



**REUBICACIÓN Y REDISEÑO DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE
INDUAGRÍCOLA ZULIA S.A.**

**LUCERO TATIANA ACEVEDO DUQUE
SOFÍA NAVARRO BAYONA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES
BUCARAMANGA
2012**



**REUBICACIÓN Y REDISEÑO DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE
INDUAGRÍCOLA ZULIA S.A.**

**LUCERO TATIANA ACEVEDO DUQUE
SOFÍA NAVARRO BAYONA**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar el título de:
INGENIERO INDUSTRIAL**

**Directora:
ING. OLGA LUCIA MANTILLA**

**Co-Directora:
ING. AURA PEDRAZA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICOMECÁNICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES
BUCARAMANGA**

2012



DEDICATORIA

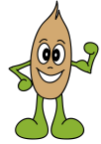
A Dios y a mi madre.

A mis abuelos.

Lucero Tatiana Acevedo Duque

A Dios y a mis Padres

Sofía Navarro Bayona



AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer a la empresa INDUAGRÍCOLA ZULIA S.A., por brindarnos la oportunidad de desarrollar este proyecto de grado y al Sr. Nicolás Díaz por su constante disposición para aportar sus conocimientos.

A la Ingeniera Olga Lucia Mantilla Celis por su orientación, y disponibilidad en el desarrollo del proyecto.

A la Ingeniera Aura Cecilia Pedraza Avella por sus aportes y conocimientos brindados.

Al Sr. Arturo Navarro por su colaboración y asesoría técnica.

Por último a todas las personas que estuvieron presentes durante la realización de este proyecto.



TABLA DE CONTENIDO

| | |
|--|----|
| INTRODUCCIÓN..... | 21 |
| 1. GENERALIDADES DEL PROYECTO..... | 23 |
| 1.1 ALCANCE | 23 |
| 1.2 OBJETIVOS..... | 23 |
| 1.2.1 Objetivo general | 23 |
| 1.2.2 Objetivos específicos..... | 23 |
| 2. GENERALIDADES DE LA EMPRESA..... | 25 |
| 2.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA..... | 25 |
| 2.1.1 Reseña histórica..... | 25 |
| 2.1.2 Ubicación de Induagrícola Zulia S.A | 25 |
| 2.1.3 Objeto social..... | 26 |
| 2.2 DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO | 26 |
| 2.2.1 Misión..... | 26 |
| 2.2.2 Visión | 27 |
| 2.3 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL..... | 27 |
| 2.3.1 Número de empleados | 27 |
| 3. MARCO TEÓRICO | 29 |
| 3.1 GENERALIDADES DE LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA..... | 29 |
| 3.1.1 Distribución en plantas | 29 |
| 3.1.1.1 Objetivo de la distribución en planta..... | 30 |
| 3.1.1.2 Principios básicos de la distribución en planta | 31 |
| 3.1.1.3 Tipos de distribución en planta..... | 32 |
| 3.1.1.3.1 Distribución en planta por producto (Producción en línea o en cadena)..... | 32 |
| 3.1.1.3.2 Distribución en planta por proceso (Por función)..... | 33 |
| 3.1.1.3.3 Distribución en planta por posición fija | 34 |
| 3.1.2 Localización de planta | 34 |
| 3.1.2.1 Análisis de factores..... | 36 |



| | | |
|-----------|--|----|
| 3.1.2.1.1 | Método de transporte | 36 |
| 3.1.2.1.2 | Método del análisis del punto de equilibrio | 38 |
| 3.1.2.1.3 | Método de los factores ponderados | 38 |
| 3.1.3 | Reconversión Industrial | 39 |
| 3.1.4 | Simulación | 40 |
| 3.1.4.1 | ¿Cuándo la simulación es la herramienta apropiada? | 42 |
| 3.1.4.2 | Terminología común en simulación | 43 |
| 3.1.4.2.1 | Sistema | 43 |
| 3.1.4.2.2 | Estado del sistema | 43 |
| 3.1.4.2.3 | Límites del sistema | 43 |
| 3.1.4.3 | Pasos en un Proyecto de Simulación | 44 |
| 3.1.5 | Evaluación de proyectos | 44 |
| 3.1.5.1 | Criterios para la toma de decisiones en la evaluación de proyectos | 45 |
| 3.1.5.1.1 | Valor presente neto (VPN) | 45 |
| 3.1.5.1.2 | Tasa interna de retorno (TIR) | 46 |
| 4. | CARACTERIZACIÓN DEL PRODUCTO Y DEL DISEÑO DEL PROCESO PRODUCTIVO DE INDUAGRÍCOLA ZULIA S.A. | 47 |
| 4.1 | DATOS DEL PRODUCTO: ARROZ | 47 |
| 4.1.1 | Condiciones de transporte | 48 |
| 4.1.2 | Calidad del producto | 49 |
| 4.1.3 | Usos del arroz | 49 |
| 4.2 | DISEÑO DEL PROCESO PRODUCTIVO | 50 |
| 4.2.1 | Proceso de plantación | 50 |
| 4.2.2 | Procesos de tratamiento de semilla y trilla de arroz | 51 |
| 4.2.2.1 | Semilla de arroz | 51 |
| 4.2.2.2 | Arroz comercial o arroz de trilla | 54 |
| 4.3 | MAPA DE PROCESOS | 57 |
| 5. | EVALUACIÓN DE LA TECNOLOGÍA | 58 |
| 5.1 | MAQUINARIA ACTUAL | 58 |
| 5.1.1 | Maquinaria para procesamiento de semilla de arroz | 58 |



| | | |
|-----------|---|-----|
| 5.1.2 | Maquinaria para trilla de arroz | 59 |
| 5.1.3 | Estudio de capacidades de producción | 61 |
| 5.2 | DETERMINACIÓN DE MAQUINARIA A COMPRAR Y CONSERVAR | 62 |
| 5.2.1 | Procesamiento de semilla de arroz..... | 63 |
| 5.2.2 | Procesamiento de trilla de arroz | 64 |
| 5.3 | EVALUACIÓN DE TECNOLOGÍA DISPONIBLE EN EL MERCADO..... | 65 |
| 5.4 | SELECCIÓN DEL PROVEEDOR..... | 69 |
| 6. | DESARROLLO DE PROPUESTAS PARA LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA | 72 |
| 6.1 | ANÁLISIS DE FLUJOS Y VOLÚMENES | 73 |
| 6.1.1 | Distribución en planta | 78 |
| 6.2 | PROPUESTAS DE MEJORA | 80 |
| 6.2.1.1 | Cambio en la secuencia de operaciones pre-limpia y silos de secamiento..... | 80 |
| 6.2.1.2 | Automatización del proceso productivo | 82 |
| 6.2.2 | Propuesta de Distribución en Planta..... | 85 |
| 6.2.3 | Análisis financiero..... | 93 |
| 6.2.3.1 | Panorama 0. Distribución nueva en planta actual - maquinaria actual..... | 94 |
| 6.2.3.1.1 | Presupuesto de inversión..... | 94 |
| 6.2.3.1.2 | Presupuesto de costos y gastos..... | 96 |
| 6.2.3.1.3 | Presupuesto de ingresos..... | 100 |
| 6.2.3.2 | Escenario 1. Distribución nueva en planta actual - maquinaria nueva..... | 101 |
| 6.2.3.2.1 | Presupuesto de inversión..... | 101 |
| 6.2.3.2.2 | Presupuesto de costos y gastos..... | 103 |
| 6.2.3.2.3 | Presupuesto de ingresos..... | 105 |
| 6.2.3.3 | Escenario 2. Distribución nueva en planta nueva – maquinaria nueva..... | 105 |
| 6.2.3.3.1 | Presupuesto de inversión..... | 105 |
| 6.2.3.3.2 | Presupuesto de costos y gastos..... | 107 |
| 6.2.3.3.3 | Presupuesto de ingresos..... | 107 |
| 6.2.3.4 | Comparación de TIR y rentabilidad para los escenarios evaluados. | 108 |
| 7. | DEFINICIÓN Y APLICACIÓN DE UN MODELO PARA LA LOCALIZACIÓN DE PLANTA | 110 |



| | | |
|---------|---|-----|
| 7.1 | MÉTODO DE LOS FACTORES PONDERADOS | 111 |
| 7.1.1 | Sistema de clasificación por factores..... | 112 |
| 7.1.2 | Factores relevantes que afectan la selección de la localización | 112 |
| 7.1.3 | Establecer escala de calificación de los factores (por ejemplo, 1-10 ó 1-100 puntos)..... | 119 |
| 7.1.4 | Calificación de factores por la administración para cada localidad..... | 121 |
| 7.1.4.1 | Criterio 1. Gerente Induagrícola Zulia S.A..... | 123 |
| 7.1.4.2 | Criterio 2. Subgerente Induagrícola Zulia S.A. | 123 |
| 7.1.4.3 | Criterio 3. Ente externo – Autores del proyecto | 124 |
| 7.1.5 | Ponderación de factores..... | 128 |
| 7.1.6 | Multiplicación de ponderaciones por la calificación..... | 128 |
| 7.1.7 | Recomendación según calificaciones | 129 |
| 8. | CARACTERIZACIÓN DE VARIABLES DEL PROCESO EN LENGUAJE FORMAL (SIMULACIÓN)..... | 130 |
| 8.1 | FLEXSIM..... | 130 |
| 8.1.1 | Objetivo de la simulación..... | 132 |
| 8.2 | MODELOS DE SIMULACIÓN | 132 |
| 8.2.1 | Modelo de simulación del proceso productivo actual – Modelo 1..... | 132 |
| 8.2.2 | Modelo de simulación del proceso productivo con la nueva distribución y maquinaria – Modelo 2 | 135 |
| 8.3 | RESULTADOS..... | 138 |
| 9. | CONCLUSIONES..... | 140 |
| 10. | RECOMENDACIONES | 142 |
| 11. | BIBLIOGRAFÍA | 143 |
| 12. | ANEXOS..... | 144 |



LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|-----|
| Figura 1. Organigrama Induagrícola Zulia S.A..... | 28 |
| Figura 2. Molino de arroz..... | 67 |
| Figura 3. Pre-limpiadora..... | 67 |
| Figura 4. Descascaradora de arroz | 68 |
| Figura 5. Separadora de arroz | 68 |
| Figura 6. Pulidora de arroz... .. | 68 |
| Figura 7. Envenenadora... .. | 68 |
| Figura 8. Elevadores de cangilones | 68 |
| Figura 9. Flujo de materiales para el Tratamiento de Semilla de Arroz..... | 76 |
| Figura 10. Flujo de materiales para el proceso de Trilla de Arroz..... | 78 |
| Figura 11. Razones y tipo de relación entre procesos en el tratamiento de semilla de arroz..... | 89 |
| Figura 12. Razones y tipo de relación entre procesos en el proceso de trilla de arroz . | 90 |
| Figura 13. Diagrama de relaciones: trilla de arroz (derecha) y tratamiento de semilla (izquierda) | 91 |
| Figura 14. Espacio requerido para el tratamiento de semilla con la maquinaria nueva. | 92 |
| Figura 15. Espacio requerido para el proceso de trilla de arroz con la maquinaria nueva | 93 |
| Figura 16. Relieve ciudad de Bucaramanga..... | 113 |
| Figura 17. Relieve Municipio de San Martín | 114 |
| Figura 18. Ubicaciones y mercado de mayor consumo | 115 |
| Figura 19. Ubicación de proveedores de Arroz | 116 |



LISTA DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Tiempo de vida de semilla almacenada a diferentes contenidos de humedad y a temperatura que no exceda de 32° C..... | 48 |
| Tabla 2. Niveles de humedad de semilla a los cuales empiezan los peligros en el almacenamiento..... | 48 |
| Tabla 3. Descripción proceso de tratamiento de semilla de arroz..... | 53 |
| Tabla 4 Comparativo valor nutricional del arroz..... | 55 |
| Tabla 5. Descripción proceso de trilla de arroz..... | 56 |
| Tabla 6. Resumen maquinaria actual..... | 62 |
| Tabla 7. Maquinaria a conservar..... | 65 |
| Tabla 8. Maquinaria a comprar..... | 65 |
| Tabla 9. Comparación proveedores de maquinaria..... | 70 |
| Tabla 10. Total de inversión..... | 71 |
| Tabla 11. Volumen de producto a lo largo del tratamiento de semilla..... | 74 |
| Tabla 12. Volumen de producto a lo largo del proceso de trilla..... | 75 |
| Tabla 13. Espacio utilizado para la ubicación de la maquinaria actual del tratamiento de semilla..... | 79 |
| Tabla 14. Espacio utilizado para la ubicación de la maquinaria actual del proceso de trilla de arroz..... | 80 |
| Tabla 15. Inversión económica para implementación de mejora con el cambio de secuencia de operaciones de pre – limpia y secamiento..... | 82 |
| Tabla 16. Inversión económica para implementación de mejora automatización del proceso productivo..... | 84 |
| Tabla 17. Costos de manejo de materiales y espacios de almacenamiento antes y después de la implementación de la mejora automatización del proceso productivo ... | 84 |
| Tabla 18. Espacio requerido para la maquinaria nueva de tratamiento de semilla..... | 87 |
| Tabla 19. Espacio requerido para la maquinaria nueva del proceso de trilla de arroz .. | 87 |
| Tabla 20. Razones para establecer relaciones entre los procesos..... | 88 |
| Tabla 21. Tipo de relación entre procesos..... | 89 |



| | |
|--|-----|
| Tabla 22. Valores asignados al proceso de tratamiento de semilla de arroz | 90 |
| Tabla 23. Valores asignados al proceso de trilla de arroz | 91 |
| Tabla 24. Inversión en construcción y obras civiles en panorama 0 | 95 |
| Tabla 25. Gastos de Montaje para panorama 0..... | 95 |
| Tabla 26. Recursos disponibles para panorama 0..... | 96 |
| Tabla 27. Costos de materia prima y materiales directos para panorama 0. | 97 |
| Tabla 28. Costos de mano de obra para panorama 0..... | 97 |
| Tabla 29. Gastos de fabricación para panorama 0 | 98 |
| Tabla 30. Otros gastos indirectos para panorama 0. | 98 |
| Tabla 31. Gastos administrativos para panorama 0. | 99 |
| Tabla 32. Precio y cantidades vendidas de productos en año 1 para panorama 0 | 100 |
| Tabla 33. Inversión en construcción y obras civiles año cero para escenario 1 | 101 |
| Tabla 34. Inversión en maquinaria y equipo para escenario 1..... | 102 |
| Tabla 35. Inversiones diferidas para escenario 1 | 102 |
| Tabla 36. Costos de fabricación para el año 1 en escenario 1 | 104 |
| Tabla 37. Presupuesto de inversiones fijas para escenario 2..... | 106 |
| Tabla 38. Presupuesto de inversiones diferidas para escenario 2..... | 106 |
| Tabla 39. TIR de escenarios evaluados | 108 |
| Tabla 40. Rentabilidad de escenarios | 109 |
| Tabla 41. Consumo per cápita de arroz dentro de los hogares, según 13 ciudades y áreas metropolitanas, durante los meses de Septiembre y Diciembre 2011..... | 115 |
| Tabla 42. Calificación de factores | 122 |
| Tabla 43. Promedio calificación de factores | 127 |
| Tabla 44. Ponderación de factores..... | 128 |
| Tabla 45. Puntaje total de ubicaciones..... | 128 |



LISTA DE ANEXOS

| | |
|---|-----|
| ANEXO A. Diagrama de recorrido Tratamiento de Semilla de Arroz | 144 |
| ANEXO B. Diagrama de operaciones del tratamiento de semilla de arroz..... | 145 |
| ANEXO C. Diagrama de recorrido Trilla de Arroz..... | 146 |
| ANEXO D. Diagrama de operaciones de trilla de arroz | 147 |
| ANEXO E. Mapa de procesos de Induagrícola Zulia S.A. | 148 |
| ANEXO F. Distribución en planta actual..... | 149 |
| ANEXO G. Cotización Industrias Machina Zaccaria S.A | 150 |
| ANEXO H. Cotización PETKUS España | 155 |
| ANEXO I. Cotización Industria Satecol S.A. | 158 |
| ANEXO J. Tipo de manejo de material y distancias recorridas..... | 160 |
| ANEXO K. Manual de procesos | 161 |
| ANEXO L. Distribución en planta Panorama Cero..... | 173 |
| ANEXO M. Análisis financiero panorama 0 | 174 |
| ANEXO N. Distribución en planta escenario 1..... | 177 |
| ANEXO Ñ. Análisis financiero escenario 1 | 178 |
| ANEXO O. Distribución en planta escenario 2..... | 181 |
| ANEXO P. Análisis financiero escenario 2 | 182 |
| ANEXO Q. Encuestas realizadas para la calificación de factores..... | 185 |
| ANEXO R. Modelos de simulación en Flexsim | 189 |
| ANEXO S. Objetos Modelo 1 | 190 |
| ANEXO T. Explicación del proceso del Modelo 1 en Flexsim | 192 |
| ANEXO U. Calendario de llegadas de trilla y semilla de arroz Modelo 1 | 194 |
| ANEXO V. Estaciones Modelo 1 | 195 |
| ANEXO W. Especificación de Processor..... | 196 |
| ANEXO X. Atributos Source de Llegada Modelo 1 | 200 |
| ANEXO Y. Objetos modelo 2 | 201 |
| ANEXO Z. Explicación del proceso del Modelo 2 en Flexsim | 203 |



| | |
|--|-----|
| ANEXO AA. Calendario de llegadas trilla de arroz y semilla de arroz Modelo 2 | 205 |
| ANEXO AB. Estaciones Modelo 2 | 206 |
| ANEXO AC. Atributos Modelo 2 | 207 |
| ANEXO AD. Resultado variables | 208 |



RESUMEN

TÍTULO: REUBICACIÓN Y REDISEÑO DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE INDUAGRÍCOLA ZULIA S.A.*

AUTORES: LUCERO TATIANA ACEVEDO DUQUE
SOFIA NAVARRO BAYONA**

PALABRAS CLAVE: Localización, distribución en planta, proceso de arroz, mínimo costo de producción, simulación.

Descripción del contenido

El desarrollo del proyecto se basa en establecer la ubicación que le brinde a Induagrícola Zulia S.A mayor rentabilidad a futuro. Para esto se inicia con el análisis de los procesos productivos y la maquinaria con la que actualmente la empresa está operando y así conocer sus necesidades y determinar qué tipo de maquinaria es la ideal para sus procesos productivos. Al seleccionar el tipo de maquinaria que se debe comprar, se realizan las propuestas de distribución en planta teniendo en cuenta las condiciones que son necesarias para la conservación de los productos que ofrece la empresa. A cada propuesta de distribución en planta se le realiza análisis financiero con el fin demostrar numéricamente los efectos de las mejoras propuestas e inversiones a realizar.

Por último, se establecen los factores que se considera son determinantes para la ubicación de la planta de producción y se realiza el análisis por medio del método de los factores ponderados dando como resultado que la mejor ubicación para la planta es en el municipio de San Martín en la finca San Judas Tadeo. También se muestra por medio del simulador Flexsim cómo la empresa está operando actualmente y cómo operaría en la ubicación seleccionada con la distribución en planta y mejoras propuestas.

* Proyecto de grado

** Facultad de ingenierías físico-mecánicas. Escuela de estudios industriales y empresariales. Directora. Ing. Olga Lucía Mantilla Celis. Codirectora. Ing. Aura Cecilia Pedraza Avella.



ABSTRACT

TITLE:RELOCATION AND REDISIGN OF INDUAGRICOLA ZULIA S.A.'s PRODUCTION PLANT^{*}

AUTHORS: LUCERO TATIANA ACEVEDO DUQUE
SOFIA NAVARRO BAYONA^{**}

KEY WORDS:Location, plant layout, process of rice, minimum production cost simulation.

Description of content

This project's target is to establish the most suitable location for Induagricola Zulia S.A with the intention to get a higher profitability. It starts with the productive processes and machinery analysis which the company is operating with, in order to know its needs and find out what the most suitable kind of machinery is regarding processes. Once the machinery is chosen, the distribution offers in plant are made taking into account the optimal conditions for products offered by the company. One financial analysis is made for each distribution offered in order to show up numerically the effects of the suggested improvements and investments.

Finally, production plant location determinant factors are established and analysis is made through adjusted factors method, where we find out that San Martin is the best location. It is also shown through a Flexsim simulator how the company is operating now, and how it would operate on the chosen location and plant distribution with the suggested improvements.

^{*} Work Degree

^{**} Faculty of Physical-mechanics Engineering; School of Industrial and Business Studies; Director: Olga Lucía Mantilla Celis; Co-director: Aura Cecilia Pedraza Avella.



TABLA DE CUMPLIMIENTO DE OBJETIVOS

| Objetivo | Descripción | Cumplimiento |
|----------|--|--|
| 1 | Conocer y analizar el proceso productivo de la semilla y trilla de arroz. | El cumplimiento de este objetivo se encuentra en el numeral 4.2.2. |
| 2 | Caracterizar el diseño del sistema productivo actual de la empresa Induagrícola Zulia S.A. | El cumplimiento de este objetivo se encuentra en los numerales 4.2.2.1 y 4.2.2.2. y en los ANEXOS 1, 2, 3 y 4. |
| 3 | Realizar la evaluación tecnológica de la maquinaria de la empresa Induagrícola Zulia S.A. | El cumplimiento de este objetivo se encuentra en el numeral 5.3. |
| 4 | Realizar propuesta de reconversión industrial. | El cumplimiento de este objetivo se encuentra en el numeral 5.4. |
| 5 | Diseñar la distribución de la planta de producción de acuerdo a su proceso de producción. | El cumplimiento de este objetivo se encuentra en el capítulo 6 y en los ANEXOS 6, 12, 14 y 16 |
| 6 | Definir y analizar los diferentes factores que influyen en la ubicación de la planta de producción Induagrícola Zulia S.A. | El cumplimiento de este objetivo se encuentra en el capítulo 7. |
| 7 | Seleccionar la ubicación de la planta teniendo en cuenta la evaluación económica para las dos alternativas. | El cumplimiento de este objetivo se encuentra en el numeral 7.1.7. y en los ANEXOS 11, 13 y 15. |



INTRODUCCIÓN

El cambio en los hábitos de consumo, la creciente diversificación de productos y la competencia, han hecho que cada vez las personas exijan productos y servicios de mayor calidad. Es por esto que las empresas viven en un constante desarrollo encaminado a la satisfacción de las necesidades cambiantes de sus clientes. Debido a esto, las empresas buscan la manera de lograr ventajas competitivas, que en ocasiones pueden ser derivadas de mejoras o reestructuraciones en el sistema productivo. Adicional a esto, los requerimientos de los clientes no son la única preocupación de las organizaciones; en este documento se podrá apreciar que los proyectos de ley y asuntos gubernamentales también influyen en las decisiones de las empresas.

INDUAGRÍCOLA ZULIA S.A. se ha visto en la obligación de evaluar sus posibilidades de continuar sus actividades de producción en las instalaciones actuales reducidas, o reubicar su planta en otro municipio, todo esto por la construcción de la doble calzada que comunica la ciudad de Bucaramanga con el municipio de Rionegro, Santander. Para sacar provecho adicional a las modificaciones que se deben realizar, la empresa ha decidido buscar mejores tecnologías que se amolden a las instalaciones y hagan más eficiente el proceso productivo. Asimismo la empresa quiere aprovechar todas las mejoras para poder ampliar sus mercados y empezar a distribuir sus productos directamente al cliente; crecer horizontal y verticalmente.

En el presente proyecto, inicialmente se analizará los procesos productivos y la maquinaria utilizada en la empresa para conocer sus necesidades y así posteriormente realizar los respectivos análisis para generar propuestas de reconversión industrial, basada en estudio de proveedores, y de mejora a los procesos. Finalmente, contemplando la posibilidad de traslado de la planta de



producción y las grandes inversiones necesarias para el funcionamiento de ésta con maquinaria nueva, se realizará un análisis financiero para cada escenario posible y así, junto con otros factores que pueden afectar la decisión de ubicación de la planta, hacer comparativos y tomar la decisión que más favorezca las actividades productivas de INDUAGRÍCOLA ZULIA S.A.

Como resultado del presente estudio se encontró que la mejor ubicación para la empresa es en el municipio de San Martín, Cesar, en la finca San Judas Tadeo, ubicación en la que se minimizarán los costos de producción y se implementarán las propuestas de mejoras al proceso aceptadas por las directivas de la empresa.



1. GENERALIDADES DEL PROYECTO

1.1 ALCANCE

Con la realización de este proyecto se proveerá a la empresa Induagrícola Zulia S.A soluciones por medio de la entrega de diferentes documentos como son:

- Propuesta de ubicación de la planta considerando factores cualitativos y cuantitativos
- Propuesta de reconversión industrial según resultados de evaluación tecnológica
- Definición de espacios requeridos
- Propuesta de diseño de la planta aprobada por Induagrícola Zulia S.A.
- Manuales y diagramas de procesos
- Análisis y resultados de la simulación del proceso productivo
- Propuesta económica de relocalización de la planta

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo general

Desarrollar una propuesta de rediseño y reubicación de la planta de producción Induagrícola Zulia S.A.

1.2.2 Objetivos específicos

- Conocer y analizar el proceso productivo de la semilla y trilla de arroz.



- Caracterizar el diseño del sistema productivo actual de la empresa Induagrícola Zulia S.A.
- Realizar la evaluación tecnológica de la maquinaria de la empresa Induagrícola Zulia S.A.
- Realizar propuesta de reconversión industrial.
- Diseñar la distribución de la planta de producción de acuerdo a su proceso de producción.
- Definir y analizar los diferentes factores que influyen en la ubicación de la planta de producción Induagrícola Zulia S.A.
- Seleccionar la ubicación de la planta teniendo en cuenta la evaluación económica para las dos alternativas.



2. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

2.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

2.1.1 Reseña histórica

Durante la época de los setenta en la región del sur del Cesar se inició el auge del cultivo de arroz para los agricultores, pero por esa zona no existían empresas dedicadas a la producción de semilla de arroz que pudiera abastecer la cantidad de demanda que se presentaba; debido a esto, varias personas vieron una oportunidad de negocio el crear una asociación que se dedicara a la producción de semilla y trilla de arroz.

Es por esto que el 22 de marzo de 1972 en la ciudad de Bucaramanga se funda la empresa Induagrícola Zulia S.A, una sociedad familiar formada por los hermanos Díaz Núñez dedicada a la producción y venta de semillas de arroz certificadas.

Induagrícola Zulia S.A durante sus 40 años de existencia ha suplido las necesidades de sus clientes brindándoles un producto que cumple con todas las características exigidas, y cumpliendo con todos los requisitos establecidos por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) en todas las etapas del proceso productivo, desde el cultivo hasta el proceso para obtener la semilla de arroz.

2.1.2 Ubicación de Induagrícola Zulia S.A

La empresa cuenta con dos instalaciones propias, una bodega que arrienda a terceros en la ciudad de Bucaramanga y la finca San Judas Tadeo en el municipio de San Martín, Cesar, donde tienen los cultivos de arroz.



La planta de producción de la empresa está ubicada en Bucaramanga, Santander kilómetro 2 Carretera Café Madrid y tiene 3.595 kilómetros cuadrados. Esta propiedad pertenece a un socio de la empresa que la arrienda por \$2.000.000 mensuales.

La bodega que Induagrícola Zulia S.A tiene en arriendo está ubicada al lado de la planta de producción de arroz.

Instalaciones:

- Bodega de 10.000 metros cuadrados en la ciudad de Bucaramanga, Santander. Kilómetro 2 Carretera Café Madrid.
- Finca San Judas Tadeo, Municipio San Martín, Cesar de 490 hectáreas.

2.1.3 Objeto social

El objeto social de la empresa Induagrícola Zulia S.A es la producción de semilla y trilla de arroz. Ésta en su mayoría es vendida en los departamentos de Santander y Cesar a los diferentes agricultores de arroz.

2.2 DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO

2.2.1 Misión

Satisfacer las necesidades y expectativas de proveedores, clientes y consumidores mediante la producción y comercialización de semilla y arroz de trilla de alta calidad con talento humano eficiente, calificado y comprometido, contando con avanzada tecnología en nuestros procesos y excelente servicio; buscando crecimiento, rentabilidad y bienestar para los socios, colaboradores y comunidad.



2.2.2 Visión

Ser líderes en la comercialización de semilla y trilla de arroz en el norte del país para el año 2.020.

2.3 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

2.3.1 Número de empleados

La empresa Induagrícola Zulia S.A cuenta con 8 empleados contratados directamente durante todo el año; en épocas de producción se contratan cuadrillas de tres personas por prestación de servicio, que según la producción varían.

Los empleados que trabajan durante todo el año son:

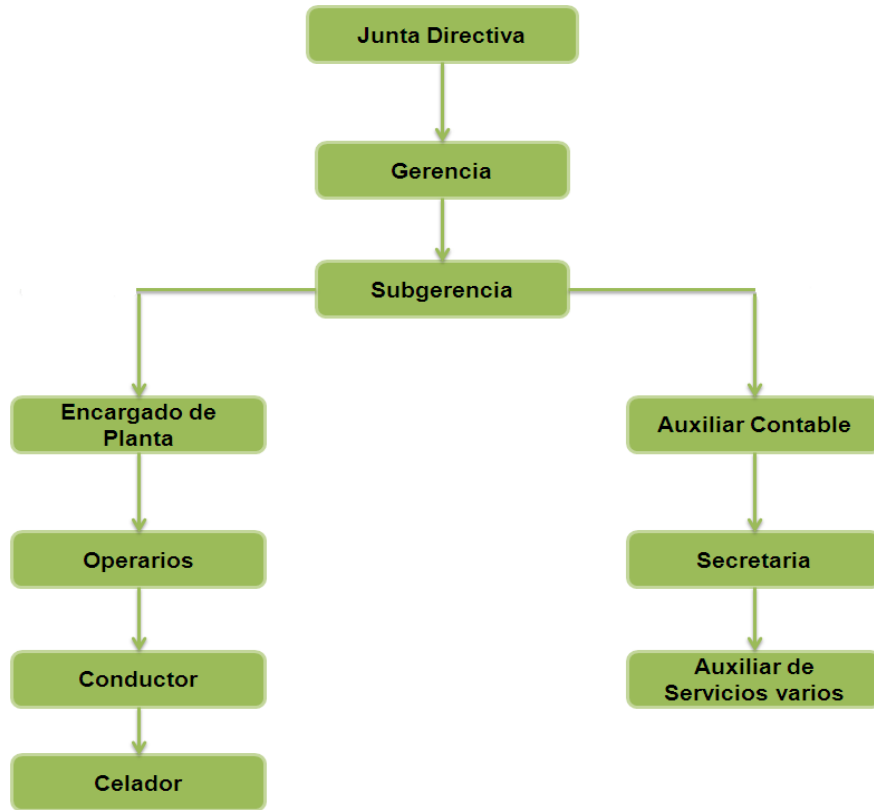
- Gerente
- Subgerente
- Auxiliar contable
- Secretaria
- Encargado de planta
- Conductor
- Celador
- Servicios varios

Los operarios encargados del proceso productivo laboran únicamente durante los meses en que se procesa lo cosechado.

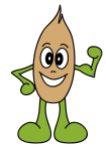
Están organizados según como señala el organigrama de la Figura 1.



Figura 1. Organigrama Induagrícola Zulia S.A.



Fuente: Autores del proyecto



3. MARCO TEÓRICO

3.1 GENERALIDADES DE LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

Las primeras distribuciones en planta fueron producto del hombre para necesidades específicas de una industria, en ellas se mostraba un área de trabajo para una misión o servicio específico pero no se reflejaba la aplicación de ningún principio¹.

Con la revolución industrial la ordenación de las fábricas pasó a ser un objetivo económico, las primeras mejoras fueron dirigidas hacia la mecanización del equipo. A principios del siglo la especialización del trabajo creció tanto, que el manejo de los materiales y los movimientos entre dos operaciones empezaron a recibir mayor atención. Con el tiempo los propietarios y administradores empezaron a estudiar los problemas de distribución hasta llegar a los principios y técnicas que hoy se conocen.

A medida que las condiciones han cambiado, estos principios también se han modificado y están evolucionando constantemente, pero existe una serie de principios básicos que permanecen igual.

3.1.1 Distribución en plantas

Las actividades industriales se rigen cada vez más por las condiciones del mercado, en el que la eficiencia en el desempeño de todas las facetas del proceso productivo es una condición necesaria para la rentabilidad y permanencia de las empresas². Una distribución ajustada no solo brinda beneficio económico, sino también beneficio para las personas que conforman ese sistema pues contempla

¹ PIERRE, Michael. Distribución en planta. Ediciones Deusto. Serie B. Tomo 1.

² CHASE Richard B., JACOBS F. Robert, AQUILANO Nichikas J. Administración de la producción y operaciones para una ventaja competitiva. Decima edición. México, Mc Graw Hill 2005. P 207-208, 719-724.



entre sus criterios el bienestar, las condiciones laborales y la salud de los trabajadores.

La distribución en planta afecta directamente la eficiencia de los procesos de cualquier empresa y contribuye satisfactoriamente a la consecución de sus fines fijados. Se puede decir que la distribución en planta es el proceso para determinar la mejor ubicación posible de los factores disponibles y elementos industriales, lo cual ayudaría a construir un sistema productivo capaz de alcanzar los objetivos establecidos.

Son muchas las razones por las cuales una empresa decide realizar una nueva distribución de planta, entre éstas están: proyecto de una planta completamente nueva, expansión o traslado de una ya existente, reordenación de una ya existente, cambios en el volumen de producción, cambios en los procesos y tecnologías existentes, entre otros. Independientemente de la razón por la cual se empiece a implementar este tipo de proyecto se debe tener presente que no suele ser sencillo ni tampoco barato cambiarlo a corto plazo. La implantación de un proyecto de distribución en planta, supone en su mayoría, la paralización parcial o total de la actividad de la empresa, esto según el proceso productivo que tenga la empresa. La mayoría de las distribuciones quedan realizadas de manera eficiente para condiciones iniciales o a corto plazo y en el mercado actual todo está en constante cambio, por esto se presenta que muchas empresas se ven obligadas a realizar una nueva distribución, pero para evitar incurrir en estos costos y tiempo se debe realizar una distribución pensando en el futuro, teniendo una excelente planeación.

3.1.1.1 Objetivo de la distribución en planta

El objetivo primordial que persigue la distribución en planta es hallar una ordenación de las áreas de trabajo y del equipo, que sea la más económica para el trabajo, al mismo tiempo que la más segura y satisfactoria para los empleados.



Además para ésta se tienen dos objetivos que son: Reducción del riesgo para la salud y aumento de la seguridad de los trabajadores.

La distribución en planta tiene dos intereses: Un interés económico, con el que persigue aumentar la producción, reducir los costos, satisfacer al cliente mejorando el servicio y mejorar el funcionamiento de las empresas. Y un interés social, con el que busca darle seguridad al trabajador y satisfacer al cliente.

3.1.1.2 Principios básicos de la distribución en planta

Una buena distribución en planta debe cumplir con seis principios, los que se listan a continuación³.

1. Principio de la Integración de conjunto: La mejor distribución es la que integra las actividades auxiliares, así como cualquier otro factor, de modo que resulte el compromiso mejor entre todas las partes.
2. Principio de la mínima distancia recorrida a igual de condiciones: es siempre mejor la distribución que permite que la distancia a recorrer por el material entre operaciones sea más corta.
3. Principio de la circulación o flujo de materiales: En igualdad de condiciones, es mejor aquella distribución o proceso que esté en el mismo orden a secuencia en que se transforma, tratan o montan los materiales.
4. Principio de espacio cúbico: La economía se obtiene utilizando de un modo efectivo todo el espacio disponible, tanto vertical como horizontal.
5. Principio de la satisfacción y de la seguridad: A igual de condiciones, será siempre más efectiva la distribución que haga el trabajo más satisfactorio y seguro para los productores.
6. Principio de la flexibilidad: A igual de condiciones, siempre será más efectiva la distribución que pueda ser ajustada o reordenada con menos costo o inconvenientes.

³GARAVITO, Edwin Alberto. Diseño de sistemas productivos. Universidad Industrial de Santander UIS. 2011.



3.1.1.3 Tipos de distribución en planta

Fundamentalmente existen seis factores de distribución en planta, estos se dan a conocer a continuación⁴⁴:

1. Movimiento de Material: En ésta el material se mueve de un lugar de trabajo a otro, de una operación a la siguiente.
2. Movimiento del Hombre: Los operarios se mueven de un lugar de trabajo al siguiente, llevando a cabo las operaciones necesarias sobre cada pieza de material.
3. Movimiento de Maquinaria: El trabajador mueve diversas herramientas o máquinas dentro de un área de trabajo para actuar sobre una pieza grande.
4. Movimiento de Material y Hombres: Los materiales y la maquinaria van hacia los hombres que llevan a cabo la operación.
5. Movimientos de Hombres y Maquinaria: Los trabajadores se mueven con las herramientas y equipo generalmente alrededor de una gran pieza fija.
6. Movimiento de Materiales, Hombres y Maquinaria: Generalmente es demasiado caro e innecesario el moverlos a los tres.

Existen tres formas básicas de distribución en planta: Orientadas al producto, orientadas al proceso y las distribuciones por posición fija. En ocasiones se utilizan las distribuciones híbridas, que son distribuciones combinadas, la más común es la que mezcla características de la distribución por producto y por proceso, llamada distribución en planta por células de fabricación.

3.1.1.3.1 Distribución en planta por producto (Producción en línea o en cadena)

Se utiliza cuando la producción está organizada de forma continua y repetitiva. Todos los equipos utilizados en la fabricación del producto están puestos de

⁴⁴CHASE Richard B., JACOBS F. Robert, AQUILANO Nichikas J. Administración de la producción y operaciones para una ventaja competitiva. Decima edición. México, Mc Graw Hill 2005. P 207-208, 719-724.



acuerdo con la secuencia de las operaciones, se trata de poner cada operación tan cerca de la próxima como sea posible.

La distribución por producto se utiliza cuando se tiene que elaborar una gran cantidad de piezas o productos, ya que de esta manera los costos por manejo de materiales son menores, cuando el diseño del producto está normalizado, cuando la demanda del producto es mas o menos estable y cuando las operaciones se pueden mantener equilibradas y con continuidad en la circulación del material.

Este tipo de distribución exige⁵:

- Cantidad de producción y economía de instalación, la producción debe ser suficientemente grande para que el ahorro por pieza sea mayor que el costo de instalación por pieza.
- Equilibrio, las operaciones deben tener el mismo tiempo de ejecución y continuidad.

3.1.1.3.2 Distribución en planta por proceso (Por función)

Todas las operaciones del mismo proceso o tipo de proceso se agrupan juntas. Se utiliza cuando la producción se organiza por lotes, en la que el personal y el equipo que realizan una misma función en general se agrupan en una misma área⁶.

Se utiliza cuando la maquinaria es muy costosa o difícil de mover, cuando se fabrica una gran variedad de productos, cuando hay variaciones amplias en los tiempos para diferentes operaciones, y cuando la demanda es pequeña e intermitente.

⁵PIERRE, Michael. Distribución en planta. Ediciones Deusto. Serie B. Tomo 1.

⁶Ibid



3.1.1.3.3 Distribución en planta por posición fija

El material o componente principal permanece fijo mientras que todas las herramientas, maquinaria, personal y otras piezas de material se llevan a él. Este tipo de distribución es apropiada cuando no es posible mover el producto por su peso, tamaño, forma, volumen o alguna característica particular que lo impida⁷.

3.1.2 Localización de planta

La expansión de la competencia global y la necesidad de tener mayor capacidad de respuesta a las exigencias de los clientes, le da al proceso de selección de la ubicación una especial importancia en los mercados y condiciones actuales. Los elementos considerados importantes hasta hace algunos años – costos de mano de obra, productividad, logística – deben considerarse en relación con la calidad de vida y las preocupaciones concernientes al medio ambiente. No quiere decirse con esto que la logística, la productividad u otras variables que típicamente se usan para monitorear el desempeño del negocio no sean importantes en el análisis de localización, pero la capacidad para evaluar los criterios de localización se vuelve cada vez más difícil conforme la calidad de vida o las necesidades ambientales alcanzan altos niveles de importancia⁸.

La elección de los posibles lugares para la ubicación de la empresa debe tener en cuenta todos los factores que crea importantes para su normal y exitoso funcionamiento, es por esto que dependiendo de las actividades que realice la organización se tendrán en cuenta ciertos factores. Las empresas manufactureras tienen entre sus factores de mayor importancia la disponibilidad de mano de obra, servicios públicos, transporte, reglamentos ambientales y la posibilidad de recibir futuras capacitaciones, mientras que las empresas de servicios tienen en cuenta

⁷PIERRE, Michael. Distribución en planta. Ediciones Deusto. Serie B. Tomo 1.

⁸GARAVITO, Edwin Alberto. Localización de la Instalaciones. Diseño de sistemas productivos. Universidad Industrial de Santander UIS. 2011.



factores como: telecomunicaciones, posibilidades de acceso, de habitación y de contratación de personal calificado.⁹

Luego de diferenciar los factores más importantes según el tipo de organización, se debe conocer si es un problema en espacio continuo o discreto y si se van a localizar una o más instalaciones. *En un espacio continuo el conjunto de soluciones no se puede enumerar, y en el discreto el espacio está acotado, (lo que en la práctica no es un supuesto restrictivo), el conjunto de soluciones es finito*¹⁰.

Entre los factores que son analizados en la mayoría de los estudios, que son tomados como base, se encuentran:

- Acceso a servicios públicos
- Servicios de transporte
- Disponibilidad de mano de obra
- Proximidad de mercado
- Proximidad de proveedores
- Seguridad de la zona
- Impuestos
- Espacio para expansión
- Condiciones de vida
- Disponibilidad de combustible
- Factores religiosos
- Políticas legales, locales
- Proximidad de centros de investigación
- Educación
- Clima

⁹Ibid

¹⁰VALLHONRAT BOU, Josep María. COROMINAS, Albert. Localización, distribución en planta y manutención. Editorial Marcombo. 1991. 164 p.



3.1.2.1 Análisis de factores

Las diferentes alternativas de localización de una planta arrojadas por el uso de análisis cuantitativos y/o cualitativos se compararán entre sí para conseguir determinar una o varias localizaciones válidas, dado que, en general, no habrá una alternativa que sea mejor que todas las demás en todos los aspectos, el objetivo del estudio no debe ser buscar una localización óptima sino una o varias localizaciones aceptables. En última instancia, otros factores más subjetivos, como pueden ser las propias preferencias de la empresa a instalar determinarán la localización definitiva.

Encontramos diferentes métodos para el análisis de dichos factores:

3.1.2.1.1 Método de transporte

Se denomina transporte al traslado de personas o bienes de un lugar a otro y se considera actividad fundamental de la logística ya que consiste en colocar los productos de importancia en el momento y lugar indicado.

El método del transporte ayuda a resolver problemas de localización de múltiples instalaciones y está basado en la programación lineal. Se encarga de identificar el mejor patrón de embarque entre las plantas y los almacenes para un conjunto determinado de localización de plantas.¹¹

El modelo de transporte busca determinar un plan de transporte de una mercancía de varias fuentes a varios destinos. Los datos del modelo son:

1. Nivel de oferta en cada fuente y la cantidad de demanda en cada destino.
2. El costo de transporte unitario de la mercancía a cada destino.

¹¹HEIZER. Jay, RENDER. Barry. Principios de administración de operaciones. Séptima edición.



Como solo hay una mercancía, un destino puede recibir su demanda de una o más fuentes. El objetivo del modelo es el de determinar la cantidad que se enviará de cada fuente a cada destino, tal que se minimice el costo del transporte total.

La suposición básica del modelo es que el costo del transporte en una ruta es directamente proporcional al número de unidades transportadas.

La definición de “unidad de transporte” variará dependiendo de la “mercancía” que se transporte.

Es una técnica de aplicación de la programación lineal, un enfoque cuantitativo que tiene como objetivo encontrar los medios menos costosos (óptimos) para embarcar abastos desde varios orígenes hacia varios destinos. En los problemas de localización, este método se puede utilizar para el análisis de la mejor ubicación de un nuevo centro, de varios a la vez, y en general, para cualquier reconfiguración de la red¹².

Para utilizar el método de transporte hay que considerar los siguientes pasos:

- Los puntos de origen y la capacidad o abasto por período, para cada uno.
- Los puntos de destino y la demanda por período para cada uno.
- El costo de embarque por unidad desde cada origen hacia cada destino.

El primer paso en el procedimiento de este tipo de problema es establecer una matriz de transportación, la cual tiene como objetivo resumir de manera concisa todos los datos relevantes y continuar los cálculos del algoritmo.

¹²ibid



3.1.2.1.2 Método del análisis del punto de equilibrio

El análisis del punto de equilibrio ayuda a comparar diversas alternativas de localización con base en factores cuantitativos que pueden expresarse en términos de costo total. Este análisis es particularmente útil cuando se desea definir los rangos dentro de los cuales cada alternativa resulta ser la mejor. Los pasos básicos para encontrar las soluciones gráfica y algebraica son los siguientes¹³:

- Determinar los costos variables y los costos fijos de cada sitio.
- Trazar en un solo gráfico las líneas de costo total (la suma de los costos variables y fijos) para todas las alternativas.
- Identificar los rangos aproximados en los cuales cada una de las localizaciones tiene el costo más bajo.
- Resolver gráficamente para hallar los puntos de equilibrio en los rangos pertinentes.

3.1.2.1.3 Método de los factores ponderados

Este modelo permite una fácil identificación de los costos difíciles de evaluar que están relacionados con la localización de instalaciones.

Toma en cuenta factores cuantitativos (tangibles) y cualitativos (intangibles) que podrían afectar, por ejemplo, las posibles ubicaciones de una planta de fabricación. Para el presente proyecto la dirección desea evaluar 2 alternativas de localización de la planta.

Los pasos a seguir son¹⁴:

¹³HEIZER. Jay, RENDER. Barry. Principios de administración de operaciones. Séptima edición.

¹⁴ Ibid



1. Desarrollar una lista de factores relevantes (factores que afectan la selección de la localización).
2. Establecer la escala de calificación de los factores (por ejemplo, 1-10 o 1-100puntos).
3. Hacer que la administración califique cada localidad para cada factor, utilizando la escala del paso 3.
4. Asignar una ponderación a cada factor para reflejar su importancia relativa en los objetivos de la compañía.
5. Multiplicar cada calificación por las ponderaciones de cada factor, y totalizar la calificación para cada localidad.
6. Hacer una recomendación basada en la máxima calificación en puntaje.

La ecuación para obtener la calificación global de cada alternativa es la siguiente:

$$C = \sum W_i * P_i \quad , \text{ donde}$$

W_i : Ponderación del factor i

P_i : Puntuación del factor i

3.1.3 Reconversión Industrial

La Reconversión Industrial es una idea enfocada a la innovación empresarial como esencia de la supervivencia. Mientras algunas empresas piensan en sobrevivir en vez de innovar, omiten la importancia de que estos dos aspectos están estrechamente vinculados¹⁵.

En el mercado global los negocios están cambiando a una velocidad vertiginosa y en este contexto las empresas con mayor disposición para tecnificar, automatizar la producción e innovar los procesos y los productos, son las que se encuentran

¹⁵JARAMILLO. Alberto. ¿Reconversión industrial o reconversión empresarial? Universidad EAFIT. 1993.



en una mejor posición para enfrentar con éxito los desafíos actuales que nos impone esta dinámica comercial.

Esta perspectiva nos ubica frente a la flexibilidad y adaptabilidad empresarial para enfrentar los cambios pues “No es el más fuerte, ni el más inteligente de las especies quien sobrevive, sino la que más rápido se adapta al cambio”.¹⁶

En otras palabras, la globalización de la economía mundial está en el origen de los procesos de reconversión industrial. Y esto es así porque la internacionalización implica una creciente presencia de empresas extranjeras en mercados locales, tanto por la vía de la exportación como por la de la inversión directa.

Con la globalización, las empresas se enfrentan a una rivalidad mayor, a más competencia en precios y a una presión adicional para mejorar constantemente la calidad de los productos. La única forma de enfrentar estos retos consiste en incrementar la eficiencia productiva, mediante un proceso de reestructuración.

La reconversión industrial implica:

- Modificaciones en la eficiencia y el tamaño relativo.
- Cambios en la carrera de productos, mercados y tecnología.
- Cambios en la estructura del capital y en la localización geográfica.

3.1.4 Simulación

La simulación es la imitación de la operación de un proceso o de un sistema del mundo real a través del tiempo. Si se hace a mano o en computador, la simulación implica la generación de una historia artificial de un sistema, y la observación de esa historia artificial para sacar conclusiones sobre las características de funcionamiento del sistema real.

¹⁶ TECNOCIENCIAS DE COLOMBIA. Proyectos de reconversión industrial. 2012



El comportamiento de un sistema a medida que evoluciona con el tiempo es estudiado por el desarrollo del modelo de simulación. Este modelo, por lo general, toma la forma de un conjunto de supuestos sobre el funcionamiento del sistema. Estos supuestos son expresados en relaciones matemáticas, lógicas y simbólicas entre las entidades u objetos de interés en el sistema. Una vez desarrollado y validado, un modelo puede ser usado para investigar una gran variedad de preguntas tipo “qué si”, a cerca del sistema del mundo real. Cambios potenciales al sistema pueden ser primero simulados con la intención de predecir su impacto en el rendimiento del sistema. La simulación también puede ser usada para estudiar sistemas en la etapa de diseño, antes de ser construidos. Por lo tanto, los modelos de simulación pueden ser usados tanto como herramienta de análisis para predecir el efecto de los cambios a sistemas existentes, y como herramienta de diseño para pronosticar el rendimiento de nuevos sistemas bajo diferentes circunstancias¹⁷.

En algunos casos, un modelo puede ser desarrollado lo suficientemente simple para ser “resuelto” por los métodos matemáticos. Tales soluciones pueden ser encontradas mediante el uso del cálculo diferencial, la teoría de probabilidades, los métodos algebraicos, u otras técnicas matemáticas. La solución suele consistir en uno o más parámetros numéricos que se denominan “medidas de desempeño” del sistema. Sin embargo, muchos sistemas del mundo real son tan complejos que los modelos de estos sistemas son prácticamente imposibles de resolver matemáticamente. En estos casos, la simulación numérica, basada en computador, se puede utilizar para imitar el comportamiento del sistema a través del tiempo. Desde la simulación, los datos se toman como si un sistema real estuviera siendo observado. Estos datos generados en la simulación se utilizan para estimar las medidas de desempeño del sistema.

¹⁷BANKS, Jerry. CARSON, Jhon. NELSON, Barry. Discrete-Event System Simulation. Prentice Hall. 1996. 548 p.



3.1.4.1 ¿Cuándo la simulación es la herramienta apropiada?

La disponibilidad de lenguajes de simulación de propósito especial, la masiva capacidad de la computación a un costo decreciente por operación, y los avances en las metodologías de simulación, han hecho de la simulación una de las herramientas más ampliamente utilizada y aceptada en investigación de operaciones y análisis de sistemas.

La simulación puede ser utilizada para los siguientes fines¹⁸:

1. La simulación permite el estudio de, y la experimentación con, las interacciones internas de un sistema complejo, o de un subsistema dentro de un sistema complejo.
2. Los cambios de información, de organización, y ambientales pueden ser simulados, y el efecto de estas alteraciones en el comportamiento del modelo puede ser observado.
3. El conocimiento adquirido en el diseño de un modelo de simulación puede ser de gran valor para sugerir mejoras en el sistema que se está investigando
4. Por medio del cambio de las entradas de simulación y la observación de los resultados arrojados, se puede obtener información valiosa a cerca de cuáles variables son más importantes y cómo interactúan entre sí.
5. La simulación puede ser utilizada como un dispositivo pedagógico para reforzar las metodologías de solución analítica.
6. La simulación se puede utilizar para experimentar con nuevos diseños o políticas antes de su implementación, a fin de prepararse para lo que puede suceder.
7. La simulación puede ser utilizada para verificar las soluciones analíticas.
8. Mediante la simulación de diferentes capacidades para una máquina, los requisitos pueden ser determinados.

¹⁸Ibid



9. Los modelos de simulación diseñados para la formación permiten el aprendizaje sin el costo y las perturbaciones del aprendizaje en el puesto de trabajo.
10. La animación muestra un sistema en operación simulado para que el plan pueda ser visualizado.
11. El sistema moderno (fábrica, planta de fabricación, servicio de organización, etc.) es tan complejo que las interacciones se pueden tratar sólo a través de la simulación.

3.1.4.2 Terminología común en simulación

Es conveniente definir ciertos términos de los cuales es necesario tener claridad para poder entender su relación con los proyectos de simulación¹⁹.

3.1.4.2.1 Sistema

Existen varias definiciones de este término, sin embargo, dando un enfoque hacia el tema de interés como son los procesos productivos, podemos definirlo como un grupo organizado de entidades tales como personas, equipos, métodos y elementos, trabajando juntos hacia un objetivo específico.

3.1.4.2.2 Estado del sistema

Puede definirse como la colección de variables estocásticas o determinísticas que contienen toda la información necesaria para describir un sistema en cualquier momento.

3.1.4.2.3 Límites del sistema

Un sistema se puede estudiar como una unidad aislada del medio, la cual genera su propio comportamiento dinámico. Esto se considera un comportamiento

¹⁹ARENAS, Piedad. GARAVITO, Edwin. Simulación de procesos de manufactura. Universidad Industrial de Santander UIS. 2008.



autónomo y se asume entonces la existencia de unos límites que separan esta unidad del medio en el cual está inmersa. Estos límites del sistema deben escogerse de manera que se incluya en su interior aquellos componentes necesarios para generar los modos de comportamiento de interés.

3.1.4.3 Pasos en un Proyecto de Simulación²⁰

1. Formulación del Problema
2. Establecimiento de objetivos y del plan global
3. Conceptualización del modelo
4. Recolección de datos
5. Traducción del Modelo
6. Verificación del modelo
7. Validación del modelo
8. Diseño de experimentos
9. Corridas de producción y análisis
10. Documentación y reporte
11. Implementación

3.1.5 Evaluación de proyectos

El proceso de evaluación incluye la valoración de cada alternativa en términos de los criterios identificados previamente. ¡Evaluación no es igual a selección!. Por ejemplo, si se quiere llegar a la alternativa de menor costo, entonces el costo de cada alternativa debería ser evaluado.

Entre las técnicas usadas en la evaluación de alternativas de instalaciones se encuentran las siguientes²¹:

²⁰Ibid

²¹TOMPKINS. James, WHITE. John A, BOZER. Yavuz A, TANCHOCO. J.M.A. Facilities Planning. John Wiley & Sons, inc. Cuarta edición. 854 p.



1. Listar los aspectos positivos y negativos de cada alternativa
2. Catalogar el rendimiento de cada alternativa respecto a los diferentes criterios seleccionados
3. Ejecutar la comparación de los factores ponderados de las alternativas por medio de la asignación de pesos numéricos para cada criterio, clasificando numéricamente cada alternativa con cada criterio, y sumando los rankings dados en todos los criterios para obtener el peso total por factor de cada alternativa.
4. Determinar el rendimiento económico de cada alternativa sobre un horizonte específico planeado.

3.1.5.1 Criterios para la toma de decisiones en la evaluación de proyectos

Para la evaluación de proyectos se debe ordenar y sistematizar la información de carácter monetario que proporcionan los estudios y elaborar los cuadros analíticos y antecedentes adicionales para efectuar la evaluación que determine la viabilidad del proyecto de inversión²².

Entre los criterios para la toma de decisiones se tiene:

3.1.5.1.1 Valor presente neto (VPN)

Representa la equivalencia presente de los ingresos netos futuros y presentes de un proyecto, es decir, todo costo y todo beneficio traído a su valor equivalente en el período 0-cero. El VPN representa el valor presente de los beneficios netos después de haber recuperado las sumas invertidas en el proyecto y sus correspondientes costos de oportunidad.

$$\mathbf{BNt = Bt - Ct}$$

²²DUARTE, Leonor. Gestión de proyectos. Universidad Industrial de Santander UIS. 2010.



BNt: Beneficio neto en el período t.

Bt: Beneficio bruto en el período t.

Ct: Costos en el período t.

t: 1, 2, 3 T.

T: último período de la vida útil del proyecto

$$VPN = \sum_{t=0}^T \frac{BNt.}{(1+i_{op})^t}$$

$$VPN = Bn_0 + \frac{BN_1}{1+i_{op}} + \frac{BN_2}{(1+i_{op})^2} + \dots + \frac{BN_T}{(1+i_{op})^T}$$

- **Costo de oportunidad:** Es el valor o beneficio que genera un recurso en su mejor uso alternativo.
- **Tasa de oportunidad:** La corrección por la tasa de interés de oportunidad reconoce que un costo que se pagará en el futuro vale menos que uno que se paga en el presente, puesto que si se tienen que pagar dentro de algunos años, se pueden invertir dichos fondos en otra alternativa durante estos mismos años.

3.1.5.1.2 Tasa interna de retorno (TIR)

Es la tasa de interés que, utilizada en el cálculo del VPN, hace que éste sea igual a cero, es decir, indica la tasa de interés a la cual el proyecto apenas será aceptable.

La TIR es un valor crítico de la tasa de interés de oportunidad. Señala la tasa de rentabilidad generada por los fondos invertidos asumiendo que los frutos de la inversión (flujos netos positivos) se reinvierten en el proyecto.

$$TIR \quad \sum_{t=0}^T \frac{BNt.}{(1+i_{op})^t} = 0$$



4. CARACTERIZACIÓN DEL PRODUCTO Y DEL DISEÑO DEL PROCESO PRODUCTIVO DE INDUAGRÍCOLA ZULIA S.A.

4.1 DATOS DEL PRODUCTO: ARROZ

Es un producto sólido a granel, mide aproximadamente 5 mm cada grano y su contenido de humedad varía durante su ciclo de vida, entre más maduro esté el grano su nivel de humedad es menor. La humedad del grano para su cosecha debe ser de 15 a 22%. El contenido de humedad puede limitar la posibilidad de conservación y determinar el grado de dureza del grano; cuando el contenido de agua es elevado, el grano de arroz es blando y puede deshacerse durante el proceso y ser atacado con mayor facilidad por los insectos y hongos. Cuanto menor sea la humedad, más sencillos serán los cuidados necesarios para la conservación del producto, el grano adquiere mayor dureza y consistencia, soporta mejor las operaciones de blanqueo.

Antes de procesar el arroz no sólo es importante conocer el porcentaje de humedad sino también los elementos característicos que revelan que los granos han alcanzado la madurez fisiológica, los cuales son: panículas curvadas, cáscara amarillenta y granos completos (ni demasiado duros ni verdes).

Durante el proceso, el grano no puede exponerse a ningún tipo de contaminante y debe tener el menor manejo posible para conservar la calidad. En el proceso de tratamiento de semilla se debe tener las condiciones necesarias para conservar las características de germinación de la semilla, un lugar donde circule el aire, tenga buena luz, de fácil limpieza y que la temperatura no exceda los 32°C, no debe estar expuesta a humedad, insectos, hongos, aves o roedores y se deben ejecutar programas de fumigación periódica en el caso que la semilla esté por



largo tiempo almacenada. El tiempo de vida de la semilla almacenada varía de acuerdo a los contenidos de humedad y temperatura.

En las Tablas 1 y 2 se muestra el tiempo de almacenamiento según la humedad y temperatura, y los niveles de humedad a los cuales empiezan los peligros para la semilla²³ respectivamente:

Tabla 1. Tiempo de vida de semilla almacenada a diferentes contenidos de humedad y a temperatura que no exceda de 32° C

| Contenido de humedad | Tiempo de almacenamiento |
|----------------------|--------------------------|
| 11 – 13% | 6 meses |
| 10 – 12% | 1 año |
| 9 – 11% | 2 años |
| 8 – 10% | 4 años |

Fuente: Harrington J. y Douglas J., Producción y beneficio de semilla certificada de arroz

Tabla 2. Niveles de humedad de semilla a los cuales empiezan los peligros en el almacenamiento

| Humedad encima del 40 – 60% | Empieza la germinación |
|-----------------------------|---|
| Más del 18 – 20% | Ocurre el calentamiento |
| Más del 12 – 14% | Crecimiento de hongos |
| Más del 10 – 12% | Almacenamiento en empaques plásticos no es seguro |
| Más del 8 – 9% | La actividad de los insectos se multiplica |

Fuente: Harrington J. y Douglas J., Producción y beneficio de semilla certificada de arroz

4.1.1 Condiciones de transporte

El transporte del arroz de trilla debe hacerse en vehículos limpios que no contengan ninguna clase de contaminante, que el aire pueda circular y no haya

²³GONZALEZ, Joaquín. DOUGLAS, Johnson. Producción y beneficio de Semilla Certificada de Arroz. Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT. Segunda edición. 1981. 30 p.



humedad. Para la semilla se aconseja que el tiempo de transporte sea mínimo y en condiciones que minimicen el efecto de la temperatura y la humedad relativa.

4.1.2 Calidad del producto

El cumplimiento de las normas de calidad de la semilla se controla a través de la certificación, que constituye el sistema integrado bajo el cual son cultivadas las semillas de las variedades mejoradas. Las normas controlan la pureza genética, contenido de semillas de malezas, daños por enfermedad o insectos, porcentaje de germinación, etc.²⁴

Para el arroz de trilla el concepto de calidad es complejo ya que es polivalente. Cualquier país que produzca o comercialice el arroz, ha adoptado concretos y particulares estándares con el fin de definir y clasificar el producto de acuerdo a lo exigido por el comprador, consumidor o cliente. Las características que más se tienen en cuenta a la hora de evaluar la calidad del arroz de trilla son²⁵:

- Menor presencia de defectos en el arroz blanco
- Estado de conservación
- Sabor y características de cocción

4.1.3 Usos del arroz

El arroz es utilizado principalmente para la alimentación humana y en la industria también se utiliza para producir alcohol, cerveza, almidón, aceite y otros productos derivados. A lo largo del proceso de trilla de arroz se obtiene diferentes subproductos que son utilizados, por ejemplo, el arroz quebrado (cabecita y cabezote) y las harinas a menudo para alimentación animal y la cascarilla o tamo a veces como combustible y sus cenizas como abono.

²⁴Ibid

²⁵ARNAU, Josep. Bondades y beneficios del arroz. Federación Nacional de Arroceros FEDEARROZ. 2011.



4.2 DISEÑO DEL PROCESO PRODUCTIVO

La empresa maneja un sistema de *producir para almacenar* y su configuración es de *línea de producción por la naturaleza de su producto y sus procesos*. Debido al tiempo que tiene en el mercado conoce su demanda promedio, lo que le permite establecer las cantidades a producir de arroz trillado y semilla de arroz. También puede determinar qué cantidad se puede almacenar para ventas extras que puedan presentarse.

Es importante aclarar que la empresa trabaja según las temporadas de cosecha de arroz, el resto de tiempo la planta de producción está inactiva. Al año normalmente se realizan dos cosechas y, procesar y vender cada cosecha demora aproximadamente 2 meses para un total de 4 meses productivos al año.

El procesamiento de arroz en planta depende en gran medida del proceso de siembra del cereal en la finca.

4.2.1 Proceso de plantación

Para llevar a cabo la plantación en los lotes dispuestos para semilla en la finca San Judas Tadeo, el agricultor debe ser proveído por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) de la **semilla básica**, la cual proviene de una semilla genética con condiciones óptimas de temperatura y humedad trabajada en los laboratorios de la institución. Cuando ya se cuenta con la semilla básica, ésta es plantada para posteriormente cosechar la **semilla registrada** y sembrarla nuevamente para obtener ahora una **semilla certificada**. Luego de ser tratada esta última, se vuelve a sembrar para ser cosechada como **semilla comercial**. Finalmente, esta semilla comercial es la que se siembra para obtener el **arroz comercial que es el mismo arroz de trilla**. A excepción del arroz comercial, cada una de las semillas se debe someter a inspección por parte del ICA para establecer si cumplen con las



características mínimas de germinación²⁶, y así garantizar al cliente que la semilla que está adquiriendo es una semilla que sí va a germinar para la producción de arroz.

La empresa Induagrícola Zulia S.A. maneja dos procesos para el arroz: Tratamiento de Semilla y Trilla de arroz.

4.2.2 Procesos de tratamiento de semilla y trilla de arroz

Estos procesos se componen de diferentes actividades que transforman una materia prima (entradas) en un producto final (salidas). Para obtener el arroz trillado, la planta cuenta con una máquina llamada molino que realiza 6 operaciones: pre-limpia, descascarado de arroz, separación del arroz descascarado del no descascarado, pulida, polichado y clasificación. Para procesar la semilla de arroz se tiene tres equipos diferentes: pre-limpiadora, clasificadora y envenenadora.

Tanto las diferentes semillas, como el arroz comercial, llegan a la planta e ingresan inmediatamente a los **silos de secamiento** de piso plano. Los silos son utilizados para almacenar temporalmente y aplicar calor al grano hasta que éste consiga la humedad relativa necesaria para ingresar a procesamiento.

Después de permanecer aproximadamente 3 días en secamiento, tanto las diferentes semillas como el arroz de trilla pasan por sus respectivos procesos en la planta.

4.2.2.1 Semilla de arroz

La semilla de arroz es transportada, en bultos previamente empacados, desde el silo de secamiento hasta la tolva de recibo que alimenta la **pre-limpiadora**, donde se busca eliminar o reducir la mayor cantidad posible de material indeseado tal

²⁶ El arroz necesita para germinar un mínimo de 10 a 13°C, considerándose su óptimo entre 30 y 35 °C. Por encima de 40°C no se produce la germinación.



como mugre y arroz vano²⁷. Por medio de elevadores, pasa a la segunda actividad que es realizada por la **clasificadora**, en la que se realiza una selección por tamaño y peso de la semilla, y se obtienen tres salidas: el tamo (cáscara de arroz), la semilla que entra en período de latencia, y la segunda²⁸ que es arroz que pasa al proceso de trilla junto con el arroz de trilla. Tan pronto sale del proceso de clasificación, la semilla es empacada y pesada en una báscula para no exceder los 62,5 Kg que deben ir en cada bulto.

La semilla es almacenada temporalmente hasta cumplir con el período de latencia de 27 días. Este tiempo es necesario para que la semilla alcance el porcentaje mínimo de germinación (temperatura y humedad adecuada). Después de cumplido el período de latencia, el ICA realiza un muestreo de los lotes procesados y determina si la semilla es apta o no para ser sembrada nuevamente según el contenido de humedad, pureza y viabilidad con la que cuente ésta. Si la semilla es apta para ser plantada, pasa a la **envenenadora o tratadora** en la que se trata a la semilla con productos químicos que la protegen contra hongos, bacterias, insectos y otras plagas.

Para lograr una identificación entre el arroz de trilla y la semilla ya envenenada, esta última se tiñe de rojo mientras es tratada, y así se evita que se procese en el molino por error una semilla envenenada que puede causar problemas de salud en el consumidor.

Finalmente, la semilla es empacada a la salida de la envenenadora y es llevada a almacenamiento. Al tiempo que es empacada, es pesada nuevamente en la báscula, donde se realiza un proceso de nivelación del peso hasta que se tengan los 62,5 Kg. estipulados para cada bulto.

²⁷ Arroz vano: grano de arroz vacío, sólo cáscara.

²⁸ Se diferencia por ser de menor tamaño el grano de arroz.



El proceso anteriormente descrito se detalla en la Tabla 3, en la que se especifica cada una de las operaciones, máquina en la que se realizan y la velocidad con la que están pasando los bultos de arroz a lo largo del proceso.

Tabla 3. Descripción proceso de tratamiento de semilla de arroz

| DESCRIPCIÓN | N° DE OPERACIÓN | OPERACIÓN | MÁQUINA | VELOCIDAD Bultos/h |
|---------------------------------|-----------------|---|------------------|--------------------|
| Silos de secamiento | 1 | Sacar manualmente del camión la semilla de arroz en bultos para depositarla en silos | Proceso manual | 169* |
| | 2 | Aplicar calor para secar semilla hasta obtener humedad relativa necesaria para el procesamiento | Silo | 18,75 |
| | 3 | Empacar en bultos la semilla a procesar | Proceso manual | 169 |
| Clasificación de semilla | 4 | Retirar impurezas de la semilla | Pre - limpiadora | 34** |
| | Op. - Insp. 1 | Clasificar semilla, segunda y tamo | Clasificadora | 10*** |
| | 5 | Nivelar bultos en 62,5 Kg y empacar | Báscula | 60 |
| Tratamiento de semilla | 6 | Aplicar veneno, fungicida a semilla de arroz | Envenenadora | 50 |
| | 7 | Nivelar bultos en 62,5 Kg y empacar | Báscula | |

*Esta operación de descargue es realizada por los 6 operarios disponibles para el proceso de trilla y tratamiento de semilla.

**Se presenta una merma del 11% por impurezas y secamiento en esta operación.

***Este dato es de una sola máquina doble. Se poseen 2 dobles y 2 sencillas para un total de 30 bultos/h.

Nota: El tiempo de transporte es de 32 Bultos/h. En almacenamiento 1 demora 35 días mientras pasa el período de latencia y la inspección del ICA.

Fuente: Autores del proyecto



En el Anexo 1 se muestra la planta actual de Induagrícola Zulia S.A., los diferentes espacios de almacenamiento y el recorrido que hace la materia prima en el procesamiento de semilla de arroz para obtener el producto final.

El diagrama de operaciones para el proceso señalado se encuentra representado en el Anexo 2.

4.2.2.2 Arroz comercial o arroz de trilla

La semilla que no es apta para ser sembrada entra en el proceso de trilla, con la segunda y el arroz comercial. Este último es transportado en bultos, previamente empacados, desde el silo de secamiento hasta la tolva de recibo que alimenta la **pre-limpiadora**, donde se extrae la mugre y arroz vano posible. Luego entra a la **descascaradora** en la que se desprende el tamo, quedando sólo el grano de arroz. Un porcentaje del arroz que ingresa a descascarado sale de este proceso sin extraérsele el tamo, por esto, en la siguiente máquina llamada **separadora**, que está compuesta por zarandas, se separa el arroz descascarado del que no se descascaró y éste se devuelve para ser reprocesado desde la pre-limpiadora, mientras que el que ya fue descascarado sigue su proceso.

En este punto hay una salida de producto en la que se obtiene el arroz integral (sin pulir) si se tiene planeada una venta de este tipo; de lo contrario todo el arroz entra en la **pulidora** y **polichadora**, que son conos donde se pule y policha el grano para liberarlo de la cubierta que los sigue protegiendo, eliminando así aceites y enzimas del arroz, obteniéndose un grano que se mantendrá estable durante meses (en la Tabla 4 se hace un comparativo del valor nutricional del arroz integral y arroz blanco). Este proceso de pulir el grano genera algunos subproductos como cabezote, cabecita, pica y, por tratarse de un proceso abrasivo, también se obtiene harina o salvado. Por último, a excepción de la pica y la harina, llegan los subproductos y el grano blanco entero a la **clasificadora** donde se pulen hasta 4 veces más.



Con el molino que actualmente tiene la empresa se obtienen 120 bultos diarios de masa blanca, de los cuales 80 son de arroz blanco y 40 de cabezote y cabecita.

Tabla 4 Comparativo valor nutricional del arroz

| VALOR NUTRICIONAL DEL ARROZ | | |
|------------------------------------|---------------|-----------------|
| | BLANCO | INTEGRAL |
| Calorías | 359 | 341 |
| Humedad | 12.2% | 11,5% |
| Proteínas | 7,8% | 8,6% |
| Grasa | 0,4% | 1% |
| Carbohidratos | 78,8% | 77% |
| Fibra | 0,3% | 0,8% |
| Cenizas | 0,5% | 1,1% |
| Minerales | | |
| Calcio | 9 mg | 10 mg |
| Fósforo | 140 mg | 380 mg |
| Hierro | 0,8% | 2,0% |
| Vitaminas | | |
| Tiamina | 0,07% | 0,25% |
| Riboflavina | 0,03% | 0,06% |
| Niacina | 1,3% | 5,3% |

Fuente: Federación Nacional de Arroceros

Este proceso puede verse en forma detallada por medio de la Tabla 5, en la que se especifica las operaciones, las máquinas necesarias y la velocidad con la que pasan los bultos de arroz a lo largo del proceso.

En el Anexo 3 se presenta la planta actual de Induagrícola Zulia S.A., los diferentes espacios de almacenamiento y el recorrido que hace la materia prima en el procesamiento de trilla de arroz para obtener el producto final. El Anexo 4 representa el diagrama de operaciones para el proceso de trilla.

El cabezote, la cabecita y la pica son un “arroz partido” que cuenta con las mismas propiedades del arroz blanco, variando únicamente en el tamaño.



Tabla 5. Descripción proceso de trilla de arroz

| DESCRIPCIÓN | N° DE OPERACIÓN | OPERACIÓN | MÁQUINA | VELOCIDAD Bultos/h |
|----------------------------|-----------------|---|-----------------------|--------------------|
| Silos de secamiento | 1 | Sacar manualmente del camión el arroz en bultos y dejarlos al lado de los silos de secamiento | Proceso manual | 338* |
| | 2 | Llenar los silos de Secamiento | Proceso manual | 216** |
| | 3 | Aplicar calor para secar arroz hasta obtener humedad relativa necesaria para el procesamiento | Silo | 18,75 |
| | 4 | Empacar en bultos el arroz a procesar | Proceso manual | 246 |
| Molino | 5 | Retirar impurezas del arroz | Pre - limpiadora | 29 |
| | 6 | Pelar arroz retirando el tamo del grano | Descascaradora | |
| | 7 | Separar arroz descascarado del que no descascaró | Separadora | |
| | 8, 9 | Pulir arroz para remover aceites y enzimas y alargar vida útil | Pulidora, Polichadora | |
| | 10 | Seleccionar arroz según tamaño para diferenciar, cabecita, cabezote y arroz blanco | Clasificadora | |
| | 11 | Nivelar bultos en 62,5 Kg y empacar | Báscula | 60 |

* Esta operación de descargue es realizada por los 6 operarios disponibles para el proceso de trilla y tratamiento de semilla.

**La operación es realizada en los tres silos al tiempo, dos operarios en cada silo.

Nota: El tiempo de transporte es de 32 Bultos/h.

Fuente: Autores del proyecto



4.3 MAPA DE PROCESOS

El mapa de procesos permite a Induagrícola Zulia S.A. identificar los procesos y conocer la estructura de los mismos, reflejando las interacciones entre sí. Para la toma de decisiones que afectan trascendentalmente la empresa, la gerencia realiza propuestas, las cuales son aprobadas por la junta directiva para su posterior implementación. Todas las decisiones se planean estratégicamente enfocadas a mantener la mejora continua y se basan en los controles internos llevados a cabo periódicamente en la empresa. Cada cambio en los procesos productivos es proyectado para mejorar el producto o el proceso. El producto que se trabaja en la empresa es un bien generado por la naturaleza que aunque no requiere de previo diseño según requerimientos del cliente, sí se debe procesar controlando los parámetros de producción para asegurar la calidad e inocuidad del producto ya que el mercado actual es bastante exigente al respecto.

Los procesos de apoyo son fundamentales ya que ayudan a mantener en pie todas las operaciones de una empresa. Entre las actividades de apoyo fundamentales al proceso productivo están la compra de materia prima a terceros, y las actividades de mantenimiento preventivo a la maquinaria, para evitar mantenimientos correctivos que generen paradas en la planta, y por ende pérdidas de dinero.

En el Anexo 5 se muestra un mapa de procesos propuesto para la empresa ya que ésta no contaba con uno.

Por último, en el Anexo 6 se puede observar la distribución en planta actual, con todos los espacios de almacenamiento y maquinaria requerida para los procesos que se llevan a cabo.



5. EVALUACIÓN DE LA TECNOLOGÍA

Por medio de la observación e indagación realizada a los equipos de la planta se identificaron las capacidades de cada uno, así como también las necesidades de maquinaria para procesar faltantes o capacidades mayores a las actuales. A continuación se presenta el análisis detallado de ésta evaluación.

5.1 MAQUINARIA ACTUAL

En este momento Induagícola Zulia S.A. trabaja con maquinaria obsoleta tomando como referencia la que ofrece el mercado. Pese a que hasta el momento ha bastado con estos equipos para procesar las cosechas provenientes de la finca San Judas Tadeo, la maquinaria no se presta para suplir la capacidad necesaria que se generaría a través de proyectos de compra de materia prima planteados por la empresa. Por la condición de los equipos se aprecia un proceso artesanal, en el que interviene en gran medida el personal operativo, especialmente para la realización de actividades manuales de empaque, transporte y desempaque de un proceso a otro, o de un proceso a sitios destinados para almacenamiento.

5.1.1 Maquinaria para procesamiento de semilla de arroz

A continuación se relaciona la maquinaria con que cuenta la empresa para el procesamiento de semilla de arroz:

1. Un silo de secamiento dividido en 3 bloques o sub-silos en el que se manejan los bloques enumerados de 1 - 3. La capacidad de cada uno de estos bloques es de 450 bultos (28.125 Kg.), para una capacidad total de almacenamiento y secamiento de semilla de arroz de 1.350 bultos (84.375 Kg).



2. Una pre-limpiadora con capacidad de extraer impurezas a 240 bultos de semilla (15.000 Kg.) en las 7 horas que funciona el equipo durante el día de trabajo. Por las mermas que se generan en este proceso, pasan 30 bultos/h de semilla que pueden procesarse en la siguiente operación de clasificación.
3. Cuatro clasificadoras de las cuales 2 son dobles y 2 sencillas. La capacidad de una clasificadora doble es de 10 bultos/h (625 Kg/h). Teniendo en cuenta que las dos clasificadoras sencillas trabajando al tiempo procesan la misma cantidad de semilla que una doble, se posee una capacidad total de clasificación de 30 bultos/h (1.875 Kg/h) o 210 bultos/día.
4. Dos elevadores de cangilones. El primero es utilizado para transportar la semilla desde la tolva de recibo hasta la pre-limpia y el otro se conecta a unos toboganes para repartir semilla de la pre-limpia a las cuatro clasificadoras existentes.
5. Una envenenadora con capacidad de tratar 50 bultos/h (3.125 Kg/h) de semilla contra plagas que puedan afectar su calidad.

5.1.2 Maquinaria para trilla de arroz

Se menciona a continuación la maquinaria presente en el procesamiento de arroz de trilla:

1. Un silo de secamiento dividido en 3 bloques o sub-silos en el que se manejan los bloques enumerados de 4 - 6. La capacidad de cada uno de estos bloques es de 450 bultos (28.125 Kg.), para un total de capacidad de almacenamiento y secamiento de arroz de trilla de 1.350 bultos (84.375 Kg).



2. La trilla de arroz se realiza mediante un molino en el que se llevan a cabo 6 procesos diferentes en máquinas conectadas por medio de elevadores de cangilones, permitiendo así el flujo continuo de la materia prima y del producto en proceso. El molino tiene capacidad para procesar 200 bultos/día (12.500 Kg/día), por ende, cada una de las 6 máquinas relacionadas con el proceso de trilla maneja la misma capacidad de 200 bultos/día. A continuación se nombran los componentes del molino:

- Una pre-limpiadora encargada de retirar el mayor porcentaje de impurezas que presente el arroz al ingreso del proceso.

- Una descascaradora, que se encarga de desprender el tamo del grano de arroz.

- Una mesa separadora según tamaño. Permite que el arroz descascarado siga su curso y envía a reproceso el arroz que no fue descascarado en el proceso anterior.

- Una pulidora en la que se hace un primer pulimento al grano de arroz con el fin de eliminar aceites y enzimas y, alargar así la vida útil del producto final.

- Una polichadora en la que se termina de pulir el grano de arroz.

- Una clasificadora por tamaño y peso para hacer la separación del arroz blanco de los subproductos que también llegan hasta aquí como masa blanca.



Tanto el silo de secamiento de semilla, como el de arroz de trilla, son llenados manualmente por los operarios que descargan los bultos del camión para luego verter el grano dentro de cada bloque.

5.1.3 Estudio de capacidades de producción

La maquinaria presente en la planta de Induagrícola Zulia S.A. está apta para procesar lo que actualmente llega de la finca de San Martín, Cesar, que traducido a toneladas equivale a 15 y 12,5 ton/día para semilla y trilla respectivamente. Esta capacidad de producción de la maquinaria está basada en 7 horas de trabajo al día dado que de las 8 horas totales, los operarios demoran aproximadamente una hora descargando del silo los primeros bultos que se van a procesar.

Si se da el caso de aumentar la producción diaria para cualquiera de los dos procesos, el único equipo que podría responder a este incremento sería la envenenadora que cuenta con una capacidad de 25 ton/día, considerando 8 horas de trabajo, ya que los operarios tienen listos los bultos de semillas a procesar en el almacén de producto en proceso.

Teniendo en cuenta que el tiempo de cosecha está entre los 4 y 6 meses, y que actualmente no se compra a terceros materia prima, la producción que se maneja es la adecuada para mantener un nivel de inventarios de producto terminado bajo y no incurrir en altos costos de almacenamiento.

Sin embargo, el pensamiento de Induagrícola Zulia S.A. es comprar materia prima a terceros y expandir su mercado mediante programas de comercialización, y para esto sí considera aumentar la capacidad de producción a 20 ton/día para cada uno de los procesos.

La empresa admite que el mercado actual de maquinaria será quien finalmente determine la capacidad a instalar, ya que las probabilidades de encontrar un equipo con capacidad exacta a la estimada por ellos es mínima, pero sí se debe tener en cuenta que las capacidades de producción ofrecidas no estén más de



20% por encima de lo estipulado por la empresa, ya que se generarían altos costos por capacidad ociosa.

Tabla 6. Resumen maquinaria actual

| PROCESO | NOMBRE | | CANT. | ESPACIO OCUPADO (m ³) | CAP. MÁX. UNITARIA |
|------------------------|--------------------|----------------|-------|-----------------------------------|--------------------|
| Tratamiento de semilla | Silo de secamiento | | 1 | 19,8*6,1*2,7 | 1350 Bultos |
| | Pre-limpiadora | | 1 | 7,2*5,5*2,3 | 30 Bultos/h |
| | Clasificadora | Doble | 2 | 7,2*2,5*1,8 | 10 Bultos/h |
| | | Sencilla | 2 | 7,2*1,2*1,8 | 5 Bultos/h |
| | Elevador | | 2 | 0,5*0,3*5 | 35 Bultos/h |
| | Envenenadora | | 1 | 7,7*3,1*2 | 50 Bultos/h |
| Trilla de arroz | Silo de secamiento | | 1 | 13,40*7,50*3,2 | 1350 Bultos |
| | Molino | Prelimpiadora | 1 | 15*9*5,1 | 29 Bultos/h |
| | | Descascaradora | 1 | | |
| | | Separadora | 1 | | |
| | | Pulidora | 1 | | |
| | | Polichadora | 1 | | |
| | | Clasificadora | 1 | | |

Fuente: Autores del proyecto

5.2 DETERMINACIÓN DE MAQUINARIA A COMPRAR Y CONSERVAR

Teniendo en cuenta los factores analizados, se concluye que hay una necesidad latente de cambio de maquinaria en la planta de Induagrícola Zulia S.A. considerando que ésta quiere ampliar su mercado y la maquinaria actual tanto por



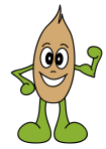
tiempo de uso, como por capacidad, no es apta para asumir mayores producciones a las que actualmente maneja.

Con base a lo anterior, se define a continuación los equipos necesarios para cada uno de los procesos de la empresa precisando las capacidades deseadas para ellos.

5.2.1 Procesamiento de semilla de arroz

La capacidad que debe tener la maquinaria en este proceso debe ser suficiente para procesar las cantidades de materia prima que tiene estipulada la empresa cosechar y comprar a terceros. Se enlistan entonces los equipos a comprar y conservar para el procesamiento de semilla de arroz:

- Pre – limpiadora. Se conseguirá un equipo totalmente nuevo que proporcione una capacidad productiva mayor a 20 ton/día, es decir, 320 bultos de semilla pre – limpiados por día. La producción que espera tener Induagrícola Zulia S.A. es de 20 ton/día, la pre – limpia pasará como un proceso previo al secamiento en los silos y se necesita de un equipo que logre limpiar una mayor cantidad en menor tiempo para surtir con la mayor rapidez posible los silos. Se espera que el porcentaje de efectividad de la máquina limpiando la semilla de arroz sea del 90%.
- Clasificadora. Las 4 actuales deben reemplazarse por una clasificadora nueva que supere la capacidad que estas manejan y pueda procesar los 320 bultos/día que pasarán por la pre – limpiadora nueva. Por esto, se estima una capacidad de 20 ton/día para este equipo.
- Envenenadora. Ya que la tratadora existente cuenta con una capacidad suficiente para procesar una mayor producción a la actual, se considera mantenerla en la planta. Aun así, por decisión de la empresa, se buscará una envenenadora con capacidad aproximada a 25 ton/día, para manejar



todo el proceso con maquinaria de nueva tecnología, y la anterior quedaría para suplir necesidades extras que se pudieran presentar, ya sea procesando para algún cliente especial que sugiera un químico diferente para el tratamiento de su semilla, o en caso de paradas ocasionales del equipo nuevo.

La envenenadora debe estar en capacidad de procesar grandes cantidades de semilla, dado que después de la aprobación del ICA y del período de latencia, se deben tratar con químicos los bultos almacenados en el menor tiempo posible para evitar ataques de plagas que dañen los lotes procesados.

5.2.2 Procesamiento de trilla de arroz

El molino encargado actualmente de procesar el arroz de trilla es un equipo de muchos años de uso que, por las características abrasivas del arroz, ha sufrido un desgaste considerable. Al igual que para semilla, se pretende alcanzar una producción de 20 ton/día, y como se determinó con anterioridad, este equipo no está en capacidad de procesar estas cantidades. Por estas consideraciones, se buscarán los componentes para un molino nuevo, o en su defecto, un molino ensamblado con todas las partes requeridas que cumpla con la capacidad productiva planteada por la empresa.

Para la trilla de arroz se dispondrá de una pre – limpiadora que esté antes del ingreso a los silos de secamiento con el fin de tener un mayor aprovechamiento de las capacidades ofrecidas por éstos, dejando de secar material que luego se desechará del proceso. La capacidad de la pre – limpiadora debe ser mayor a 20 ton/día, para garantizar que a los silos ingresará la suficiente materia prima para abastecer posteriormente el molino.

Tanto para el procesamiento de semilla como para el de trilla de arroz, se considera la compra de elevadores de cangilones para poder pasar el producto en



proceso de una máquina a la otra y garantizar el flujo continuo de la misma. En caso de conseguirse un molino compacto, se omite la necesidad de adquirir estos elementos para el procesamiento de arroz de trilla.

Tabla 7. Maquinaria a conservar

| PROCESO | NOMBRE | CANT. | ESPACIO OCUPADO (m ³) | CAP. MÁX. UNITARIA |
|------------------------|--------------|-------|-----------------------------------|--------------------|
| Tratamiento de semilla | Envenenadora | 1 | 7,7*3,1*2 | 50 Bultos/h |

Fuente: Autores del proyecto

Tabla 8. Maquinaria a comprar

| PROCESO | NOMBRE | CANT. | CAP. MÁX. UNITARIA |
|----------------------------------|----------------|-------|--------------------|
| Tratamiento de semilla | Pre-limpiadora | 1 | 100 Bultos/h |
| | Clasificadora | 2 | 40 Bultos/h |
| | Envenenadora | 1 | 50 Bultos/h |
| Trilla de arroz | Pre-limpiadora | 1 | 100 Bultos/h |
| | Molino | 1 | 40 Bultos/h |
| Elevadores hacia silos | | 2 | 100 Bultos/h |
| Elevadores para los dos procesos | | 6 | 40 Bultos/h |

Fuente: Autores del proyecto

5.3 EVALUACIÓN DE TECNOLOGÍA DISPONIBLE EN EL MERCADO

La maquinaria a evaluar debe cumplir con los requerimientos de capacidad y calidad establecidos por Induagrícola Zulia S.A.

En Colombia se carece de empresas dedicadas a la fabricación de este tipo de maquinaria, por esto, se contacta en mayor proporción proveedores a nivel internacional y a sus representantes y distribuidores a nivel nacional que ofrecen maquinaria para el beneficio de arroz.



Se parte de la experiencia que ha tenido la empresa con proveedores internacionales como PETKUS y de ofrecimientos por catálogo de empresas nuevas en el mercado como Industrial Machina Zaccaria para indagar los modelos existentes en el mercado actual. Por otra parte, se realiza una inspección en algunas de las empresas de la ciudad de Bucaramanga dedicadas al procesamiento de arroz para establecer las marcas y proveedores de la maquinaria que se está utilizando en este sector. Dado que las inversiones en tecnología para este sector son bastante altas, muchos molinos se han visto en la necesidad de cerrar o mantener una producción baja con la maquinaria que han tenido siempre. Por tal razón, en la ciudad quedan alrededor de 7 molinos de arroz que sí han invertido en tecnología durante los últimos años. Al investigar con el personal administrativo y operativo de las empresas visitadas, se escuchó mayor número de veces marcas como Satake, Superbrix y Famag.

Además de éstas, existen empresas como Agro & Industrial Representations (Airep) y Satecol S.A. con representantes en Medellín (Antioquia) y Yumbo (Valle) respectivamente. Estas dos últimas fueron recomendadas por personal de los molinos de arroz visitados en la ciudad de Bucaramanga, ya que en ellas han adquirido la marca Satake.

A partir de la información recolectada, se realiza contacto con cada una de las empresas y distribuidores con el fin de obtener información específica (precio, dimensiones, capacidad, garantías, incoterms, transporte y servicio post – venta) de los equipos que cumplen con los requisitos de Induagrícola Zulia S.A. para su reconversión industrial, y así establecer un cuadro comparativo que facilite la selección de la tecnología a adquirir.

A la solicitud de cotización, respondieron únicamente las empresas Industrial Machina Zaccaria, PETKUS y Satecol S.A. de las cuales se presenta los documentos recibidos con especificaciones en los Anexos 7, 8 y 9. PETKUS realizó sólo el ofrecimiento de la envenenadora, por esto no se tendrá en cuenta



para el cuadro comparativo ilustrado en la Tabla 9, en el que se relacionan las que ofrecen maquinaria similar para los procesos de semilla y trilla de arroz.

El equipo cotizado por Industrial Machina Zaccaria que se muestra en las Figuras 2 y 3 es un equipo compacto que ofrece todos los componentes necesarios para la trilla de arroz. Las Figuras 4, 5 y 6 exponen algunos de los equipos ofertados por Satecol S.A. para la conformación por separado del molino. En la Figura 7, se puede apreciar la envenenadora ofrecida por PETKUS especial para tratamiento de semilla de arroz.

Por último, en la Figura 8 se encuentra un modelo de elevadores de cangilones que se utilizarán para el transporte de la materia prima durante el proceso en equipos no compactos y en otros procesos que lo requieran, como por ejemplo, el llenado de los silos desde la pre – limpia. Estos elevadores son de fácil fabricación y puede no ser necesario comprarlos a algún proveedor de maquinaria, deberían ser en materiales resistentes tales como hierro o acero. A pesar de esto, las directivas de la empresa prefieren hacer la compra ya que el proveedor Industrial Machina Zaccaria también los ofrece a buen precio y, considerando que son una empresa dedicada a la construcción de equipos para este tipo de procesos, se confía en la calidad.

Figura 2. Molino de arroz



Fuente: Zaccaria

Figura 3. Pre-limpiadora



Fuente: Zaccaria



Figura 4. Descascaradora de arroz



Fuente: Satecol

Figura 5. Separadora de arroz



Fuente: Satecol

Figura 6. Pulidora de arroz



Fuente: Satecol

Figura 7. Envenenadora



Fuente: Petkus

Figura 8. Elevadores de cangilones



Fuente: Zaccaria



5.4 SELECCIÓN DEL PROVEEDOR

Para la selección del proveedor, Induagrícola Zulia S.A. hizo los siguientes requerimientos:

- Capacidad de maquinaria entre 16 ton/día y 24 ton/día.
- Garantía mínima de año.
- Que la inversión no exceda el presupuesto asignado para la adquisición de maquinaria (\$2.000.000.000).
- Proveedor con precios acordes al tipo de maquinaria.
- Ofrecimiento de servicio post – venta.
- Incoterm: CIF.

Para realizar una selección de proveedor apropiada, se estudia cada una de las cotizaciones recibidas y sus diferentes aspectos que puedan dar lugar a comparación.

Las dos empresas que ofrecen equipos similares para semilla y trilla de arroz manejan las mismas condiciones de entrega, garantía y servicio post-venta. El factor que más marca diferencia entre las dos empresas es el precio, pues la empresa brasilera Industrial Machina Zaccaria tiene precios mucho más económicos por tratarse de una empresa que recientemente abre sus puertas a mercados internacionales. Otros factores a favor de esta empresa, es que la maquinaria cotizada presenta una capacidad dentro del rango de aceptación de variación propuesta por la empresa y sólo se excede en 800 Kg/día y, no sería necesario invertir en elevadores de cangilones para el transporte del arroz comercial a través del molino de trilla. Un factor que podría poner en duda la calidad de la maquinaria ofrecida por esta empresa es el poco reconocimiento de la misma en el mercado colombiano, ya que ninguna de las empresas visitadas la nombró como proveedor.



Por otra parte, teniendo en cuenta que Satecol S.A. ofrece equipos por separado para conformar el molino, se debe asumir también el costo de los elevadores de cangilones que transportarán el producto en proceso de una máquina a otra. Esta empresa cotizó maquinaria con una capacidad que se encuentra en el límite máximo del rango de aceptación de variación, es decir, por día se procesarían 24.000 Kg, cuatro toneladas por encima de lo propuesto por la empresa.

Asumiendo que la calidad del producto procesado en ambas máquinas es alta, los factores que finalmente determinarán cuál equipo adquirir será el económico y la capacidad de producción, teniendo en cuenta que de haber capacidad ociosa, el factor económico también se verá afectado.

Tabla 9. Comparación proveedores de maquinaria

| FACTORES | PROVEEDORES | | |
|--|--|---------------------|-------------|
| | ZACCARIA | SATECOL | |
| Entrega | Puerto Cartagena | Puerto en Cartagena | |
| Montaje | Paga el importador | Paga el importador | |
| Inspección técnica de los equipos | Paga el Importador | Paga el Importador | |
| Garantía | 12 meses | 12 meses | |
| Capacidad | 2.600 Kg/h | 3.000 Kg/h | |
| Forma de Pago | 50% confirmación de pedido y el otro 50% para el despacho del pedido | Convenir | |
| Precio Molino (Dólares) | 164.990 | 252.533 | |
| Precio Máq. Semilla (Dólares) | 25.270 | 94.300 | |
| Adicional: Elevadores de cangilones | Pre – limpia a silos | SI (27.920) | SI (27.920) |
| | Transporte de materia prima en molino | No se necesita | SI (17.450) |

Fuente: Autoras del proyecto



Los factores comparados entre estas dos empresas que atendieron la solicitud de cotización se encuentran en la Tabla 9.

Después de analizados los diferentes factores para cada proveedor y basados principalmente en los factores económico y capacidad, se selecciona Industrial Machina Zaccaria como proveedor de la maquinaria tanto para semilla de arroz como para trilla. Para los elevadores adicionales que se necesitan (8), se requiere la compra de 8 motores cuyo valor es de 387 dólares cada uno.

Por otra parte, para la adquisición de la envenenadora se toma la oferta de PETKUS ya que fueron quienes respondieron a la solicitud de cotización y la capacidad ofrecida es la necesaria para tratar las cantidades de semilla que se van a procesar. El precio de la envenenadora es de 26.145 euros.

Las inversiones totales necesarias en maquinaria y equipo se detallan en la Tabla 10. Dado que los valores de la maquinaria están en moneda extranjera, se tomó el valor del dólar y euro del día 2 de marzo de 2012 para hacer las respectivas conversiones a pesos.

Dólar: \$ 1770,7

Euro: \$ 2357,19

Tabla 10. Total de inversión

| | | |
|-----------------|----------------------------------|-----------------------|
| ZACCARIA | Arroz Trilla | \$ 292.147.793 |
| | Clasificación de semilla | \$ 44.745.589 |
| | Elevadores | \$ 61.628.732,55 |
| | Motores | \$ 49.437.944 |
| PETKUS | Envenenamiento de semilla | \$ 5.482.087,2 |
| TOTAL | | \$ 453.442.146 |

Fuente: Autores del proyecto



6. DESARROLLO DE PROPUESTAS PARA LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

La empresa está activa hace 40 años, y desde que inició operaciones hasta el día de hoy, sus procesos, maquinaria y la forma en que sus operarios trabajan no ha cambiado ni ha mejorado de acuerdo a las nuevas técnicas, maquinaria o tecnologías que ha surgido a medida del tiempo.

En cuanto al proceso de tratamiento de semilla actualmente no se maneja ningún tipo de distribución, la maquinaria está ubicada sin tener en cuenta algún criterio de productividad, las máquinas están distribuidas en toda la instalación sin seguir un orden y en un espacio sobredimensionado en el que se ubicó la maquinaria de manera poco eficiente.

El proceso de trilla está ubicado de la misma manera en que se realiza el proceso de producción, debido a que es una máquina llamada molino que está conformada por los seis procesos que se requieren para realizar la trilla de arroz; los silos de almacenamiento no están ubicados de manera que vaya el producto directo al molino, además los transportes se realizan manualmente y no tienen en cuenta la prevención de accidentes (Norma S&SO), no sólo en esta parte del proceso sino en todos los procesos que maneja la empresa. Los trabajadores realizan los procesos de carga y descarga por medio de bultos, los cuales llenan y vacían en las máquinas o transportan a los lugares de almacenamiento ayudándose de su fuerza bruta. Este procedimiento es poco productivo y de alto riesgo para los trabajadores, por tanto se ve la necesidad de implementar medios de transporte adecuados para el correcto manejo del arroz para los dos procesos de la empresa y así evitar transportes innecesarios, extensos desplazamientos, alto manejo de material y mano de obra.

La empresa mantiene inventario por poco tiempo, pues a medida que va produciendo va despachando a sus clientes. Para la semilla, las fechas de



siembra cada año son las mismas, una vez por semestre, por tanto debe estar lista para entregar en el mes de abril y septiembre aproximadamente. El arroz de trilla puede permanecer más tiempo almacenado porque requiere menos cuidados, y se puede ir vendiendo poco a poco, pues la demanda es constante a lo largo del año, mientras que la demanda de la semilla es semestral o dependiendo de las condiciones del clima, es decir, de la cantidad de lluvias. Los espacios dedicados para inventario no están definidos, los trabajadores simplemente van ubicando cerca de la última máquina que salió producto.

Para el diseño de las instalaciones se debe tener en cuenta el tipo de producto al cual se le realiza el proceso de producción, un correcto manejo de materiales, programación, enrutamiento, despacho y control de inventario; además de esto, la demanda, los clientes, proveedores y el proceso productivo.²⁹

6.1 ANÁLISIS DE FLUJOS Y VOLÚMENES

El proceso productivo inicia con la llegada del arroz a la planta de producción. Aproximadamente se realizan 50 viajes en camiones por cosecha, cada uno con 12 toneladas de arroz; inmediatamente los operarios realizan la descarga con los bultos al hombro para el posterior vertimiento en los silos.

En la planta actual se procesa la capacidad máxima de la maquinaria, la cual es 12.500 kilogramos al día de trilla de arroz y 15.000 kilogramos al día de semilla de arroz.

Para la planta nueva, la capacidad de producción deseada por la empresa es de máximo 20.000 kilogramos al día. Ésta se alcanzará a medida del tiempo según la empresa vaya ampliando su mercado. Al realizar las cotizaciones a los diferentes proveedores, se decidió comprar un molino para el proceso de trilla de capacidad

²⁹MANTILLA, Olga Lucia. Presentación Diseño de Sistemas productivos. Universidad Industrial de Santander. 2011.



máxima de 20.800 kilogramos al día y, para el tratamiento de semilla maquinaria con la misma capacidad de producción.

El flujo actual del proceso sigue el orden de operaciones según el producto; tratamiento de semilla o trilla de arroz. A lo largo del proceso el volumen de producción se ve afectado por las mermas que se dan por la salida de mugre traída del cultivo, tamo del arroz descascarado y los subproductos del proceso como, harina, cabecita, cabezote.

Tabla 11. Volumen de producto a lo largo del tratamiento de semilla

| PROCESO: Tratamiento Semilla | Silo | Pre- Limpia | Clasifica ción | Almacén PP | Envenena miento | Almacén PT |
|---|-----------------------------|------------------------|---------------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------------|
| Camión MP | 1350 (blts/d)/ 5 días | - | - | - | - | - |
| Silos | - | 240 blts/d | - | - | - | - |
| Pre-Limpia | - | - | 214 blts/d | - | - | - |
| Clasificación | - | - | - | 210 blts/d | - | - |
| Almacén PP | - | - | - | - | 400* blts/d | - |
| Envenenamiento | - | - | - | - | - | 400 blts/d |

*En el almacenamiento de producto en proceso se acumula la semilla que se va clasificando mientras el ICA realiza los respectivos estudios. Cuando se obtiene la aprobación, hay suficiente semilla para que la envenenadora trabaje a su capacidad máxima.

Fuente: Autores del proyecto



Los dos procesos que se realizan utilizan como única materia prima el arroz. A pesar de esto, el flujo de materiales de la trilla de arroz y el de tratamiento de semilla son totalmente independientes, pues los procesos están separados y en ningún momento se mezclan o comparten maquinaria; tampoco se producen al mismo ritmo, ni el mismo volumen diario y las rutas de transporte del material son diferentes. En las Figuras 9 y 10 se representa el flujo de materiales para cada proceso.

Tabla 12. Volumen de producto a lo largo del proceso de trilla

| PROCESO: Trilla Arroz | Silo | Pre-Limpia | Descascaradora | Separadora | Pulida y Polichada | Clasificación | Almacén PT |
|--------------------------|--------------------------|------------|----------------|------------|--------------------|---------------|------------|
| Camión MP | 1350 (blts/d)/ 5 días | - | - | - | - | - | - |
| Silos | - | 200 blts/d | - | - | - | - | - |
| Pre-Limpia | - | - | 178 blts/d | - | - | - | - |
| Descascarado | - | - | - | 138 blts/d | - | - | - |
| Separación | - | - | - | - | 138 blts/d | - | - |
| Pulida y polichado | - | - | - | - | - | 120 blts/d | - |
| Clasificación | - | - | - | - | - | - | 120 blts/d |

Fuente: Autores del proyecto

Semilla de Arroz

El proceso de tratamiento de semilla consta de tres máquinas, las dos primeras (la Pre-Limpia y las Clasificadoras) están unidas por medio de tolvas y elevadores que llevan el producto de un proceso al otro. Al salir la semilla ya clasificada se almacena en bultos para que luego pase al proceso de envenenamiento y así



obtener la semilla lista para la siembra. Las máquinas no están ubicadas de acuerdo a la secuencia del proceso y el manejo de material es continuo a lo largo de todas las operaciones.

Figura 9. Flujo de materiales para el Tratamiento de Semilla de Arroz



Fuente: Autores del proyecto

El espacio de almacenamiento de la semilla de arroz es de 65 metros cuadrados para el producto terminado y de 168 metros cuadrados para almacenamiento de producto en proceso. Las condiciones para su conservación es evitar las altas temperaturas, la humedad y los animales. Debe ser un lugar por donde el aire circule.

Actualmente la semilla se deja en este espacio el menor tiempo posible para evitar su deterioro, pues las instalaciones no cuentan con espacio que cumpla con las



condiciones que ayuden a su conservación. La semilla se vende lo más rápido posible y la que no, se lleva al páramo de Berlín para conservarla, aunque la empresa trata de no pasarla por el último proceso, el de envenenamiento, hasta no tener el comprador para que si en determinado caso no se pudo vender, la semilla sea llevada al proceso de trilla y se venda como arroz trillado. Ésta no es la mejor opción pues la venta de este arroz tipo semilla como arroz de trilla es menor.

Trilla de Arroz

Para el proceso de trilla la maquinaria utilizada es un molino que consta de seis procesos diferentes los cuales están ubicados en el orden que el producto va siendo procesado. Sólo en una parte del proceso en que se realiza la verificación de que el producto esté descascarado el arroz es devuelto al proceso anterior, pero luego sigue su curso por las demás máquinas hasta salir como arroz blanco. Los subproductos van saliendo a lo largo del proceso.

Se tienen establecidos diferentes espacios de almacenamiento, para materia prima, producto en proceso y producto terminado, de 78, 89 y 70 metros cuadrados respectivamente. Este espacio no está delimitado por paredes, ni por líneas que señalen que es para almacenamiento de arroz trillado, simplemente es un espacio abierto por el cual cualquier persona puede pasar y tener contacto directo con el producto terminado. Por tal razón la empresa trata de vender lo más rápido posible y así el producto está allí poco tiempo.

Para conservar el producto se debe mantener alejado de todo tipo de animales como roedores, aves, insectos, etc., humedad, contaminantes pues es un producto para consumo humano y debe permanecer sellado para evitar que ingrese mugre o desechos y pierda su inocuidad.



Figura 10. Flujo de materiales para el proceso de Trilla de Arroz



Fuente: Autores del proyecto

6.1.1 Distribución en planta

La distribución en planta es por **producto**, debido a que los procesos que maneja la empresa son repetitivos, continuos, de alto volumen de producción y a condiciones diferentes para los dos productos. El tipo de producto que se procesa, exige un manejo de materiales reducido a pesar de no ser fácil de transportar, ya que se puede afectar la calidad del mismo.



La maquinaria utilizada para los procesos está dividida según el producto. Para el arroz de trilla se utiliza el molino que se encarga de realizar todos los procesos necesarios para la obtención del arroz blanco y, para el proceso de semilla se realizan tres procesos de los cuales dos son iguales a los de trilla (pre-limpia y clasificación), pero no es conveniente mezclar los productos pues son de calidades y características diferentes.

Las estaciones de trabajo no están ubicadas de forma eficiente una respecto a la otra, para la obtención de los productos. Por ejemplo, para el arroz de trilla, el molino realiza las operaciones con sus máquinas ubicadas una junto a la otra y en la secuencia requerida, pero las otras estaciones, desde donde viene la materia prima (silos y clasificación de semilla) y el espacio de almacenamiento para producto terminado, están ubicadas a una distancia tal que los operarios deben recorrer 84 metros con el arroz en bultos sobre sus hombros. En el tratamiento de la semilla, los operarios deben llevar los bultos desde los silos hasta la tolva de recibo ubicada a 65 metros, y sumando las distancias recorridas de clasificación – almacén producto en proceso – envenenadora – almacén de producto terminado y hasta el molino cuando el ICA rechaza la semilla, hay un total de 143 metros. Mirar Anexos 1, 3 y 10.

Los espacios ocupados para los procesos de semilla y trilla de arroz, están ilustrados en las Tablas 13 y 14 respectivamente.

Tabla 13. Espacio utilizado para la ubicación de la maquinaria actual del tratamiento de semilla.

| Departamentos | Almac. Prod. Proc. (m ²) | Silos (m ³) | Pre limpiadora (m ³) | Clasificación (m ³) | Elevador (m ³) | Envenenadora (m ³) | Almac. Prod. Term. (m ²) |
|-------------------|--------------------------------------|-------------------------|----------------------------------|---------------------------------|----------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|
| Espacio requerido | 168 | 19.8*6.1*2,7 | 7.2*5,5*2,3 | 7.4*7.2*1,8 | 0,5*0,3*3 | 7.7*3,1*2 | 65 |
| Área total | 168 | 120.78 | 39.6 | 53.28 | 0.15 | 23.87 | 65 |



Nota: las dimensiones tridimensionales están dadas Largo, Ancho, Alto.

Nota: La altura máxima de las maquinas es 3.6 metros y la altura máxima de la planta es de 7 metros.

Fuente: Autores del proyecto

Tabla 14. Espacio utilizado para la ubicación de la maquinaria actual del proceso de trilla de arroz.

| Departamentos | Almac. Mat. Prim (m ²) | Silos (m ³) | Almac. Prod. Proc. (m ²) | Molino (m ³) | Almac. Prod. Term. (m ²) |
|-------------------|------------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|--------------------------|--------------------------------------|
| Espacio requerido | 78 | 13.4*7.5*3,2 | 89 | 15*9*5,1 | 70 |
| Área Total | 78 | 100.5 | 89 | 135 | 70 |

Nota: las dimensiones tridimensionales están dadas Largo, Ancho, Alto.

Nota: La altura máxima de las maquinas es 5.1 metros y la altura máxima de la planta es de 7 metros.

Fuente: Autores del proyecto

El manejo de materiales entre espacios de almacenamiento y las diferentes estaciones es realizado manualmente por los operarios, los cuales cargan los bultos a lo largo del proceso sobre su hombro.

6.2 PROPUESTAS DE MEJORA

A continuación se presentan las propuestas de mejora formuladas para los dos procesos.

6.2.1.1 Cambio en la secuencia de operaciones pre-limpia y silos de secamiento

Objetivo General: Mejorar el proceso productivo aumentando el aprovechamiento de la capacidad de los silos de secamiento.

Objetivos específicos:



- Reducir la cantidad de material de desecho o inservible del proceso que se está secando actualmente en los silos de secamiento, aprovechando así al máximo su capacidad.
- Disminuir tiempo en transporte de material que no hace parte del proceso de producción.

Descripción

La decisión de cambiar el orden del proceso de producción para los procesos, dejando como primera estación la pre-limpia, se da debido a que se está desperdiciando tiempo y espacio en secar material que no hace parte del producto a procesar, que representa un 11% de desperdicios. Al tener primero la pre-limpia, se desecharía todo el material inservible y mugre que actualmente está ingresando a los silos de secamiento, y el proceso de secar sería sólo para el arroz que es el único producto que necesita pasar por esta operación. Este cambio se puede observar en el Anexo 11.

Dado que se procesan 200 bultos de arroz comercial y 240 de semilla de arroz por día, actualmente se está dejando de vender 22 bultos de arroz trillado y 26 de semilla de arroz, lo que equivale aproximadamente a \$82.000 menos diarios.

Inversión para implementación de la propuesta

Para implementar esta mejora se requiere de una inversión económica (ver Tabla 15) para la construcción de la tolva a donde llegaría el arroz y la adquisición de elevadores con sus motores para tomar el producto y llevarlo a la pre – limpia y, luego desde aquí, llevarlo a los silos de secamiento. No se considera el valor de la máquina de pre – limpieza ya que ésta se debe comprar independientemente de implementar o no la mejora. Se debe tener en cuenta el nuevo orden de las operaciones para realizar la distribución en planta, de modo que el proceso de pre-limpia sea el primero tanto para el proceso de trilla de arroz como para el tratamiento de semilla.



Tabla 15. Inversión económica para implementación de mejora con el cambio de secuencia de operaciones de pre – limpia y secamiento

| | Cantidad | Precio Unitario (\$) | Precio Total (\$) |
|-------------------------------|-----------------|-----------------------------|--------------------------|
| Construcción de Tolvas | 2 | 550.000 | 1.100.000 |
| Elevadores | 4 | 6.179.743 | 24.718.972 |
| Motores | 4 | 685.261 | 2.741.044 |
| TOTAL INVERSIÓN | | | 28.560.016 |

Fuente: Autores del proyecto

La implementación de esta mejora trae otros beneficios a la empresa. Dado que el producto va a llegar desde la finca directamente a la tolva de recibo, llegará a granel y no en bultos; teniendo en cuenta esto, ya no se necesitaría contratar las cuadrillas para la descarga de los bultos desde los camiones hasta el silo. Esto generaría una reducción de aproximadamente \$25.000.000 en los costos anuales de fabricación generados por mano de obra.

6.2.1.2 Automatización del proceso productivo

Objetivo General: Aumentar la eficiencia del proceso productivo.

Objetivos específicos:

- Disminuir costos en mano de obra.
- Minimizar el tiempo de transporte.
- Reducir la manipulación del producto.
- Mejorar la calidad del producto.

Descripción

Debido a las características del producto, la forma de transportarlo puede hacerse, por ejemplo, mediante tolvas que reciban el arroz y elevadores que lo transporten hasta el siguiente proceso.



Con la automatización del proceso la empresa mejorará su sistema de transferencia de materiales para transportar el producto a lo largo de todo el proceso productivo, minimizando tiempo y costos.

Inversión para la implementación

El elemento clave para alcanzar la automatización de los procesos para Induagrícola Zulia S.A. es el elevador de cangilones. Se comprarían 8 elevadores en total que ejecutarían las siguientes funciones:

- Pasar el producto desde la tolva de recibo hasta la pre-limpia. Uno para semilla y otro para trilla de arroz.
- Enviar el arroz desde la pre-limpia a los silos de secamiento. Uno para cada proceso.
- Recibir el arroz proveniente de los silos de secamiento y enviarlo a la primera máquina de cada proceso (clasificadora y limpiadora)
- Enviar la segunda del tratamiento de semilla a la tolva de recibo de arroz para el proceso de trilla.
- Pasar la semilla de arroz desde el almacenamiento de producto en proceso hasta la envenenadora.

Por cada elevador de los nombrados que se ubique en la planta, es necesario construir una tolva de recibo, de modo que éstos tengan cantidades suficientes para transportar a la siguiente estación, excepto para los elevadores que van desde la pre-limpia hasta los silos y el que lleva la segunda al proceso de trilla. Los 4 primeros elevadores (tolva – pre-limpia – silos) ya se tuvieron en cuenta en las inversiones necesarias para la implementación de la mejora del cambio en la secuencia de operaciones pre-limpia y silos de secamiento. En la Tabla 16 se muestra las inversiones necesarias para terminar de automatizar el proceso productivo.



Tabla 16. Inversión económica para implementación de mejora automatización del proceso productivo.

| | Cantidad | Precio Unitario (\$) | Precio Total (\$) |
|-------------------------------|-----------------|-----------------------------|--------------------------|
| Construcción de Tolvas | 3 | 550.000 | 1.650.000 |
| Elevadores | 4 | 6.179.743 | 24.718.972 |
| Motores | 4 | 685.261 | 2.741.044 |
| TOTAL INVERSIÓN | | | 29.110.016 |

Fuente: Autores del proyecto

Al implementar esta propuesta de mejora, las distancias recorridas por los operarios se reducirían de 84 a 65 metros (23%) en el proceso de trilla y de 143 a 33 metros (77%) en el tratamiento de semilla. Con los cambios que se realizarían ya no serían necesarios los espacios para el llenado y alistamiento de bultos. Los operarios ya no necesitarían transportar el producto desde los silos de secamiento hasta la primera máquina de cada proceso y tampoco se requiere el espacio para almacenar producto en proceso a la salida del silo; esto hace que el proceso productivo sea más eficiente, dado que se procesará más arroz en menos tiempo, menos espacio y con menos operarios. La disminución en costos anuales de fabricación al implementar esta mejora sería aproximadamente de \$10.000.000 por mano de obra.

Tabla 17. Costos de manejo de materiales y espacios de almacenamiento antes y después de la implementación de la mejora automatización del proceso productivo

| ANTES | | DESPUÉS | |
|-------------------|--------------------------------|-------------------|--------------------------------|
| Costo (\$) | Espacio (m²) | Costo (\$) | Espacio (m²) |
| 13.959.000 | 470 | 4.653.000 | 138 |

Nota: La comparación se realiza con datos del panorama 0 y escenario 1 en el primer año.

Fuente: Autores del proyecto



En la Tabla 17 se muestran los costos de manejo de materiales y el espacio requerido para el almacenamiento del producto antes y después de la implementación de la mejora.

6.2.2 Propuesta de Distribución en Planta

La nueva distribución en planta seguirá siendo por producto, pero se buscará la secuencia que haga eficiente el proceso y los espacios entre máquinas, esto con el fin de reducir el desperdicio de tiempo en desplazamientos innecesarios. Para trabajar en zonas ordenadas en la planta, los espacios determinados para inventario de producto en proceso y producto terminado estarán delimitados por medio de una franja amarilla, permitiendo así una mayor conservación del producto final al mantenerse retirado de otras zonas posiblemente contaminadas.

Aunque la empresa aún no ha decidido en qué lugar va a tener la planta de producción, sí tiene claro que la distribución en planta será la misma para cualquiera de estos dos lugares. Los escenarios que tiene la empresa son:

- Panorama 0. Seguir con la planta actual, es decir, con la misma maquinaria y distribución ajustada al espacio disponible después de la venta del terreno para la realización de la doble calzada hacia Rionegro.
- Escenario 1. Seguir en la planta en Bucaramanga con maquinaria y distribución en planta nueva.
- Escenario 2. Ubicar la planta en el municipio de San Martín, con maquinaria y distribución en planta nueva.

La planta actual es de 3.595 metros cuadrados, un espacio sobredimensionado pues aproximadamente está utilizando 28% de ésta. En caso de que la mejor decisión sea seguir en esa misma planta con maquinaria nueva, la distribución en planta se haría en un espacio de 2.850 metros cuadrados debido a la venta que la empresa tendrá que hacer de una parte del terreno para la construcción de una carretera. Del 100% disponible del nuevo espacio, se utilizaría el 23% para la



maquinaria y espacios de almacenamiento requeridos, el 20% para parqueo y movimientos de los camiones que llegan con materia prima y realizan el despacho del producto terminado. El 57% restante es capacidad ociosa de espacio.

La distribución en planta en el municipio de San Martín sería de 1.174 metros cuadrados, y los espacios necesarios para la correcta operación de la planta ocuparían 64% de la misma.

El nuevo diseño de la planta se hará teniendo en cuenta que la empresa aceptó las propuestas de cambio en el orden del proceso y de automatización con los elevadores y las tolvas, con esto no sólo se disminuirá el manejo de material y se conservará más el producto, sino que la empresa disminuirá costos en mano de obra.

Semilla de Arroz

El tratamiento de semilla se realiza con tres máquinas que tienen las mismas funciones que la maquinaria actual con la diferencia que son máquinas de mayor capacidad y tecnología. Aplicando las propuestas de mejora aceptadas por las directivas de la empresa, el proceso iniciará con la pre-limpiadora para luego pasar por los silos de secamiento, después por la clasificadora y envenenadora como se realiza actualmente. Éstos pasos se pueden ver con detalle en el Anexo 11. La diferencia que se podrá ver en el anexo es la reducción de transportes generada por la automatización del proceso con las tolvas y elevadores.

En cuanto al espacio de almacenamiento, son 45 metros cuadrados para mantener el inventario de producto final y 39 metros cuadrados para el producto en proceso (semilla que sale de clasificación y le falta pasar por el proceso de envenenamiento). En la Tabla 18 se muestra el espacio requerido por máquina.



Tabla 18. Espacio requerido para la maquinaria nueva de tratamiento de semilla

| Departamento | Silos (m ³) | Pre limpiadoras (m ³) | Clasificación (m ³) | Almac. Prod. Proc. (m ²) | Envenenadora (m ³) | Almac. Prod. Term. (m ³) |
|-------------------|-------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|
| Espacio requerido | 13*12*4,7 | 4.3*2.3*2,1 | 2.9*5.8*2 | 39 | 7,6*5,5*2,2 | 45 |
| Área Total | 156 | 9.89 | 16.82 | 39 | 41.8 | 45 |

Nota: las dimensiones tridimensionales están dadas Largo, Ancho, Alto.

Nota: La altura máxima de las maquinas es 4.7 metros y la altura máxima de la planta es de 7 metros.

Fuente: Autores del proyecto

Trilla de Arroz

El proceso de trilla se seguirá realizando con un molino, pero de mayor capacidad y tecnología.

En este proceso no se necesita dejar espacios entre operaciones debido a que es una sola máquina, el molino, y el transporte de los silos al molino se realiza por medio de las tolvas y elevadores que se construyen. Los espacios que se necesitan dejar son para las salidas de los subproductos del proceso como harina, cabecita, cabezote, grano blanco, etc. y éste está incluido en las medidas del molino.

Tabla 19. Espacio requerido para la maquinaria nueva del proceso de trilla de arroz

| Departamento | Silos (m ³) | Molino (m ³) | Almac. Prod. Term. (m ²) |
|-------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------------------|
| Espacio requerido | 13*12*4,7 | 11*10*3,8 | 54 |
| Área Total | 156 | 110 | 54 |

Nota: las dimensiones tridimensionales están dadas Largo, Ancho, Alto.

Nota: La altura máxima de las maquinas es 4.7 metros y la altura máxima de la planta es de 7 metros.

Fuente: Autores del proyecto



El espacio de almacenamiento del producto final es de 54 metros cuadrados y cumple con los requisitos necesarios para la conservación del producto.

Diagrama de relación

A pesar que el diagrama de relación se utiliza para procesos multi-productos e intermitentes, lo cual en este caso no aplica, se realiza con el fin de que los directivos de la empresa establezcan las relaciones entre cada proceso y así encontrar la mejor secuencia para el mismo.

Para realizar el diagrama de relación lo primero que se hizo fue establecer las razones por las cuales los diferentes procesos deben estar cerca o no el uno del otro. Junto con las directivas de la empresa se establecieron tres razones de relación que se muestran en la Tabla 20. Teniendo en cuenta éstas, se establece el tipo de relación que existe entre cada proceso y se asigna el valor según la relación. El tipo de relación y el valor se asignan teniendo en cuenta la Tabla 21.

Tabla 20. Razones para establecer relaciones entre los procesos

| CÓD. | RAZÓN |
|------|---------------------------------------|
| 1 | Flujo de producción ³⁰ |
| 2 | Costo Manejo Materiales ³¹ |
| 3 | Deseo Administración |


Fuente: Autores del proyecto

³⁰Ver Tabla 8. Volumen de producto a lo largo del tratamiento de semilla. Tabla 9. Volumen de producto a lo largo del proceso de trilla.

³¹Ver Tabla 17. Costos de manejo de materiales y espacios de almacenamiento antes y después de la implementación de la mejora automatización del proceso productivo



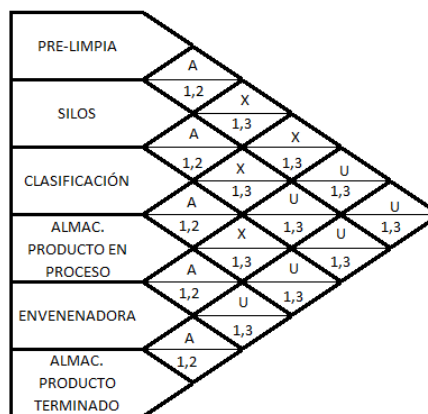
Tabla 21. Tipo de relación entre procesos

| COD | PRIORIDAD | LÍNEAS | VALOR |
|-----|--------------------------|--|-------|
| A | Absolutamente necesaria |  | 4 |
| E | Especialmente importante |  | 3 |
| I | Importante |  | 2 |
| O | Ordinario |  | 1 |
| U | No importante | | 0 |
| X | Indeseable |  | -1 |

Fuente: Autores del proyecto

La tabla de relaciones es una matriz de doble entrada donde se asocia cada centro de trabajo y se les coloca una letra dependiendo de la importancia de relación entre ellos.

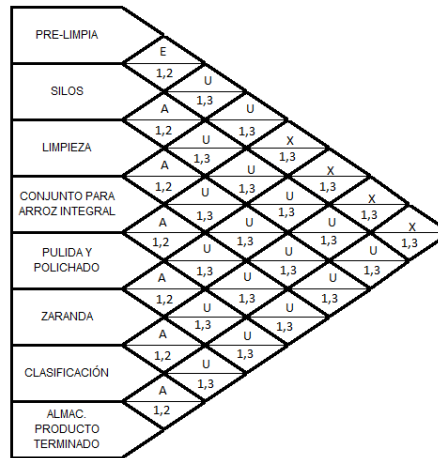
Figura 11. Razones y tipo de relación entre procesos en el tratamiento de semilla de arroz



Fuente: Autores del proyecto



Figura 12. Razones y tipo de relación entre procesos en el proceso de trilla de arroz



Fuente: Autores del proyecto

En las Tablas 22 y 23 se muestra el valor del tipo de relación de cada proceso, tanto para semilla como para arroz trillado respectivamente.

Tabla 22. Valores asignados al proceso de tratamiento de semilla de arroz

| NODOS | PL | S | (C) | APP | (E) | APT |
|----------------------|----|---|-----|-----|-----|-----|
| Pre-limpia (PL) | - | 4 | -1 | -1 | 0 | 0 |
| Silos (S) | | - | 4 | -1 | 0 | 0 |
| Clasificación © | | | | 4 | -1 | 0 |
| Alma. Prod Proceso | | | | - | 4 | 0 |
| Envenenamiento (E) | | | | | - | 0 |
| Alma. Prod Terminado | | | | | | - |

Fuente: Autores del proyecto



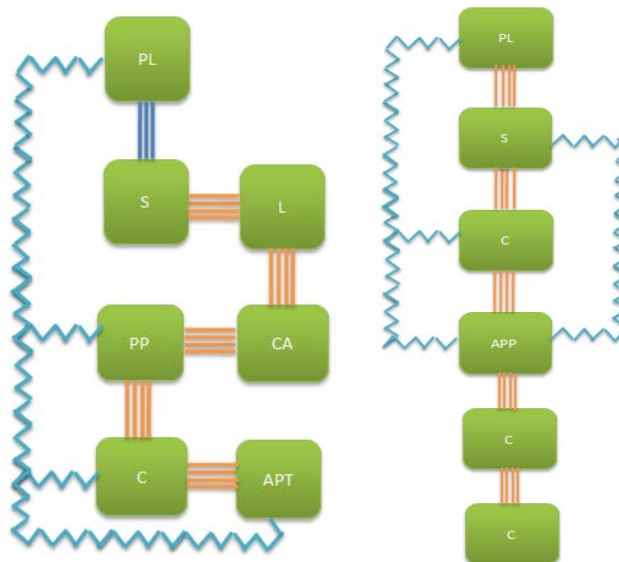
Tabla 23. Valores asignados al proceso de trilla de arroz

| NODOS | PL | S | L | CA | PP | (C) | APT |
|-----------------------------------|----|---|---|----|----|-----|-----|
| Pre-limpia (PL) | - | 3 | 0 | 0 | -1 | -1 | -1 |
| Silos (S) | | - | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Limpieza (L) | | | - | 4 | 0 | 0 | 0 |
| Conjunto para arroz integral (CA) | | | | - | 4 | 0 | 0 |
| Pulida y Polichado (PP) | | | | | - | 4 | 0 |
| Clasificación (C) | | | | | | - | 4 |
| Almac. Prod Terminado (APT) | | | | | | | - |

Fuente: Autores del proyecto

Conociendo ya el tipo de relaciones entre los diferentes procesos se realiza el diagrama de relaciones para los dos procesos (ver Figura 13).

Figura 13. Diagrama de relaciones: trilla de arroz (derecha) y tratamiento de semilla (izquierda)



Fuente: Autores del proyecto

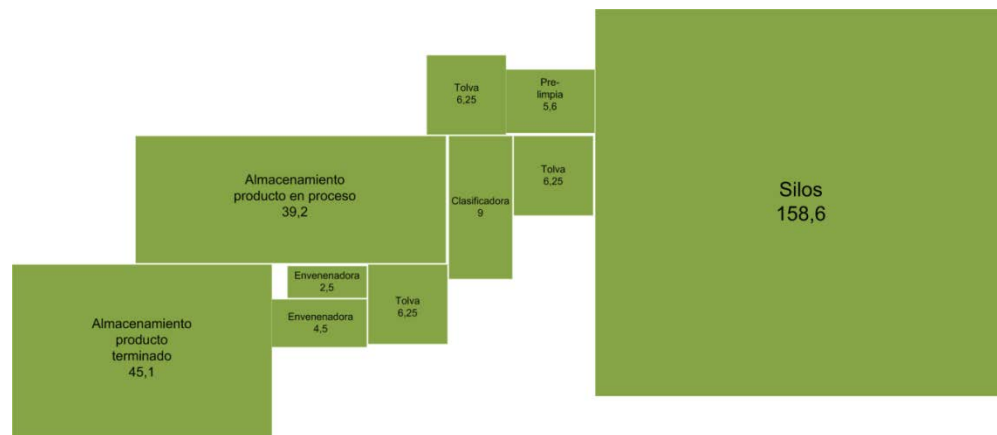


Diagrama de relaciones de espacio

Para determinar el espacio necesario para cada proceso se tiene en cuenta las medidas de las máquinas que realizan cada operación, el espacio requerido por la maquinaria que transporta el producto de un proceso a otro que son las tolvas y elevadores, el espacio para poder realizarle mantenimiento a las máquinas, realizar el seguimientos e inspección del proceso y el utilizado por los operarios. También se tiene en cuenta el espacio requerido para la salida de los subproductos a lo largo del proceso.

Con la maquinaria nueva por medio de las tolvas y los elevadores se transporta el producto, por tanto no se necesitara dejar espacio para recoger y empacar el arroz en bultos.

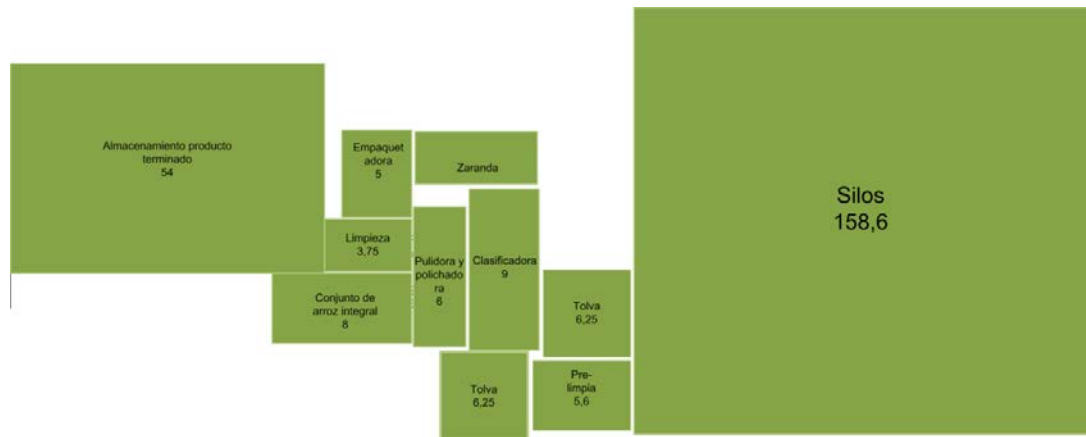
Figura 14. Espacio requerido para el tratamiento de semilla con la maquinaria nueva



Fuente: Autores del proyecto



Figura 15. Espacio requerido para el proceso de trilla de arroz con la maquinaria nueva



Fuente: Autores del proyecto

6.2.3 Análisis financiero

Uno de los criterios definitivos para realizar los cambios en la empresa y que justifica la inversión, radica en los efectos que se generan en las finanzas pues la empresa está constituida por una junta de socios a los que les interesa cuidar su capital y reproducir su inversión. Por medio del análisis financiero se podrá ver reflejado el cambio de rentabilidad en números. Éste análisis se efectuó para los 3 escenarios considerados de interés en el capítulo 6.1.3 por un período proyectado de 10 años.

Con el gerente se estableció para la estructura financiera un incremento cada año de 686.400 unidades procesadas de semilla y trilla de arroz para cada escenario. Este crecimiento anual de la producción se determinó de acuerdo al conocimiento del mercado del cereal y la cuota de éste que puede ir abarcando año a año la empresa.

Para hacer las respectivas proyecciones se tomó como año de inicio del proyecto el año 2012, en el que se realizan las inversiones necesarias en maquinaria, obras



civiles y demás. Estas proyecciones se realizaron en precios corrientes y, teniendo en cuenta el comportamiento de la inflación en los últimos años, se tomó un promedio de incremento del 3% para los 10 años con el fin de simular las fluctuaciones de los precios de materia prima, materiales directos e indirectos, mano de obra, asistencia técnica, entre otros. También se tuvo en cuenta otros criterios para el cálculo de los incrementos de cada componente del análisis financiero, como por ejemplo, el aumento de materia prima basado en la producción de cada año y las variaciones presentadas en servicios públicos e impuestos en cada región analizada durante los últimos años.

El capital del trabajo tenido en cuenta para el análisis financiero de los 3 escenarios es el del año 2.012 de la empresa.

6.2.3.1 Panorama 0. Distribución nueva en planta actual - maquinaria actual

Para el panorama 0 se tiene en cuenta la reducción de espacio derivada de la venta de parte del terreno donde se encuentra ubicada la planta de producción, para la realización de la doble calzada a Rionegro, teniéndose que realizar con esto ajustes en la distribución en planta actual. La maquinaria y la forma en que se procesa sigue siendo la misma, y se hace efectivo el incremento de producción anual establecido para los dos procesos, a partir del segundo año, generándose un mayor porcentaje de uso de la capacidad instalada de la maquinaria ya que ésta se utilizaría más días al año. En el Anexo 12 se encuentra la distribución en planta para este panorama.

A continuación se explica cada ítem del flujo de caja que se realiza para este panorama:

6.2.3.1.1 Presupuesto de inversión

Dado que la empresa tiene que reorganizar la distribución en planta, se generan inversiones para la adecuación del proceso productivo.



Tabla 24. Inversión en construcción y obras civiles en panorama 0

| Construcciones y Obras Civiles | | | |
|---------------------------------------|--------------------|-----------------------|-----------------|
| Tipo de Construcción | Descripción | Valor unitario | Cantidad |
| Construcción tolva | Mano de Obra | 317.250 | 4 |
| | Cemento | 25.000 | 6 |
| | Arena | 55.000 | 1 |
| Bases | Cemento | 25.000 | 12 |
| | Arena | 55.000 | 1 |

Fuente: Autores del proyecto

En cuanto a inversiones fijas, sólo se realizan para construcciones y obras civiles (ver Tabla 24) por la construcción de dos tolvas de recibo y bases para la maquinaria. Con la adecuación de la planta se generan los gastos de montaje mostrados en la Tabla 25, necesarios para acomodar la maquinaria del tratamiento de semilla de arroz en sus nuevas ubicaciones, dado que el terreno que se vende es donde ésta está situada.

Tabla 25. Gastos de Montaje para panorama 0

| Gastos de Montaje | Valor |
|---------------------------------------|--------------|
| Alquiler de Montacargas | 480.000 |
| Alquiler de Martillo Neumático | 120.000 |
| Contratación de personal | 253.800 |

Fuente: Autores del proyecto

Para realizar las inversiones requeridas, la empresa cuenta con los recursos obtenidos de la venta de parte de la bodega, patrimonio de la empresa, que se encuentra ubicada sobre la misma vía en la que está la planta de producción (Ver



Tabla 26). Estos ingresos NO operacionales no son tenidos en cuenta para el cálculo de la TIR del escenario.

Tabla 26. Recursos disponibles para panorama 0

| Venta Bodega | | |
|----------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|
| Metros cuadrados vendidos | Valor Metro Cuadrado | Total recursos disponibles |
| 2.000 | 360.000 | 720.000.000 |

Fuente: Autores del proyecto.

Actualmente la empresa no mantiene inventario de materia prima ni de producto en proceso. De la producción del año anterior quedaron en inventario de producto terminado 350 bultos de semilla de arroz, que se tiene almacenado en el páramo de Berlín, el precio de cada bulto es de \$145.000, lo que corresponde a \$50.750.000 en inventario.

El presupuesto de inversión para los 10 años siguientes se tomará igual a cero porque la empresa seguirá trabajando como lo ha hecho desde que inició. Esto con el fin de comparar con los demás escenarios.

Los recursos necesarios para realizar la inversión se toman de la venta de la parte de terreno de la bodega que tiene la empresa en arriendo.

6.2.3.1.2 Presupuesto de costos y gastos

El presupuesto varía de acuerdo a la producción realizada. La empresa actualmente procesa entre 15.750 y 18.000 bultos al año y a partir del año 2, cada año aplicará el incremento de unidades anuales a producir. En las Tablas 27 y 28 se muestra los costos incurridos en, materia prima y materiales directos y, mano de obra respectivamente.



Tabla 27. Costos de materia prima y materiales directos para panorama 0.

| Costos | Año 1 |
|----------------------------|----------------|
| Materia Prima | 532.287.139,47 |
| Materiales Directos | 11.976.246,65 |

Fuente: Autores del proyecto.

Como se detalla en la Tabla 28, la empresa cuenta con mano de obra contratada por prestación de servicios (cuadrillas) para los tiempos de producción y, el encargado de planta por contratación directa durante todo el año. Se pagan las respectivas prestaciones del personal vinculado directamente a la empresa.

Tabla 28. Costos de mano de obra para panorama 0.

| Costos | Año 1 |
|----------------------------|--------------|
| Encargado de planta | 10.726.008 |
| Prestaciones | 6.921.600 |
| Cuadrillas | 43.260.000 |

Fuente: Autores del proyecto.

Entre los costos directos de fabricación se considera también el costo por asistencia técnica del ICA, que varía según los lotes de semilla enviados a analizar. El costo de este análisis es de \$12 por kilogramo examinado y se realiza para establecer si la semilla sí es apta para sembrarse como semilla de arroz.



Los gastos de fabricación del proceso se incluyen la Tabla 29. En la mano de obra indirecta se incluye el celador y el conductor de la planta de producción, los dos por contratación directa.

Tabla 29. Gastos de fabricación para panorama 0

| Gastos de Fabricación | Descripción | Valor |
|-------------------------------|-------------|--------------|
| Materiales Indirectos | Sacos | 4.554.136,32 |
| | Hilos | 386.928,1 |
| | Carbón | 4.351.218,80 |
| Mano de Obra Indirecta | | 17.208.828 |
| Prestaciones | | 10.020.128,4 |

Fuente: Autores del proyecto.

Dado que la planta de producción sigue operando en la ubicación actual, se continúa pagando arriendo; esto y otros gastos indirectos que se consideran en el proceso se muestran en la Tabla 30. Los gastos administrativos para la operación normal de la empresa se especifican en la Tabla 31. En los sueldos están incluidos el gerente, el subgerente, la auxiliar contable, secretaria y persona encargada de servicios varios, todos tienen contrato laboral.

Tabla 30. Otros gastos indirectos para panorama 0.

| Otros Gastos Indirectos | Descripción | Valor |
|-----------------------------|----------------------|------------|
| Depreciación Fábrica | Vehículos | 545.000 |
| | Báscula | 30.565 |
| Servicios | Agua | 8.351.937 |
| | Luz | 22.266.119 |
| Mantenimiento | | 700.000 |
| Seguros Fábrica | | 1.248.845 |
| Impuestos Fabrica | Industria y Comercio | 3.984.450 |



| | | |
|-------------------------------|------------------|---------------|
| | Fomento arrocero | 2.676.925 |
| Amortización Diferidos | | 11.508.672,16 |
| Otros | Arriendo | 21.600.000 |

Fuente: Autores del proyecto.

Tabla 31. Gastos administrativos para panorama 0.

| Gastos Administrativos | Descripción | Valor |
|-------------------------------|------------------------|--------------|
| Sueldos | | 73.554.600 |
| Prestaciones | | 42.912.360 |
| Depreciaciones | Aire acondicionado | 155.000 |
| | Muebles y Enseres | 202.729 |
| | Equipos de computo | 661.000 |
| | Vehículos | 545.000 |
| | Bodega | 6.044.196 |
| Amortización diferidos | | 5.216.373,44 |
| Servicios | Agua | 928.392,96 |
| | Luz | 2.473.973,28 |
| | Teléfonos-celulares | 5.470.774 |
| Impuestos | Vehículos | 607.236 |
| | Otros | 5.261.158,04 |
| | Bodega | 2.992.000 |
| Otros | Papelería | 1.411.877 |
| | Arriendo | 2.400.000 |
| | Transporte diligencias | 2.169.800 |
| | Gastos legales | 1.159.266 |

Fuente: Autores del proyecto.

Actualmente no se incurre en gastos de venta porque la empresa no comercializa ni distribuye sus productos. Las ventas se realizan a personas encargadas de distribuir y vender a tiendas, plazas o empresas comercializadoras de arroz y en cuanto a semilla, se vende a los agrónomos directamente.



6.2.3.1.3 Presupuesto de ingresos

La empresa tiene ingresos operacionales generados por la venta de arroz y semilla de arroz. Con el incremento anual de la producción se pretende alcanzar la máxima capacidad de la maquinaria con la que se cuenta actualmente, que es de 4.500.000 y 5.400.000 Kg para trilla y semilla respectivamente. Para lograr esta capacidad se debe trabajar 360 días al año procesando 200 bultos en trilla y 240 en semilla.

En la Tabla 32 se muestra el precio y las cantidades vendidas de productos para el año 1.

Tabla 32. Precio y cantidades vendidas de productos en año 1 para panorama 0

| Producto | Precio por Kg | Kg vendidos | Ingreso (\$) |
|-------------------------|---------------|-------------|---------------|
| Semilla de Arroz | 2.320 | 212.562,5 | 493.145.000 |
| Arroz | 984.371 | 682.375 | 671.710.161,1 |

Fuente: Autores del proyecto

El crecimiento de las ventas depende de la cuota de mercado abarcada año a año.

La empresa también presenta ingresos no operacionales obtenidos del arriendo a terceros de la bodega que posee en la ciudad de Bucaramanga, de la cual deberá vender parte como se mostró en la Tabla 26. Ninguno de estos ingresos no operacionales se tiene en cuenta para cálculos de la tasa interna de retorno.

En el Anexo 13 se encuentra la proyección a 10 años para el panorama 0.



6.2.3.2 Escenario 1. Distribución nueva en planta actual - maquinaria nueva

Para el escenario uno la planta sigue operando donde se encuentra actualmente y se realiza reconversión industrial para los procesos de trilla y semilla de arroz. El espacio de la planta de producción se reduce al igual que en el panorama 0. El Anexo 14 muestra la distribución en planta para este escenario.

En este escenario se considera la venta de la bodega que se tiene arrendada a terceros por valor de \$3.500.000.000 para financiar la compra de la nueva maquinaria y demás inversiones necesarias. A continuación se explica cada ítem del flujo de caja que se realiza para este escenario.

6.2.3.2.1 Presupuesto de inversión

Tabla 33. Inversión en construcción y obras civiles año cero para escenario 1

| Construcciones y Obras Civiles | | | |
|--------------------------------|--------------|----------------|----------|
| Tipo de Construcción | Descripción | Valor unitario | Cantidad |
| Construcción tolvas | Mano de Obra | 634.500 | 8 |
| | Cemento | 25.000 | 30 |
| | Arena | 55.000 | 5 |
| Construcción bases | Cemento | 25.000 | 25 |
| | Arena | 55.000 | 2 |

Fuente: Autores del proyecto.

Se compra maquinaria nueva para los dos procesos, tratamiento de semilla y trilla de arroz. Para iniciar operaciones con esta maquinaria la empresa también realiza inversión en construcción y obras civiles para adecuar la planta de producción a



los nuevos equipos y a la mejora del proceso. En las Tablas 33 y 34 se muestra las inversiones en construcciones y obras civiles y, maquinaria y equipo respectivamente. Para instalar y ubicar toda la maquinaria se incurre en gastos de montaje, instalación, pruebas y puesta en marcha; esto se muestra en la Tabla 35 de inversiones diferidas.

Tabla 34. Inversión en maquinaria y equipo para escenario 1

| Maquinaria y Equipo | Valor Unitario | Cantidad |
|------------------------|----------------|----------|
| Molino de arroz | 274.794.933 | 1 |
| Pre-limpiadora | 17.352.860 | 2 |
| Clasificadora | 13.696.364,5 | 2 |
| Envenenadora | 61.628.732,55 | 1 |
| Elevadores | 6.179.743 | 8 |
| Motores | 685.260,9 | 8 |
| Montacargas | 140.000.000 | 2 |

Fuente. Autores del proyecto.

Tabla 35. Inversiones diferidas para escenario 1

| Inversiones Diferidas | | Valor |
|--|---|------------|
| Gastos de Montaje | Alquiler de Tijeras | 720.000 |
| | Alquiler de Montacargas | 1.440.000 |
| | Mano de Obra | 600.000 |
| | Alquiler de Martillo Neumático | 120.000 |
| | Transporte puerto Cartagena-Bucaramanga | 3.880.000 |
| Instalación, capacitación, pruebas y puesta en marcha | Personal técnico Zaccaria | 10.624.200 |
| | Costo de materia prima | 12.304.638 |
| | Salario de empleados | 3.695.067 |
| | Gasto de energía | 1.173.312 |

Fuente: Autores del proyecto.



Para el año cuatro la empresa realiza dos inversiones, la compra de una empacadora con el fin de iniciar la comercialización del arroz de trilla y un computador para la persona encargada del área de ventas. El capital de trabajo es el mismo que el del año cero del panorama 0.

Para obtener el presupuesto y poder realizar todas las inversiones, se genera una disminución en el patrimonio de la empresa por la venta de la bodega y asimismo una pérdida del arriendo que se recibe actualmente por ésta.

6.2.3.2.2 Presupuesto de costos y gastos

El presupuesto varía año a año debido al crecimiento de la producción; para el primer año se produce la cantidad que normalmente la empresa procesa, por tanto el costo de materia prima no varía pero debido a que el proceso y la maquinaria cambió, el costo de mano de obra se disminuye, pues el proceso se automatiza y se necesita menos personal. A partir del año dos, el costo de materia prima y mano de obra aumenta proporcionalmente al aumento de producción. La asistencia técnica por parte del ICA también aumenta según la cantidad de semilla de arroz que se tenga que analizar.

La planta de producción de la empresa continúa operando en el mismo lugar, por lo que se debe seguir pagando arriendo. Los servicios y el mantenimiento varían de acuerdo a la cantidad de producción. En la Tabla 36 se explica cada ítem de los costos de fabricación.

La mano de obra es por contrato laboral. El celador, el encargado de planta y el conductor trabajan todo el año, mientras los operarios sólo se contratan para el período de producción. Durante los tres primeros años laboran 4 operarios y a partir del cuarto año se contrata uno más para el manejo de la empacadora. Los gastos de administración son los mismos del escenario uno.

La empresa durante los primeros tres años no incurre en gastos de ventas. La decisión de empezar a distribuir y comercializar arroz genera gastos a partir del



año tres cuando se contrata una persona que se encargará de las ventas y del mercadeo de la empresa y, en el año cuatro cuando se compra una empacadora para finalmente comenzar a distribuir y comercializar el arroz.

Tabla 36. Costos de fabricación para el año 1 en escenario 1

| Costos de Fabricación | | | Valor |
|--------------------------------|------------------------|----------------------|----------------|
| Costo Directo | Materia Prima | | 532.287.139,47 |
| | Materiales Directos | Veneno | 6.169.881,24 |
| | | Colorante | 5.806.365,42 |
| | Mano de Obra Directa | Encargado Planta | 867.800 |
| | | Operarios (4) | 4.653.000 |
| | Prestaciones | | 8.847.813,3 |
| Asistencia técnica ICA | | 2.550.750 | |
| Gastos de Fabricación | Materiales Indirectos | Hilos | 4.554.136,32 |
| | | Sacos | 386.928,1 |
| | | Carbón | 4.351.218,80 |
| | Mano de obra Indirecta | Conductor | 9.366.408 |
| | | Celador | 7.842.420 |
| | Prestaciones | | 10.020.128,4 |
| Otros gastos indirectos | Depreciación Fábrica | Maquinaria y Equipo | 44.589.188 |
| | | Vehículos | 545.000 |
| | | Báscula | 30.565 |
| | | Construcciones | 341.800 |
| | Servicios | Luz | 8.351.937 |
| | | Agua | 22.266.119 |
| | Mantenimiento | | 350.000 |
| | Seguros fábrica | Terremoto | 1.248.845,13 |
| | Impuestos fábrica | Industria y Comercio | 3.984.450 |
| | | Fomento arrocero | 2.676.925 |
| Amortización de diferidos | | 11.508.672,16 | |
| Otros | Arriendo | 21.600.000 | |



Fuente: Autores del proyecto.

6.2.3.2.3 Presupuesto de ingresos

La empresa sólo tiene ingresos operacionales generados por la venta de arroz de trilla y semilla de arroz, que para el año 1 serán los mismos que en el panorama 0 (ver Tabla 32). La producción se aumenta anualmente hasta copar la capacidad máxima de la maquinaria según las unidades establecidas previamente.

En el Anexo 15 se encuentra la tabla completa de la proyección a 10 años para el escenario 1.

6.2.3.3 Escenario 2. Distribución nueva en planta nueva – maquinaria nueva

Para el escenario dos, la planta se ubica en la finca San Judas Tadeo en el municipio de San Martín, Cesar y se realiza reconversión industrial para los dos procesos de la empresa. El presupuesto para estas inversiones se obtiene de la venta de la bodega arrendada a terceros que se tiene en la ciudad de Bucaramanga avaluada en \$3.500.000.000, generándose una disminución en el patrimonio de la empresa.

Debido a que la planta que se tiene arrendada se entrega, las oficinas administrativas se trasladan al centro de la ciudad de Bucaramanga y se paga un arriendo de \$800.000 mensual. A continuación se explica cada ítem del flujo de caja que se realiza para este escenario.

6.2.3.3.1 Presupuesto de inversión

La empresa invierte los recursos de la venta de la bodega en maquinaria para los dos procesos y en la construcción de la nueva planta de producción (ver Tabla 38). En el Anexo 16 se encuentra la distribución en planta para este escenario.



Para realizar estas dos inversiones se generan otros gastos los cuales se especifican en la Tabla 37.

Tabla 37. Presupuesto de inversiones fijas para escenario 2

| Presupuesto de Inversiones fijas | | | |
|---|--------------------|-----------------------|-----------------|
| | Descripción | Valor unitario | Cantidad |
| Construcciones y obras civiles | | 96.398.534,09 | - |
| Maquinaria y equipo | Molino de arroz | 274.794.933 | 1 |
| | Pre-limpiadora | 17.352.860 | 2 |
| | Clasificadora | 13.696.364,5 | 2 |
| | Envenenadora | 61.628.732,55 | 1 |
| | Elevadores | 6.179.743 | 8 |
| | Motores | 685.260,9 | 8 |
| | Montacargas | 140.000.000 | 2 |
| Equipo de oficina | Computador | 1.249.008 | 1 |
| Muebles y enseres | Sillas mesa | 145.000 | 7 |
| | Escritorio | 275.000 | 1 |
| | Mesa de juntas | 448.000 | 1 |
| | Sillas | 56.000 | 3 |
| | Archivador | 160.000 | 1 |
| | Aire acondicionado | 1.406.000 | 1 |

Fuente. Autores del proyecto.

Tabla 38. Presupuesto de inversiones diferidas para escenario 2

| Inversiones Diferidas | | Valor |
|--|--|--------------|
| Gastos de Montaje | Alquiler Tijeras | 720.000 |
| | Alquiler Montacargas | 1.440.000 |
| | Mano de obra | 300.000 |
| | Transporte puerto Cartagena-San Martín | 3.630.000 |
| Instalación, capacitación, pruebas y puesta en marcha | Personal técnico Zaccaria | 10.624.200 |
| | Costo de materia prima | 12.304.637,5 |
| | Salario de empleados | 3.695.067 |
| | Gasto de energía | 1.173.312 |

Fuente: Autores del proyecto.



Al igual que en el escenario dos la empresa invierte en el año cuatro en una empacadora para iniciar operaciones de distribución y comercialización de su producto (arroz de trilla) y en un computador para la persona encargada de ventas y mercadeo. También se incurre en gastos de montaje de la empacadora por \$1.450.000.

6.2.3.3.2 Presupuesto de costos y gastos

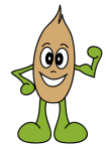
El presupuesto, al igual que en el escenario 1, varía debido al aumento de la producción establecido, pero para este escenario el costo de materia prima no aumenta en la misma proporción dado que se disminuyen los gastos incurridos en transporte (fletes). El costo de mano de obra se disminuye al igual que en el escenario anterior y la mano de obra aumenta proporcionalmente con el incremento de la producción.

La planta de producción va a estar en un terreno propio y no se paga arriendo, pero se incluye la depreciación tanto de la maquinaria nueva como de la construcción de la planta de producción en Depreciación Fábrica. Los servicios y el mantenimiento varían de acuerdo a la cantidad de producción. La decisión de empezar a distribuir y comercializar arroz genera gastos a partir del año 3, contratando una persona para las ventas y el mercadeo de la empresa y, en el año 4 cuando se compra la empacadora.

Los servicios de administración cambian porque la oficina está ubicada en el centro de la ciudad y el arriendo aumenta, se pagan \$800.000 mensuales.

6.2.3.3.3 Presupuesto de ingresos

El presupuesto de ingresos varía de acuerdo al crecimiento anual de la producción. En los tres escenarios se establecen los mismos precios por producto.



En el escenario uno y dos el precio del arroz trillado sube en el año cuatro debido a que se empieza a comercializar directamente por la empresa.

En el Anexo 17 está la tabla completa de la proyección a 10 años para el escenario 2.

6.2.3.4 Comparación de TIR y rentabilidad para los escenarios evaluados.

Para cada escenario evaluado se halla la tasa interna de retorno teniendo en cuenta la inversión realizada en el año cero, los ingresos recibidos en los diez años de la evaluación del proyecto y la recuperación de inversión del mismo.

Para la recuperación de la inversión se tiene en cuenta únicamente aquellos activos fijos que para el año 10 no se han terminado de depreciar, excepto la construcción de la planta en el escenario 2, dado que ésta está construida sobre terreno propio que no será vendido al finalizar el proyecto.

De acuerdo a los valores obtenidos, cada escenario muestra una TIR favorable con la cual la empresa puede implementar el proyecto, teniendo un grado de certeza de que realizar el proyecto en cualquiera de las ubicaciones es viable.

Los resultados de cada escenario se muestran en la Tabla 39.

Tabla 39. TIR de escenarios evaluados

| TIR | | TIR INCREMENTAL | |
|--------------------|--------------------|------------------|------------------|
| Escenario 1 | Escenario 2 | Escenario 1 | Escenario 2 |
| (1.028.945.837,80) | (1.122.359.379,89) | (772.152.562,25) | (865.566.104,34) |
| 418.480.257,07 | 451.811.842,37 | 124.815.429,45 | 158.147.014,75 |
| 1.729.010.239,88 | 1.775.086.412,19 | 1.237.593.582,79 | 1.283.669.755,10 |
| 3.138.772.999,08 | 3.181.300.396,57 | 2.415.242.802,26 | 2.457.770.199,75 |
| 6.498.655.137,58 | 6.580.561.631,91 | 5.468.520.551,97 | 5.550.427.046,30 |
| 8.658.503.578,87 | 8.768.922.616,43 | 7.223.003.740,84 | 7.333.422.778,40 |



| | | | |
|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 10.918.612.304,61 | 11.070.813.442,45 | 8.946.322.116,99 | 9.098.523.254,83 |
| 13.317.570.537,13 | 13.531.969.130,77 | 10.634.367.737,19 | 10.848.766.330,83 |
| 15.845.504.035,85 | 16.154.896.395,84 | 12.221.620.966,87 | 12.531.013.326,85 |
| 18.498.778.426,64 | 18.955.056.088,07 | 13.625.826.130,94 | 14.082.103.792,37 |
| 21.266.513.683,87 | 21.951.042.807,13 | 14.736.009.434,30 | 15.420.538.557,56 |
| 146% | 142% | 141% | 136% |

Fuente: Autores del proyecto

Dado que se están evaluando dos escenarios con ubicaciones diferentes, se podría considerar cada uno como un proyecto diferente y, para estos casos se recomienda hallar también la TIR Incremental, motivo por el que se añade ésta en la Tabla 39. La TIR Incremental consiste en hallar el valor de la TIR únicamente a la diferencia existente entre cada escenario y el panorama 0, tanto en inversiones como en ingresos netos año tras año.

Sumado a la TIR, se hace una comparación de rentabilidades entre los escenarios evaluados y el panorama 0 en el que se considera que la planta sigue trabajando sin ninguna modificación.

Tabla 40. Rentabilidad de escenarios

| Año | Panorama 0 | Escenario 1 | Escenario 2 |
|------------|-------------------|--------------------|--------------------|
| 1 | 0,2521 | 0,3593 | 0,3879 |
| 2 | 0,2542 | 0,5651 | 0,5802 |
| 3 | 0,2560 | 0,6214 | 0,6298 |
| 4 | 0,2575 | 0,7119 | 0,7209 |
| 5 | 0,2589 | 0,7305 | 0,7399 |
| 6 | 0,2603 | 0,7412 | 0,7515 |
| 7 | 0,2616 | 0,7493 | 0,7614 |
| 8 | 0,2627 | 0,7552 | 0,7699 |
| 9 | 0,2640 | 0,7591 | 0,7778 |
| 10 | 0,2651 | 0,7611 | 0,7856 |

Fuente: Autores del proyecto



7. DEFINICIÓN Y APLICACIÓN DE UN MODELO PARA LA LOCALIZACIÓN DE PLANTA

Sabiendo que las decisiones de localización forman parte de un proceso de formulación estratégica de las empresas y que una buena elección de ésta puede contribuir a la realización de objetivos empresariales, mientras que una localización desacertada puede conllevar a un mal desempeño de las operaciones, el gerente de la empresa tomó la decisión de realizar el estudio de la nueva ubicación de la planta de producción.

Se puede decir que las decisiones de localización son poco frecuentes, pues la mayoría de empresas sólo toman esta decisión una vez en su historia, en el momento de su creación; este es el caso para empresas pequeñas de ámbito local. A medida del tiempo las empresas pueden tener problemas ligados a la localización, uno de esos es el de Induagrícola Zulia S.A, la cual en sus 40 años no ha invertido en ninguna mejora para su proceso de producción ni en nuevas tecnologías para automatizar sus operaciones. Debido a esto, el gerente desea realizar la reconversión industrial de los dos procesos de la empresa y por tanto realizar un estudio que le permita reexaminar la localización de la planta, pues su propósito es tener una planta más moderna y en el lugar apropiado.

Para la localización de la planta el gerente propuso dos opciones, la que actualmente existe en la ciudad de Bucaramanga y otra en el municipio de San Martín en la finca San Judas Tadeo, donde se realiza la siembra y cosecha del arroz a procesar.



Se analizarán las dos localizaciones con el fin de averiguar cuál de estas brinda las mejores condiciones para el desarrollo óptimo de la empresa, teniendo en cuenta todos los factores que pueden afectarla, desde el proceso hasta su distribución.

Uno de los métodos para la selección de ubicaciones de empresas es el método del transporte que ayuda a resolver problemas de localización cuando se pretende conectar múltiples instalaciones teniendo en cuenta el factor distancia únicamente. Para el análisis que se pretende realizar con Induagrícola Zulia se necesita revisar cómo los diferentes factores de un sector afectan las operaciones de la empresa.

El método de análisis del punto de equilibrio permite comparar diversas alternativas de localización determinando los costos variables y fijos de cada sitio. Este método arroja el resultado de la ubicación de acuerdo a los rangos definidos por el punto de equilibrio, lo que en este caso no sería correcto establecer porque las cantidades a producir aumentarán año tras año debido a la ampliación de mercado que llevará a cabo la empresa.

El método que permite analizar diferentes factores que afectan una localización es el de los factores ponderados, por tal razón el análisis de ubicación de la planta de producción de Induagrícola Zulia S.A. se realiza con los pasos establecidos por este método.

7.1 MÉTODO DE LOS FACTORES PONDERADOS

De las reuniones realizadas para la discusión de los factores relevantes en el funcionamiento de la planta, se tiene en cuenta el criterio del gerente, subgerente y los autores del proyecto.



7.1.1 Sistema de clasificación por factores

Las ubicaciones que se van a comparar son:

- Planta en Bucaramanga, Santander: Es la ubicación actual de la empresa, la cual esta a 3 km del centro de la ciudad. Este es un sector industrial, a sus alrededores tiene fábricas manufactureras y alimenticias.
- Finca San Judas Tadeo, San Martín Cesar: Lugar donde se realiza la siembra y cosecha de arroz. El sector es rural, su principal actividad económica es la agronomía y la planta de producción quedaría sobre la ruta del sol. La ciudad de Bucaramanga a 135 km de la Finca.

7.1.2 Factores relevantes que afectan la selección de la localización

Los factores que se consideran para el estudio de la ubicación de la planta de Induagrícola Zulia S.A se muestran a continuación:

- Infraestructura vial
- Gasto combustible
- Proximidad de mercados
- Proximidad de proveedores
- Tasa interna de retorno
- Clima
- Disponibilidad de mano de obra
- Gastos en servicios públicos
- Gastos en Impuestos
- Calidad de vida
- Costo de transporte de materia prima
- Proximidad de competencia

Para las dos ubicaciones evaluadas se investigó cada factor, para poder establecer una escala de calificación.



- Vías de acceso:

Bucaramanga: La topografía es en promedio un 15% plana, 30% ondulada y el restante 55% es quebrada, lo cual hace que en épocas de invierno las vías de acceso a la ciudad presenten derrumbes. Por la ciudad estar en una zona de actividad sísmica alta y sobre un bloque hundido entre las fallas de Bucaramanga – Santa Marta, sufre constantemente de fallas geológicas que afectan el estado normal de las vías³².

Figura 16. Relieve ciudad de Bucaramanga



Fuente: Google maps

Finca San Judas Tadeo: La topografía es en promedio un 75% de terreno plano y el 25% zona montañosa. No tiene problemas por actividad sísmica ni fallas geológicas, de sus 905.55 km² solo 5 km² son de extensión urbana³³.

³² Gobernación de Santander. Municipio de Bucaramanga.2012.www.Bucaramanga.gov.co.

³³ Gobernación del Cesar. Municipio de San Martín. 2012. www.sanmartin-cesar.gov.co.



Figura 17. Relieve Municipio de San Martín



Fuente: Google Maps

- Proximidad de mercados³⁴:

Según los resultados del Censo Arrocero realizado por Fedearroz, el consumo de arroz en Colombia no se ha visto afectado por la situación económica ya que el mercado colombiano del arroz presenta una característica especial: entre mas pobre sea la familia mas arroz se consume.

En Colombia la región geográfica que presenta mayores cifras de consumo de arroz es la Costa Caribe, con un consumo per cápita de 70 kilogramos anuales, casi el doble del promedio nacional. Por el contrario, Bogotá es la ciudad donde menos se come arroz, con 27 kilos anuales por persona.

El consumo de arroz también varía de acuerdo al sector, por ejemplo, los habitantes del campo tienen un consumo promedio de 44 kilogramos, es decir, lo preparan todos los días al almuerzo y la comida. Cálculos más antiguos indican que la demanda promedio nacional de arroz, incluido el sector urbano, es de 38 kilogramos per cápita al año.

³⁴ Fedearroz. Consumo de arroz en Colombia. Convenio DANE-Fedearroz. 2011.



Tabla 41. Consumo per cápita de arroz dentro de los hogares, según 13 ciudades y áreas metropolitanas, durante los meses de Septiembre y Diciembre 2011.

| Ciudad | 2011(Lb/sem) | |
|-------------------------|--------------|-----------|
| | Septiembre | Diciembre |
| Montería | 2.2 | 1.9 |
| Barranquilla A.M | 2.0 | 1.9 |
| Cartagena | 1.9 | 1.9 |
| Cali A.M | 1.7 | 1.7 |
| Pasto | 1.9 | 1.7 |
| Pereira A.M | 1.4 | 1.5 |
| Medellín A.M | 1.3 | 1.3 |
| Manizales A.M | 1.2 | 1.3 |
| Ibagué | 1.3 | 1.3 |
| Bogotá D.C | 1.2 | 1.2 |
| Villavicencio | 1.0 | 1.1 |
| Cúcuta A.M | 1.1 | 1.0 |
| Bucaramanga A.M | 0.8 | 0.8 |

Fuente: DANE - Gran Encuesta Integrada de Hogares.

En la Figura 18 se muestra la ubicación del mercado potencial para la empresa y las dos localizaciones evaluadas.

Figura 18. Ubicaciones y mercado de mayor consumo



Fuente: Google maps



- Proximidad de proveedores:

La principal materia prima de la empresa es la semilla de arroz la cual proviene actualmente de la Finca San Judas Tadeo, en el futuro se comprara a otras fincas cercanas a ésta, que es un sector de que se dedica a la siembra de este tipo de cereal. Los demás materiales directos e indirectos como fungicidas, insecticidas, carbón, sacos, hilos etc. se consiguen con facilidad en las tiendas agrícolas de cualquier parte del país.

- Tasa interna de retorno:

La tasa interna de retorno hallada por medio del análisis financiero realizado para cada escenario muestra que para la ubicación de Bucaramanga es de: 146% y para la ubicación de San Martín en la finca San Judas es de: 142%.

- Costo de transporte de materia prima:

El mayor proveedor de la empresa actualmente es la finca san Judas, la cual le provee de todo el arroz que se procesa en la empresa. Los envíos de materia prima se realizan a medida que la finca va cosechando por medio de camiones que cargan 12 toneladas por viaje. En un futuro la empresa va comprar materia prima a otras fincas cercanas que también se dedican a la siembra del cereal.

Figura 19. Ubicación de proveedores de Arroz



Fuente: Google maps



- **Clima:**

Bucaramanga: Según el IDEAM en las partes de menor altitud de la ciudad el clima es cálido seco, en las zonas de mayor altitud el clima es templado seco. La temperatura promedio es de 24°C y la máxima promedio de 28.9°C³⁵.

Finca San Judas Tadeo: El clima es cálido, con temperaturas entre los 25°C y 31°C³⁶.

- **Disponibilidad de mano de obra:**

Bucaramanga: Es una ciudad netamente comercial. Se destacan dentro de su industria la del calzado y la confección. Un sector significativo de la economía bumanguesa es el agropecuario, cuyas principales actividades son la agricultura, ganadería y avicultura, las cuales en su mayoría se llevan a cabo en zonas aledañas de los departamentos de Santander y Cesar, pero su administración y comercialización se desarrollan en la ciudad. Los cultivos más comunes en la zona rural de la ciudad son: la piña, tomate, plátano etc. Según el Censo realizado por el DANE en la zona urbana de la ciudad el 16,5% de los establecimientos se dedican a la industria; el 52,1% se dedican a comercio; el 29,8% se dedican a servicios y el 1,6% se dedican a otra actividad. En cuanto al sector rural de la ciudad, las cifras del DANE mostraron que el 75,9% de las viviendas rurales ocupadas, con las personas presentes el día del censo, tenían actividad agropecuaria³⁷.

Finca San Judas Tadeo: Una de las principales actividades económicas del municipio son las agropecuarias, de las cuales se destacan la agricultura y en menor escala la ganadería. El 70% de la población trabaja en fincas y de los

³⁵ Instituto de Hidrología, Meteorología e Investigaciones Ambientales (IDEAM). 29 de Enero de 2010.

³⁶ Gobernación del Cesar. Municipio de San Martín. 2012. www.sanmartin-cesar.gov.co.

³⁷ Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas DANE. Censo general 2005. Bucaramanga.



cultivos mas comunes en la zona se encuentran: el algodón, el arroz, el maíz etc³⁸.

- Gastos de energía eléctrica:

Bucaramanga: La empresa encargada de la energía eléctrica en la ciudad es la Electrificadora de Santander S.A ESSA, la cual tiene estipulado como costo unitario por kw/hora para el sector industrial de \$366.66³⁹.

Finca San Judas Tadeo: La empresa que distribuye la energía en el municipio de San Martín es Centrales Eléctricas del Norte de Santander CENS. La ubicación que se esta evaluando es en zona rural y la tarifa fija es de \$327,03 por kw/hora⁴⁰.

- Gastos en Impuestos:

Debido que las dos ubicaciones consideradas se encuentran en zonas distintas, rural y urbana, las tarifas fijas que se aplican son diferentes, pues los impuestos varían según esto. Además para el sector urbano dependiendo del uso del suelo puede variar⁴¹.

- Calidad de vida:

Bucaramanga: La ubicación de la empresa es en una zona industrial, donde existen diferentes empresas de varios sectores y personas con un nivel de vida medio que tienen acceso a las oportunidades que le ofrece una ciudad como esta.

Finca San Judas Tadeo: San Martín es un municipio dedicado en su mayoría al campo, no hay zonas industriales, solo existe una empresa que obtiene aceite de palma. La mayor parte de la comunidad que hay en el municipio de San Martín es de escasos recursos.

³⁸ Gobernación del Cesar. Municipio de San Martín. 2012. www.sanmartin-cesar.gov.co.

³⁹ Electrificadora de Santander S.A ESSA. Tarifas. Bucaramanga. 2012.

⁴⁰ Centrales eléctricas del Norte de Santander CENS. Tarifas actuales. 2012.

⁴¹ Normas sobre catastro e impuesto sobre la propiedad raíz. Artículo 4. Ley 44 de 1990.



7.1.3 Establecer escala de calificación de los factores (por ejemplo, 1-10 ó 1-100 puntos)

La escala establecida para la evaluación de factores es de 1 – 100, donde 100 es la mejor calificación y 1 la peor.

- **Infraestructura vial:**

Se trata de evaluar el estado o condición de las vías de acceso a la alternativa de ubicación donde se llevará a cabo el proceso productivo de la empresa.

1: Vías pavimentadas que presentan constantes taponamientos debido a demasiado tráfico y mal estado de las vías.

100: Vías pavimentadas en buenas condiciones debidamente señalizadas y que permiten el flujo de automotores.

- **Proximidad de mercados:**

Se trata de evaluar la cercanía de los clientes actuales y potenciales los productos que ofrece la empresa.

1: No se tiene cerca mercado para ninguno de los dos productos.

100: Se tiene cerca mercado para todos los productos que ofrece la empresa.

- **Proximidad de proveedores:**

Se trata de evaluar la cercanía con los proveedores o las fuentes de abastecimiento de la empresa, con el fin de asegurarse de que la empresa pueda operar normalmente y no incurrir en altos costos de transporte.

1: No tiene en la zona fuentes de abastecimiento de materia prima, materiales directos ni indirectos.

100: Tiene en la zona fuentes de abastecimiento de materiales directos e indirectos.

- **Tasa interna de retorno:**

Se trata de evaluar la ubicación que ofrece que el retorno a la inversión sea en menor tiempo, para poder empezar a percibir utilidades.



1: La TIR es menor de 100%

100: La TIR es mayor de 200%

- Costo de transporte de materia prima:

Evaluar el costo de transporte de materia prima en las alternativas de localización, buscando que éste sea el menor posible.

1: La ubicación No reduce el costo de transporte de materia prima actual.

100: La ubicación reduce en un 100% el costo de transporte de materia prima actual.

- Gasto combustible:

Evalúa el gasto en combustible por parte de la empresa según el precio de este en la zona donde ella se encuentre.

1: El valor del galón de gasolina es mayor a \$9000.

100: El valor del galón de gasolina es menor a \$7000.

- Clima:

Se trata de evaluar las condiciones climáticas para poder mantener producto terminado en la planta de producción por el mayor tiempo posible.

1: La ubicación excede el límite de temperatura de almacenamiento (32°C).

100: La ubicación tiene la temperatura ideal para el almacenamiento del producto (10°C).

- Proximidad de competencia:

Se trata de evaluar el número de empresas que existen en la zona y que pueden afectar las ventas de Induagrícola Zulia S.A.

1: Existen más de 8 empresas arroceras en la ciudad, municipio o alrededores.

100: Existen menos de 2 empresas arroceras en la ciudad, municipio o alrededores.



- Disponibilidad de mano de obra:

Se trata de evaluar el recurso humano disponible que conozca de los procesos de la empresa y pueda trabajar en el momento que se necesite procesar.

1: Menos del 10% de la población total tiene conocimiento de la actividad agrícola.

100: Más del 50% de la población tiene conocimiento de la actividad agrícola.

- Gastos en energía eléctrica:

Se trata de evaluar el precio del kw/hora en cada ubicación.

1: El costo variable unitario por kw es mayor a \$400.

100: El costo variable unitario por kw es menor a \$300.

- Gastos en Impuestos:

Se trata de evaluar el valor pagado de impuestos anualmente por la empresa.

1: El valor a pagar de impuestos es mayor al actual.

100: El valor a pagar de impuestos es menor en un 50% al actual.

- Calidad de vida

Se trata de evaluar el impacto generado a la comunidad por parte de la empresa en la zona donde este ubicada.

1: El nivel de vida de la comunidad no se ve afectado por la empresa dado que el sector es desarrollado.

100: El nivel de vida de la comunidad se afecta positivamente por la empresa dado que el sector es poco desarrollado.

7.1.4 Calificación de factores por la administración para cada localidad

Para la calificación de factores se realiza una encuesta al gerente y subgerente de Induagrícola Zulia S.A, en la cual se les enumera ciertos factores los cuales ellos deben evaluar según la ubicación de la planta y la escala establecida, también se da la opción de agregar otro factor si ellos así lo consideran y evaluarlo; o si alguno no es determinante según su criterio pueden quitarlo. En el Anexo 18 se muestra las encuestas realizadas.



Tabla 42. Calificación de factores

| Factor | Calificación (Escala 1-100) | | | | | |
|--------------------------------|-----------------------------|------|------------|------|----------------------|------|
| | Gerente | | Subgerente | | Autores del proyecto | |
| | San Martín | B/ga | San Martín | B/ga | San Martín | B/ga |
| Vías de acceso | 100 | 50 | 100 | 60 | 83 | 55 |
| Proximidad de mercados | 80 | 40 | 50 | 50 | 85 | 58 |
| Proximidad de proveedores | 70 | 50 | 100 | 50 | 93 | 60 |
| Tasa interna de retorno | 90 | 80 | 60 | 50 | 79 | 85 |
| Costo transporte M.P | 100 | 20 | 100 | 20 | 88 | 20 |
| Gasto Combustible | 100 | 30 | 60 | 40 | X | X |
| Clima | 50 | 50 | 30 | 100 | 38 | 63 |
| Proximidad Competencia | X | X | X | X | X | X |
| Disponibilidad de mano de obra | 60 | 50 | 100 | 20 | 80 | 40 |
| Gastos Energía eléctrica | 80 | 40 | 90 | 40 | 70 | 60 |
| Impuestos | 80 | 40 | 80 | 20 | 65 | 40 |
| Calidad de vida | 50 | 10 | 90 | 80 | 75 | 65 |

Fuente: Autores del proyecto

En la Tabla 42 se encuentran las calificaciones dadas por las personas involucradas en el proceso de localización (Gerente, Subgerente y autores del proyecto). Los factores proximidad de la competencia y gasto en combustible en la encuesta no se consideraron relevantes para el análisis por tal razón tienen una X. En el factor Tasa interna de retorno, a pesar que tiene un mayor valor Bucaramanga, el Gerente y Subgerente dieron mayor calificación en la ubicación de San Martín dado que consideran que el valor da menor por las construcciones necesarias, y de no ser por esa inversión el retorno de la inversión se daría más rápido para ese escenario.



7.1.4.1 Criterio 1. Gerente Induagrícola Zulia S.A.

De la mano con el Sr. Nicolás Díaz se determinó que un factor importante sería el costo de transporte de materia prima, el cual puede variar considerablemente dependiendo de la ubicación. Este factor está ligado directamente con la cercanía del proveedor, porque así el costo sería menor y la seguridad de tener la materia prima en el momento preciso sin ningún inconveniente por problemas en la vía es mayor.

Por otro lado, el valor de los impuestos y los servicios públicos también los considera factores relevantes, debido a que éstos varían según la ubicación (sector rural o industrial).

Otro factor importante es la localización de los mercados actuales y potenciales de la empresa (clientes); él considera vital poder abastecer a los clientes en el menor tiempo posible y anticiparse a cualquier variación en la demanda o servicio que requieran.

También se habló con el gerente de incluir un factor que permita analizar financieramente la diferencia entre las ubicaciones planteadas. Debido a que el dinero necesario para invertir en maquinaria no proviene de una entidad financiera y que la inversión total se cubriría con los ingresos generados por la venta de la bodega, para él la TIR no es un factor relevante en el análisis de los factores para determinar la ubicación. Más que conocer la tasa interna de retorno, mostró interés por encontrar notables diferencias en capacidad utilizada de la planta y por ende los ingresos.

7.1.4.2 Criterio 2. Subgerente Induagrícola Zulia S.A.

Se aprecia especial preocupación por los gastos que se generan tanto para la empresa como para los clientes por concepto de transporte; esto debido a que en los últimos años se ha presentado constantes dificultades por la infraestructura vial. Los gastos extras en que incurre la empresa se generan transportando la



materia prima hasta la planta, que por las fallas que ha presentado la vía principal, se ha tenido que realizar por vías alternas cuyo trayecto es más largo. El mismo inconveniente han enfrentado los clientes, quienes han tenido que pagar un mayor precio por su producto porque ellos asumen el costo del transporte desde la planta al destino final. Esta situación es considerada como una amenaza para la empresa porque en cualquier momento los clientes pueden prescindir de los productos de la empresa.

A pesar de todo esto, no sólo se debe tener en cuenta el mercado sino también las condiciones climáticas que ofrecen las posibles ubicaciones, dado que éstas afectan directamente la calidad del producto. Si se presenta la necesidad de almacenar producto terminado y se está ubicado en una zona muy cálida, el producto debe ser transportado al páramo de Berlín, que es donde actualmente almacenan, o considerarse la posibilidad de adquirir cuartos fríos de almacenamiento.

En cuanto a impuestos y servicios públicos no ve una diferencia muy marcada a pesar de tratarse de sectores diferentes (rural – urbano). Por tanto, él cree que este factor no afecta en gran medida el análisis para la ubicación de la planta.

7.1.4.3 Criterio 3. Ente externo – Autores del proyecto

Actualmente la empresa está situada en una zona donde existe competencia para uno de sus productos. Analizando la influencia de la competencia sobre el nivel de ingresos de una empresa, éstos son inversamente proporcionales, dado que a mayor competencia los ingresos que se perciben son menores porque hay más oferta del mismo producto en el mercado, y viceversa.

Se considera como factor de vital importancia tener tanto a clientes como proveedores cerca para asegurar un proceso productivo fluido y ventas rápidas.



La mano de obra disponible con conocimiento de los procesos que maneja la empresa en cualquier momento del año es un factor significativo debido a la estacionalidad de las operaciones.

Dado que la empresa incurriría en una inversión inicial, se debe realizar el análisis que determina el período de recuperación de ésta. Por medio de la TIR se puede examinar cuál de las ubicaciones brinda un retorno de la inversión en menor tiempo. Teniendo en cuenta que las inversiones realizadas varían de un escenario a otro, no se considera determinante este único criterio como factor, por lo que se cree conveniente analizarla junto con otros criterios como el de mínimo costo y mayor ingreso.

La infraestructura vial es indispensable contemplarla para los arribos de materia prima y envíos de producto terminado a los clientes.

Se concluye que Induagrícola Zulia tiene en cuenta que la meta de una decisión de localización es lograr un equilibrio adecuado entre tres objetivos relacionados:

- Los costos variables con el espacio de la operación, es decir, el cambio de acuerdo a la localización geográfica.
- El nivel de servicio que la operación puede proporcionar a sus clientes,
- El rendimiento económico de la operación.

Mencionado lo anterior, se encuentran como factores diferenciadores para la selección de la ubicación: el **gasto de energía eléctrica e impuestos**, dado que las ubicaciones que se consideran están en regiones geográficas diferentes, una es de tipo rural (San Martín) y la otra urbana (Bucaramanga), se presentan variaciones. El costo por el consumo de agua no se considera porque en la ubicación de San Martín ese servicio no es proveído por alguna entidad sino por ellos mismos, por medio de pozos y represas con las que cuentan. Otra diferencia que se presenta entre las regiones es el **clima**, que indirectamente afecta los costos de operación por ser necesario un transporte para el adecuado



almacenamiento del producto terminado y las posibilidades de conservación en caso que dicho traslado no sea inmediato. La **calidad de vida** de la comunidad se ve influenciada por la empresa, pues dependiendo del nivel de desarrollo del lugar el entorno se puede afectar positivamente.

Para que la operación de la empresa proporcione un buen servicio a sus clientes, se debe tener en cuenta la **infraestructura vial** de la zona, para que no se dificulte tanto las entregas a los clientes como el transporte de la materia prima a la planta de producción. El estado de esta infraestructura vial afecta directamente el **costo de transporte de materia prima**, pues en caso de que la vía principal no tenga las condiciones necesarias se tendría que transportar por vías alternas que generarían un mayor costo.

Los **proveedores** también juegan un papel importante para brindar un buen servicio a los clientes, dado que se debe contar con la cantidad y calidad de materia prima y materiales (directos e indirectos) en el momento necesario para una correcta operación. La **proximidad con el mercado** es necesaria para buscar la minimización de costos de la empresa y del cliente, actuar de forma inmediata ante cualquier aumento de la demanda y cumplir en un menor tiempo a sus pedidos.

Si se quiere obtener un rendimiento potencial de la operación, se debe considerar la disponibilidad de **mano de obra**. Este factor ha perdido peso en entornos productivos tecnológicamente desarrollados, y a pesar que Induagrícola Zulia pretende realizar una reconversión industrial, éste sigue siendo un factor de vital importancia dado que aún se manejan algunos procesos manuales y se requiere de personal en el momento en que el trabajo sea intensivo.

Dado que se requieren diversas inversiones en construcciones, maquinaria y equipo, se debe tomar en cuenta la tasa interna de retorno, **TIR**, para evaluar cada



escenario y saber si a lo largo del proyecto se recuperan y se justifican dichas inversiones generando las utilidades esperadas por las directivas.

Los factores **gasto en combustible** y **proximidad a la competencia** no se consideran para el análisis de los factores porque no son significativamente concluyentes para la ubicación de la planta de producción. En cuanto a competencia para las dos ubicaciones se tiene igual número de competidores y el gasto en combustible se considera que esta incluido en el costo de transporte de materia prima por tanto ya se estaría evaluando.

Tabla 43. Promedio calificación de factores

| Factor | Calificación (Escala 1-100) | |
|--------------------------------|-----------------------------|-------------|
| | San Martín | Bucaramanga |
| Vías de acceso | 94 | 55 |
| Proximidad de mercados | 72 | 49 |
| Proximidad de proveedores | 88 | 53 |
| Tasa interna de retorno | 76 | 72 |
| Costo transporte M.P | 96 | 20 |
| Clima | 39 | 71 |
| Disponibilidad de mano de obra | 80 | 37 |
| Gastos Energía eléctrica | 80 | 47 |
| Impuestos | 75 | 33 |
| Calidad de vida | 72 | 52 |

Fuente: Autores del proyecto

En la Tabla 43 se observan los factores con sus respectivas calificaciones para cada ubicación según el promedio obtenido de las calificaciones dadas en la Tabla 42.



7.1.5 Ponderación de factores

Después de escogidos todos los factores que se van a evaluar para determinar la mejor ubicación, se hizo una reunión con el gerente y subgerente de Induagrícola Zulia S.A para establecer el peso según la importancia de cada factor sobre la ubicación, el valor fue dado según la experiencia de ellos.

Tabla 44. Ponderación de factores

| Factor | Ponderación |
|--------------------------------|-------------|
| Vías de acceso | 0,10 |
| Proximidad de mercados | 0,15 |
| Proximidad de proveedores | 0,15 |
| Tasa interna de retorno | 0,05 |
| Costo transporte M.P | 0,20 |
| Clima | 0,05 |
| Disponibilidad de mano de obra | 0,12 |
| Gastos Energía eléctrica | 0,09 |
| Impuestos | 0,05 |
| Calidad de vida | 0,04 |

Fuente: Autores del proyecto

7.1.6 Multiplicación de ponderaciones por la calificación

Al realizar las operaciones correspondientes para calcular la calificación global de cada posible ubicación, se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 45. Puntaje total de ubicaciones

| Bucaramanga | Finca San Judas Tadeo |
|-------------|-----------------------|
| 44.35 | 81.78 |

Fuente: Autores del proyecto



7.1.7 Recomendación según calificaciones

Según los resultados obtenidos a partir de la calificación de factores para cada localización, la mejor opción para ubicar la planta de Induagrícola Zulia S.A. es en el municipio de San Martín, Cesar. En esta ubicación se cuenta con mejores opciones de acceso a mercados porque se encuentra en la misma zona de los clientes actuales y más cerca al mercado potencial.

Las vías que comunican a San Martín con las regiones de las que provienen la materia prima y los materiales directos e indirectos se encuentran en mejor estado que las vías utilizadas actualmente. Esto permite minimizar costos de producción para la empresa no solo por el estado de las vías sino por la cercanía de los proveedores y, al mismo tiempo, a los clientes se les disminuye el precio del producto ya que incurren en menos gastos en transporte de producto a su destino final.

La disponibilidad de mano de obra beneficia a la ubicación seleccionada debido a que es una zona dedicada por años al sector agrícola y a actividades desarrolladas por la empresa, por tanto, las personas tienen mayor conocimiento sobre el proceso y existe mayor número de personas disponibles para realizar este tipo de trabajo.

Debido a que las ubicaciones están en zonas diferentes, los costos fijos generados por servicios públicos e impuestos beneficiarían a la empresa al estar en un sector rural y sus costos de fabricación serían menores, por tanto obtendría un mayor margen de utilidad.



8. CARACTERIZACIÓN DE VARIABLES DEL PROCESO EN LENGUAJE FORMAL (SIMULACIÓN)

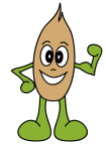
8.1 FLEXSIM

La simulación del proceso productivo de la empresa Induagrícola Zulia S.A se realiza con el simulador Flexsim, que es una de las herramientas más poderosas para modelar, analizar, visualizar y mejorar cualquier proceso imaginable desde manufactura hasta cadena de abastecimiento.

Dentro de los objetos que se manejan en Flexsim están⁴²:

- Queue: (Cola) Actúa como un buffer o un área de almacenamiento. El Queue puede representar una fila de personas esperando, una fila de procesos que esperan ser procesados por una computadora, un área de almacenamiento en el piso de una fábrica etc.
- Processor: Es usado para simular el procesamiento de “flowitems” en un modelo. El proceso es modelado simplemente como un retraso de tiempo forzado. El tiempo total está dividido entre un tiempo de setup y un tiempo de proceso. El “Processor” puede procesar más de un “flowitem”, a la vez.
- Source: (Fuente) Es usada para crear los “flowitems” (entidades) que viajan a través del modelo. Cada “Source” crea una clase de “flowitem” y les puede asignar propiedades tales como un tipo de ítem o color.
- Sink: Es usado para destruir los “flowitems” que salen del modelo. Una vez que un “flowitem” llega al “Sink”, éste no se puede recuperar.
- Dispatcher: Es usado para controlar un grupo de transportes u operadores. Las peticiones por trabajo son enviadas al “dispatcher” desde un objeto y el

⁴² TOUCET Jorge. Titular del simulador Flexsim. México, Guadalajara. Pág. 83



- “dispatcher” los delega a los transportes u operadores que está controlando. La tarea será realizada por el transporte u operador que finalmente recibe la solicitud.
- Splinepoints: Son utilizados para definir una red de caminos.
- Networknodes: Son usados para especificar la dirección o el sentido del camino.
- Rack: Son utilizados como unidades de almacenamiento.
- Operator: Se usan para transportar los flowitems.
- Transporter: Es utilizado principalmente para llevar “flowitems” desde un objeto a otro. Puede personalizarse para llevar múltiples “flowitems”. Un único transporte puede recibir múltiples solicitudes por tareas o trabajos (tal como transportar un “flowitem”) de varios objetos localizados en el modelo.
- Visualtool: Son utilizados para darle una apariencia mas realista al modelo

Otros términos que se manejan en Flexsim son⁴³:

- Flowitems: Son las entidades que se mueven a través del modelo. Los flowitems pueden representar productos, partes, tarimas, ensambles, papeles, contenedores, llamadas telefónicas o cualquier cosa que se mueva a lo largo del proceso que se está simulando.
- Itemtype: Es una etiqueta que tienen todos los flowitems o productos y puede representar cualquier valor numérico como por ejemplo el código de barras, el tipo de producto o un número de parte. Flexsim está preparado para utilizar el itemtype como una referencia para decidir la ruta o el destino al cual deben de mandarse los flowitems.
- Ports: Cada objeto de Flexsim tiene un número ilimitado de puertos llamados ports a través de los cuales se comunican con otros objetos. Existen 3 tipos de puertos: puertos de entrada (input ports), puertos de salida (output ports) y puertos centrales (central ports).

⁴³ Ibid



8.1.1 Objetivo de la simulación

Analizar, verificar y, en su caso, corregir hipótesis planteadas por los directivos de la empresa sin incurrir en gastos de inversión.

8.2 MODELOS DE SIMULACIÓN

Debido a las diferentes ventajas que proporciona FLEXSIM como herramienta de simulación, INDUAGRICOLA ZULIA S.A considera importante utilizarla, dado que ayuda a visualizar el proceso productivo, analizar estadísticas y en un futuro a tomar decisiones que se realicen del proceso de semilla y trilla de arroz.

Se realizan dos simulaciones, una mostrando el proceso productivo actual y otra con la maquinaria nueva que automatiza el proceso de los dos productos de la empresa.

8.2.1 Modelo de simulación del proceso productivo actual – Modelo 1

El modelo de simulación actual es muy importante, debido que a partir de éste se analizan las mejoras y cambios realizados con la nueva maquinaria y así poder establecer las diferencias de la forma como opera cada modelo. En el Anexo 19 se encuentra el modelo simulado por medio del software Flexsim.

Para este modelo se tomaron los datos de tiempo en los procesos manuales, realizados por los operarios, y el tiempo que demoran las maquinas procesando está establecido por la experiencia del encargado de planta. Después de tener los tiempos tomados se realizan pruebas de bondad de ajuste de los datos de entrada en la aplicación que tiene el simulador.

El modelo de simulación se realiza sobre el plano y con la distribución en planta que se tiene actualmente. El proceso inicia con la llegada de la materia prima en bultos de 62.5 kilogramos, la cual es transportada manualmente por los operarios a los silos y posteriormente al molino o la pre-limpia del proceso de semilla.



Los elementos utilizados en este modelo se muestran en el Anexo 20 y la descripción del proceso en el Anexo 21. A continuación se describen cada uno de los elementos utilizados en el modelo de simulación:

Llegadas: Aquí se define la cantidad y el tiempo de llegadas de los camiones con la materia prima (Arroz de trilla y Semilla de arroz), también se asigna un transporter para llevar el producto a la siguiente estación, en este caso el transportador es un camión. En el Anexo 22 se muestra el calendario de llegadas para los dos productos.

Operaciones o estaciones: Se utilizan 9 processor para el proceso de trilla, Silo Trilla1, Silo Trilla2 y Silo Trilla3 que son los encargados de simular el proceso de secamiento. La Tolva Trilla, Pre-limpia, Descascaradora, Separadora, Polichado y Pulida y Clasificadora Trilla realizan los procesos del molino de trilla. En el processor de Clasificadora Trilla se establece una merma del 40%, este es el total de mermas que se generan a lo largo del proceso.

Para el proceso de semilla se utilizan 10 processor, Silo Semilla1, Silo Semilla2 y Silo Semilla3 que se encargan del proceso de secamiento de la semilla de arroz. La Tolva Semilla, Pre-limpia Semilla, Clasificadora Semilla1, Clasificadora Semilla2, Clasificadora Semilla3, Clasificadora Semilla4 y Envenenadora realizan el proceso completo del tratamiento de semilla. En el processor de Pre-limpia hay una merma del 11%, el cual es un desperdicio. De cada Clasificadora Semilla se establece una salida de segunda del 0.5% que pasa a la cola WIP Silos Trilla, para luego ser transportado al molino de arroz.

En el Anexo 23 se observa cada una de las estaciones, las cuales hacen parte del modelo. Estas estaciones son ubicadas sobre el plano actual de la empresa y tiene un total de 19 estaciones.

En el Anexo 24 se describe cada estación con sus especificaciones de trabajo.



Colas: En el modelo se utilizan 18 colas para simular operaciones de descargue, almacenamiento temporal de producto y salidas del producto de la planta de producción. De las 19 colas, 6 (WIP Silo Trilla1, WIP Silo Trilla2, WIP Silo Trilla3, WIP Semilla1, WIP Semilla2, WIP Semilla3) no necesitan activar la opción de transporte porque de allí pasan directamente a los processor de Silos de Secamiento, las demás sí requieren de un operario que lleve el producto a la siguiente estación.

Almacenes: Se utilizan para el almacenamiento del producto terminado mientras se realiza el despacho a los clientes y para almacenar la semilla mientras el ICA determina si la semilla es o no apta.

Transporter

- **Operarios:** Para modelar los desplazamientos se utilizaron 12 operarios. Éstos son necesarios en este modelo debido a que el transporte entre las estaciones y almacenamientos a lo largo del proceso es realizado por ellos.
- **Camión:** Se utiliza para la llegada de la materia prima de cada proceso a la planta de producción.

Flowitems: Hay dos tipos de flowitems, el Arroz de Trilla y el Arroz de Semilla.

Redes: Se crearon redes de transporte (Networknodes – nodos) para el transporte de los diferentes productos (Flowitems) entre las diferentes estaciones y colas que requieren de operarios.

Dispatcher: Se utilizan 6 para administrar las tareas ejecutadas por los 12 operarios de la planta de producción.

Atributos: Son utilizados para dar una característica al objeto y para hacerle seguimiento y control a través de la simulación.



Todos los objetos tienen unos atributos o características propias como dimensiones, color del objeto y el ítemtype, este último es usado para identificar y controlar el flujo en la simulación.

En el source Llegada Trilla y Llegada Semilla se establecen atributos para que los camiones lleguen y descarguen los bultos a un determinado silo. También se establece el número de lotes, que es el número de camiones que llegan con materia prima. La empresa procesa dos tipos de productos, por tanto se establecen dos tipos de Itemtype. Ver Anexo 25.

Para identificar la llegada de los camiones se asignan colores diferentes a los bultos que cada uno trae y en la Clasificadora semilla se establece un color diferente para los bultos que deben ser llevados a la cola de WIP Silos Trilla como segunda.

Para especificar el tiempo de latencia y dar salida de las entidades al siguiente proceso se utilizó el atributo llamado Tiempo Latencia.

8.2.2 Modelo de simulación del proceso productivo con la nueva distribución y maquinaria – Modelo 2

El proceso productivo con la nueva maquinaria disminuye la manipulación del producto y la cantidad de mano de obra; y aumenta la capacidad de la planta de producción. En el Anexo 19 se encuentra el modelo simulado por medio del software Flexsim.

Por medio de esta simulación se pretende mostrar a los directivos de la empresa el comportamiento y la capacidad de la nueva maquinaria. El plano y la distribución en planta escogido para simular el proceso es el de la ubicación que dio la evaluación de factores, en el municipio de San Martín, Cesar en la finca San Judas Tadeo. El proceso inicia con la llegada de la materia prima a granel, la cual es vertida en la tolva de recibo de la pre-limpia para luego por medio de unos



elevadores ser llevada a los silos de secamiento y de allí nuevamente con elevadores al molino de arroz o la clasificadora para el tratamiento de semilla.

Los tiempos que se manejan para este modelo se obtienen de las especificaciones de la maquinaria suministradas por el proveedor. El tiempo normal de llenado del silo es de tres días antes de que este pueda iniciar su proceso de secamiento, pero por cuestiones de simulación se determino que el llenado se realizar en un solo día. Lo mismo se hizo para el descargue y procesamiento de del producto en el molino y para el tratamiento de la semilla, normalmente se realiza en tres días, pero para la simulación se hace en un solo día.

Los elementos utilizados en este modelo se muestran en el Anexo 26 y en el 27 la descripción del proceso. A continuación se describen cada uno de los elementos utilizados en el modelo de simulación:

Llegadas: Se define la cantidad y el tiempo de llegadas de la materia prima. Se asigna un transporter para llevar el producto a la siguiente estación, en este caso, un camión. Se establecieron tres llegadas al día de camiones en cada proceso con 242 unidades de producto. En el Anexo 28 se muestra el calendario de llegadas de los productos.

Operaciones o estaciones: Se utilizan 18 processor para el proceso de trilla. Se comienza con Tolva Trilla1 y Pre-limpia Trilla para que Silo Trilla1, Silo Trilla2 y Silo Trilla3 que son los encargados de simular el proceso de secamiento del arroz, procesen un arroz con menos mugre. La Tolva Trilla2, Limpieza, el Conjunto de arroz integral, Polichado y pulida, la Zaranda, Clasificadora Trilla y la Empaquetadora realizan los procesos del molino de trilla.

Para el proceso de semilla se utilizan 10 processor, comenzando por Tolva Semilla 1 y Pre-limpia Semilla. Siguen los Silo Semilla1, Silo Semilla2 y Silo Semilla3 que se encargan del proceso de secamiento de la semilla de arroz. La



Tolva Semilla2, Clasificadora Semilla, Tolva Semilla3 y Envenenadoras (2) realizan el proceso completo del tratamiento de semilla.

En el Anexo 29 se observa cada una de las estaciones, las cuales hacen parte del modelo. Estas estaciones están ubicadas sobre el plano actual de la empresa y tiene un total de 22 estaciones.

Colas: En el modelo se utilizan 16 colas para simular el almacenamiento temporal de producto y salidas del producto de la planta de producción. De las 12 colas, 6 (WIP Silo Trilla1, WIP Silo Trilla2, WIP Silo Trilla3, WIP Silo Semilla1, WIP Silo Semilla2, WIP Silo Semilla3) no necesitan utilizar transporte para pasar a la siguiente estación, ya que son un almacenamiento temporal mientras el silo llega a su máxima capacidad. Las demás sí requieren de un transporter que lleve el producto a la siguiente estación dado que se encuentran retiradas la una de la otra.

Almacenes: Se utilizan 3. Dos para el almacenamiento del producto terminado en cada uno de los procesos y el tercero para almacenar la semilla mientras el ICA determina si la semilla es o no apta.

Transporter:

- **Operarios:** Se utiliza 1 operario para transportar las unidades de producto de la cola llamada Wip Clasificadora Trilla al processor llamado Empaquetadora.
- **Montacargas:** Se utilizan dos, uno para llevar de la cola llamada Wip bultos por 50 al rack Almacen pt trilla y el otro lleva de la cola llamada Wip Clasificadora Semilla al Rack llamado espera tiempo latencia y de ese mismo Rack lleva un 2% al Conveyor segunda y el 98% restante a la cola Tolva Envenenadora, luego lleva del Wip Envenenadora al Rack llamado Almacen Pt semilla.
- **Camión:** Llegan dos con la materia prima para cada proceso.



- **Conveyor:** En el modelo se utilizan los conveyor en representación de los elevadores de cangilones que se encargan de transportar el arroz entre las diferentes estaciones.

Flowitems: Al igual que el modelo 1 hay dos tipos de flowitems, el arroz de trilla y el arroz de semilla.

Redes: Se crearon redes de transporte (Networknodes – nodos) para el transporte del producto en proceso y producto terminado de trilla a los rack de almacenamiento. Por medio de estas redes se mueve un montacargas y un operario.

Atributos: Para este modelo se utilizan los mismos atributos que para el modelo 1. En el Anexo 30 se muestran los atributos asignados por el usuario (Camión, silo, y cantidad) y un atributo interno (Itemtype).

8.3 RESULTADOS

Con el fin de mostrar un paralelo entre los dos modelos se evalúan las mismas variables.

- Producto terminado de trilla
- Producto terminado de semilla
- Tiempo en el sistema de trilla
- Tiempo en el sistema de semilla
- Tiempo promedio en sistema de trilla
- Tiempo promedio en sistema de semilla

Para establecer diferencias entre los dos modelos se corrió cada uno durante 10 días, los resultados obtenidos de cada uno se presentan en el Anexo 31.

De estos resultados se puede concluir que:



- Dado que la maquinaria del modelo 2 tiene mayor capacidad que la actual, éste tendría 20.637,5 Kg de arroz de trilla y 67.525 Kg de semilla de arroz procesada por encima del modelo actual al concluir el día 10.
- Se evidencia una variación en la mano de obra entre los dos modelos ya que pasa de utilizarse 12 a 3 operarios, donde 2 de éstos están encargados del almacenamiento del producto por medio de montacargas, lo que representa una reducción del 75% en mano de obra.
- Con el modelo 1, se obtienen 51.062,5 Kg de trilla de arroz con un tiempo promedio en el sistema de 3107,01 minutos y 25.625 Kg de semilla de arroz con un tiempo promedio de 3297,79 minutos. En el modelo 2, se tienen 71.700 Kg de trilla de arroz con un tiempo promedio en el sistema de 2003,41 minutos y 93.150 Kg de semilla de arroz con un tiempo promedio en el sistema de 2931,64. Dado esto, se puede concluir que para el proceso de trilla, la producción aumenta del modelo 1 al 2 en un 217% y para el proceso de semilla en un 409%, debido a que la capacidad de la maquinaria del modelo 2 es mayor; al sistema sólo ingresa la materia prima lista para ser procesada, es decir, sin mugre o material inservible, pues al inicio del proceso esto es eliminado por la pre-limpia; también influye la disminución en tiempos de transporte y los tiempos reducidos del empaque y desempaque del producto.
- Al utilizar elevadores (conveyors), en el modelo 2 se aprecia una disminución de 42% en el transporte manual que era realizado anteriormente por los operarios. Con esto se consigue que las operaciones inicien más rápido por tener la materia prima lista para ingresar a procesamiento en un menor tiempo.



9. CONCLUSIONES

- La empresa actualmente está desperdiciando espacio e incurriendo en costos de oportunidad por tener un espacio de operación sobredimensionado.
- El valor de la TIR varía considerablemente de un escenario a otro dadas las inversiones realizadas, y analizarla como único factor financiero no sería objetivo. Por tanto, se evalúan los ingresos recibidos en los dos últimos escenarios, los cuales aumentan cuantiosamente respecto al primero por la disminución en los costos operacionales que se da debido a la automatización de la planta. Por tal razón la mejor alternativa de ubicación es en el municipio de San Martín Cesar.
- Por medio del análisis financiero se puede establecer que la reconversión industrial permite que la empresa aumente sus ingresos en un 350% a comparación con el panorama cero que es con la maquinaria actual. Esta relación se hace en el último año del proyecto donde los equipos considerados alcanzan su máxima capacidad y el precio del arroz aumenta (esc. 1 y 2) debido a que la comercialización realizada por la empresa es directa.
- Para la propuesta de distribución en planta se disminuyeron hasta en un 77% los espacios recorridos en transporte de materia prima y producto en proceso con el fin de aprovechar el área de la planta. Esto se logró rediseñando el sistema productivo y automatizando el manejo de materiales.



- Al implementar la automatización para el transporte del producto durante su proceso, se evidencia una reducción en costos por mano de obra del 71% y disminución de los riesgos de salud ocupacional de un 90% para los operarios.
- La producción útil de Induagrícola Zulia S.A. aumenta un 143% al utilizar nueva tecnología y alcanzar un flujo del proceso continuo, disminuyendo desperdicios, demoras o reproceso y apoyado en una mejor utilización de los recursos disponibles actuales.
- Al analizar los dos modelos de simulación, la empresa verificó los desperdicios que tiene en cuanto a espacio y consumo de mano de obra; también el manejo excesivo de material. Se evidenció que al cambiar la pre-limpia de ubicación, la capacidad del sistema productivo se aprovecha un 11% más, el cual antes era utilizado para procesar material inservible y ahora para la obtención del producto final de cada proceso.



10.RECOMENDACIONES

- Antes de iniciar el proceso productivo con la maquinaria nueva, se debe realizar capacitaciones a todos los empleados involucrados con el proceso productivo para que conozcan la nueva forma de operar de la empresa.
- Realizar demarcación de espacios para cada área de trabajo.
- La empresa deberá prepararse para brindar un mejor servicio al cliente y preocuparse por la búsqueda continua de nuevos mercados y clientes que le permitan tener volúmenes de ventas constantes y/o incrementales.
- Induagrícola Zulia S.A. deberá revisar continuamente sus procesos productivos con relación al sector, con el fin de permanecer a la vanguardia del mercado, e impedir que en un futuro sus procesos se vuelvan obsoletos.



11. BIBLIOGRAFÍA

ARNAU, Josep. Bondades y beneficios del arroz. Federación Nacional de Arroceros FEDEARROZ. 2011.

CHASE Richard B., JACOBS F. Robert, AQUILANO Nichikas J. Administración de la producción y operaciones para una ventaja competitiva. Decima edición. México, Mc Graw Hill 2005. P 207-208, 719-724.

GARAVITO, Edwin Alberto. Diseño de sistemas productivos. Universidad Industrial de Santander UIS. 2011.

GONZALEZ, Joaquín. DOUGLAS, Johnson. Producción y beneficio de Semilla Certificada de Arroz. Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT. Segunda edición. 1981. 30 p.

JARAMILLO, Alberto. ¿Reconversión industrial o reconversión empresarial? Universidad EAFIT. 1993.

MENDÍA. Natalia, SALVATIERRA. Martina, HERNÁNDEZ. Anahí, CARBALLO. Arcelia, ROBLES. Angélica, GUTIÉRREZ. Erika, CASTRO. Johanna. Localización y distribución de la planta. Administración para la producción. Instituto Tecnológico de la Paz. 68 p.

MIRANDA, Juan José. Gestión de proyectos. Identificación, formulación, evaluación financiera-económica-social-ambiental. Cuarta edición. 523 p.

SANABRIA, Ana Luisa. La importancia de la distribución en planta de la industria del poliestireno expandido en Guatemala. Trabajo de grado de especialización. Guatemala. Universidad Francisco Marroquín. 2004. 105 p.

TOUCET, Jorge. Tutorial del Simulador Flexsim. México. 83 p.

VALLHONRAT BOU, Josep María. COROMINAS, Albert. Localización, distribución en planta y manutención. Editorial Marcombo. 1991. 164 p.

www.Gestiopolis.com. MARTINEZ Juan Ramón, ORLANDO Benjamín. Distribución de plantas.



12. ANEXOS

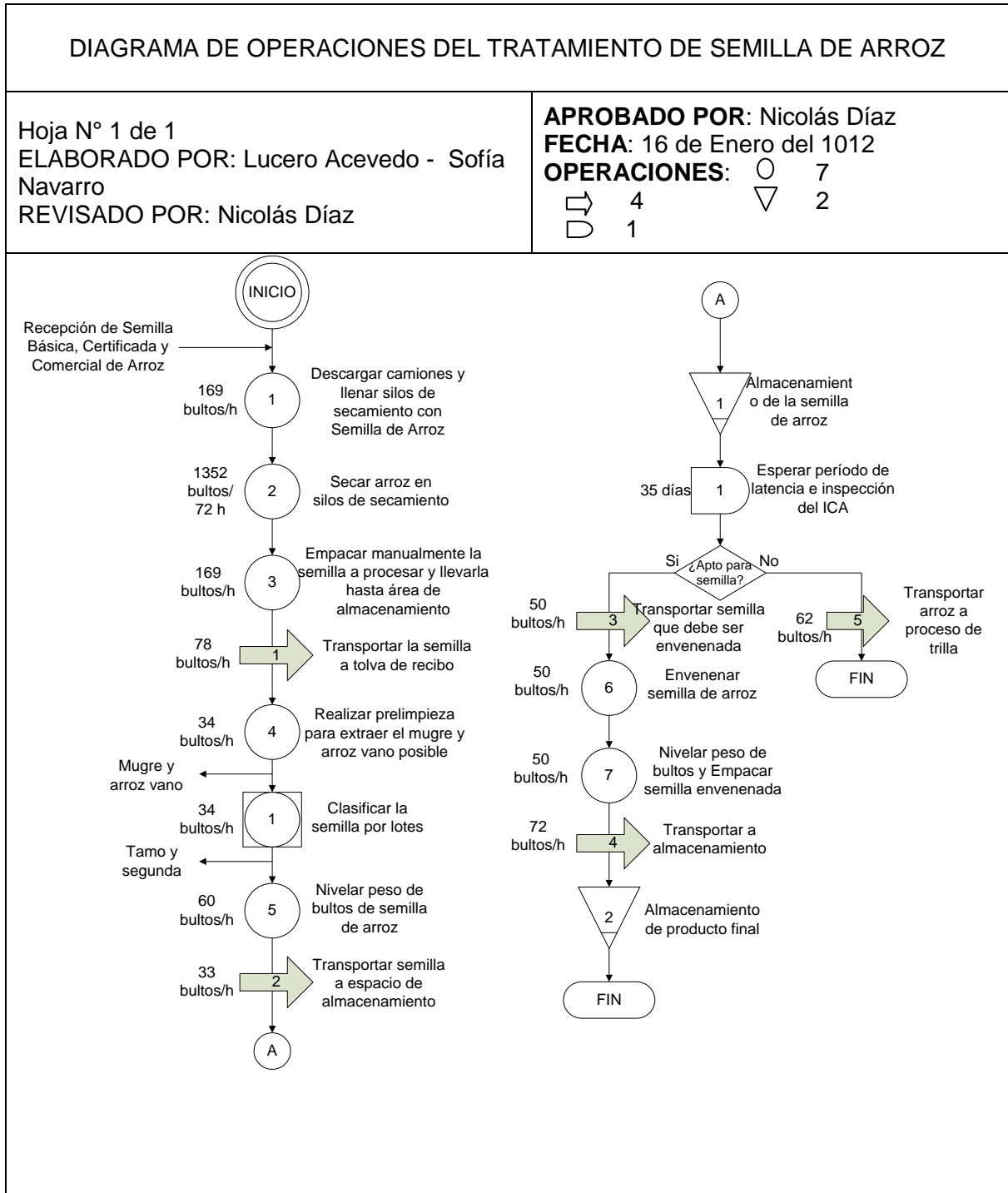
ANEXO A. Diagrama de recorrido Tratamiento de Semilla de Arroz



Fuente: Autores del proyecto

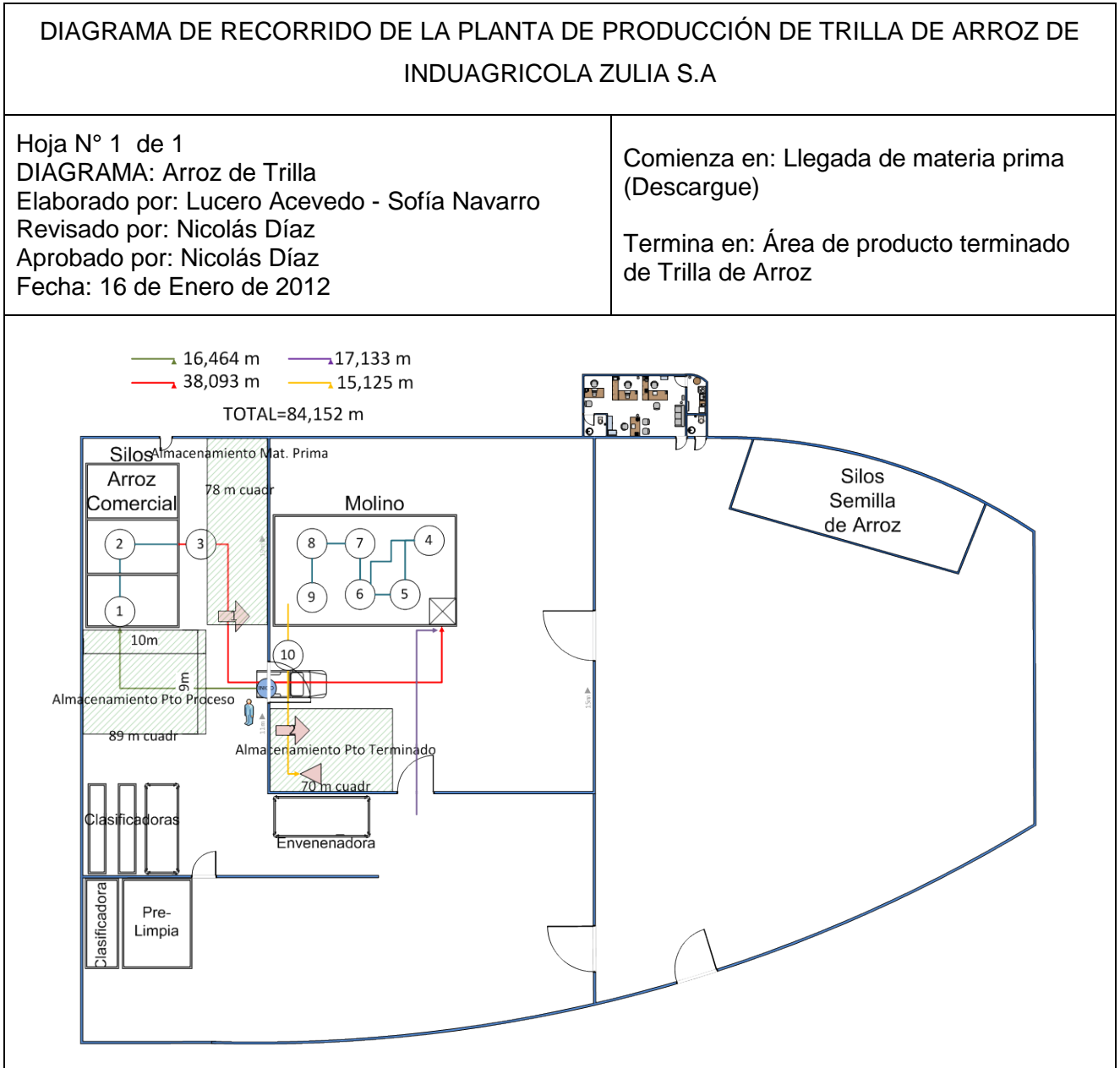


ANEXO B. Diagrama de operaciones del tratamiento de semilla de arroz





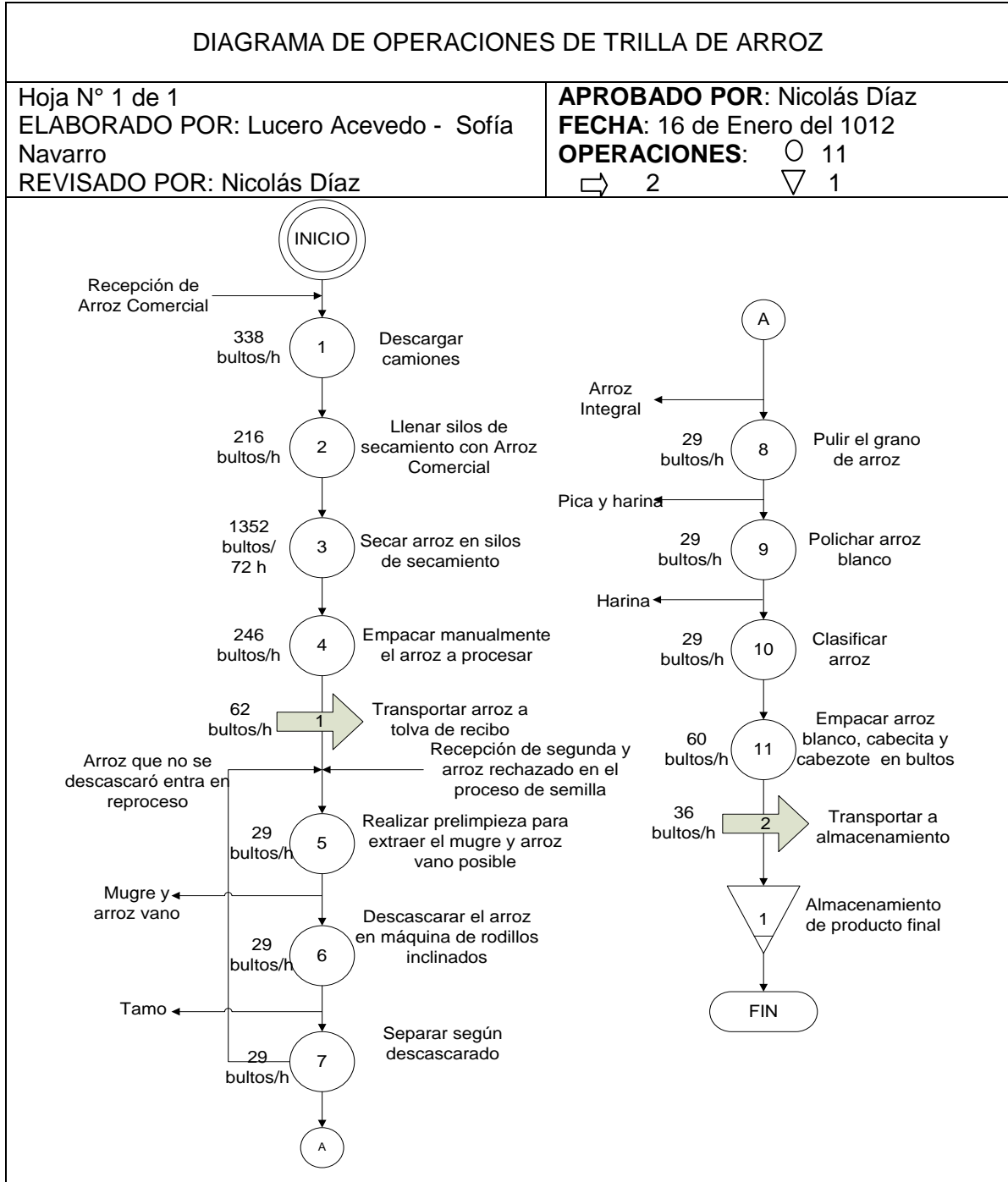
ANEXO C. Diagrama de recorrido Trilla de Arroz



Fuente: Autores del proyecto



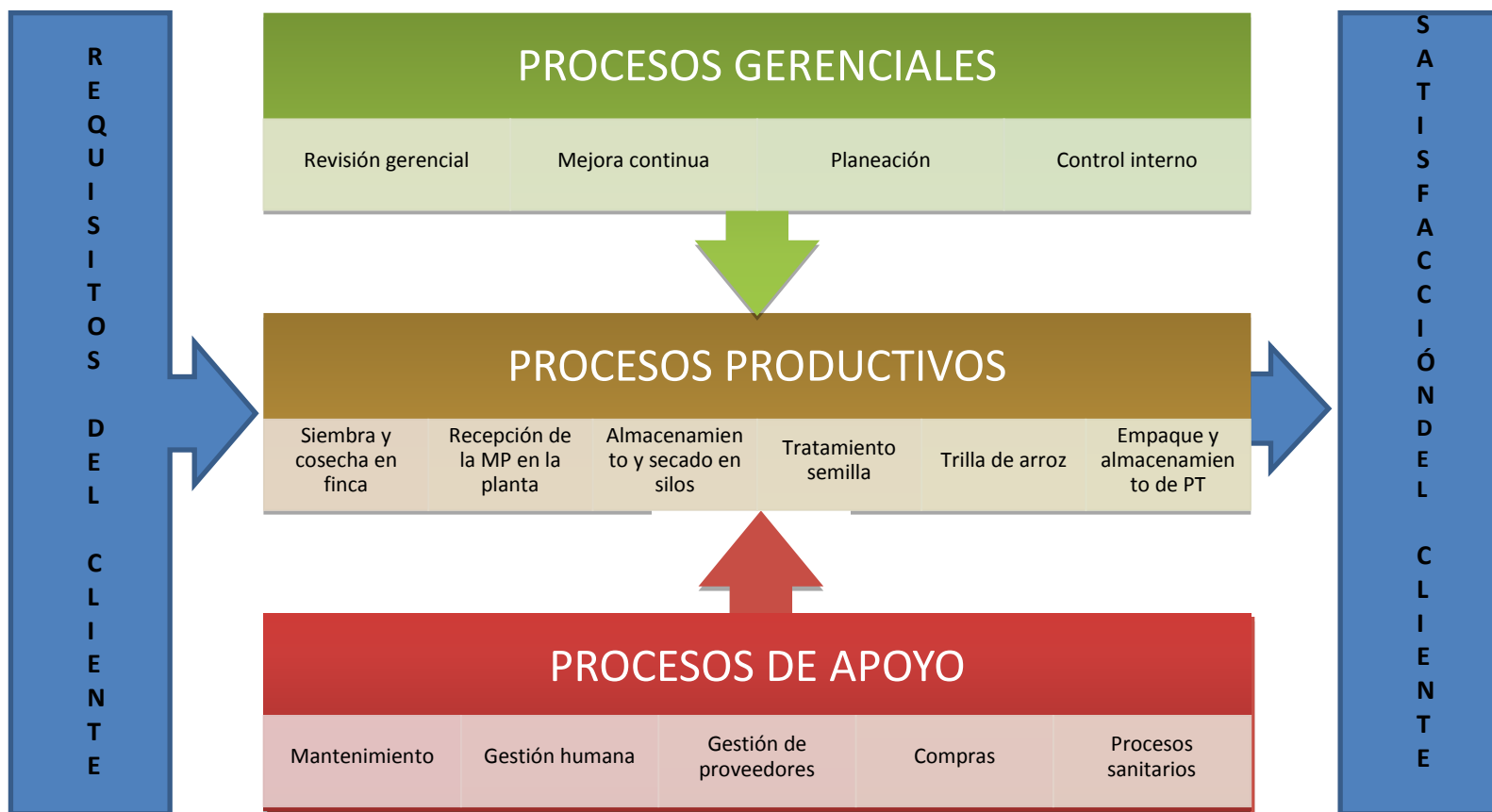
ANEXO D. Diagrama de operaciones de trilla de arroz



Fuente: Autores del proyecto



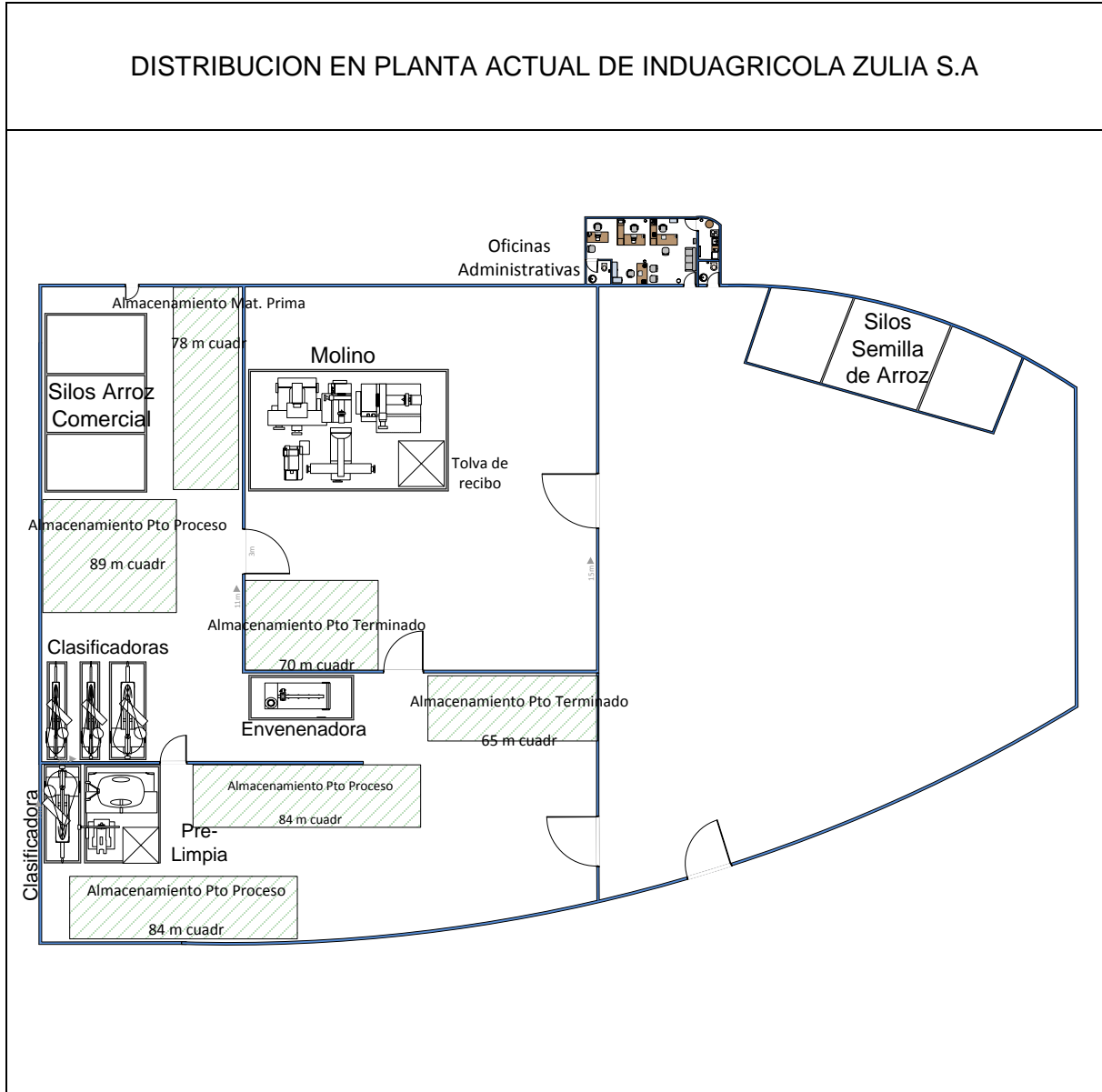
ANEXO E. Mapa de procesos de Induagrícola Zulia S.A.



Fuente: Autores del proyecto



ANEXO F. Distribución en planta actual



Fuente: Autores del proyecto



ANEXO G. Cotización Industrias Machina Zaccaria S.A



Limeira-SP, 6 de Febrero de 2012

INDUAGRICOLA ZULIA S.A.
Teléfono : 57 316 6994588
Dirección : ESTRADA PARA BUCARAMANGA
Municipio : BUCARAMANGA
País : COLOMBIA

Att. Departamento de compras

Ref. Factura Proforma - 42685B

1-Presentación:

Estimados Señores,

Primeramente, estamos muy agradecidos por la oportunidad que nos han dado en participar de la cotización de precios de esta conceptuada empresa, para lo cual presentamos abajo nuestras condiciones comerciales y técnicas de equipos para el beneficio de cereales.

Zaccaria es una empresa que, desde 1925, viene buscando atender las necesidades de sus clientes, perfeccionando sus productos con tecnología y calidad, proporcionando, así, una mayor productividad a las industrias de alimentos.

Además de los equipos para toda la línea de beneficio de arroz, maíz, frijol, también fabricamos equipos para otros cereales y leguminosas. Nuestros productos son comercializados en todo Brasil y, a nivel mundial, exportamos para más de 50 países.

Contamos hoy con un equipo de ingenieros especializados para soporte comercial, asistencia técnica, desarrollo de proyectos de modernización y de nuevas instalaciones, bien como una estructura completa para proveer piezas originales de repuesto, rodillos de gomas, através de reventas y representantes a precios competitivos con el mercado.

Desde ya les invitamos a conocer nuestras instalaciones y también nos colocamos a su entera disposición para cualquier esclarecimiento que se haga necesario, visando siempre satisfacer los intereses y expectativas de nuestros clientes.

Atentamente,

Sergio Luiz Dallevedove
Director Comercial



INDÚSTRIAS "MACHINA ZACCARIA" S/A

Rua Laranjal - Vl. Fachina - CEP 13484-016 - Limeira - SP - Caixa Postal 54

Fone:(55.19)3404.5721/2114.5721 Fax:(55.19) 3404.5720/2114.5720

C.N.P.J 51.466.324/0001-50 INSC. EST. 417.005.547.114

comex@zaccaria.com.br www.zaccaria.com.br

Factura Proforma - 42685B

2.1-Descripción:

Machinaria para elaborar arroz modelo ZX-50, con capacidad de 2.200 para 2.600 Kg/h de arroz cascara, conforme el proyecto 3980C. Equipos motorizados.

2.2-Relación de los productos:

| Item | Descripción | Cent. | Precio Unit | Total (US\$) |
|---------|--|-------|--------------------------------------|-------------------|
| 001 | PRE-LIMPIEZA Y LIMPIEZA PARA GRANOS ZACCARIA - FLE-7 | 1.0 | 9.800,00 | 9.800,00 |
| 002 | MOTOR TRIF. 5.00 CV 4P 60HZ 220/380V - 100L | 1.0 | 570,00 | 570,00 |
| (*) 003 | CONJUNTO PARA ARROZ INTEGRAL MODELO AIXX-50 (MOTORIZADO) | 1.0 | 25.065,00 | 25.065,00 |
| (*) 004 | PULIDOR HORIZONTAL PARA ARROZ MODELO BHEX-25 (SIN MOTOR) | 2.0 | 7.765,00 | 15.530,00 |
| (*) 005 | PULIDOR CON MICRO ASPERSION DE AGUA WPE-30/S (SIN MOTOR) | 1.0 | 10.800,00 | 10.800,00 |
| (*) 006 | ZARANDA PARA ARROZ ROJO Y ARROZIN MODELO PEX-50 (SIN MOTOR) | 1.0 | 4.440,00 | 4.440,00 |
| 007 | CONJUNTO DE ALIMENTACION TRIE (TOLVA, EXHAUSTOR Y TUBULACION) | 1.0 | 2.050,00 | 2.050,00 |
| (*) 008 | CLASIFICADOR DE ARROZ CILINDRICO ALVEOLADO TRIE - 5,5 MM MOT | 1.0 | 6.930,00 | 6.930,00 |
| (*) 009 | CLASIFICADOR DE ARROZ CILINDRICO ALVEOLADO TRIE - 4,0 MM MOT | 1.0 | 6.930,00 | 6.930,00 |
| 010 | ESTRUCTURA METALICA PARA BASE - TRIE | 1.0 | 1.610,00 | 1.610,00 |
| (*) 011 | EXHAUSTOR DE CASCARAS CON CYCLON EPZ-2/R - ZX-50 (MOTORIZADO) | 1.0 | 7.120,40 | 7.120,40 |
| 012 | SISTEMA DE TRANSP. Y ANTI-FOLUCION TAPS-2 SIN FILTRO MANGA | 1.0 | 9.460,00 | 9.460,00 |
| 013 | ELEVADOR DE CANGILONES ESZ- 4" X 6,58 M C/POLEA/R SIN MOTOR | 1.0 | 3.625,00 | 3.625,00 |
| 014 | ELEVADOR DE CANGILONES ESZ- 4" X 4,34 M C/POLEA/R SIN MOTOR | 1.0 | 3.070,00 | 3.070,00 |
| 015 | ELEVADOR DE CANGILONES ESZ- 4" X 5,30 M C/POLEA SIN MOTOR | 1.0 | 3.530,00 | 3.530,00 |
| 016 | ELEVADOR DE CANGILONES ESZ- 4" X 4,98 M C/POLEA SIN MOTOR | 1.0 | 3.450,00 | 3.450,00 |
| 017 | ELEVADOR DE CANGILONES ESZ- 4" X 4,34 M C/POLEA SIN MOTOR | 3.0 | 3.290,00 | 9.870,00 |
| 018 | ELEVADOR DE CANGILONES ESZ- 4" X 6,26 M C/POLEA SIN MOTOR | 1.0 | 3.490,00 | 3.490,00 |
| 019 | SIN FIN DE EMBOLSE DE AFRECHO -3 CONDUCTOS / ZX-50 SIN MOTOR | 1.0 | 1.635,00 | 1.635,00 |
| 020 | TUBERIA DE ASPIRACION DEL AFRECHO - ZX-50 | 1.5 | 2.200,00 | 3.300,00 |
| 021 | TUBERIA DE ASPIRACION DE CASCARA - AIXX-50 | 1.0 | 360,00 | 360,00 |
| 022 | TUB. INTERL.VENT.E VALV. ROT. EPZ-2R PARA RECALC CASCARA AIXXS | 1.0 | 1.230,00 | 1.230,00 |
| 023 | CONJUNTO DE CONEXIONES / MATERIALES ESPECIALES AB/ZX-50 | 1.0 | 2.125,00 | 2.125,00 |
| 024 | PLACA MAGNETICA ARMADA EN CONEXION TME-4 | 1.0 | 410,00 | 410,00 |
| 025 | TOLVA DEL ELEVADOR 4"6 CON VALVULA | 1.0 | 116,00 | 116,00 |
| 026 | DUCTO DE SALIDA 2 VIAS (DIAMETRO 4") PARA ESZ-4 | 2.0 | 61,80 | 123,60 |
| (*) 027 | PROBADOR PARA ARROZ MODELO PAZ-1 DTA CON BALANZA | 1.0 | 6.730,00 | 6.730,00 |
| 028 | MOTOR TRIF. 0.75 CV 6P 60HZ 220/380V - 80 | 1.0 | 326,00 | 326,00 |
| 029 | MOTOR TRIF. 1.50 CV 6P 60HZ 220/380V - 90S | 8.0 | 387,00 | 3.096,00 |
| 030 | MOTOR TRIF. 1.00 CV 4P 60HZ 220/380V - 80 | 1.0 | 268,00 | 268,00 |
| 031 | MOTOR TRIF. 20.00 CV 4P 60HZ 220/380V - 160M | 3.0 | 1.700,00 | 5.100,00 |
| 032 | MOTOR TRIF. 5.00 CV 4P 60HZ 220/380V - 100L | 1.0 | 570,00 | 570,00 |
| (*) 033 | LIMPIADORA PARA CEREALES LCZX-50 (SIN MOTOR) | 1.0 | 7.775,00 | 7.775,00 |
| | | | Precio total de la Mercaderia | 160.505,00 |
| | | | Flete Estimado | 3.520,00 |
| | | | Seguro Estimado | 965,00 |
| | | | Precio total | 164.990,00 |

3-Condiciones Generales de Proveimiento:

3.1-Valor de la Factura Proforma: US\$164.990,00

3.2-Forma de Pago:

50% En la confirmación del pedido, hasta 27 de Febrero de 2012. US\$ 82,495.00

Documento Confidencial

FJB 3988-1

Página 2/5



INDÚSTRIAS "MACHINA ZACCARIA" S/A

Rua Laranjal - Vl. Fachina - CEP 13484-016 - Limeira - SP - Caixa Postal 54

Fone:(55.19)3404.5721/2114.5721 Fax:(55.19) 3404.5720/2114.5720

C.N.P.J 51.466.324/0001-50 INSC. EST. 417.005.547.114

comex@zaccaria.com.br www.zaccaria.com.br

Factura Proforma - 42685B

50% En el aviso de mercadería lista, hasta 27 de Abril de 2012. US\$ 82,495.00

Por favor, informe sus datos bancarios para el envío de los documentos originales: Banco, Dirección, Persona de Contacto, Teléfono, Fax y Swift.

Banco intermediario:
BANK OF AMERICA
100 WEST 33 RD STREET
NEW YORK - USA
SWIFT CODE: BOPAU3N
ABA: 026009593

En favor de:
Account nr.: 6550422632
Banco Itaú SA
Campinas/SP/Brasil
SWIFT CODE: ITAUBRSPXXX

Crédito futuro para: INDUSTRIAS MACHINA ZACCARIA S/A
Numero de la agencia: 0279
Numero de la cuenta: 00762-9

3.3-Confirmación:

La concretización de esta propuesta se dará después de la confirmación del pago inicial.

3.4-Plazo de Entrega:

EXW Limeira/SP - Brasil 55 días a contar de la fecha del pago de la señal del pedido.

Obs.: El plazo de entrega podrá sufrir alteración, dentro de la validez de la Proforma, caso otros pedidos sean confirmados antes de éste.
Después de confirmado el pedido, con la confirmación de la llegada de la Carta de Crédito o transferencia bancaria, el plazo de fabricación no será más alterado.

3.5-Incoterms:

Tipo de Embarque: Marítimo
Lugar de Embarque: Santos / SP - Brasil
Puerto de Destino: Cartagena - Colombia
Destino Final: Cartagena - Colombia
Valor Total: CIF Cartagena - Colombia
(Incoterms 2010)

3.6-Validez:

Esta proforma es válida hasta 27/02/12

3.7-Embalaje:

Embalaje para transporte marítimo en contenedor, siendo los embalajes de madera debidamente fumigadas atendiendo las especificaciones del NIMF 15. Los costos para embarque consolidado están añadidos a los precios de los productos.

Documento Confidencial

FJB 1366-1

Hoja 3/5



ZACCARIA

INDÚSTRIAS "MACHINA ZACCARIA" S/A

Rua Laranjal - Vl. Fachina - CEP 13484-016 - Limeira - SP - Caixa Postal 54

Fone:(55.19)3404.5721/2114.5721 Fax:(55.19) 3404.5720/2114.5720

C.N.P.J 51.466.324/0001-50 INSC. EST. 417.005.547.114

comex@zaccaria.com.br www.zaccaria.com.br

Factura Proforma - 42685B

3.8-Tensión de la Red:

La tensión de la red es : 380V 60Hz

Obs.: Caso haya divergencia en los datos arriba, es necesario que el cliente informe las alteraciones por escrito a Zaccaria.

3.9-Tensión del Motor:

- Tensión del motor abajo de 10 cv: 220/380V 60Hz

- Tensión del motor arriba de 10 cv: 220/380V 60Hz

Obs.: Caso haya divergencia en los datos arriba, es necesario que el cliente informe las alteraciones por escrito a Zaccaria.

3.10-Montaje:

No están incluidos en el precio arriba, los montajes de los equipos e instalaciones del lay-out, así como, los materiales y la mano de obra eléctrica y civil.

COSTE POR CUENTA DEL IMPORTADOR: Pasajes aéreas de ida y vuelta, hospedaje, alimentación, transporte (hotel/obra/hotel), diaria de US\$150,00 líquido a los Técnicos, para instalación de la máquina o equipo. Autorizaciones oficiales necesarias: cumplimiento de todas las disposiciones legales en materia laboral, seguridad social y seguridad e higiene en el trabajo, así como proveer los ayudantes, obras de infraestructura (civil, hidráulica y eléctrica) de la instalación, herramientas, grúas, escaleras, andamios, transporte horizontal y vertical, aceite y grasa para lubricación.

3.11-Liberación e Inspección Técnica:

a) La mano de obra para la liberación e inspección técnica de los productos no están incluidos en el precio arriba establecido.

b) Los gastos con pasajes, hospedajes y comidas y mano de obra extra (ayudantes) serán de responsabilidad del cliente.

4-Garantía:

a) Los equipos están cubiertos por garantía, desde que la inspección técnica y liberación técnica de los mismos, sean supervisados por un técnico de Zaccaria o un técnico por ella indicado por escrito.

b) Para que la garantía tenga su validez, la liberación/inspección técnica deberá ser solicitada por el cliente a Zaccaria, en el plazo de hasta 120 días a partir de la emisión de la factura.

c) La liberación del producto sin la Inspección Técnica será aceptada, para fines de la garantía, si es autorizada, por escrito, por el Departamento de Asistencia Técnica del Fabricante.

d) Garantía de 12 meses contra defectos de fabricación en las piezas fabricadas por Zaccaria. No nos responsabilizamos por almacenaje inadecuado, malos tratos, uso indebido, falta de mantenimiento y desgaste natural.

5-Condiciones Generales:

a) Los equipos indicados con asteriscos en la lista de productos cotizados siguen montados o semimontados.

b) Los precios presentados en esta propuesta fueron establecidos observando y obediendo las condiciones legales vigentes, reservando a ZACCARIA el derecho de revisión de los mismos en caso de una sobrevenida de leyes, para el restablecimiento del equilibrio contractual.

Documento Confidencial

FIM 3519-1

Página 1/5



ZACCARIA INDÚSTRIAS "MACHINA ZACCARIA" S/A
Rua Laranjal - Vl. Fachina - CEP 13484-016 - Limeira - SP - Caixa Postal 54
Fone:(55.19)3404.5721/2114.5721 Fax:(55.19) 3404.5720/2114.5720
C.N.P.J 51.466.324/0001-50 INSC. EST. 417.005.547.114
comex@zaccaria.com.br www.zaccaria.com.br

Factura Proforma - 42685B

c) Los equipos comercializados por Zaccaria originalmente con motores serán fornecidos con motores de alta calidad SIEMENS o WEG.

Esa propuesta comercial no puede ser tomada como referencia para cotización, proyecto y fabricación de paneles eléctricos, componentes, cableado y otros. Para esa finalidad, el cliente deberá solicitar a las Inds. Machina Zaccaria S/A. un listado de equipos con informaciones completas de motorización, pues algunos equipos, por cuestiones de precisión, calibrajén y balanceo, salen motorizados de fábrica, y esos motores apesar de hacer parte del equipo, no aparecen descritos en la propuesta comercial.

Caso esta de acuerdo con esta proforma, favor firmala, imputando el presente contrato.

Atentamente,

Fecha del acuerdo ____/____/____


INDÚSTRIAS MACHINA ZACCARIA S/A.

INDUAGRICOLA SULIA S.A.

"Todas las hojas necesitan ser rubricadas"



ANEXO H. Cotización PETKUS España



PETKUS España, s.l.
Avd. de Cuba, 6
ES-34003 Palencia (España)

Tlf: + 34 979 72 84 40
Fax: + 34 979 72 84 39

E-mail: velez@petkus.es
www.petkus.es

PETKUS España, s. l.
■ Procesamiento de semillas y grano

INDUAGRICOLA ZULIA, S.A.
Calle 18a 32b 29
Bucaramanga
Colombia

Palencia a 25 de enero de 2012

Cotización Nº 12/0126

| Item | Cant. | Descripción | € | Precio |
|------|-------|---|---|-----------|
| 1 | 1 | <p>Tratadora química continua de semilla PETKUS modelo CT 2-10 Capacidad aproximada: 2-10 t/h basado en una densidad de 0.75 t/m³</p> <p>La tratadora química de PETKUS de tratamiento continuo, es apropiada para una perfecta y uniforme aplicación de líquido o mezcla de formulas químicas. Para todo tipo de semillas.</p> <p>El cilindro mezclador es de construcción completamente cerrada con el disco rotador con elementos interiores en acero INOX. El disco esparcidor de producto junto con el disco pulverizador son accionados por medio de un reductor exterior de 0,55 kW 240/400 V, 50 Hz.</p> <p>El rendimiento de procesamiento de producto es mecánicamente fácil de ajustar. La presencia del producto es controlada con el nivel de llenado así como el flujo de producto químico.</p> <p>La exacta bomba dosificadora, ajustable mediante volante manual asegura la medición de la cantidad de producto químico. Motor de 0,55 kW, 240/400 V, 50 Hz. Capacidad máxima: 350 l/h La bomba progresiva de cavidad está fabricada de resistente PTFE. La bomba dosificadora es suministrada con conexión mediante tubo a la unidad.</p> <p>El mecanismo de limpieza interna es accionado por motor exterior de 0,18 kW, 240/400 V, 50 Hz, el cual asegura una auto-limpieza de la unidad, para prevenir el mezclado entre semillas al cambio de una semilla a otra.</p> <p>La fina unidad de mezclado permite una perfecta mezcla del producto tratador con la semilla, obteniendo un uniforme revestimiento de la semilla. Esta unidad de mezclado puede ser abierta en su parte superior y dispone de un eje mezclador accionado por motorreductor de 1,1 kW, 240/400 V, 50 Hz</p> | € | 26.145,00 |



PETKUS España, s.l.
Avenida de Cuba, 6
ES-34003 Palencia (España)

Tel: +34 979 72 84 40
Fax: +34 979 72 84 39

E-mail: velez@petkus.es
www.petkus.es

PETKUS España, s. l.
■ Procesamiento de semillas y grano

Presupuesto 12/0126
Induagícola Zulia, s.a.

Pg. 2 / 3

25.01.2012

| Item | Cant. | Descripción | € | Precio |
|------|-------|---|---|--------|
| | | El eje está equipado con paletas alimentadoras y mezcladoras flexibles. Esto garantiza un mezclado de las semillas frágiles sin producirles ningún daño, así como un perfecto autovaciado. Panel de control con contactores y protectores de motor para las funciones manual y automático. En el caso de bloqueo en la descarga o en el de interrupción del flujo de semilla o de producto químico la unidad se para automáticamente, para prevenir un tratamiento incorrecto. | | |
| 1.1 | 1 | Alimentador rotativo de la semilla. El alimentador rotativo de semilla garantiza que la alimentación de semilla es constante. Este alimentador rotativo es unido a la bomba dosificadora de producto químico, para que cuando la cantidad de alimentación es ajustada, los ajustes de capacidad pueden ser llevados a cabo sin hacer un nuevo muestreo | | |
| 1.2 | 1 | Control de fluido de líquido Éste controla el rendimiento del producto químico y garantiza que la tratadora química solamente trabaje cuando el producto químico fluye. | | |
| 1.3 | 1 | Depósito tipo mezclador, tanque de 200 litros Para un premezclado homogéneo y almacenamiento del productos y mezclas químicas que requieren disolución o agitación. Las paletas mezcladoras son accionadas por motorreductor de 0,75 kW, 240/400 V, 50 Hz. Las paletas rotativas aseguran la humidificación rápida del polvo químico y completan la suspensión de todos los tipos de productos químicos. Equipado con una toma de entrada de producto químico con mecanismo de seguridad. Tanto el impulsor como las guarniciones para el suministro de agua, tubería de succión y válvula de vaciado están fabricados en acero INOX anticorrosión. Incluye un set de tubos con guarniciones para el flujo de líquido entre la tratadora y el tanque mezclador. | | |
| 1.4 | 1 | Toma de aspiración de aire Para conexión a aspiración central | | |
| 1.5 | 1 | Boca de descarga Ø 150 mm | | |
| 1.6 | 1 | Control PLC incluido panel indicador | | |
| 1.7 | 1 | Carga y embalaje en un 20'box container | € | 450,00 |



PETKUS España, s.l.
Avda. de Cuba, 6
ES-34003 Palencia (España)

TE: +34 979 72 84 40
Fax: +34 979 72 84 39

E-mail: velez@petkus.es
www.petkus.es

PETKUS España, s. l.
■ Procesamiento de semillas y grano

Presupuesto 12/0126
Induagráfica Zulia, s.a.

Pg. 3 / 3

25.01.2012

Condiciones Generales de Venta

| | |
|------------------------------|--|
| Precios: | En Euros, Exw Wutha Farnroda, Alemania |
| No se incluye: | Proyectos, impuestos y tasas si los hubiera y todo cuanto no se haya especificado de forma explícita en la presente cotización. |
| Plazo de entrega: | 12-14 semanas desde la recepción de la Carta de Crédito |
| Forma de pago: | 30% a la confirmación de pedido 70% mediante Carta de Crédito Documentario irrevocable y confirmada por banco español, pagadera a la vista contra presentación de documentos, libre de cargos para nosotros. Banco Avisador: Banco Bilbao Vizcaya Argentaria (BBVA) IBAN: ES40 0182 5622 3301 0800 0077 |
| Garantía: | 12 meses desde disponibilidad, 15 meses desde entrega |
| Validez de la oferta: | 30.03.2012 |


Javier Vélez
PETKUS ESPAÑA, S. L.

Fuente: Javier Vélez, PETKUS ESPAÑA



ANEXO I. Cotización Industria Satecol S.A.

INDUSTRIA SATECOL S.A.

NIT. 890.324.299-5
Régimen Impto-ventas Común

Carrera 29B No. 11-80 Arroyohondo,
Yumbo, Valle, Colombia
Tels: 6904161
Fax: 6909810

PROFORMA No. 330

Fecha: Octubre 04 de 2011

Vencimiento: 30 DIAS

Sr.(es): Indu Agrícola Zulia S.A.
Lucero Tatiana Acevedo
Cel. 3125163801

DE: BUCARAMANGA

| Cant. | Descripción | Vr.Unidad | Vr. Total |
|--|---|--------------|-------------------------|
| Maquinaria Satake para procesar arroz | | | |
| 1 | Descascadora HR10SS + Aventadora de cascara HU10SS sin motores eléctricos de 7,5 kw y 3,7 Kw para aspirador. | U\$ 28.100.- | U\$ 28.100.- |
| 1 | Mesa Separadora de arroz paddy PS200D-L sin motor eléctrico de 2,2 Kw | 21.800.- | 21.800.- |
| 1 | Dechinadora Saca piedras SGA5B- L con 2 vibradores de 0.3 Kw y 1 ventilador de 0.75 Kw | 14.800.- | 14.800.- |
| 2 | Blanqueador vertical VTA5AB-L con piedras No.30, sin motor eléctrico de 40HP a 1200 rpm. Con poleas y correas | 25.400.- | 50.800.- |
| 1 | Polichador KB40 sin motor de 40 HP a 1200 RPM Con poleas y correas | 26.250.- | 26.250.- |
| 1 | Plansifter ST527R-L con capacidad de 3 a 5 ton/h, con motor de 2HP | 16.483.- | 16.483.- |
| 1 | Seleccionadora por color AlphaScan ASII-96 3 bandejas 3,6 ton / hora | 94.300.- | 94.300.- |
| Total puesta en Cartagena (Nacionalizadas) | | | US\$ 252.533.- ===== |



| | | | |
|--|---|--|--|
| | <p>Notas:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Hay que sumar IVA del 16% a los valores mencionados. La Mesa Separadora de paddy PS200D-L, La Declinadora SGA5B-L, El Plansifter ST527R-L y La seleccionadora por color ASII-96 no causan IVA. 2) Los dólares serán liquidados con tipo de cambio representativo del día de pago. 3) Pago: a convenir 4) Precios: Puesto en Cartagena. Transporte y seguro hasta molino asume cliente. 5) Garantía: 1 año a partir de la fecha de despacho contra defectos de fabricación. 6) Entrega: Aproximadamente 3 meses después de recibir su pedido. | | |
|--|---|--|--|

Revisado por :

Entregado por :

Recibido de conformidad:

INDUSTRIA SATECOL S.A.

Fuente: Ing. William Bacca, Distribuidor, Industria Satecol S.A.



ANEXO J. Tipo de manejo de material y distancias recorridas

| Proceso de Trilla de arroz | | | |
|-----------------------------------|--------------|--------------------------------|----------------------|
| Departamento | | Tipo Manejo de Material | Distancia (m) |
| De | Hasta | | |
| Silos | Almacén P.P | Operarios | 15 |
| Almacén P.P | Molino | Operarios | 27 |
| Molino | Almacén P.T | Operarios | 13 |

| Tratamiento de Semilla | | | |
|-------------------------------|--------------------|--------------------------------|----------------------|
| Departamento | | Tipo Manejo de Material | Distancia (m) |
| De | Hasta | | |
| Silos | Almacén P.P | Operarios | 89 |
| Almacén P.P | Pre-limpia | Operarios | 9 |
| Pre-limpia | Clasificadora | Elevadores de Cangilones | 14 |
| Clasificadora | Almacén Espera ICA | Operarios | 47.35 |
| Almacén Espera ICA | Envenenadora | Operarios | 12 |
| Almacén Espera ICA | Molino Trilla | Operarios | 26 |



ANEXO K. Manual de procesos

MANUAL DE PROCESOS





MANUAL DE PROCESO

INDUAGRÍCOLA ZULIA S.A.

| | |
|---------------------------|---|
| Versión: | N° 1 |
| Elaborado por: | Lucero Tatiana Acevedo D. Sofía Navarro Bayona |
| Revisado por: | Subgerente |
| Aprobado por: | Gerencia |
| Fecha de creación: | Abril 10 de 2012 |
| Responsable: | Encargado de Planta |





1. Objetivo:

Objetivo General:

Proporcionar una herramienta de apoyo, coordinación y control en la ejecución de las actividades operativas del proceso de producción.


Objetivos Específicos:

- Realizar un documento que permita reunir la información de los procesos de la empresa.
- Identificar las operaciones del proceso productivo de semilla y trilla de arroz conceptualizando cada paso.

2. Alcance:

El manual de proceso tiene aplicación sobre las operaciones del proceso productivo de trilla y semilla de arroz de la empresa, que incluyen las actividades que se realizan en la planta de producción de Induagrícola Zulia S.A. Adicionalmente este documento esta a disposición de cualquier persona que requiera consultar las condiciones operativas establecidas.

3. Proceso tratamiento de semilla de arroz

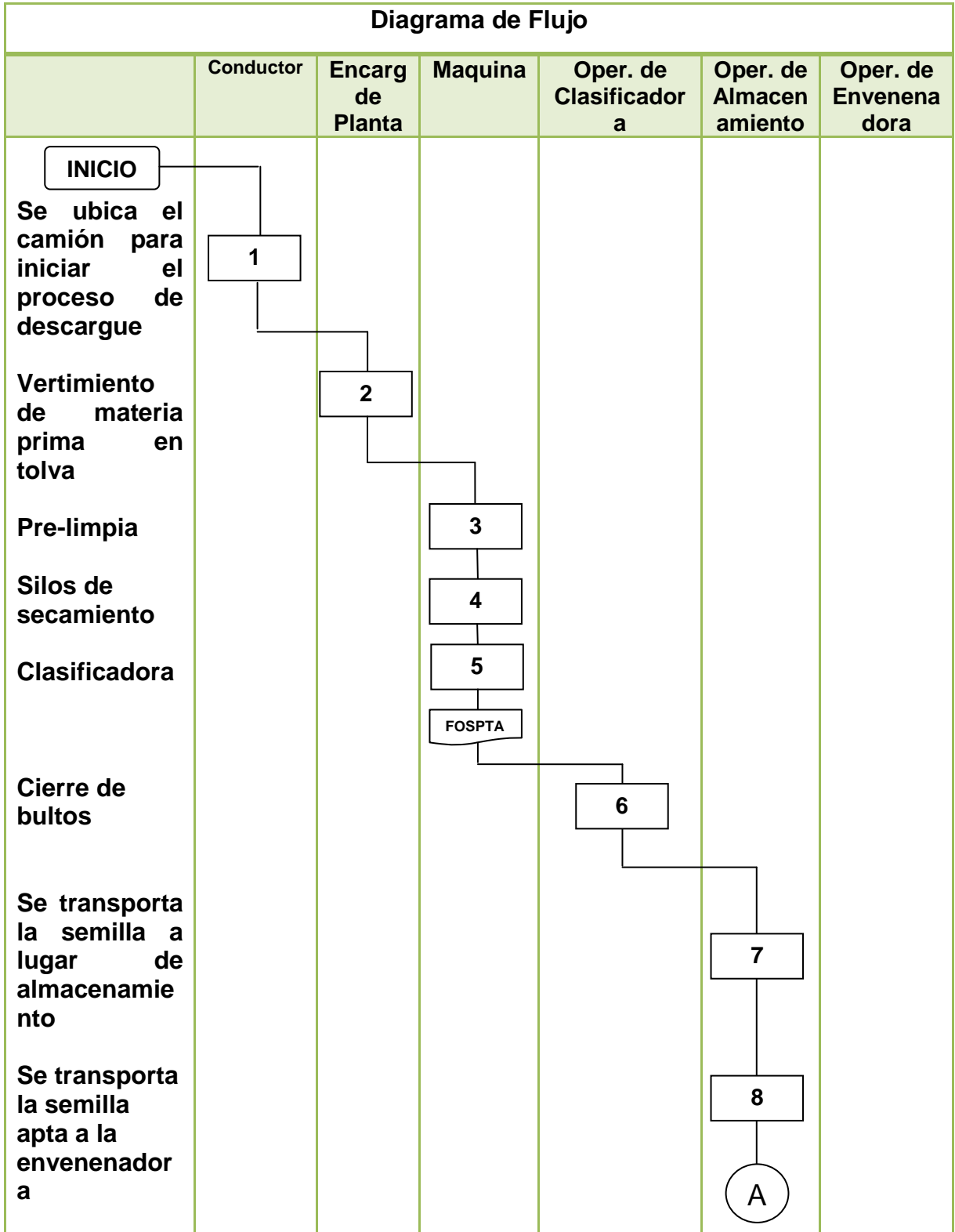
| | | |
|--|--|---|
| CODIGO: MP-001 VERSION: 001 FECHA: 8 de Abril de 2012 | NOMBRE DEL PROCESO |  |
| | TRATAMIENTO DE SEMILLA DE ARROZ | |

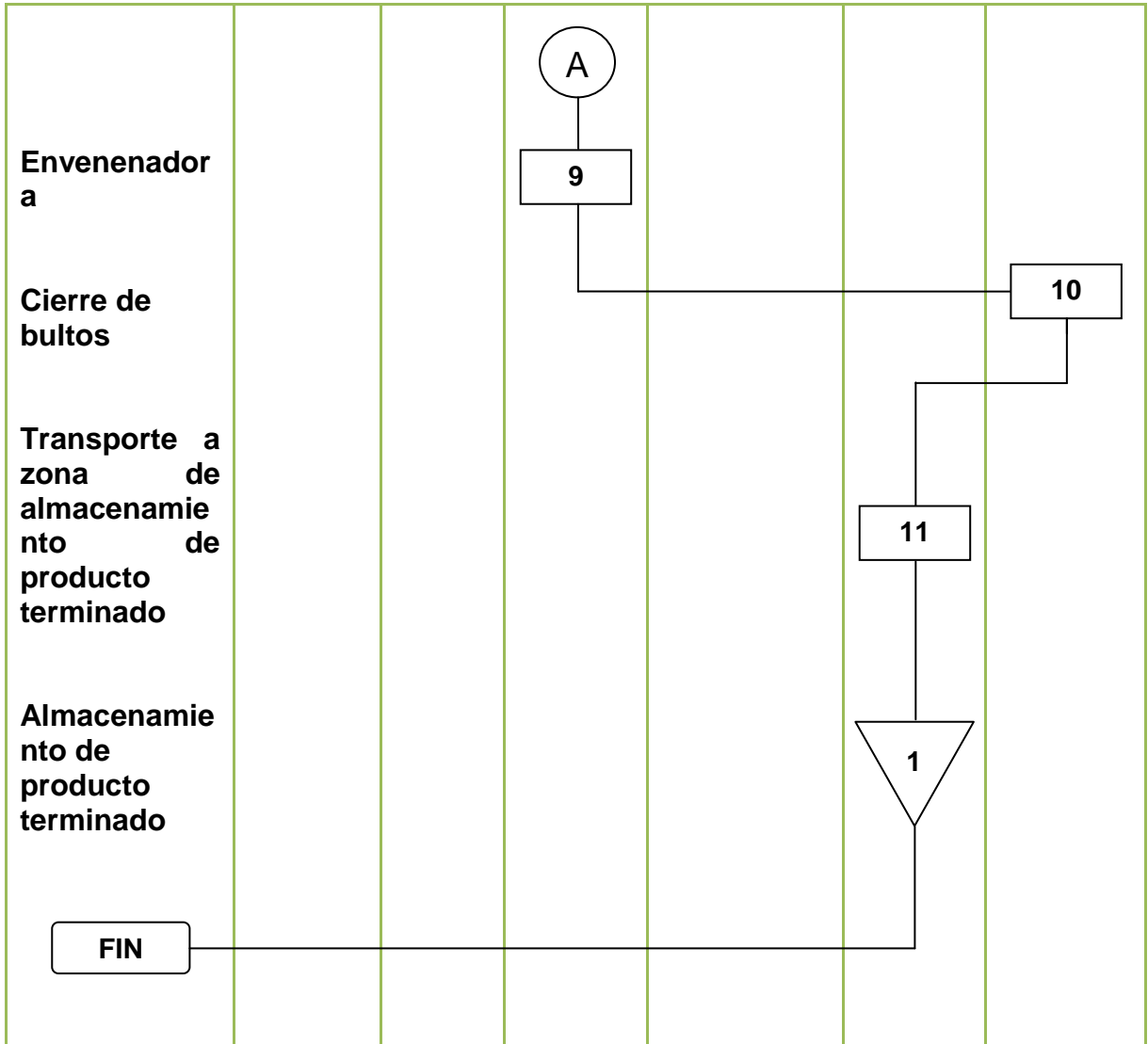


| Propósito del proceso | | | | |
|---|--------------------------------------|--|----------------------------|------------------|
| Desarrollar actividades como limpieza, clasificación y envenenamiento de la semilla de arroz que permitan obtenerlo de la manera mas efectiva y garantizando la calidad del producto. | | | | |
| Alcance del proceso | | | | |
| El procedimiento descrito en el presente manual debe ser consultado por todas la personas que intervengan con el proceso. | | | | |
| Responsables | | | | |
| Todas las personas que intervengan en los procesos productivos de la empresa. | | | | |
| Información | | | | |
| Entradas | | | Salidas | |
| Semilla de arroz a granel | | | Bultos de semilla de arroz | |
| Descripción de Actividades | | | | |
| N° | Actividad | Descripción | Encargado | Documento |
| 1. | Arribo de camiones con materia prima | Ubicar los camiones en las tolvas de recibo para verter la materia prima. | Conductor | |
| 2. | Verter materia prima en tolva | Vertimiento de la materia prima en las tolvas de recibo a medida que se procesa. | Encargado de planta | |
| 3. | Pre-limpia | Se retira de la materia prima la mugre y el material que no es arroz, el cual se trae de los cultivos. | | |
| 4. | Silos de Secamiento | El arroz que llega desde las pre-limpia por medio de los elevadores es secado durante tres días. | Encargado de planta | |
| 5. | Clasificadora | Por medio de elevadores el arroz es vertido en la | | |




| | | | | |
|-----|---|--|----------------------------|-----------------------------------|
| | | tolva de la clasificadora, donde se separa la semilla de la segunda. | | Formato de seguimiento de proceso |
| 6. | Cierre de bultos | Se nivela y cierra el bulto de semilla de arroz | Operario de clasificadora | |
| 7. | Se transporta la semilla a lugar de almacenamiento | El operario lleva la semilla al lugar de almacenamiento de producto en proceso por medio de un montacargas. | Operario de almacenamiento | |
| 8. | Se transporta la semilla apta a la envenenadora | El operario lleva los bultos al proceso de envenenamiento en un montacargas. | Operario de almacenamiento | |
| 9. | Envenenadora | Se aplica fungicida e insecticidas en la semilla de arroz con el fin de prevenir ataque de hongos, bacterias y roedores. | | |
| 10. | Cierre de bultos | Se nivela y cierra el bulto de semilla de arroz | Operario Envenenamiento | |
| 11. | Transporte a zona de almacenamiento de producto terminado | Se llevan los bultos al área de almacenamiento | Operario de almacenamiento | |
| 12. | Almacenamiento de producto terminado | Se almacena el producto terminado mientras es vendido. | | |







4. Proceso Trilla de arroz

| | | |
|--|---------------------------|---|
| CODIGO: MP-001 VERSION: 001 FECHA: 8 de Abril de 2012 | NOMBRE DEL PROCESO |  |
| | TRILLA DE ARROZ | |

| | |
|--|---------------------------------|
| Propósito del proceso | |
| Desarrollar actividades como limpieza, descascarado, polichado y clasificación del grano de arroz, para obtener un producto de la manera mas efectiva y de buena calidad. | |
| Alcance del proceso | |
| El procedimiento descrito en el presente manual debe ser consultado por todas la personas que intervengan con el proceso. | |
| Responsables | |
| Todas las personas que intervengan en los procesos productivos de la empresa | |
| Información | |
| Entradas | Salidas |
| Arroz a granel | Bultos de arroz trillado |
| | |

| Descripción de Actividades | | | | |
|-----------------------------------|--------------------------------------|--|---------------------|------------------|
| N° | Actividad | Descripción | Encargado | Documento |
| 1. | Arribo de camiones con materia prima | Ubicar los camiones en las tolvas de recibo para verter la materia prima. | Conductor | |
| 2. | Verter materia prima en tolva | Vertimiento de la materia prima en las tolvas de recibo a medida que se procesa. | Encargado de planta | |
| 3. | Pre-limpia | Se retira de la materia | | |



| | | | | |
|----|---|---|----------------------------|-----------------------------------|
| | | prima la mugre y el material que no es arroz, el cual se trae de los cultivos. | Encargado de planta | |
| 4. | Silos de Secamiento | El arroz que llega desde las pre-limpia por medio de los elevadores es secado durante tres días. | | Formato de seguimiento de proceso |
| 5. | Molino | Por medio de elevadores el arroz es vertido en la tolva del molino, donde se realiza todo el proceso para obtener arroz trillado. | | |
| 6. | Cierre de bultos | Se nivela y cierra el bulto de semilla de arroz | Operario de molino | |
| 7. | Se transporta el arroz al lugar de almacenamiento | El operario lleva el arroz al lugar de almacenamiento de producto en proceso por medio de un montacargas. | Operario de almacenamiento | |
| 8. | Almacenamiento de producto terminado | Se almacena el producto terminado mientras es vendido. | | |

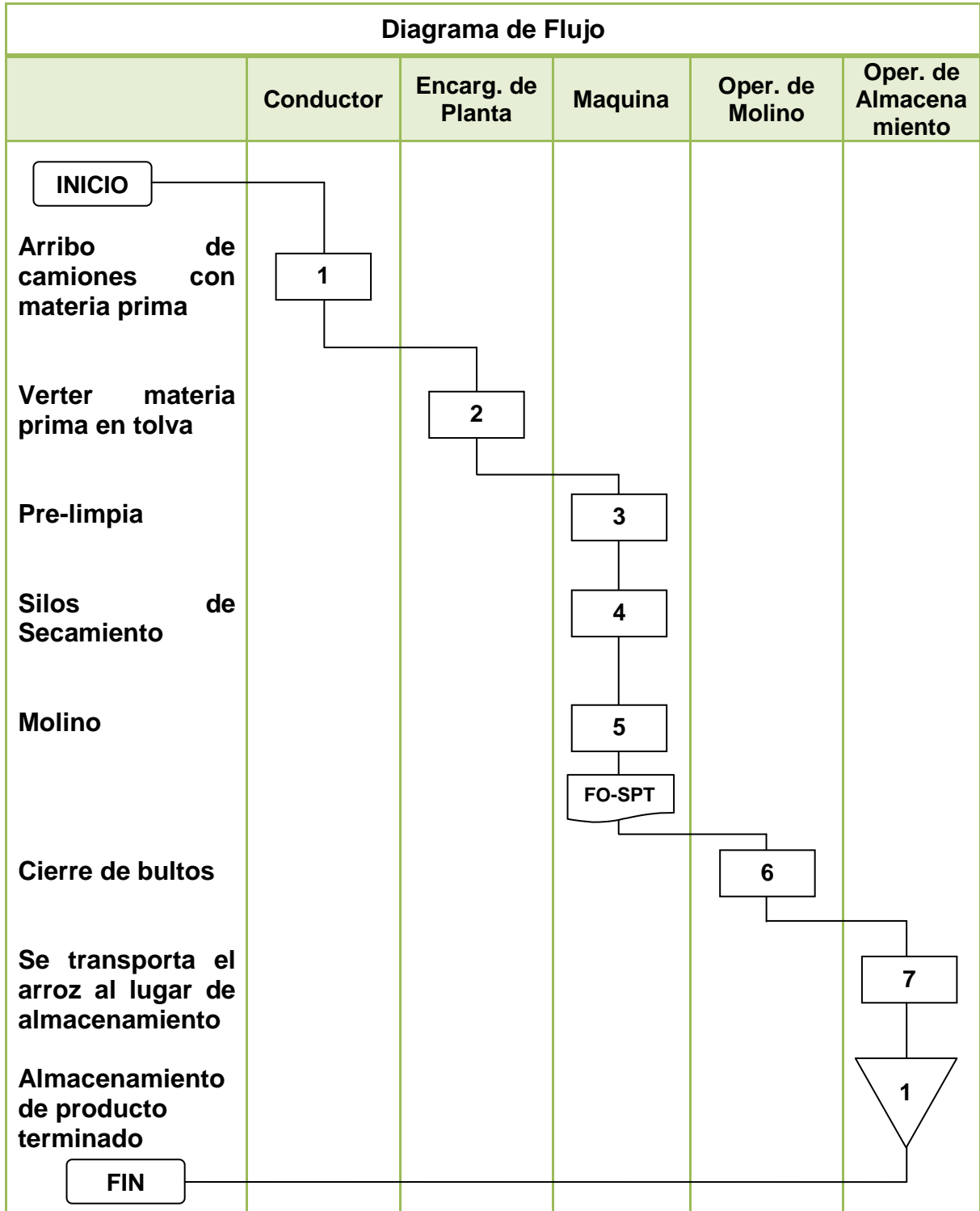




DIAGRAMA DE OPERACIONES DE TRILLA DE ARROZ MAQUINARIA NUEVA

Hoja N° 1 de 1
 ELABORADO POR: Lucero Acevedo - Sofía Navarro
 REVISADO POR: Nicolás Díaz

APROBADO POR: Nicolás Díaz
 FECHA: 20 de Marzo del 2012
 OPERACIONES: ○ 10
 ⇨ 1 ▽ 1

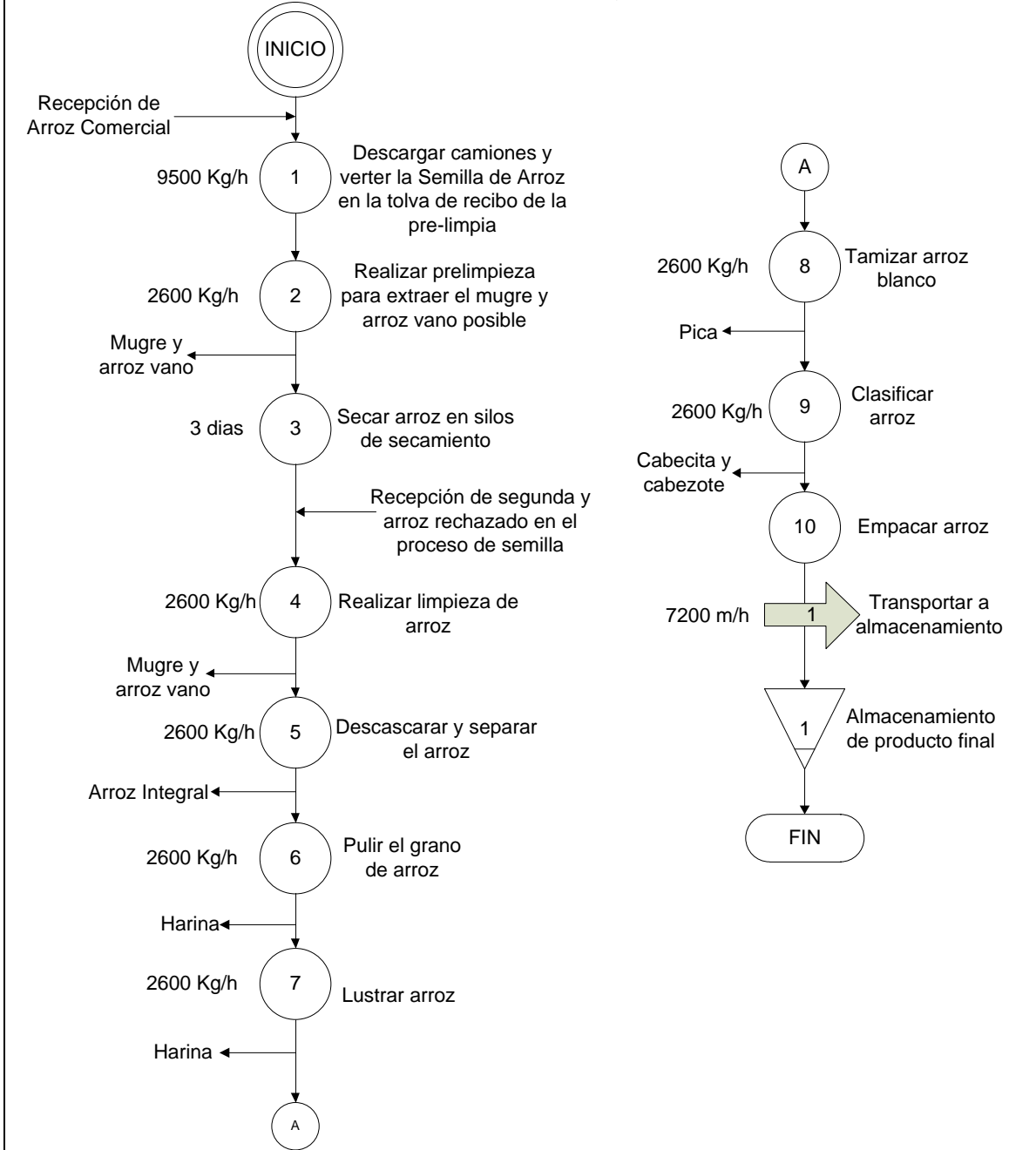
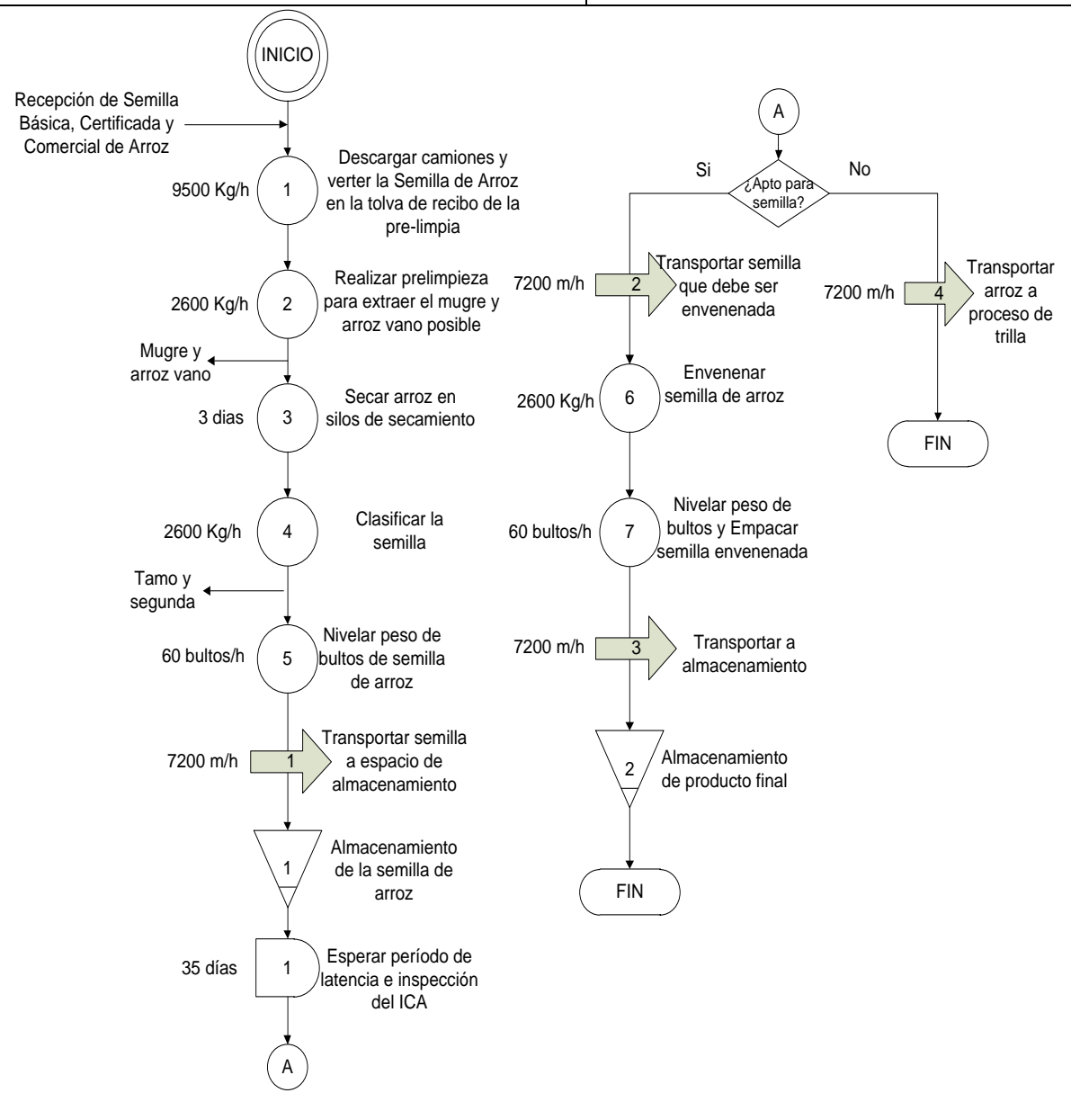




DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL TRATAMIENTO DE SEMILLA DE ARROZ MAQUINARIA NUEVA

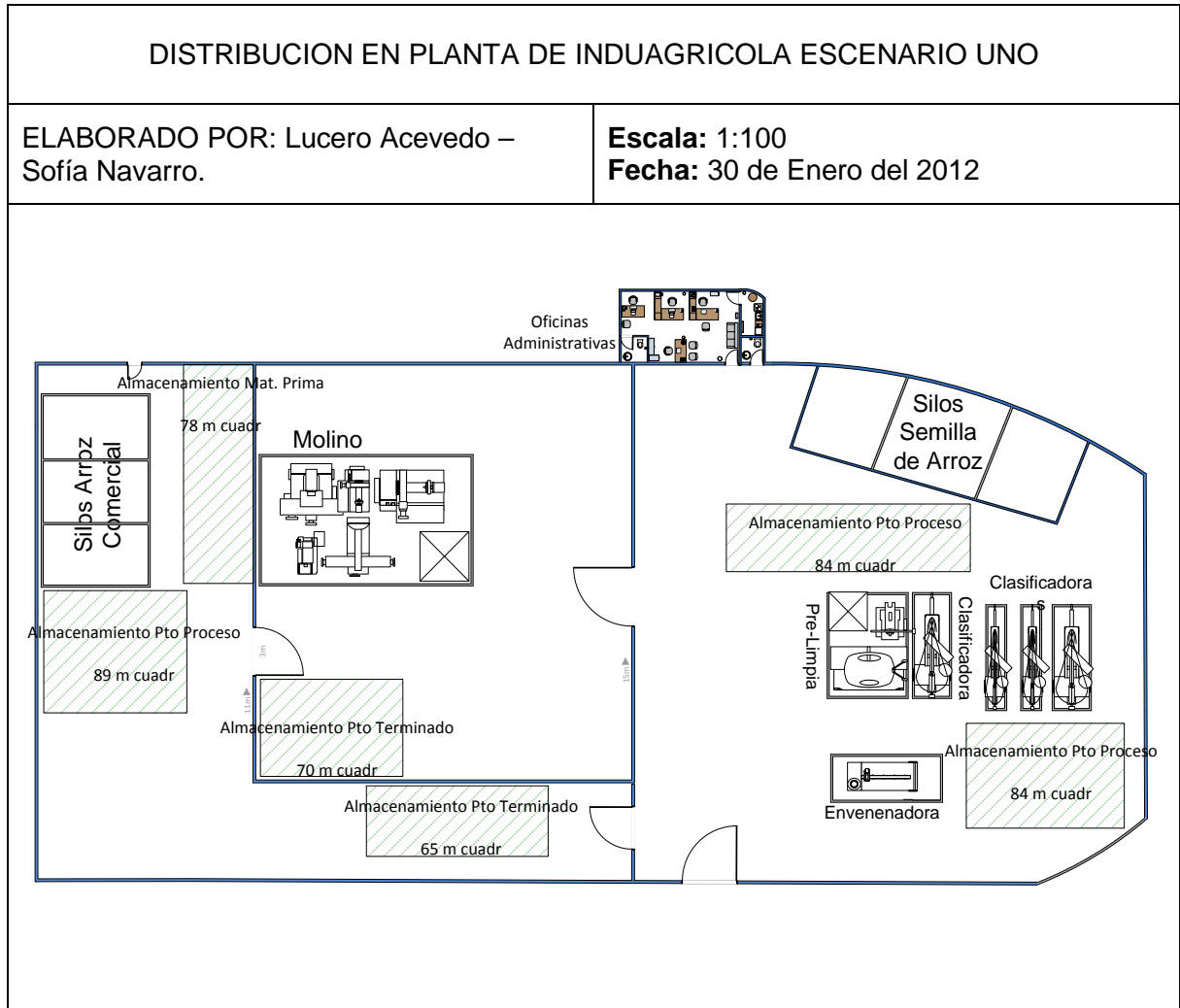
Hoja N° 1 de 1
 ELABORADO POR: Lucero Acevedo – Sofía Navarro
 REVISADO POR: Nicolás Díaz

APROBADO POR: Nicolás Díaz
FECHA: 20 de Marzo del 1012
OPERACIONES: ○ 7
 4 ⇨ 2 ▽
 1 D





ANEXO L. Distribución en planta Panorama Cero.



Fuente: Autores del proyecto.



ANEXO M. Análisis financiero panorama 0

| | | DISTRIBUCION NUEVA EN PLANTA ACTUAL - MAQUINARIA ACTUAL | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------------------|---|---------------------|-------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | | Año 0 | Año 1 | Año 2 | Año 3 | Año 4 | Año 5 | Año 6 | Año 7 | Año 8 | Año 9 | Año 10 | | |
| Presupuesto de Inversiones | Inversiones Fijas | Terrenos | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| | | Construcciones y obras civiles | (1.829.000,00) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| | | Maquinaria y Equipo | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| | | Vehículos | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| | | Muebles y enseres | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| | Inversiones Diferidas | Estudios Técnicos y jurídicos | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| | | Estudios econ. y Ambientales | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| | | Gastos de Organización | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| | | Gastos de Montaje | (853.800,00) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| | | Instalacion, Capacitación, Pruebas y puesta en marcha | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| | | Uso de Patentes y Licencias | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| | Capital de Trabajo | Gastos financieros durante la instalacion | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| | | Efectivo y Bancos | (35.706.272,25) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| | | Inv. mat. prima y materiales | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| | | Productos en Proceso | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| | | Inventario de Productos Terminados | (50.750.000,00) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| | | Cuentas por Cobrar (Cartera) | (27.052.387,00) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| | Cuentas por Pagar | (140.601.816,30) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | | |
| | Total Costo de Inversion | (256.793.275,55) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | | |
| de Producción | Costos de Fabricación | Costo directo | Materia Prima | - | 532.287.139,47 | 548.255.753,65 | 564.703.426,26 | 581.644.529,05 | 599.093.864,92 | 617.066.680,87 | 635.578.681,29 | 654.646.041,73 | 674.285.422,98 | 694.513.985,67 |
| | | | Materiales Directos | - | 11.976.246,65 | 12.335.534,05 | 12.705.600,07 | 13.086.768,08 | 13.479.371,12 | 13.883.752,25 | 14.300.264,82 | 14.729.272,76 | 15.171.150,95 | 15.626.285,47 |



| | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | | Mano de Obra Directa | - | 53.986.008,00 | 55.605.588,24 | 57.273.755,89 | 58.991.968,56 | 60.761.727,62 | 62.584.579,45 | 64.462.116,83 | 66.395.980,34 | 68.387.859,75 | 70.439.495,54 | |
| | | Prestaciones | - | 6.921.600,00 | 7.129.248,00 | 7.343.125,44 | 7.563.419,20 | 7.790.321,78 | 8.024.031,43 | 8.264.752,38 | 8.512.694,95 | 8.768.075,80 | 9.031.118,07 | |
| | | Asistencia Técnica ICA | - | 2.550.750,00 | 2.763.312,50 | 2.763.312,50 | 2.763.312,50 | 2.975.875,00 | 2.975.875,00 | 2.975.875,00 | 3.188.437,50 | 3.188.437,50 | 3.188.437,50 | |
| | | Otros materiales directos | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | Gastos de Fabricacion | Gastos de Fabricacion | Materiales Indirectos | - | 9.292.283,22 | 9.571.051,71 | 9.858.183,27 | 10.153.928,76 | 10.458.546,63 | 10.772.303,03 | 11.095.472,12 | 11.428.336,28 | 11.771.186,37 | 12.124.321,96 |
| | | | Mano de Obra Indirecta | - | 17.208.828,00 | 17.725.092,84 | 18.256.845,63 | 18.804.550,99 | 19.368.687,52 | 19.949.748,15 | 20.548.240,59 | 21.164.687,81 | 21.799.628,45 | 22.453.617,30 |
| | | | Prestaciones | - | 10.020.128,40 | 10.320.732,25 | 10.630.354,22 | 10.949.264,85 | 11.277.742,79 | 11.616.075,08 | 11.964.557,33 | 12.323.494,05 | 12.693.198,87 | 13.073.994,83 |
| | | Otros gastos indirectos | Depreciacion de Fabrica | - | 484.115,00 | (60.885,00) | (60.885,00) | (60.885,00) | (91.450,00) | (91.450,00) | (91.450,00) | (91.450,00) | (91.450,00) | (91.450,00) |
| | | | Servicios | - | 30.618.056,76 | 31.773.122,43 | 32.942.093,72 | 34.211.482,06 | 35.500.272,90 | 36.895.681,61 | 38.316.573,52 | 39.850.899,24 | 41.417.432,56 | 43.104.893,72 |
| | | | Matenimiento | - | 700.000,00 | 735.000,00 | 771.750,00 | 810.337,50 | 850.854,38 | 893.397,09 | 938.066,95 | 984.970,30 | 1.034.218,81 | 1.085.929,75 |
| | | | Seguros Fabrica | - | 1.248.845,13 | 1.248.845,13 | 1.248.845,13 | 1.248.845,13 | 1.248.845,13 | 1.248.845,13 | 1.248.845,13 | 1.248.845,13 | 1.248.845,13 | 1.248.845,13 |
| | | | Impuestos de Fabrica | - | 6.621.925,00 | 7.443.757,33 | 7.587.381,05 | 7.734.516,59 | 7.885.261,34 | 8.039.715,52 | 8.197.982,30 | 8.360.167,83 | 8.526.381,38 | 8.696.735,43 |
| | | | Amortizacion de Diferidos | - | 11.508.672,16 | 11.508.672,16 | 11.508.672,16 | 11.508.672,16 | 11.508.672,16 | 11.508.672,16 | 11.508.672,16 | 11.508.672,16 | 11.508.672,16 | 11.508.672,16 |
| Otros | - | 21.600.000,00 | 21.600.000,00 | 21.600.000,00 | 21.600.000,00 | 21.600.000,00 | 21.600.000,00 | 21.600.000,00 | 21.600.000,00 | 21.600.000,00 | 21.600.000,00 | 21.600.000,00 | | |
| Gastos de Administracion | Sueldos | - | 73.554.600,00 | 75.761.238,00 | 78.034.075,14 | 80.375.097,39 | 82.786.350,32 | 85.269.940,83 | 87.828.039,05 | 90.462.880,22 | 93.176.766,63 | 95.972.069,63 | | |
| | Prestaciones | - | 42.912.360,00 | 44.199.730,80 | 45.525.722,72 | 46.891.494,41 | 48.298.239,24 | 49.747.186,42 | 51.239.602,01 | 52.776.790,07 | 54.360.093,77 | 55.990.896,58 | | |
| | Depreciaciones Administrativas | - | 7.607.925,00 | 6.741.925,00 | 6.401.925,00 | 6.401.925,00 | 6.199.196,00 | 6.199.196,00 | 6.199.196,00 | 6.199.196,00 | 6.044.196,00 | 6.044.196,00 | | |
| | Amortizacion de Diferidos | - | 5.216.373,44 | 5.216.373,44 | 5.216.373,44 | 5.216.373,44 | 5.216.373,44 | 5.216.373,44 | 5.216.373,44 | 5.216.373,44 | 5.216.373,44 | 5.216.373,44 | | |
| | Servicios | - | 8.873.140,24 | 8.893.671,70 | 8.909.592,97 | 8.930.211,26 | 8.946.196,29 | 8.966.901,78 | 8.982.950,81 | 9.003.743,87 | 9.019.857,16 | 9.040.738,18 | | |
| | Seguros | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| | Impuestos | - | 8.860.394,04 | 8.860.394,04 | 8.860.394,04 | 8.860.394,04 | 8.860.394,04 | 8.860.394,04 | 8.860.394,04 | 8.860.394,04 | 8.860.394,04 | 8.860.394,04 | | |
| | Otros | - | 7.140.943,00 | 7.240.814,98 | 7.343.683,12 | 7.449.637,30 | 7.558.770,11 | 7.671.176,91 | 7.786.955,90 | 7.906.208,27 | 8.029.038,21 | 8.155.553,04 | | |



| | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|-----------------------|---|---|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | Gastos de Ventas | Gastos de Comercialización | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| | | Gastos de Distribución | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| Total Costo Operación | | | - | 871.190.333,51 | 894.868.973,27 | 919.424.226,77 | 945.135.843,28 | 971.574.112,72 | 998.899.076,18 | 1.027.022.161,66 | 1.056.276.635,98 | 1.086.015.779,95 | 1.116.885.103,45 | |
| INGRESOS | Ventas de Producto | Arroz Comercial | - | 671.710.161,13 | 691.861.465,96 | 712.617.309,94 | 733.995.829,24 | 756.015.704,11 | 778.696.175,24 | 802.057.060,49 | 826.118.772,31 | 850.902.335,48 | 876.429.405,54 | |
| | | Semilla de Arroz | - | 493.145.000,00 | 507.939.350,00 | 523.177.530,50 | 538.872.856,42 | 555.039.042,11 | 571.690.213,37 | 588.840.919,77 | 606.506.147,36 | 624.701.331,79 | 643.442.371,74 | |
| | | Ganado Caballar y Vacuno | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | Ventas de Activos | Bodega | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | | Terreno para doble calzada | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | Arriendo | Bodega | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | Total Ingresos | | | - | 1.164.855.161,13 | 1.199.800.815,96 | 1.235.794.840,44 | 1.272.868.685,65 | 1.311.054.746,22 | 1.350.386.388,61 | 1.390.897.980,26 | 1.432.624.919,67 | 1.475.603.667,26 | 1.519.871.777,28 |
| | | Precio por Unidad Arroz Comercial | - | 984,37 | 1.013,90 | 1.044,32 | 1.075,65 | 1.107,92 | 1.141,16 | 1.175,39 | 1.210,65 | 1.246,97 | 1.284,38 | |
| | | Precio por Unidad Semilla de Arroz | - | 2.320,00 | 2.389,60 | 2.461,29 | 2.535,13 | 2.611,18 | 2.689,52 | 2.770,20 | 2.853,31 | 2.938,91 | 3.027,07 | |
| | | Kilogramos vendidas Arroz Comercial | - | 682.375,00 | 682.375,00 | 682.375,00 | 682.375,00 | 682.375,00 | 682.375,00 | 682.375,00 | 682.375,00 | 682.375,00 | 682.375,00 | |
| | | Kilogramos vendidas Semilla de Arroz | - | 212.562,50 | 212.562,50 | 212.562,50 | 212.562,50 | 212.562,50 | 212.562,50 | 212.562,50 | 212.562,50 | 212.562,50 | 212.562,50 | |
| | | Capacidad Instalada Arroz Comercial (Kilogramos) | - | 4.500.000,00 | 4.500.000,00 | 4.500.000,00 | 4.500.000,00 | 4.500.000,00 | 4.500.000,00 | 4.500.000,00 | 4.500.000,00 | 4.500.000,00 | 4.500.000,00 | |
| | | Capacidad Instalada Semilla de Arroz (Kilogramos) | - | 5.400.000,00 | 5.400.000,00 | 5.400.000,00 | 5.400.000,00 | 5.400.000,00 | 5.400.000,00 | 5.400.000,00 | 5.400.000,00 | 5.400.000,00 | 5.400.000,00 | |
| | | Capacidad Utilizada Arroz Comercial (Kilogramos) | - | 1.137.500,00 | 1.137.500,00 | 1.137.500,00 | 1.137.500,00 | 1.137.500,00 | 1.137.500,00 | 1.137.500,00 | 1.137.500,00 | 1.137.500,00 | 1.137.500,00 | |
| | | Capacidad Utilizada Semilla de Arroz (Kilogramos) | - | 255.000,00 | 255.000,00 | 255.000,00 | 255.000,00 | 255.000,00 | 255.000,00 | 255.000,00 | 255.000,00 | 255.000,00 | 255.000,00 | |
| | | Nivel de Producción Arroz Comercial (Porcentaje) | - | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | |
| | | Nivel de Producción Semilla de Arroz (Porcentaje) | - | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | |
| | | Ventas | - | 1.164.855.161,13 | 1.199.800.815,96 | 1.235.794.840,44 | 1.272.868.685,65 | 1.311.054.746,22 | 1.350.386.388,61 | 1.390.897.980,26 | 1.432.624.919,67 | 1.475.603.667,26 | 1.519.871.777,28 | |



ANEXO N. Distribución en planta escenario 1.



Fuente: Autores del proyecto.



ANEXO Ñ. Análisis financiero escenario 1

| | | | DISTRIBUCION NUEVA EN PLANTA ACTUAL - MAQUINARIA NUEVA | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|-----------------------|---|--|-------|----------------|-------------------|----------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|----------------------|------------------|
| | | | Año 0 | Año 1 | Año 2 | Año 3 | Año 4 | Año 5 | Año 6 | Año 7 | Año 8 | Año 9 | Año 10 | |
| Presupuesto de Inversiones | Inversiones Fijas | Terrenos | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | | Construcciones y obras civiles | (6.836.000,00) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | | Maquinaria y Equipo | (733.442.145,75) | - | - | - | 40.000.000,00 | - | - | - | - | - | - | 16.000.000,00 |
| | | Equipo de Oficina | - | - | - | 800.000,00 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | | Muebles y enseres | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | Inversiones Diferidas | Estudios Técnicos y jurídicos | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | | Estudios económicos y Ambientales | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | | Gastos de Organización | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | | Gastos de Montaje | (6.760.000,00) | - | - | - | 1.450.000,00 | - | - | - | - | - | - | - |
| | | Instalacion, Capacitación, Pruebas y puesta en marcha | (27.797.216,50) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | | Uso de Patentes y Licencias | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | | Gastos financieros durante la instalación | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | Capital de Trabajo | Efectivo y Bancos | (35.706.272,25) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | | Inventario de materia prima y materiales | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | | Productos en Proceso | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | | Inventario de Productos Terminados | (50.750.000,00) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | | Cuentas por Cobrar (Cartera) | (27.052.387,00) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | | Cuentas por Pagar | (140.601.816,30) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Total Costo de Inversion | | | (1.028.945.837,80) | - | - | 800.000,00 | 41.450.000,00 | - | - | - | - | - | 16.000.000,00 | |
| Costos de Producción | Costos de Fabricación | Costo directo | Materia Prima | - | 532.287.139,47 | 1.088.328.584,82 | 1.628.401.416,47 | 2.168.474.248,12 | 2.708.547.078,74 | 3.248.619.910,39 | 3.788.692.742,04 | 4.328.765.573,69 | 4.868.838.405,34 | 5.408.911.236,99 |
| | | | Materiales Directos | - | 11.976.246,65 | 18.682.944,78 | 29.145.393,85 | 45.466.814,41 | 70.928.230,48 | 110.648.039,55 | 172.610.941,70 | 269.273.069,05 | 420.065.987,71 | 655.302.940,83 |
| | | | Mano de Obra Directa | - | 15.518.598,00 | 18.945.976,56 | 22.565.031,10 | 30.050.072,27 | 34.997.151,14 | 40.214.009,67 | 45.712.382,29 | 51.504.464,65 | 57.602.930,80 | 64.020.950,91 |



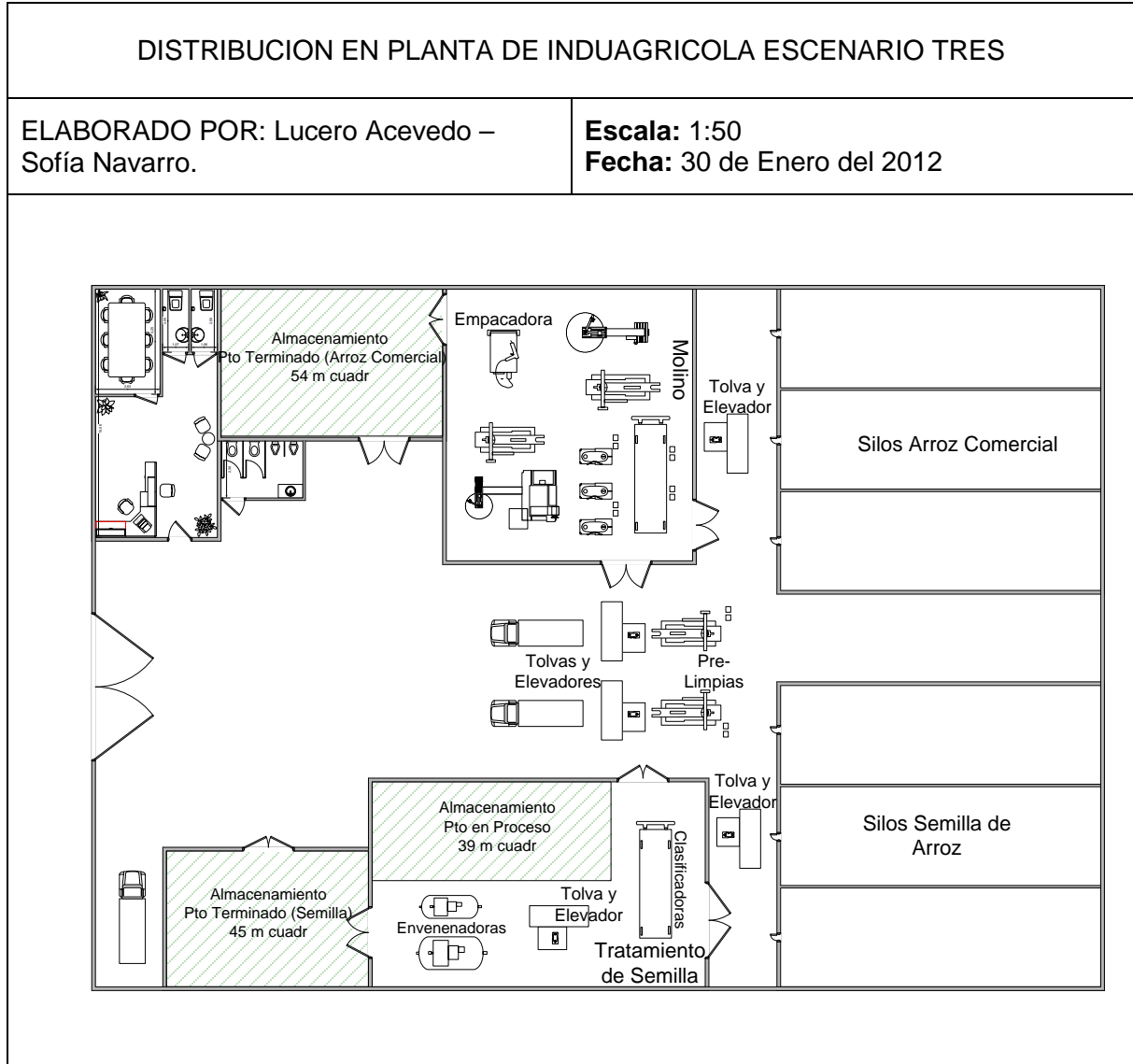
| | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|----------------------------|---------------------------|---------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | | Prestaciones | - | 9.489.884,40 | 11.361.780,69 | 13.337.449,86 | 17.385.937,18 | 20.075.485,33 | 22.910.759,03 | 25.898.081,22 | 29.044.023,05 | 32.355.413,12 | 35.839.346,98 |
| | | Asistencia Tecnica ICA | - | 2.550.750,00 | 10.586.160,00 | 18.349.344,00 | 26.112.528,00 | 36.481.536,00 | 44.841.888,00 | 53.202.240,00 | 65.959.920,00 | 74.917.440,00 | 83.874.960,00 |
| | | Otros materiales directos | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | Gastos de Fabricacion | Materiales Indirectos | - | 7.809.963,89 | 8.848.689,09 | 10.025.564,74 | 42.594.328,63 | 50.915.193,21 | 59.411.562,55 | 68.106.778,77 | 77.027.288,51 | 86.203.055,80 | 95.668.029,90 |
| | | Mano de Obra Indirecta | - | 17.208.828,00 | 17.725.092,84 | 18.256.845,63 | 18.804.550,99 | 19.368.687,52 | 19.949.748,15 | 20.548.240,59 | 21.164.687,81 | 21.799.628,45 | 22.453.617,30 |
| | | Prestaciones | - | 10.020.128,40 | 10.320.732,25 | 10.630.354,22 | 10.949.264,85 | 11.277.742,79 | 11.616.075,08 | 11.964.557,33 | 12.323.494,05 | 12.693.198,87 | 13.073.994,83 |
| | Otros gastos indirectos | Depreciacion de Fabrica | - | (73.110.449,58) | (73.655.449,58) | (73.655.449,58) | (69.655.449,58) | (69.686.014,58) | (69.686.014,58) | (69.686.014,58) | (69.686.014,58) | (69.686.014,58) | (69.686.014,58) |
| | | Servicios | - | 26.164.832,81 | 27.097.237,28 | 28.032.414,31 | 29.056.318,68 | 30.087.351,35 | 31.212.113,99 | 32.348.827,51 | 33.584.765,93 | 34.837.992,59 | 36.196.481,75 |
| | | Matenimiento | - | 350.000,00 | 367.500,00 | 385.875,00 | 405.168,75 | 425.427,19 | 446.698,55 | 469.033,47 | 492.485,15 | 517.109,41 | 542.964,88 |
| | | Seguros Fabrica | - | 1.248.845,13 | 1.248.845,13 | 1.248.845,13 | 1.248.845,13 | 1.248.845,13 | 1.248.845,13 | 1.248.845,13 | 1.248.845,13 | 1.248.845,13 | 1.248.845,13 |
| | | Impuestos de Fabrica | - | 6.621.925,00 | 9.551.989,38 | 11.909.322,14 | 14.401.091,86 | 17.033.259,09 | 19.812.021,19 | 22.743.821,16 | 25.835.356,79 | 29.093.590,21 | 32.525.757,64 |
| | | Amortizacion de Diferidos | - | 11.508.672,16 | 11.508.672,16 | 11.508.672,16 | 11.508.672,16 | 11508672,16 | 11508672,16 | 11508672,16 | 11508672,16 | 11508672,16 | 11508672,16 |
| | | Otros | - | 21.600.000,00 | 21.600.000,00 | 21.600.000,00 | 21.600.000,00 | 21.600.000,00 | 21.600.000,00 | 21.600.000,00 | 21.600.000,00 | 21.600.000,00 | 21.600.000,00 |
| | Gastos de Administracion | Sueldos | - | 73.554.600,00 | 75.761.238,00 | 78.034.075,14 | 98.375.097,39 | 101.326.350,32 | 104.366.140,83 | 107.497.125,05 | 110.722.038,80 | 114.043.699,97 | 117.465.010,96 |
| Prestaciones | | - | 42.912.360,00 | 44.199.730,80 | 45.525.722,72 | 47.791.494,41 | 49.225.239,24 | 50.701.996,42 | 52.223.056,31 | 53.789.748,00 | 55.403.440,44 | 57.065.543,65 | |
| Depreciaciones Administrativas | | - | 1.563.729,00 | 697.729,00 | 357.729,00 | 357.729,00 | 155.000,00 | 155.000,00 | 155.000,00 | 155.000,00 | | | |
| Amortizacion de Diferidos | | - | 5.216.373,44 | 5.216.373,44 | 5.216.373,44 | 5.216.373,44 | 5.216.373,44 | 5.216.373,44 | 5.216.373,44 | 5.216.373,44 | 5.216.373,44 | 5.216.373,44 | |
| Servicios | | - | 8.873.140,24 | 8.893.671,70 | 8.909.592,97 | 8.930.211,26 | 8.946.196,29 | 8.966.901,78 | 8.982.950,81 | 9.003.743,87 | 9.019.857,16 | 9.040.738,18 | |
| Seguros | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| Impuestos | | - | 5.868.394,04 | 5.868.394,04 | 5.868.394,04 | 5.868.394,04 | 5.868.394,04 | 5.868.394,04 | 5.868.394,04 | 5.868.394,04 | 5.868.394,04 | 5.868.394,04 | |
| Otros | | - | 7.140.943,00 | 7.240.814,98 | 7.458.039,43 | 7.681.780,61 | 7.912.234,03 | 8.149.601,05 | 8.394.089,08 | 8.645.911,76 | 8.905.289,11 | 9.172.447,78 | |
| Gastos de Ventas | Gastos de Comercializacion | - | - | - | 8.400.000,00 | 29.400.000,00 | 30.282.000,00 | 31.190.460,00 | 32.126.173,80 | 33.089.959,01 | 34.082.657,78 | 35.105.137,52 | |
| | Gastos de Distribucion | - | - | - | - | 16.100.727,00 | 19.955.525,00 | 23.811.042,00 | 27.667.301,60 | 31.524.324,05 | 35.382.134,26 | 39.240.753,84 | |



| Total Costo Operación | | - | 746.374.904,06 | 1.330.396.707,37 | 1.911.511.005,79 | 2.588.124.198,61 | 3.193.695.957,93 | 3.812.780.238,42 | 4.455.099.612,93 | 5.137.662.124,37 | 5.871.518.101,21 | 6.691.256.184,14 | |
|---|-------------------------------------|----------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| INGRESOS | Ventas de Producto | Arroz Comercial | - | 671.710.161,13 | 1.113.507.875,25 | 1.577.005.528,32 | 4.036.032.000,00 | 5.047.922.880,00 | 6.116.894.784,00 | 7.245.461.871,65 | 8.436.237.779,25 | 9.691.939.325,62 | 11.015.390.350,78 |
| | | Semilla de Arroz | - | 493.145.000,00 | 1.945.899.072,00 | 3.474.078.476,54 | 5.092.197.336,20 | 6.804.276.656,80 | 8.614.497.759,03 | 10.527.208.278,41 | 12.546.928.380,97 | 14.678.357.202,23 | 16.926.379.517,23 |
| | | Ganado Caballar y Vacuno | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | Ventas de Activos | Bodega | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | | Terreno para doble calzada | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | Arriendo | Bodega | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | Total Ingresos | | - | 1.164.855.161,13 | 3.059.406.947,25 | 5.051.084.004,87 | 9.128.229.336,20 | 11.852.199.536,80 | 14.731.392.543,03 | 17.772.670.150,06 | 20.983.166.160,22 | 24.370.296.527,85 | 27.941.769.868,00 |
| | Precio por Unidad Arroz Comercial | | - | 984,37 | 1.013,90 | 1.044,32 | 2.100,00 | 2.163,00 | 2.227,89 | 2.294,73 | 2.363,57 | 2.434,48 | 2.507,51 |
| | Precio por Unidad Semilla de Arroz | | - | 2.320,00 | 2.389,60 | 2.461,29 | 2.535,13 | 2.611,18 | 2.689,52 | 2.770,20 | 2.853,31 | 2.938,91 | 3.027,07 |
| | Kilogramos vendidas Arroz Comercial | | - | 682.375,00 | 1.098.240,00 | 1.510.080,00 | 1.921.920,00 | 2.333.760,00 | 2.745.600,00 | 3.157.440,00 | 3.569.280,00 | 3.981.120,00 | 4.392.960,00 |
| Kilogramos vendidas Semilla de Arroz | | - | 212.562,50 | 814.320,00 | 1.411.488,00 | 2.008.656,00 | 2.605.824,00 | 3.202.992,00 | 3.800.160,00 | 4.397.328,00 | 4.994.496,00 | 5.591.664,00 | |
| Capacidad Instalada Arroz Comercial (Kilogramos) | | - | 7.488.000,00 | 7.488.000,00 | 7.488.000,00 | 7.488.000,00 | 7.488.000,00 | 7.488.000,00 | 7.488.000,00 | 7.488.000,00 | 7.488.000,00 | 7.488.000,00 | |
| Capacidad Instalada Semilla de Arroz (Kilogramos) | | - | 7.488.000,00 | 7.488.000,00 | 7.488.000,00 | 7.488.000,00 | 7.488.000,00 | 7.488.000,00 | 7.488.000,00 | 7.488.000,00 | 7.488.000,00 | 7.488.000,00 | |
| Capacidad Utilizada Arroz Comercial (Kilogramos) | | - | 1.144.000,00 | 1.830.400,00 | 2.516.800,00 | 3.203.200,00 | 3.889.600,00 | 4.576.000,00 | 5.262.400,00 | 5.948.800,00 | 6.635.200,00 | 7.321.600,00 | |
| Capacidad Utilizada Semilla de Arroz (Kilogramos) | | - | 249.600,00 | 936.000,00 | 1.622.400,00 | 2.308.800,00 | 2.995.200,00 | 3.681.600,00 | 4.368.000,00 | 5.054.400,00 | 5.740.800,00 | 6.427.200,00 | |
| Nivel de Produccion Arroz Comercial (Porcentaje) | | - | 0,15 | 0,24 | 0,34 | 0,43 | 0,52 | 0,61 | 0,70 | 0,79 | 0,89 | 0,98 | |
| Nivel de Produccion Semilla de Arroz (Porcentaje) | | - | 0,03 | 0,13 | 0,22 | 0,31 | 0,40 | 0,49 | 0,58 | 0,68 | 0,77 | 0,86 | |
| Ventas | | - | 1.164.855.161,13 | 3.059.406.947,25 | 5.051.084.004,87 | 9.128.229.336,20 | 11.852.199.536,80 | 14.731.392.543,03 | 17.772.670.150,06 | 20.983.166.160,22 | 24.370.296.527,85 | 27.941.769.868,00 | |



ANEXO O. Distribución en planta escenario 2.



Fuente: Autores del proyecto.



ANEXO P. Análisis financiero escenario 2

| | | DISTRIBUCION NUEVA EN PLANTA NUEVA - MAQUINARIA NUEVA | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|-----------------------|---|------------------|-------|-------|------------|---------------|-------|-------|-------|-------|--------|---------------|
| | | Año 0 | Año 1 | Año 2 | Año 3 | Año 4 | Año 5 | Año 6 | Año 7 | Año 8 | Año 9 | Año 10 | |
| Presupuesto de Inversiones | Inversiones Fijas | Terrenos | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | | Construcciones y obras civiles | (96.398.534,09) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | | Maquinaria y Equipo | (733.442.145,75) | - | - | - | 40.000.000,00 | - | - | - | - | - | 16.000.000,00 |
| | | Equipo de Oficina | (1.249.008,00) | - | - | 800.000,00 | - | - | - | - | - | - | - |
| | | Muebles y enseres | (3.472.000,00) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | Inversiones Diferidas | Estudios Técnicos y jurídicos | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | | Estudios económicos y Ambientales | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | | Gastos de Organización | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | | Gastos de Montaje | (5.890.000,00) | - | - | - | 1.450.000,00 | - | - | - | - | - | - |
| | | Instalacion, Capacitación, Pruebas y puesta en marcha | (27.797.216,50) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | | Uso de Patentes y Licencias | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | Capital de Trabajo | Gastos financieros durante la instalacion | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | | Efectivo y Bancos | (35.706.272,25) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | | Inventario de materia prima y materiales | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | | Productos en Proceso | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | | Inventario de Productos Terminados | (50.750.000,00) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | | Cuentas por Cobrar (Cartera) | (27.052.387,00) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | Cuentas por Pagar | (140.601.816,30) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |



| Total Costo de Inversion | | (1.122.359.379,89) | - | - | 800.000,00 | 41.450.000,00 | - | - | - | - | - | 16.000.000,00 | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------------|---------------------------|---------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Costos de Produccion | Costos de Fabricacion | Costo directo | Materia Prima | - | 523.928.104,87 | 1.071.237.477,58 | 1.602.829.007,01 | 2.134.420.537,47 | 2.666.012.066,90 | 3.197.603.597,36 | 3.729.195.126,79 | 4.260.786.657,25 | 4.792.378.186,68 | 5.323.969.717,14 |
| | | | Materiales Directos | - | 11.976.246,65 | 14.802.640,86 | 18.296.064,11 | 22.613.935,23 | 27.950.823,95 | 34.547.218,40 | 42.700.361,94 | 52.777.647,36 | 65.233.172,14 | 80.628.200,77 |
| | | | Mano de Obra Directa | - | 15.518.598,00 | 18.945.976,56 | 22.565.031,10 | 30.050.072,27 | 34.997.151,14 | 40.214.009,67 | 45.712.382,29 | 51.504.464,65 | 57.602.930,80 | 64.020.950,91 |
| | | | Prestaciones | - | 9.489.884,40 | 11.361.780,69 | 13.337.449,86 | 17.385.937,18 | 20.075.485,33 | 22.910.759,03 | 25.898.081,22 | 29.044.023,05 | 32.355.413,12 | 35.839.346,98 |
| | | | Asistencia Tecnica ICA | - | 2.550.750,00 | 10.586.160,00 | 18.349.344,00 | 26.112.528,00 | 36.481.536,00 | 44.841.888,00 | 53.202.240,00 | 65.959.920,00 | 74.917.440,00 | 83.874.960,00 |
| | | | Otros materiales directos | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | | Gastos de Fabricacion | Materiales Indirectos | - | 7.809.963,89 | 8.848.689,09 | 10.025.564,74 | 42.594.328,63 | 50.915.193,21 | 59.411.562,55 | 68.106.778,77 | 77.027.288,51 | 86.203.055,80 | 95.668.029,90 |
| | | | Mano de Obra Indirecta | - | 17.208.828,00 | 17.725.092,84 | 18.256.845,63 | 18.804.550,99 | 19.368.687,52 | 19.949.748,15 | 20.548.240,59 | 21.164.687,81 | 21.799.628,45 | 22.453.617,30 |
| | | | Prestaciones | - | 10.020.128,40 | 10.320.732,25 | 10.630.354,22 | 10.949.264,85 | 11.277.742,79 | 11.616.075,08 | 11.964.557,33 | 12.323.494,05 | 12.693.198,87 | 13.073.994,83 |
| | | Otros gastos indirectos | Depreciacion de Fabrica | - | (77.588.576,28) | (78.133.576,28) | (78.133.576,28) | (73.973.576,28) | (74.004.141,28) | (74.004.141,28) | (74.004.141,28) | (74.004.141,28) | (74.164.141,28) | (74.164.141,28) |
| | | | Servicios | - | 19.762.252,33 | 20.562.446,37 | 21.380.726,27 | 22.260.904,41 | 23.163.058,00 | 24.131.408,43 | 25.126.032,76 | 26.191.582,92 | 27.288.156,25 | 28.460.858,83 |
| | | | Matenimiento | - | 350.000,00 | 367.500,00 | 385.875,00 | 405.168,75 | 425.427,19 | 446.698,55 | 469.033,47 | 492.485,15 | 517.109,41 | 542.964,88 |
| | | | Seguros Fabrica | - | 960.000,00 | 960.000,00 | 960.000,00 | 960.000,00 | 960.000,00 | 960.000,00 | 960.000,00 | 960.000,00 | 960.000,00 | 960.000,00 |
| | | | Impuestos de Fabrica | - | 6.621.925,00 | 9.551.989,38 | 11.909.322,14 | 14.401.091,86 | 17.033.259,09 | 19.812.021,19 | 22.743.821,16 | 25.835.356,79 | 29.093.590,21 | 32.525.757,64 |
| | | | Amortizacion de Diferidos | - | 11.508.672,16 | 11.508.672,16 | 11.508.672,16 | 11.508.672,16 | 11.508.672,16 | 11.508.672,16 | 11.508.672,16 | 11.508.672,16 | 11.508.672,16 | 11.508.672,16 |
| | Otros | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | Gastos de Administracion | Sueldos | - | 73.554.600,00 | 75.761.238,00 | 96.034.075,14 | 98.915.097,39 | 101.882.550,32 | 104.939.026,83 | 108.087.197,63 | 111.329.813,56 | 114.669.707,97 | 118.109.799,20 | |
| | | Prestaciones | - | 42.912.360,00 | 44.199.730,80 | 46.425.722,72 | 47.818.494,41 | 49.253.049,24 | 50.730.640,72 | 52.252.559,94 | 53.820.136,73 | 55.434.740,84 | 57.097.783,06 | |
| | | Depreciaciones Administrativas | - | 2.160.730,60 | 1.294.730,60 | 954.730,60 | 954.730,60 | 752.001,60 | 502.200,00 | 502.200,00 | 502.200,00 | 347200 | 347200 | |
| | | Amortizacion de Diferidos | - | 5.216.373,44 | 5.216.373,44 | 5.216.373,44 | 5.216.373,44 | 5.216.373,44 | 5.216.373,44 | 5.216.373,44 | 5.216.373,44 | 5.216.373,44 | 5.216.373,44 | |
| Servicios | | - | 8.873.140,24 | 8.893.671,70 | 8.909.592,97 | 8.930.211,26 | 8.946.196,29 | 8.966.901,78 | 8.982.950,81 | 9.003.743,87 | 9.019.857,16 | 9.040.738,18 | | |
| Seguros | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| Impuestos | | - | 5.868.394,04 | 5.868.394,04 | 5.868.394,04 | 5.868.394,04 | 5.868.394,04 | 5.868.394,04 | 5.868.394,04 | 5.868.394,04 | 5.868.394,04 | 5.868.394,04 | | |



| | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|---|---|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | Otros | - | 14.340.943,00 | 14.440.814,98 | 14.874.039,43 | 15.320.260,61 | 15.779.868,43 | 16.253.264,48 | 16.740.862,42 | 17.243.088,29 | 17.760.380,94 | 18.293.192,37 |
| Gastos de Ventas | Gastos de Comercialización | - | - | - | 8.400.000,00 | 29.400.000,00 | 30.282.000,00 | 31.190.460,00 | 32.126.173,80 | 33.089.959,01 | 34.082.657,78 | 35.105.137,52 |
| | Gastos de Distribución | - | - | - | - | 15.300.727,00 | 19.131.525,00 | 22.962.322,00 | 26.793.120,00 | 30.623.917,00 | 34.454.715,00 | 38.285.513,00 |
| Total Costo Operación | | - | 713.043.318,76 | 1.284.320.535,07 | 1.868.983.608,30 | 2.506.217.704,28 | 3.083.276.920,37 | 3.660.579.100,59 | 4.240.701.019,29 | 4.828.269.764,38 | 5.415.240.439,78 | 6.006.727.060,87 |
| Ventas de Producto | Arroz Comercial | - | 671.710.161,13 | 1.113.507.875,25 | 1.577.005.528,32 | 4.036.032.000,00 | 5.047.922.880,00 | 6.116.894.784,00 | 7.245.461.871,65 | 8.436.237.779,25 | 9.691.939.325,62 | 11.015.390.350,78 |
| | Semilla de Arroz | - | 493.145.000,00 | 1.945.899.072,00 | 3.474.078.476,54 | 5.092.197.336,20 | 6.804.276.656,80 | 8.614.497.759,03 | 10.527.208.278,41 | 12.546.928.380,97 | 14.678.357.202,23 | 16.926.379.517,23 |
| | Ganado Caballar y Vacuno | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Ventas de Activos | Bodega | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | Terreno para doble calzada | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Arriendo | Bodega | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Total Ingresos | | - | 1.164.855.161,13 | 3.059.406.947,25 | 5.051.084.004,87 | 9.128.229.336,20 | 11.852.199.536,80 | 14.731.392.543,03 | 17.772.670.150,06 | 20.983.166.160,22 | 24.370.296.527,85 | 27.941.769.868,00 |
| | Precio por Unidad Arroz Comercial | - | 984,37 | 1.013,90 | 1.044,32 | 2.100,00 | 2.163,00 | 2.227,89 | 2.294,73 | 2.363,57 | 2.434,48 | 2.507,51 |
| | Precio por Unidad Semilla de Arroz | - | 2.320,00 | 2.389,60 | 2.461,29 | 2.535,13 | 2.611,18 | 2.689,52 | 2.770,20 | 2.853,31 | 2.938,91 | 3.027,07 |
| | Kilogramos vendidas Arroz Comercial | - | 682.375,00 | 1.098.240,00 | 1.510.080,00 | 1.921.920,00 | 2.333.760,00 | 2.745.600,00 | 3.157.440,00 | 3.569.280,00 | 3.981.120,00 | 4.392.960,00 |
| | Kilogramos vendidas Semilla de Arroz | - | 212.562,50 | 814.320,00 | 1.411.488,00 | 2.008.656,00 | 2.605.824,00 | 3.202.992,00 | 3.800.160,00 | 4.397.328,00 | 4.994.496,00 | 5.591.664,00 |
| | Capacidad Instalada Arroz Comercial (Kilogramos) | - | 7.488.000,00 | 7.488.000,00 | 7.488.000,00 | 7.488.000,00 | 7.488.000,00 | 7.488.000,00 | 7.488.000,00 | 7.488.000,00 | 7.488.000,00 | 7.488.000,00 |
| | Capacidad Instalada Semilla de Arroz (Kilogramos) | - | 7.488.000,00 | 7.488.000,00 | 7.488.000,00 | 7.488.000,00 | 7.488.000,00 | 7.488.000,00 | 7.488.000,00 | 7.488.000,00 | 7.488.000,00 | 7.488.000,00 |
| | Capacidad Utilizada Arroz Comercial (Kilogramos) | - | 1.144.000,00 | 1.830.400,00 | 2.516.800,00 | 3.203.200,00 | 3.889.600,00 | 4.576.000,00 | 5.262.400,00 | 5.948.800,00 | 6.635.200,00 | 7.321.600,00 |
| | Capacidad Utilizada Semilla de Arroz (Kilogramos) | - | 249.600,00 | 936.000,00 | 1.622.400,00 | 2.308.800,00 | 2.995.200,00 | 3.681.600,00 | 4.368.000,00 | 5.054.400,00 | 5.740.800,00 | 6.427.200,00 |
| | Nivel de Producción Arroz Comercial (Porcentaje) | - | 0,15 | 0,24 | 0,34 | 0,43 | 0,52 | 0,61 | 0,70 | 0,79 | 0,89 | 0,98 |
| | Nivel de Producción Semilla de Arroz (Porcentaje) | - | 0,03 | 0,13 | 0,22 | 0,31 | 0,40 | 0,49 | 0,58 | 0,68 | 0,77 | 0,86 |
| | Ventas | - | 1.164.855.161,13 | 3.059.406.947,25 | 5.051.084.004,87 | 9.128.229.336,20 | 11.852.199.536,80 | 14.731.392.543,03 | 17.772.670.150,06 | 20.983.166.160,22 | 24.370.296.527,85 | 27.941.769.868,00 |



ANEXO Q. Encuestas realizadas para la calificación de factores.

ENCUESTA

Para la evaluación de ubicación de la planta se tienen en cuenta los siguientes factores; según la ubicación por favor califique cada factor.

- **Infraestructura vial:**

Se trata de evaluar el estado o condición de las vías de acceso a la alternativa de ubicación donde se llevará a cabo el proceso productivo de la empresa.

1: Vías pavimentadas que presentan constantes taponamientos debido a demasiado tráfico y fallas geológicas o de construcción.

100: Vías pavimentadas en buenas condiciones debidamente señalizadas y que permiten el flujo de automotores.

- **Proximidad de mercados:**

Se trata de evaluar la cercanía de los clientes actuales y potenciales los productos que ofrece la empresa.

1: No se tiene cerca mercado para ninguno de los dos productos.

100: Se tiene cerca mercado para todos los productos que ofrece la empresa.

- **Proximidad de proveedores:**

Se trata de evaluar la cercanía con los proveedores o las fuentes de abastecimiento de la empresa, con el fin de asegurarse de que la empresa pueda operar normalmente y no incurrir en altos costos de transporte.

1: No tiene en la zona fuentes de abastecimiento de materia prima, materiales directos ni indirectos.

100: Tiene en la zona fuentes de abastecimiento de materiales directos e indirectos.

- **Tasa interna de retorno:**

Se trata de evaluar la ubicación que ofrece que el retorno a la inversión sea en menor tiempo, para poder empezar a percibir utilidades.

1: La TIR es menor de 100%



100: La TIR es mayor de 200%

- Costo de transporte de materia prima:

Evaluar el costo de transporte de materia prima en las alternativas de localización, buscando que este sea el menor posible.

1: La ubicación No reduce el costo de transporte de materia prima actual.

100: La ubicación reduce en un 100% el costo de transporte de materia prima actual.

- Gasto combustible:

Evalúa el gasto en combustible por parte de la empresa según el precio de este en la zona donde ella se encuentre.

1: El valor del galón de gasolina es mayor a \$9000.

100: El valor del galón de gasolina es menor a \$7000.

- Clima:

Se trata de evaluar las condiciones climáticas para poder mantener producto terminado en la planta de producción por el mayor tiempo posible.

1: La ubicación excede el límite de temperatura de almacenamiento (32°C).

100: La ubicación tiene la temperatura ideal para el almacenamiento del producto (10°C).

- Proximidad de competencia:

Se trata de evaluar el número de empresas que existen en la zona y que pueden afectar las ventas de Induagrícola Zulia S.A.

1: Existen más de 8 empresas arroceras en la ciudad, municipio o alrededores.

100: Existen menos de 2 empresas arroceras en la ciudad, municipio o alrededores.

- Disponibilidad de mano de obra:

Se trata de evaluar el recurso humano disponible que conozca de los procesos de la empresa y pueda trabajar en el momento que se necesite procesar.

1: Menos del 10% de la población total tiene conocimiento de la actividad agrícola.

100: Más del 50% de la población tiene conocimiento de la actividad agrícola.



- **Gastos en energía eléctrica:**

Se trata de evaluar el precio del kw/hora en cada ubicación.

1: El costo variable unitario por kw es mayor a \$400.

100: El costo variable unitario por kw es menor a \$300.

- **Gastos en Impuestos:**

Se trata de evaluar el valor pagado de impuestos anualmente por la empresa.

1: El valor a pagar de impuestos es mayor al actual.

100: El valor a pagar de impuestos es menor en un 50% al actual.

- **Calidad de vida**

Se trata de evaluar el impacto generado a la comunidad por parte de la empresa en la zona donde esté ubicada.

1: El nivel de vida de la comunidad no se ve afectado por la empresa dado que el sector es desarrollado.

100: El nivel de vida de la comunidad se afecta positivamente por la empresa dado que el sector es poco desarrollado.

| Factores | Calificación | |
|--------------------------------------|--------------|------------|
| | Bucaramanga | San Martín |
| Transporte y vías de acceso al lugar | | |
| Combustible | | |
| Los mercados | | |
| Proveedores | | |
| Tasa interna de retorno | | |
| Costos de producción | | |
| Clima | | |
| Competencia | | |
| Disponibilidad de mano de obra | | |
| Servicios públicos | | |
| Impuestos | | |
| Calidad de vida | | |



| Factores | Calificación | |
|--------------------------------------|--------------|------------|
| | Bucaramanga | San Martín |
| Transporte y vías de acceso al lugar | 50 | 100 |
| Combustible | 30 | 100 |
| Los mercados | 40 | 80 |
| Proveedores | 50 | 70 |
| Tasa interna de retorno | 80 | 90 |
| Costos de producción | 20 | 100 |
| Clima | 50 | 50 |
| Competencia | X | X |
| Disponibilidad de mano de obra | 50 | 60 |
| Servicios públicos | 40 | 80 |
| Impuestos | 40 | 80 |
| Calidad de vida | 10 | 50 |

Si considera que alguno de los factores anteriores no es relevante para la ubicación de la planta NO lo califique. Si usted considera que existe otro factor que se debe tener en cuenta nómbrelo y califíquelo para las dos ubicaciones.

Calificación dada por el gerente

| Factores | Calificación | |
|--------------------------------------|--------------|------------|
| | Bucaramanga | San Martín |
| Transporte y vías de acceso al lugar | 60 | 100 |
| Combustible | 40 | 60 |
| Los mercados | 50 | 50 |
| Proveedores | 50 | 100 |
| Tasa interna de retorno | 50 | 60 |
| Costos de producción | 20 | 100 |
| Clima | 100 | 30 |
| Competencia | 50 | 50 |
| Disponibilidad de mano de obra | 20 | 100 |
| Servicios públicos | 40 | 90 |
| Impuestos | 20 | 80 |
| Calidad de vida | 80 | 90 |

Si considera que alguno de los factores anteriores no es relevante para la ubicación de la planta NO lo califique. Si usted considera que existe otro factor que se debe tener en cuenta nómbrelo y califíquelo para las dos ubicaciones.

INDUAGRICOLA ZULIA S.A.
NIT: 890.203.741-0

Calificación dada por el subgerente



| Factores | Calificación | |
|--------------------------------------|--------------|------------|
| | Bucaramanga | San Martín |
| Transporte y vías de acceso al lugar | 55 | 83 |
| Combustible | X | X |
| Los mercados | 58 | 85 |
| Proveedores | 60 | 93 |
| Tasa interna de retorno | 85 | 79 |
| Costos de producción | 20 | 88 |
| Clima | 63 | 38 |
| Competencia | X | X |
| Disponibilidad de mano de obra | 40 | 80 |
| Servicios públicos | 60 | 70 |
| Impuestos | 40 | 65 |
| Calidad de vida | 65 | 75 |

Si considera que alguno de los factores anteriores no es relevante para la ubicación de la planta NO lo califique. Si usted considera que existe otro factor que se debe tener en cuenta nómbrelo y califíquelo para las dos ubicaciones.

Calificación dada por los autores del proyecto.

ANEXO R. Modelos de simulación en Flexsim



ANEXO S. Objetos Modelo 1

| Objeto | Nombre | Cap (Blts/h) | Puertos | | |
|---------------------|------------------------|------------------|---------|---------|--------|
| | | | Entrada | Central | Salida |
| Source | Llegada Trilla | X | 0 | 1 | 1 |
| | Llegada Semilla | X | 0 | 1 | 3 |
| Processor | Silo Trilla 1 | 450 | 1 | 0 | 1 |
| | Silo Trilla 2 | 450 | 1 | 0 | 1 |
| | Silo Trilla 3 | 450 | 1 | 0 | 1 |
| | Tolva Trilla | 20 | 2 | 0 | 1 |
| | Pre-limpia Trilla | 20 | 1 | 0 | 1 |
| | Descascaradora | 20 | 1 | 0 | 1 |
| | Separadora | 20 | 1 | 0 | 1 |
| | Pulidora y Polichadora | 20 | 1 | 0 | 1 |
| | Clasificadora Trilla | 20 | 1 | 1 | 2 |
| | Silo Semilla 1 | 450 | 1 | 0 | 1 |
| | Silo Semilla 2 | 450 | 1 | 0 | 1 |
| | Silo Semilla 3 | 450 | 1 | 0 | 1 |
| | Tolva Semilla | 34 | 1 | 0 | 1 |
| | Pre-limpia Semilla | 34 | 1 | 0 | 5 |
| | Clasificadora Semilla1 | 10 | 1 | 0 | 2 |
| | Clasificadora Semilla2 | 5 | 1 | 0 | 2 |
| | Clasificadora Semilla3 | 5 | 1 | 0 | 2 |
| | Clasificadora Semilla4 | 10 | 1 | 0 | 2 |
| | Envenenadora | 3 | 1 | 1 | 1 |
| | Colas-Queue | Descargue Trilla | 450 | 1 | 1 |
| WIP Trilla 1 | | 450 | 1 | 2 | 1 |
| WIP Trilla 2 | | 450 | 1 | 2 | 1 |
| WIP Trilla 3 | | 450 | 1 | 2 | 1 |
| WIP Silo Trilla 1 | | 450 | 1 | 0 | 1 |
| WIP Silo Trilla 2 | | 450 | 1 | 0 | 1 |
| WIP Silo Trilla 3 | | 450 | 1 | 0 | 1 |
| WIP Silos Trilla | | 1350 | 4 | 1 | 1 |
| Descargue Semilla 1 | | 450 | 1 | 1 | 1 |
| Descargue Semilla 2 | | 450 | 1 | 1 | 1 |
| Descargue Semilla 3 | | 450 | 1 | 1 | 1 |
| WIP Semilla 1 | | 450 | 1 | 0 | 1 |
| WIP Semilla 2 | | 450 | 1 | 0 | 1 |
| WIP Semilla 3 | | 450 | 1 | 0 | 1 |
| WIP Silos Semilla | | 6000 | 3 | 1 | 1 |
| WIP Tolva Semilla | | 1350 | 1 | 2 | 1 |



| | | | | | |
|---------------------|--------------------------------|------|----|---|---|
| | WIP Clasificadora 1 | 1000 | 1 | 1 | 1 |
| | WIP Clasificadoras | 1000 | 7 | 1 | 2 |
| Almacen-Rack | Almacen PT Trilla | 1500 | 1 | 0 | 1 |
| | Espera tiempo Latencia rev lca | 1350 | 2 | 1 | 2 |
| | Almacen PT Semilla | 1350 | 1 | 0 | 1 |
| | | | | | |
| Operator | Op1 | 1 | 2 | 0 | 0 |
| | Op2 | 1 | 2 | 0 | 0 |
| | Op3 | 1 | 2 | 0 | 0 |
| | Op4 | 1 | 2 | 0 | 0 |
| | Op5 | 1 | 2 | 0 | 0 |
| | Op6 | 1 | 2 | 0 | 0 |
| | Op Trilla 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| | Op Trilla 2 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| | Op Trilla 3 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| | Op Semilla 1 | 1 | 2 | 0 | 0 |
| | Op Semilla 2 | 1 | 2 | 0 | 0 |
| | Op Semilla 3 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| Camión | Camión | 225 | 0 | 2 | 0 |
| Dispatcher | Silo 1 | X | 0 | 2 | 2 |
| | Silo 2 | X | 0 | 2 | 2 |
| | Silo 3 | X | 0 | 2 | 2 |
| | Molino | X | 0 | 1 | 2 |
| | Semilla | X | 0 | 1 | 3 |
| | Clasificadora | X | 0 | 3 | 2 |
| Sink | Desperdicios | X | 1 | 0 | 0 |
| | Desperdicios Prelimpi | X | 1 | 0 | 0 |
| | Salida | X | 20 | 0 | 0 |

Fuente: Autores del proyecto



ANEXO T. Explicación del proceso del Modelo 1 en Flexsim

Proceso Trilla: El proceso se realiza siguiendo cada operación que se lleva a cabo en la empresa en su proceso productivo diario. Inicia con la llegada del camión con la materia prima, el cual descarga los bultos en la cola llamada Descargue Trilla; después seis operarios, dos por cola, transportan los bultos a otras colas llamadas WIP Trilla 1, 2 y 3. Aquí permanecen mientras se ubican los 450 bultos que van a ser vertidos en cada silo. Cada Silo de Secamiento consta de una cola y un processor; los operarios llevan de las colas de almacenamiento WIP trilla 1, 2, 3 a las colas de WIP Silo Trilla 1, 2 y 3 donde los productos permanecen un día laboral, que es el tiempo que demoran los operarios llevando de una cola a la otra los 450 bultos. Luego pasan a los processor llamados Silo Trilla 1, 2, 3, aquí se demora procesando 3 días su capacidad total (450 productos). Después que el processor termina, los productos se van almacenando en una cola llamada WIP Silos Trilla donde dos operarios recogen los productos y los llevan a la tolva de recibo del Molino de arroz. En el molino, el proceso inicia con el processor llamado Pre-limpia Trilla luego pasa a Descascaradora, Separadora, Pulidora y Polichadora y por ultimo Clasificadora Trilla, de ésta sale el producto terminado, el cual es recogido por un operario que lleva el producto al Rack de Almacén PT Trilla. Al terminar el día en el Rack hay 120 bultos correspondientes al 60% de los bultos que entraron al proceso, debido a las mermas.

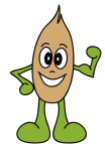
Por medio del Sink llamado Salidas se simula las salidas de las entidades del sistema ya que son llevadas por los clientes. Al tener 300 unidades en el Rack, éste libera 200 unidades para el sink Salida.

Proceso Semilla: Inicia con el arribo de los camiones de materia prima, la cual se descarga en tres colas llamadas Descargue Semilla 1, 2 y 3. Para llenar los silos de secamiento seis operarios, dos por cola, llevan los bultos de las colas de



Descargue Semilla a las colas WIP Semilla 1, 2 y 3. Aquí permanecen un día laboral, tiempo que demoran los operarios en pasar los 450 bultos de una cola a otra. Después de pasar los bultos, éstos van a los processor llamados Silo Semilla 1, Silo Semilla 2 y Silo Semilla 3 donde demoran tres días laborales. Apenas terminan los processor, los bultos son ubicados en una cola llamada WIP Silos Semilla, de donde son transportados por los tres operarios por medio de una carretilla de cuatro ruedas hasta la cola llamada WIP Tolva Semilla en la que permanecen mientras se van procesando los bultos. De la cola WIP Tolva Semilla un operario lleva al processor Tolva Semilla para luego pasar al processor Pre-limpia Semilla y a las Clasificadoras Semillas 1, 2, 3 y 4. En la Pre-limpia Semilla hay una merma del 11% del producto que entra y en la Clasificadora Semilla el 2% del producto que entra (0.5% por Clasificadora) es llevado a la cola WIP Silos Trilla para ser procesado como arroz de trilla (ese 2% es la segunda). El 98% restante es llevado al rack llamado Espera Tiempo Latencia rev. ICA por dos operarios, donde permanecen durante 35 días, que para efectos de simulación serán sólo 2 días. Luego un operario transporta los bultos al processor llamado Envenenadora y también lleva los bultos que NO son aptos como semilla a la tolva de recibo del molino de arroz, correspondientes al 2% de lo procesado por día. Al salir de la envenenadora el mismo operario lleva los bultos al Rack llamado Almacén PT Semilla.

Las salidas de unidades se dan por medio de un Sink llamado salidas, cada vez que el Rack de producto terminado tiene 300 unidades envía al sink 200.



ANEXO U. Calendario de llegadas de trilla y semilla de arroz Modelo 1

PLANTA/LLEGADA SEMILLA Properties

LLEGADA SEMILLA

Source | Flow | Triggers | Labels | General | Statistics

Arrival Style: Arrival Schedule

FlowItem Class: Bultos

Number of Arrivals: 7 Repeat Schedule/Sequence

Number of Labels: 2

| | ArrivalTime | ItemName | ItemType | Quantity | Lote |
|----------|-------------|----------|----------|----------|-------|
| Arrival1 | 960.000 | Semilla | 2.000 | 225.000 | 1.000 |
| Arrival2 | 980.000 | Semilla | 2.000 | 225.000 | 2.000 |
| Arrival3 | 1000.000 | Semilla | 2.000 | 225.000 | 3.000 |
| Arrival4 | 1030.000 | Semilla | 2.000 | 225.000 | 4.000 |
| Arrival5 | 1060.000 | Semilla | 2.000 | 225.000 | 5.000 |
| Arrival6 | 1080.000 | Semilla | 2.000 | 225.000 | 6.000 |
| Arrival7 | 3840.000 | Semilla | 2.000 | 0.000 | 0.000 |

Apply

PLANTA/LLEGADA TRILLA Properties

LLEGADA TRILLA

Source | Flow | Triggers | Labels | General | Statistics

Arrival Style: Arrival Schedule

FlowItem Class: Bultos

Number of Arrivals: 8 Repeat Schedule/Sequence

Number of Labels: 2

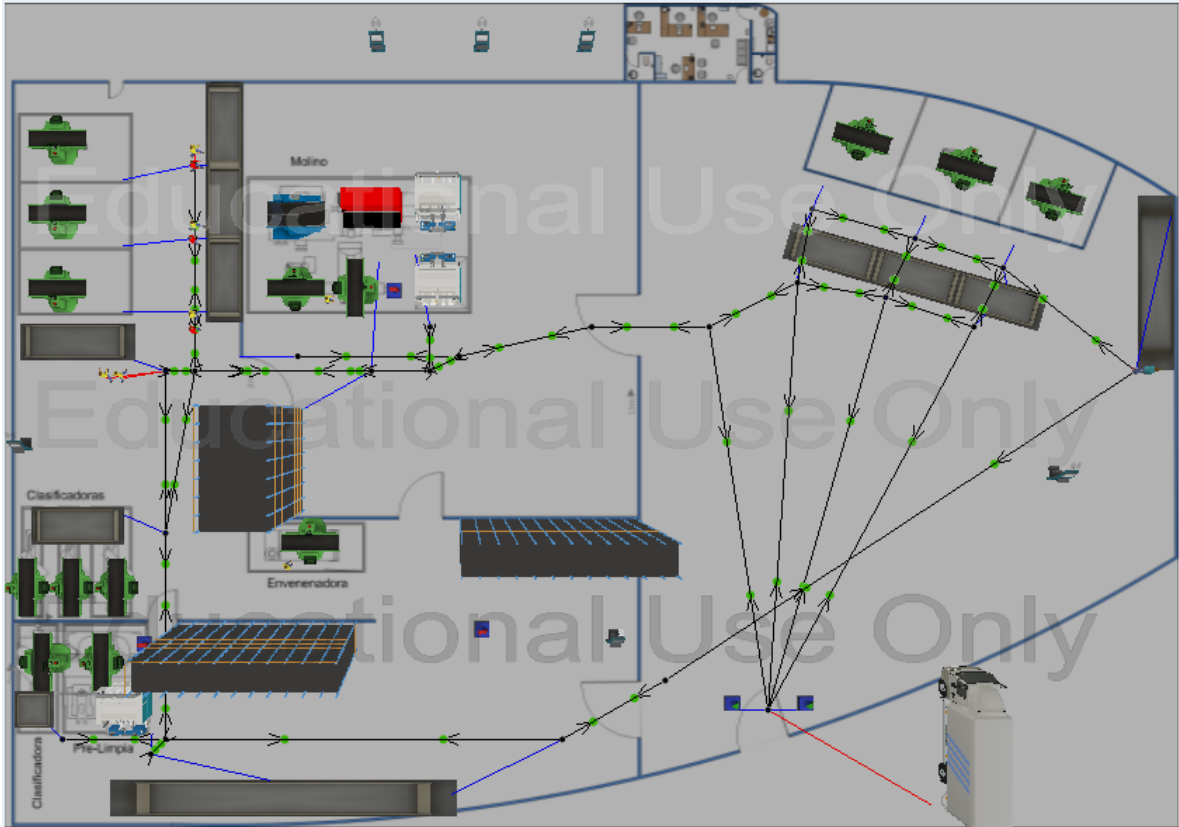
| | ArrivalTime | ItemName | ItemType | Quantity | Lote |
|----------|-------------|----------|----------|----------|-------|
| Arrival1 | 0.000 | Trilla | 1.000 | 193.000 | 1.000 |
| Arrival2 | 20.000 | Trilla | 1.000 | 193.000 | 2.000 |
| Arrival3 | 40.000 | Trilla | 1.000 | 193.000 | 3.000 |
| Arrival4 | 70.000 | Trilla | 1.000 | 193.000 | 4.000 |
| Arrival5 | 100.000 | Trilla | 1.000 | 193.000 | 5.000 |
| Arrival6 | 130.000 | Trilla | 1.000 | 193.000 | 6.000 |
| Arrival7 | 150.000 | Trilla | 1.000 | 192.000 | 7.000 |
| Arrival8 | 2880.000 | Trilla | 1.000 | 0.000 | 0.000 |

Apply

Fuente: Simulador Flexsim



ANEXO V. Estaciones Modelo 1

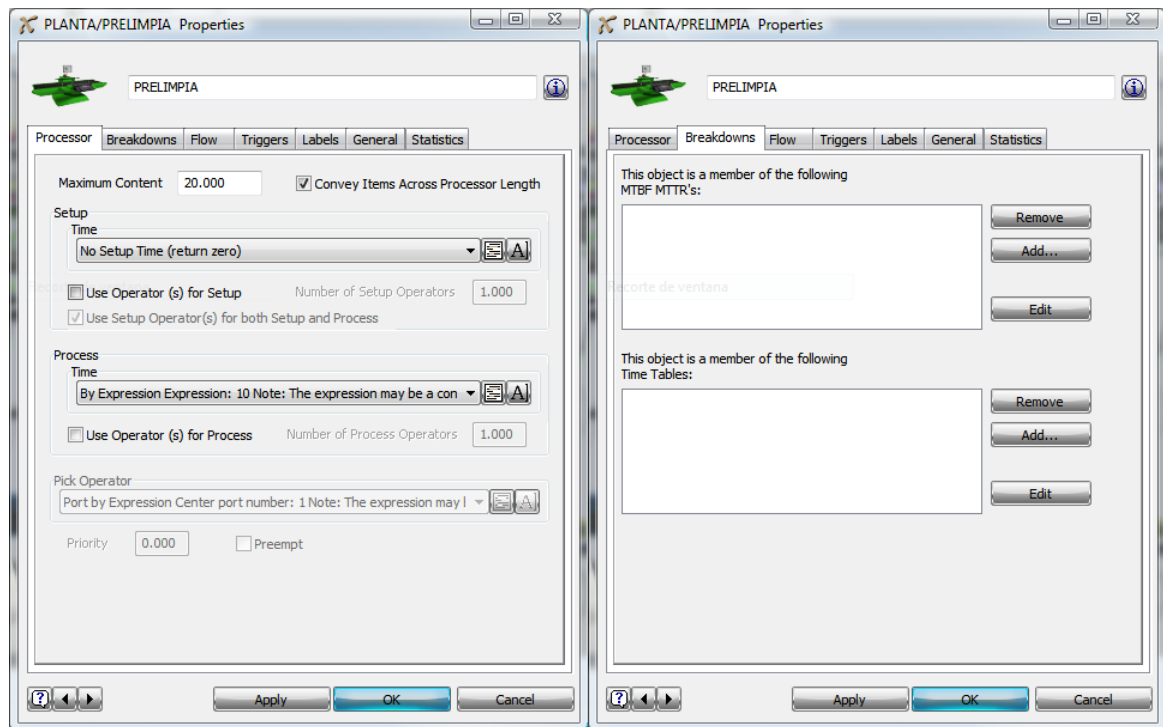


Fuente: Simulador Flexsim

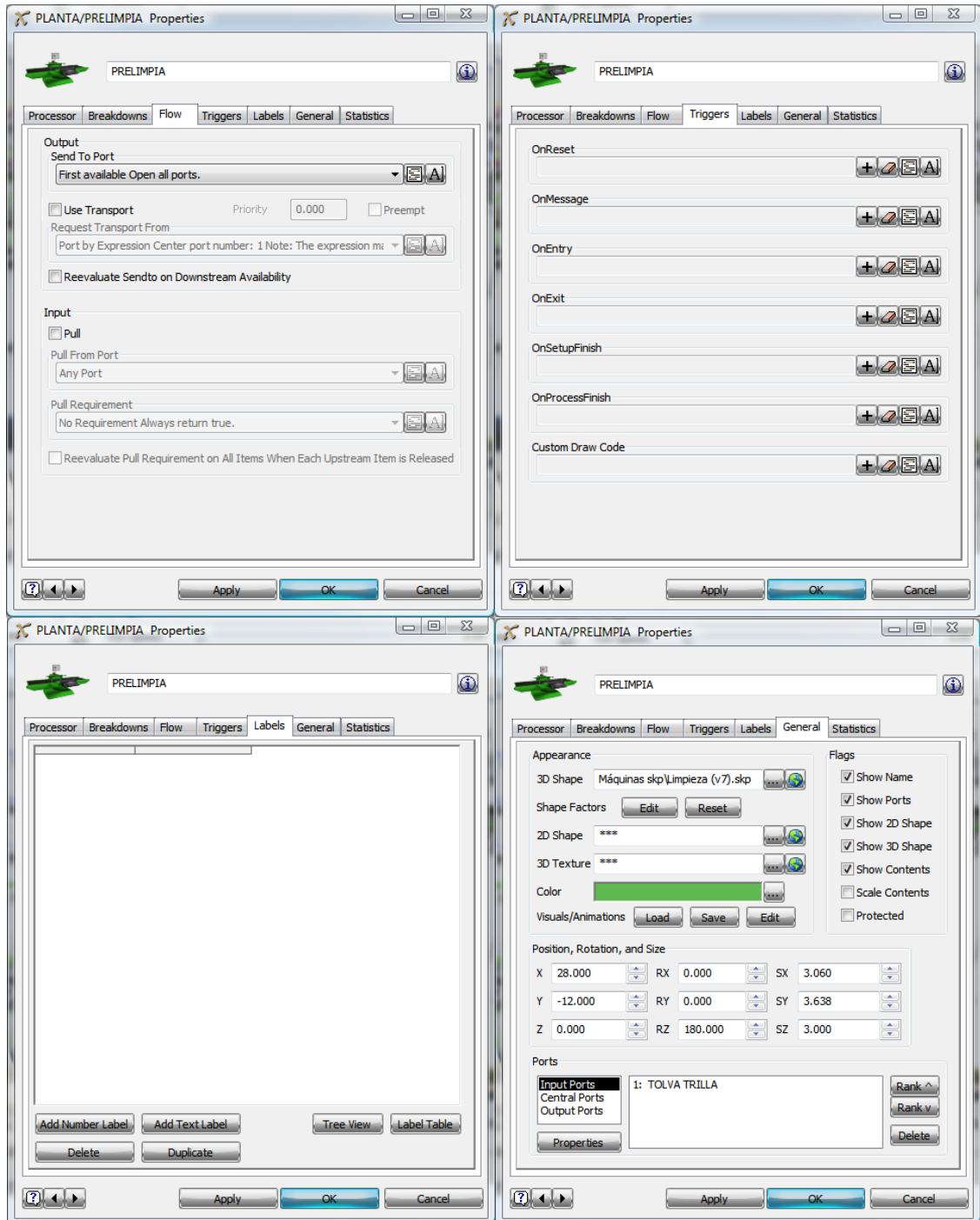


ANEXO W. Especificación de Processor

Según las necesidades de cada proceso se deben definir propiedades. Éstas se definen en el menú “Properties” de cada procesador. En este menú se encuentran las pestañas *processor*, *breakdowns*, *flow*, *triggers*, *labels*, *general* y *statistics*, en las que se pueden especificar datos como, necesidad de transportador para pasar a la siguiente estación, entidades y cantidades de ésta que procesa, porcentajes de distribución a otros puertos, tamaño de la máquina, ubicación, entre otros.



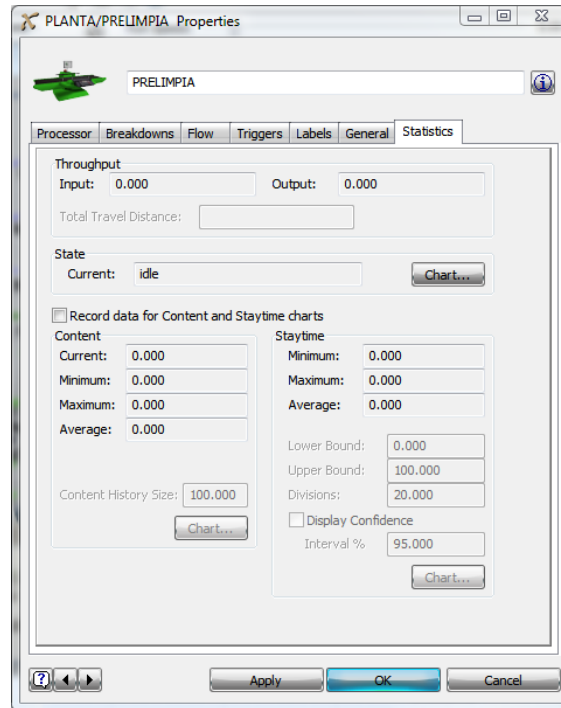
Fuente: Simulador Flexsim

The image displays four screenshots of the 'PLANTA/PRELIMPIA Properties' dialog box in Flexsim, arranged in a 2x2 grid. Each window shows a different tab of the configuration interface.

- Top-Left Screenshot (Flow Tab):** Shows 'Output' and 'Input' settings. Under 'Output', 'Send To Port' is set to 'First available Open all ports.' and 'Use Transport' is checked with a priority of 0.000. Under 'Input', 'Pull' is checked and 'Pull From Port' is set to 'Any Port'.
- Top-Right Screenshot (Triggers Tab):** Shows event triggers for 'OnReset', 'OnMessage', 'OnEntry', 'OnExit', 'OnSetupFinish', and 'OnProcessFinish'. Each trigger has a text field and a set of control icons (add, edit, delete, help).
- Bottom-Left Screenshot (Labels Tab):** Shows a large empty text area for labels. At the bottom, there are buttons for 'Add Number Label', 'Add Text Label', 'Delete', 'Duplicate', 'Tree View', and 'Label Table'.
- Bottom-Right Screenshot (General Tab):** Shows 'Appearance' settings (3D Shape, Shape Factors, 2D Shape, 3D Texture, Color) and 'Position, Rotation, and Size' coordinates (X, Y, Z, RX, RY, RZ, SX, SY, SZ). It also includes a 'Flags' section with checkboxes for 'Show Name', 'Show Ports', 'Show 2D Shape', 'Show 3D Shape', 'Show Contents', 'Scale Contents', and 'Protected'. A 'Ports' section at the bottom lists '1: TOLVA TRILLA'.

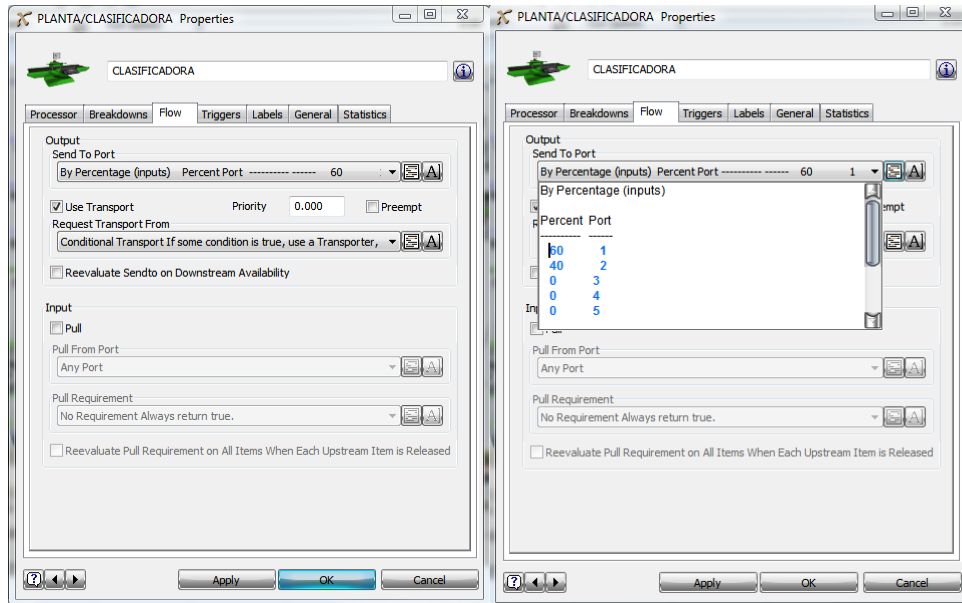
Fuente: Simulador Flexsim



Fuente: Simulador Flexsim

En los silos de secamiento de trilla y en el molino de arroz, para la descascaradora, separadora y polichadora, se tienen características similares a la de la PRELIMPIA que fue la utilizada para ilustrar las pestañas del menú “Properties”. La clasificadora presenta características diferentes dado que utiliza transporte para llevar el producto final a almacenamiento y tiene una distribución porcentual entre sus puertos de salida.

Para el tratamiento de semilla, los silos de secamiento, la tolva de recibo, y la envenenadora tienen características similares a la PRELIMPIA de trilla, por el contrario, la prelimpia y las clasificadoras tienen una división porcentual para sus puertos de salida. Estas especificaciones se dan en la pestaña *flow* como se detalla en las figuras a continuación:



Fuente: Simulador Flexsim



ANEXO X. Atributos Source de Llegada Modelo 1

PLANTA/LLEGADA SEMILLA Properties

LLEGADA SEMILLA

Source | Flow | Triggers | Labels | General | Statistics

Arrival Style:

FlowItem Class:

Number of Arrivals: Repeat Schedule/Sequence

Number of Labels:

| Time | ItemName | ItemType | Quantity | Lote | Silo |
|--------|----------|----------|----------|-------|-------|
| 00.000 | Semilla | 2.000 | 225.000 | 1.000 | 1.000 |
| 00.000 | Semilla | 2.000 | 225.000 | 2.000 | 2.000 |
| 00.000 | Semilla | 2.000 | 225.000 | 3.000 | 3.000 |
| 00.000 | Semilla | 2.000 | 225.000 | 4.000 | 1.000 |
| 00.000 | Semilla | 2.000 | 225.000 | 5.000 | 2.000 |
| 00.000 | Semilla | 2.000 | 225.000 | 6.000 | 3.000 |
| 00.000 | Semilla | 2.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

Apply OK Cancel

PLANTA/LLEGADA TRILLA Properties

LLEGADA TRILLA

Source | Flow | Triggers | Labels | General | Statistics

Arrival Style:

FlowItem Class:

Number of Arrivals: Repeat Schedule/Sequence

Number of Labels:

| Time | ItemName | ItemType | Quantity | Lote | Silo |
|--------|----------|----------|----------|-------|-------|
| 0.000 | Trilla | 1.000 | 193.000 | 1.000 | 1.000 |
| 00.000 | Trilla | 1.000 | 193.000 | 2.000 | 2.000 |
| 00.000 | Trilla | 1.000 | 193.000 | 3.000 | 3.000 |
| 00.000 | Trilla | 1.000 | 193.000 | 4.000 | 1.000 |
| 00.000 | Trilla | 1.000 | 193.000 | 5.000 | 2.000 |
| 00.000 | Trilla | 1.000 | 193.000 | 6.000 | 3.000 |
| 00.000 | Trilla | 1.000 | 192.000 | 7.000 | 0.000 |
| 00.000 | Trilla | 1.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

Apply OK Cancel

Fuente: Simulador Flexsim



ANEXO Y. Objetos modelo 2

| Objeto | Nombre | Cap (Kg/h) | Puertos | | |
|--------------------|-------------------------|------------------|---------|---------|--------|
| | | | Entrada | Central | Salida |
| Source | Llegada Trilla | X | 0 | 1 | 1 |
| | Llegada Semilla | X | 0 | 1 | 1 |
| Processor | Tolva Trilla | X | 1 | 0 | 1 |
| | Pre-limpia Trilla | 4800 | 1 | 0 | 2 |
| | Silo Trilla 1 | 36324 | 1 | 0 | 1 |
| | Silo Trilla 2 | 36324 | 1 | 0 | 1 |
| | Silo Trilla 3 | 36324 | 1 | 0 | 1 |
| | Limpieza Trilla | 4800 | 1 | 0 | 1 |
| | Conjunto arroz Integral | 4800 | 1 | 0 | 2 |
| | Pulidora y Polichadora | 4800 | 1 | 0 | 1 |
| | Zaranda | 4800 | 1 | 0 | 1 |
| | Clasificadora Trilla | 4800 | 1 | 0 | 2 |
| | Empaquetadora | 4800 | 1 | 0 | 1 |
| | Tolva Semilla | 4800 | 1 | 0 | 1 |
| | Pre-limpia Semilla | 4800 | 1 | 0 | 2 |
| | Silo Semilla 1 | 36324 | 1 | 0 | 1 |
| | Silo Semilla 2 | 36324 | 1 | 0 | 1 |
| | Silo Semilla 3 | 36324 | 1 | 0 | 1 |
| | Clasificadora Semilla | 4800 | 1 | 0 | 2 |
| | Envenenadora | 4800 | 1 | 0 | 1 |
| | Cola-Queue | Descargue Trilla | 36327 | 1 | 0 |
| WIP Silo Trilla 1 | | 36324 | 1 | 0 | 1 |
| WIP Silo Trilla 2 | | 36324 | 1 | 0 | 1 |
| WIP Silo Trilla 3 | | 36324 | 1 | 0 | 1 |
| WIP Silos Trilla | | 108972 | 3 | 0 | 1 |
| WIP Clasifi Trilla | | 36324 | 1 | 1 | 1 |
| WIP bulto x 50 | | 36324 | 1 | 1 | 1 |
| WIP Empaquetadora | | 36324 | 1 | 1 | 1 |
| Descargue Semilla | | 36327 | 1 | 0 | 1 |
| WIP Silo Semilla 1 | | 36324 | 1 | 0 | 1 |
| WIP Silo Semilla 2 | | 36324 | 1 | 0 | 1 |
| WIP Silo Semilla 3 | | 36324 | 1 | 0 | 1 |
| WIP Silos Semilla | | 108972 | 3 | 0 | 1 |
| WIP Clasi Semilla | | 36324 | 1 | 1 | 1 |
| Tolva Envenenadora | | 36327 | 1 | 0 | 1 |
| WIP Envenenadora | | 36324 | 1 | 1 | 1 |



| | | | | | |
|---------------------|--------------------------------|-------|---|---|---|
| Almacén-Rack | Alm. PT Trilla | 46200 | 2 | 0 | 1 |
| | Espera tiempo Latencia – ICA | 79800 | 1 | 1 | 2 |
| | Almacén PT Semilla | 67200 | 1 | 0 | 1 |
| Operator | Op1 | 50 | 0 | 1 | 0 |
| Camión | Camión Trilla | 12108 | 0 | 1 | 0 |
| | Camión Semilla | 12108 | 0 | 1 | 0 |
| Montacargas | Mont. Trilla | 250 | 0 | 2 | 0 |
| | Mont. Semilla | 250 | 0 | 3 | 0 |
| Conveyor | Conveyor Prelimpia Trilla | 12108 | 1 | 0 | 1 |
| | Conveyor Silos Trilla | 5000 | 1 | 0 | 3 |
| | Conveyor Limpieza Trilla | 5000 | 1 | 0 | 1 |
| | Conveyor Prelimpia Semilla | 12108 | 1 | 0 | 1 |
| | Conveyor Silos Semilla | 5000 | 1 | 0 | 3 |
| | Conveyor Clasificadora Semilla | 5000 | 1 | 0 | 1 |
| | Conveyor Segunda | 5000 | 2 | 0 | 1 |
| | Conveyor Envenenadora | 5000 | 1 | 0 | 1 |
| Sink | Desperdicios Prelimpia Trilla | X | 1 | 0 | 0 |
| | Desperdicios Clasifi. Trilla | X | 1 | 0 | 0 |
| | Desperdicios Prelimpia Semilla | X | 1 | 0 | 0 |
| | Salida (Trilla-Semilla) | X | 1 | 0 | 0 |

Fuente: Autores del proyecto



ANEXO Z. Explicación del proceso del Modelo 2 en Flexsim

Proceso Trilla: El proceso inicia con la llegada de camiones que traen la materia prima; éstos la entregan a una cola llamada Descargue Trilla, la cual le entrega a un processor llamado Tolva Trilla y pasa a otro processor llamado Pre-limpia Trilla por medio del conveyer Pre-limpia Trilla. Aquí, del 100% que entra, el 11% es desperdicio que es entregado a un sink llamado Desperdicio Pre-limpia Trilla y luego por medio de varios conveyer Silos Trilla es vertido en las colas Wip Silo Trilla 1, 2 y 3 donde permanecen mientras se llena cada silo. Después pasan a los processor llamados Silo Trilla 1, 2 y 3 para ser procesados durante 3 días. Cumplidos estos días el producto pasa a una cola llamada Wip Silos Trilla y de allí va pasando por medio de un conveyer llamado Limpieza Trilla, el proceso inicia en el processor Limpieza y sigue a Conjunto Arroz Separadora donde se tiene un sink para la salida de desperdicio del 29%, luego pasa al processor Pulido y Polichado, Zaranda y Clasificadora. En el processor Clasificadora, el 40% va para la cola Wip Clasificadora Trilla para luego ser llevada por un operario al processor llamado Empaquetadora y luego al rack Almacén PT Trilla y, el 60% a Wip Bultos x 50 y por medio de un montacargas se lleva al rack Almacén PT Trilla.

Por medio del sink llamado Salidas se simulan las salidas de las entidades del sistema ya que son llevadas por los clientes. Al tener 500 unidades en el rack, éste libera 400 unidades para el sink Salida.

Proceso Semilla: Al igual que el proceso de trilla, inicia con la llegada de camiones que traen la materia prima; éstos la entregan a una cola llamada Descargue Semilla, la cual le entrega al processor llamado Tolva Semilla y pasa a otro processor llamado Pre-limpia Semilla por medio del conveyer Pre-limpia Semilla. Aquí, del 100% que entra, el 11% es desperdicio entregado a un sink llamado Desperdicio Pre-limpia Semilla y luego por medio de varios conveyer Silos



Semilla es vertido en las colas Wip Silo Semilla 1, 2 y 3, donde permanecen mientras se llena cada silo. Después pasan a los processor llamados Silo Semilla 1, 2 y 3 para ser procesados durante 3 días. Cumplidos estos días el producto pasa a una cola llamada Wip Silos Semilla y de allí va pasando por medio de un conveyer llamado Clasificadora Semilla. De aquí sale un 2% de segunda que es transportado por medio de un Conveyer Segunda a la tolva Wip Silos Trilla para ser procesado como arroz de trilla. El 98% restante pasa a la cola llamada Wip Clasificadora Semilla donde un montacargas lo lleva al rack Almacén Espera Tiempo Latencia donde el producto permanece durante 3 días para luego, por medio del montacargas, ser llevado un 2% al Conveyer Segunda para ser procesado en el molino de trilla y el 98% a un cola llamada Tolva Envenenadora que por medio del Conveyer Envenenadora lleva al processor Envenenadora. Al salir de éste processor un montacargas lleva los productos al rack Almacén PT semilla.

Las salidas del sistema se realizan por medio de un sink, se liberan 400 unidades cada vez que el Rack de producto terminado tiene 500.



ANEXO AA. Calendario de llegadas trilla de arroz y semilla de arroz Modelo 2

PLANTA/LLEGADA TRILLA Properties

LLEGADA TRILLA

Source: **Flow** | Triggers | Labels | General | Statistics

Arrival Style: **Arrival Schedule**

FlowItem Class: **KiloTrilla**

Number of Arrivals: **10** Repeat Schedule/Sequence

Number of Labels: **3**

| | ArrivalTime | ItemName | ItemType | Quantity | Camion |
|-----------|-------------|----------|----------|----------|--------|
| Arrival1 | 0.000 | Trilla | 1.000 | 242.000 | 1.000 |
| Arrival2 | 150.000 | Trilla | 1.000 | 242.000 | 2.000 |
| Arrival3 | 300.000 | Trilla | 1.000 | 242.000 | 3.000 |
| Arrival4 | 480.000 | Trilla | 1.000 | 242.000 | 1.000 |
| Arrival5 | 630.000 | Trilla | 1.000 | 242.000 | 2.000 |
| Arrival6 | 780.000 | Trilla | 1.000 | 242.000 | 3.000 |
| Arrival7 | 960.000 | Trilla | 1.000 | 242.000 | 1.000 |
| Arrival8 | 1110.000 | Trilla | 1.000 | 242.000 | 2.000 |
| Arrival9 | 1260.000 | Trilla | 1.000 | 242.000 | 3.000 |
| Arrival10 | 1920.000 | Trilla | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

Apply

PLANTA/LLEGADA SEMILLA Properties

LLEGADA SEMILLA

Source: **Flow** | Triggers | Labels | General | Statistics

Arrival Style: **Arrival Schedule**

FlowItem Class: **KiloSemilla**

Number of Arrivals: **10** Repeat Schedule/Sequence

Number of Labels: **3**

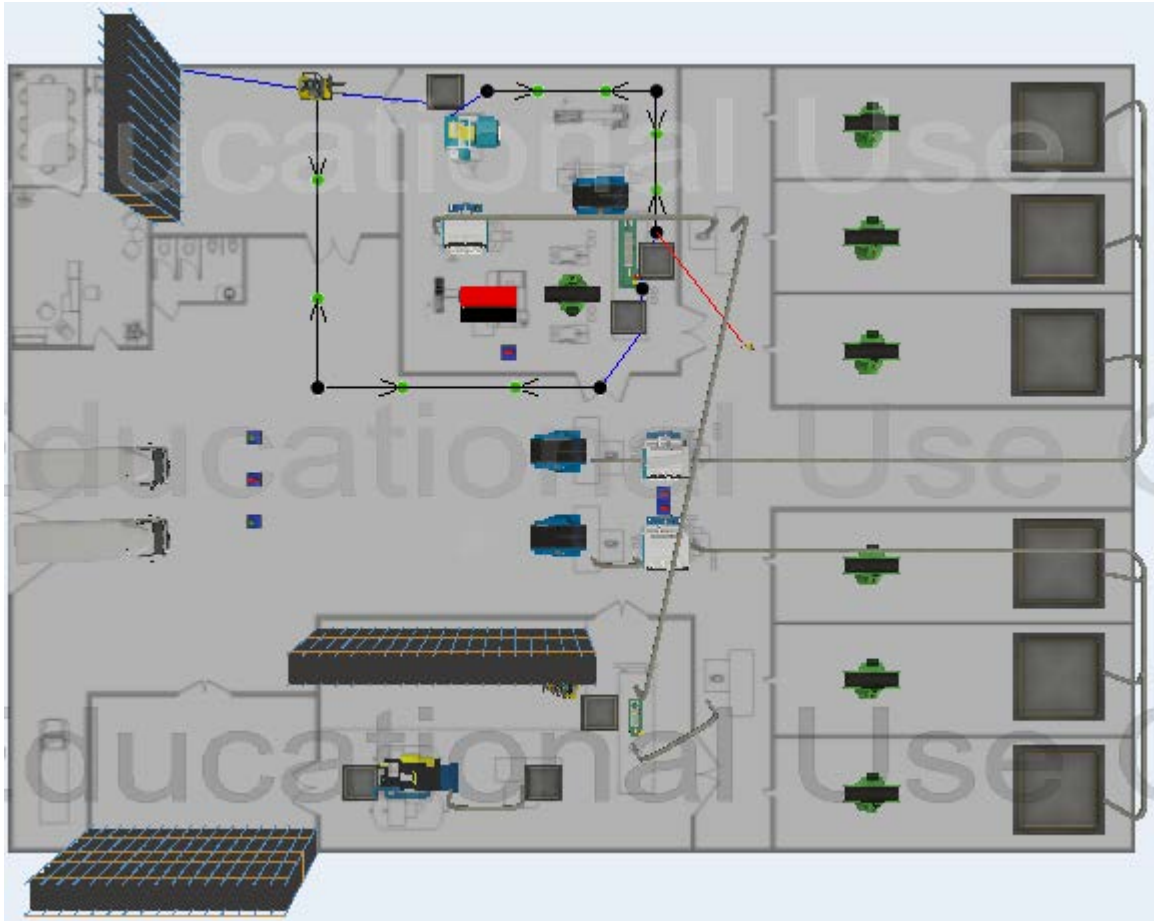
| | ArrivalTime | ItemName | ItemType | 12108 | Camion |
|-----------|-------------|----------|----------|---------|--------|
| Arrival1 | 0.000 | Semilla | 2.000 | 242.000 | 1.000 |
| Arrival2 | 150.000 | Semilla | 2.000 | 242.000 | 2.000 |
| Arrival3 | 300.000 | Semilla | 2.000 | 242.000 | 3.000 |
| Arrival4 | 480.000 | Semilla | 2.000 | 242.000 | 1.000 |
| Arrival5 | 630.000 | Semilla | 2.000 | 242.000 | 2.000 |
| Arrival6 | 780.000 | Semilla | 2.000 | 242.000 | 3.000 |
| Arrival7 | 960.000 | Semilla | 2.000 | 242.000 | 1.000 |
| Arrival8 | 1110.000 | Semilla | 2.000 | 242.000 | 2.000 |
| Arrival9 | 1260.000 | Semilla | 2.000 | 242.000 | 3.000 |
| Arrival10 | 1920.000 | Semilla | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

Apply

Fuente: Simulador Flexsim



ANEXO AB. Estaciones Modelo 2



Fuente: Simulador Flexsim



ANEXO AC. Atributos Modelo 2

PLANTA/LLEGADA TRILLA Properties

LLEGADA TRILLA

Source: Flow Triggers Labels General Statistics

Arrival Style: Arrival Schedule

FlowItem Class: KiloTrilla

Number of Arrivals: 10 Repeat Schedule/Sequence

Number of Labels: 3

| ItemType | Quantity | Camion | Silo | Cantidad |
|----------|----------|--------|-------|----------|
| 1.000 | 242.000 | 1.000 | 1.000 | 50.000 |
| 1.000 | 242.000 | 2.000 | 1.000 | 50.000 |
| 1.000 | 242.000 | 3.000 | 1.000 | 50.000 |
| 1.000 | 242.000 | 1.000 | 2.000 | 50.000 |
| 1.000 | 242.000 | 2.000 | 2.000 | 50.000 |
| 1.000 | 242.000 | 3.000 | 2.000 | 50.000 |
| 1.000 | 242.000 | 1.000 | 3.000 | 50.000 |
| 1.000 | 242.000 | 2.000 | 3.000 | 50.000 |
| 1.000 | 242.000 | 3.000 | 3.000 | 50.000 |
| 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

Apply OK Cancel

PLANTA/LLEGADA SEMILLA Properties

LLEGADA SEMILLA

Source: Flow Triggers Labels General Statistics

Arrival Style: Arrival Schedule

FlowItem Class: KiloSemilla

Number of Arrivals: 10 Repeat Schedule/Sequence

Number of Labels: 3

| ItemType | 12108 | Camion | Silo | Cantidad |
|----------|---------|--------|-------|----------|
| 2.000 | 242.000 | 1.000 | 1.000 | 50.000 |
| 2.000 | 242.000 | 2.000 | 1.000 | 50.000 |
| 2.000 | 242.000 | 3.000 | 1.000 | 50.000 |
| 2.000 | 242.000 | 1.000 | 2.000 | 50.000 |
| 2.000 | 242.000 | 2.000 | 2.000 | 50.000 |
| 2.000 | 242.000 | 3.000 | 2.000 | 50.000 |
| 2.000 | 242.000 | 1.000 | 3.000 | 50.000 |
| 2.000 | 242.000 | 2.000 | 3.000 | 50.000 |
| 2.000 | 242.000 | 3.000 | 3.000 | 50.000 |
| 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

Apply OK Cancel

Fuente: Simulador Flexsim



ANEXO AD. Resultado variables

Modelo uno

| | |
|--|---|
| PT Trilla: 817 Bultos | PT Semilla: 410 Bultos |
| Tiempo Sistema Trilla: 4108.09 min | Tiempo Sistema Semilla: 3635.43 min |
| Tiempo Prom Sistema Trilla: 3107.01 min | Tiempo Prom Sistema Semilla: 3297.79 min |
| | Tiempo de Latencia Semilla: 480.00 min |

Modelo dos

| | |
|--|---|
| PT Trilla: 1434 Bultos | PT Semilla: 1863 Bultos |
| Tiempo Sistema Trilla: 1911.53 min | Tiempo Sistema Semilla: 3537.72 min |
| Tiempo Prom Sistema Trilla: 2003.41 min | Tiempo Prom Sistema Semilla: 2931.64 min |
| | Tiempo de Latencia Semilla: 480.00 min |

For Educational Use Only