

**PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA ARROCERA SAN CRISTÓBAL**

**Autores:  
JORGE CALDERON VARGAS  
MILDRETH LILIANA GONZALEZ CUADROS**

**Director:  
CLEMENTE RETAMOSO  
Ms. C. Ingeniero Químico**

**Entidades Interesadas:  
ARROCERA SAN CRISTÓBAL LTDA.  
ESPECIALIZACIÓN EN INGENIERIA AMBIENTAL**



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
ESPECIALIZACIÓN EN INGENIERIA QUÍMICA  
ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA  
BUCARAMANGA  
2004**



## TABLA DE CONTENIDO

	Pag.
<b>INTRODUCCION</b>	<b>10</b>
<b>1. OBJETIVOS</b>	<b>11</b>
1.1 OBJETIVO GENERAL	11
1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	11
<b>2. FUNDAMENTACION TEORICA</b>	<b>12</b>
2.1 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL (PMA)	12
2.2 EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA)	12
2.2.1 Impacto	12
2.2.2 Concepto de EIA	12
2.2.3 Estudio de Impactos	12
2.2.4 Técnicas de Análisis de Impacto Ambiental	12
2.3 METODOLOGIA DE ACCION – EFECTO – IMPACTO	13
2.3.1 Levantamiento de Información Preliminar	13
2.3.2 Identificación de Impactos	13
2.3.3 Evaluación de Impactos Ambientales Individuales	14
2.4 ARROZ	15
2.4.1 Concepto	15
2.4.2 Glosario de Términos	15
2.4.3 Calidad de Arroz Blanco	16
2.5 MOLINERIA DE ARROZ	16
<b>3. DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD INDUSTRIAL</b>	<b>17</b>
3.1 ASPECTOS GENERALES	17
3.2 LOCALIZACIÓN DE LA PLANTA	17
3.3 INFRAESTRUCTURA Y PLANTA FISICA	17
3.4 MATERIA PRIMA	17
3.5 PRODUCTOS	18
3.6 SUBPRODUCTOS UTILIZABLES	18
3.7 SUBPRODUCTOS DE DESECHO	18
3.8 CAPACIDAD DE PRODUCCION	19
3.9 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO	19
3.9.1 Acondicionamiento del paddy verde	19
3.9.2 Trilla o Molienda	21
3.9.3 Empaque	23
3.10 BALANCE DE MASA	24
3.11 MANEJO AMBIENTAL DE SUBPRODUCTOS DE DESECHO	24
3.11.1 Cascarilla	25
3.11.2 Polvo	25
3.11.3 Residuos Sólidos	25
<b>4. LÍNEA BASE AMBIENTAL</b>	<b>26</b>
4.1 ÁREA DE INFLUENCIA	26
4.2 COMPONENTE GEOESFERICO	26
4.3 COMPONENTE ATMOSFÉRICO	26
4.4 COMPONENTE BIÓTICO	27

4.5	COMPONENTE SOCIOECONÓMICO	27
<b>5.</b>	<b>ESTUDIO DE IMPACTOS</b>	<b>29</b>
5.1	INFORMACIÓN PRELIMINAR	29
5.1.1	Características Básicas de la Industria	29
5.1.2	Desagregación	29
5.2	IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS	30
5.2.1	Diagrama Acción – Efecto – Impacto	30
5.2.2	Impactos Ambientales Identificados	30
5.3	EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES INDIVIDUALES	30
5.3.1	Recurso Aire	32
5.3.2	Recurso Suelo	33
5.3.3	Salud Humana	34
5.3.4	Paisaje	34
5.3.5	Tráfico y Espacio Público	34
5.3.6	Actividad Socioeconómica	35
<b>6.</b>	<b>PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PROPUESTO</b>	<b>36</b>
6.1	PROGRAMA DE CONTROL DEL AMBIENTE DE LA PLANTA	36
6.1.1	Control de la Calidad del Aire	36
6.1.2	Manejo de los Residuos Sólidos	37
6.1.3	Protección de la Salud de los Trabajadores	38
6.2	PROGRAMA DE OPTIMIZACION DEL USOS DEL ESPACIO PUBLICO	39
6.2.1	Cargue y Descargue de Productos y Subproductos	39
6.2.2	Control de Vehículos de Transporte de Carga	40
<b>7.</b>	<b>PLAN DE CONTINGENCIA</b>	<b>42</b>
7.1	PLAN ESTRATÉGICO	42
7.1.1	Filosofía	42
7.1.2	Objetivos	42
7.1.3	Alcance	42
7.1.4	Análisis de Riesgos	42
7.2	PLAN DE EMERGENCIA GRADO MENOR	43
7.3	PLAN DE EMERGENCIA GRADO MAYOR	43
7.4	MEDIDAS PARA REDUCIR EL RIESGO	43
<b>8.</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>45</b>
<b>9.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>47</b>
<b>10.</b>	<b>ANEXOS</b>	<b>48</b>

## LISTA DE FIGURAS

	Pag.
<b>FIGURA 1.</b> Diagrama Global del Proceso	19
<b>FIGURA 2.</b> Diagrama de Bloques de la Etapa de Acondicionamiento de Paddy Verde	20
<b>FIGURA 3.</b> Procedimiento para Secado de Paddy	20
<b>FIGURA 4.</b> Vista Superior de Albercas para Secado de Paddy	21
<b>FIGURA 5.</b> Diagrama de Bloques de la Etapa de Trilla de Paddy Seco	22
<b>FIGURA 6.</b> Diagrama de Bloques de la Etapa de Empaque de Arroz Blanco	23
<b>FIGURA 7.</b> Balance de Masa del Proceso	24
<b>FIGURA 8.</b> Diagrama de Bloques del Manejo de Subproductos de Desecho	24
<b>FIGURA 9.</b> Diagrama de Acción – Efecto – Impacto	30

## LISTA DE TABLAS

		Pag.
<b>TABLA</b>	<b>1.</b> Especificaciones de Calidad de los Productos	18
<b>TABLA</b>	<b>2.</b> Capacidad de Producción por Etapas	19
<b>TABLA</b>	<b>3.</b> Cálculo de Calificación Ambiental de los Impactos Ambientales Individuales	31
<b>TABLA</b>	<b>4.</b> Niveles de Presión Sonora de la Planta	32
<b>TABLA</b>	<b>5.</b> Cantidad Estimada de Emisión de Material Particulado	32
<b>TABLA</b>	<b>6.</b> Cantidad Estimada de Emisiones de Gases de Combustión	32

## LISTA DE ANEXOS

	Pag.
<b>ANEXO A.</b> Diagramas de Flujo de la Planta	49
<b>ANEXO B.</b> Fotos de los equipos de la planta	51

**TITULO:**

Plan de Manejo Ambiental de la Arrocera San Cristóbal Ltda.

**AUTORES:**

Jorge Calderón Vargas - Ingeniero Químico  
Mildreth Liliana González - Ingeniera Química

**PALABRAS CLAVES**

- Arroz
- Secamiento de Granos
- Molinería de Arroz
- Impacto Ambiental
- Gestión Ambiental
- Estudio de Impactos

**RESUMEN**

La monografía contiene el Plan de Manejo Ambiental (PMA) formulado para la empresa ARROCERA SAN CRISTOBAL LTDA. (ASC) dedicada a la compra, procesamiento y comercialización de arroz y subproductos utilizables del proceso. El PMA es un conjunto de acciones que incluye la Gestión Ambiental dentro del desarrollo de la actividad industrial, ajustándola a los requisitos Ambientales Legales vigentes. Este PMA se planteó a partir de la elaboración del estudio de impactos de la planta de procesamiento, aplicando la técnica de Acción – Efecto – Impacto (metodología para Análisis de Impacto Ambiental).

El documento está compuesto por aspectos teóricos sobre molinería de arroz y gestión ambiental, descripción de la actividad industrial de la empresa, línea base ambiental, estudio de impactos, PMA propuesto, plan de contingencia y conclusiones. La actividad de la ASC genera impactos en su entorno por Contaminación de Aire, Afectación de la Salud Humana, Accidentalidad (vehículos), Reducción de Calidad del Transporte, Generación de Empleo e Ingreso Económico, Mejoramiento de Calidad de Vida y Degradación Estética del Área.

El PMA propuesto se fundamentó en dos programas:

- Control del Ambiente de la Planta, incluye actividades de prevención y mitigación para mejorar la calidad del ambiente interior y exterior de la planta y proteger la salud de empleados y población vecina.
- Optimización de Uso del Espacio Público, acciones de mejoramiento de procedimientos de cargue y de descargue de vehículos y mantenimiento de los mismos para reducir impacto, optimizar recursos y prevenir accidentes.

**TITLE:**

Plan of Environmental Handling of the Rice Company San Cristóbal Ltda.

**AUTHORS:**

Jorge Calderón Vargas - Chemical engineer  
 Mildreth Liliana González - Chemical enginee

**PASSWORDS**

- Rice
- Grain Drying
- Rice Milling
- Environmental Impact
- Environmental administration

**SUMMARY**

The monograph contains the Plan of Environmental Handling (PMA) formulated for the rice company SAN CRISTÓBAL LTDA. (ASC) dedicated to the purchase, processing and commercialization of rice and usable by-products of the process. The PMA is a group of stocks that it includes the Environmental Administration inside the development of the industrial activity, adjusting it to the effective Legal Environmental requirements. This PMA thought about starting from the elaboration of the study of impacts of the processing-plant, applying the technique of Action-Effect-Impact (methodology for Analysis of Environmental Impact).

The document is compound for theoretical aspects on rice milling and environmental administration, description of the industrial activity of the company, line bases environmental, environmental impacts, proposed PMA, contingency plan and summations.

The activity of the ASC generates impacts in its environment for Contamination of Air, Affection of the Human Health, Accidents (vehicles), Reduction of Quality of the Transport, Generation of Employment and Economic Entrance, Improvement of Quality of Life and Aesthetic Degradation of the Area.

The proposed PMA was based in two programs:

- Control of the Atmosphere of the Plant, includes activities of prevention and mitigation to improve the quality of the interior and external atmosphere of the plant and to protect the health of employees and neighboring population.
- Optimization of Use of the Public Space, stocks of improvement of procedures of it loads and of it discharges of vehicles and maintenance of the same ones to reduce impact, to optimize resources and to prevent accidents.

## INTRODUCCIÓN

El escenario del mundo moderno exige que el desempeño de las diversas actividades humanas que sustentan su ritmo de vida actual, genere el máximo beneficio de la comunidad con el mínimo daño posible del entorno (local, regional y global). Por lo tanto, la humanidad debe comprometerse con la incorporación del aspecto ambiental al desempeño de su vida diaria, como factor clave para garantizar el adecuado equilibrio entre el entorno y las especies. Así, la industria moderna está obligada a alcanzar sus metas de desarrollo económico y productivo dentro del marco de una política orientada a la protección del entorno, la cual debe potenciar la competitividad y viabilidad del negocio.

En Colombia, se ha establecido el desarrollo e implementación de Planes de Manejo Ambiental (PMA) para toda actividad productiva, como herramienta que permite controlar el impacto ambiental generado por empresas legalmente establecidas con anterioridad a las normas ambientales vigentes (Ley 99 de 1993 y Decreto 11180 de 2003).

Teniendo en cuenta los aspectos mencionados y bajo el compromiso que existe por parte de la Universidad al servicio de la sociedad, la industria y el medio ambiente, se ha elaborado el presente trabajo, en el cual se plantea un PMA desarrollado para la planta de procesamiento de la Arrocera San Cristóbal que se encuentra ubicada al Norte de Bucaramanga por la vía de la carrera 15 con calle 7, en la que se busca mejorar su desempeño industrial (optimización del proceso, viabilidad del negocio) y orientar su actividad productiva hacia la prevención, reducción y corrección de impactos ambientales negativos.

## **1. OBJETIVOS**

### **1.1 OBJETIVO GENERAL**

Formular un Plan de Manejo Ambiental que permita ajustar el ejercicio de una actividad industrial en el campo del secamiento y molinería del arroz, a la legislación ambiental nacional vigente para cumplir con los requisitos exigidos por la Autoridad Ambiental; conforme a la ley, criterios técnicos pertinentes y parámetros económicos viables.

### **1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Realizar un diagnóstico preliminar de la actividad industrial desarrollada específicamente por la Arrocera San Cristóbal, desde el punto de vista de los aspectos ambientales de la tecnología, métodos y procedimientos aplicados para el procesamiento del arroz.
- Elaborar el estudio de impactos de la actividad industrial de transformación del arroz llevada a cabo por la Arrocera San Cristóbal, teniendo en cuenta factores de influencia ambientales, socioeconómicos y culturales.
- Formular un Plan de Manejo Ambiental de la Arrocera San Cristóbal, que contribuya al mejoramiento de su desempeño ambiental y se ajuste a los requisitos legales vigentes y a la capacidad tecnológica, operativa y económica de la empresa.

## 2. FUNDAMENTACION TEORICA

### 2.1 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL (PMA)

Un Plan de Manejo Ambiental (PMA) es un conjunto de acciones requeridas para prevenir, mitigar y controlar, compensar y corregir posibles efectos negativos sobre el ambiente (impactos) causados por la operación o funcionamiento de un proyecto, obra o actividad (Decreto 1188 de 2003). Es una herramienta fundamental de la Gestión Ambiental, ya que congrega criterios, estrategias, acciones y programas para potenciar impactos positivos y controlar impactos negativos. Las medidas de control incluidas en el PMA deben tener una relación de correspondencia con los impactos ambientales<sup>(2, 6, 9)</sup>.

### 2.2 EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA)

#### 2.2.1 Impacto

Se entiende por impacto ambiental una alteración causada al ambiente por la implementación de un proyecto o desarrollo de alguna actividad, teniendo en cuenta el conjunto de factores asociados al medio natural (físicos, químicos, biológicos y estéticos) y social (socioculturales y económicos) relacionados con el individuo y la comunidad<sup>(2, 6, 9)</sup>.

#### 2.2.2 Concepto de EIA

La evaluación del impacto Ambiental (EIA) corresponde a un estudio que califica el grado de impacto al ambiente expresado por una o más variables cuantificables; es decir, la característica fundamental de una EIA es la cuantificación de la alteración del ambiente. A partir de consideraciones técnicas y económicas del proyecto o actividad se establece la naturaleza y dimensión del impacto, lo cual posibilita la toma de decisiones tendientes a evitar, reducir o minimizar el impacto<sup>(2, 6, 9)</sup>.

#### 2.2.3 Estudio de Impactos

El EIA aplicado a proyectos implementados o en operación, en el cual no aplica la consideración de alternativas; se caracteriza por que su contenido y metodología son diferentes a los que aún corresponden a proyectos o situaciones hipotéticas, ya que busca responder aspectos como:

- Evaluación del medio en estado cero o preoperacional (valoración de la alteración existente)
- Evaluación de la incidencia (sociocultural y económica) en el medio
- Determinación de impactos netos
- Planteamiento o implementación de acciones correctivas
- Aprobación del proyecto o actividad en su estado actual o implantación de mejoras y modificaciones<sup>(2, 6, 9)</sup>.

#### 2.2.4 Técnicas de Análisis de Impacto Ambiental

Existen diversas técnicas que permiten identificar, medir, interpretar y comunicar los impactos; no obstante, una sola técnica no satisface estos requisitos, por lo que se

acostumbra complementarlas mediante la aplicación de varias técnicas. El análisis de impacto ambiental exige la participación de especialistas en diferentes disciplinas con el fin de cubrir todas las áreas y aspectos ambientales. Este equipo multidisciplinario debe definir la importancia de los aspectos ambientales y la trascendencia de los impactos. La clasificación de métodos más aceptada propone 5 clases:

- **Procedimientos ad hoc:** conformado por un grupo de especialistas en diferentes disciplinas que identifican impactos en cada área de su especialidad.
- **Superposición de mapas:** consiste en una serie de mapas transparentes que se superponen para obtener la caracterización compuesta del ambiente regional; este método no cuantifica impactos, ni identifica interacción secundaria o terciaria; esta técnica es útil para localizar obras civiles.
- **Listas de chequeo:** un grupo de analistas seleccionan impactos esperados a partir de una lista de factores ambientales; la lista se complementa con instrucciones de manejo de datos y criterios de valoración de impactos.
- **Matrices:** son listas de chequeo bidimensionales; una dimensión muestra las características de la actividad o proyecto, mientras la otra identifica categorías ambientales que pueden ser afectadas; los impactos potenciales resultan de la confrontación de las dos listas.
- **Redes:** es la técnica más usada actualmente; introduce una secuencia de causa y efecto, calificando el impacto como primario, secundario o terciario; permite evaluar el impacto acumulado, siempre y cuando se considere la importancia y probabilidad de ocurrencia del impacto<sup>(6)</sup>.

## 2.3 METODOLOGIA DE ACCION – EFECTO – IMPACTO

El proceso consiste en la determinación de los impactos mediante una diagrama acción-efecto-impacto. La metodología consiste en establecer el proceso de aparición de impactos con base en las acciones que los desencadenan, las cuales generan efectos es decir cambios que pueden ser positivos o negativos en las características de los elementos medioambientales que finalmente causan el impacto definitivo. La metodología de esta técnica se describe a continuación<sup>(7)</sup>.

### 2.3.1 Levantamiento de Información Preliminar

- **Análisis de Información Básica:** contempla el estudio cuidadoso de los elementos básicos del proyecto o actividad que permiten describir los elementos ambientales básicos del entorno involucrado.
- **Desagregación:** consiste en la descripción o separación del proyecto o actividad en un número mínimo de componentes, cada uno de los cuales agrupa tareas comunes, las cuales se desarrollan mediante acciones similares<sup>(7)</sup>.

### 2.3.2 Identificación de Impactos

- **Construcción de Diagramas de Interacción:** Es el primer paso para la identificación de los impactos. El diagrama de flujo es donde se presenta la secuencia u orden de aparición de los diversos procesos, para ello se utiliza la

secuencia ACCION-EFECTO-IMPACTO. A manera de resumen se elabora un diagrama sintético global de impactos ambientales esperados con la implementación del proyecto o desarrollo de la actividad.

- **Elaboración de lista de Impactos Ambientales Identificados:** relación de impactos identificados en los diagramas de cada componente del proyecto o actividad<sup>7)</sup>.

### 2.3.3 Evaluación de Impactos Ambientales Individuales

La evaluación ambiental incluye la cuantificación de criterios ecológicos, sociales y económicos que se determinan mediante la Calificación Ambiental (Ca) de cada impacto identificado<sup>7)</sup>; este índice expresa numéricamente las consecuencias del impacto ambiental sobre la calidad del medio ambiente, determinado por la suma ponderada de los criterios: clase, presencia, duración, desarrollo y magnitud relativa. Se calcula mediante la ecuación (ver anexo B):

$$Ca = Cl \cdot [Pr (a \cdot De \cdot Mr + b \cdot Du)]$$

Donde:

- **Clase (Cl):** sentido del impacto sobre el ambiente, la cual puede ser: Benéfico (+) o Perjudicial (-).
- **Presencia (Pr):** certeza o probabilidad que el impacto pueda suceder, se califica así:

RANGO	CRITERIO
1	Cierto
0,7 a 1	Muy Probable
0,3 a 0,7	Probable
0 a 0,3	Poco Probable

- **Desarrollo (De):** velocidad del proceso de desarrollo del impacto desde que se manifiesta hasta que se presenta plenamente con todas sus consecuencias, puede calificarse así:

RANGO	CRITERIO	TIEMPO
0,8 a 1	Muy rápido	1 mes
0,6 a 0,8	Rápido	1 a 6 meses
0,4 a 0,6	Medio	6 a 12 meses
0,2 a 0,4	Lento	12 a 24 meses
0 a 0,2	Muy lento	más de 24 meses

- **Duración (Du):** periodo de existencia del impacto y sus consecuencias desde que se manifiesta, se cuantifica como:

RANGO	CRITERIO	TIEMPO
10	Muy larga	10 años o más

7 a 10	Larga	10 años o más
4 a 7	Media	4 a 7 años
1 a 4	Corta	1 a 4 años
1	Muy corta	menos de 1 año

- **Magnitud (Mr):** tamaño del cambio ambiental directo o indirecto producido sobre un elemento o recurso del ambiente; según funciones de calidad para calificar relativamente un ambiente entre dos rangos que expresan mínima (0%) y óptima calidad (100%) la magnitud relativa se calificaría así:

RANGO	CRITERIO	TIEMPO
8 a 10	Muy alta	80 a 100%
6 a 8	Alta	60 a 80%
4 a 6	Media	40 a 60%
2 a 4	Baja	20 a 40%
0 a 2	Muy baja	0 a 20%.

- **(a y b son constantes):** cuyos valores son 0.4 –0.7 respectivamente.

De acuerdo con los resultados la Calificación Ambiental (Ca), se jerarquiza en 5 rangos:

RANG O	CRITERI O
8 a 10	Muy alta
6 a 8	Alta
4 a 6	Media
2 a 4	Baja
0 a 2	Muy baja.

## 2.4 ARROZ

### 2.4.1 Concepto

Cereal procedente de diversas variedades de la planta *Oryza Sativa* L., cuyos granos maduros contienen almidón (carbohidratos) algunos nutrientes esenciales (vitaminas B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, y B<sub>3</sub>; sales minerales de P, Fe, K) antioxidantes y proteínas. Considerado un alimento básico, es un producto de consumo masivo, nutritivo, de fácil digestión, bajo costo, agradable sabor y preparación sencilla <sup>(3)</sup>.

### 2.4.2 Glosario de Términos

- **Paddy verde:** o arroz cáscara; grano de arroz cosechado con cáscara (en su estado natural).
- **Paddy seco:** paddy verde que ha sido sometido a secamiento hasta una humedad determinada.
- **Cáscara:** cáscara del arroz; conocida como cascarilla o tamo de arroz.

- **Integral:** o arroz cargo; arroz descascarado o libre de cáscara.
- **Blanco:** arroz trillado o pulido; arroz descascarado y pulido, libre de impurezas, con un porcentaje controlado de granos quebrados.
- **Excelso:** arroz blanco con un bajo contenido de grano quebrado (máximo 6%).
- **Corriente:** arroz blanco con un contenido considerable de grano quebrado (superior al 15%).
- **Cristal:** granos de arroz blanco quebrados de tamaño entre  $\frac{3}{4}$  y  $\frac{1}{2}$  de grano entero.
- **Granza:** granos de arroz blanco quebrados de tamaño inferior a  $\frac{1}{4}$  de grano entero.
- **Salvado:** o harina de pulimento; harina de arroz removida en el blanqueo y pulimento del arroz <sup>(3)</sup>.

#### 2.4.3 Calidad del Arroz Blanco

Esta determinada por el contenido de granos partidos y el grado de pureza y molienda (blancura o pulido). La pureza del arroz está relacionada con su aspecto, afectada por la presencia de impurezas (semillas, piedras, harina, granos manchados, agentes extraños, entre otros). El grado de molienda o blancura indica la cantidad de material (salvado o harina) que debe removerse de la superficie de los granos para blanquear el arroz; la blancura puede medirse en un equipo KETT que relaciona el color de los granos con el grado de molienda <sup>(3)</sup>.

### 2.5 MOLINERÍA DE ARROZ

Es un proceso agroindustrial mediante el cual el paddy se transforma en arroz blanco o pulido. El objetivo fundamental de la molinería de arroz ha sido el blanqueo del arroz con el menor porcentaje posible de granos partidos. La trilla de arroz consiste en el descascarado del paddy seco y su posterior blanqueado; para lograr un adecuado comportamiento del grano durante la trilla y almacenamiento, el paddy verde debe ajustarse a unas condiciones de humedad e impureza determinadas (humedad: 13 o 14% - impureza: inferior a 2%) <sup>(3)</sup>.

### 3. DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD INDUSTRIAL

#### 3.1 ASPECTOS GENERALES

- Nombre **ARROCERA SAN CRISTOBAL LTDA.**  
Comercial:
- Representante Legal: Juan de Jesús García Cáceres
- Objeto del Negocio: Compra, procesamiento y comercialización de arroz y subproductos utilizables del proceso
- Dirección: Carrera 15 No. 7-34 – Barrio San Rafael
- Domicilio: Bucaramanga – Santander
- Área: 2.300 m<sup>2</sup>
- Inicio de Actividades: 1982
- Empleos Directos:
 

- Administrativos	10
- Operativos	14
- Contratistas	<u>12</u>
Total	36
- Tamaño de Industria: Mediana

#### 3.2 LOCALIZACION DE LA PLANTA

Localizada al norte de la meseta de Bucaramanga sobre una zona de intensa actividad industrial y comercial, limita al norte con la planta de la Arrocera Comuneros, 3 viviendas y la calle 7, al sur con un taller de tapicería de vehículos, cuatro viviendas y una porción de escarpa de la quebrada chapinero, al oriente con la carrera 15 y al occidente con la carrera 13. ( ver anexo A).

#### 3.3 INFRAESTRUCTURA Y PLANTA FISICA

Cuenta con una edificación donde se agrupan las actividades productiva y administrativa. La planta física está levantada en dos niveles o pisos construidos en muros de ladrillo y cemento, algunas zonas tienen pisos en cemento y otras en baldosa (oficinas administrativas, empaque y bodegas de productos), techos en tejas de eternit y zinc sobre cerchas metálicas, instalaciones necesarias para servicios públicos municipales (gas natural, acueducto, alcantarillado y teléfono), acometida eléctrica compuesta por dos transformadores con sus sistemas complementarios (seccionador, banco de condensadores, equipo de medida, etc.)

#### 3.4 MATERIA PRIMA

Arroz paddy (grano cosechado de diversas variedades de la planta *Oryza Sativa L.* en

su estado natural<sup>(2)</sup>) conocido comercialmente como paddy verde; su calidad está dada por:

- **Humedad (%H):** contenido de agua en un lote de paddy expresado en porcentaje en base húmeda. Valor óptimo: 22%.
- **Impureza (%I):** contenido de material que puede separarse del grano por cribado o aire (paja, polvo, piedras, metal, vidrio, insectos, otros granos o semillas, etc.). Valor óptimo: > 5%.

### 3.5 PRODUCTOS

Arroz blanco excelso, corriente y partido (cabazote) en diversas presentaciones; la calidad está definida por:

- **Propiedades Físicas:** contenido de impureza (%I), granos partidos, granos defectuosos y yesados, brillo y blancura (grado de molienda).
- **Presentación al consumidor:** embalaje o empaque del producto terminado.

**Tabla 1. Especificaciones de Calidad de los Productos**

Marca		San Cristóbal	Japonés	Sopa
Clase		Arroz excelso	Arroz corriente	Cabezote
Propiedades Físicas	Blancura [°Kett]	38 – 40	38 – 40	38 – 40
	% GP	≤ 10	≥ 15	100
	% I	≤ 1	≤ 1	≤ 1
	% H	11 – 13	11 – 13	11 – 13
	% Granos yesados	≥ 8	≥ 8	≥ 8
	% Granos defectuosos	≥ 1	≥ 1	≥ 1
Presentación	Bolsas [g]	250 – 460 – 500 – 1.000 – 2.500 y 5.000	460 y 500	250 y 500
	Sacos [Kg]	10 – 12,5 – 22,5 – 25 – 45 – 50 y 62,5	12,5 – 22,5 – 25 – 45 – 50 y 62,5	50

### 3.6 SUBPRODUCTOS UTILIZABLES

- **Granza:** arroz blanco partido que mide menos de la mitad de la longitud total del grano entero.
- **Harina de Arroz:** o Harina de Pulimento; material removido durante el blanqueo del arroz.

### 3.7 SUBPRODUCTOS DE DESECHO

Son los materiales indeseables obtenidos del proceso que no tienen valor comercial, tales como: impurezas o basuras extraídas del paddy, cascarilla y polvo recuperado de sistemas de control de emisión.

### 3.8 CAPACIDAD DE PRODUCCION

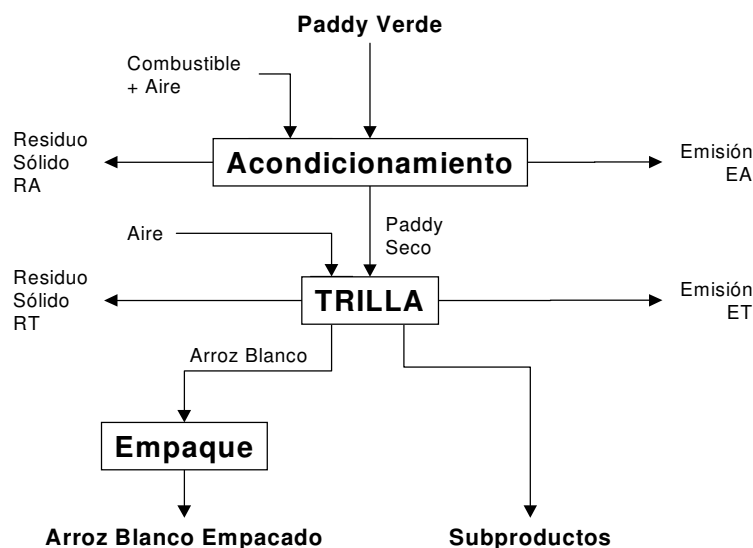
**Tabla 2. Capacidad de Producción por Etapas**

ETAPA	MATERIAL	T/h	T/mes	EQUIVALENCIA(S)
Acondicionamiento	Paddy verde		3.500	1.950 T/mes Blanco
Trilla	Blanco	4	2.500	4.500 T/mes Paddy Verde
Empaque	Blanco	8	5.000	9.000 T/mes Paddy Verde

La planta tiene una capacidad instalada o máxima de 3.500 T/mes de paddy verde (equivalente a 1.950 T/mes de arroz blanco) teniendo en cuenta la etapa de acondicionamiento; no es posible usar la capacidad máxima de la 2ª y 3ª etapas por el cuello de botella que se genera en la primera. No obstante el registro de compras de paddy verde en los últimos 5 años presenta un promedio de 1.000 T/mes, muy por debajo de la capacidad máxima de acondicionamiento de paddy de la planta.

### 3.9 DESCRIPCION DEL PROCESO PRODUCTIVO

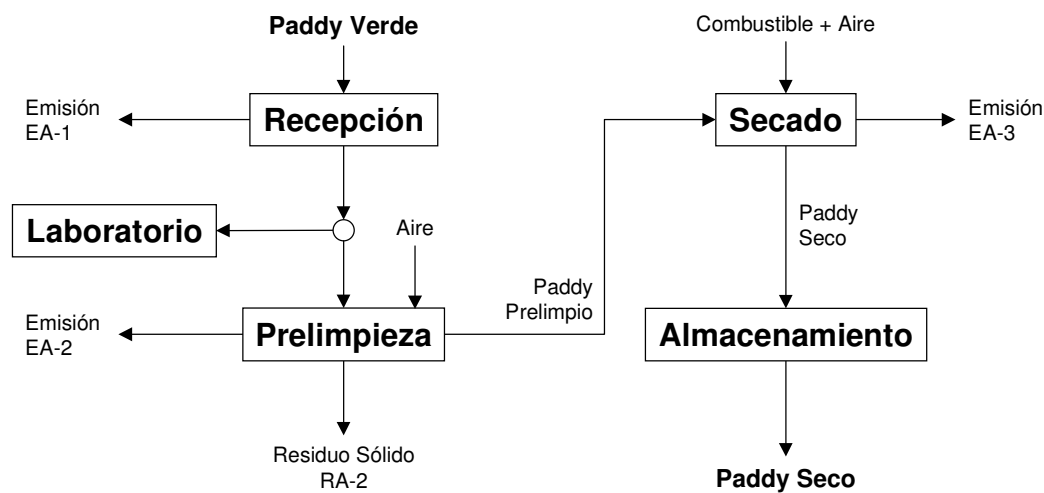
La molinería de arroz se lleva a cabo en tres fases: Acondicionamiento de paddy verde, Trilla o molienda de paddy seco y Empacado de arroz blanco<sup>(8,10,13)</sup>.



**Figura 1. Diagrama Global del Proceso**

#### 3.9.1 Acondicionamiento del Paddy verde

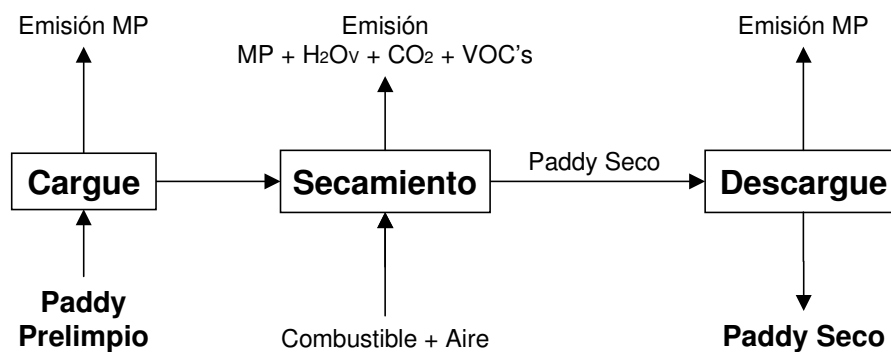
Es un procedimiento semicontinuo, en el cual la materia prima se recibe, se le separan las impurezas y se le retira la humedad hasta alcanzar condiciones óptimas para la trilla.



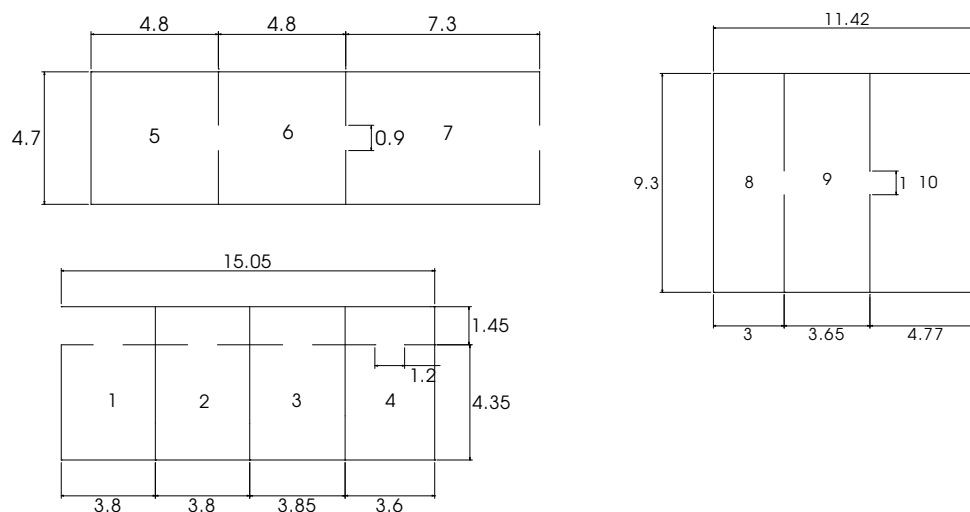
**Figura 2. Diagrama de Bloques de la Etapa de Acondicionamiento de Paddy Verde**

Las operaciones de esta etapa son:

- **Recepción:** el paddy verde empacado en costales o a granel se transporta a la planta en camiones y se introduce al proceso mediante transporte mecánico.
- **Laboratorio:** durante el recibo del paddy se toman muestras para establecer en el laboratorio la calidad del lote de grano, determinando su humedad e impureza.
- **Prelimpieza:** gran parte de la impureza del grano se remueve mecánicamente en una zaranda limpiadora combinado con un sistema de aspiración de polvo y material liviano.
- **Secado:** la humedad del paddy se remueve mediante inyección de aire a condiciones de humedad relativa adecuadas en 4 secadoras (3 de operación discontinua que cuentan con 10 recipientes o albercas y una secadora de torre para secado continuo) que disponen de sistemas independientes de impulsión de aire (ventilador, quemador de gas natural, ductos, compuertas y cámaras plenum). La operación discontinua se desarrolla en 3 pasos:



**Figura 3. Procedimiento para Secado de Paddy**



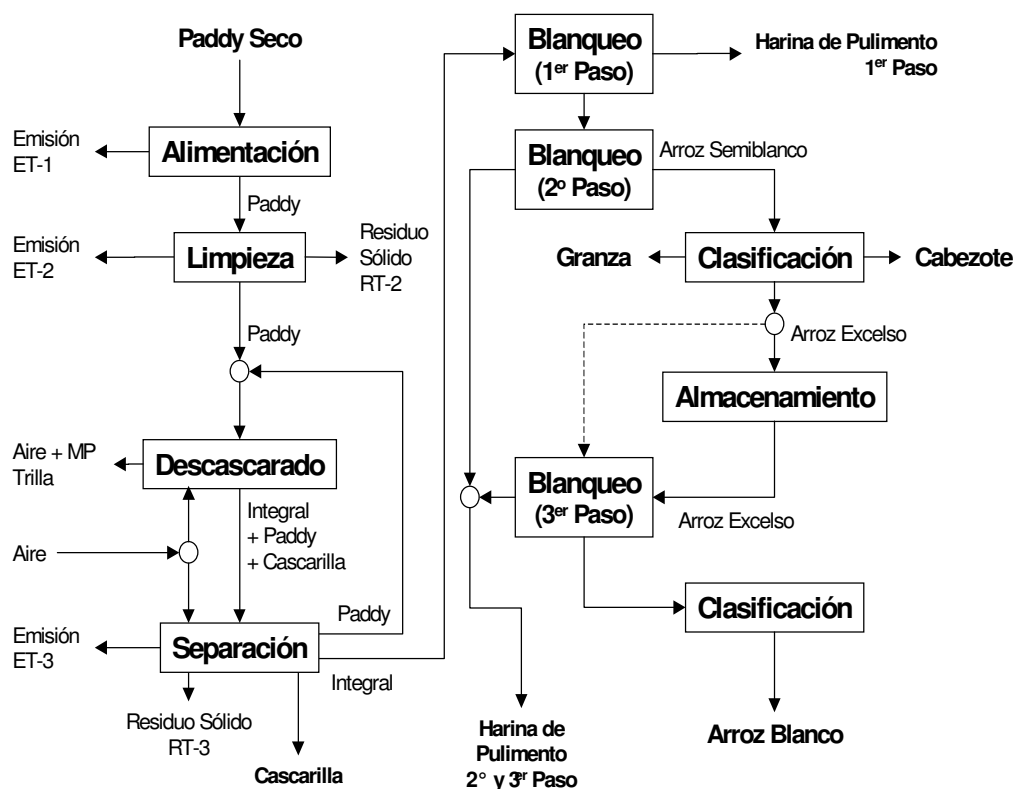
**Figura 4. Vista Superior de Albercas para Secado de Paddy<sup>(3)</sup>**

- **Cargue:** el paddy verde prelimpiado se deposita mecánicamente en cada una de las albercas de secado conformando lechos de altura uniforme.
  - **Secamiento:** el sistema de aire entra en operación sobre cada alberca que se ha llenado hasta cuando la humedad del lecho de paddy presenta la humedad de secado (11 – 13%) que se determina a partir de muestras de cada lecho.
  - **Descargue:** el grano seco se descarga manual o mecánicamente de las albercas y se empaqueta en costales de fique.
- **Almacenamiento y Reposo:** los bultos de paddy seco se almacenan formando pilas en una bodega, hasta estabilizar sus características (temperatura, humedad, tensión superficial).

### 3.9.2 Trilla o Molienda

Procedimiento continuo en el cual se descascara y blanquea el grano hasta obtener un alimento apto para consumo humano con una determinada calidad (numeral 3.3); las operaciones de la trilla son:

- **Alimentación:** la planta cuenta con 3 silos que sirven para alimentar el paddy seco y reposado a la trilla; el grano se carga y alimenta al proceso mediante transporte mecánico.
- **Limpieza:** la impureza residual del paddy se separa mecánicamente en una zaranda limpiadora.
- **Descascarado:** se ejecuta en dos descascaradores; cada uno consta de dos rodillos de caucho unidos a presión moderada, girando a diferente velocidad sobre una platina metálica; la cáscara se retira del grano por efecto de la presión, velocidad diferencial e impacto contra la platina.



**Figura 5. Diagrama de Bloques de la Etapa de Trilla de Paddy Seco**

- Separación:** la mezcla de grano (paddy e integral) y cascarilla (tamo) se clasifica mecánicamente por diferencias en la densidad y ángulos de rebote; el tamo se separa en una aventadora (aplicando corrientes controladas de aire) y se envía neumáticamente a un silo de almacenamiento; luego el grano se clasifica en una mesa separadora, retornando el paddy a un descascarador y conduciendo mecánicamente el arroz integral al blanqueo.
- Blanqueo:** se realiza en blanqueadores que remueven las capas externas del arroz integral mediante fricción entre granos y abrasión con masas esmeriladas; la harina generada se recupera mediante aspiración. La planta cuenta con 3 pasos de blanqueo configurados así:
  - Blanqueador vertical tipo VTA
  - Blanqueador y brillador vertical tipo VBF – incluye una inyección de agua para dar brillo
  - Brillador horizontal tipo polichador – hay 2 equipos en paralelo, incluye inyección de agua para brillar.
- Clasificación Intermedia:** los granos que se parten durante la trilla se separan mecánicamente luego del 2º paso de blanqueo, mediante cribado en un “Plansifter” (criba rotativa) y un clasificador “Trieurs” (cilindro de alvéolos); el arroz semiblanco clasificado se almacena en silos, mientras el arroz partido (cabezote y granza) se recoge, empaqueta y almacena.

- **Almacenamiento:** se dispone de 4 silos metálicos con una capacidad aproximada de 100 toneladas, para almacenamiento de arroz semiblanco clasificado.
- **Clasificación Final:** antes de empaçar el producto se clasifica electrónicamente por color para eliminar impurezas remanentes en el grano (como semillas o granos defectuosos, etc).
- **Recuperación de Harina de Pulimento:** se remueve de los blanqueadores mediante un sistema de aspiración y recuperación (que consta de ductos, 2 turbinas, 2 ciclones y 2 filtros de mangas), luego se empaça en sacos de polietileno, que se almacenan en una bodega, desde donde son despachados.

### 3.9.3 Empaque

El producto se empaça en sus diferentes presentaciones mediante procedimientos continuos, así:

- **Alimentación:** el producto se conduce mecánicamente a las tolvas alimentadoras y dosificadoras.
- **Empacada en Sacos:** el grano se dosifica desde una tolva a un saco de polietileno, colocado sobre una balanza, luego se ajusta al peso deseado y finalmente se sella el saco con una máquina de coser.
- **Empacada de Bolsas:** el producto se alimenta a una empacadora automática, donde se conforman las bolsas y se llenan con un peso determinado, luego se reempacan en paquetes por 10 y 25 unidades.
- **Almacenamiento:** los bultos o paquetes son apilados en una bodega.
- **Despacho:** el grano en bulto o empaquetado se carga en vehículos de transporte para su distribución.

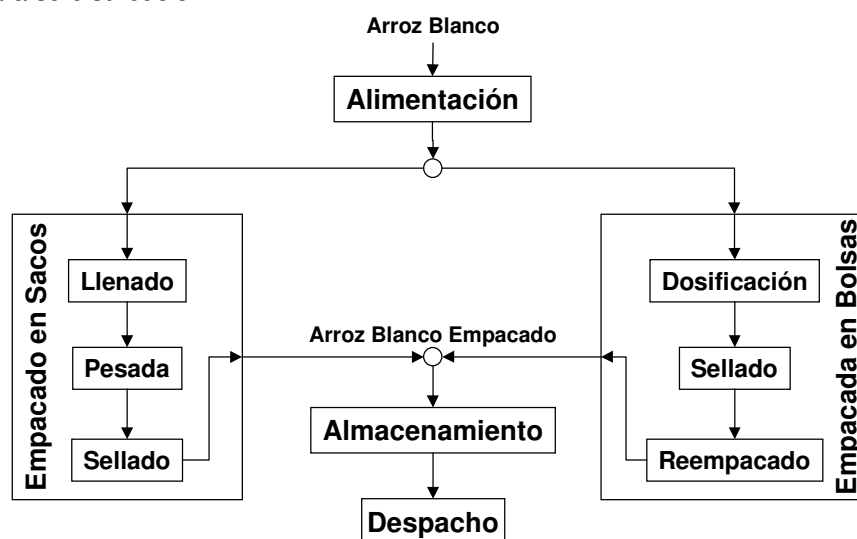


Figura 6. Diagrama de Bloques de la Etapa de Empaque de Arroz Blanco

### 3.10 BALANCE DE MASA

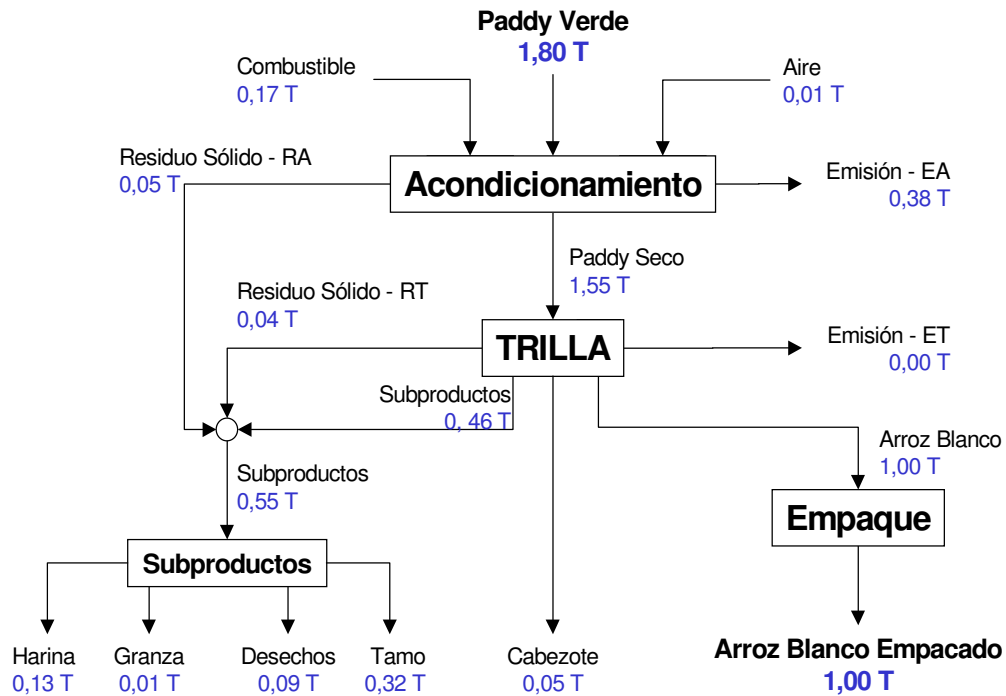


Figura 7. Balance de Masa del Proceso

### 3.11 MANEJO DE SUBPRODUCTOS DE DESECHO

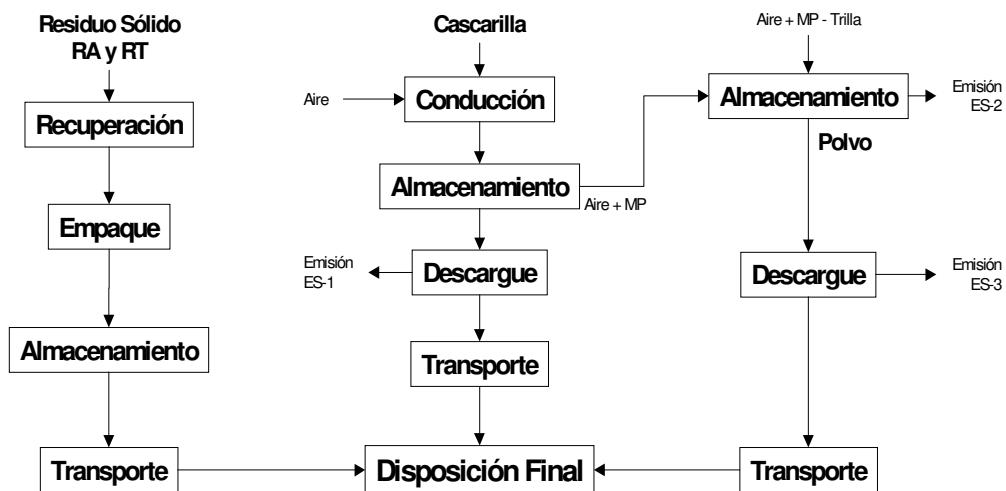


Figura 8. Diagrama de Bloques del Manejo de Subproductos de Desecho

### 3.11.1 Cascarilla

- **Conducción:** se transporta mediante sistema neumático de la aventadora a un silo.
- **Almacenamiento:** se almacena en un silo dispuesto con una tolva y compuerta (válvula).
- **Descargue:** la cascarilla se carga del silo a un camión abriendo la compuerta del silo.
- **Transporte:** el camión transporta el material al sitio de disposición final (granjas, viveros o plantas de alimentos concentrados, compostaje, artículos para construcción, entre otras).

### 3.11.2 Polvo

El polvo o MP recuperado se maneja así:

- **Almacenamiento:** el MP recogido en los descascaradores, unido al que es arrastrado por el aire luego de almacenar la cascarilla, se precipita y almacena en una cámara de sedimentación (denominada cuarto de polvo) ubicada sobre el silo de cascarilla.
- **Descargue:** el polvo se descarga periódicamente (cada 3 meses aproximadamente) de la cámara de sedimentación en camiones transportadores, utilizando la tolva del silo de cascarilla.
- **Transporte:** el camión transporta el material al sitio de disposición final (granjas o relleno sanitario).

### 3.11.3 Residuos Sólidos

Son desechos de materia orgánica (tallos, semillas, hojas, trozos de plantas, etc.) e inorgánica (piedras, tierra, sílice, etc.) que se usan como abono o disponen en relleno sanitario; este material se maneja así:

- **Recuperación:** se recupera en equipos de limpieza de paddy (prelimpiadoras).
- **Empaque y Almacenamiento:** los residuos recuperados se empaican en costales y se almacenan.
- **Transporte:** los bultos se cargan en camiones que los llevan al sitio de disposición final (granjas o relleno sanitario).

Hay que anotar que en la etapa de empaque se genera **Retal de Lámina de Polietileno** (material reciclable) el cual es empacado en sacos y entregado a empresas recuperadoras de materiales, encargadas del reciclaje del material.

## **4. LINEA BASE AMBIENTAL**

La Línea Base se elaboró mediante visitas de campo, consultas y entrevistas con habitantes del sector, estudios e información secundaria de diversas fuentes (Corporación Autónoma Regional para la defensa de la Meseta de Bucaramanga – CDMB, Instituto de Estudios Ambientales y Meteorológicos – IDEAM, Curaduría Municipal, entre otras)

### **4.1 AREA DE INFLUENCIA**

La planta está ubicada en una zona de alta actividad industrial y comercial, compuesta por fábricas de pinturas y muebles, arrocera, aserraderos, harineras, productoras de alimentos concentrados, procesadoras de granos, bodegas de almacenamiento de diversos productos, estaciones de servicio para vehículos y talleres de bobinados eléctricos y de mecánica industrial y automotriz. Todas estas empresas generan un impacto sobre el ambiente local que afecta la población que habita sectores residenciales aledaños ubicados al noroccidente y nororiente de la zona.

Por la complejidad que implica establecer un área de influencia ambiental por la actividad de la Arrocería San Cristóbal, en una zona de alta actividad productiva, comercial y económica, se estableció una área de afectación ambiental directa, que corresponde a la población que habita las residencias vecinas, así como una porción de la escarpa ubicada al sur occidente de la planta. Esta consideración, se basa en consultas a los residentes vecinos quienes se identificaron como directos afectados por la actividad de dicha planta.

### **4.2 COMPONENTE GEOSFERICO**

La planta está localizada en la corona de los escarpes del abanico de Bucaramanga. La morfología de la zona en la parte superior corresponde a una zona plana, inclinada de baja pendiente, que hacia el sector más inferior pasa a escarpes semiverticales o taludes de alta pendiente. Geológicamente está conformada por una parte de los miembros limos Rojos y gravosos pertenecientes a la formación Bucaramanga. Las características geotécnicas muestran que los suelos subsuperficiales corresponden a arenas gravo-arcillosas, cementadas por óxidos de hierro sobre mantos gravosos y algo conglomerados. En el pie de los taludes verticales se presentan afloramientos de agua de los niveles freáticos del abanico sobre los mantos arcillosos o de finos.

De acuerdo con este componente geoesférico, los suelos presentan alta susceptibilidad de agrietamiento cosísmico de la superficie del suelo, deslizamientos de tierra y avance de las cárcavas de erosión.

### 4.3 COMPONENTE ATMOSFERICO

El clima de la zona se caracteriza por presentar una precipitación de 1.226,1 milímetros promedio anual, distribuido en dos periodos secos y dos lluviosos; los periodos secos se presentan de diciembre a marzo y de junio a agosto, mientras los lluviosos de abril a mayo y de septiembre a noviembre. La temperatura es aproximadamente de 23°C promedio anual, el brillo solar tiene un valor promedio anual de 1.481 horas/año, la velocidad del viento con dirección predominante al norte tiene una velocidad media de 1,9 m/s y presenta una humedad relativa 93% promedio anual.

### 4.4 COMPONENTE BIOTICO

El área de influencia presenta los siguientes aspectos bióticos.

- **Vegetación:** las especies vegetales más comunes son las correspondientes a un bosque seco tropical; la planta está ubicada en inmediaciones de la escarpa occidental, donde se identifican 37 especies de vegetación, entre las que presentan mayor preponderancia el Naumo, Caracolí, Samán, Cedro, Yarumo, Higuerón y el Patevaca; también se encuentran pastos, rastrojos y algunas herbáceas como la escobilla, pega y anamú<sup>(5)</sup>.
- **Fauna Asociada:** la diversidad de especies animales es baja, ya que la planta está rodeada de edificaciones, exceptuando la única zona verde representada por la escarpa occidental. Las especies identificadas en esta zona son:
  - AVES: arroceros, cucaracheros, pericos común, chulo común, paloma común y tortolitas
  - MAMIFEROS: ratón, rata común y el murciélago (especie nocturna)
  - REPTILES: (tienen poca presencia) lagartijas, sapos, ranas y culebras
  - INVERTEBRADOS: avispas, chinches, cuartones, cucarachas, escarabajos, grillos, libélulas, mariposas, moscas, saltamontes y diversas especies de arañas.

### 4.5 COMPONENTE SOCIOECONOMICO

La población de las residencias vecinas a la planta que fue entrevistada, presenta los siguientes aspectos:

- **Lugar de origen:** alrededores del área metropolitana de Bucaramanga.
- **Descripción del tipo de vivienda:** casas en ladrillo y cemento, pisos de cemento, las paredes manifiestan ausencia de mantenimiento.
- **Composición familiar:** familias de un gran número de integrantes, compuestas principalmente por Padre, madre, hijos, abuelos, hermanos y sobrinos; en la mayoría de las residencias se tiene cuartos en alquiler a otras familiar dentro de la misma casa.
- **Rango de edad:** la mayor parte de la población está representada por niños; cada familia tiene 5 hijos en promedio, con edades entre los 2 y 11 años, seguidos por jóvenes entre 15 a 25 años

- **Escolaridad:** en su gran mayoría los adultos no han terminado la educación básica primaria, mientras los jóvenes no han terminado sus estudios secundarios; debido a que estas personas por sus bajos ingresos y falta de oportunidades no ven la educación como necesidad básica.
- **Ocupación:** la mayor parte de las cabezas de hogar laboran en oficios temporales (soldadores, taxistas, conductores y vendedores ambulantes); las mujeres se ocupan del hogar, mientras los jóvenes se ven obligados a trabajar desde muy jóvenes.
- **Servicios públicos:** todas las viviendas cuentan con servicios públicos suministrados por empresas municipales (agua, energía, teléfono, aseo, gas y alcantarillado).
- **Flujo vehicular:** la zona presenta alto tráfico vehicular, ya que la carrera 15 en su costado norte comunica la ciudad con la vía a la Costa Norte Colombiana, por lo tanto, hay una constante entrada y salida de vehículos de carga, pasajeros y particulares.

## 5. ESTUDIO DE IMPACTOS

### 5.1 INFORMACION PRELIMINAR

#### 5.1.1 Características Básicas de la Industria

Las plantas que procesan de arroz pertenecen a la categoría **Industria de Molinería o Procesamiento de Granos, Semillas o Cereales**, que agrupa industrias que utilizan granos como materia prima y obtienen alimentos para consumo humano o animal <sup>(11, 12)</sup>. En esta categoría se distinguen dos tipos de plantas:

- *Continetales*: son plantas de baja capacidad de producción, ubicadas cerca a zonas productoras, que reciben el grano directamente del cultivo (especialmente durante la cosecha) para enviar el producto (procesado o semielaborado) a otras plantas procesadoras o de mayor capacidad (terminales).
- *Terminales o Exportadoras – Importadoras*: plantas de gran capacidad de procesamiento y almacenamiento que adquieren, procesan y almacenan granos para su exportación o despacho a otras plantas terminales, continentales o procesadoras.

La planta de producción de la Arrocera San Cristóbal se clasifica como una *Industria de Procesamiento de Granos tipo Continental*, por presentar las siguientes características:

- Localizada en el interior del continente.
- Ubicada relativamente cerca a zonas productoras (Norte de Santander, Sur del Cesar, Magdalena Medio Santandereano).
- El paddy verde llega a la planta directamente del cultivo.
- La operación y producción de la planta aumenta considerablemente durante la cosecha.
- El producto obtenido se despacha a plantas almacenadoras, exportadoras o distribuidoras (terminales) localizadas en la Costa Norte.

#### 5.1.2 Desagregación

Para realizar el presente estudio, se ha desagregado la actividad de la planta en los siguientes componentes:

- A. Acondicionamiento
- B. Trilla
- C. Empaque
- D. Distribución de productos
- E. Disposición de subproductos de desecho
- F. Planta

## 5.2 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS

### 5.2.1 Diagrama Acción – Efecto - Impacto

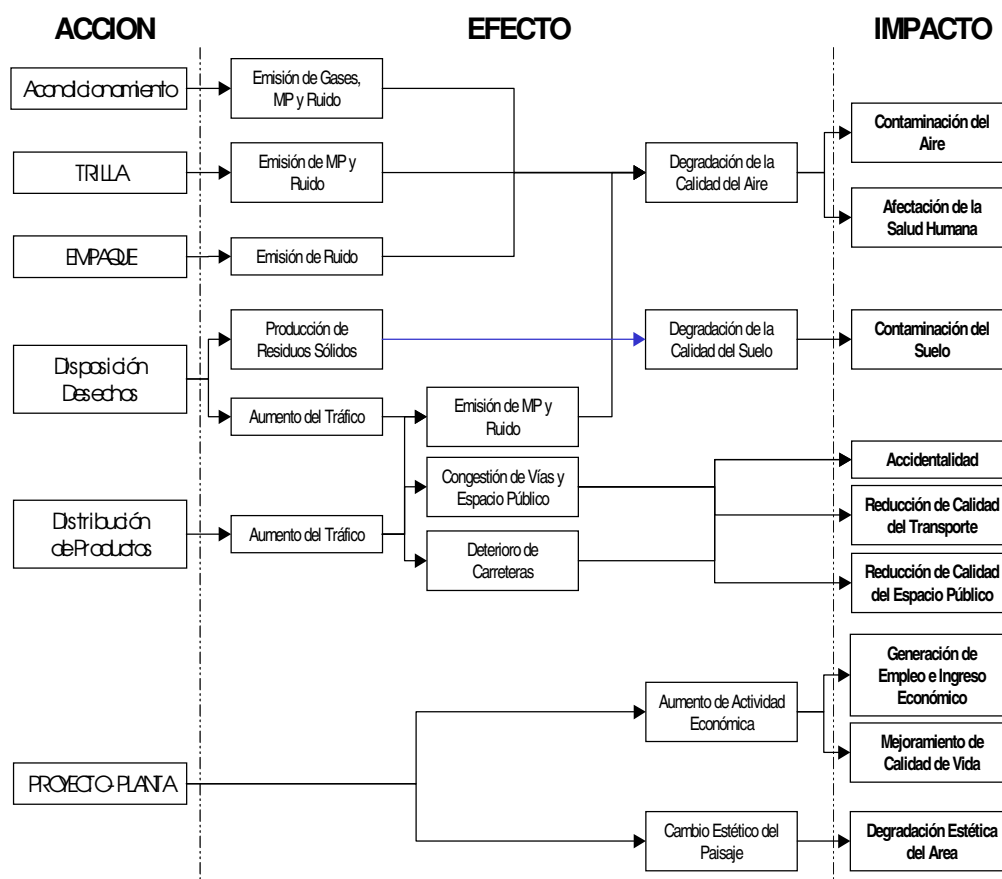


Figura 9. Diagrama de Acción – Efecto – Impacto

### 5.2.2 Impactos Ambientales Identificados

Según los resultados obtenidos del diagrama Acción – Efecto – Impacto (Figura 8), se identificaron para la planta los siguientes impactos ambientales:

- Contaminación del Suelo
- Contaminación del Aire
- Afectación de la Salud Humana
- Accidentalidad (vehículos)
- Reducción de Calidad del Transporte
- Generación de Empleo e Ingreso Económico
- Mejoramiento de Calidad de Vida
- Degradación Estética del Área

### 5.3. EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES INDIVIDUALES

**Tabla 3. Cálculo de Calificación Ambiental de los Impactos Ambientales Individuales**

Componente	Impacto	Parámetros						Importancia Ambiental
		CI	Pr	De	Mr	Du	Ca	
Acondicionamiento	Contaminación del aire	Negativo	1	0.5	9	5	-4.65	Media
	Afectación salud	Negativo	1	0.6	7	5	-4.44	Media
Trilla	Contaminación del aire	Negativo	1	0.5	9	4	-4.35	Media
	Afectación salud	Negativo	1	0.7	7	5	-4.93	Media
Empaque	Contaminación del aire	Negativo	1	0.4	4	5	-2.62	Baja
	Afectación salud	Negativo	1	0.4	4	5	-2.62	Baja
Distribución de productos	Contaminación del aire	Negativo	1	0.2	4	4	-1.76	Muy baja
	Afectación salud	Negativo	1	0.2	3	4	-1.62	Muy Baja
	Accidentalidad	Negativo	1	0.2	1	1	-0.44	Muy baja
	Reducción calidad de transporte	Negativo	1	0.3	2	1	-0.72	Muy baja
	Reducción espacio público	Negativo	1	0.3	3	1	-0.93	Muy baja
Disposición de desechos	Contaminación del aire	Negativo	1	0.5	7	7	-4.55	Media
	Contaminación del suelo	Negativo	1	0.2	2	5	-1.78	Muy baja
	Afectación salud	Negativo	1	0.6	10	5	-5.7	Media
	Accidentalidad	Negativo	1	0.2	3	1	-0.72	Muy baja
	Reducción calidad de transporte	Negativo	1	0.3	3	2	-1.23	Muy baja
	Reducción espacio público	Negativo	1	0.3	3	1	-0.93	Muy baja
Planta	Generación de empleo	Positivo	1	1	7	7	7	Alta
	Calidad de vida	Positivo	1	0.8	7	8	6.32	Alta
	Degradación estética del área	Negativo	1	0.8	3	5	-3.18	Baja

### 5.2.3 Recurso Aire

El impacto generado por emisiones de MP, gases de combustión y ruido, en algunos de los componentes de la actividad industrial (acondicionamiento, trilla, empaque, distribución de productos, disposición de desechos) se calificó teniendo en cuenta mediciones y estimaciones realizadas por la empresa con asesoría profesional para calcular la cantidad de contaminantes emitido en sus operaciones (Ver Tablas 4, 5 y 6).

**Tabla 4. Niveles de Presión Sonora en la Planta <sup>(1)</sup>**

<b>Etap</b>	<b>Operación</b>	<b>Nivel de Ruido [dB]</b>	<b>Tiempo de Exposición</b>	<b>Grado de riesgo</b>
Empaque	Empacado de Bolsas	90.7	8h	2.2
Trilla	Separación	96.3	8h	4.7
Trilla	Descascarado	95.9	8h	4.5
Trilla	Recuperación Harina	95.5	8h	4.3
<b>Parámetro de la Norma</b>		<b>85</b>	<b>8h</b>	

**Tabla 5. Cantidad Estimada de Emisión de MP <sup>(11, 12)</sup>**

<b>Etap</b>	<b>Peso [T/año]</b>	<b>Factores Emisión [lb/T]</b>			<b>Cantidad de Emisión [lb]</b>		
		<b>PM</b>	<b>PM-10</b>	<b>PM-2,5</b>	<b>PM</b>	<b>PM-10</b>	<b>PM-2,5</b>
Acondicionamiento	7.000	0,3180	0,0938	0,0159	2.226	656	111
Trilla	7.000	0,1061	0,0453	0,0077	743	317	54
Disposición de Desechos	7.000	0,3590	0,1255	0,0213	2.513	879	149
<b>TOTAL</b>				<b>[lb]</b>	<b>5.909</b>	<b>2.090</b>	<b>355</b>
				<b>[Kg]</b>	<b>2.659</b>	<b>940</b>	<b>160</b>
<b>Kg de MP / T de Arroz</b>					<b>0,109</b>	<b>0,039</b>	<b>0,007</b>

**Tabla 6. Cantidad Estimada de Emisiones de Gases de Combustión <sup>(11, 12)</sup>**

<b>Contaminante</b>	<b>Factores Emisión</b>		<b>Emisión Total</b>	
	<b>Lb/10<sup>6</sup> scf</b>	<b>g/m<sup>3</sup></b>	<b>Kg/año</b>	<b>g/T de Arroz</b>
CO2	0,00	1.914,09	353.341	14.540,8
H2OV	0,00	38.856,79	7.172.963	295.183,7
NOX	104,00	1,67	308	12,7
MP	7,60	0,12	23	0,9
VOC' s	11,68	0,19	35	1,4
CO	84,00	1,35	249	10,2

El impacto al recurso aire causado por cada uno de los componentes de la actividad industrial está asociado a los siguientes aspectos:

- **Acondicionamiento:** Importancia Ambiental ◇ MEDIA (Negativa)  
Se genera una cantidad considerable de emisión de MP que contamina el aire al interior y exterior de la planta, debida a la manipulación del paddy en cada una de las operaciones de recibo, limpieza y secado; la emisión de ruido es generada por los ventiladores de las secadoras y los equipos de la recepción y prelimpieza del paddy; los gases de combustión se emiten al interior y exterior de la planta, se genera al quemar gas natural durante el secamiento del paddy.
- **Trilla:** Importancia Ambiental ◇ MEDIA (Negativa)  
Durante la trilla de arroz se genera al interior de la planta, una menor emisión de MP que en el acondicionamiento, pero se produce una mayor emisión de ruido debida a los ventiladores ubicados en algunos equipos como descascaradores, conducción de tamo, blanqueadores y aspiradores de polvo y harina, los cuales permanecen en operación aproximadamente durante 12 horas diarias.
- **Empaque:** Importancia Ambiental ◇ BAJA (Negativa)  
La manipulación del arroz blanco durante el empaque genera una pequeña emisión MP; las máquinas empacadoras generan una emisión de ruido que supera la norma vigente.
- **Distribución de Productos:** Importancia Ambiental ◇ MUY BAJA (Negativa)  
Las pequeñas emisiones generadas por la distribución se deben a los gases, ruido y MP producidos por los vehículos (camionetas, camiones, mulas) en los que se transportan los clientes y distribuidores.
- **Disposición de Desechos:** Importancia Ambiental ◇ MEDIA (Negativa)  
Las operaciones de recuperación y manejo de desechos generados a lo largo del proceso generan una emisión considerable de MP al interior y exterior de la planta, especialmente por la manipulación de tales materiales durante el cargue o llenado de vehículos para su transporte.

#### 5.2.4 Recurso Suelo

Los residuos sólidos generados en las diferentes operaciones del proceso tienen su respectivo procedimiento de disposición, que busca manejarlos adecuadamente y agregar valor a algunos de estos materiales. La afectación del suelo tiene una importancia MUY BAJA debida a que son residuos no peligrosos, reciclables, reutilizables o que pueden incorporarse al medio natural mediante procesos de descomposición en otras actividades agroindustriales o agrícolas. El origen y disposición de los diferentes desechos de la planta son:

- **Impureza de la materia prima:** en promedio asciende al 5% del paddy verde, se retira mediante limpiadora de granos y otros equipos de separación, son materiales de tipo orgánico e inorgánico que puede disponerse en relleno sanitario o como material para abonar cultivos.
- **Cascarilla o tamo:** material usado en la industria avícola en el levante de

animales y como lecho en galpones, como abono en viveros o material llenante en la producción de materiales para construcción.

- **Retal de polietileno:** generado por fallas operativas en las empacadoras de arroz en bolsas es una cantidad pequeña (menor al 2% del material procesado), es un material reciclable que se trata en empresas recuperadoras de materiales.

### 5.2.5 Salud Humana

La naturaleza física de cada una de las emisiones y residuos generados por la actividad operativa de la planta representa una amenaza para la salud humana; el MP es muy volátil y poco denso (por lo que se dispersa fácilmente al ambiente) y la exposición continua a niveles de ruido que superan el valor recomendado, son factores que representan un alto riesgo para la salud de trabajadores y población vecina:

- **Acondicionamiento:** Importancia Ambiental ◊ MEDIA (Negativa)  
Operadores y comunidad vecina expuestos a las emisiones contaminantes (que representan un impacto medio) están en riesgo de afectar su sistema respiratorio, piel, audición y visión.
- **Trilla:** Importancia Ambiental ◊ MEDIA (Negativa)  
La exposición de algunos operadores a la contaminación del aire en la trilla es mayor que el acondicionamiento, razón por la cual se pone en riesgo la salud de tales personas.
- **Empaque:** Importancia Ambiental ◊ BAJA (Negativa)  
Los niveles de ruido generados por las empacadoras pueden afectar la audición de los operadores.
- **Distribución de Productos:** Importancia Ambiental ◊ MUY BAJA (Negativa)  
El impacto causado a la salud por este componente no es considerable debido a que las emisiones causadas por el transporte de los productos a los clientes, involucra pocos operadores, poca exposición y baja carga contaminante.
- **Disposición de Desechos:** Importancia Ambiental ◊ MEDIA (Negativa)  
Los operadores que manipulan estos desechos se ven afectados en su salud por la cantidad de MP que se desprende, especialmente en el cargue de desechos.

### 5.2.6 Paisaje

Las emisiones generadas al exterior de la planta y los derrames de desechos como el tamo, deterioran la imagen del espacio público en el área de influencia; esta afectación es baja, ya que estos desechos tienen algún valor agregado, por lo que no es recomendable perder o derramar cantidades contaminantes.

### 5.2.7 Tráfico y Espacio Público

La afectación del tráfico y el espacio público es muy baja, pues la cantidad de producto a movilizar es baja (140 T/semana) y los vehículos requeridos son pocos (4 tractomulas/semana), por lo tanto, el riesgo de accidentalidad y deterioro de las vías es mínimo, mientras la invasión del espacio público (vereda y un carril de la carrera 15) no implica mucho tiempo (1 h/día).

### **5.2.8 Actividad Socioeconomía**

La actividad operativa de la planta genera un importante impacto socioeconómico (importancia ambiental Alta) por la dinámica económica que genera en el área de influencia, empleos directos (personal administrativo, los operadores de planta y contratistas) e indirectos (cultivadores, conductores, procesadores de subproductos, quienes ofrecen servicios). Los ingresos mensuales generados por cada empleo directo o indirecto en promedio superan el salario mínimo legal mensual, lo cual implica una mejor calidad de vida.

## 6. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PROPUESTO

Las diferentes Acciones Ambientales para la Prevención, Control y Compensación de impactos ambientales identificados en la planta, que forman parte del Plan de Manejo se han organizado por Programas en Fichas Técnicas que contienen los objetivos, impactos a manejar, componente donde se aplica la acción, entidad responsable, medidas o acciones a aplicar y seguimiento.

### 6.1 PROGRAMA DE CONTROL DEL AMBIENTE DE LA PLANTA

#### 6.1.1 Control de la Calidad del Aire

**OBJETIVO:** Implementar medidas para reducción emisiones de polvo y ruido generadas por la operación de la planta y mejorar el ambiente (interno y externo).

IMPACTO AMBIENTAL	MAGNITUD	TIPO DE MEDIDA			
		Prevención	Mitigación	Recuperación	Compensación
Contaminación del aire en la etapa de Acondicionamiento	Media		X		
Afectación a la salud etapa de Acondicionamiento	Media	X			
Contaminación del aire etapa de Trilla	Media		X		
Afectación a la salud etapa de Trilla	Media	X			
Contaminación del aire etapa Empaque	Baja		X		
Afectación a la salud etapa de Empaque	Baja	X			
Contaminación del aire etapa de Distribución de productos	Muy baja		X		

Afectación a la salud etapa de Distribución de productos.	Muy baja	X			
Contaminación del aire etapa de Disposición de desechos	Media		X		
Afectación a la salud etapa de Disposición de desechos.	Media	X			

**ACCIONES A REALIZAR:**

- Instalar tapas y sellos para confinamiento de equipos de transporte mecánico de materiales
- Replantear de sistemas de captación de MP
- Identificar fugas de MP en los equipos de transporte mecánico de materiales debidas a desgaste y falta de mantenimiento
- Ajustar diseño de techos para reducir dispersión del MP fuera de la planta
- Implementar un plan de control de vectores al interior de la planta.

**SEGUIMIENTO:** liderado por el Administrador operativo, con el acompañamiento de una asesoría profesional que elabore los diseños e implemente y asegure las actividades de control ambiental, la asesoría debe entregar un registro impreso de los diseños, actividades, resultados, recomendaciones y costos.

**6.1.2 Manejo de los Residuos Sólidos**

**OBJETIVO:** Mejorar el sistema de manejo y disposición de residuos generados en el proceso.

IMPACTO AMBIENTAL	MAGNITUD	TIPO DE MEDIDA			
		Prevención	Mitigación	Recuperación	Compensación
Contaminación del suelo en la etapa de disposición de los desechos	Muy baja		X		

**ACCIONES A REALIZAR:**

- En las operaciones de recolección y transporte: Hacer un diagnóstico de procedimientos y estado de equipos y accesorios involucrados en estas operaciones para diseñar e implementar un plan de optimización y mantenimiento
- En la operación de almacenamiento: diseñar e implementar un plan de optimización del uso de bodegas de subproductos de desechos y mantenimiento de infraestructura para contener fugas y derrames al exterior de la planta

- Transporte de residuos: Verificar el estado de los vehículos de transporte de desechos, de forma que se ajusten a requerimientos básicos para minimizar emisiones y derrames de desechos.

**SEGUIMIENTO:** A cargo del operador del acondicionamiento del paddy, bajo la asesoría y verificación del administrador operativo.

### 6.1.3 Protección de la Salud de los Trabajadores

**OBJETIVO:** Estimular el uso de la protección personal y promover la señalización de la planta y el mantenimiento de equipos e infraestructura como elementos claves para garantizar la salud ocupacional del personal y asegurar la calidad.

IMPACTO AMBIENTAL	MAGNITUD	TIPO DE MEDIDA			
		Prevención	Mitigación	Recuperación	Compensación
Afectación a la salud etapa de Acondicionamiento	Media	X			
Afectación a la salud etapa de Trilla	Media	X			
Afectación a la salud etapa de Empaque	Baja	X			
Afectación a la salud etapa de Distribución de productos.	Muy baja	X			
Afectación a la salud etapa de Disposición de desechos.	Media	X			

#### ACCIONES A REALIZAR:

- Diseñar e implementar un plan de aseguramiento de la protección personal como elemento fundamental e integral en las actividades cotidianas de cada puesto de trabajo, que tenga en cuenta la actividad y riesgo asociado a cada puesto de trabajo (Empaque: Tapabocas, gorro de tela y delantales, gafas de seguridad y guantes – Acondicionamiento y trilla: protectores respiratorio y auditivo, gafas de seguridad, overol, botas, guantes y casco) e incluya la inducción para ingreso del nuevo personal operativo.
- Realizar jornadas de capacitación con el personal operativo sobre temas relacionados con la protección personal en la planta (uso adecuado, importancia, salud ocupacional, etc.)
- Diseñar e implementar un plan de señalización de la planta indicando el riesgo asociado a cada área (escaleras, equipos eléctricos, zonas de cargue y descargue, bodega, vías de circulación y áreas de trabajo)
- Diseñar e implementar un plan de mantenimiento de los equipos e infraestructura

de la planta que incluya registros con información que permita determinar su estado, vida útil y hacer análisis de fallas

- Diseñar e implementar un plan de orden y aseo, que incluya elementos como área de trabajo, frecuencia e influencia en la accidentalidad, protección de equipos y proliferación de vectores (ratones e insectos).

**SEGUIMIENTO:** liderado por un equipo interdisciplinario conformado por los diferentes entes involucrados en la operación de la planta, quienes harán su aporte respectivo a la consolidación de esta actividad:

- Administradora de Riesgos Profesionales – ARP: capacitación sobre protección personal en la planta
- Comité Paritario de Salud Ocupacional - COPASO: plan de mantenimiento de equipos e infraestructura
- ARP y COPASO: plan de señalización de la planta
- Gerencia: política de salud ocupacional
- Personal operativo y administrados operativo: plan de orden y aseo.

## 6.2 PROGRAMA OPTIMIZACION DEL USO DEL ESPACIO PUBLICO

### 6.2.1 Cargue y Descargue de Productos y Subproductos

**OBJETIVO:** Mejorar las operaciones de cargue y descargue de vehículos para reducir el impacto sobre el uso de la vía y el espacio público.

IMPACTO AMBIENTAL	MAGNITUD	TIPO DE MEDIDA			
		Prevención	Mitigación	Recuperación	Compensación
Accidentalidad en la distribución de productos	Muy baja	X			
Reducción de la calidad del transporte en la distribución de productos	Muy baja	X			
Reducción del espacio publico en la distribución de productos	Muy baja	X			
Accidentalidad en la disposición de desechos	Muy baja	X			
Reducción de la calidad del transporte en la disposición de desechos	Muy baja	X			

Reducción del espacio público en la disposición de desechos	Muy baja	X			
---	----------	---	--	--	--

**ACCIONES A REALIZAR:**

- Utilizar señales portátiles sobre la calzada y la vereda para informar a conductores y peatones que transitan y circulan por el sector, sobre el cuidado que hay que conservar durante el cargue o descargue de vehículos con materiales, productos o subproductos.
- Optimizar el procedimiento de cargue y descargue de vehículos para reducir el tiempo de ocupación de la calzada y espacio público.
- Ajustar el procedimiento de cargue y descargue de acuerdo con el Código de Tránsito y Transporte Vigente para evitar sanciones por violación de normas actuales.

**SEGUIMIENTO:** Liderado por el administrador operativo con el apoyo de los conductores de los vehículos de carga para garantizar el cumplimiento de estas actividades.

**6.2.2 Control de Vehículos de Transporte de Carga**

**OBJETIVO:** Promover el mantenimiento de los vehículos transporte de carga en para reducir la afectación del aire, las vías y la accidentalidad.

IMPACTO AMBIENTAL	MAGNITUD	TIPO DE MEDIDA			
		Prevención	Mitigación	Recuperación	Compensación
Accidentalidad en la distribución de productos	Muy baja	X			
Reducción de la calidad del transporte en la distribución de productos	Muy baja	X			
Accidentalidad en la disposición de desechos	Muy baja	X			
Reducción de la calidad del transporte en la disposición de desechos	Muy baja	X			

**ACCIONES A REALIZAR:**

- Diseñar e implementar un plan de mantenimiento preventivo de vehículos de carga tendiente a mejorar su desempeño (ambiental y operacional) y en consecuencia sus costos operativos.

- Capacitar los conductores de vehículos en temas relacionados con el desempeño de sus funciones (Código de Transporte, mecánica automotriz básica, ergonomía, mantenimiento del vehículo, entre otros).

**SEGUIMIENTO:** Liderado por el administrador operativo con el apoyo de los conductores de los vehículos de carga para garantizar el cumplimiento de estas actividades.

## 7. PLAN DE CONTINGENCIA

### 7.1 PLAN ESTRATEGICO

#### 7.1.1 Filosofía

Mejorar la calidad de vida del personal vinculado a la empresa, previniendo eventos que puedan afectar su integridad y preparando actividades para enfrentar emergencias.

#### 7.1.2 Objetivos

- Identificar riesgos y eventos de emergencia que se han presentado o pueden ocurrir en la planta.
- Analizar las amenazas (internas y externas) y sus consecuencias para establecer niveles aceptables de riesgo.
- Identificar recursos necesarios y establecer la capacidad de respuesta de la planta ante una emergencia.
- Diseñar y experimentar estrategias requeridas para la atención de emergencias.

#### 7.1.3 Alcance

Identificar eventos amenazantes y preparar de actividades para prevenir o controlar emergencias que pueden ocurrir en la planta.

#### 7.1.4 Análisis de Riesgos

##### AMENAZAS EXTERNAS

Amenaza	Causa	Consecuencias	Tipo de Emergencia
Sismo	Zona de alto riesgo	Afectación de personas Perdida de infraestructura Pérdidas operacionales Pérdidas económicas	Mayor
Deslizamiento de tierra	Zona de alto riesgo	Afectación de personas Perdida de infraestructura Pérdidas operacionales Pérdidas económicas	Mayor
Tormentas	Clima	Afectación de personas Perdida de infraestructura Pérdidas operacionales Pérdidas económicas	Mayor

### AMENAZAS INTERNAS

Amenaza	Causa	Consecuencias	Tipo de Emergencia
Incendio – explosión	Falla operacional Error humano Falla infraestructura	Afectación de personas Pérdida de infraestructura Pérdidas operacionales Pérdidas económicas	Mayor
Accidente de trabajo	Error humano Falta mantenimiento Error de diseños Falla procedimiento	Afectación de personas Daño al ambiente Pérdidas económicas Pérdidas de imagen	Menor
Desorden y desaseo	Actitud del personal Ausencia de programas de orden y limpieza	Afectación de personas Daño al ambiente Pérdidas económicas Pérdidas de imagen	Menor
Caída de materiales almacenados	Mala gestión de bodegas Mal apilamiento de bultos	Afectación de personas Daño al ambiente Pérdidas económicas Pérdidas de imagen	Mayor

#### 7.2 PLAN DE EMERGENCIA GRADO MENOR

- Identificar zona del evento.
- Dar aviso al coordinador de emergencia (Administrador).
- Aplicar esquema básico para atención de emergencia (primeros auxilios, apoyo especializado).
- Recuperar zona del evento y programar mantenimientos y reparaciones requeridas.
- Diligenciar reportes (de accidente, daños y pérdidas).
- Analizar causas y consecuencias e implementar acciones correctivas.

#### 7.3 PLAN DE EMERGENCIA GRADO MAYOR

- Ubicar la zona del evento
- Identificar la ruta de evacuación
- Abandonar el lugar (conservar la calma)
- Dar aviso al coordinador de emergencia (Administrador) quien atenderá la emergencia en primera instancia
- Dar aviso a los bomberos, defensa civil, cruz roja u otros organismos especializados que puedan prestar ayuda rápida y eficazmente
- Entregar el control de la emergencia a los organismos especializados
- Recuperar zona del evento y programar mantenimientos y reparaciones requeridas.
- Diligenciar reportes (número de lesionados, muertos, daños y pérdidas)
- Analizar causas y consecuencias e implementar acciones correctivas

#### **7.4 MEDIDAS PARA REDUCIR RIESGOS**

- Conformar un equipo de primeros auxilios y seguridad industrial.
- Ubicar los sitios de mayor riesgo y realizar su señalización correspondiente.
- Señalizar las vías de evacuación de la planta.
- Ubicar extintores en sitios estratégicos en la planta.

## 8. CONCLUSIONES

- La planta se encuentra cimentada sobre la escarpa occidental de Bucaramanga con alta susceptibilidad de agrietamiento cosísmico de la superficie del suelo, deslizamientos de tierra y avance de las cárcavas de erosión, por lo cual no está permitida la ampliación o construcción de nuevas edificaciones en la zona.
- La planta está ubicada junto a 7 viviendas, (otras industrias y locales comerciales; los residentes y trabajadores del sector se ven afectados por el MP y ruido que genera la planta, ya que su salud está expuesta a enfermedades del sistema respiratorio y auditivo.
- La Normatividad Ambiental Nacional, respecto a emisiones atmosféricas para la Industria de Molinería de Granos no está totalmente reglamentada, por lo tanto, no hay parámetros claros para establecer el grado de afectación del entorno a causa de la contaminación causada por la planta; este es uno de los elementos que deben aclararse para la aprobación e implementación de los PMA en las industrias del sector.
- Los impactos identificados mediante el diagrama de interacción entre Acción – Efecto – Impacto en la planta fueron los siguientes: Contaminación del Suelo, Contaminación del Aire, Afectación de la Salud Humana, Accidentalidad (vehículos), Reducción de Calidad del Transporte, Generación de Empleo e Ingreso Económico, Mejoramiento de Calidad de Vida y Degradación Estética del Área.
- La calificación ambiental obtenida para cada uno de los impactos individuales se sustenta bajo los siguientes aspectos:
  - **Recurso Suelo:** Afectación – MUY BAJA (Negativa) debida a que los residuos generados no peligrosos, algunos son reciclables y otros reutilizables, además la planta cuenta con un procedimiento para la respectiva disposición.
  - **Salud Humana:** Afectación – MEDIA y MUY BAJA (Negativas) de acuerdo con el componente; afectaciones asociadas a la exposición de las personas a las emisiones (MP, gases y ruido) generadas en la planta.
  - **Paisaje:** Afectación – MUY BAJA (Negativa) debida a las emisiones y derrames de desechos (como el tamo) generadas al exterior de la planta, que deterioran la imagen del espacio público en el área de influencia.
  - **Trafico y espacio público:** Afectación – MUY BAJA (Negativa) por el bajo requerimiento de vehículos para el transporte de productos que causan un mínimo impacto sobre el tráfico y espacio público.
  - **Actividad socioeconómica:** Afectación – ALTA (Positiva) debida a la dinámica económica que genera en el área de influencia, empleos directos e indirectos e ingresos mensuales generados, lo cual promueve una mejor calidad de vida.

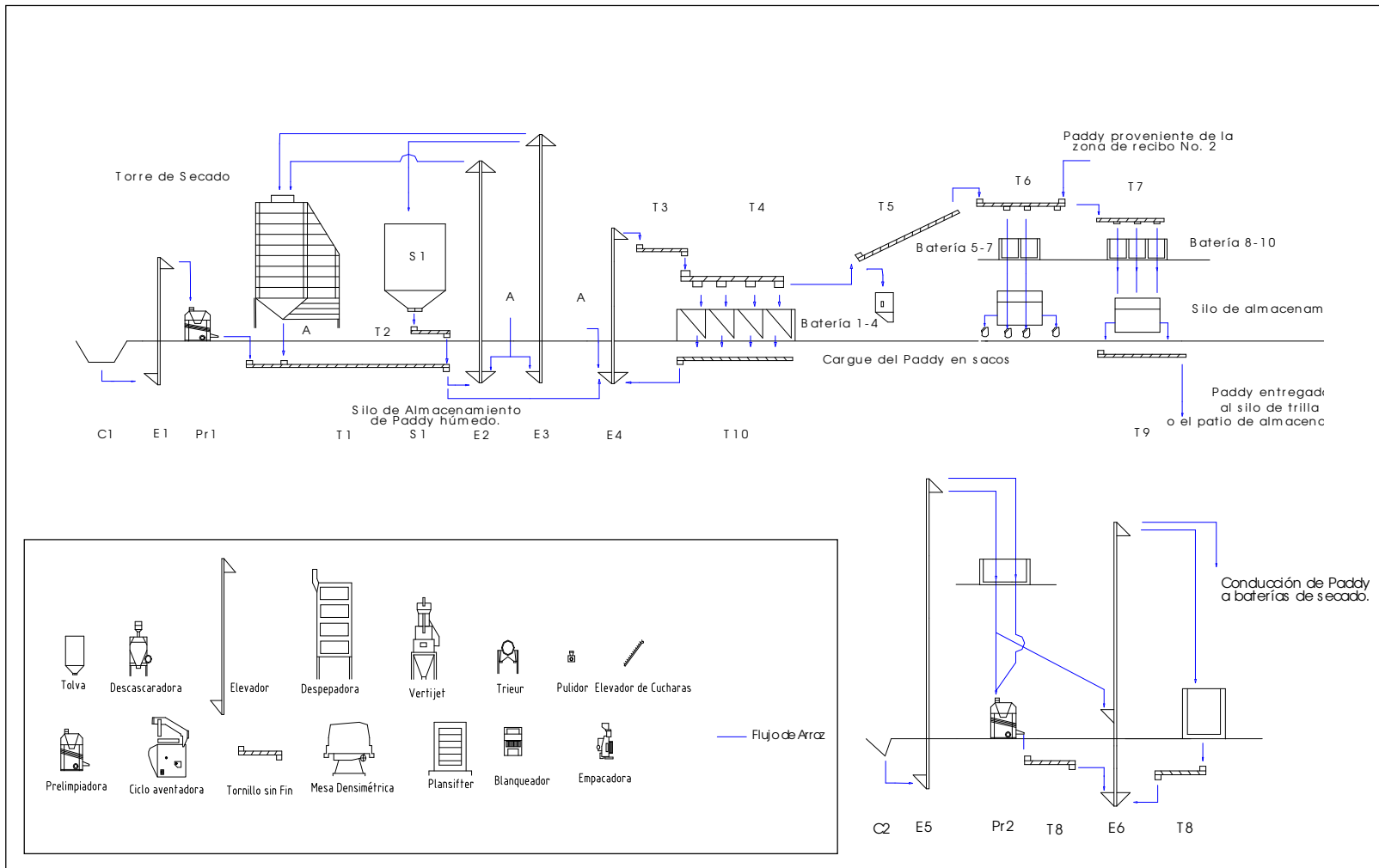
- El Plan de Manejo Ambiental se fundamentó en dos programas: Control del ambiente de la planta y Optimización de uso del espacio público.
  - a. El programa de control de ambiente de la planta está enfocado a realizar actividades de prevención y mitigación para mejorar la calidad del aire; para el manejo de residuos sólidos se plantean actividades enfocadas a mejorar el sistema. En la parte protección de la salud se plantean actividades preventivas que estimulen la utilización de equipos de protección personal, la señalización y el mantenimiento de equipos.
  - b. El programa relacionado con el espacio público contempla la realización de actividades de tipo preventivas para mejorar la actividad de cargue y descargue de vehículos, incluyendo actividades enfocadas en el mantenimiento preventivo de estos vehículos.
  
- El Plan de Contingencia diseñado se fundamentó en los riesgos asociados con eventos naturales y operación de la planta (manipulación de equipos y de carga) e incluye acciones de prevención y reducción de riesgos, así como acciones para eventos de emergencia.

## 9. BIBLIOGRAFIA

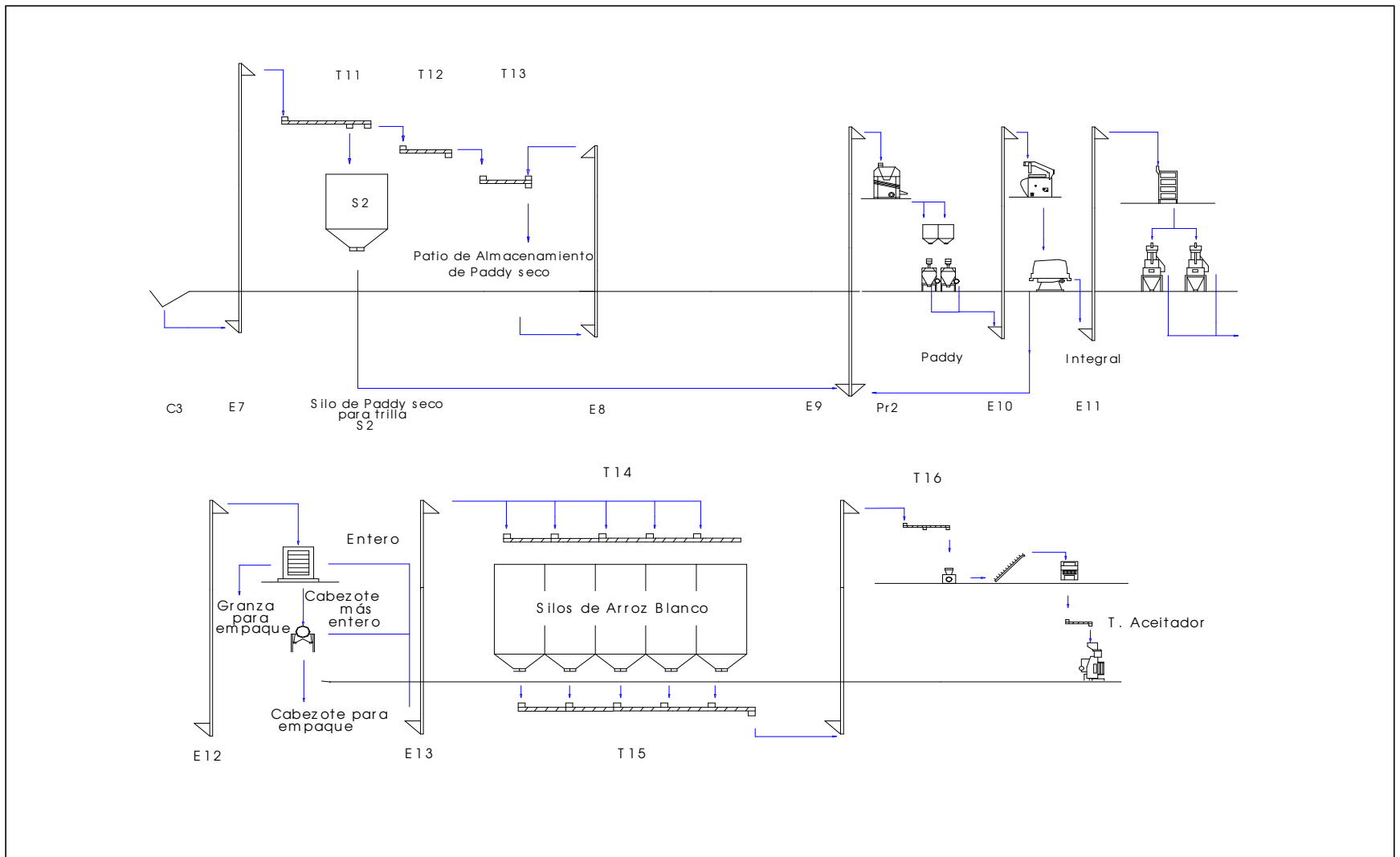
1. A. R. P. COLPATRIA. Estudio sobre Niveles de Presión Sonora en Puestos de Trabajo – Arrocera San Cristóbal. Bucaramanga, 2003.
2. CANTER, Larry W. Manual de Evaluación de Impactos Ambiental. Mc Graw Hill Interamericana de España. Madrid, 1998.
3. CASTILLO N., Jaime y GAVIRIA L., Jaime. Molinería de Arroz en los Trópicos. Estudios y Diseños Agroindustriales Ltda., EDIAGRO. Bogotá, 1999.
4. CDMB, Centro Nacional de Producción Mas Limpia y Nodo de Producción Más Limpia de Santander. Aplicación de Estrategias de Producción Más Limpia en el Sector Arrocerero del Área Metropolitana de Bucaramanga. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, 2002.
5. CDMB. Estudio de Vegetación de las Escarpas Occidental y Malpaso. Bucaramanga, Febrero de 1995.
6. CONEZA F., Vicente. Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid 1997.
7. Empresas Públicas de Medellín, E. P. M. Metodologías Utilizadas en los Estudios de Impacto Ambiental. Medellín, 2000.
8. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) y Centro de Estudios e Investigaciones Ambientales (CEIAM). Sistema de Información para la Evaluación Ambiental de Sectores Productivos. Universidad Industrial de Santander (UIS). Bucaramanga, 1999.
9. PEDRAZA P., Gustavo y PEÑA, Juan C. Preparación y Evaluación de Proyectos de Impacto Ambiental - Modulo Especialización en Ingeniería Ambiental. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, 2002.
10. TAMAYO S., Carlos M. Estrategia de Regionalización de Producción más Limpia en Colombia. Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, 2002.
11. U. S. ENVIROMENTAL PROTECTION AGENCY. Emission Factors Documentation for AP-42 – Section 9.9.1 – Grain Elevator and Grain Processing Plants – Final Report. U. S. A. Abril, 2003. <http://www.epa.gov/ttn/chief/ap42/ch09/bgdocs/b9s0909-1.pdf>.
12. U. S. ENVIROMENTAL PROTECTION AGENCY. Emission Factors Documentation for AP-42 – Section 1.4 – Natural Gas Combustion. U. S. A. Marzo, 1998. <http://www.epa.gov/ttn/chief/ap42/ch01/bgdocs/b01s04.pdf>.
13. Documento: Convenios de Producción más Limpia. <http://www.induarroz.com/investigaciones/convenios.htm>
14. Artículo: Celebración del Día del Medio Ambiente. <http://www.caracol.com.co/noticias/75839.htm.A>

## ANEXOS

### ANEXO A DIAGRAMAS DE FLUJO DE LA PLANTA (4).



#### ETAPA DE ACONDICIONAMIENTO



**ANEXO B.**



**Prelimpia**



**Pulidoras**



**Descascadores**



**Empacadoras**