

Universidad de Lima
Facultad de Ingeniería Industrial
Carrera de Ingeniería Industrial



ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA DE ELABORACIÓN DE CARBÓN ACTIVADO A BASE DE CÁSCARA DE CAFÉ

Trabajo de investigación para optar por el Título Profesional de Ingeniero Industrial

Jose Manuel Carrillo Zamora

Código 20091421

Adriana Lembcke Berninzon

Código 20070587

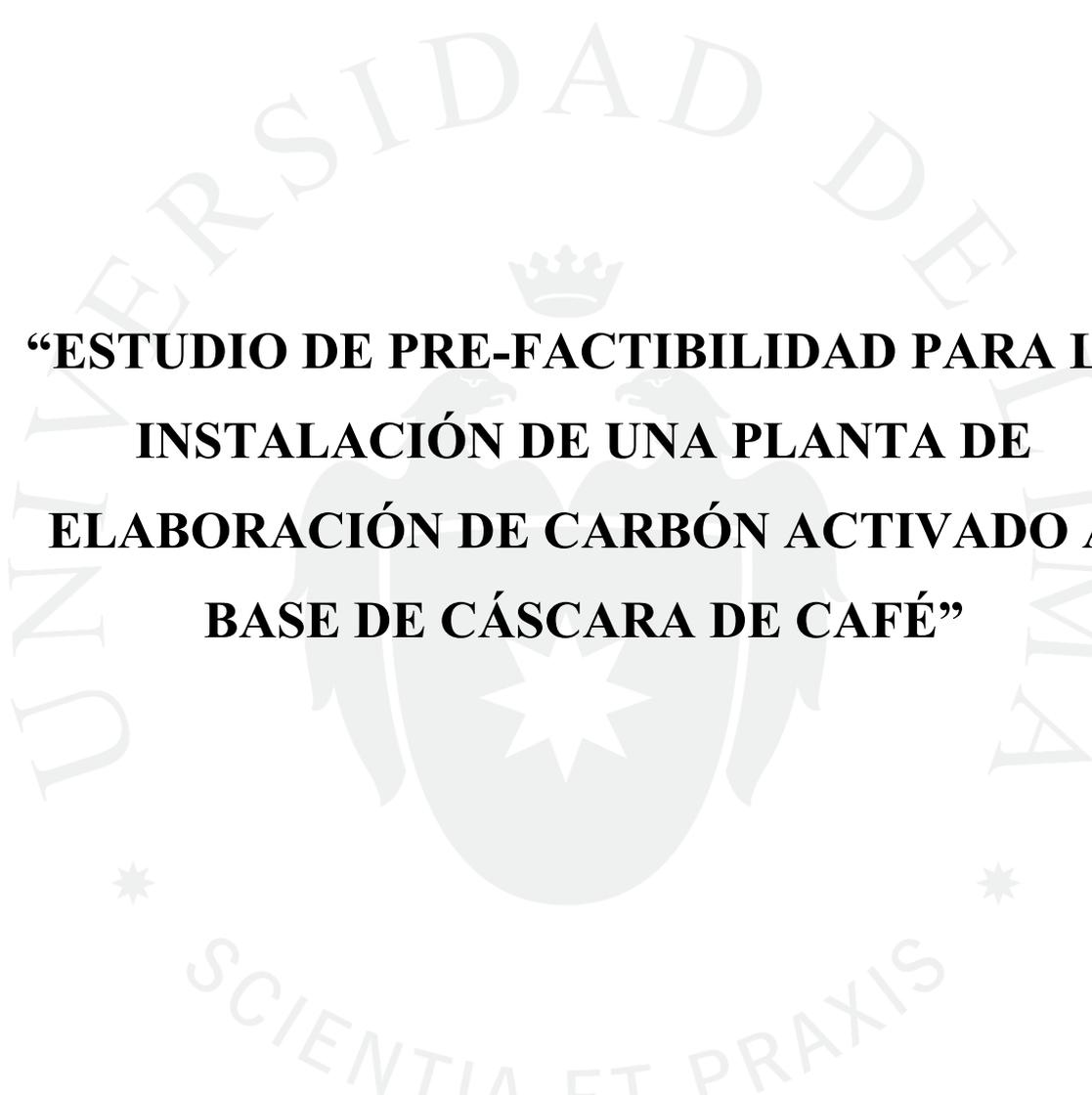
Asesor

Mario Godofredo Rojas Delgado

Lima - Perú

Diciembre 2015





**“ESTUDIO DE PRE-FACTIBILIDAD PARA LA
INSTALACIÓN DE UNA PLANTA DE
ELABORACIÓN DE CARBÓN ACTIVADO A
BASE DE CÁSCARA DE CAFÉ”**

TABLA DE CONTENIDO

Capítulo I. Aspectos generales.....	xvii
1.1. Objetivos de la investigación	1
1.1.1. Objetivo general	1
1.1.2. Objetivos específicos	1
1.2. Justificación del tema.....	2
1.2.1. Justificación técnica.....	2
1.2.2. Justificación económica.....	2
1.2.3. Justificación social y ambiental	3
1.3. Hipótesis de trabajo	3
1.4. Marco referencial de la investigación	3
1.5. Glosario de términos	5
Capítulo II: Estudio de mercado.....	7
2.1. Aspectos generales del estudio de mercado	7
2.1.1. Definición comercial del producto	7
2.1.2. Principales características del producto	9
2.1.3. Determinación del área geográfica que abarcará el estudio.....	13
2.1.4 Determinación de la metodología que se empleará en la investigación de mercado	16
2.2. Análisis de la demanda.....	17
2.2.1. Demanda histórica	17

2.2.2. Demanda potencial	21
2.2.3. Proyección de la demanda y metodología del análisis.....	28
2.3. Análisis de la oferta.....	30
2.3.1. Empresas productoras, importadoras y comercializadoras.....	30
2.3.2. Análisis de los competidores	31
2.4. Demanda para el proyecto.....	35
2.4.1. Segmentación del mercado	35
2.4.2. Selección del mercado meta	36
2.4.3. Determinación de la demanda para el proyecto.....	37
2.5. Comercialización.....	39
2.5.1. Políticas de comercialización y distribución	39
2.5.2. Publicidad y promoción	39
2.5.3. Análisis de precios	40
2.6. Disponibilidad de insumos.....	43
2.6.1. Características principales de la materia prima	43
2.6.2. Potencialidad del recurso en la zona de influencia del proyecto	46
2.6.3. Costos de la materia prima.....	47
Capítulo III: Localización de Planta.....	49
3.1. Análisis de los Factores de Localización	49
3.2. Posibles ubicaciones de acuerdo a factores predominantes	51
3.3. Evaluación y selección de localización.....	52

3.3.1. Evaluación y selección de macro localización	52
3.3.2. Evaluación y selección de la micro localización	58
Capítulo IV: Tamaño de planta	62
4.1. Relación tamaño-mercado	62
4.2. Relación tamaño-recursos productivos	62
4.3. Relación tamaño-tecnología.....	63
4.4. Relación tamaño-punto de equilibrio.....	64
4.5. Selección del tamaño de planta.....	65
Capítulo V: Ingeniería del Proyecto	66
5.1. Definición del producto basada en sus características de fabricación	66
5.1.1. Especificaciones técnicas del producto.....	66
5.2. Tecnologías existentes y procesos de producción.....	71
5.2.1. Naturaleza de la tecnología requerida.....	71
5.2.2. Proceso de producción	73
5.3. Características de las instalaciones y equipo.....	80
5.3.1. Selección de la maquinaria y equipo	80
5.3.2. Especificaciones de la maquinaria y equipo	81
5.4. Capacidad Instalada.....	87
5.4.1 Cálculo de la capacidad instalada.....	88
5.4.2 Cálculo detallado del número de máquinas requeridas	88
5.5. Resguardo de calidad	89

5.5.1.	Calidad de la materia prima, de los insumos, del proceso y del producto	90
5.5.2.	Medidas de resguardo de la calidad en la producción.....	91
5.6.	Impacto ambiental.....	93
5.7	Seguridad y salud ocupacional.....	97
5.8.	Sistema de mantenimiento	101
5.9.	Programa de producción para la vida útil del proyecto.....	109
5.10.	Requerimiento de insumos, personal y servicios	109
5.10.1	Materia prima, insumos y otros materiales	109
5.10.2.	Determinación del número de operarios y trabajadores indirectos.....	111
5.10.3.	Servicios de terceros	113
5.10.4.	Otros: energía eléctrica, agua, vapor, combustible, etc.	113
5.11.	Características físicas del proyecto	115
5.11.1.	Factor edificio.....	115
5.11.2.	Factor servicio	116
5.12.	Disposición de planta	117
5.12.1.	Disposición general	117
5.12.2.	Disposición de detalle.....	120
5.13.	Cronograma de implementación del proyecto	125
Capítulo VI. Organización administrativa.....		128
6.1.	Organización empresarial.....	128
6.2.	Requerimientos de personal directivo, administrativo y de servicios.....	128

Capítulo VII. Aspectos económicos y financieros.....	134
7.1. Inversiones	134
7.1.1. Estimación de las inversiones.....	134
7.1.2. Capital de trabajo.....	136
7.1.3. Costos totales de inversión	137
7.2. Costos de producción.....	138
7.2.1. Costos de materias primas, insumos y otros materiales	138
7.2.2. Costo de los servicios (energía eléctrica, agua, combustible, etc.)	139
7.2.3. Costo de la mano de obra	140
7.3. Presupuesto de ingresos y egresos	141
7.3.1. Presupuesto de ingreso por ventas.....	141
7.3.2. Presupuesto operativo de costos de materias primas.....	141
7.3.3. Presupuesto operativo de gastos administrativos	142
7.4. Flujo de fondos netos	143
7.4.1. Flujo de fondos económico.....	143
7.4.2. Flujo de fondos financieros	144
Capítulo VIII. Evaluación económica y Financiera del proyecto	147
8.1. Evaluación económica: VAN, TIR, B/C, PR.....	147
8.2. Evaluación financiera: VAN, TIR, B/C, PR.....	147
8.3. Análisis de los resultados económicos y financieros del proyecto	147
8.3.1 Análisis de sensibilidad	148

Capítulo IX. Evaluación social del proyecto	151
9.1. Identificación de las zonas y comunidades de influencia del proyecto.....	151
9.2. Impacto en la zona de influencia del proyecto	152
9.3. Impacto social del proyecto.....	153
Conclusiones:.....	156
Recomendaciones:	158
Fuentes de información (Bibliografía).....	159



INDICE DE TABLAS

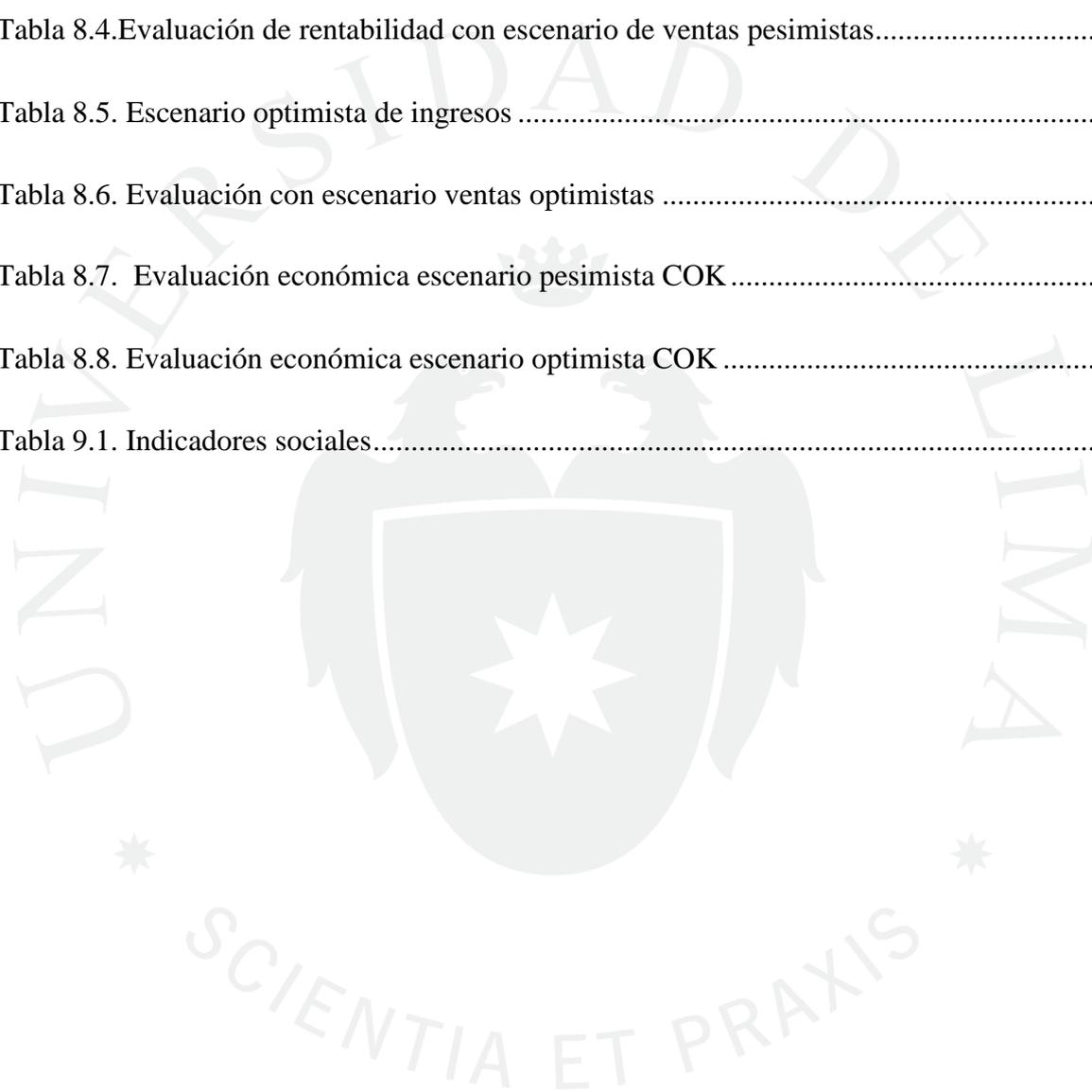
Tabla 2.1: Código CIU, Partida Arancelaria y Norma Técnica Peruana	9
Tabla 2.2: Listado de principales plantas o ejecutores de proyectos de tratamiento de aguas residuales	14
Tabla 2.3. Importaciones de carbón activado en el Perú	17
Tabla 2.4. Exportaciones de carbón activado en el Perú	19
Tabla 2.5. Cálculo de Demanda Interna Aparente (DIA).....	21
Tabla 2.6. Producción peruana anual de onzas finas de oro.....	25
Tabla 2.7. Producción peruana anual de onzas finas de plata	25
Tabla 2.8. Producción peruana de principales metales.....	26
Tabla 2.9. Variación del PBI minero	26
Tabla 2.10. Proyección de demanda potencial	27
Tabla 2.11. Ecuación de regresión para la proyección de la DIA.	29
Tabla 2.12. DIA proyectada desde el 2015 al 2020	29
Tabla 2.13. Cálculo de la demanda para el proyecto.....	38
Tabla 2.13. Demandas al año 2020	38
Tabla 2.14. Tendencia histórica de los precios.....	41
Tabla 2.15. Ecuación de regresión para proyección de precios	42
Tabla 2.16. Composición de la cascarilla de café	46
Tabla 2.17. Composición elemental de la cascarilla de café.....	46

Tabla 2.18. Potencialidad de la cáscara de café para producir carbón activado en el Perú	47
Tabla 3.1. Tabla de enfrentamiento de factores	51
Tabla 3.2. Porcentaje de extensión territorial destinado a minería.....	53
Tabla 3.3. Producción anual de café en toneladas por departamento.....	54
Tabla 3.4. PEA desocupada por departamento.....	54
Tabla 3.5. Porcentaje de hogares con acceso a fuentes mejoradas de abastecimiento de agua	55
Tabla 3.6. Índice de Desarrollo Humano por departamentos	56
Tabla 3.7. Incidencia de la pobreza total y niveles de confianza	57
Tabla 3.8. Matriz de evaluación de localidades - Macro.....	58
Tabla 3.9 Áreas industriales por zonas.....	60
Tabla 3.10 Porcentaje de población pobre por distrito.....	60
Tabla 3.11 Tabla de enfrentamiento de micro localización	61
Tabla 4.1 Demanda anual del proyecto	62
Tabla 4.2 Disponibilidad de materia prima para el proyecto	63
Tabla 4.3. Cálculo del punto de equilibrio	64
Tabla 4.4 Tamaño de planta del proyecto	65
Tabla 5.1. Principales parámetros de especificación de carbón activado granular apropiado para aplicaciones en fase líquida	67
Tabla 5.2. Ficha técnica banda transportadora	81
Tabla 5.3 Ficha técnica balanza industrial	82
Tabla 5.4 Ficha técnica de molino de rodillos.....	83
Tabla 5.5 Ficha técnica de molino del tamiz.....	83

Tabla 5.6 Ficha técnica del tanque de almacenamiento horizontal	84
Tabla 5.7 Ficha técnica del tanque con agitador	84
Tabla 5.8 Ficha técnica del decantador sedimentador horizontal.....	84
Tabla 5.9 Ficha técnica del secador tubular	85
Tabla 5.10 Ficha técnica del horno.....	85
Tabla 5.11 Ficha técnica del evaporador	86
Tabla 5.12 Ficha técnica de la trituradora	86
Tabla 5.13. Capacidad de máquinas críticas	87
Tabla 5.14. Cálculo de número de máquinas y operarios.....	88
Tabla 5.15 Evolución del % de Utilización de equipos en el horizonte del proyecto	89
Tabla 5.16. Matriz de Leopold	96
Tabla 5.17. Mantenimientos por máquina/equipo, frecuencia y duración	108
Tabla 5.18. Programación de Producción mensual	109
Tabla 5.19. Requerimiento de cascarilla de café para la duración de la vida del proyecto....	110
Tabla 5.20. Requerimientos de insumos para la duración de la vida del proyecto	110
Tabla 5.21. Requerimiento de bolsas de polipropileno para la duración del proyecto	111
Tabla 5.22. Detalle de número de operarios requeridos por proceso	112
Tabla 5.23. Detalle de trabajadores Indirectos	113
Tabla 5.24. Consumo anualizado de energía.....	114
Tabla 5.25. Análisis Guerchet	119
Tabla 5.26. Tabla relacional	121

Tabla 5.27. Cronograma de implementación de la planta de carbón activo.....	127
Tabla 6.1. Detalle de número de operarios requeridos por proceso	129
Tabla 6.2. Detalle de los trabajadores indirectos.....	132
Tabla 7.1. Inversión Activos fijos tangibles.....	135
Tabla 7.2. Inversión activos fijos intangibles.....	136
Tabla 7.3. Tabla de inversión total	137
Tabla 7.4. Costos de materia prima, insumos y otros materiales	138
Tabla 7.5. Costo de energía eléctrica.....	139
Tabla 7.6. Tabla de consumo agua y desagüe anualizado.....	139
Tabla 7.7. Costo de mano de obra directa anualizado.....	140
Tabla 7.8. Costo de Mano de obra indirecta anualizado	140
Tabla 7.9. Presupuesto de ingresos por ventas	141
Tabla 7.10. Presupuesto operativo de costos.....	141
Tabla 7.11. Presupuesto operativo de gastos administrativos	142
Tabla 7.12. Presupuesto de depreciación de activos	142
Tabla 7.13. Presupuesto de gastos de ventas	142
Tabla 7.14. Estado de Resultados por Año.....	143
Tabla 7.15. Flujo de fondos económico	143
Tabla 7.16 Cálculo del servicio a la deuda.....	144
Tabla 7.17. Flujo de fondos financieros	144
Tabla 7.18. Estado de Situación Financiera	145

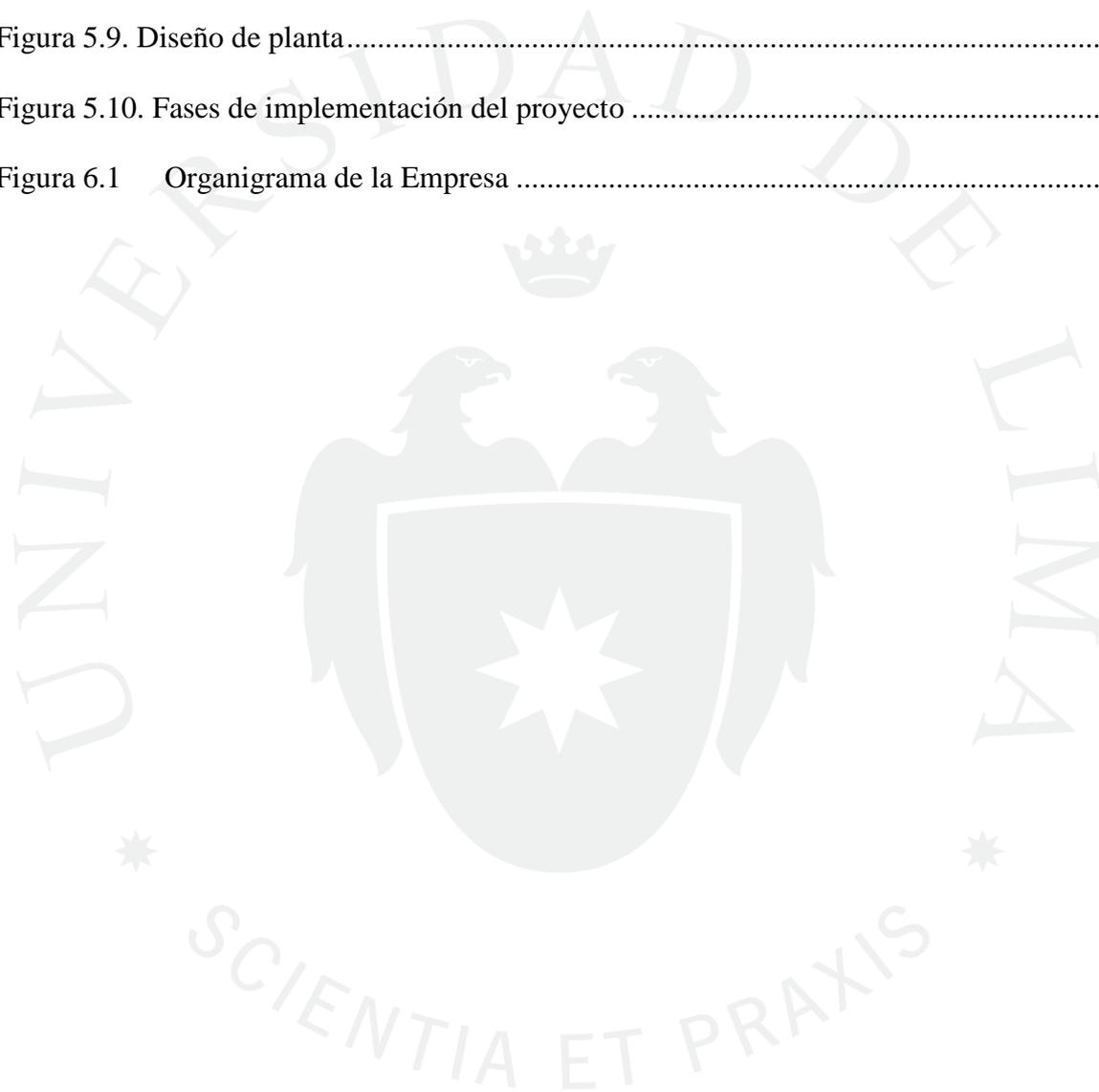
Tabla 7.19. Ratios Financieros	146
Tabla 8.1. Evaluación Económica: VAN, TIR, B/C, Periodo de Recupero	147
Tabla 8.2. Evaluación Financiera: VAN, TIR, B/C, Periodo de Recupero	147
Tabla 8.3. Escenario pesimista de ingresos	148
Tabla 8.4. Evaluación de rentabilidad con escenario de ventas pesimistas.....	148
Tabla 8.5. Escenario optimista de ingresos	149
Tabla 8.6. Evaluación con escenario ventas optimistas	149
Tabla 8.7. Evaluación económica escenario pesimista COK	150
Tabla 8.8. Evaluación económica escenario optimista COK	150
Tabla 9.1. Indicadores sociales.....	154



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Carbón activado granulado	7
Figura 2.2. Diferentes tipos de poros del carbón activado	8
Figura 2.3. Vista microscópica del carbón activado.....	10
Figura 2.4. Diagrama de bloques simple para método térmico	11
y químico	11
Figura 2.5. Filtro de carbón activado.....	12
Figura 2.6. Principales centros mineros del Perú	16
Figura 2.7. Importaciones de carbón activado en el Perú (en TM y miles de USD).....	18
Figura 2.8. Exportaciones de carbón activado en el Perú en kg.....	19
Figura 2.9. Miligramos de plata adsorbido por gramo de carbón activado	24
Figura 2.10. DIA de carbón activado proyectada	29
Figura 2.11. Importaciones de carbón activado por consignatario.....	30
Figura 2.12. Demanda del proyecto (kg).....	38
Figura 2.13. Tendencia de precios histórica	41
Figura 2.14. Proyección de precios del 2013 al 2018.....	42
Figura 2.15. Flores del cafeto	44
Figura 2.16. Frutos del cafeto.....	44
Figura 2.17. Estructura interna de un grano de café.....	44
Figura 2.18. Fotografía de la cereza del café.....	45
Figura 2.19. Potencialidad de la cáscara de café para producir carbón activado en el Perú	47
Figura 5.1. DOP de carbón activado por método químico con ácido fosfórico	76
Figura 5.2. Balance de materia – diagrama de bloques	79
Figura 5.3. Impacto ecológico del ácido fosfórico	94

Figura 5.4. Aspectos ambientales vs impactos	95
Figura 5.5. Plano de distribución de extintores en la planta.....	100
Figura 5.6. Enfrentamiento relacional	120
Figura 5.7. Análisis dimensional	122
Figura 5.8. Diagrama relacional de espacios	123
Figura 5.9. Diseño de planta.....	124
Figura 5.10. Fases de implementación del proyecto	125
Figura 6.1 Organigrama de la Empresa	133



RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo tiene como objetivo satisfacer una demanda generada en el mercado del negocio más grande del país: la minería. El presente proyecto generará bienestar económico para una parte de la población ya que generará trabajo y desarrollo económico. El documento presenta todo el sustento social, económico, operativo y tecnológico del proyecto. El producto generado es un producto poco común en el mercado pero tiene aplicaciones muy beneficiosas para el procesamiento de diferentes minerales. La propuesta plantea el diseño de una planta de producción de carbón activo en base a cáscara de café. El procesamiento de minerales con el producto presentado agrega valor al producto mineral final, generando una ventaja competitiva en el mercado minero, por lo que consideramos que el producto tendrá una gran acogida y podría motivar a muchos negocios mineros a darle diferentes ventajas competitivas a diferentes minerales.

EXECUTIVE SUMMARY

The present work has the purpose of satisfying a demand generated in the biggest business on the country: mining. The present project will generate economic wellness for a part of the population because it will generate work and economic development. This document presents the economic, social, operative and technological support for the project. The product generated is poorly known on the market but has beneficial applications on minerals processing. The project proposal presents the design of an coffee shell based activated carbon production plant. The minerals processing with the presented product adds value on the final mineral product, generating a competitive advantage in the mining market, that is why we consider that the product will have a big reception and could motivate different mining businesses to add different competitive advantages to their minerals.

CAPÍTULO I. ASPECTOS GENERALES

1.1. Objetivos de la investigación

1.1.1. Objetivo general

Establecer la viabilidad técnica, económica, financiera y de mercado para la instalación de una planta productora de carbón activado hecho a base de cáscaras de café.

1.1.2. Objetivos específicos

- Realizar un estudio de mercado del consumo potencial del carbón activado en el Perú, enfocándose en la industria minera, estableciendo la viabilidad de aceptación frente a diversos productos importados.
- Evaluar la viabilidad tecnológica del proyecto, determinando la mejor alternativa dentro de las variaciones físicas y químicas existentes para realizar el proceso.
- Evaluar la viabilidad económica y financiera de la instalación de la planta, realizando análisis de costos, rentabilidad y financiamiento.

1.2. Justificación del tema

1.2.1. Justificación técnica

La idea para la producción de carbón activado es viable técnicamente porque ya existen los recursos y la maquinaria necesaria para la carbonización y activación de materia orgánica, en este caso, la cáscara de café (hornos giratorios, cámaras presurizadas, torres de lavado, etc.). También existen los insumos en el Perú y conocimiento para lograr este proyecto. Se utilizaría como materia prima principal para el proceso de este producto, la cáscara de café. En nuestro país, el café uno de los principales productos de exportación agrícola junto con los espárragos. Representa cerca de la mitad de las exportaciones agropecuarias y alrededor del 5% del total de las exportaciones peruanas. Siendo tan grande la producción de café y al proveer a esta industria una manera fácil e innovadora de tratar el desecho de las cáscaras residuo, se puede considerar ésta otra razón, de una ponderación importante sustentando el presente estudio.

1.2.2. Justificación económica

No existe ninguna empresa nacional que haya incursionado en la producción de este bien de consumo intermedio. Como todo el carbón activado utilizado es importado, el producto que se ofrecería sería más asequible y disponible con mayor facilidad, ofreciendo una ventaja contra los importadores y distribuidores de la competencia. No habrá que afrontar los costos de importación ni otro tipo de aranceles. También es un producto imprescindible para las industrias de minería y de tratamiento de agua y gases, lo cual, combinado con buenas estrategias de marketing y distribución, lograría un buen posicionamiento en el mercado para ser viable económicamente.

1.2.3. Justificación social y ambiental

La planta generaría empleo en la zona donde se localizaría, proporcionando oportunidades de desarrollo para el área y sus habitantes. Este proyecto también cumpliría con el compromiso social y ambiental de las buenas prácticas verdes, sobretodo ayudando al desecho principal de la industria cafetera, que es la cáscara de su insumo primordial. También, al ser un bien de consumo intermedio para las plantas de tratamiento de aguas residuales, se estaría contribuyendo con la preservación del balance ambiental y eliminación de la huella ecológica.

1.3. Hipótesis de trabajo

La instalación de una planta productora de carbón activado a base de cáscaras de café es factible, pues existe un mercado que aceptará el producto dado que existe una escasa competencia nacional y una demanda no cubierta y además es económica, financiera y tecnológicamente viable.

1.4. Marco referencial de la investigación

Después de una exhaustiva búsqueda de investigaciones previas semejantes a la que se está realizando, no se encontró ninguna planta procesadora de carbón activado a base de cáscara de café. Sin embargo, se encontraron similares a base de otras materias primas como la cáscara de coco, frutos de la Amazonía peruana, coque, origen óseo, etc. A pesar de ser

insumos totalmente diferentes a los que se plantean en este estudio, se pudo apreciar que en las investigaciones encontradas se usan técnicas y procesos similares a los que se presentarán en esta investigación, resultando útiles para la recopilación de información.

- Flores Hidalgo, Álvaro Jesús (2011) Estudio preliminar para la instalación de una planta de elaboración de carbón activado a base de frutos de palmeras amazónicas. Lima, Perú, Universidad de Lima, Facultad de Ingeniería Industrial.
- Solé Vargas, Juan Antonio (1989) Estudio tecnológico para la obtención de carbón activado a partir de la cáscara de coco de activación de vapor. Lima, Perú, Universidad de Lima, Facultad de Ingeniería Industrial.
- Velarde Jochamowitz, César (1979) Estudio preliminar para la instalación de una planta productora de carbón activado de origen óseo. Lima, Perú, Universidad de Lima, Facultad de Ingeniería Industrial.
- Euscate-Donayre, Ana María (2012) Estudio preliminar para la instalación de una planta productora de café en lata listo para beber (RTD) e implementación de cadena de distribución a través de máquinas expendedoras. Lima, Perú, Universidad de Lima, Facultad de Ingeniería Industrial.
- Susial, P (2013) “Producción de carbones activados de bajo coste: por caracterización y aprovechamiento de la hoja de platanero”. Ingeniería Química -- Año XLV, N°513 .
Susial. P.

- Pérez, J. y Tabares, A (2009) Estudio de la factibilidad técnica de producir a escala de planta piloto de carbón activado a partir del coque producido por coquificación retardada. Venezuela, Universidad Central de Venezuela.

1.5. Glosario de términos

- **Absorción.**- Operación unitaria que comprende la separación de uno o más componentes de una mezcla gaseosa con la ayuda de un solvente líquido con el cual forma una solución.
- **Adsorción.**- Es un proceso por el cual átomos, iones o moléculas son atrapadas o retenidas en la superficie de un material – en contraposición a la absorción, que es un fenómeno de volumen. Es decir, es un proceso en el cual un contaminante soluble (adsorbato) es eliminado de la solución en la que se encuentra por contacto con una superficie sólida (adsorbente). El proceso inverso se conoce como desorción.
- **Activación.**- Existen dos tipos. La térmica consiste en oxidar la materia prima a altas temperaturas en una atmósfera inerte, casi siempre saturada con vapor de agua. La temperatura debe mantenerse constante normalmente entre 800 y 1000°C. La activación química consiste en deshidratar la materia prima mediante la acción de un químico como ácido fosfórico o carbonato de potasio. Posteriormente se carboniza entre 500 y 600°C.
- **Análisis elemental.**-Conjunto de operaciones que permiten conocer cuáles son los elementos y en qué proporción se encuentran un compuesto químico.
- **Análisis térmico gravitacional.**- Se basa en la medida de la variación de la masa de una muestra cuando es sometida a un programa de variación de temperatura en una atmósfera controlada. Se usa para estudios composicionales.

- **Cáscara de café.-** La cáscara es la capa de fruta exterior de la cereza del café. Considerada por lo general un producto de desecho, es utilizado a veces en compost y se analiza la posibilidad de que sirva como combustible.
- **Carbón activado.-** Es un término genérico que describe una familia de adsorbentes carbonáceos altamente cristalinos y una porosidad interna altamente desarrollada.
- **Cribado.-** Operación unitaria que se usa para separar mezclas de materias por distintos tamaños en dos o más fracciones de tamaño mediante uno o más tamices.
- **Hidrofilia.-** Afinidad con el agua.
- **Número de Yodo.-** Escala utilizada para definir el grado de no saturación de un compuesto orgánico
- **Superficie específica.-** Es una propiedad de los sólidos la cual es la relación entre el área superficial total y la masa del sólido,1 o volumen en bruto,2 o área en la sección transversal. Magnitud de vital importancia para procesos involucrando adsorción.

CAPÍTULO II: ESTUDIO DE MERCADO

2.1. Aspectos generales del estudio de mercado

2.1.1. Definición comercial del producto

Material carbonizado que se ha sometido a un tratamiento con adición de vapor y/o productos químicos, con el objeto de aumentar su porosidad. El carbón activado se distingue por ser el adsorbente carbónico por excelencia. Este producto es sumamente poroso y posee también una alta cristalinidad, siendo obtenido de la carbonización de compuestos orgánicos, tanto animales como vegetales (como en el caso de éste estudio).

Se pueden utilizar dos métodos de activación para la preparación de este producto. El método de activación física por vapor y el de activación química con cloruro de zinc o con ácido fosfórico. Se usarán las cáscaras de café como insumo principal, las cuales serán carbonizadas y luego sometidas a la acción del vapor o cloruro de zinc o ácido fosfórico, etc. para su activación. Las altas temperaturas, una atmósfera especial, la inyección de vapor y/o la deshidratación con ácido fosfórico son los responsables de esta activación.

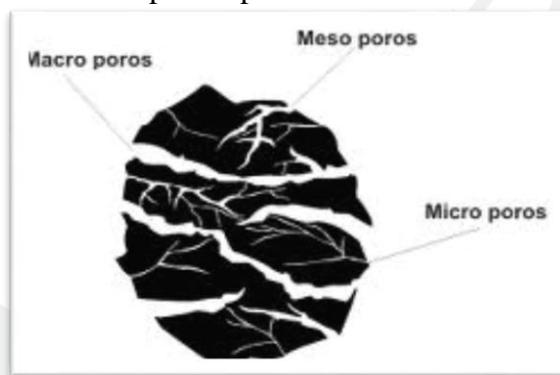
Figura 2.1
Carbón activado granulado



Fuente: <http://vidaysaludnatural.blogspot.com> (2013)

Este producto se caracteriza por poseer una superficie específica muy alta (alrededor de 500 a 1500 m² por gramo), siendo la principal ventaja sus poros, que retienen por el fenómeno de adsorción, componentes no deseados de soluciones y mezclas de gases. Estos poros varían en tamaño desde microporos (menores a un nanómetro), mesoporos (entre 1 y 25 nanómetros) y macroporos (mayores a 25 nanómetros). El área superficial del carbón activado varía dependiendo de la materia prima y del proceso de activación.

Figura 2.2
Diferentes tipos de poros del carbón activado



Fuente: <http://www.carbotecnia.info> (2013)

Los niveles del producto son los siguientes:

- **Producto Básico:** es el carbón activado en cualquiera de sus dos presentaciones: Granulado o en polvo. Hecho en el Perú con insumos locales, con una potencialidad de adsorción excelente para tratamientos de refinación de metales, purificación y tratamiento de aguas, aceites, gases, etc.
- **Producto Real:** se puede variar tamaño de poros de acuerdo a método de activación utilizado logrando resultados eficientes para cada industria especializada. Excelente calidad garantizada por control minucioso del proceso productivo. Empacado en costales resistentes de polipropileno de 10 kg para su protección y transporte.

- **Producto Aumentado:** entrega puntual de pedido con garantía de calidad excelente. También la facilidad de pedido por diferentes medios como internet, teléfono, mail, etc. Asesoría técnica en cuando a filtros de carbón activado y la importancia y frecuencia de su limpieza. Financiamiento a corto plazo para clientes que lo necesiten.

2.1.2. Principales características del producto

- **Posición Arancelaria NANDINA, CIUU**

Tabla 2.1
Código CIUU, Partida Arancelaria y Norma Técnica Peruana

Código CIUU y Partida Arancelaria	
Sección	D
Código CIUU	2429
Espec.	4
Descripción:	Fabricación de Carbón Activado
Partida Arancelaria	3802.10.00.00
NTP	NTP 311.331 1998

Elaboración propia

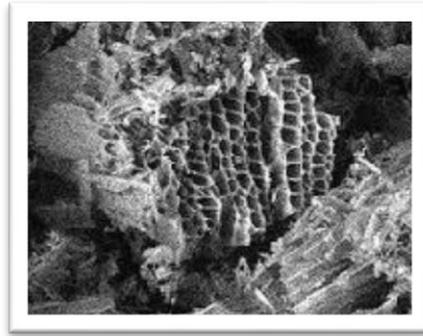
- **Usos y propiedades**

El carbón activado es un producto altamente requerido por múltiples industrias debido a su alto poder adsorbente y a su vez por su poder decolorante. La adsorción se puede definir como la captación de moléculas de fase gaseosa o líquida en la superficie de un sólido. Es usada en la purificación del agua, del aire, de gases, de aceites vegetales y tratamiento de aguas residuales, también en extracción de metales, en decoloración y en medicina con ciertos casos de intoxicación, flatulencia, etc.

En general, se prefiere como materia prima para la elaboración de este producto, las de reducido contenido de materia inorgánica y alta proporción de carbono, adecuado

comportamiento térmico. Se usan el análisis elemental y el análisis termo gravimétrico para calificar a la materia orgánica como apta para una buena producción de carbón activado.

Figura 2.3
Vista microscópica del carbón activado



Fuente: <http://www.carbotecnia.info> (2013)

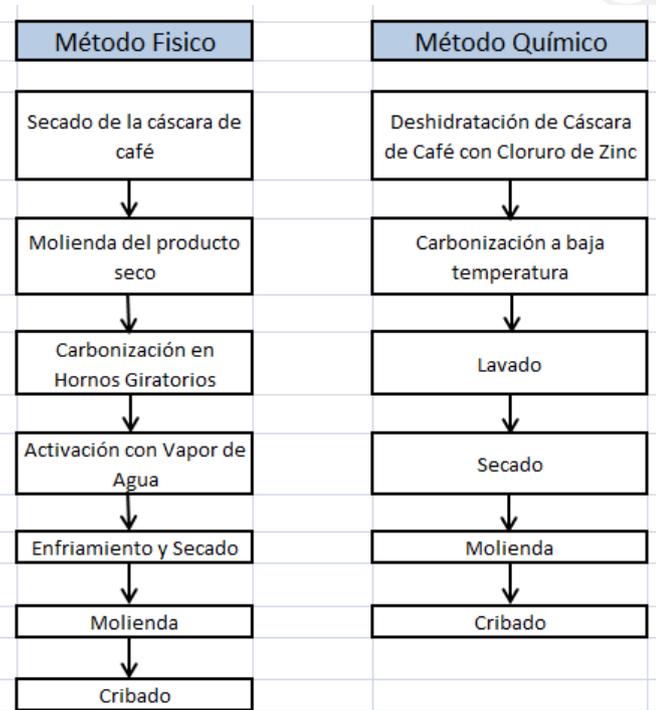
Tipos de Carbones Activados según su uso:

- Carbones activados en polvo: es usado para la decoloración o purificación de líquidos. Este incluye carbonos de colorantes empleados en la remoción de la materia colorante de soluciones y carbón medicinal.
- Carbones activados granulados: es empleado en la adsorción de gases. Este incluye carbonos activados crujidos y carbonos activados prensados. Es utilizado además en tratamiento de aguas.

A continuación se presentan los dos métodos de activación del carbón, los cuales se utilizarán en esta investigación. El rendimiento aproximado de la materia prima es de 97% (0,974kg de producto carbonizado por cada kg de cáscara de café), y luego de 31% (0,314kg de carbón activado por cada kg de producto carbonizado). Se podría considerar que el rendimiento total es de 0.3058 kg de carbón activo por cada kg de cáscara de café. Activando a altas

temperaturas (800°C) en presencia de vapor de agua se puede obtener un carbón hidrofílico, microporoso (diámetros < 0,7 nanómetros), apropiado para aplicaciones que involucran separación de gases; pero si se activa a menor temperatura (450°C) usando un agente químico, como ácido fosfórico o cloruro de zinc, se puede obtener un carbón hidrofílico de poros más anchos (con mesoporos > 2 nanómetros) apropiado para aplicaciones en fase líquida.

Figura 2.4
Diagrama de bloques simple para método térmico y químico



Elaboración propia

- **Bienes sustitutos y complementarios**

a) Bienes sustitutos:

A continuación se mencionarán los productos similares con poder adsorbente que existen en el mercado. Para empezar, está la zeolita, minerales aluminosilicatos microporosos. Luego existe también el gel de sílice que es la forma granular y porosa de dióxido de silicio

fabricado sintéticamente a partir de silicato sódico. Otro producto es la alúmina activada manufacturada a partir de hidróxido de aluminio para producir alto nivel de porosidad. Estos tres productos a pesar de su gran porosidad y características adsorbentes son usados con otros fines específicos por su afinidad con ciertos compuestos y por lo tanto utilizados en otras industrias. Es esta la razón por la cual, la amenaza de poder sustituir al carbón activado para la adsorción en las industrias objetivo para esta investigación es baja.

b) Bienes Complementarios:

Como bienes complementarios se podrían considerar los filtros y torres de adsorción utilizadas en la industria. Dichos filtros son hechos a base de una serie de platillos que contienen un lecho de carbón activado, el cual se va cambiando conforme se va saturando. El fenómeno de adsorción se da cuando por gravedad la solución fluye desde la parte superior del filtro y entra en contacto con los platillos que retienen las partículas.

Figura 2.5
Filtro de carbón activado



Fuente: <http://www.carbotecnia.info>

2.1.3. Determinación del área geográfica que abarcará el estudio

El estudio abarcará todo el territorio peruano debido a que el mercado objetivo son las grandes y medianas mineras que están distribuidas a lo largo de todo el país.

Por ejemplo la compañía minera Antamina S.A. ubicada en la Sierra Oriental de Áncash, distrito de San Marcos, aproximadamente a 200 km. de la ciudad de Huaraz y con una altitud promedio de 4.300 metros sobre el nivel del mar. Constituye una importante inversión cuantificada en aproximadamente 2.260 millones de dólares. Antamina es uno de los mayores productores de concentrados de cobre y zinc del Perú, junto con sus exportaciones de Plata y es una de las diez minas más grandes del mundo en términos de volumen de operaciones.

También se encuentra el yacimiento de Yanacocha que está situado a 48 km al norte de la ciudad de Cajamarca. Considerada la mayor mina aurífera de Sudamérica y la segunda más grande a nivel mundial, se sitúa a gran altura en la cordillera de los Andes, entre 3.400 y 4.120 metros sobre el nivel del mar. El yacimiento lo componen cinco minas a cielo abierto, cuatro plataformas de lixiviación y tres plantas de recuperación de oro. Se trata del yacimiento más importante de América Latina, pues en el 2005 se produjeron 3.333.088 onzas del preciado metal. Emplea a más de 10 mil trabajadores.

También se ha tenido en cuenta para el análisis de la determinación del área geográfica, la pequeña y micro minería en el Perú, también llamada minería artesanal. Muchas veces calificada de informal y desordenada, en esta industria trabajan cerca de 100 mil mineros y producen más de 250 millones de dólares al año. Estas pequeñas mineras dinamizan las

economías regionales, mayormente focalizadas en Madre de Dios, Puno, Arequipa, Ayacucho, Ica, Huancavelica, Lima, La Libertad y Piura. Dentro de las características de este tipo de minería puede considerar el uso intensivo de mano de obra, bajo uso de tecnología, procesamiento artesanal con mercurio, altos riesgos de contaminación, bajo margen de recuperación, sin planificación a largo plazo, pocos conocimientos industrializados del proceso. En febrero del año 2002, el gobierno del Perú dio la Ley 27651 de Formalización y Promoción de la Pequeña Minería y Minería Artesanal. Han pasado más de 10 años y aún no hay formalización, solo 57.000 de estos mineros están registrados. Aun así representan una parte importante del mercado al cual se apunta en el presente proyecto.

Por otro lado, un mercado interesante a penetrar sería el del tratamiento del agua. Como se puede apreciar a continuación, existen numerosas plantas y proyectos de tratamiento de aguas residuales en la ciudad de Lima, perfilándose como alternativa también para focalización del presente estudio en esta ciudad. Estos son algunos ejemplos de plantas de tratamiento de aguas, sin contar por supuesto La Atarjea, de Sedapal, también ubicada en la ciudad de Lima.

Tabla 2.2

Listado de principales plantas o ejecutores de proyectos de tratamiento de aguas residuales

Compañía	Ubicación
Dynaflux S.A.	La Molina – Lima
Aquaperu Tecnología S.A.C	San Miguel – Lima
Agua Sistema y Tecnología S.A.C	San Borja – Lima
Biorecover	Surco – Lima
Casaban S.A.C	Jesús María – Lima
Elmm Consultores S.A.C	Surco – Lima
Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Taboada	Callao - Lima
Tecamb S.A	San Isidro – Lima

Elaboración propia

También se tuvo en cuenta para la determinación del área geográfica que abarcará el estudio, el abastecimiento de la materia prima principal, la cáscara de café y su distribución dentro del territorio peruano. El café se produce mayormente en los valles interandinos y de la cordillera oriental de los Andes, en su encuentro con la selva peruana y es cultivado en 388 distritos del Perú por 150.000 productores que ocupan unas 330.000 hectáreas. El Perú ocupa el octavo puesto a nivel mundial en la producción de este producto.

Dentro de las principales zonas de producción se pueden contar las siguientes. La Zona norte que incluye aproximadamente el 43% de la producción, siendo las principales localizaciones Piura, Cajamarca, Amazonas y San Martín. La zona central que representa el 34% de la producción, incluye Junín, Pasco, Huánuco y Ucayali. Y la zona sur, cuenta con el 23% de la producción nacional aproximadamente y se encuentra en Apurímac, Ayacucho, Cusco y Puno.

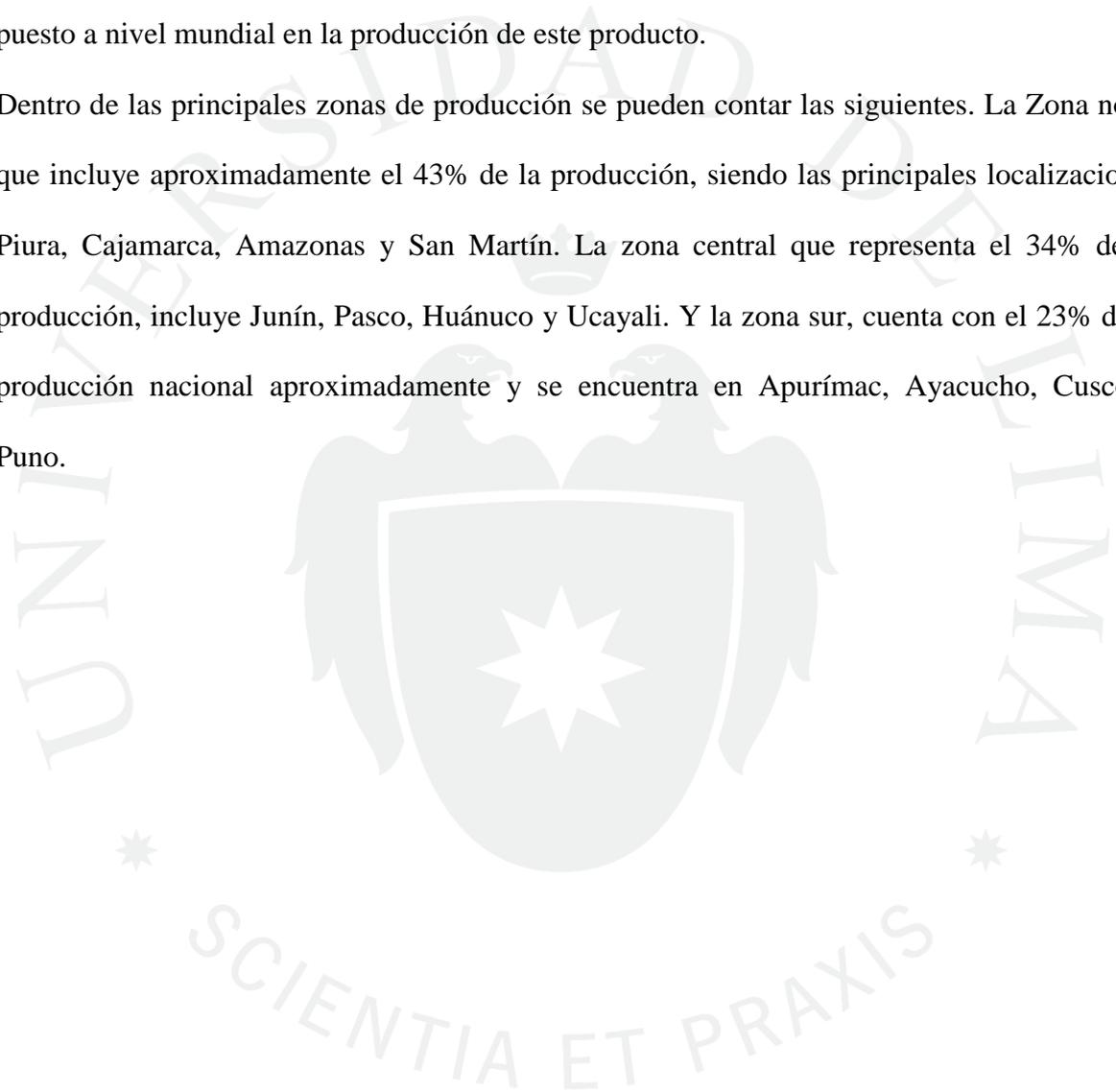
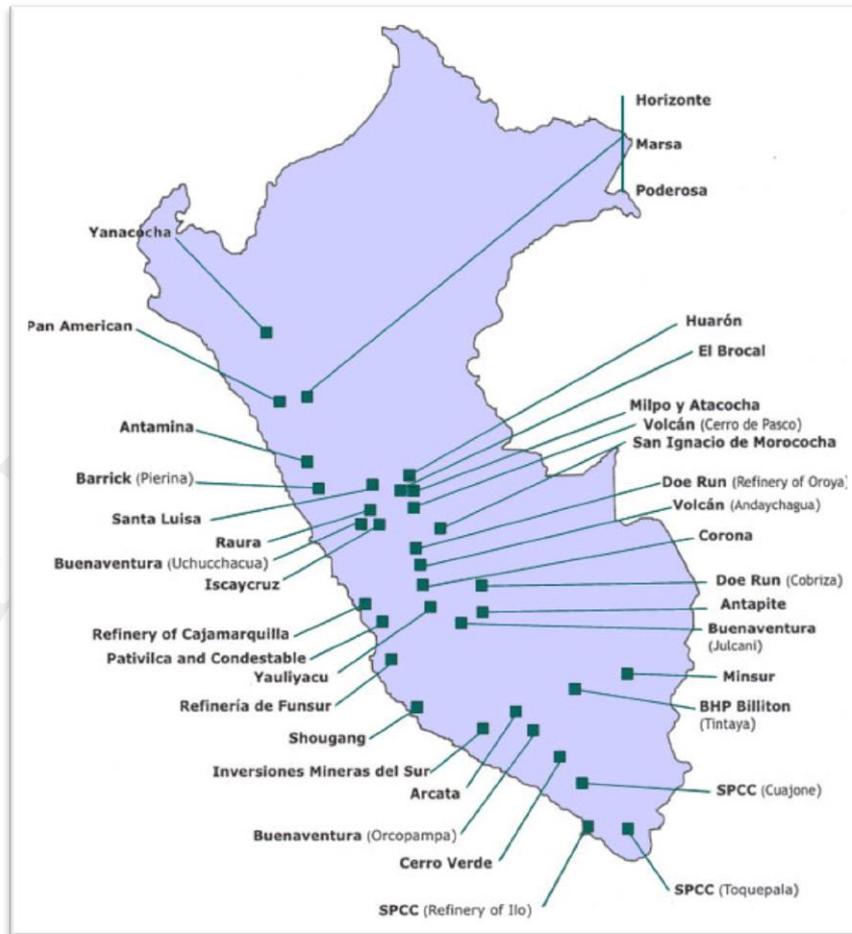


Figura 2.6
Principales centros mineros del Perú



Fuente: <http://www.fimunap.com>*

2.1.4 Determinación de la metodología que se empleará en la investigación de mercado

Para la realización de la investigación de mercado se ha empleado la siguiente metodología:

- Identificar el número de industrias potenciales que se atendería con el proyecto.
- Considerar como variable principal el refinamiento de oro y plata.
- Determinar los competidores potenciales a nivel nacional y los actuales a nivel local.
- Señalar el tipo de comercialización que se aplicará para la venta y distribución del producto.

La recopilación de información ha sido básicamente del registro de importaciones e información publicada por las instituciones del estado que tienen relevancia con el tipo de producto a elaborar.

2.2. Análisis de la demanda

2.2.1. Demanda histórica

A continuación se presentará la demanda histórica estimada mediante la demanda interna aparente, teniendo en cuenta la siguiente ecuación:

$$DIA = Producción + Importaciones - Exportaciones$$

- **Importaciones**

Tabla 2.3
Importaciones de carbón activado en el Perú

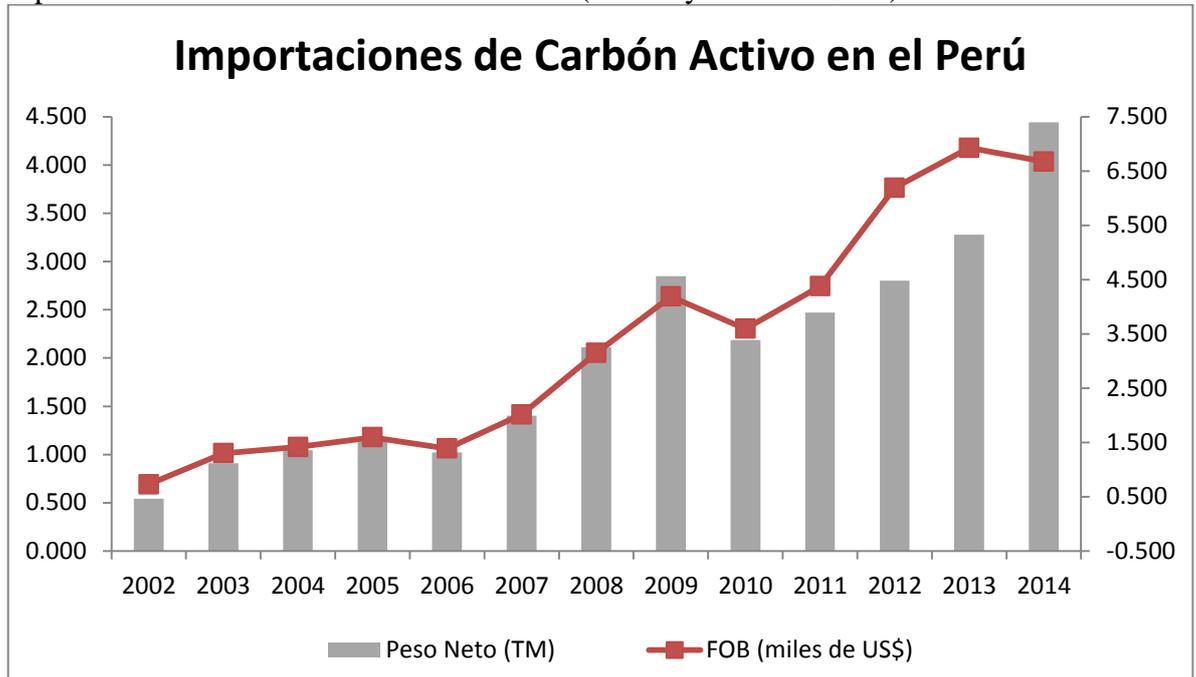
Importaciones De Carbón Activo en el Perú		
Año	Peso Neto (kg)	FOB (US\$)
2002	543.238	726.359
2003	908.625	1.300.021
2004	1.046.136	1.415.659
2005	1.155.861	1.593.812
2006	1.023.661	1.390.158
2007	1.402.028	2.016.535
2008	2.111.521	3.151.752
2009	2.846.585	4.187.873
2010	2.187.540	3.595.730
2011	2.471.722	4.376.671
2012	2.801.013	6.190.646
2013	3.276.924	6.926.485
2014	4.443.159	6.674.257

Fuente: Veritrade (2015)

Elaboración Propia

Figura 2.7

Importaciones de carbón activado en el Perú (en TM y miles de USD)



Fuente: Veritrade (2015)

Elaboración Propia

Se puede notar un fuerte crecimiento en las importaciones que viene dándose sostenidamente hace más de 10 años. El crecimiento promedio de los últimos años es de 20% y la proyección lineal para el cierre del 2015 proyecta un crecimiento del 71% vs el 2014 inclusive.

SCIENTIA ET PRAXIS

- **Exportaciones**

Los siguientes Tablas presentan las exportaciones en el Perú desde el año 2002 al 2014.

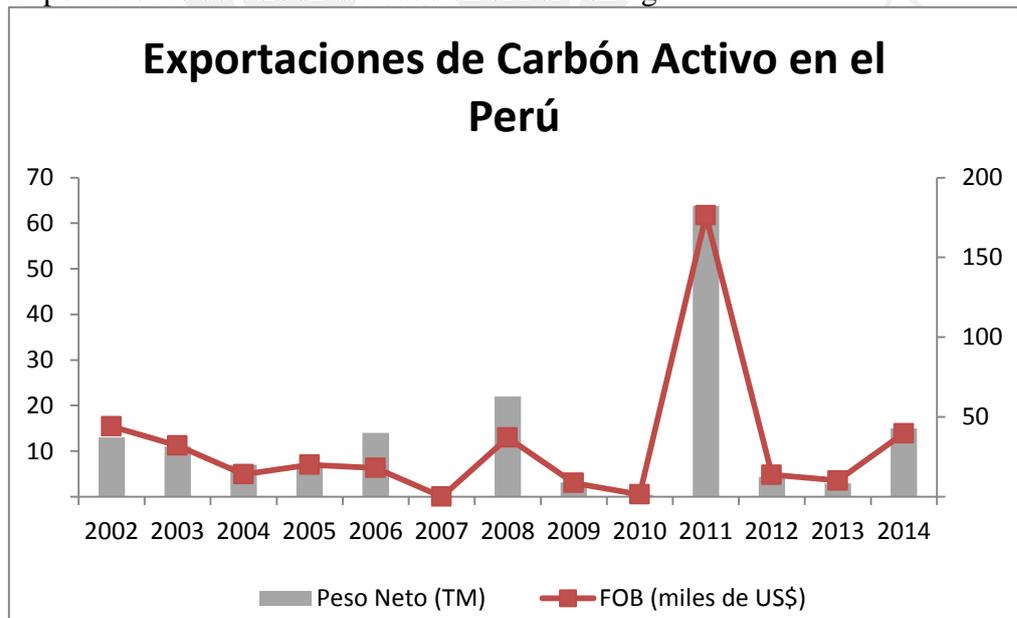
Tabla 2.4
Exportaciones de carbón activado en el Perú

Exportaciones De Carbón Activo en el Perú		
Año	Peso Neto (kg)	FOB (US\$)
2002	13.000	44.000
2003	11.000	32.000
2004	7.000	14.000
2005	7.000	20.000
2006	14.000	18.000
2007	-	0
2008	22.000	37.000
2009	3.121	8.541
2010	410	1.426
2011	63.835	176.359
2012	4.310	13.662
2013	2.950	10.071
2014	15.000	39.747

Fuente: Veritrade (2015)

Elaboración Propia

Figura 2.8
Exportaciones de carbón activado en el Perú en kg



Fuente: Veritrade (2015)

Elaboración propia

Como se puede apreciar para algunos años, como el 2007 o 2010, no hubo virtualmente ninguna exportación por parte del Perú de carbón activado, se confirmó esta información en dos bases de datos y con la partida arancelaria en la página web de la SUNAT.

Llama la atención que a pesar de que Perú no sea un país de carbón activo, se realicen exportaciones de éste material. Se investigó acerca del principal exportador de los últimos 15 años (más del 50% del volumen): Orica Chemicals. Se concluye que los motivos de la existencia de éstas exportaciones probablemente son: devoluciones de producto en mal estado, traslado a otras sucursales de la empresa fuera del país por prioridad de consumo y un sobre stock que por oportunidad, conviene la venta.

- **Producción**

Como se ha mencionado previamente, la producción de carbón activado en el Perú, hecho a partir de cualquier tipo de materia prima, sea vegetal o animal, se puede considerar prácticamente inexistente. Hubo en los años 80 una única empresa que incursionó en este rubro, llamada Rayón y Celanese Peruana, cuando las exportaciones se vieron afectadas, los directivos decidieron cerrar la fábrica. Analizando la situación y coyuntura económica y política de aquellos años en el Perú, no es sorpresa que muchas empresas hayan cesado sus actividades. En conclusión se reemplazará con 0 en la ecuación de la demanda interna aparente los datos correspondientes a producción.

- **Demanda interna aparente (DIA)**

Para el cálculo de la Demanda Interna Aparente, se utilizó la ecuación antes mencionada en el punto 2.2.1.

Tabla 2.5
Cálculo de Demanda Interna Aparente (DIA)

Año	Producción	Importaciones	Exportaciones	DIA (en kg)
2002	-	543.238	13.000	530.238
2003	-	908.625	11.000	897.625
2004	-	1.046.136	7.000	1.039.136
2005	-	1.155.861	7.000	1.148.861
2006	-	1.023.661	14.000	1.009.661
2007	-	1.402.028	-	1.402.028
2008	-	2.111.521	22.000	2.089.521
2009	-	2.846.585	3.121	2.843.464
2010	-	2.187.540	410	2.187.130
2011	-	2.471.722	63.835	2.407.886
2012	-	2.801.013	4.310	2.796.703
2013	-	3.276.924	2.950	3.273.974
2014	-	4.443.159	15.000	4.428.159

Elaboración propia

Se puede observar que el crecimiento promedio del periodo analizado es de 22%. Un incremental fuerte y constante año tras año. Es básicamente la misma tendencia reflejada en las importaciones, manifestando una creciente demanda a lo largo del tiempo.

2.2.2. Demanda potencial

- **Patrones de consumo**

Para tener una idea de los patrones de consumo de las diferentes industrias que utilizan el carbón activado para diferentes procesos de purificación y decoloración, se proporciona a continuación varios datos que fueron investigados con tal fin. Para el caso de los procesos de refinación de metales y tratamientos de agua se usan filtros en serie de entre 0,3 a 0,9 metros de altura de carbón activado.

La capacidad de un carbón activado para retener una sustancia determinada no sólo está dada por su área superficial, sino por la proporción de poros cuyo tamaño sea el adecuado, es decir, de una a cinco veces el diámetro de la molécula de dicha sustancia. Si se cumple ésta condición, la capacidad de un carbón activado puede ser de entre el 20% y el 60% de su propio peso, es decir, 1 kg de carbón retendrá entre 200 y 600 gramos del contaminante.

Un filtro de carbón activado debe ser reemplazado entre cada 2.800 y 3.750 litros de agua filtrada, si no existe el proceso de retro lavado (con el que el carbón activado va perdiendo aproximadamente el 10% de su eficiencia).

A continuación presentamos dos métodos matemáticos para determinar numéricamente los patrones de consumo.

El primero, son las isotermas de BET (Brunauer, Emmett y Teller) que parte de tres supuestos:

- Todos los centros de adsorción de la superficie son equivalentes
- La capacidad de adsorción de un centro no depende del grado de ocupación de los centros vecinos.
- Sobre cada centro pueden adsorberse multicapas, siendo el calor de adsorción para todas ellas equivalentes excepto para la primera.

$$\frac{P}{V(P_o - P)} = \frac{1}{V_m C} + \frac{(C-1)P}{V_m C P_o}$$

Dónde:

P_o = Presión de vapor de saturación

V_m = Capacidad de la monocapa

$$C = \text{Aproximadamente igual a } e^{\frac{-(\Delta H_{\text{ads}} - \Delta H_{\text{liq}})}{RT}}$$

El segundo método es la isoterma de adsorción de Freundlich o ecuación de Freundlich que es una curva que relaciona la concentración de un soluto en la superficie de un adsorbente, con la concentración del soluto en el líquido con la monocapa. Fue desarrollada por el matemático, físico y astrónomo alemán Erwin Finlay-Freundlich. Se expresa matemáticamente como:

$$x/m = Kp^{1/n} \quad \text{o} \quad x/m = Kc^{1/n}$$

Dónde:

x = masa de adsorbato

m = masa de adsorbente

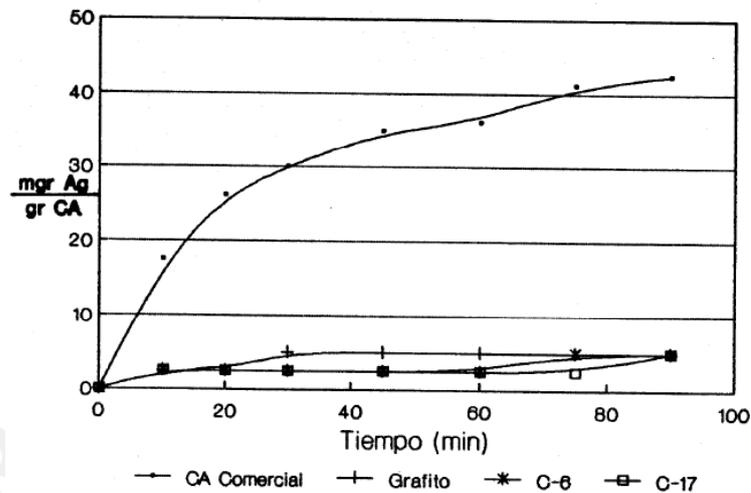
p = Presión de equilibrio del adsorbato.

c = concentración de equilibrio del adsorbato en disolución.

K y $1/n$ son constantes para un adsorbato y adsorbente dados, y para una temperatura particular.

Finalmente para este punto se presenta un ejemplo del tiempo de adsorción requerido para la plata, para poder hacerse una idea de los patrones de consumo para este producto.

Figura 2.9
Miligramos de plata adsorbido por gramo de carbón activado



Fuente: <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/906/Capitulo4.pdf>

- **Determinación de la demanda potencial**

Para la determinación de la demanda potencial se tendrá en cuenta el sector minero y su crecimiento en el Perú, ya que aproximadamente entre el 70% y el 80% del carbón activado importado es utilizado por la industria minera. Es por esto que se consideró como un factor importante para determinar aproximadamente la demanda potencial.

Para ver cómo es que se desarrolla el sector minero se ha elegido ciertos indicadores luego de investigar un poco las características de esta industria en el Perú. A nivel mundial, el Perú es el primer productor de plata y segundo en cobre. Asimismo, es el primer productor de oro, zinc, estaño y plomo y el segundo de molibdeno en América Latina. La Cordillera de los Andes es la columna vertebral de Perú y la principal fuente de depósitos minerales del mundo. Es por éstas razones que se determinará que la producción de oro y plata serían buenos puntos de partida para estimar el crecimiento de este sector y lo complementaremos con la producción de los principales metales de la industria.

Tabla 2.6
Producción peruana anual de onzas finas de oro

Producción Peruana de Onzas Finas de Oro						
Región	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Total	5.915.545	5.275.416	5.343.008	5.193.763	5.023.774	4.499.800
La Libertad	1.693.835	1.545.337	1.509.441	1.681.019	1.532.427	1.485.313
Cajamarca	2.202.232	1.661.133	1.640.666	1.775.659	1.464.350	1.416.672
Arequipa	546.472	561.922	559.473	533.507	442.547	449.469
Ayacucho	151.211	172.896	192.020	210.739	324.242	323.291
Madre de Dios	557.749	614.233	727.711	394.541	519.436	258.114
Puno	107.454	90.107	96.698	124.710	157.528	160.870
Moquegua	176.009	213.067	203.948	182.966	163.296	114.494
Tacna	3.064	3.012	2.800	2.364	119.625	108.489
Cusco	37.539	75.625	107.625	81.188	119.205	81.486
Pasco	69.334	45.067	48.397	34.531	29.091	33.059
Junín	33.932	33.240	33.647	0	0	23.593
Áncash	276.129	197.643	157.802	113.349	96.899	17.732
Lima	18.661	18.380	24.548	43.806	41.711	15.663
Ica	38	55	84	389	6.720	7.826

Fuente: MINAM (2015)

Elaboración propia

Tabla 2.7
Producción peruana anual de onzas finas de plata

Producción Peruana de Onzas Finas de Plata						
Región	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Total	126.117.545	117.043.257	109.918.569	111.911.741	118.214.007	121.458.899
Pasco	31.395.295	26.741.770	28.926.692	31.341.546	31.195.478	31.538.557
Junín	16.961.917	16.861.867	14.317.731	16.574.269	16.599.823	22.077.980
Áncash	20.193.618	19.746.775	16.177.491	17.072.383	20.969.715	16.886.785
Lima	8.179.921	8.401.987	9.905.209	7.904.695	8.263.763	10.393.218
Ayacucho	9.427.538	10.744.819	9.315.456	8.321.638	9.557.935	9.553.372
Arequipa	16.438.211	11.505.877	9.439.078	9.324.000	9.171.560	9.168.141
Huancavelica	5.325.396	5.899.485	6.734.539	6.297.150	6.382.009	5.687.858
Moquegua	4.599.057	4.572.491	3.740.577	3.642.790	3.748.568	3.812.580
Ica	1.811.141	2.123.588	2.206.187	2.424.710	3.325.568	3.237.991
La Libertad	2.603.431	2.455.585	2.161.445	2.264.828	2.361.269	2.207.504
Huánuco	1.296.031	1.734.622	1.563.617	1.663.907	1.888.952	2.088.413
Cajamarca	2.987.535	2.170.388	2.051.346	2.325.332	1.775.290	1.797.934
Tacna	1.787.371	1.801.401	1.707.360	1.689.572	1.431.266	1.491.700
Cusco	934.326	830.040	885.832	527.574	1.011.196	1.099.698
Puno	1.546.316	1.452.562	786.012	537.346	531.613	417.144
Apurímac	630.439					24

1 onza es equivalente a 28.35 g

Fuente: MINAM

Elaboración propia

Luego, se procede a proyectar para los siguientes años la producción de estos metales y relacionarla con el consumo de carbón activado.

Tabla 2.8
Producción peruana de principales metales

Producción Peruana de principales metales en tonelada métrica fina (TMF)						
Año	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Cobre	1.276.249	1.247.184	1.235.345	1.298.761	1.375.990	1.379.626
Zinc	1.512.931	1.470.450	1.256.383	1.281.282	1.351.049	1.318.660
Oro	168	150	151	147	142	128
Plata	3.575	3.318	3.116	3.173	3.351	3.443
Plomo	302.459	261.990	230.199	249.236	266.459	278.487
Hierro	4.489.469	6.139.327	7.123.113	6.791.492	6.787.549	7.307.673
Estaño	37.503	33.848	28.882	26.105	23.668	23.105
Molibdeno	12.297	16.963	19.141	16.790	18.140	17.018
Total (TMF)	7.634.651	9.173.229	9.896.330	9.666.987	9.826.348	10.328.140

Fuente: MINAM

Elaboración propia

Tabla 2.9
Variación del PBI minero

Año	2009	2010	2011	2012	2013	2014
PBI Minero	-1,41%	-4,79%	-3,17%	2,19%	2,17%	-2,11%

Fuente: MINAM

Elaboración propia

Haciendo una comparación entre el crecimiento de la producción de oro y plata en el Perú esperado y el consumo actual de carbón activado se podría llegar a una conclusión de relación entre los indicadores. El promedio de la variación de producción de onzas de oro y plata de los últimos 5 años es de -0.82% y el promedio de la variación del PBI minero de los últimos 5 años es de -1.14%. Nosotros asumiremos que la demanda disminuirá en 2% al año. Si se considera el patrón de consumo planteado anteriormente, al refinar 1 tonelada de los metales se utiliza aproximadamente 7% del peso en carbón activo. Asumiendo dicha variación en la

producción de oro y plata en los siguientes años, la demanda potencial del carbón activado para será de 708.510 toneladas (luego de la conversión respectiva).

Tabla 2.10
Proyección de demanda potencial

Proyección de demanda potencial (en TM)						
Año	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Demanda metales (TMF)	10.121.578	9.919.146	9.720.763	9.526.348	9.335.821	9.149.104
Demanda carbón activado	708.510	694.340	680.453	666.844	653.507	640.437

Fuente: MINAM
Elaboración propia

Se puede afirmar que el sector minero seguirá en crecimiento ya que de acuerdo al Ministerio de Energía y Minas la nueva cartera de inversiones en proyectos mineros, entre los años 2012 y 2018, asciende a 48.226 millones de dólares confirmados a Julio del 2012. El nuevo portafolio de proyectos abarca un total de 51 proyectos mineros en diversas fases de desarrollo. De todos ellos, 44 proyectos han confirmado sus inversiones por US\$ 48.226 millones y existen otros 7 proyectos por definir sus capitales, lo cual significa que la inversión total de la Cartera de Proyectos 2011-2018 superará fácilmente los 50 mil millones de dólares.

Los proyectos con mayor inversión son:

- Proyecto Conga: US\$ 4.800 millones (Cajamarca)
- Proyecto Las Bambas: US\$ 4.200 millones (Apurímac)
- Ampliación de Cerro Verde: US\$ 4.000 millones (Arequipa)
- Proyecto Quellaveco: US\$ 3.300 millones (Moquegua)
- Proyecto Pampa del Pongo: US\$ 3.280 millones (Arequipa)
- Proyecto Hierro Apurímac US\$ 2.300 millones (Apurímac)
- Proyecto Galeno, US\$ 2.500 millones (Cajamarca)

Luego se pueden clasificar también por país de origen:

- Canadá: 12 proyectos
- Perú 10 proyectos
- China 7 proyectos
- México 6 proyectos
- Australia 5 proyectos
- Brasil 3 proyectos
- Estados Unidos 3 proyectos
- Japón 3 proyectos
- Reino Unido 2 proyectos
- Suiza 2 proyectos
- Sudáfrica 1 proyecto

2.2.3. Proyección de la demanda y metodología del análisis

Usando las técnicas de regresión, se proyectó la Demanda Interna Aparente (DIA). Ya que ésta será la mejor estimación de la demanda de los próximos 5 años. Usando los datos históricos a partir del año 2002 hasta el 2014, se pudo determinar que el mejor tipo de regresión fue una de tipo exponencial con un coeficiente de correlación del 0.9598 y un R^2 del 92.13%. El coeficiente de correlación indica un estrecho grado de asociación entre las variables tiempo y DIA y el coeficiente de determinación alto, indica que el modelo usado es correcto y que el 92% de la variabilidad de la DIA se puede proyectar con la variabilidad del tiempo.

Tabla 2.11

Ecuación de regresión para la proyección de la DIA.

Regresión para la DIA	
Ecuación:	$y = 588566 * e^{(0.1519x)}$
Best Fit:	Exponencial
Coef Correlación (R):	0,9598
Coef Determinación (R2):	0,9213

Elaboración propia

Tabla 2.12

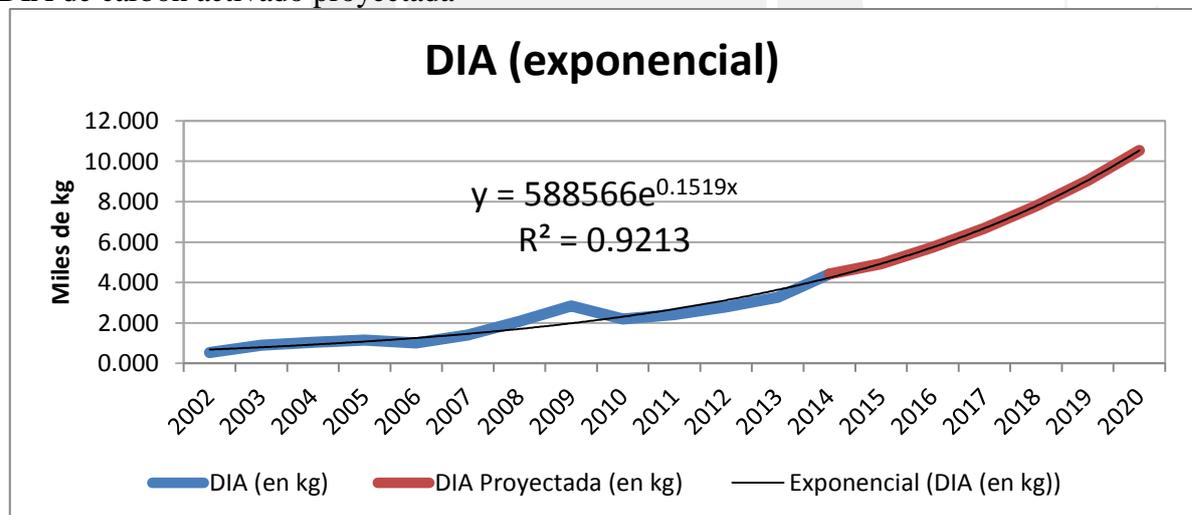
DIA proyectada desde el 2015 al 2020

Año	DIA Proyectada (en kg)
2015	4.932.822
2016	5.741.765
2017	6.683.370
2018	7.779.389
2019	9.055.148
2020	10.540.120

Elaboración propia

Figura 2.10

DIA de carbón activado proyectada



Elaboración propia

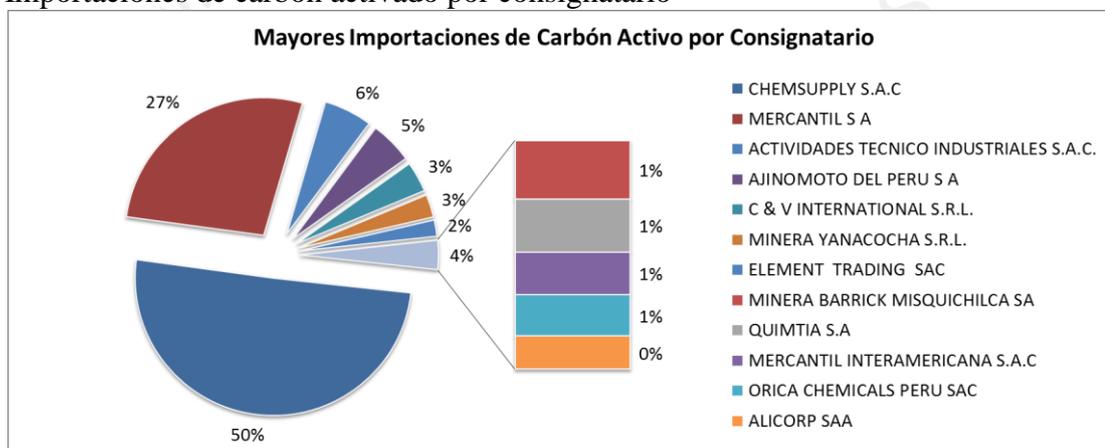
2.3. Análisis de la oferta

Seguidamente se procederá a analizar la oferta actual existente en el Perú de carbón activado. Al no existir producción local y todo ser importado, la competencia está completamente constituida por importadores, distribuidores y comercializadores, los cuales se analizarán a continuación.

2.3.1. Empresas productoras, importadoras y comercializadoras

Hace muchos años que el mercado para el carbón activado en el Perú está bastante concentrado. La empresa que importa y distribuye el 50% del producto es una sola, Chemsupply S.A.C, de la cual se hablará más adelante. Algunas de las empresas lo importan para comercializarlo y distribuirlo a diferentes industrias según sus propósitos, es el caso de Chemsupply S.A.C, Mercantil S.A., Orica Chemicals Peru S.A.C., Quimtia S.A., etc. Las demás son empresas que importan directamente el producto para su uso dentro de su proceso productivo, como es el caso de Ajinomoto del Perú S.A, Alicorp S.A.A, Minera Barrick Misquichilca S.A.

Figura 2.11
Importaciones de carbón activado por consignatario



Fuente: VeriTrade (2015)
Elaboración propia

2.3.2. Análisis de los competidores

A continuación se presentará el análisis de las 5 fuerzas competitivas del sector.

- Poder de Negociación de los Clientes:

Se considera que el poder de negociación de clientes es medio. Al ser los únicos productores nacionales y no incurrir en costos de importación, se podría ofrecer un producto barato y rápidamente accesible. A su vez, al presentar una opción ecológicamente amigable, por librarse de los residuos de la industria cafetera, en función a esto, se podría negociar el aumento de los aranceles para la importación y así tener una mayor ventaja competitiva y en conclusión, un alta influencia, neutralizando el poder de negociación de los clientes. Un evento que podría interferir y hacer que su poder de negociación no sea tan bajo, sería el nivel de fidelización que tiene cada cliente con su actual distribuidor y la opción de cada empresa de importar el producto ellas mismas, haciendo que la amenaza sea media. La estrategia sería quitarle participación de mercado a los importadores/distribuidores.

- Poder de Negociación de los Proveedores:

El principal insumo a considerar para este estudio es la cáscara de café. Siendo este un residuo de la industria cafetera, el poder de negociación de éstas es baja porque estaríamos librándolos de la merma de los procesos que tienen el café como insumo principal aprovechando la cáscara que no es un material muy cotizado en el mercado pero con gran potencial. A su vez, existen más de 160 mil familias cafetaleras en el Perú, con una producción aproximada de 7,5 millones de quintales anuales. Al ser tantos los productores y pocos los compradores de cáscara de café, su poder de negociación es bajo.

- Rivalidad entre los competidores:

Para este proyecto, la rivalidad entre competidores es considerada media. La ventaja competitiva que se tiene con respecto a los competidores que son los distribuidores/importadores son los bajos costos y facilidad de abastecimiento a tiempo, por lo cual se tendría cierta prioridad con respecto a la competencia. Pero también se podría considerar que la fidelización de cada cliente con su actual proveedor y la estrecha relación que tratan de mantener los últimos para evitar que otro proveedor les quite participación con sus clientes.

- Entrada de nuevos competidores:

Se considera que la posibilidad de entrada de nuevos competidores es alta, debido a que como no existe competencia nacional y al ser una tecnología de fácil acceso y uso, este producto se perfila como una interesante oportunidad para incursionar en el mercado. No existen barreras de entrada al mercado demasiado importantes, no se tiene dificultad para conseguir la maquinaria y los costos son relativamente bajos al ser equipos comunes y de tecnología no nueva. El conocimiento para el proceso también es de fácil acceso, no existen economías a escala ni restricciones dentro del marco legal.

- Amenaza de productos sustitutos:

A continuación se mencionarán los productos similares con poder adsorbente que existen en el mercado. Están la zeolita y el gel de sílice. Estos productos a pesar de su gran porosidad y características adsorbentes son usados con otros fines específicos por su afinidad con ciertos compuestos y por eso son utilizados en otras industrias. A pesar de que algunos de estos sustitutos podrían ser utilizados por el mercado meta, estos últimos eligen el carbón activado, por ser el producto especializado y de mayor eficiencia para

sus requerimientos. Es esta la razón por la cual, la amenaza de poder sustituir al carbón activado para la adsorción en las industrias objetivo para esta investigación es baja.

Seguidamente se presentan los datos de las empresas principales importadoras de carbón activado.

- Razón Social: CHEMSUPPLY S.A.C
- RUC: 20503076382
- Página Web: <http://www.chemsupply.com.pe>
- Fecha de Inicio de Actividades: 19 / Octubre / 2001
- Distrito / Ciudad: Villa el Salvador, Lima
- Empresa importadora / distribuidora de productos químicos.
- Razón Social: MERCANTIL S.A.
- RUC: 20100312736
- Página Web: <http://www.mercantil.com.pe>
- Fecha de Inicio de Actividades: 19 / Febrero / 1980
- Distrito / Ciudad: Santiago de Surco, Lima
- Empresa importadora / distribuidora de productos químicos para la industria minera y para tratamiento de agua y efluentes.
- Razón Social: AJINOMOTO DEL PERÚ S.A.
- RUC: 201000085063
- Página Web: <http://www.ajinomoto.com.pe>
- Fecha de Inicio de Actividades: 01 / Abril / 1968
- Distrito / Ciudad: La Victoria, Lima
- Empresa líder en la elaboración de sazónadores.

- Razón Social: ACTIVIDADES TÉCNICO INDUSTRIALES S.A.C.
- RUC: 20124193339
- Página Web: <http://www.atisasac.com>
- Fecha de Inicio de Actividades: 22 / Mayo / 1985
- Distrito / Ciudad: Lima
- Empresa especializada en la importación, almacenaje y distribución de productos químicos.
- Razón Social: QUIMTIA S.A.
- RUC: 20110200201
- Página Web: <http://www.innova.com.pe>
- Fecha de Inicio de Actividades: 01 / Noviembre / 1992
- Distrito / Ciudad: San Isidro, Lima
- Compañía de Productos Químicos.
- Razón Social: C & V INTERNATIONAL S.R.L
- RUC: 20507189726
- Página Web: <http://www.cvinternational.com.pe>
- Fecha de Inicio de Actividades: 17 / Junio / 2005
- Distrito / Ciudad: San Martín de Porres, Lima
- Compañía productora, importadora y comercializadora de productos químicos para minería y la industria.
- Razón Social: ORICA CHEMICALS PERÚ S.A.C
- RUC: 20291398902
- Página Web: <http://www.oricachemicals.com>
- Fecha de Inicio de Actividades: 24 / Agosto / 1995

- Distrito / Ciudad: San Isidro, Lima
- Compañía importadora y comercializadora de productos químicos.
- Razón Social: ALICORP SAA
- RUC: 20100055237
- Página Web: <http://www.alicorp.com.pe>
- Fecha de Inicio de Actividades: 16 / Julio / 1956
- Distrito / Ciudad: Callao
- Compañía elaboradora de aceites y grasas, entre otros.

2.4. Demanda para el proyecto

2.4.1. Segmentación del mercado

El carbón activado es un bien de consumo intermedio y no de consumo final. Lo cual significa que no son consumidos directamente por sus compradores sino usados indirectamente en uno o varios procesos productivos. Es por este motivo que no se puede usar una segmentación ni demográfica ni psicográfica. Por el contrario se usarán las segmentaciones geográficas y por industria.

De acuerdo a la segmentación geográfica, podemos dividir al Perú en las siguientes zonas:

- Costa y Sierra Norte: Aquí se pueden encontrar las minas de Yanacocha, Pan American, Horizonte, Marsa y Poderosa.
- Costa y Sierra Central: Pertenecen las minas de Antamina, Pierina (Barrick), Santa Luisa, Huarón, El Brocal, Milpo, Atachocha, Volcan, San Ignacio de Morococha, La Oroya, Corona, Cobriza, Antapite, etc.

- Lima y Callao: Donde se encuentran la mayoría de plantas de tratamiento de aguas, efluentes y aguas residuales. Aquí también se encuentra prácticamente toda la competencia e importadores. También las minas Raura, Buenaventura, Iscaycruz, Cajamarquilla, Pativilca, etc.
- Costa y Sierra Sur: Pertenecen las minas de Minsur, Tintaya, Cuajone, Arcata, Inversiones Mineras del Sur, Shougang, Funsur, Yauliyacu, Orcopampa, Cerro Verde, Toquepala e Ilo, por mencionar algunas.

De acuerdo a una segmentación por industria se podría clasificar a nuestro mercado en:

- Mineras: Como Buenaventura, Volcan, Pierina, Yanacocha, Antamina, etc. Se usa el carbón activado para la refinación de metales como el oro y la plata, por ejemplo.
- Tratamiento de Aguas: Como Sedapal en la Atarjea.
- Tratamiento de Aguas Residuales: Como Dynaflux o Biorecover, se usa en filtros para la purificación del agua, remoción del cloro, olores, etc.
- Decoloración y Tratamiento de Líquidos: Como agua, vinos, licores, aceites etc. Como por ejemplo en Alicorp SAA.
- Tratamiento de Gases: Tecnogas, Messer, Tecxom, etc.
- Tratamiento de Glutamato Monosódico: Como en Ajinomoto del Perú.
- Farmacéutico: Tratamiento para envenenamiento.

2.4.2. Selección del mercado meta

Se elegirán los mercados de mayor tamaño, en proporción y en uso del carbón activado, para que brinde mayores eficiencias y retornos de la inversión principalmente durante la fase inicial del proyecto.

El mercado meta consistirá en todas las zonas geográficas mencionadas en el punto 2.4.1. haciendo especial énfasis en Lima y la Sierra Norte, Central y Sur. Teniendo en cuenta la segmentación por industria, se eligió el sector minero como el principal mercado meta de nuestro proyecto.

2.4.3. Determinación de la demanda para el proyecto

Para determinar la demanda del proyecto se tiene que elegir un porcentaje de la demanda interna aparente en base a algún criterio o factor limitante. Este estudio se perfila a ser el único productor local de este producto, lo cual implica que se tendrá que ir ganando mercado aplicando estrategias de diferenciación y distribución adecuada.

Usando la segmentación por industria se recopiló la información acerca de la participación del mercado de cada una de éstas industrias. La del sector minero varía entre el 70 y 85% de participación en el total de importaciones de carbón activado. Tomando valores medios se llegó a la conclusión de que para esta segmentación se estaría trabajando con aproximadamente el 77,5% del total de la demanda de mercado.

Sobre este porcentaje, no se puede esperar acapararlo en su totalidad, por eso se tomó como referencia, empresas importadoras – distribuidoras para las mineras y el porcentaje de importaciones que representaban. Una fue C & V Internacional S.R.L. que al comenzar a importar carbón activado acaparó el 4% del mercado y fue creciendo aproximadamente 1% anual. La otra fue Quimtia S.A. que al comenzar la importación del producto lo hizo en una proporción al 6%, incrementando en casi 1% cada año.

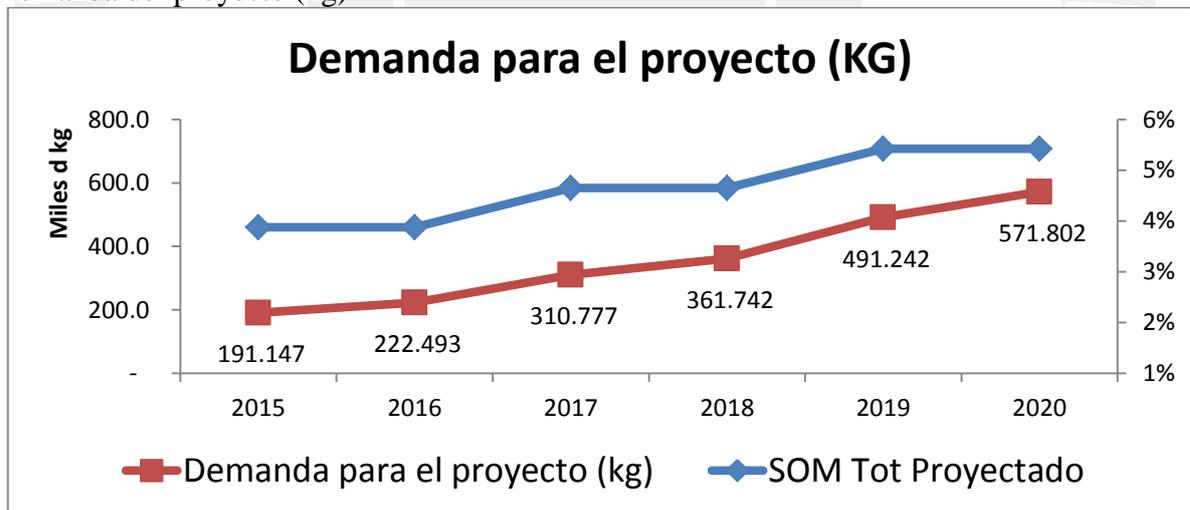
Finalmente, se decidió que en el primer año se acapararía el valor medio con el que comenzaron éstas empresas, un 5% e ir incrementando este valor en 1% cada dos años para adoptar una posición un poco más conservadora y factible.

Tabla 2.13
Cálculo de la demanda para el proyecto

Año	DIA (KG)	Demanda para el proyecto (kg)
2015	4.932.822	191.147
2016	5.741.765	222.493
2017	6.683.370	310.777
2018	7.779.389	361.742
2019	9.055.148	491.242
2020	10.540.120	571.802

Elaboración propia

Figura 2.12
Demanda del proyecto (kg)



Elaboración propia

Tabla 2.13.
Demandas al año 2020

DEMANDA AL AÑO 2020 (KG)		
DEMANDA INTERNA APARENTE	DEMANDA POTENCIAL	DEMANDA DEL PROYECTO
10.540.120	640.437.431	571.802

Elaboración propia

2.5. Comercialización

El producto a comercializar en este mercado deberá competir con el producto importado. Se deberá tener en cuenta cuándo, a quién y cómo se ofrecerá el producto. Siendo la principal ventaja, su valor agregado visto desde el punto de vista social/medio ambiental.

2.5.1. Políticas de comercialización y distribución

Dado el sistema B2B (business to business) la visita personal a las fábricas e industrias clientes deberá ser permanente e indispensable. Las muestras y el contacto inicial se harán de manera gratuita en las instalaciones del cliente para incentivar la compra.

Para el contacto inicial, se mostrará una propuesta del catálogo para que puedan ver las características de los productos que se ofrecen y cuál es el tipo de carbón activado que más les conviene para su industria. Después de eso se procede a enviar una muestra para su evaluación en el laboratorio. Luego, se venderá una cantidad comercial para prueba piloto en planta y finalmente se hará llegar la propuesta final de abastecimiento, en otras palabras, la cotización.

2.5.2. Publicidad y promoción

El producto será promovido a través de la venta personal y contactos de primera mano. Se buscará la publicidad de nuestro producto haciendo énfasis en que es el único producido localmente y que se está fomentando el crecimiento del mercado interno.

A parte de esto se dispondrá de una página web interactiva a través de la cual se ofrezca un fácil contacto y amplia información acerca del producto y la forma de adquirirlo. La empresa

también aparecerá en las páginas amarillas. Se hará también publicidad en revistas técnicas relacionadas.

Con esto se espera dar a conocer el producto a los clientes, incrementar las ventas, atraer nuevos clientes, posicionar la marca, etc.

Dentro del mensaje que se quiere transmitir es el de máxima calidad a buenos precios de producto hecho en el Perú, por peruanos.

Con respecto a promociones, enfocándose en las ventas, se enviarán muestras y se realizarán descuentos a clientes por comprar grandes volúmenes o por fidelización con la empresa.

2.5.3. Análisis de precios

A continuación se realizará el análisis de los precios del carbón activado, tomando en cuenta la información de las importaciones y el FOB.

- **Tendencia histórica de los precios**

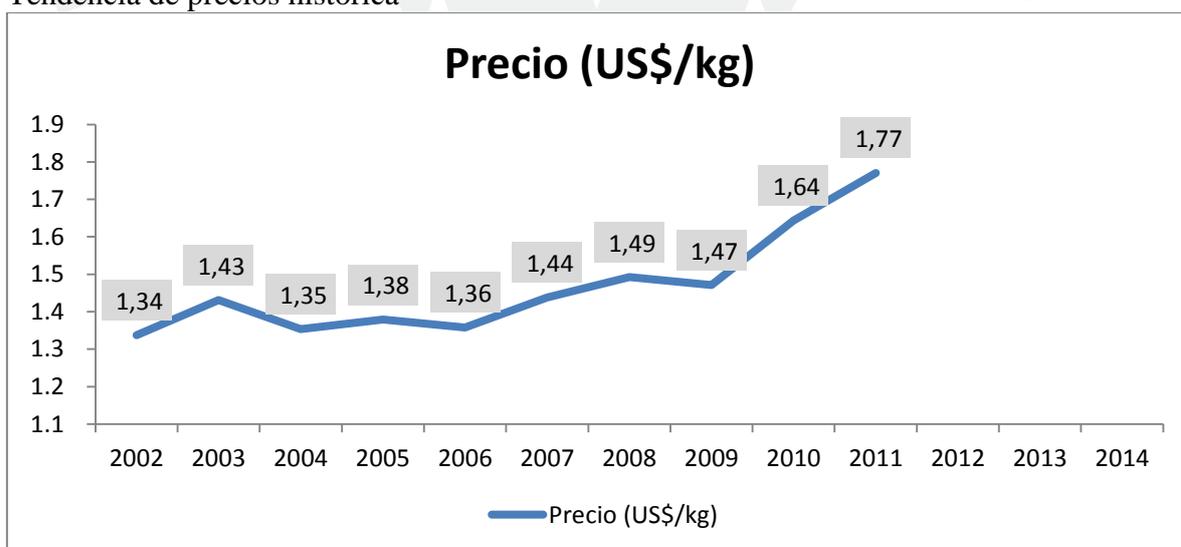
La tendencia histórica de los precios se muestra en la tabla siguiente:

Tabla 2.14
Tendencia histórica de los precios

Tendencia Histórica de Precios	
Año	Precio (US\$/kg)
2002	1,337
2003	1,431
2004	1,353
2005	1,379
2006	1,358
2007	1,438
2008	1,493
2009	1,471
2010	1,644
2011	1,771
2012	2,210
2013	2,114
2014	1,502

Fuente: Datatrade (2015)
Elaboración propia

Figura 2.13
Tendencia de precios histórica



Fuente: Datatrade (2015)
Elaboración propia

Como se puede apreciar, el precio por kilogramo de carbón activado tiene una tendencia a crecer rápidamente. Comenzando en 1,33 US\$ / kg en el año 2002 y con un pico sorprendente de 2,21 US\$ / kg en el año 2012.

- **Precios actuales**

Actualmente el precio se encuentra rodeando los 1,46 US\$/kg pero se hizo una proyección usando la regresión para obtener una muestra de probables precios para los próximos años.

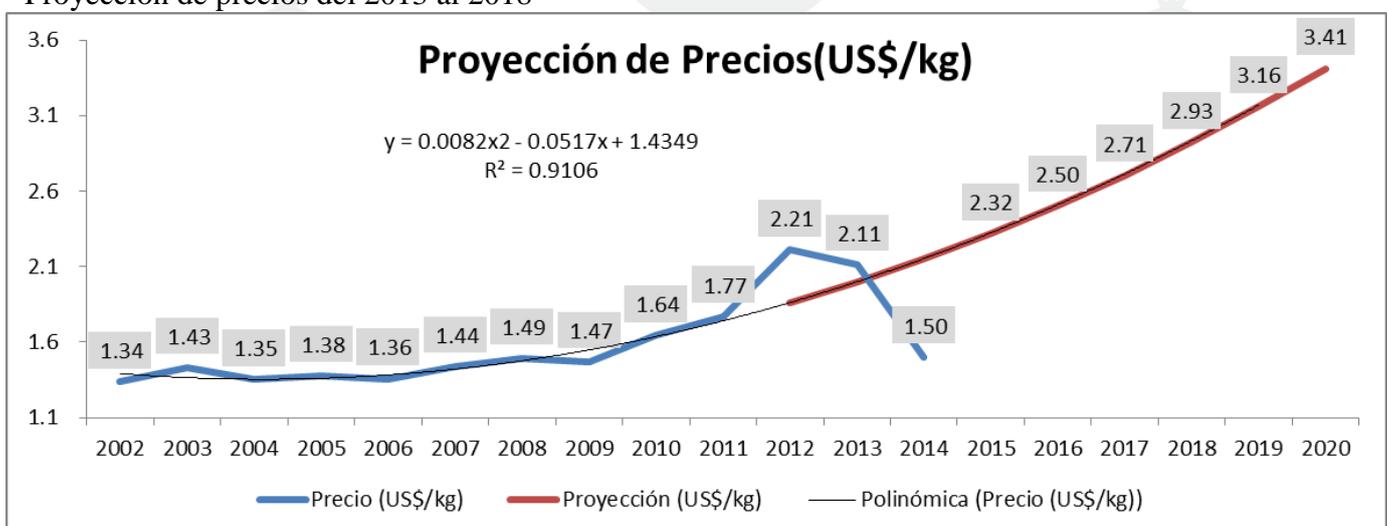
Para esto, se debieron retirar los dos precios “outliers” que distorsionaban la regresión. Se especula que ésta variación de precios se dio por la inestabilidad del mercado mundial, pero que por la tendencia en el caso del carbón activo, está en proceso a recuperar la plataforma anterior.

Tabla 2.15
Ecuación de regresión para proyección de precios

Regresión para Precios	
Ecuación:	$y = 0.0082x^2 - 0.0517x + 1.4349$
Best Fit:	Polinómica de grado 2
Coef Correlación (R):	0,9543
Coef Determinación (R2):	0,9106

Elaboración propia

Figura 2.14
Proyección de precios del 2013 al 2018



Elaboración propia

2.6. Disponibilidad de insumos

El principal insumo a ser analizado en esta parte del estudio es la cáscara de café. En primer lugar se eligió porque ofrece un rendimiento al ser carbonizado y activado superior al de bastantes materias primas y segundo, al ser el café el producto que junto con los espárragos representan el 50% de las exportaciones agrícolas peruanas, se necesita un método para eliminar los desperdicios de esta industria que en gran mayoría son las cáscaras. Éstas son acusadas de contaminar ríos y lagos perjudicando la flora y fauna de muchos ecosistemas, aparte de ser costosa de eliminar. Es por estas razones que la cáscara de café se perfiló a ser una materia prima de óptimas características para la presente investigación.

2.6.1. Características principales de la materia prima

Para comenzar se dará una breve explicación acerca del grano de café. Los cafetos son un género de diez especies de plantas de la familia de las rubiáceas, nativas del sur de Asia y el África subtropical. Se cultivan extensamente por sus semillas que se emplean, molidas y tostadas, para la elaboración del café, una bebida estimulante. La popularidad de éste hace que la importancia económica del cafeto sea extraordinaria, siendo uno de los productos vegetales más importantes del mercado global.

Figura 2.15
Flores del cafeto



Fuente: <http://www.cafenube.blogspot.com>

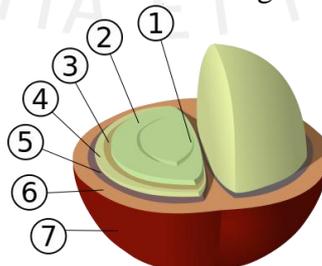
Se trata de un arbusto pequeño que puede alcanzar los 10 metros en estado silvestre y en los cultivos se mantiene en tamaño más reducido, alrededor de 3 metros. Las hojas son elípticas, oscuras y coriáceas (opuestas y con vértices). Florece a partir del tercer o cuarto año de crecimiento, produciendo inflorescencias fragantes, de color blanco o rosáceo. Algunas especies, como las arábigas, son capaces de auto-fertilización.. El fruto es una drupa (semilla envuelta), que se desarrolla en unas 15 semanas a partir de la floración.

Figura 2.16
Frutos del cafeto



Fuente: <http://www.cafenube.blogspot.com>

Figura 2.17
Estructura interna de un grano de café



Fuente: www.bedri.es

Seguidamente, se determinará que parte del grano del café es considerado cascara o cascarilla. En la figura 2.17 se pueden apreciar varias partes diferenciadas por números que se explican a continuación.

1. Corte Central
2. Grano de Café más conocido como endospermo
3. Piel Plateada también llamado tegumento
4. Pergamino o Endocarpio
5. Capa de Pectina
6. Pulpa o Mesocarpio
7. Piel Exterior o Epicarpio

Figura 2.18
Fotografía de la cereza del café



Fuente: www.infusionistas.com

Se consideran como cáscara las partes 6 y 7 y muchas veces llevan consigo parte del 5. En otras palabras el epicarpio y la pulpa con lo que se haya quedado pegado de pectina. Esta parte representa aproximadamente el 17% en peso del total del fruto. Cada grano de café tiene un peso aproximado de 0,25 gramos, de lo cual se puede calcular el peso de la cáscara por grano de café que es de 0,0425 gramos aproximadamente.

Tabla 2.16
Composición de la cascarilla de café

Composición	Porcentaje
Humedad	12,00%
Grasa	1,00%
Cafeína	0,80%
Celulosa	34,20%
Sustancias Nitrogenadas	14,50%
Pentosanas	36,00%
Cenizas	1,00%
Total	100%

Fuente: <http://es.scribd.com/doc/56062707/Cascarilla-de-Cafe>
Elaboración propia

Tabla 2.17
Composición elemental de la cascarilla de café

Elemento	Porcentaje
Carbono	96,92%
Hidrógeno	0,60%
Nitrógeno	0,18%
Carbono en cenizas	0,22%
Óxidos	1,89%
Oxígeno	0,19%
Total	100,00%

Fuente: <http://es.scribd.com/doc/56062707/Cascarilla-de-Cafe>
Elaboración propia

Considerada por lo general un producto de desecho, es utilizado a veces en compost y se analiza la posibilidad de que sirva como combustible. Según la junta nacional de cafetaleros se pronostica que para el año 2013 se registre una producción de 5.8 millones de quintales y que el crecimiento anual sea de 7.5% aproximadamente. Gracias a esta información se pudieron realizar los cálculos del siguiente punto.

2.6.2. Potencialidad del recurso en la zona de influencia del proyecto

Teniendo en cuenta la producción que se alcanzará en nuestro país pronosticada por la Junta Nacional de Cafetaleros, la conversión de quintales a kilogramos, el hecho de que

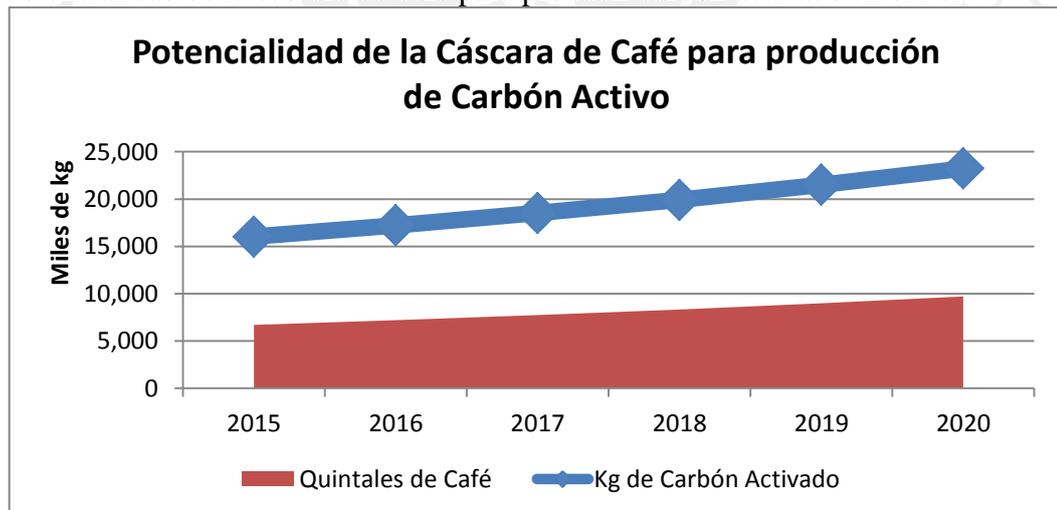
aproximadamente 17% del peso total del grano de café sea cáscara, que de cada kilogramo de cáscara de café se obtenga 0,974 kilogramos de producto carbonizado y de que de cada kilogramo de este último se obtenga 0,314 kilogramos de carbón activado, se puede analizar que la potencialidad del recurso de la materia prima de la cáscara de café en el Perú es como se puede apreciar en el Tabla 2.16.

Tabla 2.18
Potencialidad de la cáscara de café para producir carbón activado en el Perú

Año	Quintales	Kg de Café	Kg de Cáscara de Café	Kg de Producto Carbonizado	Kg de Carbón Activado
2015	6.702.625	308.320.750	52.414.528	51.051.750	16.030.249
2016	7.205.322	331.444.806	56.345.617	54.880.631	17.232.518
2017	7.745.721	356.303.167	60.571.538	58.996.678	18.524.957
2018	8.326.650	383.025.904	65.114.404	63.421.429	19.914.329
2019	8.992.782	413.667.977	70.323.556	68.495.144	21.507.475
2020	9.712.205	446.761.415	75.949.440	73.974.755	23.228.073

Fuente: <http://juntadelcafe.org.pe/>
Elaboración propia

Figura 2.19
Potencialidad de la cáscara de café para producir carbón activado en el Perú



Fuente: <http://juntadelcafe.org.pe/>
Elaboración propia

2.6.3. Costos de la materia prima

Al ser un producto de desecho de la industria cafetalera. El costo de la materia prima es relativamente bajo. Se está considerando \$0,010 por kilogramo de cascarilla de café, incluyendo costos de recopilación. Es el mismo costo que se le ofrece a la industria de nutrición animal al comprar el mismo producto o similares.

CAPÍTULO III: LOCALIZACIÓN DE PLANTA

3.1. Análisis de los Factores de Localización

A continuación se presentan los factores que se consideraron importantes para determinar la localización de la planta. A su vez se incluye el orden jerárquico teniendo en cuenta la importancia de cada factor con respecto al proyecto planteado. No se han considerado los factores de: Clima y Suministro de energía eléctrica debido a que no afectan el proyecto. El suministro de energía eléctrica no es un factor determinante ya que en los departamentos que haremos el análisis (y en general en el país) hay un buen abastecimiento de energía eléctrica. En cuanto al clima, no afecta de ninguna manera tanto el proceso productivo, el trabajo en la planta, la distribución, etc. En cuanto al factor del transporte, se omitió también puesto a que se confirmó que las rutas necesarias para el proyecto están asfaltadas por lo que no afecta la logística en el proyecto. En los anexos podemos observar los mapas viales y de redes eléctricas en el país. Estos son los factores que definirán la localización:

CM: Cercanía al mercado

MP: Disponibilidad de materia prima

MO: Disponibilidad de mano de obra

AA: Abastecimiento de agua potable

DT: Disponibilidad de terreno

FC: Facilidades comunales

CM: Este factor hace referencia a la cercanía de la planta a los lugares donde se ubica o está concentrada la demanda del producto propuesto. En este caso, siendo el mercado meta, la industria minera, se determinó la localización del mercado en la sierra del Perú, focalizada en los centros mineros.

MP: La disponibilidad de materia prima se refiere a la facilidad con la que se puede obtener los insumos necesarios para la producción en esa localización.

MO: Se refiere a la facilidad con la que se puede contratar personal calificado y apto para las funciones que se requieren dentro de la planta.

AA: Factor que toma en cuenta el suministro y costo del agua potable necesaria para operar toda la planta, considerando los servicios higiénicos y los procesos que necesiten de este recurso.

DT: Este factor indica la capacidad para alquilar o comprar terrenos aptos para la instalación y funcionamiento de la planta en cuestión.

FC: Hace alusión a los servicios básicos con los que cuenta la zona para mantener a los empleados en condiciones de vida favorables para su desarrollo.

La cercanía al mercado es el factor más importante junto con la disponibilidad de materia prima ya que hará más sencilla toda la logística del proyecto. Esto es importante para ahorrar costos logísticos y facilitar tanto el suministro de la materia prima como la distribución del producto. El factor de mano de obra será menos importante que la materia prima y la cercanía al mercado pero más importante que el abastecimiento de agua. El abastecimiento de agua se ha considerado más importante que la disponibilidad de terrenos y que las facilidades comunales. La disponibilidad de terrenos y las facilidades comunales se han considerado igual de importantes.

Tabla 3.1

Tabla de enfrentamiento de factores

	CM	MP	MO	AA	DT	FC	CONTEO	PONDERACIÓN
CM		1	1	1	1	1	5	29,41%
MP	1		1	1	1	1	5	29,1%
MO	0	0		1	1	1	3	17,65%
AA	0	0	0		1	1	2	11,76%
DT	0	0	0	0		1	1	5,88%
FC	0	0	0	0	1		1	5,88%
							17	100,00%

Elaboración propia

3.2. Posibles ubicaciones de acuerdo a factores predominantes

Para la evaluación y selección de la localización de la planta, se hará un análisis mediante el método de ranking de factores. Primero se evaluará a nivel de macro-localización y luego se definirá a nivel de micro-localización el lugar específico del proyecto.

Para la macro-localización hemos definido tres localizaciones que se consideraron como las más adecuadas en base a los factores ya definidos. Estos tres departamentos son los de: Lima, Lambayeque y Ancash.

Lima: La capital en un país muy centralizado. Es por esta razón que se considera que posee mucha ventaja en lo que respecta a abastecimiento de recursos y tecnología. Está cerca de varias de las entidades del estado con las cuales en algún momento del proyecto se tendrá que interactuar. Por otro lado a pesar de que los recursos sean de mayores costos se puede afirmar que por lo general son de mayor calidad. Lima, al ser un departamento costero, no está relativamente cerca al mercado objetivo.

Lambayeque: Se ubica en el noreste del país y tiene la industria minera muy desarrollada. Es parte de la costa peruana por lo que dispone de acceso al mar. Su ubicación es privilegiada debido a su cercanía con la materia prima y el mercado. Tiene rutas habilitadas que facilita el transporte y es un departamento bastante desarrollado. Es el segundo departamento más pequeño de la república. Su capital es Chiclayo.

Ancash: Este departamento se ubica en la zona central del occidente del país y su principal actividad es la minera. Su capital es Huaraz mientras que la ciudad más poblada y desarrollada es la de Chimbote. Cuenta con un rico patrimonio histórico y natural. El departamento es la quinta economía del país por aportar valor agregado bruto nacional un 3,5%.

3.3. Evaluación y selección de localización

3.3.1. Evaluación y selección de macro localización

Para la elaboración de la tabla de enfrentamiento se calificarán los departamentos en cada factor de la siguiente manera:

Puntajes:

Excelente 8

Muy Bueno 6

Bueno 4

Regular 2

Deficiente 0

Cercanía al mercado: Debido a que el mercado de minería metálica esta esparcido a lo largo de la sierra del país, esta variable se comparará en base a el terreno destinado a la minería por departamento. Podemos ver que Ancash y Lima tienen una gran ventaja pero no olvidemos que Lambayeque está muy cerca de Cajamarca, departamento que tiene más de 1.200.000 Ha destinadas a la minería

Tabla 3.2
Porcentaje de extensión territorial destinado a minería.

	Ancash (Ha)	Lima (Ha)	Lambayeque (Ha)
Extensión Territorial	3.582.557	3.480.159	1.423.130
Concesiones Mineras	1.447.907	1.302.693	248.952
Total (%)	40,42%	37,43%	17,49%

Fuente: Ministerio de Energía y Minas (2013)

Elaboración propia

Se calificó a Lima con puntaje 8, a Ancash con 6 y a Lambayeque con 4, teniendo en cuenta lo analizado líneas arriba.

Cercanía de materia prima: En base a la cercanía a los productores de café podemos definir que departamentos tienen un abastecimiento asegurado y veloz de este insumo. Para evaluar este valor hemos definido tres zonas principales cafeteras. La zona norte del país (Cajamarca, San Martín y Amazonas) que tienen el 43% de la producción de café; la zona central (Junín, Pasco y Huánuco) con el 34%; y por último la zona sur (Cuzco, Apurímac, Ayacucho y Puno) con el 23%. Lambayeque está muy cerca del centro-norte del país, Ancash está entre la sierra central y la sierra norte y Lima está muy cerca de la sierra-central.

Tabla 3.3
Producción anual de café en toneladas por departamento

Departamento	Café (t)	%
Junín	86.519	26%
Cajamarca	65.051	20%
San Martín	63.757	19%
Cuzco	53.548	16%
Amazonas	35.528	11%
Pasco	7.847	2%
Puno	6.452	2%
Ayacucho	4.373	1%
Ucayali	2.963	1%
Huánuco	2.343	1%
Piura	2.248	1%
Lambayeque	509	0%
La Libertad	297	0%
Loreto	84	0%
Madre de Dios	20	0%
Huancavelica	7	0%
Ancash	--	0%
Lima	--	0%

Fuente: http://frenteweb.minag.gob.pe/sisca/?mod=consulta_cult
Elaboración propia

Se calificó con puntaje 8 a Lambayeque y con puntaje a Lima y Ancash con puntaje 6, de acuerdo con lo antes sustentado.

Disponibilidad de mano de obra: Este análisis se hará en base a la cantidad de personas disponible para trabajar en los tres departamentos. El INEI proporciona información para poder comparar esta variable a evaluar.

Tabla 3.4.
PEA desocupada por departamento

	Lima (2010)	Ancash (2011)	Lambayeque(2011)
PEA	5.399.000	592.100	633.700
PEA Desocupada	304.600	19.300	23.500

Fuente INEI (2013)
Elaboración propia

De acuerdo a esta información se calificó a Lima como excelente con 10 puntos, y a Ancash y Lambayeque con 6 puntos.

Abastecimiento de agua potable: Para evaluar los tres posibles lugares de localización en cuanto a abastecimiento de agua se tomará como referencia la proporción de hogares con acceso a fuentes mejoradas de abastecimiento de agua, por departamento.

Tabla 3.5
Porcentaje de hogares con acceso a fuentes mejoradas de abastecimiento de agua

Departamento	%
Lima	91,3
Lambayeque	79,2
Ancash	76,6

Fuente: INEI (2013)
Elaboración propia

De acuerdo a esta información se puede calificar a Lima como muy bueno y a Ancash y Lambayeque como buenos.

Disponibilidad de Terrenos – Se comparará el Índice de Desarrollo Humano (IDH) en cada región ya que este puede ser un buen indicador proporcional al desarrollo de la zona, por lo tanto, la urbanización y disponibilidad de terrenos industriales. Se debe de tener en cuenta que la Cámara Peruana de Construcción previó que en Lima existe una demanda de terrenos que no es atendida, los terrenos industriales que son cada vez más escasos y de costo muy elevado.

Los valores máximos y mínimos para cada variable se expresan en una escala entre 0 y 1. Por convención los valores logrados del IDH se clasifican en los siguientes niveles:

Alto: 0,8 – 1

Mediano Alto: 0,799 – 0,7

Mediano Medio: 0,699 – 0,6

Mediano Bajo: 0,599 – 0,5

Tabla 3.6
Índice de Desarrollo Humano por departamentos

Departamento	IDH	Rango
Lima	0,823	Alto
Ancash	0,777	Medio Alto
Lambayeque	0,763	Medio Alto

Fuente: PNUD (2013)

Elaboración propia

Se calificó a Lima con 10 puntos, a Ancash y a Lambayeque con 8 puntos.

Facilidades comunales: Para analizar este factor se compararán los departamentos en base a la incidencia de pobreza monetaria por departamentos. El índice es el porcentaje de incidencia de la pobreza total. Lambayeque y Ancash tienen prácticamente el mismo nivel de pobreza mientras que Lima, prácticamente la mitad.

Tabla 3.7
 Incidencia de la pobreza total y niveles de confianza

PERÚ: INCIDENCIA DE LA POBREZA TOTAL Y NIVELES DE CONFIANZA, SEGÚN DEPARTAMENTOS, 2009				
Departamento	Incidencia de la pobreza total (%)	Intervalo de confianza al 95%		CV (%)
		Mínimo	Máximo	
Total	34,8	33,7	35,9	1,6
Huancavelica	77,2	71,8	81,8	3,3
Apurímac	70,3	64,8	75,3	3,8
Huánuco	64,5	58,7	70,0	4,5
Ayacucho	62,6	58,3	66,8	3,5
Puno	60,8	56,1	65,2	3,9
Amazonas	59,8	54,0	65,4	4,9
Loreto	56,0	50,0	61,9	5,4
Cajamarca	56,0	50,9	61,1	4,7
Pasco	55,4	48,6	61,9	6,2
Cusco	51,1	45,1	57,0	6,0
San Martín	44,1	38,5	49,9	6,6
Piura	39,6	34,2	45,2	7,1
La Libertad	38,9	32,3	45,9	9,0
Junín	34,3	29,4	39,7	7,7
Lambayeque	31,8	26,3	37,9	9,3
Áncash	31,5	26,8	36,6	7,9
Ucayali	29,7	24,5	35,5	9,4
Tumbes	22,1	17,8	27,2	10,9
Arequipa	21,0	17,7	24,8	8,6
Moquegua	19,3	15,3	24,0	11,5
Tacna	17,5	13,5	22,3	12,8
Lima 1/	15,3	13,5	17,3	6,4
Ica	13,7	10,6	17,5	12,7
Madre de Dios	12,7	9,7	16,4	13,3

Fuente: INEI (2013)

Gracias a esta información se pudo calificar a Lima como Bueno y a Ancash y Lambayeque como regular.

Tabla 3.8
Matriz de evaluación de localidades - Macro

FACTOR ES	PONDERACI ON	Lima		Ancash		Lambayeque	
		CLASIFI C	PUNTAJ E	CLASIFI C	PUNTAJ E	CLASIFI C	PUNTAJ E
CM	29,41%	8	2,353	8	2,353	4	1,176
MP	29,41%	6	1,765	6	1,765	8	2,353
MO	17,65%	8	1,412	6	1,059	6	1,059
AA	11,76%	6	0,706	4	0,471	4	0,471
DT	5,88%	8	0,471	6	0,353	6	0,353
FC	5,88%	6	0,353	4	0,235	4	0,235
			7,06		6,23		5,64

Elaboración propia

3.3.2. Evaluación y selección de la micro localización

Para el análisis de micro localización se evaluarán tres distritos: San Juan de Lurigancho, Lurín y Ate. Se decidieron estos distritos debido a que ya tienen establecidas zonas industriales.

Cercanía al mercado: debido a que la minería esta esparcida a lo largo de la sierra peruana, se evaluará este factor tomando en cuenta la distancia a la carretera central. La carretera central es la ruta principal a la sierra y es por donde se transportan la mayoría de insumos provenientes de la sierra. Dentro del distrito de San Juan de Lurigancho se encuentra la vía Ramiro Prialé, la cual tiene acceso directo a la carretera central. Parte de la carretera central pasa por el distrito de Ate y el distrito de Lurín no tiene acceso directo a la carretera central, ya que se ubica al sur de Lima Metropolitana. En base a esto concluimos de que tanto San Juan de Lurigancho como Ate tienen una excelente cercanía al mercado mientras que Lurín tiene una buena cercanía al mercado.

Disponibilidad de materia prima: este factor se evaluará de manera similar a la cercanía al mercado. Como ya se sustentó, Junín es el departamento con mayor producción de café en el país y este departamento se conecta mediante la carretera central a Lima. Se definió entonces que San Juan de Lurigancho tiene una disponibilidad de materia prima excelente, al igual que Ate y Lurín tendrá una disponibilidad de materia prima buena.

Disponibilidad de mano de obra: como ya se sustentó en el análisis de macro localización, Lima es una ciudad con gran cantidad de mano de obra disponible. Ya que los tres distritos se ubican relativamente cerca, tendrán el mismo puntaje en disponibilidad de mano de obra, el cual será muy bueno.

Abastecimiento de agua potable: Lima es la ciudad más desarrollada del país por lo que el abastecimiento de agua potable no será un factor que generará restricciones en el proyecto. La planta de Sedapal en Atarjea es la principal fuente de agua potable en Lima y esta se ubica en la vía Ramiro Prialé, muy cerca del distrito de San Juan de Lurigancho y cerca del distrito de Ate. Lurín también tiene un muy buen abastecimiento de agua potable pero se ubica un poco más lejos de la planta de procesamiento de agua. San Juan de Lurigancho tiene un excelente abastecimiento de agua potable, Ate un muy buen abastecimiento de agua potable, al igual que Lurín.

Disponibilidad de terrenos: gracias a una data estadística proporcionada por CBRE, podemos ver de manera cuantitativa el área disponible para terrenos industriales en las diferentes zonas del país. Los distritos de San Juan de Lurigancho y Ate se ubican en la zona este de Lima mientras que Lurín en la zona sur. Podemos ver que la zona este de la capital es la cual tiene mayor área industrial y por lo tanto mayor disponibilidad de terrenos industriales. La zona sur

si bien tiene gran disponibilidad, es mucho menor que la zona este. Por lo tanto San Juan de Lurigancho y Ate tendrán una disponibilidad de terrenos excelente mientras que Lurín muy buena.

Tabla 3.9
Áreas industriales por zonas

Zona	m ²
Lima Centro	3.004.638
Lima Sur	16.612.568
Lima Este	36.595.945
Lima Norte	5.706.810
Callao	8.544.968
Total	70.464.929

Fuente: CBRE (2013)
Elaboración propia

Facilidades comunales: mediante las estadísticas del Ministerio de Economía y Finanzas podemos analizar el porcentaje de población pobre por distritos en el año 2009, con lo que evaluaremos este factor.

Tabla 3.10
Porcentaje de población pobre por distrito

Distrito	% de población pobre
Ate	18,9
Lurín	30,2
San Juan de Lurigancho	27,0

Fuente: Ministerio de Economía y Finanzas (2013)
Elaboración propia

Con esta información entonces definimos al distrito de Ate con buenas facilidades comunales, San Juan de Lurigancho con regulares facilidades comunales y Lurín con regulares facilidades comunales.

Luego de analizar todos los factores, se llega a la tabla de enfrentamiento, la cual definirá el distrito óptimo para la localización de planta. En este caso, el distrito de San Juan de Lurigancho será el distrito óptimo ya que obtuvo el mayor puntaje.

Tabla 3.11
Tabla de enfrentamiento de micro localización

Factores	Ponderación	SAN JUAN DE LURIGANCHO		ATE		LURIN	
		Clasific	Puntaje	Clasific	Puntaje	Clasific	Puntaje
CM	29,41%	8	2,353	8	2,353	4	1,176
MP	29,41%	8	2,353	8	2,353	4	1,176
MO	17,65%	6	1,059	6	1,059	6	1,059
AA	11,76%	8	0,941	6	0,706	6	0,706
DT	5,88%	8	0,471	8	0,471	4	0,235
FC	5,88%	2	0,118	4	0,235	2	0,118
			7,294		7,176		4,471

Elaboración propia

CAPÍTULO IV: TAMAÑO DE PLANTA

4.1. Relación tamaño-mercado

Para la relación tamaño mercado, se analizará la demanda del proyecto ya definida en el Capítulo II.

Tabla 4.1
Demanda anual del proyecto

Año	Demanda para el proyecto (kg)
2015	191.147
2016	222.493
2017	310.777
2018	361.742
2019	491.242
2020	571.802

Elaboración propia

Para estimar el tamaño de planta, se tomará la demanda más alta del horizonte de evaluación del proyecto, la cual ocurre en el año 2020, siendo esta de 571.802 kg de carbón activado/año. El tamaño de planta según el mercado será de 571.802 kg de carbón activado/año. Cabe señalar que se deberá hacer una nueva evaluación al término de éste horizonte para volver a determinar el tamaño de planta – mercado necesario para ese momento.

4.2. Relación tamaño-recursos productivos

El primer recurso productivo a analizar será la materia prima. En base a la determinación de la materia prima disponible en el tiempo del proyecto y el rendimiento definido en previamente se podrá analizar si la materia prima es una limitante para el proyecto.

Tabla 4.2
Disponibilidad de materia prima para el proyecto

Año	Quintales de Café	Kg de Café	Kg de Cáscara de Café	Kg de Producto Carbonizado	Kg de Carbón Activado
2015	6.702.625	308.320.750	52.414.528	51.051.750	16.030.249
2016	7.205.322	331.444.806	56.345.617	54.880.631	17.232.518
2017	7.745.721	356.303.167	60.571.538	58.996.678	18.524.957
2018	8.326.650	383.025.904	65.114.404	63.421.429	19.914.329
2019	8.992.782	413.667.977	70.323.556	68.495.144	21.507.475
2020	9.712.205	446.761.415	75.949.440	73.974.755	23.228.073

Elaboración propia

Se tomará el año más crítico en abastecimiento de materia prima para analizar el tamaño de planta, en este caso será 16.030.249 kg de carbón activado/año

4.3. Relación tamaño-tecnología

Para definir el tamaño-tecnología de la planta, se tomará como referencia el cuello de botella del proceso: el horno para la carbonización. Al utilizar éste equipo las 24 horas del día, todos los días del año, se llega a un tamaño-tecnología de 1.174.883 kg al año. La tecnología utilizada en el proceso, no es una tecnología muy elaborada ni complicada por lo que no será una mayor restricción en la producción, ni para conseguir equipos adicionales para ampliar la capacidad.

4.4. Relación tamaño-punto de equilibrio

Para definir el tamaño de planta en base al punto de equilibrio, se analizará en base al costo unitario definido, el costo fijo anual del proyecto y el precio de venta determinado en el estudio.

$$Q = \frac{CF}{PVu - CVu}$$

Tabla 4.3
Cálculo del punto de equilibrio

Punto de Equi	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Precio (S./kg)	S/. 8,61	S/. 9,30	S/. 10,05	S/. 10,87	S/. 11,74	S/. 12,68
CV	535.798	487.312	679.257	790.066	1.071.611	1.246.771
CV _u	S/. 2,80	S/. 2,19	S/. 2,19	S/. 2,18	S/. 2,18	S/. 2,18
CF	S/. 723.123					
Pto de Equilibrio	124.499	101.671	91.894	83.272	75.637	68.892

Elaboración propia

El tamaño mínimo de planta para el año 1 es de 124.499 kg de carbón activado.

4.5. Selección del tamaño de planta

Luego de analizar todos los factores para determinar el tamaño de planta, se definió el tamaño de planta en base a la demanda del proyecto, ya que es mayor al tamaño punto de equilibrio y no es limitada por los recursos ni la tecnología.

Tabla 4.4
Tamaño de planta del proyecto

Año	Tamaño mercado (kg)	Tamaño recursos productivos (kg)	Tamaño tecnología (kg)	Tamaño punto de equilibrio (kg)
2015	191.147	16.030.249	1.174.883	124.499
2016	222.493	17.232.518	1.174.883	101.671
2017	310.777	18.524.957	1.174.883	91.864
2018	361.742	19.914.329	1.174.883	83.272
2019	491.242	21.507.475	1.174.883	75.637
2020	571.802	23.228.073	1.174.883	68.892

Elaboración propia

CAPÍTULO V: INGENIERÍA DEL PROYECTO

5.1. Definición del producto basada en sus características de fabricación

5.1.1. Especificaciones técnicas del producto

Como en el caso de cualquier producto industrial, las distintas propiedades del carbón activado se evalúan a través de métodos analíticos que han sido normalizados por diversas asociaciones. La mayoría de los productores los aplican con el objeto de estandarizar y de permitir al usuario la comparación de las especificaciones de diversos carbones.

La ASTM (American Section of the International Association for Testing Materials) de Estados Unidos, es el organismo cuyos procedimientos de evaluación sigue la mayoría de los fabricantes de carbón activado. Sin embargo, existen otros a los que comúnmente se hace referencia. Entre ellos está AWWA estadounidense, la DIN de Alemania, entre otras. Existe también la norma técnica peruana NTP311.331:1998, Carbón activado para tratamiento de agua para consumo humano. 1a. edición, que podría usarse como base para las especificaciones, de igual manera que las anteriores.

En la tabla que se presenta a continuación se muestran los principales parámetros especificados para carbón activado granulado. Algunos como el número de yodo, el contenido de cenizas totales, los solubles en agua, la humedad y el pH, se aplican también para el carbón activado en polvo.

Tabla 5.1

Principales parámetros de especificación de carbón activado granular apropiado para aplicaciones en fase líquida

Parámetro	Unidades	Rango de Valores Típicos	Norma
Número de Yodo	mg/g de carbón	500 - 1200	ASTM D-4607
Área Superficial	m ² de carbón	500 - 1200	ASTM D-3037
Radio Medio de poro y volumen total de poro	nm y cm ³	0,7 - 500 y 0,2 - 1	ASTM C-699
Densidad Aparente	g/cm ³	0,26 - 0,65	ASTM D-2854
Dureza	Adimensional	30-99	ASTM D-3802
Rango de Tamaño de Partícula	Malla estándar americana (U.S. StdSieve)	4x8 - 20x50	ANSI/AWWA B604-90
Tamaño Efectivo de Partícula	mm	0,4 - 3,3	ANSI/AWWA B604-90
Coefficiente de Uniformidad	Adimensional	menor a 2,1	ANSI/AWWA B604-90
Contenido de Cenizas Totales	% base seca	3 a 15	ASTM D-2866
Solubles en agua	% base seca	0,5 - 7	ASTM D-5029
pH de extracto acuoso	pH	2 a 11	ASTM D-3838
Humedad (al empaçar)	%	2 a 15	ASTM D-2867
Longitud de Semidecloración	cm	2 a 10	DIN 19603

Fuente: <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/20980/Capitulo2.pdf>

Elaboración propia

Todas las especificaciones, excepto la de humedad, se refieren al carbón en base seca.

Número de yodo y área superficial – Es un índice del área superficial de un carbón activado.

Esto se debe a que el yodo se adsorbe con mucha eficiencia en una capa mono molecular y su tamaño le permite alojarse hasta en los poros más pequeños en los que se lleva a cabo la adsorción. Por lo tanto, la cantidad de yodo adsorbido es proporcional al área del carbón. Hay que señalar una coincidencia afortunada que consiste en que el número de yodo, se expresa en mg/g, miligramos de yodo adsorbidos por gramo de carbón, tiene un valor aproximadamente igual al del área superficial obtenida por el método de la isoterma de BET de adsorción de nitrógeno, expresada en m²/g.

La ejecución del método de la isoterma de BET requiere de tiempo, equipo y materiales caros. En cambio el análisis de yodo es rápido, barato y se puede realizar en cualquier laboratorio que cuente con el equipo más básico de cristalería. Por lo tanto, este último suele utilizarse como la principal herramienta de control de calidad en la producción de carbón activado y como método de evaluación que puede realizar el comprador.

Por otro lado, el número de yodo disminuye en proporción al grado de saturación del carbón activado. En general, el carbón requiere cambiarse cuando el número de yodo llega al 50% de su valor original; por lo tanto, este parámetro puede utilizarse para estimar el tiempo de vida útil que resta a un carbón en uso.

Radio medio de poro – Es función básicamente del tipo de materia prima y se ve poco afectado por las condiciones del proceso. El método analítico para obtener su valor es caro y lento y por eso no se evalúa con frecuencia, aunque los productores de carbón activado normalmente si reportan su valor. Es una de las variables que más pesan en la selección de un carbón. Suele reportarse en nm.

Volumen total de poro – Esta variable se expresa en ml/g y es función tanto del tipo de materia prima, como del grado de activación. Es decir, su valor depende del radio medio de poro y del área superficial del carbón. El método analítico para determinarlo es el mismo que se utiliza en el caso del radio medio de poro y, por razones ya expuestas, tampoco se evalúa con frecuencia. Al igual que el área superficial y que el número de yodo, es un parámetro indicador de la capacidad del carbón activo.

Densidad aparente – Es el peso en g/cm³ de carbón totalmente seco en aire. Es decir, incluye el volumen de los poros y de los espacios entre las partículas de carbón. Esta variable es la base para determinar el volumen de cama necesario para contener una determinada masa de carbón activado granular. Su valor determina en gran parte el flujo de agua necesario para lograr un buen retro lavado de carbón.

Dureza – Existen varios métodos para evaluarla, aunque desafortunadamente ninguno de ellos simula las condiciones reales que provocan la erosión y el rompimiento en las diferentes etapas de su uso, como transporte y retro lavado.

La mayoría de métodos reportan resultados de dureza cuyo valor está entre 0 y 100. El de la ASTM D-3802 consiste en agitar la muestra de carbón junto con balines de acero. Después de 30 min se mide el porcentaje en peso de carbón que queda sobre una malla cuya abertura es lo más cercado posible a la mitad de la abertura de la malla que define el mínimo tamaño de partícula nominal de la muestra original. El resultado se reporta como valor de dureza.

Rango de tamaño de partícula, tamaño efectivo de partícula y coeficiente de uniformidad. - El rango de tamaño de partícula es el número de las dos mallas, estándar americanas, que encuadran todo el rango de partículas que conforman un lote de carbón activo granular. Por ejemplo, 20x50 significa que las partículas de carbón pasan por la malla 20 y se retienen en la 50. Normalmente el fabricante especifica que más de 90% de su producto está dentro de dicho rango. Mientras menor es el tamaño de partícula, el carbón activado granular adsorbe con mayor rapidez, aunque ocasiona una mayor caída de presión. La malla 80 suele considerarse como la frontera entre carbón activo granular y en polvo.

Se debe hacer notar que puede haber grandes diferencias entre dos carbones activos con el mismo rango de tamaño de partícula nominal. Esto se debe a que uno puede tender más hacia los gruesos y el otro, hacia los finos, manteniéndose ambos dentro del rango especificado. Para evitar estas diferencias, se especifican otras dos variables.

La primera, el tamaño efectivo de partícula, corresponde a la abertura de la malla por la que pasa 10% del carbón activo granular y se expresa en mm.

La segunda, el coeficiente de uniformidad, es el resultado de dividir la abertura de la malla por la que pasa 60% del carbón entre la abertura por la que pasa el 10%, es adimensional.

Contenido de cenizas totales – Son el residuo que queda después de la carbonización, se expresa en términos de porcentaje en base seca. La cantidad y composición de las mismas puede influir en la adsorción y en ciertas propiedades del carbón activo.

Es posible disminuir su presencia en el carbón mediante lavados con ácido, lo que se hace en el caso de procesos que se ven afectados por ellas. A mayor porcentaje, menor cantidad de carbón realmente efectivo.

Solubles en agua – Algunas de las cenizas se disuelven en agua. En ciertas aplicaciones, el producto tratado con el carbón puede afectarse con la cantidad y el tipo de estas sustancias. Tal es el caso de la decoloración de la glucosa y de la descafeinación del café.

pH del extracto acuoso – Los solubles en agua pueden tener carácter ácido o básico. En el caso que se presenta en este proyecto, de carbón activado con ácido fosfórico, el producto que

sale del proceso tiene fosfatos que al disolverse en agua se convierten ácidos y disminuyen el pH.

Humedad (al empacar) – Ésta se especifica ya que mientras mayor es su contenido, menor es el porcentaje de carbón neto que recibe el comprador.

Longitud de semi-decloración – Es la profundidad de cama requerida para disminuir el contenido de cloro libre en agua pura de 5 a 2,5 mg/l se utiliza como una medida de la velocidad con la que el carbón activo declora. Mientras menor es el tamaño de partícula, mayor es la velocidad de decloración y menor la longitud de semi-decloración.

Con respecto a la materia prima hemos definido que las especificaciones con respecto a la cascarilla de café son las siguientes.

- Un contenido de Carbón en un análisis elemental de mínimo del 95%.
- Cascarilla en buen estado, lo menos maltratada posible.
- Contenido de carbón en cenizas máximo de 1%
- Contenido de cafeína máximo de 1,5%
- Color marrón característico, no quemado, o negro.

5.2. Tecnologías existentes y procesos de producción

5.2.1. Naturaleza de la tecnología requerida

A continuación se presentarán los dos tipos de tecnologías conocidas para producir carbón activo a base de cualquier materia orgánica.

- **Descripción de la tecnología existente**

Los dos tipos de tecnología existentes son la activación física por calentamiento y la activación química con un agente, que en este caso es el ácido fosfórico.

Los dos procesos comienzan con una selección y lavado de la materia prima, también un triturado para igualar el tamaño de partícula ya que esta parte del proceso hace que finalmente varíe su capacidad de adsorción.

La activación física o térmica, consiste en carbonizar la materia prima a altas temperaturas dentro de una atmósfera inerte o reductora, casi siempre saturada con vapor de agua, la temperatura debe mantenerse constante, por lo general y dependiendo de la materia prima, se maneja entre 800°C y 1000°C.

La activación química consiste en deshidratar la materia prima mediante la acción de un químico como ácido fosfórico, cloruro de zinc o carbonato de potasio. Posteriormente, se carboniza el material a temperatura media (500°C a 600°C) obteniéndose así la estructura porosa.

Finalmente para ambos casos, el resultado pasa por un proceso de molienda y cribado para uniformizar el tamaño de partícula.

- **Selección de la tecnología**

Se elegirá el proceso de activación del carbón por método químico ya que, como se sustentó en capítulos anteriores, activando a altas temperaturas (800°C) en presencia de vapor de agua

se puede obtener un carbón hidrofílico, microporoso (diámetros < 0,7 nanómetros), apropiado para aplicaciones que involucran separación de gases; pero, si se activa a menor temperatura (450°C) usando un agente químico, en este caso, el ácido fosfórico, se obtiene un carbón hidrofílico de poros más anchos (con mesoporos > 2 nanómetros) apropiado para aplicaciones en fase líquida, ideal en la industria de refinación de metales.

5.2.2. Proceso de producción

- **Descripción del proceso**

Para comenzar, luego de la recepción de la materia prima, también llamada precursor, se realiza un proceso visual de clasificación y selección. Es en este momento, donde se verifica las condiciones de la cáscara de café, extrayendo cualquier tipo de impureza de tamaño considerable o elementos que no sean favorables para el proceso.

A continuación se pesa todo el material, para poder sacar los cálculos respectivos de rendimiento. Luego se realiza la molienda del precursor, ya que esta variable parece ejercer gran influencia en la capacidad de adsorción del carbón activado, seguido de un tamizado para separar y elegir la fracción de cernido correspondiente a 300 micras.

Para eliminar impurezas de naturaleza hidrosoluble que pudiesen afectar negativamente en la etapa de activación química, se hace un lavado de la cáscara de café, con agua desionizada (pH a 22,5°C = 5,39) en régimen de agitación a 1.100 rpm durante un periodo de 2 horas y empleando 20 mL de agua por cada gramo de materia prima.

Posteriormente el precursor se separó de la fase líquida mediante filtración gravitatoria y se secó a 105 ± 5 °C durante 4 horas utilizando una estufa.

El precursor lavado y seco se trató químicamente con disoluciones de ácido fosfórico al 35,6% a razón de 10 mL o 1 a 4 gramos de ácido por cada gramo de cáscara. Se somete la mezcla a agitación mecánica durante 2 horas. Posteriormente, el preparado se deja en reposo por 4 horas a temperatura ambiente para facilitar la penetración del ácido fosfórico en el interior de las partículas del precursor.

Luego, se separa el material activado de la disolución mediante filtración gravitacional y se secó en la estufa a 105 ± 5 °C durante 4 horas para retirar la humedad, luego el sólido activado se trató térmicamente a 170 ± 5 °C durante 2 horas para luego pasar al tratamiento de carbonización y $10^{\circ}\text{C}/\text{min}$ como rampa de calentamiento hasta los 650°C por 4 horas. La materia adquiere color negro y consistencia blanda, aspectos que pueden ser atribuidos al debilitamiento estructural provocado por el ácido fosfórico.

Para la eliminación del ácido fosfórico residual, los adsorbentes obtenidos se sometieron a un proceso de lavado empleando un sistema de evaporación-condensación con reflujo total. Puesto que el tratamiento con ácido fosfórico genera carbones ácidos (pH entre 2 y 4), se decidió desarrollar el lavado en condiciones alcalinas. Se añadirá progresivamente a intervalos de 30 minutos aproximadamente, porciones de 0,5 mL de hidróxido de sodio al 5% por cada 500 mL de agua ionizada y se dejará lavando por 2 horas. Se prosigue con un decantado gravitatorio para separar del líquido, luego se deja almacenado por 2 horas en agua des ionizada.

A continuación sigue una segunda decantación y luego un secado en un estufa a 105 ± 5 °C por 4 horas.

Luego, los adsorbentes exentos de humedad fueron sometidos a trituración y tamizado con la intención de obtener un tamaño de partícula uniforme menor a 250 micras.

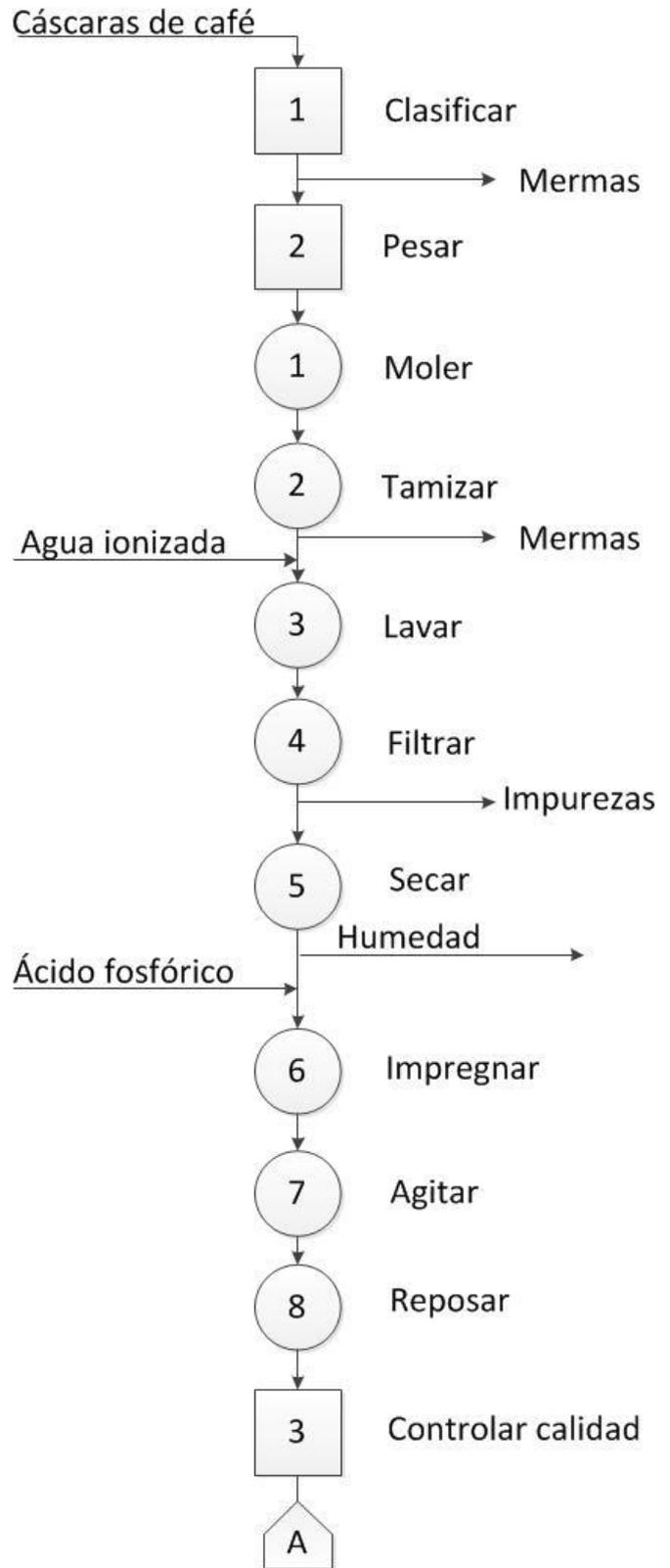
Se utilizará ácido orto fosfórico (pureza 85%) para preparar la disolución del agente activante e hidróxido de sodio (pureza 98%) para disoluciones diluidas durante el lavado de los adsorbentes generados.

Finalmente se realiza el ensacado en bolsas de polipropileno de 10 kg y paletizado en parihuelas estándar de 1 m x 1,2 m.

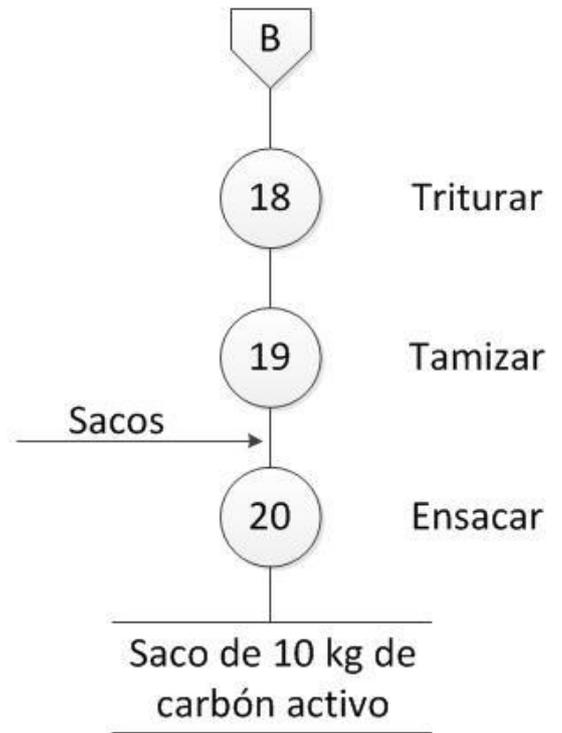
- **Diagrama del proceso: DOP**



Figura 5.1
DOP de carbón activado por método químico con ácido fosfórico







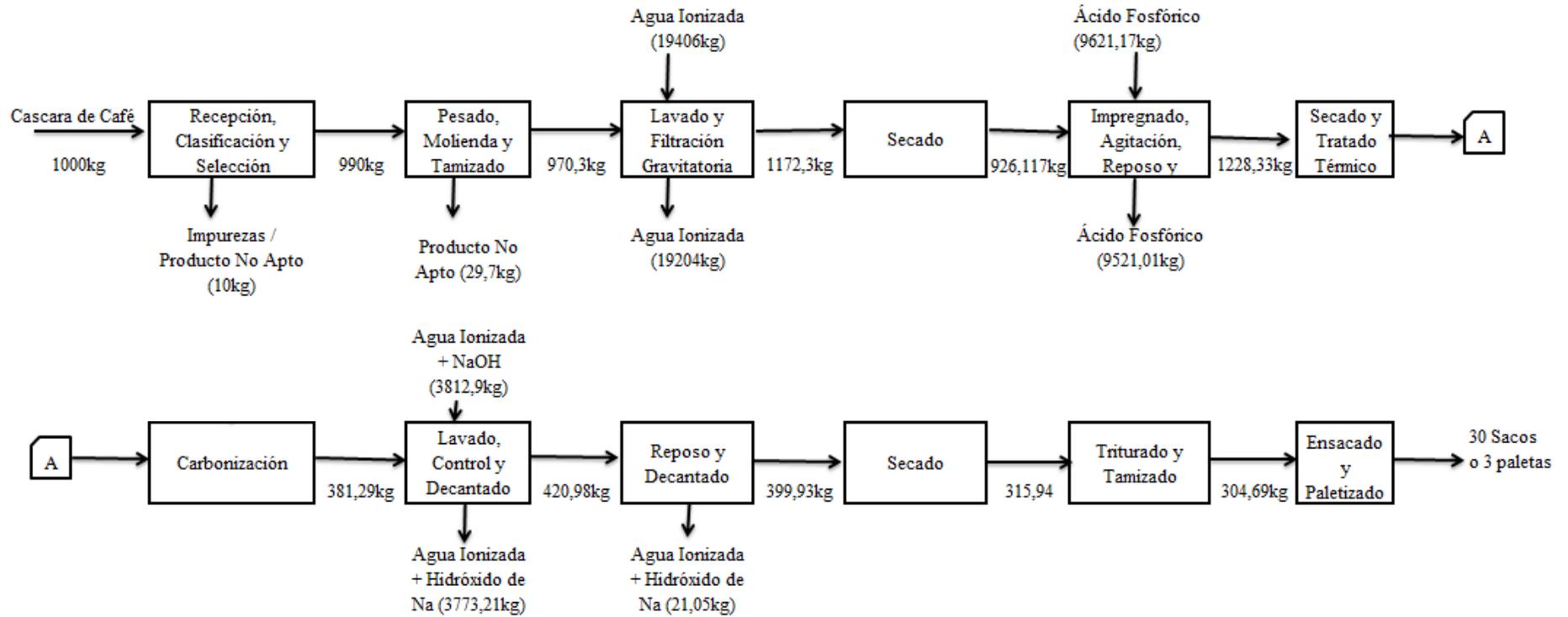
Resumen

	: 20
	: 4
	: 0
Total	: 24

Elaboración propia

- Balance de materia: Diagrama de Bloques

Figura 5.2
Balance de materia – diagrama de bloques



Elaboración propia

Los porcentajes de mermas y conversiones han sido tomados del promedio de una serie de procesos equivalentes de los estudios de elaboración de carbón activo.

5.3. Características de las instalaciones y equipo

5.3.1. Selección de la maquinaria y equipo

A continuación presentamos la maquinaria y equipo a utilizar teniendo en cuenta el proceso productivo detallado previamente.

- Banda transportadora
- Balanza Industrial
- Molino de rodillos o prensa roladora
- Tamiz para separar precursor
- Tanque de almacenamiento horizontal
- Tanque con Agitador
- Decantador sedimentador horizontal
- Filtro para separar luego del primer lavado.
- Secador tubular (estufa)
- Reactor con agitador
- Filtro para separar ácido fosfórico
- Recipientes de borosilicato refractario.
- Horno
- Evaporador
- Tanque de lavado con agitador
- Decantador sedimentador horizontal
- Silo de almacenamiento
- Decantador sedimentador horizontal

- Secador tubular (estufa)
- Trituradora
- Tamiz
- Ensacadora

5.3.2. Especificaciones de la maquinaria y equipo

a) Banda transportadora

Tabla 5.2
Ficha técnica banda transportadora

Velocidad de Avance		Carga Máxima	Modelo	Potencia	Reducción	Velocidad	Referencia
m/min	m/s	kgs	reductor	kW	i	rpm	
12,9	0,22	91	TIC1003	0,18	15	93,3	L4040-44R-3

Fuente:

www.interempresas.net/FeriaVirtual/Catalogos_y_documentos/516202/camprodon_Transportadores.pdf

Elaboración propia

Dimensiones:

Ancho Útil: 650mm

Long. Total: 4500mm

Altura: 900mm

Bastidor: Estructura modular en perfilería de aluminio anodizado, con chapa base de acero inoxidable.

Patas: De perfil S-40 rematadas en plafones anti vibratorios, regulables en altura e inclinación para su correcta nivelación.

Rodillos: Diámetro 44 mm. Fabricados en acero de zinc. Motriz con mecanizado en bombeo para el auto centrado de la banda transportadora. Rodillos de retorno en Al anodizado de diámetro 40 mm.

Motorización: Mediante motor reductor de tornillo sinfín de fundición de aluminio, sistema de acople directo mediante brida. 220/380 v.

Banda: Bandas transportadoras de PVC, Poliuretano, Polyester, Poliolefina, Caucho NBR, SIL, etc.

Accesorios: Laterales de contención regulables en anchura, ruedas giratorias con freno, topes de acúmulo, soportes fotocélulas, Tabla eléctrico, botonera marcha-paro, variador de velocidad/frecuencia.

b) Balanza Industrial

Tabla 5.3
Ficha técnica balanza industrial

Aspecto	Especificación
Cómputo de piezas	con nº de referencia de 5 o de 50 piezas
Peso mínimo por pieza para cómputo	100 g / 30 g * * a razón de la selección de la referencia de cómputo (5 o 50 piezas)
Indicador	150 x 80 x 30 mm
Tiempo de respuesta	2 segundos
Temperatura permitidas	+10 ... +40 °C
Peso propio	19 kg
Dimensiones totales	900 x 500 x 100 mm (BxTxH)
Adaptador de red	230 V / 50 Hz

Fuente: <http://www.pce-iberica.es/medidor-detalles-tecnicos/balanzas/balanza-industrial-PCE-PS-150MXL.htm>

Elaboración propia

c) Molino de rodillos o prensa roladora

Tabla 5.4

Ficha técnica de molino de rodillos

Modelo	MTW110
Cantidad de rodillos (PCS)	4
Diámetro de interior de anillo (mm)	Φ1100
Velocidad de rotación de los principalesmarcos (r/min)	120
Máx. tamaño de alimentación (mm)	< 30
Dimensión de salida (mm)	1,6 – 0,045 fineraes 0,038
Capacidad (t/h)	3,5 – 10
Dimensión (mm)	8910×6950×9010
Peso (t)	18

Elaboración propia

Fuente: http://www.break-day.com/es/mtw.htm?google-S-es-ZD-mill-1-type=b-key=molino%20de%20rodillos-ID=6329953065&gclid=CI_r1MPD0bkCFXBo7AodgkUA_g

d) Tamiz

Tabla 5.5

Ficha técnica de molino del tamiz

Modelo	Xzs-1000
Diámetro (mm)	970
Capa	1-5
Tamaño de malla (mm)	0,02-20
La velocidad nominal (rpm)	1.440
Poder (kw)	0,5
Amplitud (mm)	3-5

Fuente: <http://yqsf.en.alibaba.com/>

Elaboración propia

e) Tanque de Almacenamiento horizontal

Tabla 5.6

Ficha técnica del tanque de almacenamiento horizontal

Modelo	Cg-4000
Volumen (l)	4.000
Peso (kg)	1.060
Diametro (mm)	1.600
Altura (mm)	2.500

Fuente: <http://spanish.alibaba.com/product-gs/ss304-ss316-vertical-storage-tank-496656460.html>

Elaboración propia

f) Tanque con Agitador

Tabla 5.7

Ficha técnica del tanque con agitador

Característica	Magnitud
volumen efectivo (l)	1.000
Dimensión del tanque (mm)	1.060*1.220
Altura total (mm)	3150
Diámetro de entrada y de salida (mm)	60
Potencia del motor (kw)	0,75
Mezcla de velocidad (r/min)	Común la velocidad de rotación 35,43,60

Fuente: <http://spanish.alibaba.com/product-gs/stainless-steel-agitator-tank-482236700.html>

Elaboración propia

g) Decantador sedimentador horizontal (x3)

Tabla 5.8

Ficha técnica del decantador sedimentador horizontal

Modelo	SPI-100/24
Area de sedimentación (m ²)	102
Caudal min (m ³ /h)	62
Caudalmax (m ³ /h)	249
Peso en operación (kg)	21,5

Fuente: Novarsa

Elaboración propia

h) Secador Tubular (estufa)

Tabla 5.9

Ficha técnica del secador tubular

Modelo	XSG-10
Diámetro del rodillo (mm)	1.000
Tamaño de la máquina ppal (mm)	1.100×000
Energía de la máq. ppal. (KW)	15-30
Volumen de aire procesado (m ³ /h)	5000-12500

Fuente: <http://www.granulatormachine.es/2-1-xsg-rotary-flash-evaporation-dryer.html>

Elaboración propia

i) Horno

Tabla 5.10

Ficha técnica del horno

Característica	Magnitud
Diámetro (m)	3,5
Inclinación (%)	5
Temperatura máxima °C	1.000
Velocidad de rotación (rpm)	10
Potencia del motor (HP)	40
Capacidad de producción diaria (ton)	26,5

Fuente: http://www.izt.uam.mx/newpage/contactos/anterior/n64ne/carbon_v2.pdf

Elaboración propia

j) Evaporador

Tabla 5.11

Ficha técnica del evaporador

Modelo	SHID 050/3 B 4
Caudal de aire (m ³ /h)	23.500
Presión sonora dB	66
Deses. Eléctrico	29,5
Agua (m ³ /h)	12
Entrada (mm)	35
Salida (mm)	54
Volúmen interno (dm ³)	26
Peso (kg)	225
Paso de aleta (mm)	4

Elaboración propia

Fuente: <http://www.frigopack.com/Seccion~x~Evaporadores-plafon-industriales~IDSeccionArticulo~34~OrdenSeccion~050040.html>

k) Silo de Almacenamiento

Volumen: 150 m²

l) Trituradora

Tabla 5.12

Ficha técnica de la trituradora

Modelo	PE900 × 1200
Capacidad max de alimentación (mm)	900 × 1.200
Tamaño máx de entrada (mm)	750
Capacidad (t/h)	220-500
Poder electrico (kW)	110-132
Dimensiones generales L × W × H (mm)	3.789 × 2.826 × 3.025
Peso (t)	50

Fuente: http://es.sbmchina.com/product/crushing/jawcrusher/jaw_crusher.php

Elaboración Propia

m) Ensacadora

Cadencia: 3 a 10 bolsas por minuto.

Alcance: 1 a 10 kg

5.4. Capacidad Instalada

Para el cálculo de la capacidad instalada se ha tomado en cuenta el horno. Los tiempos estándar se han calculado de acuerdo a las capacidades indicadas por las especificaciones de la maquinaria a adquirir.

Tabla 5.13
Capacidad de máquinas críticas

Máquina/equipo	Capacidad	UM	Tiempo estándar (h/kg)	% Utilización al 5 año	% Saturación del Operario
Banda transportadora	1.000	kg/h	0,001	57%	100%
Balanza industrial	5.000	kg/h	0,0002	11%	100%
Molino de rodillos de prensa roladora	3.500	kg/h	0,000	16%	70%
Tamiz para separar precursores	300	kg/h	0,003	94%	100%
Tanque de almacenamiento	485	kg/h	0,002	57%	10%
Tanque con agitador	350	kg/h	0,003	79%	10%
Decantador sedimentador horizontal	200	kg/h	0,005	92%	10%
Filtro luego del primer lavado	650	kg/h	0,002	85%	100%
Secador tubular (estufa)	250	kg/h	0,004	89%	30%
Reactor con agitador	1.250	kg/h	0,001	93%	40%
Filtro para separar ácido fosfórico	1.600	kg/h	0,001	91%	100%
Secador tubular (estufa)	250	kg/h	0,004	86%	25%
Horno	6.350	kg/h	0,0002	97%	20%
Tanque de lavado con agitador	500	kg/h	0,002	96%	40%
Decantador sedimentador horizontal	450	kg/h	0,002	88%	40%
Canjilones con tapa	100	kg/h	0,010	80%	80%
Tanque de almacenamiento	180	kg/h	0,006	63%	30%
Secador tubular (estufa)	250	kg/h	0,004	91%	40%
Trituradora	200	kg/h	0,005	90%	100%
Tamiz vibratorio	300	kg/h	0,003	60%	100%
Ensacadora	500	kg/h	0,002	35%	100%

Elaboración propia

5.4.1 Cálculo de la capacidad instalada

Para el cuello de botella se tendrá en cuenta el horno, considerando 2 turnos diarios de 7 horas cada uno, 6 días a la semana, 4.3 semanas al mes. Se tendría una capacidad instalada de aproximadamente 587 TM/año.

5.4.2 Cálculo detallado del número de máquinas requeridas

Tomando en consideración un coeficiente de utilización de 0,95 y coeficiente de eficiencia de 0,8.

Se realizó el cálculo del número detallado de máquinas requeridas.

Tabla 5.14
Cálculo de número de máquinas y operarios

Proceso	Máquina/equipo	Capacidad	UM	Tiempo Estandar (h/kg)	# Maquinas	% Utilización al 5 año	% Sat del Operario	# Operarios req.
Recepción/clasificación	Banda transportadora	1.000	kg/h	0,001	1	57%	100%	0,54
	Balanza industrial	5.000	kg/h	0,0002	1	11%	100%	0,11
Molienda/tamizado	Molino de rodillos de prensa roladora	3.500	kg/h	0,000	1	16%	70%	0,11
	Tamiz para separar precursores	300	kg/h	0,003	2	94%	100%	1,79
Lavado y filtrado	Tanque de almacenamiento	485	kg/h	0,002	2	57%	10%	0,11
	Tanque con agitador	350	kg/h	0,003	2	79%	10%	0,15
	Decantador sedimentador horizontal	200	kg/h	0,005	3	92%	10%	0,26
	Filtro luego del primer lavado	650	kg/h	0,002	1	85%	100%	0,81
Secado	Secador tubular (estufa)	250	kg/h	0,004	3	89%	30%	0,76
Impregnado	Reactor con agitador	1.250	kg/h	0,001	5	93%	40%	1,76
	Filtro para separar ácido fosfórico	1.600	kg/h	0,001	4	91%	100%	3,45
	Secador tubular (estufa)	250	kg/h	0,004	3	86%	25%	0,61
Carbonización	Horno	6.350	kg/h	0,0002	1	97%	20%	0,18
Lavado/decantado	Tanque de lavado con agitador	500	kg/h	0,002	5	96%	40%	1,82
	Decantador sedimentador horizontal	450	kg/h	0,002	6	88%	40%	2,02
Reposo	Canjilones con tapa	100	kg/h	0,010	3	80%	80%	1,82
Secado	Tanque de almacenamiento	180	kg/h	0,006	2	63%	30%	0,36
	Secador tubular (estufa)	250	kg/h	0,004	1	91%	40%	0,35
Triturado/ensacado	Trituradora	200	kg/h	0,005	1	90%	100%	0,85
	Tamiz vibratorio	300	kg/h	0,003	1	60%	100%	0,57
	Ensacadora	500	kg/h	0,002	1	35%	100%	0,33

19

Elaboración propia

Cabe resaltar que para el cálculo de operarios solo se ha utilizado el coeficiente de eficiencia más no el de utilización. Para el cálculo del número de maquinarias si se han usado ambos factores.

El número de operarios se ha definido en función a la complejidad del equipo y el del porcentaje de saturación de los operarios.

Tabla 5.15
Evolución del % de Utilización de equipos en el horizonte del proyecto

Proceso	Máquina/equipo	%Utilización al año 0	%Utilización al año 1	%Utilización al año 2	%Utilización al año 3	%Utilización al año 4	%Utilización al año 5
Recepción/clasificación	Banda transportadora	19%	22%	31%	36%	49%	57%
	Balanza industrial	4%	4%	6%	7%	10%	11%
Molienda/tamizado	Molino de rodillos de prensa roladora	5%	6%	9%	10%	14%	16%
	Tamiz para separar precursores	31%	37%	51%	59%	81%	94%
Lavado y filtrado	Tanque de almacenamiento	19%	22%	31%	36%	49%	57%
	Tanque con agitador	26%	31%	43%	50%	68%	79%
	Decantador sedimentador horizontal	31%	36%	50%	58%	79%	92%
	Filtro luego del primer lavado	28%	33%	46%	54%	73%	85%
Secado	Secador tubular (estufa)	30%	35%	48%	56%	77%	89%
Impregnado	Reactor con agitador	31%	36%	50%	59%	80%	93%
	Filtro para separar ácido fosfórico	30%	35%	49%	57%	78%	91%
	Secador tubular (estufa)	29%	33%	47%	54%	74%	86%
Carbonización	Horno	33%	38%	53%	62%	84%	97%
Lavado/decantado	Tanque de lavado con agitador	32%	37%	52%	60%	82%	96%
	Decantador sedimentador horizontal	30%	34%	48%	56%	76%	88%
Reposo	Canjilones con tapa	27%	31%	43%	51%	69%	80%
Secado	Tanque de almacenamiento	21%	25%	34%	40%	54%	63%
	Secador tubular (estufa)	30%	35%	50%	58%	78%	91%
Triturado/ensacado	Trituradora	30%	35%	49%	57%	77%	90%
	Tamiz vibratorio	20%	23%	33%	38%	52%	60%
	Ensacadora	12%	14%	19%	22%	30%	35%

Elaboración propia

5.5. Resguardo de calidad

Este punto responde a dos grandes requerimientos:

- Las preferencias del consumidor: Estandarización del producto, calidad e uniformidad, inocuidad, variación mínimo nula con respecto a las especificaciones.
- Producción eficiente: Se debe tratar de incrementar el porcentaje de eficiencia de materia prima, el control y seguimiento de este porcentaje es de suma importancia y el objetivo principal de las mejoras en el proceso productivo. Este punto apela a la estrecha relación entre la productividad y la calidad.

Se deberán establecer las tolerancias y límites de control tanto de la materia prima, como del proceso productivo, del producto terminado, políticas de distribución, atención al cliente, etc.

El fijar el control, resguardo y aseguramiento de la calidad debe comenzar al inicio de la cadena de suministro, del desarrollo del proyecto, etapas de ingeniería y diseño de las operaciones.

5.5.1. Calidad de la materia prima, de los insumos, del proceso y del producto

El control de calidad debe partir desde la obtención de la cáscara de café. Sería necesario acudir a las principales zonas de las cuales los proveedores la obtienen, observar y analizar sus procesos para identificar oportunidades de mejora. Inclusive se podría capacitar a algunos de ellos con herramientas de calidad básica para asegurar la inocuidad y limpieza del insumo.

Los factores principales a tener en cuenta para la materia prima son los siguientes:

- Manipulación adecuada (insumo no quemado o deteriorado)
- Almacenamiento temporal bajo techo.
- Colocar los frutos sobre estructura de madera (o parihuela)
- Cubrir la estructura con plástico o “stretch film” para protegerlo principalmente de la humedad.

- No deben tener trozos de madera, clavos, piedras, arena, tierra o estar contaminados con agua sucia o aceite, etc.

El control de la humedad de la materia prima es clave ya que el insumo puede ganar porcentaje en peso por el exceso de agua en el ambiente, esta humedad se puede traducir en un exceso en costos de transporte, manipuleo o procesado, impactando directamente en el proceso.

Uno de los operarios podría también ejercer la tarea de responsable de calidad, oficialmente aceptando o rechazando los lotes que ingresan a planta.

5.5.2. Medidas de resguardo de la calidad en la producción

Se deberá hacer inspecciones en los tramos claves del proceso, para asegurar su inocuidad y calidad en todo momento.

Estos puntos de control se ubicarían principalmente donde pudiesen ocurrir cambios físicos o químicos en el producto. Los puntos que se han delimitado como críticos son los siguientes:

- Medidas de Seguridad en el almacenamiento de materia prima:

Se contará con un detector inductivo en la puerta de este almacén para que pueda detectar partes o restos metálicos no deseados dentro de las cascarillas de café.

También se realizará un muestreo de cada lote de materia prima de aproximadamente 3 kg, recolectados de diferentes partes del lote, directamente desde la faja transportadora. A esta muestra se le hará un análisis de humedad tanto como de partículas no deseadas. La humedad deberá ser de máximo 15%.

- Control de calidad en filtros, trituradora y molino de rodillos:

Como se pueden saturar se deberá realizar un retro lavado a contra flujo con agua, una vez por semana de cada filtro. Con esto se asegurará que no se reduzca el rendimiento ni la calidad del proceso.

También se deberá asegurar la limpieza correcta de las partes de la trituradora y el molino de rodillos.

- Control de parámetros luego del reposo e impregnado

Se debe de revisar la consistencia, el color y viscosidad del producto. Especialmente, el ph no debe ser demasiado alcalino, ya que luego será complicado neutralizarlo con el hipoclorito de sodio.

- Control de parámetros luego de la carbonización, lavado y secado final.

El carbón debe cumplir con los siguientes requisitos para cumplir con los parámetros de calidad establecidos antes del triturado, tamizado y ensacado.

- Número de Yodo: Entre 500 y 1.200 mg/g de carbón
- Área Superficial: Entre 500 y 1.200 m² de kg carbón
- Densidad Aparente: 0,26 a 0,65 g/cm³
- Contenido de Cenizas Totales: 3 a 15% en base seca
- pH de extracto acuoso: 2 a 11
- Humedad: 2 a 15%

Este muestreo se realizará una vez por turno.

Todos los aspectos ligados a la calidad del proyecto engloban la visión del ciclo soportado por las prácticas de la ISO 9000 y herramientas estadísticas como:

- Lista de Verificación de defectos
- Estándar de operación (Centerline)
- Gráficas de control
- Diagrama de Pareto
- Diagrama de Causa – Efecto
- Cr, Cp, Cpk, Tz, desviación estándar, coeficientes de correlación, coeficientes de variación.

En adición, se va a mantener un registro de incidentes y alertas de calidad para el proyecto.

5.6. Impacto ambiental

Para el impacto ambiental, se analizarán los riesgos que pueden generar los insumos o las energías utilizadas en el proceso en el medio ambiente.

La cáscara de café que se elimina en el proceso por ser considerada no apta, es un porcentaje muy pequeño del que entra al proceso por lo que se considera casi despreciable. Estas cáscaras de café se pueden utilizar como abono para las áreas verdes de la planta o se podrán obsequiar a los empleados de la planta para que lo utilicen en sus jardines personales. La cáscara de café al tener gran contenido de carbono es un buen fertilizante.

El ácido fosfórico es un insumo que se utiliza bastante en el proceso, por lo que es importante analizar el impacto que tiene en el proceso. Para esto hemos recurrido a una hoja de seguridad de una empresa de producción de ácido fosfórico. Podemos ver que no es un producto que afecta el

medio ambiente a menos que se concentre en la tierra. En nuestro caso se eliminará en el desagüe ya que es soluble en agua y se disocia libremente.

Figura 5.3

Impacto ecológico del ácido fosfórico

Sección XII INFORMACIÓN ECOLÓGICA

Movilidad:

Volatilidad:	Baja.
Persistencia/degradabilidad:	Se disocia libremente.
Destino del producto:	Soluble en agua.

Ecotoxicidad:

Efectos en el medio ambiente acuático:	En cantidades abundantes, puede provocar el fenómeno de eutricación, por enriquecimiento de nutrientes (fósforo) que ocasionan un crecimiento abundante de algas, siempre y cuando exista la presencia de nitrógeno amoniacal en el cuerpo de agua.
---	---

Fuente: <http://io.ens.uabc.mx/hojas-seguridad/acido%20fosforico.pdf>

Elaboración propia

El tercer insumo a tomar en cuenta para analizar el impacto ambiental es el agua ionizada. En dos partes del proceso se usará agua ionizada para limpiar el producto y esto puede generar algún impacto ambiental. El agua ionizada se neutralizará para poder ser reutilizada. Si bien no se puede reutilizar una cantidad infinita de veces, una vez que el agua no pueda usarse más, se neutralizará por última vez y se desechará en el desagüe para que no afecte en ningún aspecto el medio ambiente.

La planta elaboradora de carbón activo que se propone en el presente estudio tiene ambos impactos, positivos y negativos. Para comenzar se debe plantear un marco ambiental, y las leyes bajo las cuales se regirá.

- Ley orgánica de Municipalidades. Ley N° 27927
- Ley N° 26842 Ley General de la Salud
- Ley N° 28611 Ley General del Ambiente
- Ley N° 27314 Ley General de los Residuos Sólidos

Figura 5.4

Aspectos ambientales vs impactos

Aspectos Ambientales	Impactos
(1) Uso de Combustible	(1) Agotamiento de recursos no renovables
(2) Consumo de Energía Eléctrica	(2) Contaminación del aire
(3) Generación de Residuos Sólidos	(3) Contaminación del suelo, por vertimiento de residuos sólidos del personal operativo
(4) Generación de Emisiones Gaseosas	(4) Contaminación del aire, por emisión de vapor de agua.
(5) Generación de Efluentes	(5) Contaminación del agua, por vertido de efluentes

Elaboración propia

Para poder ponderar y analizar los puntos críticos afectados en el proyecto, se utilizó el método de la matriz de Leopold. Esta matriz consiste en definir los factores ambientales que están afectados en el proyecto y analizar cada uno de estos factores con las acciones principales del proyecto para ver si tienen un impacto positivo o negativo en dichos factores y con qué magnitud se valorizan.

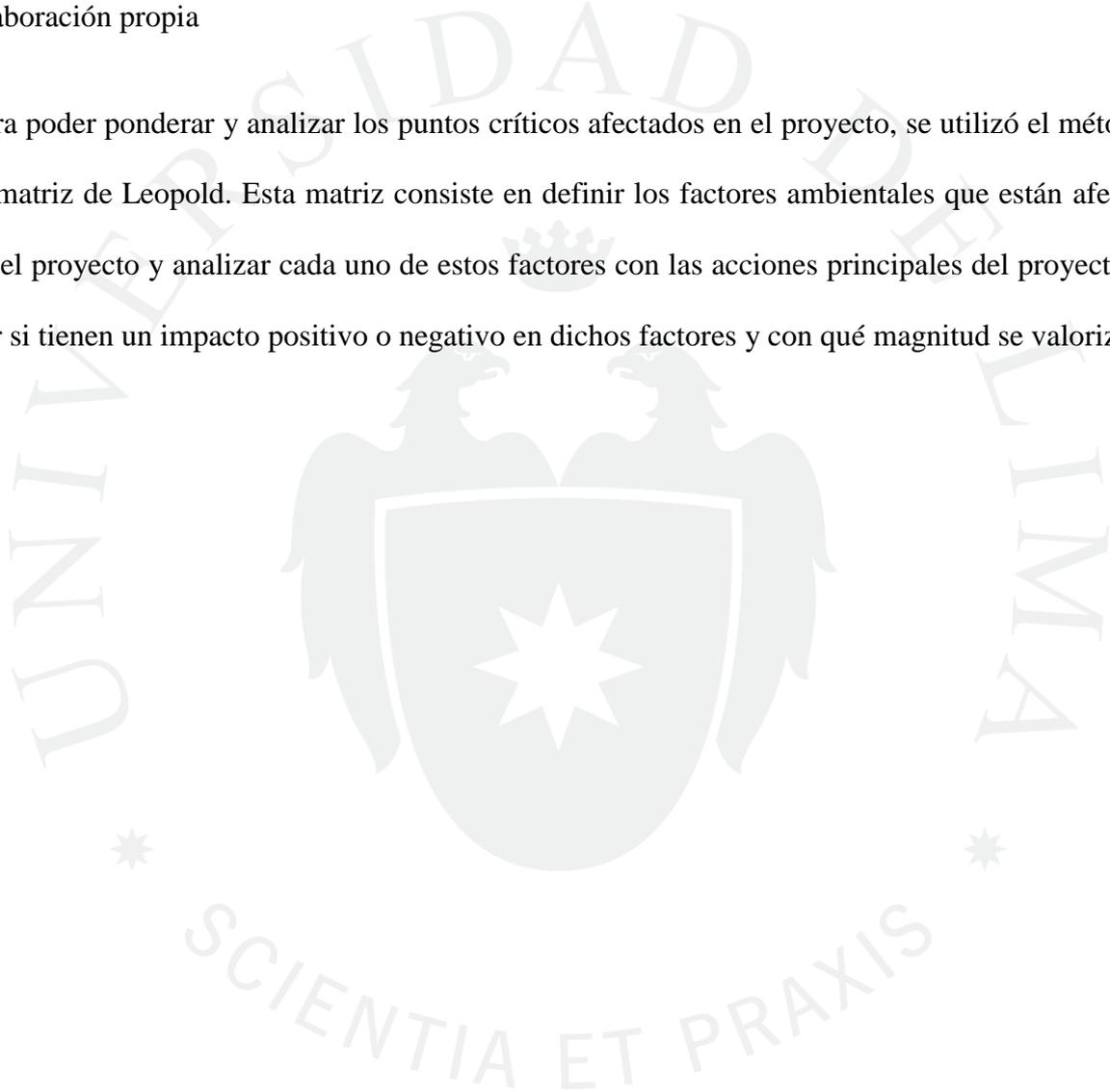


Tabla 5.16
Matriz de Leopold

Componentes	Factores impactantes	Utilización de agua ionizada	Abastecimiento de agua	Maquinaria	Utilización de ácido fosfórico	Producción	Inversión en mercado industrial	TOTAL
	Acciones impactantes							
Ambiental	Aire			-3 5	-1 1	-3 4		-7 10
	Ruido			-5 3		-2 3		-7 6
	Suelos					+3 3		+3 3
	Agua	-5 6	-2 1					-7 7
Socio-económico	Empleo					+5 7	+6 6	+11 13
	Industriales		+3 2	+3 4		+6 5	+5 3	+17 14

Elaboración propia

Lo que podemos concluir de esta matriz es que por trabajar en el proceso con diferentes productos químicos como lo pueden ser el ácido fosfórico o el agua ionizada, de alguna manera existen impactos negativos en ciertos factores ambientales. Dentro de los factores ambientales analizados, el aire es el que más se ve afectado por la utilización de diferentes maquinarias principalmente. El otro factor crítico en la producción es el agua ya que se procesa en diferentes partes de la producción y se utiliza agua ionizada que si no es tratada de la manera correcta, puede ser perjudicial para el medio ambiente. Por otro lado ciertas mermas del proceso productivo serán

utilizadas como abono para generar áreas verdes y promover la vegetación en la zona. Por último existen varios factores socio-económicos que aportan tanto al mercado industrial como al desarrollo del personal involucrado en el proyecto como la zona geográfica definida para la instalación de la planta. El proyecto genera mejor calidad de vida para cierta población y desarrollo del negocio industrial.

5.7 Seguridad y salud ocupacional

Se usará el decreto que actualmente rige en el Perú: el DS N° 009-2005 TR “Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo”, por lo que el desarrollo de este punto estará circunscrito en el marco legal de dicho decreto supremo. Para la implementación del SGSST (Sistema de Gestión de la Salud y Seguridad en el trabajo), se procederán a efectuar los siguientes pasos:

- a) Un diagnóstico inicial en el que se evaluarán las condiciones de los obreros en la planta, las características de los trabajos y factores del entorno físico, entre otros.
- b) Se procederá a realizar la definición de la política que contemplará los siguientes puntos:
 - a. Compromiso de la gerencia con la seguridad y la salud, se proveerán condiciones saludables para los trabajadores, por ejemplo, en las oficinas se contará con sillas ergonómicas para aquellos trabajadores que permanezcan mucho tiempo sentados, se proveerán de las guardas necesarias para las máquinas, las zonas de tránsito por la planta y de seguridad estarán debidamente señalizadas, al igual que los puntos de riesgo. Todos los materiales estarán correctamente rotulados con rombo de seguridad. Se ubicarán extintores a lo largo de la planta en puntos estratégicos.
 - b. Se asignarán responsabilidades, siendo el empleador el responsable directo de la seguridad y salud en el trabajo, a su vez se contará con una mesa de partes a través

de la cual los trabajadores podrán hacer llegar sus preocupaciones o sugerencias acerca de temas relacionados a seguridad y/o salud.

- c. Alcance: La política de Seguridad y Salud en el trabajo es de carácter general para todo el personal.
- d. Identificación y determinación de riesgos: Se contará con un programa de mantenimiento para los vehículos que realicen el transporte, el mismo que implica revisiones periódicas. En oficinas se realizarán inspecciones de seguridad y salud al menos una vez al año.
- e. Control y eliminación de riesgos: La limpieza de las instalaciones será una actividad diaria, para eliminar riesgos que puedan atribuirse a residuos, desechos, etc. Por otro lado la disposición de las instalaciones garantiza medios de salida seguros.
- f. Atención médica y primeros auxilios: Se contará con el botiquín pertinente en cada área de trabajo. Se realizarán capacitaciones en primeros auxilios una vez al año para todos los trabajadores. Se debe tener a la mano y visibles todos los teléfonos de emergencia, médicos, hospitales, ambulancias, bomberos, etc.
- g. Capacitaciones en seguridad, operación de máquinas, primeros auxilios, uso del montacargas, etc.

c) Organización del SGSST

Si la empresa contara con más de 25 trabajadores, será necesaria la creación de un comité de SST, para que a su vez también elabore un reglamento interno, en el cual se especifique los objetivos, alcance, compromiso, responsabilidades, funciones y estructura de la organización interna en temas relativos a la seguridad.

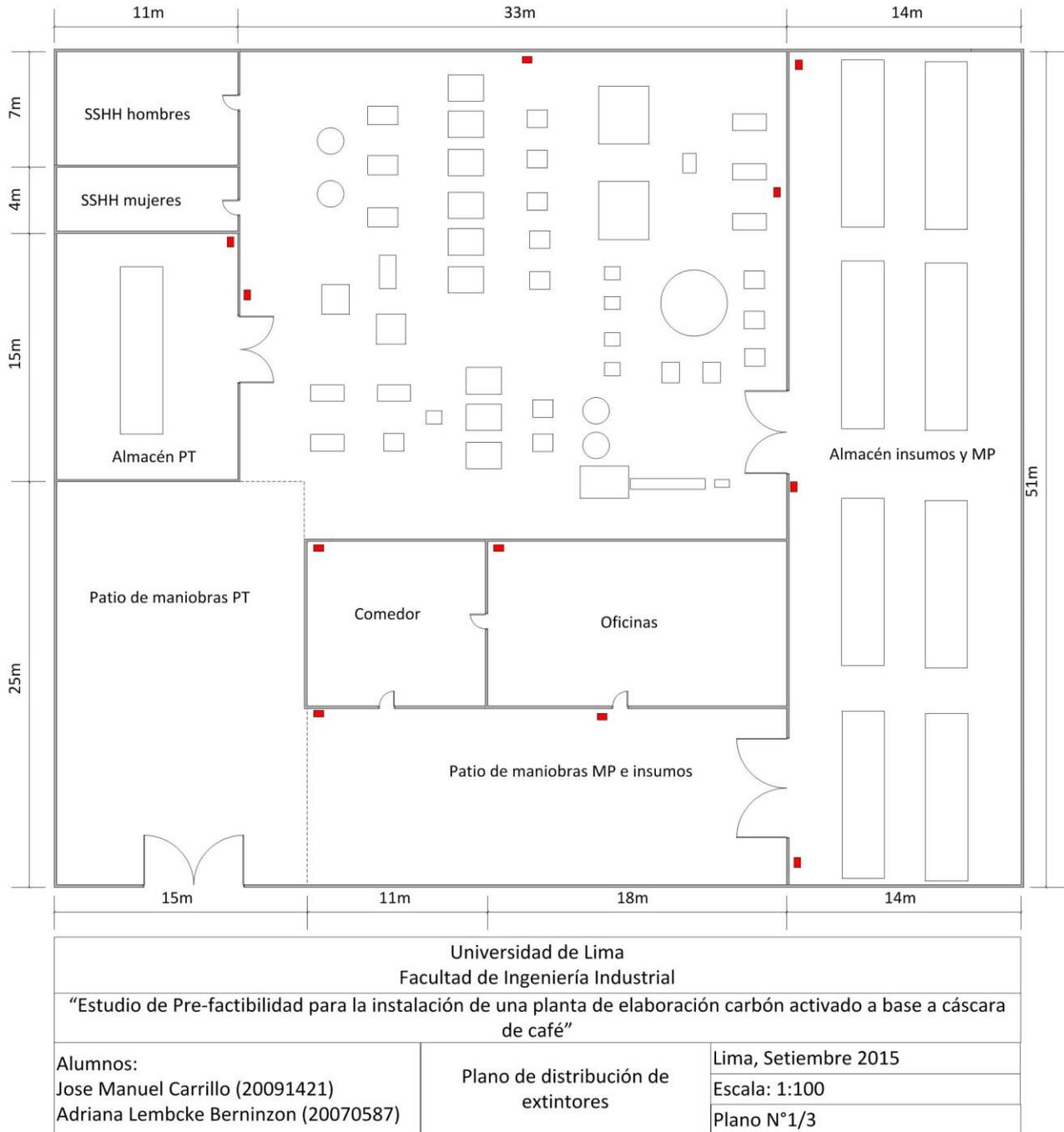
El resguardo de los niveles de seguridad estará garantizado en la medida en que se cumplan los siguientes procedimientos

- De acuerdo al artículo 110 del Reglamento Nacional de Tránsito el tipo de licencia para conducir el vehículo que se usará en la prestación del servicio tiene la categoría “CLASE B”, por lo que este será uno de los requisitos fundamentales en la selección de choferes, después de la formación de las personas competentes en sus deberes, será evaluada a través de exámenes médicos, de manejo, de reglamentos nacionales, también capacitados en temas de seguridad y salud, objetivo que se logrará a través de talleres, simulacros, etc.
- De acuerdo al artículo 253° del reglamento nacional de tránsito, las furgonetas deben llevar en los asientos, cinturones de seguridad, los cuales deben ser usados por el conductor y los pasajeros, también protectores de cabeza o cabezales en los asientos delanteros y posteriores.
- Notificación de incidentes, lesiones y enfermedades: Registro de todos incidentes ocurridos durante el desarrollo del servicio, así como las posibles lesiones sufridas por los empleados. A su vez, después de los exámenes médicos anuales, se registrarán las enfermedades presentadas en el periodo para evaluar su desarrollo.

Finalmente y en particular respecto a las instalaciones, se contará con las medidas de seguridad necesarias, por ejemplo:

Extintores: Considerando que las oficinas tienen un tamaño pequeño/mediano y que el poder calorífico de los accesorios de oficina es bajo (lo que implica un riesgo bajo), se contará con un extintor de tipo 2 A en cada cuarto de la planta, el mismo que de acuerdo a la ubicación indicada en la figura correspondiente, cumple con los requisitos de capacidad de extinción y de distancia máxima (22,9 metros). En el plano a continuación, los extintores se representan con figuras rojas.

Figura 5.5
Plano de distribución de extintores en la planta



Elaboración propia

- Luces de Emergencia, suministros de agua cercanos, sistemas de alarma contra incendios (sensores de humo).
- Pasillo con ancho no menor a 1,2 m; escaleras, puertas, salidas tendrán letreros para ser identificadas. Disposición garantizará salida clara hacia la calle.

- Se proveerá EPP necesarios y pertinentes a personal de planta y oficina, dependiendo de trabajo recibirán: Botas con punta de acero, tapones de oído para protección auditiva, gafas de seguridad, uniforme, guantes resistentes al calor, mascarillas, cascos, etc.
- Con respecto al horno y secadores, se deberá instruir a los operarios y entregarles el equipo correspondiente para que no corran riesgos a la hora de operar dicha maquinaria.
- Lo mismo del punto anterior en el caso de la trituradora y el molino de bolas.
- En el caso de embolsar / levantar sacos de 10 kg no requiere de ningún esfuerzo físico significativo.

5.8. Sistema de mantenimiento

La operación estará conformada por una guardia que trabaja en un turno de 8 horas: de 07:00 a 15:00 horas. Esta guardia está compuesta por un operador/área además de un líder de calidad/seguridad y un recurso técnico.

El ingeniero supervisor tiene como una de sus funciones el planificar el mantenimiento. Esta persona delega las tareas de mantenimiento al recurso técnico el cual trabaja conjuntamente con los operadores de cada área los cuales son responsables de realizar la tarea de mantenimiento bajo los estándares en el plazo establecido.

Todos los equipos deberán estar codificados e identificados con un código correlativo además de controles visuales que indican al dueño de cada equipo. El mantenimiento no planificado es inmediatamente comunicado al ingeniero supervisor el cual toma la decisión más adecuada para resolver el problema sin perjudicar el plan de producción.

- Planificación:

Se planea incluir todas las tareas de mantenimiento para todo el año. Las frecuencias serán previamente determinadas por la ficha de información brindada por el proveedor de cada máquina o serán mayor que éstas en caso se necesite o determine sea mejor. Aproximadamente se pretende tener una parada de planta al mes por un periodo no menos a 8 horas para que se puedan hacer las inspecciones, mediciones, lubricaciones, cambio de piezas y calibraciones correspondientes. Las tareas a realizarse por contratistas durante los días domingo, se coordinarán los días lunes y se contará con una persona supervisora de la empresa que compruebe el correcto funcionamiento del equipo luego de haber sido realizada la tarea de mantenimiento.

Las paradas de mantenimiento se coordinan con el departamento de ventas y planeamiento además del ingeniero supervisor para asegurarse que no impliquen una pérdida de volumen de ventas para la compañía o en todo caso para planear para tener el suficiente stock en producto terminado para atender la demanda durante esa ventana de tiempo.

El recurso técnico deberá tener por lo menos 3 años de experiencia en el área además de haber recibido capacitaciones neumáticas, mecánicas, hidráulicas y eléctricas en los principales equipos de la planta.

Se realizará el respectivo análisis de tiempo de entrega, criticidad, frecuencia de incidencia, MTTR, MTBF, etc. Para determinar el inventario de repuestos de estos mismos que se debe manejar en almacén o el punto de re orden respectivo.

Con respecto a la conducción operativa, el ingeniero supervisor será el encargado de designar fechas y participantes en todas las tareas de mantenimiento.

Se implementará un sistema de clasificación de equipos, A, B o C. Ésta clasificación va a servir para las ocasiones en las cuales no se puede cumplir con el 100% de las tareas planeadas o no se cuenta con todo el presupuesto debido a principalmente averías no planeadas (mantenimiento

reactivo) por lo cual se dará prioridad a los de clase A, siendo los más críticos. Las tareas que no se realizaron pasarán al mes siguiente y así consecutivamente.

Para la ejecución de las labores, se usarán órdenes de mantenimiento indicando paso a paso como realizar las tareas. Los operarios irán mejorando sus habilidades para darle mantenimiento a las máquinas, con el objetivo de lograr un mayor MTBF y mejorar la confiabilidad de los equipos, ya que a mayor mantenimiento preventivo, menores serán las fallas que necesiten del reactivo, o defectos que requieran del correctivo.

La estrategia de mantenimiento que se implementará será un sistema TPM (Mantenimiento Total Productivo) en el cual se le otorga un sentido de pertenecía y autonomía al operador el cual se hace responsable por la confiabilidad del equipo. Desde que ingresa a la compañía, el operador va a recibir constantes charlas e información acerca de la filosofía Kaizen de mejora continua e incentivado a seguir las 5s (llamadas así por la primera letra de cada una de ellas en japonés), técnica implementada por Toyota Lean Manufacturing en los años 60:

1. * Seiri → Clasificar

Definición: Separar innecesarios

Pretende: Eliminar lo innecesario en el espacio de trabajo

2. Seiton → Ordenar

Definición: Situar necesarios

Pretende: Organizar adecuadamente los elementos a usar en el espacio de trabajo.

3. Seisō → Limpiar

Definición: Eliminar suciedad

Pretende: Un lugar limpio no es el que más se limpia sino el que menos se ensucia

4. Seiketsu → Estandarizar

Definición: Señalizar anomalías

Pretende: Detectar situaciones irregulares o anómalas, mediante normas sencillas y visibles

5. Shitsuke → Entrenamiento y autodisciplina

Definición: Mejorar continuamente

Pretende: Trabajar permanentemente de acuerdo con las normas establecidas

Los pilares del TPM en los cuales se basará la estrategia son los siguientes:

1. Mejoras enfocadas:

Consta en llegar a los problemas desde la raíz y la planificación previa respectiva para saber cuál es la meta y en cuanto tiempo se logra. Aporta metodologías para llegar al núcleo de los problemas permitiendo identificar el factor a mejorar, definirlo como meta y estimar el tiempo para lograrlo, de igual manera, posibilita conservar y transferir el conocimiento adquirido durante la ejecución de acciones de mejora.

Estas actividades están dirigidas a mejorar gran variedad de elementos, como un proceso, un procedimiento, un equipo o componentes específicos de algún equipo, detectando acertadamente la pérdida y ejecutando un plan de acción para su eliminación.

2. Mantenimiento autónomo:

Está enfocado al operario ya que es él que más interactúa con el equipo. Propone alargar la vida útil de la máquina o línea de producción.

El mantenimiento autónomo está enfocado a un conjunto de actividades que se realizan diariamente por todos los trabajadores en los equipos que operan, incluyendo inspección, lubricación, limpieza, intervenciones menores, cambio de herramientas y piezas, estudiando posibles mejoras, analizando y solucionando problemas del equipo y acciones que conduzcan a mantener el equipo en las mejores condiciones de funcionamiento.

Estas actividades se deben realizar siguiendo estándares previamente preparados con la colaboración de los propios operarios. Los operarios deben ser entrenados y deben contar con los conocimientos necesarios para dominar el equipo que opera.

El mantenimiento autónomo puede prevenir:

- Contaminación por agentes externos
- Rupturas de ciertas piezas
- Desplazamientos
- Errores en la manipulación

3. Mantenimiento planeado:

Su principal eje de acción es el entender la situación que se está presentando en el proceso o en la máquina teniendo en cuenta un equilibrio costo-beneficio.

El mantenimiento planeado constituye en un conjunto sistemático de actividades programadas a los efectos de acercar progresivamente la planta productiva a los objetivos de: cero averías, cero

defectos, cero despilfarros, cero accidentes y cero contaminaciones. Este conjunto de labores serán ejecutadas por personal especializado en mantenimiento.

Los principales objetivos del mantenimiento planeado son:

- Reducir el coste de mantenimiento
- Reducción espera de trabajos
- Eliminar radicalmente los fallos

4. Control inicial:

Consta básicamente en implementar lo aprendido en las máquinas y procesos nuevos.

Con este pilar se pretende reducir el deterioro de los equipos actuales y mejorar los costos de su mantenimiento, así como incluir los equipos en proceso de adquisición para que su mantenimiento sea el mínimo. Se pretende con este pilar lograr un arranque vertical (arranque rápido, libre de problemas correcto desde el principio)

5. Mantenimiento de la calidad:

Enfatizado básicamente a las normas de calidad que se rigen.

Es una estrategia de mantenimiento que tiene como propósito establecer las condiciones del equipo en un punto donde el "cero defectos" es factible. Se basa en:

- Prevenir defectos de calidad certificando que la maquinaria cumple las condiciones para "cero defectos" y que estas se encuentra dentro de los estándares técnicos.
- Observar las variaciones de las características de los equipos para prevenir defectos y tomar acciones adelantándose a las situaciones de anormalidad potencial.

- Realizar estudios de ingeniería del equipo para identificar los elementos del equipo que tienen una alta incidencia en las características de calidad del producto final, realizar el control de estos elementos de la máquina e intervenir estos elementos.

6. Entrenamiento:

Correcta instrucción de los empleados relacionada con los procesos en los que trabaja cada uno.

El objetivo principal en este pilar es aumentar las capacidades y habilidades de todo el personal, dando instrucciones de las diferentes actividades de la empresa y como se hacen.

Algunas ventajas que se obtienen son:

- Formar personal competente en equipos y en la mejora continua de su área de responsabilidad.
- Estimular el autodesarrollo del personal.
- Desarrollar recursos humanos que puedan satisfacer las necesidades de trabajo futuras.
- Estimular la formación sistemática del personal.

7. TPM en oficinas:

Es llevar toda la política de mejoramiento y manejo administrativo a las oficinas (papelerías, órdenes, etc.).

Su objetivo es lograr que las mejoras lleguen a la gerencia de los departamentos administrativos y actividades de soporte y que no solo sean actividades en la planta de producción. Estas mejoras buscan un fortalecimiento de estas áreas, al lograr un equilibrio entre las actividades primarias de la cadena de valor y las actividades de soporte.

8. Seguridad y medio ambiente:

La seguridad y el medio ambiente se enfocan en buscar que el ambiente de trabajo sea confortable y seguro, muchas veces ocurre que la contaminación en el ambiente de trabajo es producto del mal funcionamiento del equipo, así como muchos de los accidentes son ocasionados por la mala distribución de los equipos y herramientas en el área de trabajo.

Los principales objetivos son: cero accidentes y cero contaminaciones

A continuación se presenta una tabla con los mantenimientos por maquinaria y equipo aproximada, la frecuencia y la duración de los mismos.

Tabla 5.17
Mantenimientos por máquina/equipo, frecuencia y duración

Proceso	Máquina/equipo	Frecuencia	Tipo de Manto	Duración
Recepción/clasificación	Banda transportadora	3 mes	Preventivo / Correctivo	1 turno
	Balanza industrial	2 mes	Correctivo	1 hora
Molienda/tamizado	Molino de rodillos de prensa roladora	1 mes	Preventivo / Correctivo	3 horas
	Tamiz para separar precursores	1 mes	Preventivo / Correctivo	1 turno
Lavado y filtrado	Tanque de almacenamiento	6 mes	Preventivo / Correctivo	1 turno
	Tanque con agitador	6 mes	Preventivo / Correctivo	1 turno
	Decantador sedimentador horizontal	6 mes	Preventivo / Correctivo	3 horas
	Filtro luego del primer lavado	1 mes	Correctivo	1 turno
Secado	Secador tubular (estufa)	1 mes	Preventivo / Correctivo	1 turno
Impregnado	Reactor con agitador	6 mes	Preventivo / Correctivo	1 turno
	Filtro para separar ácido fosfórico	1 mes	Correctivo	3 horas
	Secador tubular (estufa)	3 mes	Preventivo / Correctivo	1 turno
Carbonización	Horno	0.5 mes	Preventivo / Correctivo	1 turno
Lavado/decantado	Tanque de lavado con agitador	5 mes	Preventivo / Correctivo	3 horas
	Decantador sedimentador horizontal	6 mes	Preventivo / Correctivo	3 horas
Secado	Tanque de almacenamiento	6 mes	Preventivo / Correctivo	3 horas
	Secador tubular (estufa)	3 mes	Preventivo / Correctivo	1 turno
Triturado/ensacado	Trituradora	2 mes	Preventivo / Correctivo	1 turno
	Tamiz vibratorio	1 mes	Preventivo / Correctivo	1 turno
	Ensacadora	1 mes	Preventivo / Correctivo	1 turno

Elaboración propia

5.9. Programa de producción para la vida útil del proyecto

El programa de producción de la planta estará basado en el requerimiento estimado de la demanda y se aplicará una estrategia “push”, lo cual significa que generaremos un inventario de seguridad que se determinará en función a la variabilidad del LT de abastecimiento y la variabilidad de la demanda.

Al no ser necesariamente un producto estacional, además de ser un producto B2B, la demanda debería presentar una baja variabilidad. Es por éste motivo que se calcula aproximadamente un stock de seguridad de 7 días. Esto significa que el primer mes se deberá producir no solo el plan de ventas del mes sino 7 días adicionales de cobertura.

Tabla 5.18
Programación de Producción mensual

Año	Dem Anual (t)	Dem Mes (t)	Programa Semanal (t)	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
2015	191,15	15,93	3,70	19,6	15,9	15,9	15,9	15,9	15,9	15,9	15,9	15,9	15,9	15,9	15,9
2016	222,49	18,54	4,31	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5
2017	310,78	25,90	6,02	25,9	25,9	25,9	25,9	25,9	25,9	25,9	25,9	25,9	25,9	25,9	25,9
2018	361,74	30,15	7,01	30,1	30,1	30,1	30,1	30,1	30,1	30,1	30,1	30,1	30,1	30,1	30,1
2019	491,24	40,94	9,52	40,9	40,9	40,9	40,9	40,9	40,9	40,9	40,9	40,9	40,9	40,9	40,9
2020	571,80	47,65	11,08	47,7	47,7	47,7	47,7	47,7	47,7	47,7	47,7	47,7	47,7	47,7	47,7

Elaboración propia

5.10. Requerimiento de insumos, personal y servicios

5.10.1 Materia prima, insumos y otros materiales

El principal insumo que se utiliza es la cáscara de café así que se presenta a continuación el requerimiento de la misma para la duración del proyecto.

Tabla 5.19

Requerimiento de cascarilla de café para la duración de la vida del proyecto

Año	Dem del proyecto (t)	Requerimiento de MP (t)
2015	191,15	3.676,46
2016	222,49	4.279,37
2017	310,78	5.977,38
2018	361,74	6.957,62
2019	491,24	9.448,39
2020	571,80	10.997,85

Elaboración propia

Por otro lado, los insumos que se utilizan para el proceso son el ácido fosfórico para el impregnado, el agua ionizada para los lavados y el hidróxido de sodio para uno de los lavados. A continuación presentamos los requerimientos anuales según demanda:

Tabla 5.20

Requerimientos de insumos para la duración de la vida del proyecto

Año	Dem del Proy (t)	Req. Agua Ionizada (t)	Req. Ácido Fosfórico (t)	Req NaOH (t)
2015	191,15	4.425,84	1.839,01	95,57
2016	222,49	5.165,85	2.140,61	111,25
2017	310,78	7.215,64	2.989,99	155,39
2018	361,74	8.398,98	3.480,34	180,88
2019	491,24	11.405,53	4.726,19	245,62
2020	571,80	13.276,12	5.501,32	285,90

Elaboración propia

Finalmente también se está considerando dentro de los materiales necesarios para la producción, bolsas de 10 kg de polipropileno. A continuación el Tabla con los requerimientos respectivos:

Tabla 5.21

Requerimiento de bolsas de polipropileno para la duración del proyecto

Año	Dem del Proy (t)	Req Bolsas (Und)
2015	191,15	19.115
2016	222,49	22.249
2017	310,78	31.078
2018	361,74	36.174
2019	491,24	49.124
2020	571,80	57.180

Elaboración propia

5.10.2. Determinación del número de operarios y trabajadores indirectos

El funcionamiento de la planta requiere necesariamente del establecimiento de una estructura organizativa para la división y coordinación de las tareas. Operarios que se encarguen de las labores de producción y el personal administrativo encargado de la toma de decisiones y control de la empresa. Los operarios requeridos se basan en la capacidad instalada de planta de planta y el porcentaje de saturación del operario indicado en el Tabla 5.14.

Tabla 5.22
Detalle de número de operarios requeridos por proceso

Proceso	Máquina/equipo	# Operarios req.
Recepción/clasificación	Banda transportadora	0,54
	Balanza industrial	0,11
Molienda/tamizado	Molino de rodillos de prensa roladora	0,11
	Tamiz para separar precursores	1,79
Lavado y filtrado	Tanque de almacenamiento	0,11
	Tanque con agitador	0,15
	Decantador sedimentador horizontal	0,26
	Filtro luego del primer lavado	0,81
Secado	Secador tubular (estufa)	0,76
Impregnado	Reactor con agitador	1,76
	Filtro para separar ácido fosfórico	3,45
	Secador tubular (estufa)	0,61
Carbonización	Horno	0,18
Lavado/decantado	Tanque de lavado con agitador	1,82
	Decantador sedimentador horizontal	2,02
Reposo	Canjilones con tapa	1,82
Secado	Tanque de almacenamiento	0,36
	Secador tubular (estufa)	0,35
Triturado/ensacado	Trituradora	0,85
	Tamiz vibratorio	0,57
	Ensacadora	0,33
		19

Elaboración propia

A continuación se detallan todos los trabajadores indirectos que no participan directamente del proceso productivo del carbón activo.

Tabla 5.23
Detalle de trabajadores Indirectos

Área	Personal Requerido	Cant
Planta	Jefe de Operaciones / Supervisor de Planta	1
	Coordinador de Calidad y Seguridad	1
	Técnico de Mantenimiento	2
Administración	Jefe Administrativo	1
	Asistente de Contabilidad	1
Ventas	Supervisor de Ventas	1
	“Key Account”	1
		8

Elaboración propia

5.10.3. Servicios de terceros

Además del personal encargado de las operaciones en planta, administrativo, etc. Se requerirá de servicios de empresas terceras:

- Limpieza: Se tercerizará el servicio de limpieza debido a que resulta más económica, se busca no sobrecargar el presupuesto de planilla.
- Seguridad: Se busca tercerizar el servicio de vigilancia debido a que esta actividad encarecería innecesariamente el costo de personal y manejo administrativo.

5.10.4. Otros: energía eléctrica, agua, vapor, combustible, etc.

La energía eléctrica que se requerirá en la planta básicamente se centrará en el consumo eléctrico de las máquinas en el proceso productivo, sin embargo, el consumo de energía también considera las luminarias y la energía de los equipos del área administrativa.

En primer lugar, tenemos en la línea de producción varias máquinas semi-automáticas, por un lado tenemos que cada máquina tiene su respectiva potencia de consumo y por otro lado tenemos las horas de funcionamiento de cada máquina para procesar durante un año de producción. Sobre estos se presenta el consumo de energía del área productiva.

Tabla 5.24
Consumo anualizado de energía

Máquina/equipo	Consumo KW/h	Req Prom Horas / Año	Consumo Anualizado KW-h					
			Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Banda transportadora	0,18	1.176	113	131	184	214	290	338
Balanza industrial	0,05	235	6	7	10	12	16	19
Molino de rodillos de prensa roladora	23	333	4.081	4.751	6.636	7.724	10.489	12.209
Tamiz para separar precursores	0,5	3.880	1.035	1.205	1.683	1.959	2.660	3.096
Tanque de almacenamiento	0	2.351	-	-	-	-	-	-
Tanque con agitador	2,35	3.259	4.087	4.757	6.645	7.735	10.504	12.226
Decantador sedimentador horizontal	0	5.704	-	-	-	-	-	-
Filtro luego del primer lavado	0	1.755	-	-	-	-	-	-
Secador tubular (estufa)	30	5.513	88.253	102.726	143.486	167.017	226.807	264.002
Reactor con agitador	2,7	9.581	13.805	16.068	22.444	26.125	35.477	41.295
Filtro para separar ácido fosfórico	0	7.485	-	-	-	-	-	-
Secador tubular (estufa)	30	5.306	84.943	98.873	138.104	160.752	218.300	254.100
Horno	45	2.009	48.234	56.145	78.422	91.283	123.961	144.290
Tanque de lavado con agitador	2,7	9.862	14.209	16.539	23.101	26.889	36.516	42.504
Decantador sedimentador horizontal	0	10.957	-	-	-	-	-	-
Canjilones con tapa	0	4.949	-	-	-	-	-	-
Tanque de almacenamiento	0	2.612	-	-	-	-	-	-
Secador tubular (estufa)	30	1.881	30.107	35.045	48.950	56.978	77.375	90.064
Trituradora	11	1.857	10.901	12.689	17.724	20.630	28.016	32.610
Tamiz vibratorio	0,5	1.238	330	385	537	625	849	988
Ensacadora	5	716	1.911	2.225	3.108	3.617	4.912	5.718
			302.016	351.545	491.034	571.560	776.173	903.460

Elaboración propia

5.11. Características físicas del proyecto

5.11.1. Factor edificio

El edificio es necesario para la ubicación de la planta debe contar con un solo nivel, suelo de cemento y extractores de aire.

Niveles: La presencia de un solo nivel permite facilitar el traslado de la materia prima, insumos, los productos en proceso y productos terminados. Esto facilita el movimiento y utilización de los elementos móviles como los montacargas, además nos beneficia por el lado de seguridad de la planta.

Suelos: Es importante que el suelo sea de cemento o algún material con las mismas características, ya que debe ser capaz de soportar el peso requerido por las maquinarias que posee la planta sin deteriorarse fácilmente a través de los años.

Techos: No es necesario que los techos sean acústicos pues no cuenta con máquinas o procesos que sobrepasen el nivel aceptable de dB en una jornada de 8 horas. Sin embargo, es recomendable que tengan la altura suficiente para la altura de las máquinas y equipos que considera el proyecto.

Se considera que la altura mínima debe de ser 4 metros. Los techos deben ser fáciles de limpiar.

Estructura: La planta se encuentra construida en base a una estructura metálica la cual estaría recubierta con drywall. El sistema drywall es una alternativa interesante ya que nos brinda una rápida y fácil instalación, costos cómodos, material liviano, versatilidad para remodelaciones, etc.

La planta debe contar con puertas de ingreso y salida para el personal, de fácil acceso y amplias. La puerta principal da acceso a las áreas administrativas de la planta. A su vez, deberían existir puertas que tengan salida al patio de maniobras y fácil acceso a los almacenes de materia prima y producto terminado.

Se contará con los siguientes tipos de señalización: Señales de prohibición, de seguridad, de medidas obligatorias, de advertencia, de salida, etc.

5.11.2. Factor servicio

Para las instalaciones sanitarias se deben de considerar las normas OSHA. Los pisos deben poseer una inclinación hacia un punto de drenaje. El ambiente se debe encontrar bien ventilado e iluminado. Las puertas deben brindar privacidad. Éstos servicios deben contar con todos los artículos de higiene necesarios.

Servicio de alimentación: La empresa debe ofrecer en sus instalaciones un área comedor donde los trabajadores puedan consumir sus alimentos durante el refrigerio.

Iluminación: Al ser este un factor que impacta directamente en la calidad del trabajo y de los trabajadores se deberá reforzar pintando las paredes de color blanco humo y una reposición constante de los focos en mal estado.

Instalaciones eléctricas: La planta deberá contar con un suministro adecuado de acuerdo a la potencia requerida mencionada previamente (214kW).

Protección contra incendios: La empresa deberá contar con extintores ubicados en las partes claves del proceso productivo y de la planta para mitigar cualquier incidente con fuego.

5.12. Disposición de planta

Para la disposición de planta se usará el método del Análisis de Guerchet de acuerdo a las dimensiones y los lados de operación de la maquinaria descrita en puntos anteriores. Este análisis consiste en el cálculo en sí del espacio por máquina requerida, una tabla relacional con el respectivo diagrama relacional y finalmente el plano propuesto de la planta.

5.12.1. Disposición general

Se tomó en cuenta lotes de 2.1 toneladas como mínimo ya que la producción máxima debido al cuello de botella es de 2.45 toneladas y se tomará un margen de 0.35 toneladas de producto terminado. En base a esta capacidad, se hizo el Análisis de Guerchet que consiste en lo siguiente: Para cada elemento a distribuir, la superficie total necesaria se calcula como la suma de tres superficies totales:

- Superficie estática (Ss): Correspondiente a los muebles, máquinas e instalaciones.
- Superficie de gravitación (Sg): Es la utilizada alrededor de los puestos de trabajo por el obrero y por el material acopiado para las operaciones en curso. Esta superficie se obtiene para cada elemento, multiplicando la superficie estática por el número de lados (N) a partir de los cuales el mueble o maquinaria debe ser utilizado $Sg = Ss \times N$.
- Superficie de evolución (Se): Se reserva entre los puestos de trabajo para los desplazamientos de personal y para la manutención. $Se = k \times (Ss + Sg)$ donde k es un coeficiente igual a 0.05. Éste se calcula como una relación de las dimensiones de los

hombres u obreros desplazados y el doble de las cotas medias en los muebles o maquinarias entre los cuáles éstos se desenvuelven.

Entonces la superficie total necesaria para cada elemento a distribuir es:

$$S T = S_s + S_g + S_e$$

En este análisis se utilizó un factor de 2 por ser una planta industrial con maquinaria pesada, la cual se podría considerar como industria mecánica. Se obtuvo un tamaño de planta de 2810 m².



Tabla 5.25
Análisis Guerchet

Proceso	Maquina / Equipo	L	A	h	N	n	Ss	Sg	Se	ST	Ssxn	Ssxn ^h
Recepción / Clasificación	Banda transportadora	4,50	0,65	0,90	1,00	1,00	2,93	2,93	11,70	17,55	2,93	2,63
	Balanza Industrial	0,90	0,50	0,10	1,00	1,00	0,45	0,45	1,80	2,70	0,45	0,05
Molienda/Tamizado	Molino de rodillos o prensa roladora	2,91	1,95	1,51	2,00	1,00	5,67	11,35	34,05	51,07	5,67	8,57
Lavado Y Filtrado	Tanque de almacenamiento	1,60	-	2,50	2,00	2,00	2,01	4,02	12,06	36,19	4,02	10,05
	Tanque con Agitador	1,22	1,06	3,15	2,00	2,00	1,29	2,59	7,76	23,28	2,59	8,15
	Decantador sedimentador horizontal	2,10	1,60	1,60	2,00	3,00	3,36	6,72	20,16	90,72	10,08	16,13
	Filtro luego del primer lavado	0,95	0,80	0,75	1,00	1,00	0,76	0,76	3,04	4,56	0,76	0,57
Secado	Secador tubular (estufa)	2,00	1,00	1,30	2,00	3,00	2,00	4,00	12,00	54,00	6,00	7,80
Impregnado	Reactor con agitador	1,22	1,06	3,15	2,00	5,00	1,29	2,59	7,76	58,19	6,47	20,37
	Filtro para separar ácido fosfórico	0,95	0,80	0,75	1,00	4,00	0,76	0,76	3,04	18,24	3,04	2,28
	Secador tubular (estufa)	2,00	1,00	1,30	2,00	3,00	2,00	4,00	12,00	54,00	6,00	7,80
Carbonización	Bandejas industriales.	1,20	0,80	0,06	1,00	1,00	0,96	0,96	3,84	5,76	0,96	0,05
	Horno	3,00	3,50	2,50	2,00	2,00	10,50	21,00	63,00	189,00	21,00	52,50
Lavado / Decantado	Tanque de lavado con agitador	1,22	1,06	3,15	2,00	5,00	1,29	2,59	7,76	58,19	6,47	20,37
	Decantador sedimentador horizontal	2,10	1,60	1,60	2,00	6,00	3,36	6,72	20,16	181,44	20,16	32,26
Reposo	Canjilones con tapa	1,81	1,16	0,71	1,00	3,00	2,10	2,10	8,40	37,79	6,30	4,47
Secado	Tanque de almacenamiento	1,60	-	2,50	2,00	2,00	2,01	4,02	12,06	36,19	4,02	10,05
	Secador tubular (estufa)	2,00	1,00	1,30	2,00	1,00	2,00	4,00	12,00	18,00	2,00	2,60
Triturado / Ensacado	Trituradora	1,83	1,79	2,03	2,00	1,00	3,27	6,53	19,60	29,40	3,27	6,62
	Ensacadora	1,80	1,65	2,70	2,00	1,00	2,97	5,94	17,82	26,73	2,97	8,02
Tanque ácido fosf	Tanque	4,00	-	2,00	2,00	2,00	12,57	25,13	75,40	226,19	25,13	50,27

Área mínima 1.219

Proceso	Maquina / Equipo	L	A	h	N	n	Ss	Sg	Se	ST	Ssxn	Ssxn ^h
Operarios	Trabajadores			1,65	1,00	19,00	1,65	1,65	6,60	188,10	31,35	51,73
Montacargas	Montacarga	1,22	0,68	1,00	1,00	4,00	0,83	0,83	3,32	19,91	3,32	3,32
Alm MP e insumos	Rack	10,12	2,53	7,50	1,00	8,00	25,60	25,60	102,41	1228,97	204,83	1536,22
Almacén PT	Rack	10,12	2,53	3,00	1,00	1,00	25,60	25,60	102,41	153,62	25,60	76,81

*los que no tienen ancho es porque son redondos y L es el diámetro

K=2

Área mínima 1.591

Área total m² 2.810

Elaboración propia

El K obtenido se refiere al coeficiente de superficie evolutiva. Calculado multiplicando 0.5 por promedio de equipos móviles entre promedio de equipos fijos.

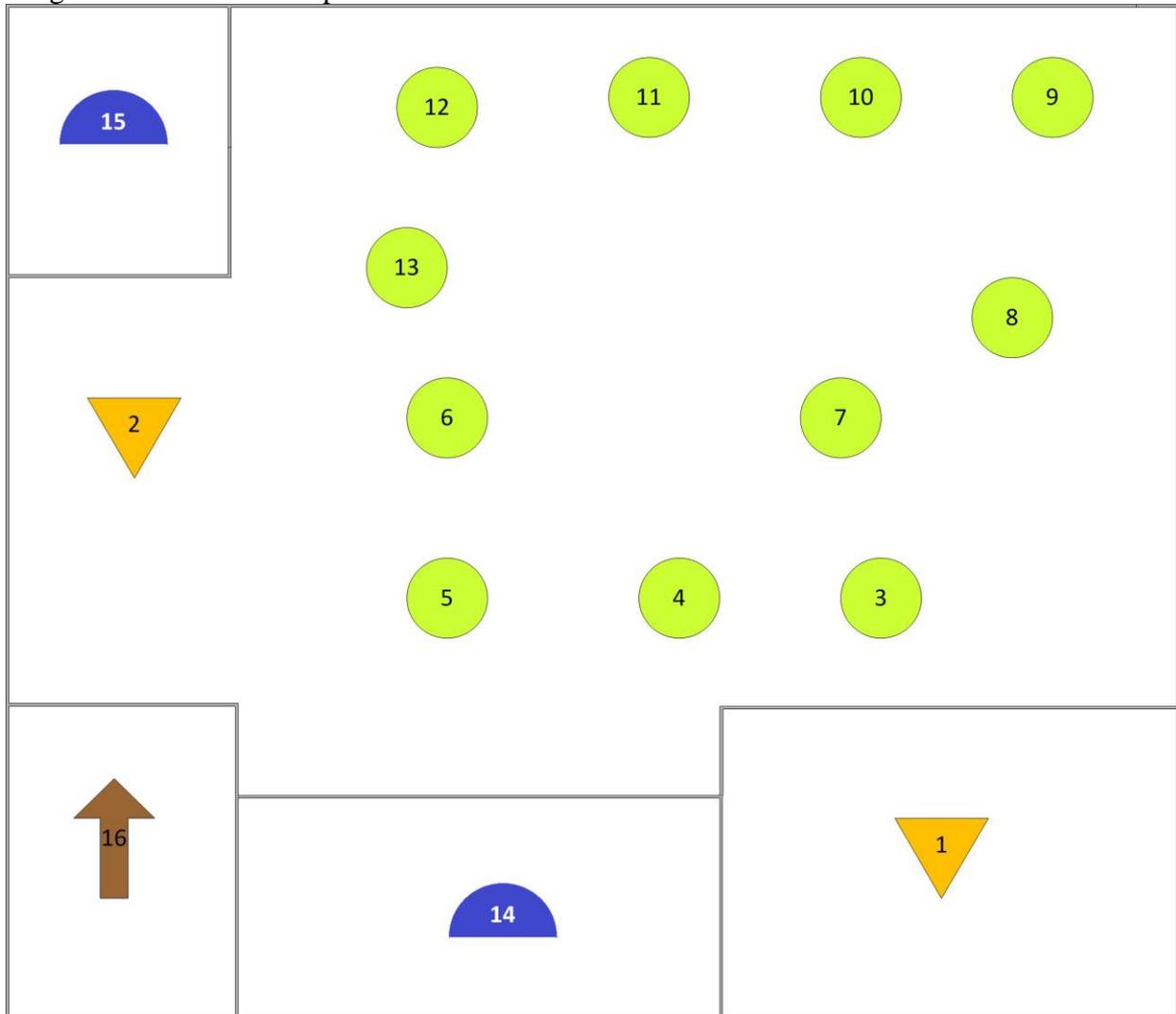
La tabla relacional nos define que el tipo de relación que deberán tener las áreas para poder distribuirlas de manera adecuada.

Tabla 5.26
Tabla relacional

A	E	X
1 - 3	1 - 7	4 - 14
2 - 13	1 - 13	7 - 14
	3 - 4	7 - 15
	4 - 5	7 - 16
	5 - 6	8 - 15
	6 - 7	9 - 14
	7 - 8	9 - 16
	8 - 9	12 - 14
	9 - 10	12 - 15
	10 - 11	12 - 16
	11 - 12	14 - 15
	12 - 13	
	14 - 16	
	15 - 16	

Elaboración propia

Figura 5.8
Diagrama relacional de espacios

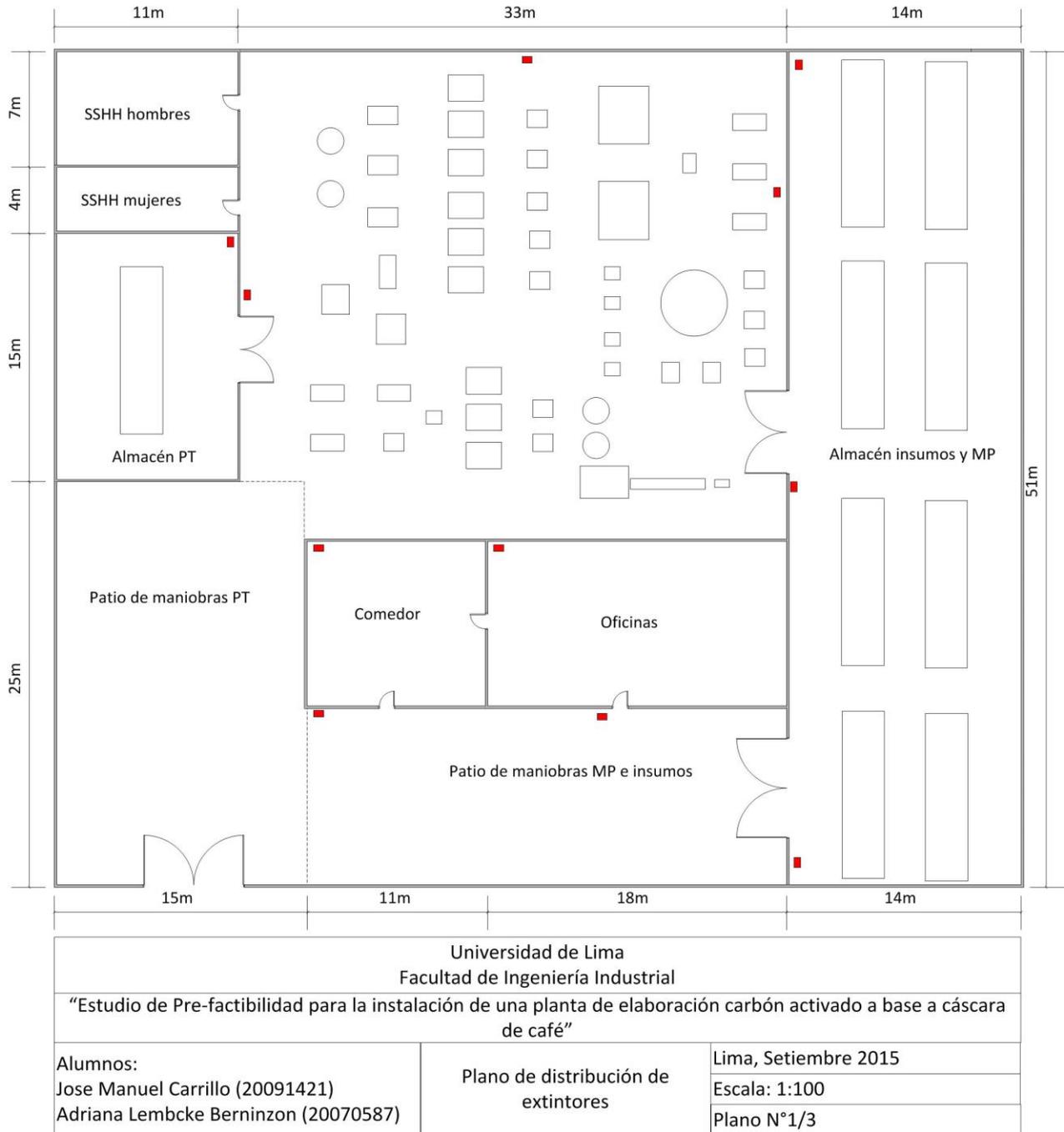


Universidad de Lima Facultad de Ingeniería Industrial		
“Estudio de Pre-factibilidad para la instalación de una planta de elaboración carbón activado a base a cáscara de café”		
Alumnos: Jose Manuel Carrillo (20091421) Adriana Lembcke Berninzon (20070587)	Diagrama relacional de espacios	Lima, Setiembre 2015 Escala: 1:100 Plano N°2/3

Elaboración propia

Por último llegamos al diseño de la planta de producción, tomando en cuenta los resultados del análisis dimensional.

Figura 5.9
Diseño de planta



Elaboración propia

5.13. Cronograma de implementación del proyecto

La ejecución del proyecto de la instalación de una planta de carbón activado se dará en una secuencia de etapas entre las que tenemos pre-inversión, inversión y operación. A su vez, estas etapas se subdividen en fases, cada una de estas se ejecutará en orden secuencial.

Figura 5.10
Fases de implementación del proyecto

Fases	Idea	Perfil	Pre-Factibilidad	Factibilidad	Financiamiento	Estudios Definitivos	Ejecución	Montaje	Operación
Etapas	Pre Inversión				Inversión				Operación

Elaboración propia

- Etapa de Pre Inversión

Para determinar la viabilidad del proyecto, primero es necesario realizar un estudio de pre inversión en el cual se debe analizar más a detalle las ventajas y desventajas que se tendrán al ejecutar la implementación de planta. Así pues, esta etapa se divide en las siguientes fases:

- Generación y análisis de idea del proyecto
- Estudio en el nivel del perfil
- Estudio de pre factibilidad
- Estudio de factibilidad

En cada una de estas fases de estudio se requerirá de un análisis detallado para tener certidumbre sobre la conveniencia del proyecto. La ventaja que se obtendrá al realizar el estudio por fases es que se podrá determinar la probabilidad y factibilidad de éxito técnica y financiera del proyecto antes de realizar inversiones cuantiosas en el proyecto.

- Etapa de Inversión

Esta etapa del proyecto se inicia con los estudios definitivos y termina con la puesta en marcha. Tiene 4 fases en las cuales se tiene financiamiento, estudios definitivos, ejecución, montaje y puesta en marcha.

- Fase de financiamiento: Consistirá en la búsqueda de recursos económicos necesarios para financiar la inversión requerida para la implementación de la planta.
- Fase de estudios definitivos (Diseño): Se harán los estudios de diseño de ingeniería que se concretarán con los planos de las estructuras, planos de instalaciones eléctricas, sanitarias, etc.
- Fase de ejecución y montaje: Se ejecutarán las actividades de implementación de la nueva unidad de producción, esto implica la compra del terreno, la construcción física en sí, compra e instalación de maquinaria / equipo, contratación del personal, etc. En esta fase se plasmarán las acciones concretas de los planeamientos teóricos pasados.
- Puesta en marcha: Consistirá en las actividades necesarias para la determinación de las deficiencias, defectos e imperfecciones de la instalación de la infraestructura de producción, a fin de realizar las correcciones del caso, para el inicio de su producción normal.

- Etapa de Operación

El proyecto entrará en producción, así pues se iniciará la corriente de ingresos generados por la venta del carbón activo, los que deberán cubrir satisfactoriamente los costos y gastos en que se incurrirán. Esta etapa se iniciará cuando la empresa empiece su producción regular.

Tabla 5.27

Cronograma de implementación de la planta de carbón activo

Implementación de la Planta de Carbón Activo	Duración	Comienzo	Fin
1) Etapa de preinversión	560	29/04/2013	10/11/2014
1a) Generación y análisis de la idea del proyecto	40	29/04/2013	08/06/2013
1b) Estudio en el nivel de perfil	45	08/06/2013	23/07/2013
1c) Estudio de prefactibilidad	420	08/08/2014	02/10/2015
1d) Estudio de factibilidad	55	02/10/2015	26/11/2015
2) Etapa de Inversión	360	26/11/2015	20/11/2016
2a) Fase de Financiamiento	70	26/11/2015	04/02/2016
2b) Fase de estudios definitivos	60	04/02/2016	04/04/2016
2c) Ejecución y montaje	200	04/04/2016	21/10/2016
2d) Puesta en Marcha	30	21/10/2016	20/11/2016
3) Etapa de Operación	14	20/11/2016	04/12/2016
3a) Producción de Carbón Activo	10	20/11/2016	30/11/2016
3b) Calidad de Lotes	1	30/11/2016	01/12/2016
3c) Comercialización de Carbón Activo	3	01/12/2016	04/12/2016
	934		

Elaboración propia

CAPÍTULO VI. ORGANIZACIÓN ADMINISTRATIVA

6.1. Organización empresarial

Para la implementación de la planta de éste estudio se ha considerado, la organización del personal en dos grandes áreas: una comercial y otra productiva. Ambas reportarán funcionalmente a un Jefe Administrativo quien tendrá a su cargo un Asistente de Contabilidad.

El área comercial consistirá en un supervisor de ventas a quien le reportará un Key Account. El área productiva contará con un Jefe de Operaciones y Supervisor de planta a quien le reportarán un coordinador de calidad y seguridad, a quien a su vez le reporta un técnico de mantenimiento y los 10 operarios (trabajadores directos de planta).

6.2. Requerimientos de personal directivo, administrativo y de servicios

El funcionamiento de la planta requiere necesariamente del establecimiento de una estructura organizativa para la división y coordinación de las tareas. Operarios que se encarguen de las labores de producción y el personal administrativo encargado de la toma de decisiones y control de la empresa. Los operarios requeridos se han calculado en base al tiempo estándar utilizado para la capacidad instalada de las máquinas críticas.

Tabla 6.1
Detalle de número de operarios requeridos por proceso

Proceso	Máquina/equipo	Capacidad	# Operarios req.
Recepción/clasificación	Banda transportadora	1.000	0,54
	Balanza industrial	5.000	0,11
Molienda/tamizado	Molino de rodillos de prensa roladora	3.500	0,11
	Tamiz para separar precursores	300	1,79
Lavado y filtrado	Tanque de almacenamiento	485	0,11
	Tanque con agitador	350	0,15
	Decantador sedimentador horizontal	200	0,26
	Filtro luego del primer lavado	650	0,81
Secado	Secador tubular (estufa)	250	0,76
Impregnado	Reactor con agitador	1.250	1,76
	Filtro para separar ácido fosfórico	1.600	3,45
	Secador tubular (estufa)	250	0,61
Carbonización	Horno	6.350	0,18
Lavado/decantado	Tanque de lavado con agitador	500	1,82
	Decantador sedimentador horizontal	450	2,02
Reposo	Canjilones con tapa	100	1,82
Secado	Tanque de almacenamiento	180	0,36
	Secador tubular (estufa)	250	0,35
Triturado/ensacado	Trituradora	200	0,85
	Tamiz vibratorio	300	0,57
	Ensacadora	500	0,33
			19

Elaboración propia

A continuación se detallan todos los trabajadores indirectos que no participan directamente del proceso productivo del carbón activo.

Jefe de Operaciones/Supervisor de Planta:

La persona en este puesto será la encargada de tomar las decisiones de la problemática de la operación, junto con dar un control a todo lo relacionado directamente con la producción. Tendrá como función principal, asegurarse del correcto funcionamiento de la maquinaria, eficiencia y

seguridad en la producción y cumplir con los estándares propuestos del producto. A esta persona le reportarán el Coordinador de Calidad y Seguridad, el Técnico de Mantenimiento y los Operarios.

Coordinador de Calidad y Seguridad:

El Coordinador de Calidad y Seguridad, deberá asegurar el cumplimiento de todos los reglamentos de seguridad y salud en el trabajo exigidos por las diferentes entidades que se dirigen al negocio. Será su responsabilidad generar un ambiente seguro para el personal operativo y evitar cualquier tipo de accidentes generados por la operación. La segunda responsabilidad principal que tendrá será la de obtener y mantener los estándares exigidos por las normativas del negocio y la demanda del mercado.

Técnico de Mantenimiento:

Las funciones del Técnico de Mantenimiento serán las de asegurar el correcto funcionamiento de las máquinas, manteniendo la eficiencia correspondiente de cada máquina. Será su trabajo planificar de manera eficiente los mantenimientos necesarios de las máquinas, velando por la minimización de costos en la gestión del mantenimiento en la operación.

Jefe Administrativo:

El Jefe Administrativo será la cabeza de la operación y de la gestión administrativa de la empresa, él tomará las decisiones generales de la empresa, cumpliendo con la dirección y el crecimiento

acordado en el proyecto. A él le reportarán el Jefe de Operaciones/Supervisor de Planta, el Supervisor de Ventas y el Asistente de Contabilidad.

Asistente de Contabilidad:

Esta persona será la encargada de tener un seguimiento de los estados contables y financieros de la empresa, trabando con las entidades estatales y declarando los documentos contables que exige la ley.

Supervisor de Ventas:

El Supervisor de Ventas tendrá como función principal ofrecer el producto en el mercado, captar clientes y tener un control en las compras de los insumos y las venta de la empresa. También será el responsable de todas las relaciones con los clientes, ofreciendo los servicios que tiene la empresa. Al Supervisor de Ventas le reportará el Key Account.

Key Account:

El Key Account será un soporte para el Supervisor de ventas, ayudándolo a tener una gestión eficiente en todas las decisiones y operaciones relacionadas a las ventas de la empresa. Ayudará también a hacer los análisis y evaluaciones respectivas para que el área de ventas pueda tomar decisiones eficientemente.

Tabla 6.2
Detalle de los trabajadores indirectos

Área	Personal Requerido	Cant
Planta	Jefe de Operaciones / Supervisor de Planta	1
	Coordinador de Calidad y Seguridad	1
	Técnico de Mantenimiento	2
Administración	Jefe Administrativo	1
	Asistente de Contabilidad	1
Ventas	Supervisor de Ventas	1
	“Key Account”	1
		8

Elaboración propia

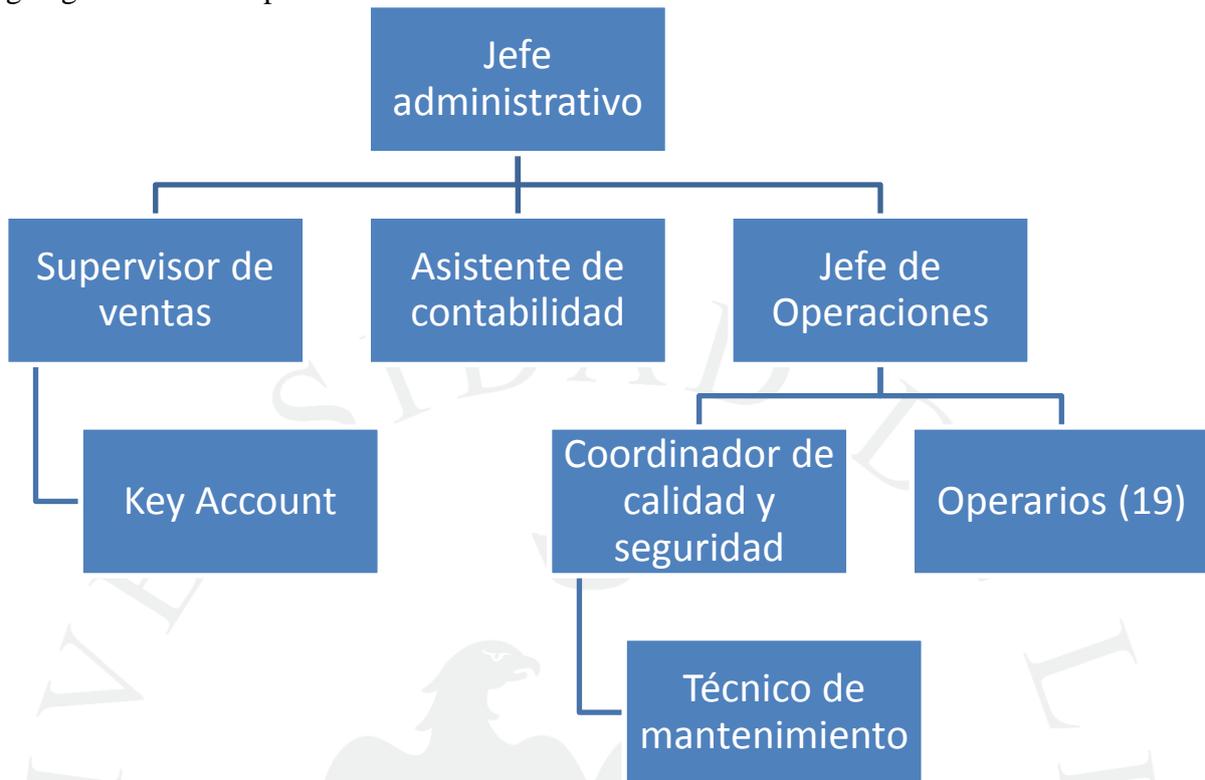
Además del personal encargado de las operaciones en planta, administrativo, etc. Se requerirá de servicios de empresas terceras:

- Limpieza: Se tercerizará el servicio de limpieza debido a que resulta más económica, se busca no sobrecargar el presupuesto de planilla.
- Seguridad: Se busca tercerizar el servicio de vigilancia debido a que esta actividad encarecería innecesariamente el costo de personal y manejo administrativo.

6.3. Estructura organizacional

A continuación se presenta el organigrama de los trabajadores directos e indirectos involucrados en el proceso de producción y comercialización del carbón activo:

Figura 6.1
Organigrama de la Empresa



Elaboración propia



CAPÍTULO VII. ASPECTOS ECONÓMICOS Y FINANCIEROS

7.1. Inversiones

7.1.1. Estimación de las inversiones

Para la estimación de las inversiones se considerarán los activos fijos tangibles e intangibles necesarios para la operación del proyecto.

Activos fijos tangibles:

Constituyen activos fijos los terrenos, las estructuras de la planta (edificios, oficinas, vías de acceso, almacenes, etc.); el equipamiento de la planta y la infraestructura de servicio de apoyo (agua potable, desagües, red eléctrica, comunicaciones, energía, etc.). Para efectos contables, los activos están sujetos a depreciación, que aumentan la precisión de los flujos del proyecto.

Tabla 7.1
Inversión Activos fijos tangibles

Descripción	Cant	Costo Unitario (PEN)	Costo Total (PEN)
MAQUINAS			
Banda transportadora	1	S/. 30.700	S/. 30.700
Balanza industrial	1	S/. 12.600	S/. 12.600
Molino de rodillos de prensa roladora	1	S/. 48.000	S/. 48.000
Tamiz para separar precursores	3	S/. 8.720	S/. 26.160
Tanque de almacenamiento	4	S/. 20.000	S/. 80.000
Tanque con agitador	12	S/. 18.000	S/. 216.000
Decantador sedimentador horizontal	9	S/. 15.500	S/. 139.500
Filtros	5	S/. 23.400	S/. 117.000
Secador tubular (estufa)	7	S/. 70.000	S/. 490.000
Horno	1	S/. 240.000	S/. 240.000
Canjilones con tapa	3	S/. 10.000	S/. 30.000
Trituradora	1	S/. 55.000	S/. 55.000
Ensacadora	1	S/. 71.000	S/. 71.000
Sub Total			S/. 1.555.960
EQUIPOS Y SERVICIOS			
Tuberías y Válvulas	1	S/. 83.800	S/. 83.800
Muebles de Oficina	1	S/. 34.000	S/. 34.000
Artículos de Oficina	1	S/. 7.000	S/. 7.000
Equipos de Cómputo y Teléfonos	1	S/. 39.500	S/. 39.500
Repuestos y Herramientas	1	S/. 54.000	S/. 54.000
Racks de Almacenamiento (posiciones)	336	S/. 250	S/. 84.000
Otros Equipos y Utensilios	1	S/. 15.600	S/. 15.600
Sub Total			S/. 317.900
TERRENO Y EDIFICIOS			
Terreno de 2958m2	1	S/. 1.872.500	S/. 1.872.500
Construcción 2958m2	1	S/. 1.400.000	S/. 1.400.000
Instalaciones eléctricas	1	S/. 22.300	S/. 22.300
Sub Total			S/. 3.294.800
TOTAL			S/. 5.168.660

Elaboración propia

Activos intangibles:

Se considerarán en este rubro, todas las inversiones constituidas por los servicios o derechos adquiridos para la puesta en marcha del proyecto. Los principales rubros que configuran esta inversión son las capacitaciones, los gastos pre-operativos, activos informáticos y documentos legales.

Tabla 7.2
Inversión activos fijos intangibles

Descripción	Cant	Costo Unitario (PEN)	Costo Total (PEN)
Estudio de pre factibilidad	1	S/. 5.000	S/. 5.000
Estudio de factibilidad	1	S/. 8.150	S/. 8.150
Capacitación de personal	1	S/. 3.000	S/. 3.000
Documentos legales	1	S/. 4.500	S/. 4.500
Otros gastos pre operativos	1	S/. 2.400	S/. 2.400
Activos Informáticos (software)	1	S/. 990	S/. 990
TOTAL			S/. 24.040

Elaboración propia

7.1.2. Capital de trabajo

Es el dinero que se requiere para comenzar a producir, la inversión de capital de trabajo está desagregada en caja requerida, inventario de materiales e insumos, cuentas por cobrar, días de pago a proveedores, etc. Estos rubros son los que permiten la operación regular de la planta durante un ciclo productivo. Dicha inversión debe garantizar la disponibilidad de recursos para la compra de materia prima y poder cubrir los costos de operación durante el tiempo requerido para la recuperación del efectivo.

Se han definido las siguientes políticas de trabajo:

- Caja: 2 días equivalentes de ingresos por venta
- Crédito por ventas a 30 días.

- Pago a proveedores por 45 días.
- 6 días de inventario de materiales (stock seguridad + operativo)

Se calcula la caja con la siguiente ecuación:

$$\text{Caja Año 1} = \text{Ventas Año 1} * 2 \text{ días} / 360 \text{ días} = \text{S/}. 9.145$$

Se calcula el importe de cuentas por cobrar con la siguiente ecuación:

$$\text{Cx}C = \text{Ventas Año 1} * \text{Rotación de Cx}C / 360 = \text{S/}. 137,169$$

Se calcula el importe de cuentas por pagar con la siguiente ecuación:

$$\text{Cx}P = \text{Costo Año 1} * \text{Rotación de Cx}P / 360 = \text{S/}. 104.488$$

Se calcula el inventario de materiales:

$$\text{Inventario} = \text{Rotación de Inventario} * \text{Costo de Venta} / 360 = \text{S/}. 13.932$$

Finalmente se halla el capital de trabajo con la siguiente ecuación:

$$\text{Capital de Trabajo} = \text{Caja} + \text{Cx}C + \text{Inventario} - \text{Cx}P = \text{S/}. 55.757$$

7.1.3. Costos totales de inversión

Finalmente, teniendo en cuenta tanto la inversión en activos fijos (tangibles e intangibles) y el capital de trabajo totalizan lo reflejado en el siguiente Tabla.

Tabla 7.3
Tabla de inversión total

Rubro	Monto
Inversión fija tangible	S/. 5.168.660
Inversión fija intangible	S/. 24.040
Capital de trabajo	S/. 55.757
Total	S/. 5.248.457

Elaboración propia

7.2. Costos de producción

7.2.1. Costos de materias primas, insumos y otros materiales

Tabla 7.4
Costos de materia prima, insumos y otros materiales

Año	Demanda	Cáscara de café		Agua Ionizada		Ácido Fosfórico		NA OH		Bolsas	
		TM / año	TM	PEN	TM	PEN	TM	PEN	TM	PEN	Millar
2015	191	3676	S/. 118.750	4426	S/. 19.128	1839	S/. 237.600	96	S/. 9.261	19	S/. 3.823
2016	222	4279	S/. 138.224	5166	S/. 22.327	2141	S/. 276.567	111	S/. 10.780	22	S/. 4.450
2017	311	5977	S/. 193.069	7216	S/. 31.186	2990	S/. 386.307	155	S/. 15.058	31	S/. 6.216
2018	362	6958	S/. 224.731	8399	S/. 36.300	3480	S/. 449.660	181	S/. 17.527	36	S/. 7.235
2019	491	9448	S/. 305.183	11406	S/. 49.295	4726	S/. 610.623	246	S/. 23.801	49	S/. 9.825
2020	572	10998	S/. 355.231	13276	S/. 57.379	5501	S/. 710.770	286	S/. 27.704	57	S/. 11.436

Año	Total
2015	S/. 388.562
2016	S/. 452.348
2017	S/. 631.836
2018	S/. 735.454
2019	S/. 998.727
2020	S/. 1.162.520

Elaboración Propia

7.2.2. Costo de los servicios (energía eléctrica, agua, combustible, etc.)

Tabla 7.5

Costo de energía eléctrica

Año	Máquinas / Equipos	Iluminación-Servicios	Iluminación-Oficinas	Total Kw-h	CU	Costo Total
2015	302.016	40.000	15.000	357.016	S/. 0,0893	S/. 31.882
2016	351.545	40.000	15.000	406.545	S/. 0,0893	S/. 36.304
2017	491.034	40.000	15.000	546.034	S/. 0,0893	S/. 48.761
2018	571.560	40.000	15.000	626.560	S/. 0,0893	S/. 55.952
2019	776.173	40.000	15.000	831.173	S/. 0,0893	S/. 74.224
2020	903.460	40.000	15.000	958.460	S/. 0,0893	S/. 85.590

Elaboración propia

Tabla 7.6

Tabla de consumo agua y desagüe anualizado

Operación	Consumo de Agua (m ³ /año)	Costo del Agua / año
Servicios Planta	13.000	56.186
Servicios Oficinas	2.000	8.644
Limpieza y Otros	14.000	60.508
Total	29.000	125.338

Elaboración propia

7.2.3. Costo de la mano de obra

- Mano de obra directa

Tabla 7.7
Costo de mano de obra directa anualizado

Número de Operarios	19
RMV + Asignación Familiar	S/. 825
Núm de Sueldos Anual (x12)	S/. 9.900
Núm de Sueldos Gratificación (x2)	S/. 1.650
Núm de Sueldos Vacaciones (x1)	S/. 1.650
Núm de Sueldos CTS (x1)	S/. 1.650
EsSalud (9%) (x14)	S/. 945
TOTAL x Operario	S/. 15.795
GRAN TOTAL	S/. 300.105

Elaboración propia

- Mano de obra indirecta

Tabla 7.8
Costo de Mano de obra indirecta anualizado

Descripción del Puesto	# de Colaboradores	RMV + Asignación Familiar	# de Sueldos Anual (x12)	# de Sueldos Gratificación (x2)	# de Sueldos Vacac (x1)	# de Sueldos CTS (x1)	EsSalud (9%) (x14)	Total
Jefe de Op / Superv	1	S/. 4.950	S/. 59.400	S/. 9.900	S/. 4.950	S/. 4.950	S/. 5.670	S/. 84.870
Coor de Calid y Seg	1	S/. 2.750	S/. 33.000	S/. 5.500	S/. 2.750	S/. 2.750	S/. 3.150	S/. 47.150
Técnico de Mant	2	S/. 1.650	S/. 19.800	S/. 3.300	S/. 1.650	S/. 1.650	S/. 1.890	S/. 56.580
Jefe Administrativo	1	S/. 7.150	S/. 85.800	S/. 14.300	S/. 7.150	S/. 7.150	S/. 8.190	S/. 122.590
Asis de Contabilidad	1	S/. 1.100	S/. 13.200	S/. 2.200	S/. 1.100	S/. 1.100	S/. 1.260	S/. 18.860
Supervisor de Ventas	1	S/. 3.080	S/. 36.960	S/. 6.160	S/. 3.080	S/. 3.080	S/. 3.528	S/. 52.808
“Key Account”	1	S/. 1.760	S/. 21.120	S/. 3.520	S/. 1.760	S/. 1.760	S/. 2.016	S/. 30.176
								S/. 413.034

Elaboración propia

7.3. Presupuesto de ingresos y egresos

7.3.1. Presupuesto de ingreso por ventas

Tabla 7.9
Presupuesto de ingresos por ventas

Ppto de Ing por ventas	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Demanda del proy TM	191.147	222.493	310.777	361.742	491.242	571.802
Precio (S/./kg)	S/. 8,61	S/. 9,30	S/. 10,05	S/. 10,87	S/. 11,74	S/. 12,68
Total	S/. 1.646.028	S/. 2.069.766	S/. 3.124.791	S/. 3.931.366	S/. 5.768.115	S/.7.248.640

Elaboración propia

7.3.2. Presupuesto operativo de costos de materias primas

Tabla 7.10
Presupuesto operativo de costos

Ppto Operativo Costo	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Costos directos						
Mano de obra directa						
Total mano de obra directa	300.105	300.105	300.105	300.105	300.105	300.105
Materia prima e insumos						
Cáscara de café	118.750	138.224	193.069	224.731	305.183	355.231
Agua Ionizada	19.128	22.327	31.186	36.300	49.295	57.379
Ácido fosfórico	237.600	276.567	386.307	449.660	610.623	710.770
NaOH	9.261	10.780	15.058	17.527	23.801	27.704
Bolsas	3.823	4.450	6.216	7.235	9.825	11.436
Total materia prima e insumos	388.562	452.348	631.836	735.454	998.727	1.162.520
Total Consumo Energía Eléctrica	30.542	34.965	47.421	54.612	72.884	84.251
Total Consumo Agua y Desagüe	116.694	0	0	0	0	0
Total costos directos	835.903	787.417	979.362	1.090.171	1.371.716	1.546.876

Elaboración propia

7.3.3. Presupuesto operativo de gastos administrativos

Tabla 7.11

Presupuesto operativo de gastos administrativos

Ppto Gastos Administrativos	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Colaboradores	413.034	413.034	413.034	413.034	413.034	413.034
Consumo Agua y Desagüe	8.644	8.644	8.644	8.644	8.644	8.644
Consumo Energía Eléctrica	1.340	1.340	1.340	1.340	1.340	1.340
TOTAL Gastos	423.018	423.018	423.018	423.018	423.018	423.018

Elaboración propia

Tabla 7.12

Presupuesto de depreciación de activos

Rubro	Valor de compra	% Depreciación Anual	Depreciación anual	Valor en libros último año
Edificios y construcciones	S/. 1.422.300	3%	S/. 42.669	S/. 1.166.286
Maquinaria	S/. 1.555.960	10%	S/. 155.596	S/. 622.384
Muebles	S/. 34.000	10%	S/. 3.400	S/. 13.600
Computadoras	S/. 39.500	25%	S/. 9.875	S/. 0
Terreno	S/. 1.872.500	0%	S/. 0	S/. 1.872.500
Total			S/. 211.540	S/. 3.674.770

Elaboración propia

Tabla 7.13

Presupuesto de gastos de ventas

Ppto de Gastos de Ventas	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Gastos de ventas						
Transporte	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
Comisiones	7.500	7.500	7.500	7.500	7.500	7.500
Publicidad	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000
Total gastos de ventas (S/.)	15.500	15.500	15.500	15.500	15.500	15.500

Elaboración propia

7.4. Flujo de fondos netos

7.4.1. Flujo de fondos económico

Tabla 7.14
Estado de Resultados por Año

Estado de Resultados	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Ventas	S/. 1.646.028	S/. 2.069.766	S/. 3.124.791	S/. 3.931.366	S/. 5.768.115	S/. 7.248.640
Costo de Ventas	S/. 835.903	S/. 787.417	S/. 979.362	S/. 1.090.171	S/. 1.371.716	S/. 1.546.876
Utilidad Bruta	S/. 810.125	S/. 1.282.348	S/. 2.145.428	S/. 2.841.194	S/. 4.396.398	S/. 5.701.764
Gastos Administrativos	S/. 423.018	S/. 423.018	S/. 423.018	S/. 423.018	S/. 423.018	S/. 423.018
Gastos de Ventas	S/. 15.500	S/. 15.500	S/. 15.500	S/. 15.500	S/. 15.500	S/. 15.500
Depreciación	S/. 211.540	S/. 211.540	S/. 211.540	S/. 211.540	S/. 211.540	S/. 211.540
Utilidad Operativa	S/. 160.067	S/. 632.291	S/. 1.495.371	S/. 2.191.137	S/. 3.746.341	S/. 5.051.707
Gastos Financieros	S/. 203.640	S/. 168.616	S/. 126.748	S/. 82.764	S/. 42.304	S/. 12.071
Utilidad antes de Imp y Part	S/. -43.573	S/. 463.675	S/. 1.368.623	S/. 2.108.374	S/. 3.704.037	S/. 5.039.635
Participaciones (10%)	S/. 0	S/. 46.368	S/. 136.862	S/. 210.837	S/. 370.404	S/. 503.964
Utilidad antes de Imp	S/. -43.573	S/. 417.308	S/. 1.231.761	S/. 1.897.536	S/. 3.333.634	S/. 4.535.672
Impuesto a la Renta (28%)	S/. 0	S/. 116.846	S/. 344.893	S/. 531.310	S/. 933.417	S/. 1.269.988
Utilidad después de Imp	S/. -43.573	S/. 300.462	S/. 886.868	S/. 1.366.226	S/. 2.400.216	S/. 3.265.684
Reserva Legal (10%)	S/. 0	S/. 30.046	S/. 88.687	S/. 136.623	S/. 240.022	S/. 326.568
Utilidad Neta	S/. -43.573	S/. 270.415	S/. 798.181	S/. 1.229.603	S/. 2.160.195	S/. 2.939.115

Elaboración propia

Tabla 7.15
Flujo de fondos económico

Flujo de fondo Económico	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6
Utilidad Neta		-S/. 43.573	S/. 270.415	S/. 798.181	S/. 1.229.603	S/. 2.160.195	S/. 2.939.115
Depreciación		S/. 211.540	S/. 211.540	S/. 211.540	S/. 211.540	S/. 211.540	S/. 211.540
Amortización		S/. 0	S/. 0	S/. 0	S/. 0	S/. 0	S/. 0
Gastos Financieros		S/. 146.621	S/. 121.403	S/. 91.259	S/. 59.590	S/. 30.459	S/. 8.691
Capital de Trabajo	-S/. 55.757						S/. 55.757
Valor en Libros							S/. 3.674.770
Inversión	-S/. 5.192.700						
	-S/. 5.248.457	S/. 314.588	S/. 603.359	S/. 1.100.980	S/. 1.500.733	S/. 2.402.193	S/. 6.889.874

Elaboración propia

7.4.2. Flujo de fondos financieros

Se consideró un préstamo del 40% de la inversión con una tasa de interés del 9,7% (haciendo un símil con las tasas actuales de financiamiento en las principales instituciones financieras del país.

Y una deuda con cuotas crecientes.

Tabla 7.16
Cálculo del servicio a la deuda

Periodo	Cuota	Amortización	Interés	Saldo
0	S/. 0	S/. 0	S/. 0	S/. 2.099.383
1	S/. 303.611	S/. 99.971	S/. 203.640	S/. 1.999.412
2	S/. 368.557	S/. 199.941	S/. 168.616	S/. 1.799.471
3	S/. 426.660	S/. 299.912	S/. 126.748	S/. 1.499.559
4	S/. 482.646	S/. 399.882	S/. 82.764	S/. 1.099.677
5	S/. 542.157	S/. 499.853	S/. 42.304	S/. 599.824
6	S/. 611.895	S/. 599.824	S/. 12.071	S/. 0

Elaboración propia

Tabla 7.17
Flujo de fondos financieros

Flujo de fondo Financiero	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6
Utilidad Neta		-S/. 43.573	S/. 270.415	S/. 798.181	S/. 1.229.603	S/. 2.160.195	S/. 2.939.115
Depreciación		S/. 211.540	S/. 211.540	S/. 211.540	S/. 211.540	S/. 211.540	S/. 211.540
Amortización		S/. 0	S/. 0	S/. 0	S/. 0	S/. 0	S/. 0
Amortización del Préstamo	S/. 0	-S/. 99.971	-S/. 199.941	-S/. 299.912	-S/. 399.882	-S/. 499.853	-S/. 599.824
Capital de Trabajo	-S/. 55.757						S/. 55.757
Valor en Libros							S/. 3.674.770
Inversión	-S/. 5.192.700						
Financiamiento	S/. 2.099.383						
	-S/. 3.149.074	S/. 67.997	S/. 282.014	S/. 709.809	S/. 1.041.261	S/. 1.871.881	S/. 6.281.359

Elaboración propia

Tabla 7.18
Estado de Situación Financiera

Estado de situación financiera	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Activo Corriente	228.242	534.242	1.356.731	2.548.465	4.695.562	7.594.857
Caja y Bancos	77.141	347.829	1.082.400	2.206.920	4.200.954	6.976.872
Cuentas por Cobrar	137.169	172.480	260.399	327.614	480.676	604.053
Inventarios	13.932	13.932	13.932	13.932	13.932	13.932
Activo No Corriente	4.981.160	4.769.620	4.558.080	4.346.540	4.135.000	3.923.460
Inmueble	1.379.631	1.336.962	1.294.293	1.251.624	1.208.955	1.166.286
Maquinaria / Equipos / Otros	1.729.029	1.560.158	1.391.287	1.222.416	1.053.545	884.674
Terreno	1.872.500	1.872.500	1.872.500	1.872.500	1.872.500	1.872.500
TOTAL ACTIVO	5.209.402	5.303.862	5.914.811	6.895.005	8.830.562	11.518.317
Cuentas por Pagar	104.488	98.427	122.420	136.271	171.464	193.359
Préstamos	1.999.412	1.799.471	1.499.559	1.099.677	599.824	-
Pasivo	2.103.900	1.897.898	1.621.980	1.235.948	771.288	193.359
Capital Social	3.149.074	3.149.074	3.149.074	3.149.074	3.149.074	3.149.074
Utilidad del Ejercicio	-43.573	270.415	798.181	1.229.603	2.160.195	2.939.115
Resultados de Ejercicios anteriores		-43.573	226.843	1.025.024	2.254.627	4.414.822
Reserva Legal		30.046	118.733	255.356	495.377	821.946
Patrimonio	3.105.502	3.405.963	4.292.831	5.659.057	8.059.273	11.324.957
TOTAL PASIVO + PATRIM	5.209.402	5.303.862	5.914.811	6.895.005	8.830.562	11.518.317

Elaboración propia

Se presentan también los ratios para evaluación de los estados financieros. Se evaluará la liquidez, rentabilidad, endeudamiento y actividad

Para el caso del valor de razón circulante un valor adecuado debe ser mayor a 1, ya que menor a éste valor significa que deberá suspender pagos.

Se puede notar que para el caso de razón circulante y prueba ácida, los valores no difieren en gran medida ya que la política es mantener menos de una semana equivalente de inventario.

Se efectúan cobros cada 30 días como promedio y paga cada 45 días, por lo tanto cuenta con un margen de 15 días para utilizar el efectivo disponible antes de efectuar pagos a los proveedores.

Existe una muy rápida rotación de los inventarios, cada 3 días, lo cual es bueno ya que no se tiene dinero inmovilizado por demasiado tiempo

Los indicadores de rotación de activos manifiestan un crecimiento paulatino que denota la correcta administración de los activos tanto fijos como totales.

En la evaluación se puede determinar que en promedio se obtienen 42 centavos por cada sol vendido y en el rendimiento sobre la inversión es de 25 centavos por cada sol invertido.

Tabla 7.19
Ratios Financieros

Ratios	Cálculo	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Promedio
Razón Corriente	Activo Circulante / Pasivo Circulante	2,18	5,43	11,08	18,70	27,39	39,28	17,34
Prueba Ácida	(Activo Circulante - Inventario) / Pasivo Circulante	2,05	5,29	10,97	18,60	27,30	39,21	17,24
Rotación de CxC	Ventas Netas / Cuentas por Cobrar	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00
Plazo Promedio de Cobro	360 / Rotación de Cuentas por Cobrar	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00
Rotación de CxP	Compras / Cuentas por Pagar	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Plazo Promedio de Pago	360 / Rotación de Cuentas por Pagar	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00
Rotación de Inventarios	Ventas Netas / Inventario Promedio	118,15	148,57	224,29	282,19	414,03	520,30	284,59
Plazo Promedio de Inventarios	360 / Rotación de Inventarios	3,05	2,42	1,61	1,28	0,87	0,69	1,65
Rotación del Activo Fijo	Ventas Netas / Activo Fijo Neto	0,33	0,43	0,69	0,90	1,39	1,85	0,93
Rotación de Activo Totales	Ventas Anuales / Activo total	0,32	0,39	0,53	0,57	0,65	0,63	0,51
Razón de Endeudamiento	Activo Total / Pasivo Total	2,48	2,79	3,65	5,58	11,45	59,57	14,25
Razón de Autonomía	Patrimonio / Activo Total	0,60	0,64	0,73	0,82	0,91	0,98	0,78
Margen de Beneficio Neto	Utilidad antes de intereses e impuestos / Ventas	-0,03	0,22	0,44	0,54	0,64	0,70	0,42
Rendimiento sobre la Inversión	Utilidad antes de intereses e impuestos / Activo total	-0,01	0,09	0,23	0,31	0,42	0,44	0,25
Índice de Rentabilidad Financiera	Utilidad Después de Intereses e Impuestos / Patrimonio	-0,01	0,08	0,19	0,22	0,27	0,26	0,17

Elaboración propia

CAPÍTULO VIII. EVALUACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA DEL PROYECTO

8.1. Evaluación económica: VAN, TIR, B/C, PR

Tabla 8.1

Evaluación Económica: VAN, TIR, B/C, Periodo de Recupero

COK	13%
VAN Económico	S/. 1.799.068
TIR	20%
Beneficio Costo	2,93
Periodo de Recupero	5,46

Elaboración propia

8.2. Evaluación financiera: VAN, TIR, B/C, PR

Tabla 8.2

Evaluación Financiera: VAN, TIR, B/C, Periodo de Recupero

COK	13%
VAN Financiero	S/. 2.295.552
TIR	26%
Beneficio Costo	5,33
Periodo de Recupero	5,24

Elaboración propia

El TIR financiero es mayor al TIR económico ya que al financiar la inversión en el proyecto se reduce el pago del impuesto a la renta.

8.3. Análisis de los resultados económicos y financieros del proyecto

En primer lugar se puede concluir que el proyecto viable ya que tanto el VAN económico como el financiero no solo es positivo si no que es bastante alto. Existe una sólida demanda del producto y

los costos no son demasiado altos por lo que generan esas utilidades. La TIR es bastante elevada y supera al COK, tanto en el análisis económico como en el análisis financiero. El beneficio costo del proyecto es un buen número puesto que es mayor que la unidad, en ambos casos por cada sol que se desembolsa, se recupera con creces de 293% en el caso del económico y 533% en el financiero. Por último en cuanto al período de recupero se acerca más al final del proyecto, lo que indica que sería una inversión a largo plazo. Además, indica que se recupera dentro del horizonte de evaluación determinado.

8.3.1 Análisis de sensibilidad

Se decidió evaluar los resultados alterando dos variables: los ingresos por ventas y el COK.

En primer lugar se muestra el escenario pesimista, al reducir en un 10% los ingresos anuales proyectados.

Tabla 8.3
Escenario pesimista de ingresos

Presupuesto de ingresos por ventas	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Demanda del proyecto TM	172.032	200.244	279.699	325.567	442.118	514.621
Precio (S/./kg)	S/. 8,61	S/. 9,30	S/. 10,05	S/. 10,87	S/. 11,74	S/. 12,68
Total	S/. 1.481.425	S/. 1.862.789	S/. 2.812.312	S/. 3.538.229	S/. 5.191.303	S/. 6.523.776

Elaboración propia

Tabla 8.4
Evaluación de rentabilidad con escenario de ventas pesimistas

COK	13%	COK	13%
VAN Económico	S/. 913.947	VAN Financiero	S/. 1.409.046
TIR	17%	TIR	21%
Beneficio Costo	2,44	Beneficio Costo	4,63
Periodo de Recupero	5,71	Periodo de Recupero	5,50

Elaboración propia

Aun considerando una reducción importante en las ventas (del 10%) , que puede ocurrir por varios factores, como por ejemplo la variabilidad del mercado o la mala comunicación comercial de la empresa, se llegó a la conclusión que el proyecto sigue siendo altamente rentable. Cabe mencionar que el VAN económico se reduce en 49% y la TIR económica en 17%.

Ahora mostramos el escenario optimista, en el cual proyectamos ingresos 10% superiores a los definidos en el proyecto.

Tabla 8.5
Escenario optimista de ingresos

Presupuesto de ingresos por ventas	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Demanda del proyecto TM	210.262	244.743	341.854	397.916	540.366	628.982
Precio (S/./kg)	S/. 8,61	S/. 9,30	S/. 10,05	S/. 10,87	S/. 11,74	S/. 12,68
Total	S/. 1.810.630	S/. 2.276.742	S/. 3.437.270	S/. 4.324.502	S/. 6.344.926	S/. 7.973.504

Elaboración propia

Tabla 8.6
Evaluación con escenario ventas optimistas

COK	13%	COK	13%
VAN Económico	S/. 2.639.757	VAN Financiero	S/. 3.137.625
TIR	24%	TIR	30%
Beneficio Costo	3,39	Beneficio Costo	5,99
Periodo de Recupero	5,25	Periodo de Recupero	5,03

Elaboración propia

En éste caso el proyecto se torna aún más rentable, incrementando el VAN económico en 47% vs el escenario inicial y 16% en el caso de la TIR económica. Adicionalmente, el periodo de recupero se reduce en varios meses.

Ahora variará el COK en dos escenarios para poder ver el efecto de esta variable en los resultados económicos del proyecto. Esta variación podría explicarse con un cambio del índice riesgo país.

Para el caso de la evaluación económica el VAN será positivo siempre y cuando el COK sea menor a 21% y en el caso de la evaluación financiera siempre que sea menor a 27%. Aterrizando un poco la posibilidad estaremos aumentando y disminuyendo respectivamente el COK en 50%.

Tabla 8.7
Evaluación económica escenario pesimista COK

COK	20%	COK	20%
VAN Económico	S/. 170.098	VAN Financiero	S/. 956.985
TIR	20%	TIR	26%
Beneficio Costo	3,23	Beneficio Costo	5,08
Periodo de Recupero	5,93	Periodo de Recupero	5,56

Elaboración propia

Se concluye que un aumento a un COK de 19,5% afecta de una manera directa y negativa a la rentabilidad del negocio. El periodo de recupero se acerca un poco más al año 6 y el VAN inicial económico se reduce en 81% mientras que el financiero en 32%.

Por último se presenta el escenario optimista del COK, con un valor de 7%.

Tabla 8.8
Evaluación económica escenario optimista COK

COK	7%	COK	7%
VAN Económico	S/. 5.420.968	VAN Financiero	S/. 5.366.884
TIR	24%	TIR	30%
Beneficio Costo	1,33	Beneficio Costo	1,29
Periodo de Recupero	4,96	Periodo de Recupero	4,92

Elaboración propia

En éste caso el VAN económico aumenta en 350% y el periodo de recupero se reduce a inicios del quinto año.

CAPÍTULO IX. EVALUACIÓN SOCIAL DEL PROYECTO

9.1. Identificación de las zonas y comunidades de influencia del proyecto

Para comenzar, mencionaremos las zonas del país influenciadas por el recaudamiento de la cascarilla del café, regularmente considerada como un producto de desecho. Los departamentos de Junín, Cajamarca, San Martín, Cuzco y Amazonas representan el 92% de la producción nacional de café. Así que serían los principales departamentos beneficiados.

Seguidamente, se señalará la ubicación de la planta productiva en San Juan de Lurigancho, Lima. Además de su cercanía con el río Rímac, podríamos considerar que las áreas de influencia de la planta serían todos los distritos por los cuales atraviese el río hasta desembocar en el océano Pacífico.

Finalmente, considerar todos los potenciales clientes del producto en estudio. Principalmente las mineras peruanas, predominantemente ubicadas a lo largo de la sierra peruana, concentrándose aún más en la sierra central.

También se podrían considerar las plantas de tratamiento de aguas residuales y ciertas industrias para el refinamiento de crudos, grasas y aceites, ambas predominantemente ubicadas en el departamento de Lima, concentrándose en la ciudad de Lima.

9.2. Impacto en la zona de influencia del proyecto

La recolección de la cascarilla de café ocasionaría un impacto positivo en las zonas productoras cafetaleras ya que ofrecería una posibilidad de eliminación de un producto de desecho que muchas veces es desechado de forma inapropiada contaminando ríos, lagos, flora y fauna de los mismos.

Para el caso de la recolección de materia prima para el proyecto, se podrían comenzar a trabajar programas con las comunidades cafetaleras más alejadas para que puedan sacarle provecho de manera eficiente al desecho del café que producen y así darle un poco de valor agregado a su comercio.

Siguiendo por el proceso en sí de producción. La cáscara de café que se elimina en el proceso por ser considerada no apta, es un porcentaje muy pequeño del que entra al proceso por lo que se considera casi despreciable. Estas cáscaras de café se pueden utilizar como abono para las áreas verdes de la planta o se podrán obsequiar a los empleados de la planta para que lo utilicen en sus jardines personales. La cáscara de café al tener gran contenido de carbono es un buen fertilizante.

Los insumos principales en el proceso productivo a revisar, de manera de validación de su repercusión en los alrededores de la planta son los siguiente: el ácido fosfórico y el agua ionizada. El ácido fosfórico es un insumo que se utiliza bastante en el proceso. Podemos ver que no es un producto que afecta el medio ambiente a menos que se concentre en la tierra. En nuestro caso se eliminará en el desagüe ya que es soluble en agua y se disocia libremente. Finalmente en dos partes del proceso se usará agua ionizada para limpiar el producto y esto puede generar algún impacto ambiental. El agua ionizada se neutralizará para poder ser reutilizada. Si bien no se puede reutilizar una cantidad infinita de veces, una vez que el agua no pueda usarse más, se neutralizará

por última vez y se desechara en el desagüe para que no afecte en ningún aspecto el medio ambiente.

Finalmente, con miras a la eliminación de la minería informal en el Perú, la empresa sería participante o hasta auspiciadora de alguna ONG con programas orientados a la formalización de éste tipo de minería que afecta el crecimiento de la economía y además no siempre cuenta con el adecuado control del impacto causado en el medio ambiente por sus procesos.

9.3. Impacto social del proyecto

Se evaluará o estimará, con antelación, las consecuencias sociales que probablemente resultarán de acciones del proyecto de desarrollo. Los verdaderos impactos experimentados en un determinado sitio dependerán de varios factores. Consideramos que el principal impacto social del proyecto será ser la influencia social de la minería en el Perú, ya que serían virtualmente el 100% de nuestros clientes.

Uno de los principales argumentos de los defensores de la minería es la creación de empleo. Sin embargo en Perú, y a pesar del auge de la inversión extranjera, la contribución de la minería a la generación de empleo es marginal, siendo ésta del 1,5% de la Población Económica Activa, frente al 32,7% de la agricultura y el 26% de los servicios. Esto es así porque la actividad minera transnacional es una de las actividades más capital intensiva, es decir que requiere de grandes inversiones de capital para la creación de pocos puestos de trabajo -entre 0,5 y 2 empleos directos por cada millón de dólares invertidos, siendo además estos creados sobre todo en las fases iniciales. Así mismo, diversos ejemplos constatan la no mejora de las condiciones de vida de las poblaciones que acogen grandes proyectos extractivos, como es el caso de las comunidades que habitan en la cuenca de Loreto (Perú) que tras 40 años de explotación petrolera viven en situación

de pobreza, con problemas de salud, en un espacio de vida degradados y contaminados y en una clara situación asimétrica y de dependencia hacia las empresas que operan en sus territorios.

Para poder complementar la evaluación social, se calcularon algunos indicadores sociales del proyecto:

Tabla 9.1
Indicadores sociales

Valor agregado del proyecto:	S/. 4.466.034
Inversión total	S/. 5.192.700
# Empleos generados	26
Valor promedio producción anual	S/. 3.964.784
Densidad de capital	S/. 199.719
Productividad mano de obra	S/. 152.492
Producto-capital	0,86

Elaboración propia

- **Densidad de capital (inversión total/# empleos generados):**

Podemos ver que este ratio es bastante alto ya que no se requiere de mucho personal para manejar la planta pero existe una inversión inicial fuerte. Estos resultados son positivos ya que la relación de monto invertido en el proyecto y el personal relacionado al proyecto es bastante alta.

- **Productividad mano de obra (valor promedio producción anual/# empleos generados):**

Este índice permite analizar cuál es la capacidad de la mano de obra empleada para generar producción para el proyecto. Se considera que este indicador también es bastante positivo ya que la producción que genera cada persona en la empresa al año es bastante alta.

- **Producto capital (valor agregado/inversión total):**

También llamado coeficiente de capital, mide la relación entre el valor agregado generado en el proyecto con el monto de inversión total. Este indicador permite ver si el proyecto está aportando algún valor al mercado, en relación a la inversión planteada. Se considera que este indicador es relativamente bajo ya que es menos a la unidad, por lo que no se está agregando más valor que el monto invertido. De igual manera no es un valor crítico ya que está relativamente cercado a la unidad.

CONCLUSIONES

A continuación detallaremos las conclusiones a las que hemos llegado a partir de nuestra investigación:

- En primer lugar, la investigación de mercado sustenta la factibilidad del negocio viéndolo de un ángulo comercial. La DIA promedio de proyecto es de aproximadamente 7.4 millones de kg de carbón activado. Por otro lado se está tomando la entrada al mercado con mucha cautela ya que se plantea sólo tomar el 5% del mercado inicialmente y aumentando la participación de mercado en 1% anual.
- El precio del producto está creciendo en promedio en un 2% anual, lo que define un mercado en crecimiento y una oportunidad para entrar a competir en el mercado. Por otro lado, generará también mayor rentabilidad de seguir esta tendencia.
- La materia prima del proyecto es bastante abundante en el país ya que es un producto que tiene poca utilidad en el mercado industrial. Esto hace la materia prima barata y fácil de conseguir. Se ha demostrado que existe un gran abastecimiento de cáscara de café
- Un indicador que representa cierto riesgo en el proyecto es la variación porcentual negativa del PBI minero en un 2% anual. El mercado de minería actualmente vive un momento de inestabilidad y de una baja de inversión extranjera. Sin embargo la minería sigue

representando uno de los mercados más fuertes del país en cuanto a inversión extranjera y producción a nivel mundial

- La maquinaria necesitada en el proyecto es relativamente sencilla y no requiere de mayor conocimiento técnico ni de manipuleo especial. En el proceso existen muchos reposos y procesos de decantación por lo que la maquinaria utilizada es relativamente sencilla de manejar. La tecnología de esta maquinaria termina entonces siendo entonces una tecnología que no será una limitante mayor en el proyecto.
- Acompañado de una maquinaria con una tecnología poco exigente, se requiere poca mano de obra, minimizando gastos administrativos y facilitando la operación del proyecto. Tan sólo se necesitan 19 operarios para operar la planta.
- Un punto negativo en cuanto a la inversión y a la operación es el gran espacio requerido para almacenar insumos, ya que el proceso requiere de una gran cantidad de materia prima en proporción al producto terminado. La relación entre el producto terminado y la materia prima del proyecto es aproximadamente de 1%.
- En cuanto a la evaluación económica y financiera, hemos obtenido conclusiones positivas, obteniendo un flujo financiero y económico positivo en todos los años del proyecto. El VAN económico del proyecto es de aproximadamente 2.8 millones de soles con una TIR de 24%. Si bien el periodo de recupero supera ligeramente el tiempo del proyecto, los ratios financieros y económicos sustentan la factibilidad del proyecto.

RECOMENDACIONES

A continuación se detallan las recomendaciones:

- Para la producción de carbón activado es muy importante definir la tecnología de impregnación ya que es una parte crítica del proceso de producción. La impregnación define variables críticas del producto, lo define la calidad del producto.
- El carbón activado tiene varios usos aparte del procesamiento de minerales, por eso es bueno investigar otros procesos de producción del producto evaluado.
- Debido al proceso de reposo de siete días, se deberá tener cuidado al calcular el tamaño de planta por el almacenamiento en los tanques ya que es un cuello de botella bastante grande, retrasa mucho la producción y ocupa bastante espacio almacenar el producto en proceso.
- Para el costeo de la inversión y los flujos financieros es importante definir de manera precisa los costos unitarios de los insumos del producto para poder obtener ratios y análisis financieros reales.

REFERENCIAS

Rodriguez Vidal, F. J. (2000). Adsorción de materia orgánica natural sobre carbón activado: Influencia del tipo de materia orgánica y de la presencia de sales. *Ingeniería Química. Año XXXIII, N°364*. España.

Sole Vargas, Juan Antonio (1989). Estudio tecnológico para la obtención de carbón activado a partir de la cáscara de coco por activación con vapor. Universidad de Lima.

Susial, P. (2013). Producción de carbones activados de bajo coste: por caracterización y aprovechamiento de la hoja de platanero. *Ingeniería Química. Año XLV, N°513*. España.

Velarde Jochamowitz, César (1979). Estudio preliminar para la instalación de una planta productora de carbón activado de origen óseo. Universidad de Lima.

BIBLIOGRAFÍA

Cotoruelo Minguez, L. M. (1998) . Tratamiento de aguas por adsorción: El Carbón activo como adsorbente *Ingeniería Química. Año XXXI, N°349*. España.

Euscate Donayre, Ana María. (2012). Estudio preliminar para la instalación de una planta productora de café en lata listo para beber (RTD) e implementación de la cadena de distribución a través de máquinas expendedoras. Universidad de Lima.

Flores Hidalgo, Álvaro Jesús (2011). Estudio preliminar para la instalación de una planta de elaboración de carbón activado, a base de frutos de palmeras amazónicas. Lima. Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad de Lima.

Luna, Donaciano. Gonzalez, Armando. Gordon, Manuel. Martín, Nancy (2007) Obtención de Carbón Activado a partir de la cáscara de coco. México D.F UAM-Azcapotzalco.

Rivera González, A (1991). Producción de carbón activado a partir de grafito amorfo Universidad de Sonora .Escuela de Ciencias Químicas. Recuperado de <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/906/Capitulo4.pdf>

Rocha Castro, E. (2013). Tratamiento con Carbón Activado Ingeniería de Tratamiento y Acondicionamiento de Aguas. Recuperado de <http://www.oocities.org/edrochac/sanitaria/carbon6.pdf>.



ANEXOS

ANEXO 1: MAPA DE PROYECTOS MINEROS EN EL PERÚ

Mapa de Proyectos Mineros Principales Unidades en Producción y Proyectos en Exploración Año 2013

Perú en el ranking de producción minera

MINERAL	LATINOAMÉRICA	MUNDO
Oro	1	6
Zinc	1	3
Estafío	1	3
Plomo	2	3
Cobre	2	3
Plata	2	3
Molibdeno	2	4
Mercurio	2	4
Selenio	2	9
Cadmio	2	10
Roca Fosfórica	2	13
Hierro	5	17



15.0% TERRITORIO CONCESIONADO A LA MINERÍA
19'308,000 ha.

1.19% TERRITORIO EN ACTIVIDAD MINERA
1'517,464 ha.

	PRODUCCIÓN	EXPLORACIÓN	%
537	1'138,193 ha.	0.89%	
378	379,271 ha.	0.30%	

69% ÁREAS RESTRINGIDAS A LA ACTIVIDAD MINERA
89'037,992 ha.

TIPO DE ÁREA RESTRINGIDA	EXTENSIÓN (ha)	% PERÚ
199	23,875,223	18.58
57	15,866,566	12.35
13	14,520,618	11.5
43	9,687,577	7.61
781	5,750,255	4.52
5	1,838,782	1.45
945	531,392	0.42
2	337,258	0.27
30	4,189	0.003
48	17,468,023	13.54
9,827	89,037,992	69.28

● UNIDADES EN PRODUCCIÓN
 ● UNIDADES EN AMPLIACIÓN
 ● PROYECTOS EN EXPLORACIÓN

REGIÓN	EXTENSIÓN TERRITORIAL	UNIDADES EN PRODUCCIÓN	UNIDADES EN AMPLIACIÓN	PROYECTOS EN EXPLORACIÓN
AMAZONAS	1,000,000 ha.	0	0	0
ANCASH	1,000,000 ha.	0	0	0
APURÍMAC	1,000,000 ha.	0	0	0
AREQUIPA	1,000,000 ha.	0	0	0
AVACUCHO	1,000,000 ha.	0	0	0
CAJAMARCA	1,000,000 ha.	0	0	0
CUSCO	1,000,000 ha.	0	0	0
HUANUCAY	1,000,000 ha.	0	0	0
HUÁNUCO	1,000,000 ha.	0	0	0
ICA	1,000,000 ha.	0	0	0
JUNÍN	1,000,000 ha.	0	0	0
LA LIBERTAD	1,000,000 ha.	0	0	0
LAMBAYEQUE	1,000,000 ha.	0	0	0
LIMA	1,000,000 ha.	0	0	0
LORETO	1,000,000 ha.	0	0	0
LORETO	1,000,000 ha.	0	0	0
MOQUEGUA	1,000,000 ha.	0	0	0
PASCO	1,000,000 ha.	0	0	0
PIURA	1,000,000 ha.	0	0	0
PUNO	1,000,000 ha.	0	0	0
SAN MARTÍN	1,000,000 ha.	0	0	0
TACNA	1,000,000 ha.	0	0	0
TUMBES	1,000,000 ha.	0	0	0
UCAYALI	1,000,000 ha.	0	0	0

ANEXO 2: MAPA DE REDES VIALES EN EL PERÚ

