: 2 horno rotatorio
- 1 camión para: 2 trituradoras
- 2 camiones para: 6 molinos
- 1 camión para equipos de laboratorio

Por otro lado, se debe adicionar la carga y descarga de camiones que tiene un costo por hora de trabajo de US\$ 97 (al trabajar 4 horas se estiman US\$ 388/camión). Los costos estimados incluyen la mano de obra y equipamiento necesario para realizar la labor correspondiente. Por lo tanto, al requerir 17 camiones y 4 horas de trabajo por camión, se estima que el costo total de carga y descarga es de **US\$ 6.596**. Los tanques para almacenamiento de ácido y de peróxido tienen incluido el costo de transporte dentro de su precio de venta.

Prorrateando el costo del camión para cada equipo que transporta, se obtuvieron los resultados del cuadro 16.

A partir de lo mencionado anteriormente, y multiplicando los precios finales por las cantidades requeridas del cuadro 16, se obtiene un valor de adquisición de equipos principales igual a **US\$ 205.361**.

3.4.3 Cálculo de la Inversión fija de la planta

La Inversión fija se calcula mediante el método de los factores, a partir del valor de adquisición del equipamiento principal. En el cuadro 17 se muestra el procedimiento y los resultados obtenidos.

Valor del Equipo Instalado de Proceso		
Cálculo IF	Factor	US\$
Valor de adquisición del equipamiento	1	205.361
Valor de instalación	0,2	41.072
IE		246.434
Factores experimentales como fracción de IE		
Tuberías de proceso	0,100	
Instrumentación	0,075	
Plantas de servicios	0,025	
Conexiones entre unidades	0,025	
Suma de los factores	0,225	
Construcción del edificio		557.600
Inversión directa (ID)		859.481
Factores experimentales como fracción de ID		
Ingeniería y Construcción	0,275	
Factores de tamaño	0,100	
Contingencias	0,150	
Suma de los factores	0,525	
Inversión indirecta		451.228
Inversión en equipos secundarios		56.757
Inversión fija (IF)		1.367.465

Cuadro 17: Cálculo de la Inversión Fija

Fuente: Elaboración propia

Inicialmente, se estima la inversión en equipos (IE), sumando al valor de adquisición de los equipos el valor de instalación de estos. Para ello, se toma que este último representa un 20% (factor 0,2), debido a que se considera que la maquinaria requerida no tiene una gran complejidad.

En cuanto a los factores utilizados se tuvieron en cuenta las siguientes consideraciones:

a. Factores experimentales como fracción de IE

- Tuberías de procesos: se aplica el límite superior del rango y no el promedio para la producción de sólidos, 0.10, considerando las etapas de activación y lavado del proceso. €
- Instrumentación: se asigna un 0.075 debido a que el control del proceso es parcialmente automatizado. Este factor cubre los costos de los sistemas de monitoreo y control necesarios para mantener la eficiencia operativa, sin llegar a la complejidad de un sistema totalmente automatizado.
- Plantas de servicios: se considera un factor del 0.025 basado en los metros cuadrados requeridos y el valor de la construcción para las instalaciones de servicios auxiliares, incluyendo el tratamiento de efluentes.
- Conexiones entre unidades: se asigna un factor del 0.025 debido existe una conexión con una planta área externa de tratamiento efluentes como se observa en el layout.

A esto, se le adiciona el valor de la construcción previamente calculado, dando como resultado una Inversión directa **US\$ 859.481**.

b. Factores experimentales como fracción de ID

- Ingeniería de construcción: un valor del 0.275 refleja la necesidad de ingeniería inmediata debido a la naturaleza específica del proceso. Este factor cubre los costos de diseño detallado, supervisión de la construcción y gestión del proyecto.
- Factor de tamaño Unidad: se toma un factor del 0.10 por ser una unidad comercial pequeña según sus ingresos por ventas.
- Contingencias de la compañía: se asigna un factor del 0.15 para cubrir imprevistos y riesgos asociados con la implementación del proyecto. Este valor es estándar en muchos proyectos industriales para asegurar que se disponga de fondos suficientes para enfrentar eventualidades.

A su vez, se le adiciona la inversión realizada en equipos secundarios, listados en el cuadro 18.

Instrumentación y Equipos secundarios	
Motivo	US\$
Bins plásticos (112 u)	48.646
Pallets Chep (210 u)	1.061
Autoelevador	6.600
Engrapadoras (5u)	450
TOTAL	56.757

Cuadro 18: Inversión en equipos secundarios

Fuente: Elaboración propia en base a Mercado Libre (2024) y Sipea (2024).

Finalmente, utilizando la ecuación (7) y sumando la inversión en equipos secundarios del cuadro 18, se obtiene la **IF = US\$ 1.367.465**.

Luego de haber calculado la IF y tener el valor del terreno, se puede definir la Inversión Fija Total (IFT), haciendo la suma de ambos. Esto daría un valor de **IFT = US\$ 1.417.465**.

3.4.4. Cálculo de la inversión fija prorrateada por producto

El presente proyecto de inversión consta de la producción de 2 productos en una misma planta de fabricación. Es por ello por lo que, para conocer con más detalle la inversión fija que se debe realizar para cada línea de producción, y para poder determinar los costos de producción y de cada producto por separado, se realiza el prorrateo de la Inversión Fija por producto. Se tiene en cuenta el criterio de distribución proporcional al valor de los ingresos por ventas debido a que se considera el que mejor representa la realidad. En el cuadro 22 se muestran los resultados prorrateados de la inversión fija (ver Anexo I).

Inversión fija prorrateada para cada producto [US\$]	
Inversión fija prorrateada CA granular	438.323
Inversión fija prorrateada CA polvo	929.142
IF Total [US\$]	1.367.465

Cuadro 19: Inversión fija prorrateada por producto

Fuente: Elaboración propia

3.4.5. Costos variables.

Para el cálculo de la Inversión total, falta estimar la Inversión en capital de trabajo (IW), para lo que los requerimientos de capital para operar la planta deben ser definidos. A continuación, se realiza el cálculo de cada uno de los aspectos que se deben considerar.

3.4.5.1. Costo mensual de materia prima

El análisis del costo mensual de la materia prima necesaria para la producción de carbón activado se basa en los volúmenes requeridos y los precios unitarios. La materia prima principal utilizada es el hueso de res, que tiene un precio de **25,25 US\$ por tonelada** (El zamorano S.A., Com. Pers.). Para satisfacer las necesidades de producción, se requieren **400 toneladas mensuales** de hueso de res, lo que representa un costo de adquisición de **10.101 US\$** por mes. A este costo se le suman los impuestos correspondientes, calculados en 2.121 US\$, y el costo de transporte, que asciende a 6.293 US\$. De esta manera, el costo total de la materia prima alcanza los **18.516 US\$** por mes. (Ver cuadro 20).

Costo de materia prima [US\$/mes]	
Cantidad de MP [t de hueso]	400
Precio/t [US\$]	25,25
Costo de adquisición total [US\$]	10.101
Costo de impuestos [US\$]	2.121
Costo de transporte [US\$]	6.293
Total MP	18.516

Cuadro 20: Costo mensual de materia prima.

Fuente: Elaboración propia en base a datos de El Zamorano S.A. (2024)

3.4.5.2. Costo mensual de envases

Trabajando al 100% de la capacidad en la línea de Carbón Activado, se producen 11.200 bolsas de carbón activado de 25 kg, por mes. En el cuadro 21 se muestran los precios de los envases requeridos.

	Envases/mes	Precio/u [US\$]
Bolsas para carbón	11.200	1,03
Costo Total [US\$]		11.528

Cuadro 21: Costo de los envases por mes

Fuente: Elaboración propia en base a datos de Mercado Libre (2024)

A partir de lo mencionado anteriormente, se estima un costo mensual en envases de **US\$11.528**.

3.4.5.3. Costo mensual de la mano de obra

En el cuadro 22, se detallan los costos de mano de obra directa, encargado de recepción, envíos y supervisión necesarios para la operación de la planta de producción. La cantidad de trabajadores incluye 19 operarios, 3 supervisores y 1 encargado de recepción y envíos, con sus respectivos sueldos mensuales. Los sueldos fueron calculados en base a datos actuales del mercado laboral (Glassdoor, 2024), y se ha estimado un 35% adicional de cargas sociales, que incluye contribuciones como seguridad social y otras obligaciones patronales (Ministerio de Capital Humano, 2024).

Costo de Mano de obra directa [US\$]	Cantidad Turno 1	Cantidad Turno 2	Cantidad Turno 3	Sueldo/mes [US\$]	Cargas sociales [US\$]	Total/mes [US\$]
Operarios	6	6	7	519	182	13.317
Supervisores	1	1	1	1.010	354	4.091
Encargado de recepción y envíos	1	0	0	758	265	1.023
Total						18.431

Cuadro 22: Costo de la mano de obra

Fuente: Elaboración propia

El costo total mensual de la mano de obra asciende a **US\$ 18.431**, incluyendo los sueldos de operarios y personal de supervisión. Para la supervisión, dado que se trata de un proceso con alto nivel de automatización, se requiere personal capacitado para manejar las máquinas y asegurar la calidad del proceso. En total, se cuenta con 3 supervisores que

gestionan el funcionamiento durante los turnos en que la planta está activa, además de un encargado de la recepción de materia prima y envíos.

3.4.5.4. Costo mensual de los servicios auxiliares

3.4.5.4.1 Energía eléctrica

Para el cálculo del costo de la electricidad se lleva a cabo un análisis exhaustivo del consumo y la demanda correspondiente a la planta. Se determina que el servicio requerido se ajusta a la tarifa T3 para grandes demandas, ya que la demanda convenida supera los 50 kW.

Este resultado se obtiene a partir de tres análisis clave: en primer lugar, se evalúa la energía activa requerida; en segundo lugar, se calcula el cargo por potencia adquirida, que corresponde al valor máximo medido en cualquier franja horaria; y, finalmente, se determina el cargo por capacidad convenida.

Para calcular la energía activa, se considera el consumo en las tres franjas horarias establecidas por el proveedor: horas restantes pico (de 5:00 a 18:00), horas punta resto (de 18:00 a 23:00), y horas valle nocturno (de 23:00 a 5:00), tal como se detalla en el cuadro 23.

	Concepto	Media
Energía Activa	pico 5:00 a 18:00 hs kWh	80
	resto 18:00 a 23:00 hs kWh	70
	valle 23:00 a 5:00 hs kWh	77
	Cargo por Potencia adquirida	135
	Cargo por Capacidad convenida en kW-mes	49.395

Cuadro 23: Energía activa por franja horaria

Fuente: Elaboración propia

El análisis de la potencia adquirida se basa en la observación del valor máximo durante una franja horaria, el cual se registra en la hora 5, cuando operan simultáneamente la cortadora, las lavadoras, la refrigeración y el desengrase. La potencia máxima alcanzada es de 117.3 kW/h, por lo que se establece un valor de referencia de 135 kW/h.

En cuanto a la capacidad convenida, se determina un máximo de 49.395 kW/mes, considerando el consumo total de todos los equipos, así como el consumo adicional para iluminación, cintas transportadoras y refrigeración del almacén de materia prima. Los precios

fijos y variables utilizados para el cálculo se obtienen de las tarifas proporcionadas por EDESUR (Gobierno de la Provincia de Buenos Aires, 2024).

Como resultado, se estima que el costo mensual por consumo eléctrico asciende a **US\$ 1.006,99**, tal como se detalla en el cuadro 24.

	Concepto	Unidad	Media	Monto
	Un Cargo Fijo mensual	\$/mes	101,655.00	101,655.00
	Cargo por Potencia adquirida	\$/KW-mes	3.035,00	409.725,00
	Cargo por potencia Contratada	\$/KW-mes	2.841,00	340.920,00
Energía Activa	Cargo Variable Pico	\$/KWh	73,51	5.880,80
	Cargo Variable Resto	\$/KWh	71,07	4.974,90
	Cargo Variable Valle	\$/KWh	69,65	5.363,05
	Total en \$			766.863,75
	Costo total antes de impuestos [US\$/mes]			774,61
	Impuestos [US\$/mes]			232,38
	Total [US\$/mes]			1.006,99

Cuadro 24: Desglose del consumo eléctrico mensual

Fuente: Elaboración propia

3.4.5.4.2 Agua

En cuanto al análisis de precios y costos de agua y cloacas, se consultaron las tarifas de AySA que es la proveedora en la zona respectiva a la planta.

El valor del servicio está determinado por los metros cuadrados del terreno y por la naturaleza de este, que siendo una construcción privada destinada a actividades industriales y comerciales corresponde a la categoría de “No residenciales” (AySA, 2024).

Finalmente se concluye que por mes se incurre en un gasto de **US\$ 2.333** por consumo de **578.990 l/mes** de agua, el detalle puede ser observado en el cuadro 25.

Concepto	Monto
Consumo [l/mes]	578.990
Valor No Residencial	1.777
Metros cuadrados de terreno	1.000
Costo del Agua [US\$/mes]	1.795
Impuestos [US\$/mes]	538
Total [US\$/mes]	2.333

Cuadro 25: Costo mensual por consumo de agua

Fuente: Elaboración propia

3.4.5.4.3 Gas

Para el cálculo del costo de gas mensual, las tarifas de Metrogas fueron consultadas, para una categoría P3, ya que el consumo mensual es mayor a 9.000 m³ (Metrogas, 2024).

Finalmente se concluye que por mes se incurre en un gasto de **US\$ 18.492** por consumo de **113.194 m³/mes** de agua, el detalle se puede observar en el cuadro 26.

Concepto	Monto
Consumo mensual [m3]	113.194
Costo total antes de impuestos [US\$/mes]	14.224
Impuestos [US\$/mes]	4.267
Total [US\$/mes]	18.492

Cuadro 26: Costo mensual por consumo de gas

Fuente: Elaboración propia

3.4.5.4.4 Resumen

Finalmente, considerando un impuesto del 30% para cada uno de los servicios (21% de IVA y 9% de contribución municipal), se obtuvo un costo total de servicios auxiliares (cuadro 27) de **US\$ 21.831,37**.

Concepto	Monto [US\$/mes]
Energía Eléctrica	1.006,99
Agua	2.332,86
Gas	18.491,52
Total	21.831,37

Cuadro 27: Costo mensual de energía eléctrica agua y gas

Fuente: Elaboración propia

3.4.5.5. Costo de insumos:

Adicionalmente, son considerados los costos de los insumos químicos necesarios para el proceso de activación, como el ácido fosfórico al 37% y el agua oxigenada al 15%. Estos productos se comercializan, con un precio de **3,25 US\$ más IVA por kg** para el ácido fosfórico al 37% y **0,78 US\$ más IVA por kg** para el agua oxigenada. (Central Química Argentina S.A., Com. Pers.).

La química proveedora entrega en planta con camiones los productos nuevos y retiran el producto usado, siendo el costo de este servicio parte del costo total.

El cálculo del volumen necesario de estos insumos es realizado considerando el volumen de los huesos de res, y la cantidad necesaria de ácido y peróxido de hidrógeno para la producción. Se determina que se requieren **12.000 litros** de ácido fosfórico y **4.500 litros** de agua oxigenada por día (Ruiz Garzón, 2017; Lopez 2021). Dados los valores de densidad, **1.15 kg/l** para el ácido fosfórico y **1 kg/l** para el agua oxigenada, el costo mensual del ácido fosfórico es de **US\$ 1.085.370**, mientras que el costo del agua oxigenada asciende a **US\$ 84.942**. En conjunto, el costo total mensual de los insumos químicos es estimado en **US\$ 1.170.312**. (ver cuadro 28).

Costo de insumos [US\$/mes]	
Costo de ácido fosfórico	1.085.370
Costo de agua oxigenada	84.942
TOTAL	1.170.312

Cuadro 28: Costo mensual de insumos.

Fuente: Elaboración propia

3.4.5.5. Otros costos variables.

Luego de haber calculado los costos mensuales de MP, MOD, supervisión, envases, servicios auxiliares e insumos, son estimados los costos restantes pertenecientes a los costos variables.

El costo de mantenimiento se estima como un 6% de la IF prorrateada de cada uno de los productos. A todo ello se lo divide por los 12 meses del año para dar un resultado en costos por mes. El mismo procedimiento se realiza para el costo mensual de suministros, con la salvedad de que se consideró un 0,75% de la IF de cada producto. El costo de laboratorio

se estima como el 10% del costo MOD de cada uno de los productos elaborados, debido a que requieren de un laboratorio en planta para controlar su pureza y calidad. Todos los costos variables se encuentran resumidos en el cuadro 29.

COSTOS VARIABLES [US\$ / mes]	
Costos de materia prima	18.516
Costos de insumos	1.170.312
Costos de envases	11.528
Costo de mano de obra directa	13.317
Costo de supervisión	5.114
Costo de servicios	21.831
Costo de mantenimiento	6.837
Costo de suministros	855
Costo de laboratorio	1.332
Total CV	1.249.642

Cuadro 29: Resumen de costos variables para la capacidad de diseño.

Fuente: Elaboración propia

3.4.6. Costos fijos sin depreciación

Para los costos fijos sin depreciación, se toma un 1,5% de la IF para los impuestos, un 0,75% de la IF para los seguros, un 50% del costo de la MOD para los costos de Administración y Dirección, y un 3% de las ventas anuales al 100% de la capacidad instalada para el costo de ventas y distribución (cada uno de estos resultados se dividen por los 12 meses del año para dar costos mensuales). Estos costos se encuentran resumidos en el cuadro 30.

COSTOS FIJOS [US\$ / mes]	
Costo de impuestos	1.709
Costo de seguros	855
Costo de Administración y Dirección	6.659
Costo de ventas y distribución	42.564
Total CF	51.787

Cuadro 30: Resumen de costos fijos sin depreciación.

Fuente: Elaboración propia

3.4.7 Cálculo del capital de trabajo

Realizando la suma de todos los costos mensuales, es obtenida la inversión en capital de trabajo (considerando un mes de crédito a clientes). Los resultados se resumen en el cuadro 31. Es importante tener en cuenta que el primer mes de operaciones se comienza al 50% de la capacidad, aumentando progresivamente hasta llegar al 100% de la misma al finalizar el primer año. De esta forma es relevante considerar que los costos variables de la inversión en capital de trabajo son los correspondientes a la planta funcionando al 75% de su capacidad ya que durante el primer año de operación este será el nivel promedio de uso de la planta.

COSTOS VARIABLES [US\$ / mes]	
Costos de materia prima	13.887
Costos de insumos	877.734
Costos de envases	8.646
Costo de mano de obra directa	9.988
Costo de supervisión	3.835
Costo de servicios	16.374
Costo de mantenimiento	5.128
Costo de suministros	641
Costo de laboratorio	999
Total CV	937.231
COSTOS FIJOS [US\$ / mes]	
Costo de impuestos	1.709
Costo de seguros	855
Costo de Administración y Dirección	6.659
Costo de ventas y distribución	42.564
Total CF	51.787
Inversión en capital de trabajo [US\$]	989.018

Cuadro 31: Inversión en capital de trabajo

Fuente: Elaboración propia

Reemplazando los resultados en la ecuación (17) se calcula la Inversión total (IT):

$$IT = IFT + IW = US\$ 1.417.465 + US\$ 989.018 \quad (17)$$

$$IT = US\$ 2.406.483$$

3.4.8. Estimación de los costos de producción por producto

Los costos de producción para cada uno de los productos son calculados de forma anual. Para ello, los costos variables se prorratan utilizando el criterio de cantidades producidas por producto. Los costos fijos y de depreciación son prorratados utilizando el mismo criterio que el prorrato de la inversión.

A modo de ejemplo, el costo de MOD mensual es de US\$ 13.317, por lo que, para calcular el costo de MOD para el carbón activado en grano, se multiplica este valor por las 1.109 toneladas por mes que se producen de CA granulado, y se divide por el total de toneladas mensuales de los dos productos en el punto de operación (3.360 toneladas). Igualmente se prosigue en cada uno de los casos. A cada uno de los resultados, se los multiplica por 12 meses para ser tomados en cuenta en forma anual en el cuadro 32.

Costos	CA granular	CA polvo
IF prorrataada	438.323	929.142
COSTOS VARIABLES [US\$/año]		
Costos de materia prima	73.322	148.866
Costos de insumos	4.634.436	9.409.308
Costos de envases	45.651	92.686
Costo de Mano de obra directa	52.736	107.071
Costo de supervisión	20.250	41.114
Costo de servicios	86.452	175.524
Costo de mantenimiento	27.076	54.972
Costo de suministros	3.384	6.872
Costo de laboratorio	5.274	10.707
Total CV	4.948.581	10.047.120
CVu	110,26	112,23
COSTOS FIJOS [US\$/año]		
Costo de impuestos	6.575	13.937
Costo de seguros	3.287	6.969
Costo de Administración y Dirección	15.367	32.575
Costo de ventas y distribución	163.720	347.048
Total CF sin depreciación	188.949	400.529
Costo de depreciación	52.599	111.497

Total CF	241.548	512.026
Total costos de producción anual	5.190.130	10.559.145

Cuadro 32: Costos anuales de producción por producto para la capacidad de diseño

Fuente: Elaboración propia

3.4.9 Cálculo de los ingresos por ventas por producto

En el cuadro 33 se encuentran resumidas las cantidades producidas por año, los ingresos brutos y los ingresos netos (Impuesto a los ingresos brutos del 4%).

	CA granular	CA polvo
Cantidad producida [u/día]	187	373
Cantidad producida [u/año]	44.880	89.520
Precio de venta [US\$/u]	140	120
Ingresos por ventas anuales brutas [US\$]	6.283.200	10.742.400
Impuesto a los Ingresos Brutos [US\$/año]	251.328	429.696
Ingresos por ventas netas [US\$]	6.031.872	10.312.704

Cuadro 33: Ingresos por ventas netas por producto para la capacidad de diseño

Fuente: Elaboración propia

El precio de venta de las bolsas de 25 kg en los principales competidores se sitúa en el rango de US\$ 140-150 para el carbón activado en polvo y US\$ 160-170 para el carbón activado granulado. Con el objetivo de captar nuevos clientes y facilitar la inserción del producto en el mercado, se decide establecer un precio un 20% inferior al promedio de los competidores. De este modo, el precio de venta para el carbón activado en polvo es de **US\$ 120** por bolsa de 25 kg, y el precio para el carbón activado granulado es de **US\$ 140** por bolsa de 25 kg.

Como resultado de los ingresos por ventas netas anuales de cada uno de los productos, se obtiene un ingreso neto anual total de **US\$ 16.334.576**.

3.4.10 Elaboración del cuadro de flujo de fondos del proyecto

Previo a la confección del cuadro de flujo de fondos del proyecto, es necesario calcular los costos anuales de depreciación. Para ello, se utiliza el método legalmente aceptado en Argentina, el método de la línea recta. En la ecuación (3) se muestra el cálculo que se debe realizar.

Al ser la vida útil del proyecto de 5 años, el factor $e = 0,2$. Por otra parte, se considera el valor residual $L = 40\%$ de la Inversión Fija, ya que la vida del proyecto no se considera demasiado prolongada como para que los equipos pierdan una mayor porción de su valor. Por lo tanto, reemplazando el valor obtenido de IF de los apartados anteriores en la ecuación **(5)**, se determina que el Costo de depreciación anual = **US\$ 164.095,83**. (Igual para todos los años)

Por último, en el cuadro de flujo de fondos del proyecto (cuadro 34), se considera un impuesto a los ingresos brutos del 4%, y un impuesto a las ganancias del 35%. Además, como se mencionó anteriormente, la producción durante el primer año aumentará del 50% al 100% de capacidad. Esto se visualiza en el flujo de fondos de la siguiente manera:

En primer lugar, las ventas brutas y los impuestos a los ingresos brutos se calcularán sobre una capacidad de producción promedio del 75%, dado que este será el nivel de operación de la planta durante el primer año. De manera similar, las ventas netas seguirán este mismo ajuste en función de la capacidad productiva.

Con respecto a los costos de producción, mientras que los costos fijos permanecerán constantes, los costos variables se ajustarán al 75% debido a la menor utilización de la capacidad productiva durante este periodo.

Como resultado de estos factores, el Beneficio Neto Antes de Impuestos (BNAI) será menor en comparación con el escenario en que la planta opere al 100% de su capacidad. En consecuencia, también se verá una reducción en el impuesto a las ganancias.

En cuanto a la inversión total, la Inversión Fija Total (IFT) no se verá afectada, dado que la inversión del año cero contempla la instalación de la planta para operar al 100% de su capacidad. No obstante, la parte correspondiente a los costos variables dentro del capital de trabajo (IW) se reducirá al 75%, en función de que la producción durante el primer año se mantendrá en ese nivel en promedio. A continuación, se presenta el cuadro 34 de flujo de fondos del proyecto.

Flujos de fondos	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ventas brutas [US\$/año]	0	12.769.200	17.025.600	17.025.600	17.025.600	17.025.600
Impuesto a los ingresos brutos [US\$/año]	0	510.768	681.024	681.024	681.024	681.024
Ventas netas [US\$/año]	0	12.258.432	16.344.576	16.344.576	16.344.576	16.344.576
Total [a]	0	12.258.432	16.344.576	16.344.576	16.344.576	16.344.576
Costos de producción [US\$/año]	0	12.000.350	15.749.275	15.749.275	15.749.275	15.749.275
Total [b]	0	12.000.350	15.749.275	15.749.275	15.749.275	15.749.275
BNAI = Saldo [a] - [b]	0	258.082	595.301	595.301	595.301	595.301
Impuestos a las ganancias [US\$/año]	0	90.329	208.355	208.355	208.355	208.355
Beneficio neto = BNAI - Impuestos	0	167.754	386.946	386.946	386.946	386.946
Depreciación [US\$]	0	164.096	164.096	164.096	164.096	164.096
Inversión total [US\$]	-2.406.483	0	0	0	0	0
Flujo de caja [US\$]	-2.406.483	331.849	551.042	551.042	551.042	2.137.046

Cuadro 34: Cuadro de flujo de fondos del proyecto

Fuente: Elaboración propia

3.4.11 Cálculo de la rentabilidad del proyecto

Con los datos sobre el valor de Flujo de caja para cada año de vida útil del proyecto mostrados en el Cuadro 34, se procede a calcular la rentabilidad del proyecto. Para esto se presentan dos métodos, uno estático y uno dinámico: el **Tiempo de repago (nR)** y la **Tasa interna de retorno (TIR)**, respectivamente.

Mediante la utilización del método del Tiempo de Repago se busca poder determinar el mínimo período de tiempo necesario para poder recuperar la inversión fija depreciable del proyecto en forma de flujo de caja, sin considerar el valor temporal del dinero.

Considerando el valor de IF presentado anteriormente, que la inversión fija depreciable es la IF menos el valor residual (L), que L es el 40% de la IF y que el flujo de caja para cada año es el del cuadro 34, se obtiene un tiempo de repago $n_R = 1,89 \text{ años} \approx 1 \text{ año y } 11 \text{ meses}$. En la figura 15 se observa gráficamente el tiempo de repago.

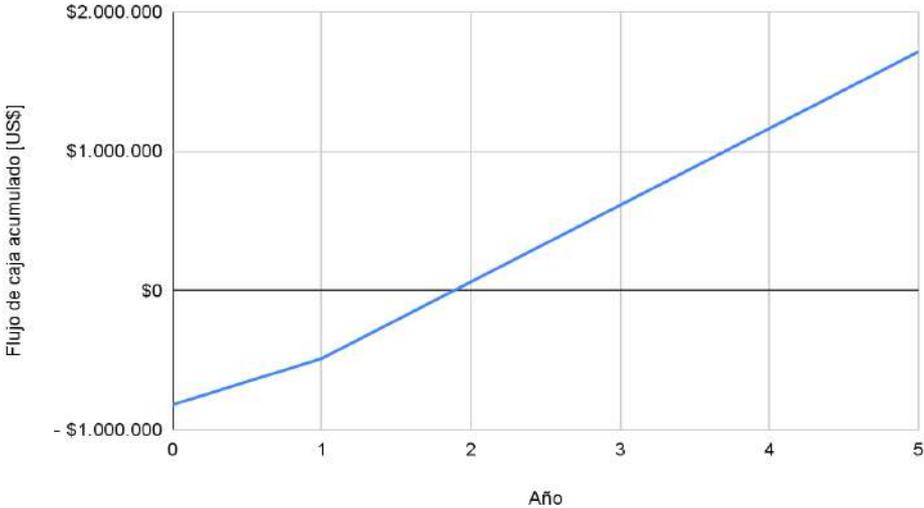


Figura 15: Tiempo de repago
Fuente: Elaboración propia

Con esto se establece que la inversión fija depreciable puede ser recuperada previo a la finalización del segundo año de operación.

En el Cuadro 35 se muestran los valores utilizados en la ecuación (5) para obtener “r”.

Año	0	1	2	3	4	5 + lw + L + terreno
Flujo de caja [US\$/año]	-2.406.483	331.849	551.042	551.042	551.042	2.137.046
TIR	15,51%					

Cuadro 35: Cálculo de la TIR
Fuente: Elaboración propia

Siendo la IT equivalente al flujo de caja para el año 0 (con signo negativo), los valores de la sumatoria los comprendidos entre los años 1 al 5, y sumando al FC del último año de vida útil los capitales que se recuperan al finalizar la vida económica del proyecto (capital de trabajo, costo del terreno y valor residual) se obtiene una Tasa Interna de Retorno (TIR) igual a **15,51%**.

Este valor, por sí solo, da una medida relativa de la rentabilidad del proyecto, que es equivalente a la máxima tasa de interés que podría pagarse para obtener el dinero para financiar la inversión, y que esta quede totalmente paga al finalizar la vida útil del proyecto.

3.4.11.1 Determinación del costo promedio ponderado de capital (CPPC)

Para evaluar si el proyecto es rentable, se debe realizar la comparación entre la TIR que se calcula a partir del flujo de fondos del proyecto, y el valor de una tasa de rentabilidad mínima aceptable. Esta tasa se estimará como el Costo promedio ponderado de capital (CPPC) considerando para la empresa una estructura de financiamiento del 80%-20% (Deuda-Capital propio). Para su obtención se utilizan las ecuaciones 7, 8 y 9.

En el cuadro 36 se muestran los valores de cada uno de los componentes mencionados anteriormente, y el valor final del CPPC.

Riesgo país	0,1365
Tasa impositiva	35,00%
Tasa de interés efectiva anual	6,55%
Costo de equidad	0,088
Costo de la deuda	0,0426
%propio	20%
%deuda	80%
CPPC	7,91%

Cuadro 36: Cálculo de CPPC

Fuente: Elaboración propia en base a datos de CEIC data (2024) y Damodaran (2024)

En el cuadro 36, el valor del costo de equidad se obtiene a partir de los datos proporcionados por Damodaran (2024), considerando una industria química especializada. El valor del riesgo país de Argentina se refiere al del 22/09/2024.

En cuanto a la tasa de interés efectiva anual, las tasas de préstamos en dólares para créditos hipotecarios y de largo plazo en Argentina pueden variar. Según algunos reportes recientes, las tasas de interés para préstamos en moneda extranjera, como los hipotecarios y renegociables, se encuentran en el rango del 5.6% a 7.5% anual, dependiendo de las condiciones específicas y del prestamista (CEIC data, 2024). Por lo tanto, se toma una tasa de interés promedio del 6,55%.

Por lo tanto, al ser la TIR del proyecto (15,15%) mayor al CPPC (7,91%), y teniendo en cuenta que el tiempo de repago es de 1,89 años (menor a la mitad de la vida útil del proyecto), se puede decir que el proyecto es rentable.

3.4.12 Determinación del punto de equilibrio multiproducto

Para iniciar con el análisis del punto de equilibrio se confecciona el cuadro 36 en donde se calcula la contribución marginal unitaria (haciendo uso de la ecuación 10) de cada uno de los productos, como así también la tasa de contribución marginal (haciendo uso de la ecuación 11).

En el cuadro 37 se determina la participación que tiene cada producto en las ventas anuales, haciendo el cociente entre el ingreso por ventas del producto sobre el ingreso por ventas total del año. Finalmente, se muestran los CFT y la Tasa de contribución marginal ponderada (haciendo uso de la ecuación 12).

Producto	CA granular	CA polvo	
Precio de venta unitario [US\$]	140	120	
Costo variable unitario [US\$]	110	112	
Contribución marginal unitaria [US\$]	29,74	7,77	
Tasa de contribución marginal (TCM)	0,21	0,06	TOTAL
Ingresos por Ventas [US\$/año]	6.031.872	10.312.704	16.344.576
Participación ventas (%)	0,37	0,63	1,00
TCMp	0,08	0,04	0,12
CFT [US\$/año]	241.548	512.026	753.574

Cuadro 37: Cálculo de la CMu, las TCM, la participación en las ventas y los CFT

Fuente: Elaboración propia

A partir de los datos de la tabla anterior, se determina el ingreso por ventas anual en el punto de equilibrio mediante la ecuación 13.

Esto da como resultado un **PE = US\$ 6.320.535**. Multiplicando este valor por la participación en las ventas de cada producto se obtienen las ventas en el equilibrio de cada producto en US\$/año. Y dividiendo este último por el precio de venta correspondiente se

obtienen las ventas en el punto de equilibrio en unidades por año. Esto se observa en el cuadro 38.

	Ventas en el equilibrio [US\$/año]	Ventas en el equilibrio [u/año]
CA granular	2.332.557	16.661
CA polvo	3.987.978	33.233

Cuadro 38: Ventas por producto en el equilibrio

Fuente: elaboración propia

Se puede realizar el mismo análisis, pero de forma gráfica, mediante el diagrama de ganancias. Para confeccionar este diagrama, se tienen en cuenta los ingresos por ventas anuales en el eje de las abscisas, y el Beneficio Neto Antes de Impuestos (BNAI) en el eje de las ordenadas. En el cuadro 39 se muestran los puntos iniciales y finales de cada tramo del diagrama. En el punto inicial se resta el CFT de cada producto según corresponda para determinar el BNAI. En el punto final se le suman los ingresos por ventas anuales del producto, y para el BNAI se suman al BNAI inicial los ingresos por ventas anuales multiplicado por el TCMi.

Productos	Punto inicial		Punto final		TCMi
	Ingresos por ventas [US\$]	BNAI [US\$]	Ingresos por ventas [US\$]	BNAI [US\$]	
CA granular	0	-241.548	6.031.872	1.039.686	0,21
CA polvo	6.031.872	527.660	16.344.576	1.195.129	0,06

Cuadro 39: Puntos iniciales y finales para la confección del diagrama de ganancia.

Fuente: elaboración propia

Finalmente, se confecciona el diagrama de ganancia multiproducto para poder representar gráficamente el punto de equilibrio de la planta trabajando simultáneamente con los 2 productos. Esto se observa en la figura 16.

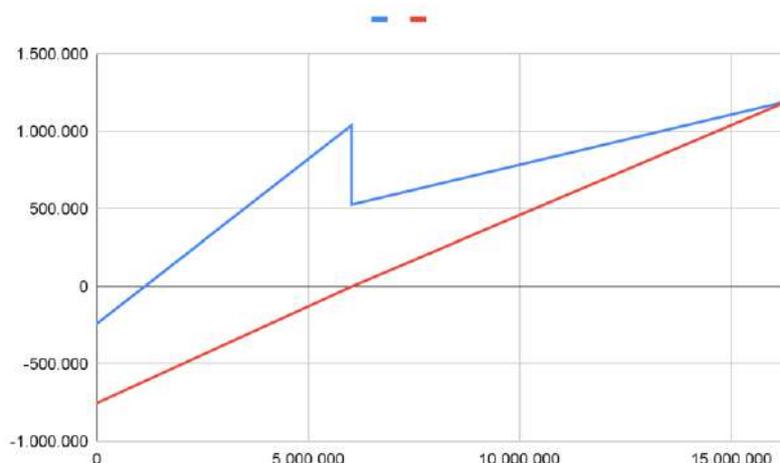


Figura 16: Punto de equilibrio multiproducto

Fuente: elaboración propia

La curva azul muestra los ingresos y el BNAI de cada uno de los productos por separado, siendo el primero el carbón activado granular y el segundo el carbón activado en polvo. Se observa que el producto que mayor tasa de contribución marginal tiene es el carbón activado granular con un 0,21, debido a que es el producto que mayor pendiente tiene, siendo el producto que mayores beneficios lleva a la empresa. La curva roja muestra el sistema compuesto por los 2 productos, cortando al eje de las abscisas en **US\$ 6.320.535**, que es el Punto de Equilibrio.

3.4.13 Análisis de sensibilidad

3.4.13.1 Selección de los parámetros

En primer lugar, se determina el parámetro con mayor influencia en la estructura de costos mediante el análisis de la Figura 17, desarrollada a partir de la información brindada por el cuadro 32.

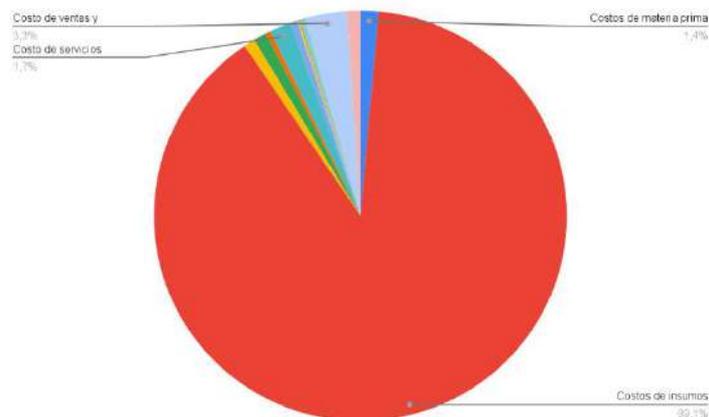


Figura 17: Estructura de costos

Fuente: elaboración propia

Como puede notarse, el costo de insumos representa más del 89,1% de los costos totales de producción, por lo que se elige como parámetro para evaluar la sensibilidad del proyecto ante sus posibles variaciones en el futuro. Por otro lado, como segundo parámetro se toma el ingreso por ventas

Para las variaciones porcentuales en las cuales evaluar la sensibilidad se consideró:

- Costo de insumos: variación entre +4% y -10%.
- Ingreso por ventas: variación entre +10% y -4%.

Como primera evaluación se puede ver en la Figura 17 el análisis de sensibilidad por parámetro.

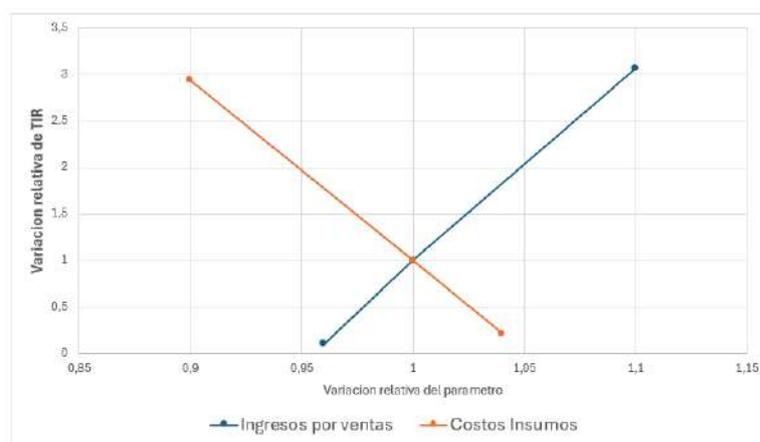


Figura 18: Análisis de sensibilidad por parámetro

Fuente: elaboración propia

Analizando la figura 18, se evidencia que la TIR es sensible a cambios en ambos parámetros. Cuando se realiza el análisis en valor absoluto de las pendientes se puede observar que tiene mayor pendiente el ingreso por ventas siendo la TIR más sensible a este parámetro.

3.4.13.2 Análisis de sensibilidad de dos parámetros

Como se mencionó en el marco teórico, el método utilizado para el análisis es la gráfica de porcentajes de desviación ya que permite determinar a simple vista las variaciones en los parámetros elegidos para las cuales el proyecto seguirá siendo rentable. Es decir, se determina la curva para la cual el valor presente se anula y, así, se generan dos zonas, una de rechazo y otra de aceptación, de fácil visualización.

Tomando la variación porcentual para el ingreso por ventas y la variación porcentual del costo de insumos respectivamente y reemplazando los valores del ingreso por ventas y de costos por los dados anteriormente en el proyecto en las ecuaciones 14 y 6, se llega a la curva de la Figura 18.



Figura 19: Gráfica de porcentajes de desviación

Fuente: elaboración propia

En la Figura 19 se pueden observar claramente dos zonas, delimitadas por la curva $VP = 0$, que definen las combinaciones de desviaciones de los parámetros bajo las cuales el proyecto sigue siendo rentable. A primera vista, es evidente que, si no hay cambios en los ingresos por ventas, el costo de los insumos podría aumentar solo un 2 % sin comprometer la

rentabilidad del proyecto. Esto resalta la importancia crítica que tienen las variaciones en los costos de los insumos para la viabilidad del proyecto.

3.4.14 Análisis de riesgos y limitaciones

3.4.14.1 Análisis FODA

En el cuadro 40 se muestran las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas del proyecto de inversión.

FORTALEZAS	F1	Controles que garantizan una calidad consistente en cada uno de los productos - Capacitaciones constantes en control de calidad - supervisión capacitada.
	F2	La producción local de carbón activado reduce la dependencia de las importaciones, lo que puede disminuir los costos logísticos y mejorar la competitividad en el mercado local. Esta posee la misma calidad que el carbón activado importado con menor precio debido a costos de importación.
	F3	El mercado de carbón activado está en expansión, impulsado por regulaciones ambientales más estrictas para el tratamiento de aguas y efluentes, lo que asegura una demanda sostenida.
	F4	El hueso de res tiene un rendimiento elevado en la producción de carbón activado, lo que optimiza el uso de materia prima y reduce costos logísticos.
	F5	El carbón activado producido a partir de hueso de res tiene características de alta capacidad de adsorción, lo que lo hace competitivo en mercados exigentes.
DEBILIDADES	D1	La inversión inicial en maquinaria, infraestructura y capital de trabajo es alta, lo que implica un riesgo financiero considerable, especialmente durante los primeros años.
	D2	Poca experiencia en el sector.
	D3	Bajo reconocimiento de la marca / Marca nueva.
	D4	La recolección de huesos de res en cantidades suficientes puede generar desafíos logísticos y costos adicionales, lo que puede afectar la eficiencia operativa.
OPORTUNIDADES	O1	Las regulaciones ambientales cada vez más estrictas en torno al tratamiento de agua y efluentes industriales impulsan la demanda de carbón activado, especialmente en sectores como el tratamiento de agua, alimentos y farmacéuticos.

	O2	Incentivos para proyectos que promuevan la sustentabilidad y la economía circular, lo que reduciría costos fiscales o facilitaría financiamiento.
	O3	La empresa Clarimex (de carbón activado) está considerando dejar de vender parte de su mercancía en Argentina.
	O4	A medida que se optimicen los procesos productivos, el proyecto podría expandirse hacia mercados internacionales, especialmente aquellos con alta demanda de soluciones de purificación.
	O5	Precio del dólar en aumento: ocasiona que los clientes meta deban comprar a mayores precios los productos que importan, lo que puede hacer que se inclinen hacia los productos nacionales.
AMENAZAS	A1	Las fluctuaciones en los costos de insumos y energía pueden afectar significativamente los márgenes de rentabilidad del proyecto.
	A2	Si bien se proyecta un crecimiento en la demanda de carbón activado, la aparición de nuevas tecnologías de filtración podría desplazar el uso del carbón activado como la opción preferida en algunos sectores.
	A3	Productos sustitutos.
	A4	Baja de impuestos para productos importados, generando más oferta.
	A5	Fuerte lealtad de los clientes con la competencia, al ser empresas con muchos años en el rubro.

Cuadro 40: Matriz FODA

Fuente: Elaboración propia

3.4.14.2 Estrategias FODA

FO: Las estrategias mencionadas a continuación tienen por objetivo afianzar la confianza de la empresa buscando explotar las oportunidades detectadas con el fin de generar un crecimiento sostenible, cumplir con los FC planificados y fidelizar a los clientes potenciales.

- Expandir en Mercados Internacionales (F5, O4): Aprovechar la alta capacidad de adsorción del carbón activado y la expansión del mercado internacional.
- Aprovechar Incentivos Gubernamentales (F2, O2): Reducir costos fiscales y obtener financiamiento mediante la producción local y proyectos sustentables.

FA: La estrategia mencionada a continuación tiene por objetivo preparar a la empresa para posibles eventualidades no dando lugar a que afecten los niveles de producción, ni los niveles de ventas. Al mismo tiempo utilizar las fortalezas para mostrar la superioridad de sus productos rompiendo así las barreras de entrada al mercado.

- Inversiones en Tecnología y Capacitación (F1, A2): Mejorar la calidad y eficiencia para mitigar el impacto de nuevas tecnologías de filtración.
- Optimización de Costos y Energía (F4, A1): Aprovechar el alto rendimiento del hueso de res para contrarrestar las fluctuaciones de costos.

DO: La estrategia mencionada a continuación tiene por objetivo aprovechar las oportunidades detectadas con el fin de reducir y erradicar las debilidades de la empresa.

- Incentivos para Reducir Inversión Inicial (D1, O2): Buscar subsidios y financiamiento para disminuir el riesgo financiero inicial.
- Mejorar Reconocimiento de Marca (D3, O3): Aprovechar la posible salida de Clarimex del mercado para posicionar la marca.

DA: La estrategia mencionada a continuación tiene por objetivo una planificación a mediano y largo plazo, pensando en evolucionar sobre las debilidades detectadas con el fin de que las amenazas no hagan mella en los objetivos planificados por la empresa.

- Diversificación de Proveedores (D4, A4): Establecer acuerdos a largo plazo y diversificar fuentes de hueso de res para mitigar riesgos logísticos.
- Campañas de Marketing (D3, A5): Aumentar el reconocimiento de la marca y atraer clientes leales de la competencia.

3.4.14.3 Fuerzas de Porter

A partir de lo mencionado a lo largo del escrito con la búsqueda de sustituir las importaciones, se realizó el siguiente análisis.

1. Amenaza de Nuevos Competidores

- **Baja:** La entrada de nuevos competidores es baja debido a la alta inversión inicial necesaria para establecer la planta de producción, que incluye la compra, instalación

y puesta en marcha de equipos especializados. Además, el acceso a una fuente local de hueso de res a bajo costo fortalece la posición competitiva.

2. Poder de Negociación de los Proveedores

- **Medio:** El poder de negociación con los proveedores es moderado. Aunque la materia prima (hueso de res) se compra localmente a \$25 por kg, lo que evita la dependencia de importaciones, la empresa sigue siendo vulnerable a las fluctuaciones en los precios locales y la disponibilidad de huesos de res. No obstante, la posibilidad de negociar con múltiples proveedores locales ayuda a mitigar este riesgo.

3. Poder de Negociación de los Clientes

- **Medio-Bajo:** El poder de negociación de los clientes es relativamente bajo. La empresa debe superar las barreras de entrada en el mercado y los clientes potenciales ya tienen establecidos circuitos de importación. Sin embargo, la oferta de carbón activado producido localmente, con mejor calidad comparada con productos importados y tiempos de entrega más cortos, puede ser muy atractiva para los clientes.

4. Amenaza de Productos Sustitutos

- **Media:** La amenaza de productos sustitutos es moderada. Existen otros productos y tecnologías en el mercado que pueden cumplir funciones similares a las del carbón activado, aunque no tengan las mismas propiedades. La competencia con estos sustitutos podría afectar la demanda del carbón activado a base de hueso de res.

5. Rivalidad entre Competidores Existentes

- **Alta:** La rivalidad entre los competidores es alta. Aunque se trate exclusivamente del mercado del carbón activado, existen competidores locales como Carboclean y otros productores internacionales que venden a distribuidores nacionales. La presencia de estos competidores y la posibilidad de importar productos terminados aumentan la rivalidad.

3.4.13.4 Estrategia Genérica de Porter

- **Diferenciación:** La estrategia de diferenciación es clave para la empresa, destacándose en varios aspectos:

- **Características de Obtención del Producto:** Ofrece productos nacionales, evitando la necesidad de importación.
- **Calidad del Producto:** Proporciona carbón activado con alta capacidad de adsorción.
- **Velocidad de Entrega:** Al ser productos nacionales, la empresa puede garantizar tiempos de entrega más cortos.
- **Tecnología de Punta y Control de Calidad:** Utiliza tecnología avanzada y controles de calidad rigurosos, lo que proporciona una ventaja competitiva significativa.

4. CONCLUSIONES

El presente trabajo ha demostrado la viabilidad técnica y económica de establecer una planta de producción de carbón activado en Argentina, utilizando residuos orgánicos como el hueso de res, alineándose con los principios de la economía circular y sostenibilidad. Desde el diagnóstico inicial, se identificaron oportunidades claves en el mercado local, principalmente debido a la dependencia del país en las importaciones de carbón activado y la creciente demanda impulsada por regulaciones ambientales más estrictas.

A través de un análisis detallado de las posibles materias primas, el hueso de res se destacó como la opción más eficiente, tanto en términos de rendimiento como de disponibilidad, superando alternativas como la cáscara de papa y la cáscara de coco. Este subproducto de la industria cárnica no solo ofrece ventajas económicas, sino también ambientales, al permitir un aprovechamiento más integral de los residuos, contribuyendo a la reducción de desechos y la generación de valor a partir de subproductos.

El diseño del proceso productivo fue optimizado para maximizar la calidad del carbón activado obtenido, garantizando su competitividad en el mercado nacional. Asimismo, el layout de la planta y la elección estratégica de su localización aseguraron un flujo eficiente de materiales y recursos, reduciendo costos operativos y mejorando la viabilidad económica del proyecto.

El análisis económico del proyecto, que incluyó cálculos de la TIR y el CPPC, confirmó que la inversión es rentable. El análisis de sensibilidad realizado mostró que el proyecto puede soportar variaciones en los ingresos por ventas y los costos de insumos, lo que refuerza la solidez de la propuesta ante posibles fluctuaciones del entorno económico.

El proyecto presenta un potencial significativo para reducir la dependencia de importaciones y contribuir a una industria más sustentable en Argentina, alineándose con los objetivos de la economía circular. Además, el impacto ambiental positivo de utilizar residuos para la producción de un insumo esencial para el tratamiento de agua y aire resalta la relevancia de este tipo de iniciativas en un contexto de creciente conciencia ambiental. Los resultados obtenidos confirman la viabilidad del proyecto, y abren la puerta a nuevas oportunidades de innovación y desarrollo en el sector.

5. BIBLIOGRAFÍA

6WResearch. (2024). *Argentina Activated Carbon Market (2024-2030) Outlook*. Extraído 17 de agosto (2024) de, <https://www.6wresearch.com/industry-report/argentina-activated-carbon-market-outlook>

A Abdul Rahman et. Al. (2016). *Preparation and Characterization of Activated Cow Bone Powder for the Adsorption of Cadmium from Palm Oil Mill Effluent* OP. Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 136 012045.

Alibaba (2021). Cortadora. Extraído el 29 de agosto de 2024, de https://www.alibaba.com/product-detail/Electrical-Cow-Bone-Grinder-Cattle-Bone_1600234157850.html?spm=a2700.shop_plser.41413.43.603651d9YlSymC

Alibaba. (2024). Extraído el 29 de agosto de 2024, de https://www.alibaba.com/product-detail/Efficient-Stainless-Steel-Industrial-Cleaning-Device_1601215966122.html?spm=a2700.galleryofferlist.p_offer.d_title.5a0e9511L6qXBj&s=p

Alibaba. (2024). Extraído el 29 de agosto de 2024, de https://www.alibaba.com/product-detail/Continuous-cassava-rotary-dryer-machine-solids_1601031792197.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal_offer.d_title.6c4137137QZ6Zq

Alibaba. (2024). Extraído el 29 de agosto de 2024, de https://www.alibaba.com/product-detail/Stainless-steel-beef-bone-and-sheep_1601155345391.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal_offer.d_price.50cd6b70PeyMiJ

Alibaba. (2024). Extraído el 29 de agosto de 2024, de https://www.alibaba.com/product-detail/New-Productos-2024-Inclined-Elevator-Conveyor_1601214381667.html?spm=a2700.galleryofferlist.p_offer.d_title.22ab31e14g2LVu&s=p

Allied Market Research. (2024). *Activated Carbon Market*. Extraído el 15 de abril de 2024, de <https://www.alliedmarketresearch.com/activated-carbon-market>

AySA (2024). Extraído el 19 de septiembre de 2024, de <https://www.aysa.com.ar/usuarios/Conoce-tu-factura>

Banco de la Nación Argentina, (2024). *Valor dólar oficial*. Extraído el 1 de octubre de 2024, de <https://www.bna.com.ar>

Barrios, Suarez, & Vidal. (2019). *Producción de carbón activado*. Redalyc. Extraído el 15 de septiembre de 2024, de <https://www.redalyc.org/journal/849/84959041015/>

Bonilla-Petriciolet et al. (2016). *CARBÓN DE HUESO: SÍNTESIS, PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS Y APLICACIONES EN EL TRATAMIENTO DE AGUA*. Instituto Tecnológico de Aguascalientes, Departamento de Ingeniería Química

Caputo, Luca. Lic. Comercio Exterior y Lic. En Administración de Empresas. Comunicación personal el 15 de agosto de 2024

CEIC data, (2024). *Datos estadísticos sobre tasas de interés*. Extraído el 21 de julio de 2024, de <https://www.ceicdata.com/en/argentina/interest-rates/ar-lending-interest-rate>

Central Química Argentina S.A. Empresa que comercializa productos químicos. Comunicación personal el 12 de septiembre de 2024

Chep. (2024). *Pallets de madera*. Extraído el 1 de septiembre de 2024, de <https://www.chep.com/ar/es-419/products/pallets/pooled-wood-block-pallet-north-america-48-x-40-inches>

ChiemiVall. (2019). Extraído el 02 de septiembre de 2024, de <https://www.carbonactivo.com/>

Clarimex. (2021). *Activated carbon insights*. Extraído el 5 de septiembre de 2024, de https://www.clarimex.com/activated_carbon_mystery_es.php

Clobas, Emilio. Dueño y fundador de Emilio Clobas transportes. Comunicación personal el 12 de agosto de 2024

Damodaran (2024) *Cost of Equity and Capital (US)*. Extraído 22 de septiembre de 2024 de, https://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/wacc.html

Daniel Pérez Troncoso (2020). *Teoría de análisis de decisión multicriterio*. Extraído el 7 de junio de 2024, de <https://www.ugr.es/~ceat/tblog/mcdapost.html>

Decreto 351/1979. “Reglamento de Higiene y Seguridad en el Trabajo”, del 5 de febrero de 1979. Extraído el 1 de agosto de 2024, de <https://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/30000-34999/32030/dto351-1979-anexo1.htm>

EDESUR. (2024). *Tarifas Edesur*. Extraído el 19 de septiembre de 2024, de <https://www.edesur.com.ar/tarifas-cuadro-tarifario/>

EDESUR. (2024). *Grandes Clientes Energía Eléctrica*. Extraído el 19 de septiembre de 2024, de <https://www.edesur.com.ar/grandes-clientes/facturacion-t3/>

El zamorano S.A. Empresa que comercializa carne vacuna. Comunicación personal el 10 de abril de 2024.

FAO, (2020). *Almacenamiento no refrigerado o refrigerado de la carne fresca y los subproductos comestibles*. Extraído el 9 de junio de 2024, de <https://www.fao.org/4/T0566s/T0566S12.htm>

FAO, (1999). *Ingeniería Económica Aplicada a la Industria Pesquera*. Extraído el 9 de junio de 2024, de <https://www.fao.org/4/v8490s/v8490s00.htm>.

Fernández, (2011). Extraído el 11 de agosto de 2024, de <https://www.iese.edu/media/research/pdfs/DI-0914.pdf>.

Filippin, A. J. (2019). *Producción de carbón activado*. Editorial UNCA. Extraído el 22 de agosto de 2024, de <https://editorial.unca.edu.ar/Publicacione%20on%20line/DIGITESIS/Ana%20Julia%20Filippin/PDF/CapIII.pdf>

Fombuena, M., & Valentina, G. (2010). *Manual del carbón activado* pp. 27 Extraído el 15 de septiembre de 2024, de <http://www.elaguapotable.com/Manual%20del%20carb%C3%B3n%20activo.pdf>

Food Technologies Trading. (2021). Sacos papel kraft. Extraído 14 de octubre de 2024, de https://foodtechnologiestradingsadecv.mercadoshops.com.mx/MLM-826304229-100-sacos-papel-kraft-p25-kg-c-bolsa-de-polietileno-interna-JM#reco_item_pos=2&reco_backend=machinalis-seller-items&reco_backend_type=function&reco_client=vip-seller_items_above-shops&reco_id=c1a24c80-bea6-4f88-a0b1-6ca212e4cfb4

Gitman L. J. (2012). Principios de Administración Financiera. Londres. Ed. Pearson.

Glassdoor (2024). Extraído el 10 de octubre de 2024, de https://www.glassdoor.com.ar/Sueldos/argentina-operario-sueldo-SRCH_IL.0,9_IN15_KO10,18.htm?clickSource=searchBtn

Grand View Research, (2022). *Activated Carbon MARKET ANALYSIS, 2018-2030 Opportunities Beyond COVID-19 Crisis.* Extraído el 02 de septiembre de 2024, de <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/activated-carbon-market>

Gumus et al. (2015). *INVESTIGATION OF THE EFFECT OF CHEMICAL ACTIVATION AND CHARACTERIZATION OF BONE CHAR: COW BONE.* Department of Chemical and Petroleum Engineering Niger Delta University, Wilberforce Island, Bayelsa State.

Huici, Germán. Dueño de A Fazenda, empresa productora de aceite de coco en Salvador de Bahía, Brasil. Comunicación personal el 20 de marzo de 2024

IMARC Group, (2024). Extraído el 10 de agosto 2024 de <https://www.imarcgroup.com/adsorbents-market>

Index Book. (2024). *Activated carbon market analysis.* Extraído el 21 de agosto de 2024, de <https://www.indexbox.io/store/argentina-activated-carbon-market-analysis-forecast-size-trends-and-insights/>

Johnson et al. (2000), Extraído el 6 de junio de 2024, de <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1008987908917>

Krajewski et al. (2008). Administración de operaciones. México. Ed. Pearson. Extraído el 10 de agosto 2024 de,

https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/911669/Administracion_De_Operaciones_-_LEE_J._K.pdf

Lavado Mesa, J., et al. (2010). *Comparación de capacidad de remoción de carbón activado.* Extraído el 15 de septiembre de 2024, de <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/827>

LEA S.A. (2024). *Calculador de LEA Global.* Extraído el 29 de mayo de 2024, de <https://lea-global.com/calculador>

Ley 24.051. "Ley de Residuos Peligrosos", sancionada el 17 de diciembre de 1991. Extraído el 1 de agosto de 2024 de <https://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/0-4999/450/texact.htm>

Ley 25.675. "Ley General del Ambiente", sancionada el 23 de noviembre de 2002. Extraído el 1 de agosto de 2024, de <https://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/75000-79999/79980/norma.htm>

Lopez (2021), *Activación y limpieza de huesos de res para producción de carbón activado.* Extraído el 8 de agosto de 2024, de <https://elaborate.uca.es/wp-content/uploads/2021/06/Procedimiento-para-la-LIMPIEZA-DE-RESTOS-OSEOS.pdf>

Lozano-Castelló, D., Cazorla-Amorós, D., Linares-Solano, A., & Quinn, D. F. (2002). Activated carbon monoliths for methane storage: influence of binder. *Carbon*, 40(15), 2817-2825.

Made in China. (2024). Extraído el 29 de agosto de 2024, de https://es.made-in-china.com/co_shfoodmachinery/product_Commercial-Small-Fish-Grinder-Bone-Grinding-Machine-Garlic-Paste-Maker-Taro-Paste-Making-Equipment_uoyogeuyuu.html

Manals Cutiño, J. (2015). Carbón activado a partir de huesos. Scielo. Extraído el 8 de agosto de 2024, de <http://scielo.sld.cu/pdf/rtq/v36n1/rtq09116.pdf>

Market Research Future. (2024). Extraído el 10 de agosto de 2024, de https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/activated-carbon-362.html?gad_source=1&qclid=Cj0KCQjwpP63BhDYARIsAOQkATY8yVruNhlij3h20Q4piRLCITdiQsCE7MiVudi9Mau8IJbYbefSmnQaAmK6EALw_wcB

Meat Machinery. (2023). Extraído el 25 de agosto de 2024, de <https://www.meat-machinery.com/meat-processing-insight/animal-bone-processing-industry-analysis.html>

Medina, R. (2017). Producción y comercialización de carbón activado. Extraído el 2 de agosto de 2024, de <https://www.academia.edu/37083701>

Mercado Libre, Multival. (2024). Autoelevador CPCD25. Extraído 22 de agosto de 2024, de https://vehiculo.mercadolibre.com.ar/MLA-1402778039-promocion-sampi-autoelevador-liugong-diesel-2500kg-clark-ant- JM#polycard_client=search-nordic&position=10&search_layout=grid&type=item&tracking_id=361ca60b-91d5-4553-9e85-46dbdfd45f60

Mercado Libre, Stanley. (2024). Engrapadora Eléctrica Clavadora Tre550 6 A 15MM 220v, https://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-1466564062-engrapadora-electrica-clavadora-stanley-tre550-6-a-15mm-220v- JM?matt_tool=62476992&matt_word=&matt_source=google&matt_campaign_id=14508409193&matt_ad_group_id=144413706239&matt_match_type=&matt_network=g&matt_device=c&matt_creative=644633625334&matt_keyword=&matt_ad_position=&matt_ad_type=pla&matt_merchant_id=512809769&matt_product_id=MLA1466564062&matt_product_partition_id=2163484155018&matt_target_id=aud-2014906607167:pla-2163484155018&cq_src=google_ads&cq_cmp=14508409193&cq_net=g&cq_plt=gp&cq_me d=pla&gad_source=1&gclid=Cj0K

Meyers, F. E. (2006). Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales. Extraído el 11 de junio de 2024, de [https://www.google.com/search?q=meyers%2C+f.+e.+\(2006\).+dise%C3%B1o+de+instalaciones+de+manufactura+y+manejo+de+materiales.+download+free](https://www.google.com/search?q=meyers%2C+f.+e.+(2006).+dise%C3%B1o+de+instalaciones+de+manufactura+y+manejo+de+materiales.+download+free)

Ministerio de Industria de Misiones. (2019). “Implementan planta piloto de carbón activado en obra”. Extraído el 19 de septiembre de 2023, de <https://www.industria.misiones.gob.ar/noticias/603-implementan-planta-piloto-de-carbon-activado-en-obra>

Ministerio de Justicia de la Nación. (1979). Ley de Higiene y Seguridad en el Trabajo (Ley 19.587). Extraído el 4 de julio de 2024, de <https://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/15000-19999/17612/norma.htm>

Ministerio de Producción y Trabajo. (2021). Categorías para pymes. Extraído el 12 de septiembre de 2024, de <https://www.argentina.gob.ar/noticias/nuevas-categorias-para-ser-pyme-3>

Ministerio de Transporte de Argentina. Decreto N 32/18 (ART. N° 27 - Apartado 2.3.1.). Extraído el 16 de junio de 2024, de https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/bitrenes_anexo27_decreto32_18.pdf

Mordor Intelligence. (2024). Activated Carbon Market Size - Industry Report on Share, Growth Trends & Forecasts Analysis (2024 - 2029). Extraído el 25 de abril de 2024, de <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/activated-carbon-market>

Nwankwo I.H. et al. (2019). *Production And Characterization of Activated Carbon from Animal Bone.* American Journal of Engineering Research (AJER).

Paredes Doig, J. (2011). *Producción de carbón activado a partir de residuos agrícolas.* PUCP. Extraído el 2 de julio de 2024, de <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/827>

Pindyck R., Rubinfeld D. (2013). *Microeconomía.* Madrid. Ed. Pearson

Porter. (1979). *Competitive Strategy: Techniques for Analysing Industries and Competitors.* Extraído el 7 de septiembre de 2024, de <https://www.hbs.edu/faculty/Pages/item.aspx?num=195>

Ramseyer, E. (2019). *Carne vacuna y carbón activado.* Bolsa de Comercio de Rosario. Extraído el 25 de julio de 2024, de <https://www.bcr.com.ar/es/mercados/investigacion-y-desarrollo/informativo-semanal/noticias-informativo-semanal/carne-vacuna>

Retroflet. (2024). Extraído el 6 de junio de 2024, de <https://retroflet.com.ar/#form-llamado>

Rey del Tanque. (2024), Extraído el 29 de agosto de 2024, de <http://www.reydeltanque.com.ar/producto/tanque-de-agua-affinity-acero-inoxidable-10000-lts-89.html>

Rodriguez Pantoja. (2019). *Comparación de la capacidad de remoción de cromo+6 con carbón activado elaborado a partir de cáscara de papa (solanum tuberosum) activada químicamente con NaOH Y ZnCl2 en una muestra de agua residual proveniente del río Pasto.* Universidad Nacional Abierta y a Distancia - San Juan de Pasto. Extraído el 6 de junio 2024 de <https://1library.co/document/q76w6ndy-comparacion-capacidad-remocion-activado-elaborado-tuberosum-quimicamente-proveniente.html>

Rojas Morales. (2016). *Obtención y caracterización de carbón activado obtenido de lodos de plantas de tratamiento de agua residual de una industria avícola.* Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería. Extraído el 6 de junio 2024 de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1405774316300312#sec0010>

Ruiz Garzón (2017). *Obtención y caracterización de carbón activado.* Bogotá D.C. Extraído el 3 de julio de 2024, de <https://repository.udca.edu.co/server/api/core/bitstreams/9331b6d6-d734-4a6c-b905-68c068a5df04/content>

Sapag Chain (1985). *Evaluación de factibilidad de proyectos* Extraído el 13 de agosto de 2024, de <https://biblat.unam.mx/es/revista/gestion-tecnologica-valparaiso/articulo/sapag-chain-n-sapag-chain-r-fundamentos-de-preparacion-y-evaluacion-de-proyectos-bogota-editorial-presencia-1985-438-p>

Sipea. (2024). Bin plástico cerrado. Extraído el 14 de septiembre de 2024, de <https://sipea.net/producto/bin-plastico-cerrado>

Solvay Chemicals. (2019) Extraído el 2 de agosto de 2024 de <https://www.solvay.com/sites/g/files/srpend616/files/2019-10/H2O2%20Safety%20and%20Handling%20of%20Hydrogen%20Peroxide%20-%20Mexico%20SP.pdf>

SpringerLink. (2018). extraído 6 de junio 2024, de, <https://link.springer.com/article/10.1007/s13201-021-01477-3>

Technavio. (2024). *Activated carbon market analysis.* Extraído el 1 de junio de 2024, de <https://www.technavio.com/report/activated-carbon-market-industry-analysis>

The Observatory of Economic Complexity, (2024). Extraído el 2 de septiembre de 2023, de <https://oec.world/es/profile/bilateral-product/activated-carbon/reporter/arg>

Trademap.org. (2024). Extraído el 15 de agosto de 2024, de https://www.trademap.org/Product_SelCountry_TS.aspx?nvpm=3%7c032%7c%7c%7c%7c3802%7c%7c%7c4%7c1%7c1%7c1%7c2%7c1%7c1%7c2%7c1%7c1

Transparency Market Research. (2024). *Activated carbon market*. Extraído el 12 de julio de 2024, de <https://www.transparencymarketresearch.com/activated-carbon-market.html>

Unai Iriarte-Velasco et al. *An insight into the reactions occurring during the chemical activation of bone char*. Extraído 23 septiembre de 2024 de, <https://scihub.se/10.1016/j.cej.2014.04.048>

Wehrich. (1982). *The TOWS matrix—A tool for situational analysis*. McLaren College of Business, University of San Francisco. Extraído el 02 de septiembre de 2024, de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0024630182901200>

6. ANEXO

Anexo I: Prorratio de la Inversión Fija

El prorratio de la Inversión Fija se realizó mediante el criterio de distribución proporcional al valor de los ingresos por ventas. Inicialmente se confeccionó el cuadro I.1, en donde se muestra la capacidad instalada por día de los productos en unidades de bolsas, sus respectivos precios de venta y el ingreso diario que significa su venta.

	CA polvo	CA granular
Capacidad instalada [u/día]	373	187
Precio de venta [US\$/u]	120,00	140,00
Ingresos por ventas [US\$/día]	44.760,00	26.180,00

Cuadro I.1: Ingresos por venta diarios a partir de la capacidad instalada

Fuente: Elaboración propia

A su vez, se realiza una lista de los precios de todos los equipos principales, indicando los productos que utilizan cada uno de ellos. La lista se observa en el cuadro I.2.

Equipo	Total [US\$]	Producto que lo utiliza
Cortadora	7.149	CA granular - CA polvo
Desengrasadora tipo tambor	67.515	CA granular - CA polvo
Lavadoras	34.327	CA granular - CA polvo
Horno rotatorio	13.625	CA granular - CA polvo
Trituradora	13.625	CA granular - CA polvo
Cintas transportadoras	4.427	CA granular - CA polvo
Moledora	26.993	CA polvo
Tolva	4.635	CA granular - CA polvo
Equipo de refrigeración	4.244	CA granular - CA polvo
Tanques ácido	685	CA granular - CA polvo
Tanques Peróxido	229	CA granular - CA polvo
Equipos de laboratorio	27.908	CA granular - CA polvo
Total [US\$]	205.361	

Cuadro I.2: Lista de equipos y líneas de producción en los que se utilizan

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro I.3 se muestra el producto de la utilización de cada equipo por el precio de venta del producto respectivo.

Equipo	CA granular [US\$/día]	CA polvo [US\$/día]	TOTAL [US\$/día]
Cortadora	26.180	44.760	70.940
Desengrasadora tipo tambor	26.180	44.760	70.940
Lavadoras	26.180	44.760	70.940
Horno rotatorio	26.180	44.760	70.940
Trituradora	26.180	44.760	70.940
Cintas transportadoras	26.180	44.760	70.940
Moledora	0	44.760	44.760
Tolva	26.180	44.760	70.940
Equipo de refrigeración	26.180	44.760	70.940
Tanques ácido	26.180	44.760	70.940
Tanques Peróxido	26.180	44.760	70.940
Equipos de laboratorio	26.180	44.760	70.940

Cuadro I.3: Distribución por producto y equipo en función del ingreso por ventas

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro I.4 se observa el resultado de la asignación del precio de cada equipo a los diferentes productos en función de lo que se produce de cada uno, modificado con el precio de venta del producto.

Equipo	CA granular [US\$]	CA polvo [US\$]	TOTAL [US\$]
Cortadora	2.638	4.511	7.149
Desengrasadora tipo tambor	24.916	42.599	67.515
Lavadoras	12.668	21.659	34.327
Horno rotatorio	5.028	8.597	13.625
Trituradora	5.028	8.597	13.625
Cintas transportadoras	1.634	2.793	4.427

Moledora	0	26.993	26.993
Tolva	1.710	2.924	4.635
Equipo de refrigeración	1.566	2.678	4.244
Tanques ácido	253	432	685
Tanques Peróxido	84	144	229
Equipos de laboratorio	10.299	17.609	27.908
Total [US\$]	65.826	139.535	205.361

Cuadro I.4: Valor del equipamiento prorrateado según los ingresos por ventas

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, en el cuadro I.5 se realiza el cociente entre la IF y el valor de los equipos para obtener el factor por el cual se multiplican los resultados obtenidos en el cuadro anterior, resultando en la IF prorrateada por producto que se muestra en el cuadro 19.

IF [US\$]	1.367.465
Valor de los equipos [US\$]	205.361
IF/valor de los equipos [US\$]	6,66

Cuadro I.5: Obtención del factor de multiplicación para obtener la IF prorrateada

Fuente: Elaboración propia