

**Universidad de Valparaíso  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería civil Industrial**



**Propuesta de mejora en el proceso productivo de deshidratado de  
cochayuyo. Caso Algaras de Navidad**

por

**María Francisca Vásquez Rojas  
Ariel Alejandro Soto Acuña**

Trabajo de Título para optar al Grado de  
Licenciado en Ciencias de la Ingeniería y título de  
Ingeniero Civil Industrial

Prof. Verónica Morales

Septiembre, 2017

## DEDICATORIA

*Dedicamos esta memoria de título a nuestros padres,  
hermanos y amigos, que fueron parte fundamental  
en el término de nuestro proceso universitario.*

*Ariel Soto Acuña y M<sup>a</sup> Francisca Vásquez Rojas*

## **AGRADECIMIENTOS**

*Quiero agradecer a todas las personas que contribuyeron en el término de este proceso.*

*En primer lugar, agradecer a mis padres Jorge Vásquez y María Alicia Rojas, por su amor, confianza y apoyo incondicional durante el trayecto de mi vida, en especial en este largo proceso universitario. También a mis hermanos Jorge y Paola por ser un pilar fundamental en mi vida y confiar en mis conocimientos.*

*A la familia Mostro Trek y amigos de la universidad, por ser parte de mi día a día durante 6 años, hacer diferente cada tarde noche de estudio y celebrar cada triunfo del otro como si fuera él propio. Por compartir momentos de alegría, tristeza y demostrar que siempre puedo contar con ellos y que nuestra amistad perdurará a pesar de la distancia.*

*A Nuestra profesora guía Verónica Morales, por sus consejos, orientación, apoyo y horas dedicadas a este trabajo, ya que sin ella no habiéramos logrado esta meta.*

*Gracias a todos mis amigos y familia por su confianza y brindarme su apoyo siempre.*

*María Francisca Vásquez Rojas*

## **AGRADECIMIENTOS**

*Al finalizar esta etapa universitaria quiero agradecer a todas aquellas personas que de alguna u otra manera me apoyaron en este proceso de formación profesional.*

*Agradecer a mi familia por su incondicionalidad, apoyo y amor, en los buenos y malos momentos, siendo un pilar fundamental en todo sentido, otorgándome el ejemplo que con esfuerzo todo es posible, es la base para cumplir las metas y expectativas que me plantee en la vida.*

*Al Mostro Trek, grupo de amigos formados en la Universidad de Valparaíso. Gracias por su cariño, amistad y los gratos momentos que siempre brindaron una experiencia de vida. Espero el éxito para cada uno y que esta unión perdure en los años.*

*A mis amigos y familiares de Pataguas Cerro, personas que me han acompañado toda la vida y compartimos el sacrificio de la gente de campo.*

*Por último a nuestra profe guía Verónica Morales por su tiempo y dedicación para ayudarnos en la realización de este proyecto.*

*Ariel Alejandro Soto Acuña*

## CONTENIDO

|                                                                             |    |
|-----------------------------------------------------------------------------|----|
| TABLAS .....                                                                | 10 |
| ILUSTRACIONES.....                                                          | 12 |
| ABREVIATURAS .....                                                          | 15 |
| RESUMEN.....                                                                | 16 |
| ABSTRACT .....                                                              | 17 |
| INTRODUCCIÓN.....                                                           | 18 |
| 1. ANTECEDENTES .....                                                       | 20 |
| 1.1 Descripción de la empresa .....                                         | 20 |
| 1.2 Ubicación geográfica .....                                              | 21 |
| 1.3 Misión – Visión de planta Algueros de Navidad .....                     | 22 |
| 1.4 Historia .....                                                          | 22 |
| 1.5 Organización .....                                                      | 24 |
| 1.6 Tipo de empresa.....                                                    | 25 |
| 1.7 Sector Industrial.....                                                  | 26 |
| 1.8 Algueros de Navidad y valor agregado en deshidratado de cochayuyo ..... | 27 |
| 1.9 Sistema productivo .....                                                | 29 |
| 1.9.1 Ciclo de operaciones línea de deshidratado .....                      | 30 |
| 1.9.2 Características de los productos.....                                 | 32 |
| 2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA.....                                      | 34 |
| 2.1 Infraestructura .....                                                   | 34 |
| 2.2 Recursos materiales .....                                               | 36 |
| 2.3 Recursos Humanos .....                                                  | 36 |
| 2.4 Productos deshidratados .....                                           | 37 |
| 3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....                                          | 38 |
| 3.1 Objetivos de la investigación .....                                     | 39 |

|        |                                                        |    |
|--------|--------------------------------------------------------|----|
| 3.1.1  | Objetivo general.....                                  | 39 |
| 3.1.2  | Objetivos específicos .....                            | 39 |
| 3.2    | Alcances y limitaciones.....                           | 39 |
| 3.3    | Justificación.....                                     | 42 |
| 4.     | MARCO TEÓRICO.....                                     | 43 |
| 4.1    | Proceso productivo .....                               | 43 |
| 4.2    | Planificación y control de la producción .....         | 44 |
| 4.3    | Planificación estratégica para la producción .....     | 45 |
| 4.4    | Planificación agregada de la producción.....           | 47 |
| 4.5    | Planeación de la capacidad .....                       | 48 |
| 4.6    | Pronóstico de la demanda .....                         | 49 |
| 4.6.1  | Enfoque intuitivo .....                                | 51 |
| 4.6.2  | Promedios móviles .....                                | 51 |
| 4.6.3  | Suavización exponencial.....                           | 52 |
| 4.6.4  | Proyección de tendencias .....                         | 54 |
| 4.6.5  | Variaciones estacionales en los datos .....            | 55 |
| 4.7    | Plan Maestro de Producción.....                        | 56 |
| 4.8    | Planificación de Requerimientos Materiales (MRP) ..... | 56 |
| 4.9    | Cuello de botella.....                                 | 57 |
| 4.10   | Diagrama de flujo.....                                 | 58 |
| 4.11   | Simulación de Procesos .....                           | 59 |
| 4.11.1 | Bizagi Process Modeler.....                            | 60 |
| 4.11.2 | ProModel.....                                          | 61 |
| 4.11.3 | Arena Simulation .....                                 | 61 |
| 5.     | METODOLOGÍA.....                                       | 63 |
| 5.1    | Etapas 1: Diagnostico de la situación actual.....      | 64 |

|       |                                                                                     |    |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 5.1.1 | Levantamiento de información de la planta.....                                      | 64 |
| 5.1.2 | Identificación de puntos críticos y cuellos de botella en la línea de proceso.....  | 64 |
| 5.1.3 | Estudio del proceso productivo de la planta y su entorno.....                       | 65 |
| 5.2   | Etapa 2: Análisis del proceso.....                                                  | 65 |
| 5.2.1 | Realización de ensayos en el proceso productivo para reconocer fallas.....          | 65 |
| 5.2.2 | Análisis del tiempo que demora cada proceso .....                                   | 65 |
| 5.3   | Etapa 3: Búsqueda de solución .....                                                 | 66 |
| 5.3.1 | Propuesta de sistema de mejora .....                                                | 66 |
| 6.    | DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN.....                                                 | 67 |
| 6.1   | Levantamiento de información de la planta.....                                      | 67 |
| 6.1.1 | Entrevistas .....                                                                   | 69 |
| 6.1.2 | Análisis FODA.....                                                                  | 70 |
| 6.2   | Identificación de puntos críticos y cuellos de botella en la línea de proceso ..... | 74 |
| 6.3   | Estudio del proceso productivo de la planta y su entorno .....                      | 75 |
| 6.3.1 | Estudio de procesos productivo .....                                                | 75 |
| 6.3.2 | Estudio del entorno de la planta.....                                               | 77 |
| 6.4   | Análisis del proceso.....                                                           | 78 |
| 6.4.1 | Realización de ensayos en el proceso productivo para reconocer fallas.....          | 78 |
| 6.4.2 | Pruebas de tiempo en etapas del proceso productivo .....                            | 80 |
| 6.4.3 | Análisis del tiempo que demora cada proceso .....                                   | 84 |
| 6.5   | Cálculo de la capacidad de las bodegas.....                                         | 86 |
| 6.5.1 | Bodega de productos terminados .....                                                | 86 |
| 6.5.2 | Bodega de productos por terminar .....                                              | 87 |
| 6.6   | Capacidad de trabajadores en cada área .....                                        | 87 |
| 6.7   | Simulación proceso actual.....                                                      | 88 |
| 6.7.1 | Software de simulación Arena.....                                                   | 89 |

|        |                                                             |     |
|--------|-------------------------------------------------------------|-----|
| 6.7.2  | Validación de simulación del proceso .....                  | 103 |
| 6.8    | Resultados y análisis .....                                 | 104 |
| 6.8.1  | Análisis de la información.....                             | 105 |
| 6.9    | Planificación de la producción .....                        | 106 |
| 6.9.1  | Planeación de la capacidad .....                            | 106 |
| 6.10   | Pronóstico de la demanda .....                              | 109 |
| 6.10.1 | Cálculo del pronóstico.....                                 | 111 |
| 6.11   | Planeación agregada.....                                    | 114 |
| 6.12   | Plan Maestro de Producción.....                             | 117 |
| 6.13   | Propuestas de Mejora.....                                   | 120 |
| 6.13.1 | Propuesta 1 .....                                           | 121 |
| 6.13.2 | Propuesta 2 .....                                           | 125 |
| 6.13.3 | Análisis de propuestas y escenarios .....                   | 131 |
| 6.13.4 | Validación propuesta de mejora.....                         | 134 |
| 6.14   | Control de la producción .....                              | 142 |
| 6.14.1 | Indicadores .....                                           | 147 |
| 6.15   | Relación entre productividad y calidad.....                 | 150 |
| 7.     | EVALUACIÓN ECONÓMICA .....                                  | 152 |
| 7.1    | Evaluación Económica Propuesta de mejora N°1 .....          | 155 |
| 7.2    | Evaluación Económica Propuesta de mejora N°2.....           | 157 |
| 7.3    | Comparación escenarios .....                                | 160 |
| 8.     | CONCLUSIONES.....                                           | 161 |
| 9.     | RECOMENDACIONES.....                                        | 162 |
| 10.    | BIBLIOGRAFÍA.....                                           | 163 |
| 11.    | ANEXOS .....                                                | 166 |
| 11.1   | Anexo 1: Recursos materiales de Alquileres de Navidad ..... | 166 |

|        |                                                                                                                              |     |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 11.2   | Anexo 2: Función de cada operario .....                                                                                      | 168 |
| 11.3   | Anexo 3: Formato de entrevista a Algueras de Navidad .....                                                                   | 169 |
| 11.4   | Anexo 4: Gráficos encuesta.....                                                                                              | 170 |
| 11.5   | Anexo 5: Validación distribución de probabilidad para simulación .....                                                       | 172 |
| 11.5.1 | Etapa de Lavado de cochayuyo.....                                                                                            | 172 |
| 11.5.2 | Etapa de Selección de corte.....                                                                                             | 173 |
| 11.5.3 | Etapa de Corte mecánico.....                                                                                                 | 174 |
| 11.5.4 | Etapa Corte manual .....                                                                                                     | 175 |
| 11.5.5 | Etapa de Limpieza de cochayuyo .....                                                                                         | 176 |
| 11.5.6 | Etapa de Molienda 1 .....                                                                                                    | 177 |
| 11.5.7 | Etapa de Molienda 2 .....                                                                                                    | 178 |
| 11.5.8 | Etapa de Envasado .....                                                                                                      | 179 |
| 11.6   | Anexo 6: Pronóstico, método de series de tiempo con variaciones estacionales en los datos. Cálculo de índice estacional..... | 180 |
| 10.7.  | Anexo 7: Pronóstico, método de series de tiempo con variaciones estacionales en los datos.....                               | 181 |
| 10.8.  | Anexo 8: Layout de propuesta de mejora 2 .....                                                                               | 182 |

## TABLAS

|                                                                |     |
|----------------------------------------------------------------|-----|
| Tabla 1: Procesos de producción de algas deshidratadas .....   | 31  |
| Tabla 2: Tipos de procesos para cada producto .....            | 37  |
| Tabla 3: Capacidad productiva anual de FEPANAV .....           | 40  |
| Tabla 4: Capacidad total por línea de producto en un año ..... | 41  |
| Tabla 5: Clasificación de métodos de pronóstico .....          | 50  |
| Tabla 6: Período de veda extractiva de algas .....             | 77  |
| Tabla 7: Recepción y pesaje.....                               | 80  |
| Tabla 8: Lavado - Limpieza - Selección corte .....             | 80  |
| Tabla 9: Corte manual .....                                    | 81  |
| Tabla 10: Corte mecanizado .....                               | 81  |
| Tabla 11: Tiempo de secado.....                                | 81  |
| Tabla 12: Tiempo de limpieza .....                             | 82  |
| Tabla 13: Tiempo de producción de molinos.....                 | 82  |
| Tabla 14: Pesaje - Envasado - Etiquetado .....                 | 83  |
| Tabla 15: Kg de cochayuyo que resiste un secador .....         | 83  |
| Tabla 16: Simbología de cada etapa del proceso .....           | 84  |
| Tabla 17: Resultados de etapa experimental .....               | 85  |
| Tabla 18: Tiempo por producto .....                            | 85  |
| Tabla 19: Cantidad de kg en bodega .....                       | 86  |
| Tabla 20: Cantidad de kg en bodega .....                       | 87  |
| Tabla 21: Máximo de operarios por área.....                    | 87  |
| Tabla 22: Llegada de cochayuyo .....                           | 89  |
| Tabla 23: Validación de simulación.....                        | 103 |
| Tabla 24: Cantidad de horas por turno.....                     | 106 |
| Tabla 25: Cantidad de Kg por turno .....                       | 108 |
| Tabla 26: Ventas año 2015.....                                 | 109 |
| Tabla 27: Ventas año 2016.....                                 | 109 |
| Tabla 28: Pronóstico respecto a capacidad de la planta .....   | 113 |
| Tabla 32: Estrategias para Algueros de Navidad .....           | 115 |
| Tabla 29: Información de entrada para PMP.....                 | 117 |
| Tabla 30: Plantilla PMP.....                                   | 118 |
| Tabla 31: Ejemplo de PMP en 6 meses de producción .....        | 119 |

|                                                               |     |
|---------------------------------------------------------------|-----|
| Tabla 33: Capacidad de operarios por área .....               | 121 |
| Tabla 34: Propuesta 1, escenario 1 .....                      | 122 |
| Tabla 35: Propuesta 1, escenario 2 .....                      | 123 |
| Tabla 36: Propuesta 2, escenario 1 .....                      | 125 |
| Tabla 37: Propuesta 2, escenario 2 .....                      | 127 |
| Tabla 38: Propuesta 2, escenario 3 .....                      | 129 |
| Tabla 39: Resumen de resultados de escenarios analizados..... | 133 |
| Tabla 40: Resumen de extracción de cochayuyo .....            | 133 |
| Tabla 41: Inversiones existentes.....                         | 154 |

## ILUSTRACIONES

|                                                                                             |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Ilustración 1: Logotipo Algueros de Navidad.....                                            | 20  |
| Ilustración 2: Ubicación planta Algueros de Navidad .....                                   | 21  |
| Ilustración 3: Organigrama Algueros de Navidad.....                                         | 24  |
| Ilustración 4: Actividades del proceso productivo .....                                     | 30  |
| Ilustración 5: Distribución planta Algueros de Navidad .....                                | 35  |
| Ilustración 6: Proceso productivo.....                                                      | 43  |
| Ilustración 7: Esquema de la planificación de producción .....                              | 46  |
| Ilustración 8: Diagrama de pasos metodológicos.....                                         | 63  |
| Ilustración 9: Diagrama de procesos.....                                                    | 67  |
| Ilustración 10: Puntos claves según operarios .....                                         | 69  |
| Ilustración 11: Simbología Layout.....                                                      | 75  |
| Ilustración 12: Layout Algueros de Navidad.....                                             | 76  |
| Ilustración 13: Módulo Create, llegada de cochayuyo.....                                    | 89  |
| Ilustración 14: Módulo Assign, tiempo de limpieza, distribución Beta.....                   | 90  |
| Ilustración 15: Módulo Assign, tiempo de lavado, distribución uniforme .....                | 91  |
| Ilustración 16: Módulo Process, lavado .....                                                | 92  |
| Ilustración 17: Módulo Decide, ¿Queda limpio?.....                                          | 93  |
| Ilustración 18: Módulo process, selección de corte .....                                    | 94  |
| Ilustración 19: Módulo decide, ¿Qué corte realizar? .....                                   | 95  |
| Ilustración 20: Módulo decide, ¿Que máquina está desocupada?.....                           | 96  |
| Ilustración 21: Módulo decide, ¿Qué cortador está desocupado? .....                         | 96  |
| Ilustración 22: Módulo process (secado y limpieza) y decide, ¿Queda limpio?.....            | 97  |
| Ilustración 23: Módulo decide, ¿Qué envasado realizar? .....                                | 98  |
| Ilustración 24: Módulo Process (molienda1 y molienda2) y decide, ¿Realizar molienda2?... .. | 99  |
| Ilustración 25: Módulo process, envasado escarcha y envasado harina .....                   | 100 |
| Ilustración 26: Módulo dispose, salida de unidades .....                                    | 101 |
| Ilustración 27: Programación de la simulación .....                                         | 102 |
| Ilustración 28: Fórmulas de tiempo de producción .....                                      | 104 |
| Ilustración 29: Gráfico demanda 2015-2016.....                                              | 111 |
| Ilustración 30: Índice estacional demanda de cochayuyo.....                                 | 112 |

|                                                                                |     |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Ilustración 31: Gráfico demanda real v/s demanda pronosticada.....             | 113 |
| Ilustración 32: Análisis producción Algueros de Navidad .....                  | 120 |
| Ilustración 33: Gráfico propuesta1, escenario 1 .....                          | 122 |
| Ilustración 34: Gráfico propuesta 1, escenario 2.....                          | 124 |
| Ilustración 35: Gráfico propuesta 2, escenario 1 .....                         | 126 |
| Ilustración 36: Gráfico propuesta 2, escenario 2.....                          | 128 |
| Ilustración 37: Gráfico propuesta 2, escenario 3.....                          | 130 |
| Ilustración 38: Proceso A, Lavado y selección de corte.....                    | 134 |
| Ilustración 39: Proceso B, corte manual .....                                  | 135 |
| Ilustración 40: Proceso C, corte manual.....                                   | 136 |
| Ilustración 41: Proceso E-F-G, molienda1, molienda2 y envasado.....            | 137 |
| Ilustración 42: Proceso A, lavado .....                                        | 138 |
| Ilustración 43: Proceso B, corte, lavado y secado .....                        | 139 |
| Ilustración 44: Etapa C, Molienda .....                                        | 140 |
| Ilustración 45: Etapa D, Envasado .....                                        | 141 |
| Ilustración 46: Planilla reporte de trabajo .....                              | 143 |
| Ilustración 47: Planilla control y ordenes de producción .....                 | 144 |
| Ilustración 48: Planilla control de materia prima.....                         | 146 |
| Ilustración 49: Planilla de registro de asistencia y producción por turno..... | 149 |
| Ilustración 50: Gráfico egistro de ventas .....                                | 151 |
| Ilustración 51: Tipo de distribución para lavado de cochayuyo.....             | 172 |
| Ilustración 52: Expresión de distribución uniforme.....                        | 172 |
| Ilustración 53: Tipo de distribución para selección de corte.....              | 173 |
| Ilustración 54: Expresión de distribución beta .....                           | 173 |
| Ilustración 55: Tipo de distribución para corte mecánico .....                 | 174 |
| Ilustración 56: Expresión de distribución beta .....                           | 174 |
| Ilustración 57: Tipo de distribución para corte manual.....                    | 175 |
| Ilustración 58: Expresión de distribución beta .....                           | 175 |
| Ilustración 59: Tipo de distribución de limpieza de cochayuyo .....            | 176 |
| Ilustración 60: Expresión de distribución beta .....                           | 176 |
| Ilustración 61: Tipo de distribución para Molienda 1.....                      | 177 |

|                                                           |     |
|-----------------------------------------------------------|-----|
| Ilustración 62: Expresión de distribución beta .....      | 177 |
| Ilustración 63: Tipo de distribución para Molienda 2..... | 178 |
| Ilustración 64: Expresión de distribución beta .....      | 178 |
| Ilustración 65: Tipo de distribución para Envasado .....  | 179 |
| Ilustración 66: Expresión de distribución beta .....      | 179 |

## ABREVIATURAS

- CAPM: Modelo de Valoración del Precio de activos financieros
- cm: Centímetros
- Cman: Corte manual
- Cmec: Corte mecánico
- FAP: Fondo de Administración Pesquero
- FEPANAV: Federación de Sindicatos de Pescadores Artesanales, alqueros y buzos de la comuna de Navidad
- FFPA: Fondo de Fomento para la Pesca Artesanal
- HACCP: Sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control, en español
- IPT: Índice de Productividad Total
- Kg: Kilogramos
- M<sup>2</sup>: Metros cuadrados
- MO: Mano de obra
- MRP: Planificación de Requerimientos de Materiales
- PRC: Planificación de Requerimientos de Capacidad
- PMP: Plan Maestro de Producción
- MP: Materia prima
- Sercotec: Servicio de Cooperación Técnica
- SERNAPESCA: Servicios Nacional de Pesca y Acuicultura
- STI: Sindicatos de Trabajadores Independientes
- SUBPESCA: Subsecretaría de Pesca y Acuicultura
- VAN: Valor Actual Neto

## **RESUMEN**

El trabajo de investigación realizado se basó en el área de producción de algas deshidratadas en la empresa Algueros de Navidad, con un enfoque en solucionar el problema principal identificado por el alto nivel de pérdida de cochayuyo debido a la poca capacidad productiva. Se propone como objetivo diseñar una estrategia para mejorar la productividad a través de una metodología mixta, cualitativa y cuantitativa. Para ello, se realiza una planificación de la producción abarcando todos los ámbitos que esta conlleva: planificación agregada, planeación de la capacidad, pronóstico de demanda, plan maestro de producción, planificación de los materiales y por último una simulación de la producción.

Se realizan propuestas de mejora a través de distintos escenarios posibles y se simulan a través de Software Arena, herramienta para validar los cambios que se quieren realizar en la empresa.

Finalmente se evalúa económicamente las mejores propuestas simuladas con Arena, lo cual permite tomar la decisión óptima en cuanto a los cambios que se pretenden realizar.

## **ABSTRACT**

The following research is focused in the production of dried seaweed in Algueros de Navidad's company, which focus is to solve the principal problem identified, which is the loss of cochayuyo because of the weak productive capacity. The proposal has the objective of designing and strategy to improve the productivity through a mixed methodology; qualitative and quantitative.

For this objective, it is necessary to do a production planning, taking into consideration all the important fields, which are aggregated planning, capacity planning, demand's prediction, master production schedule, materials planning, and a production simulation.

Improvement proposals are going to be realized through different possible scenarios, which are going to be simulated through Software Arena (tool that helps to validate the necessary changes that are going to be done in the company).

Finally, the best proposals are going to be economically evaluated and simulated with Arena, which will allow to make the best decision according to the changes that are going to take place in the company.

## INTRODUCCIÓN

Una empresa consta de diversas áreas en sus dependencias: finanzas, recursos humanos, administración, producción, marketing, entre otras; las cuales deben trabajar de manera sincronizada y eficiente para lograr los objetivos que se propone, ya sea a corto, mediano o largo plazo. Independiente de su tamaño y el área en que enfoquen sus productos o servicios, la satisfacción del cliente es un factor clave para el éxito de la organización y para ello existen dos funciones fundamentales como son la comercialización, cuya responsabilidad incumbe a todos los integrantes de la empresa; y la innovación, donde se acepta la constante necesidad de cambio. Se hace primordial tener la capacidad de retener y conseguir más clientes, permitiendo así a la empresa mantenerse en el mercado logrando el crecimiento.

Actualmente los mercados se encuentran inmersos en un mundo globalizado donde la apertura de diversos negocios se realiza de manera progresiva, las nuevas tecnologías permiten un acelerado desarrollo de nuevos productos y servicios, además existe un acostumbamiento a los cambios de expectativa, a la innovación y a la rápida obsolescencia. Estos factores afectan directamente a las organizaciones, por lo que una adecuada planificación conlleva a una mejor toma de decisiones.

Además se debe tener en cuenta la relación constante con el entorno, lo que puede repercutir tanto positiva como negativamente en los resultados esperados. Como se mencionó anteriormente, el cliente es quien promueve el negocio por ello se debe procurar cumplir con sus expectativas y requisitos considerando variables como la competencia, políticas y normativas del Estado, la opinión pública, el clima, entre otras.

La siguiente memoria se realizó en Algueros de Navidad, empresa ubicada en la comuna de Navidad, sexta Región del Libertador General Bernardo O'Higgins, dedicada a la producción de cochayuyo, líder en la elaboración y comercialización tanto a nivel nacional e internacional de algas deshidratadas con alto valor agregado. Cuenta con una planta con todos los recursos materiales necesarios y resoluciones sanitarias para la elaboración de productos a base de algas marinas para el consumo humano.

La investigación trata específicamente del proceso productivo, etapa donde se realiza el producto que satisface las necesidades del cliente, formando esta cualidad como la razón

de ser de la empresa respondiendo de manera eficiente a las variaciones que constantemente se producen en el mercado.

En Algueros de Navidad las decisiones de planificación y programación de la producción se realizan a corto plazo, en un tiempo estimado de 48 horas; prácticamente se resuelven las circunstancias en el día a día, lo que indica que existe una ausencia de herramientas y estrategias que apoyen esta área.

Por condiciones propias del proceso, existe un gran número de objetivos y restricciones impuestas por el sistema productivo los cuales se deben cumplir y respetar sin afectar el rendimiento de la empresa. La restricción de la planta es el volumen de abastecimiento diario de cochayuyo, lo cual está directamente relacionado con factores internos como la capacidad de producción de la planta, asignación de recursos humanos para llevar a cabo el proceso sin que el personal trabaje horas extras y factores externos que como condiciones climáticas de la zona de extracción, cuya variable la empresa no tiene control.

Es importante detectar las etapas donde las mejoras tengan un alto impacto en la productividad, ya que es un factor crítico para su rentabilidad y permanencia en el mercado.

La estructura de esta investigación consta de los siguientes capítulos: Capítulo 1 Antecedentes de Algueros de Navidad, otorgando una descripción, historia y datos importantes sobre el tipo de empresa a estudiar; Capítulo 2 Situación actual de la empresa, menciona los recursos que posee en la actualidad tanto en infraestructura, materiales y recursos humanos; Capítulo 3 Planteamiento del problema, se identifica la falencia y se establecen objetivos, alcances y justificación de la investigación; Capítulo 4 Marco teórico, se estudian los conceptos más relevantes con respecto al tema tratado; Capítulo 5, Metodología, conjunto de métodos que se siguen en un estudio; Capítulo 6 Desarrollo de la investigación, en este apartado se establece el proceso de investigación realizando un levantamiento de información, pruebas de tiempos, cálculos de capacidad, simulación de producción y un posterior análisis de este para establecer una planificación y propuestas de mejora; Capítulo 7 Evaluación económica, los resultados obtenidos en el capítulo anterior se resumen de manera monetaria con la finalidad de realizar una evaluación desde el punto de vista financiero; Capítulo 8, Conclusión y recomendaciones, por último se determina la mejora que sea viable para la producción de algas deshidratadas.

## 1. ANTECEDENTES

### 1.1 Descripción de la empresa

Algueros de Navidad es una empresa dedicada a la transformación de algas marinas recolectadas de la región de O'Higgins en productos de carácter gourmet, las cuales ya se han abierto paso en el comercio nacional e internacional. La empresa cuenta con infraestructura para elaborar y comercializar productos a base de algas para consumo humano con valor agregado.



**Ilustración 1: Logotipo Algueros de Navidad**

Fuente: [www.alguerosdenavidad.cl](http://www.alguerosdenavidad.cl)

## 1.2 Ubicación geográfica

La planta se ubica en la localidad de El Chorrillo, comuna de Navidad, camino el Chorrillo de La Vega de Pupuya a Tumán. La comuna de Navidad pertenece a la provincia de Cardenal Caro de la Región del Libertador Bernardo O'Higgins. Sus límites son: por el Norte, región de Valparaíso y región Metropolitana, por el Este y Sur, la comuna de Litueche y por el Oeste el Océano Pacífico contando con 20 kilómetros aproximados de costa. En la comuna de Navidad se recolecta el 36% de algas en Chile.



**Ilustración 2: Ubicación planta Algueros de Navidad**

Fuente: [www.comunadenavidad.cl](http://www.comunadenavidad.cl)

### **1.3 Misión – Visión de planta Algueros de Navidad**

La empresa se plantea lo siguiente como misión y visión:

#### **Visión**

Ser reconocida en el mercado de Chile como la empresa líder en el secado y elaborado de algas marinas de consumo humano, a través de la calidad, seriedad y garantía de sus productos.

#### **Misión**

“Somos una empresa dedicada al secado y elaborado de algas marinas; proporcionando a nuestros clientes productos altamente nutritivos y de calidad. Contamos con una planta procesadora con altos estándares de producción procesando algas de calidad, resguardando las áreas de manejo que se extraen, de esta forma entregando la sustentabilidad en el tiempo”.

### **1.4 Historia**

Algueros de Navidad empezó a conformarse el año 2010, es una empresa que nace de la necesidad colectiva de recolectores de la zona costera de la comuna de Navidad por comercializar directamente los productos derivados de algas, sin intermediarios, a través de una propuesta innovadora que otorgue un alto valor agregado en cada uno de sus productos para la industria alimentaria. La componen sindicatos pesqueros de la comuna, los que se fijaron como objetivo explotar vegetales del mar y agregar valor a sus productos, en conjunto de mejorar la calidad de vida de los algueros y socios estratégicos de la zona costera de la comuna, fomentando la sustentabilidad del medio ambiente y los recursos naturales, debido a que la mayoría de los socios de los sindicatos trabajan y viven de la extracción de algas, siendo esta actividad la más importante desarrollada dentro del sector.

Desde el año 2011 la empresa postula y gana diversos fondos concursables, gracias a los cuales hoy cuentan con una completa planta de procesos que les ha permitido desarrollar productos innovadores muy apetecidos en el mercado. Uno de los principales impulsores de esta iniciativa ha sido el Gobierno Regional de O'Higgins y la Subsecretaría de Pesca y

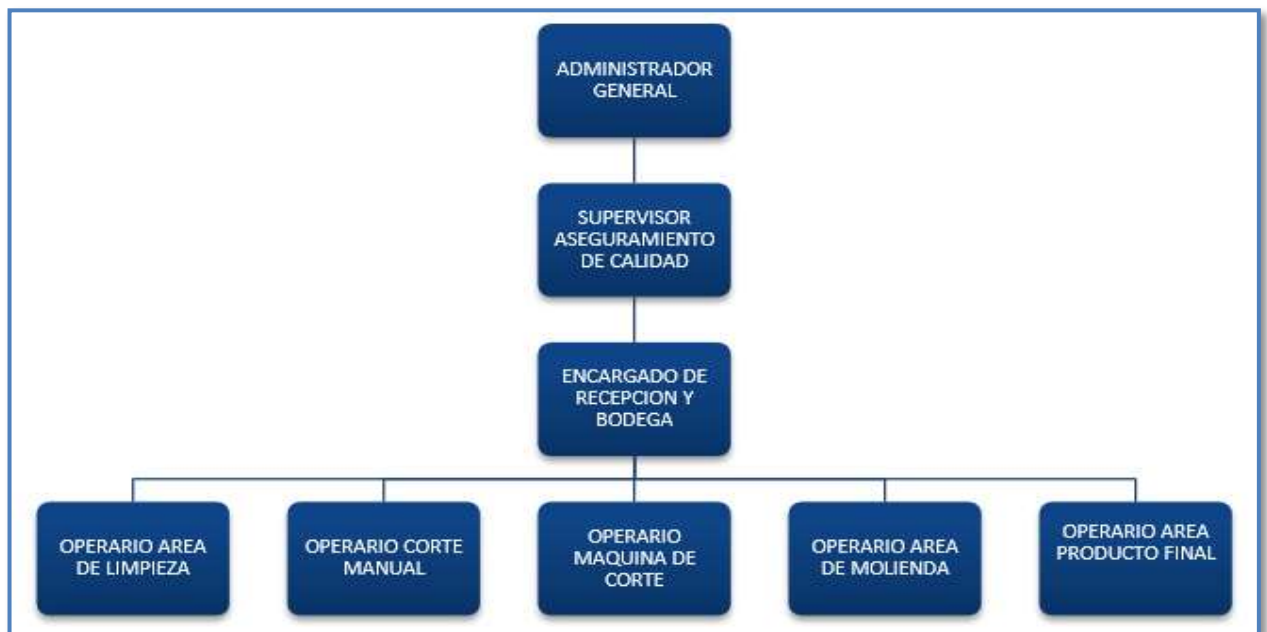
Acuicultura (SUBPESCA) a través del Fondo de Administración Pesquero (FAP), del cual se han adjudicado cinco proyectos y más de \$100 millones, lo que ha apoyado este emprendimiento desde sus inicios.

Algueros de Navidad en 2015 recibe asistencia técnica, financiada por el Fondo de Fomento para la Pesca Artesanal (FFPA) (Cuenta Pública, 2015), institución que depende del Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (SERNAPESCA) y del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo. Dicho proyecto que contempló la implementación de una estrategia organizacional y productiva para la comercialización de productos deshidratados en base a algas marinas y un programa de gestión de calidad basado en un Sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (en inglés HACCP) para las líneas de elaboración de productos.

El mismo año la empresa fue parte de la Expo Milán 2015, donde tuvieron la oportunidad de poner en alto sus productos, causando gran impacto en el mercado Europeo.

## 1.5 Organización

Algueros de Navidad es una empresa pequeña, cuya planta genera seis puestos de trabajo a mujeres recolectoras. Su presidenta y representante es Cecilia Masferrer, quien cumple el rol de Administrador General de la empresa y encargada de recepción y bodega. El puesto de Supervisor de calidad, es desempeñado por una Ingeniera en Alimentos externa a la empresa, perteneciente a Sernapesca. La ilustración 3 especifica el organigrama de la empresa.



**Ilustración 3: Organigrama Algueros de Navidad**

Fuente: Elaboración propia en base a plan de recursos humanos de Algueros de Navidad, 2015

## 1.6 Tipo de empresa

Algueros de Navidad es una empresa chilena compuesta por la Federación de Sindicatos de Pescadores Artesanales, algueros y buzos de la comuna de Navidad (FEPANAV). Está integrada por 6 sindicatos existentes en la comuna, con más de 280 asociados, los cuales están compuestos por trabajadores independientes de pescadores artesanales y algueros de: La Vega de La Boca, La Boca, Matanza, La Vega de Pupuya, El Chorrillo y Puertecillo. Es dirigida por Cecilia Masferrer, Presidenta de Algueros de Navidad.

La planta se centra en el proceso de producción y envasado de distintas algas locales, principalmente de la especie “*Durvillaea antarctica*” conocida como cochayuyo, presentada en distintos calibres para diversos usos gastronómicos. Esta alga es muy apreciada en el mundo de la alta cocina como complemento nutricional y como forma de saborizar con toques marinos, minimizando el uso de la sal industrializada. La cosecha y proceso particular de secado de algas que aplica exitosamente Algueros de Navidad , permite preservar el 80% de los nutrientes del alga, así como su color verde original, marcando la diferencia con los procesos tradicionales.

Cabe destacar que a nivel de innovación, en esta planta el proceso de algas gourmet se desarrolla con energías renovables a través un sistema fotovoltaico y un secador de algas solar piloto disminuyendo el uso de combustibles fósiles, con la consecuente reducción de costos y emisiones de gases de efecto invernadero.

La empresa ha recibido inestimable apoyo institucional (por ejemplo del FAP, Sercotec y otros) gracias al exitoso y eficaz proceso de crecimiento mantenido en el tiempo, poniendo énfasis en la calidad del producto final lo que ha permitido llegar a mercados tan exigente como el europeo. La planta cuenta con resolución sanitaria que le permite comercializar productos a nivel nacional y opera bajo el sistema HACCP para fortalecer su comercio internacional.

Respecto a la comercialización de los productos, la inserción en el mercado ha sido principalmente a través de chefs destacados del país. Por ejemplo el reconocido chef argentino Juan Manuel Pena, residente hace 11 años en Chile, presenta y condimenta sus platos con insumos de Algueros de Navidad dando un énfasis a sus potentes cualidades.

## 1.7 Sector Industrial

La empresa estudiada ha ido innovando y marcando tendencia en la industria alimentaria, aportando positivamente a la economía del país con respecto al total de la producción industrial de Chile. *“En el año 2012 la exportación de algas secas y productos derivados superó los US\$ 220 millones, lo que corresponde a un 12% de aumento respecto al año anterior y a casi el 5% del total de exportaciones pesqueras y de acuicultura” (Historia de la Ley 20.925, 2013).*

Las cualidades que caracterizan este sector es su naturaleza dinámica, competitiva y altamente especializada, convirtiéndolo en la segunda fuerza exportadora nacional, después del cobre.

El sector agroalimentario ha sido uno de los pilares del crecimiento económico del país en las últimas décadas. Durante el año 2006 nace la estrategia de desarrollo “Agroindustrial-exportador”, la cual orientó a posicionar al país como una potencia alimentaria. La mayor expresión de ello fue la modernización de la actividad agropecuaria, con notables incrementos de productividad y calidad. Por esta razón, ocurre una transformación del Ministerio de Agricultura en Ministerio de Agricultura y Alimentación.

Desde hace algunos años la cultura oriental, como la japonesa, ha adquirido popularidad en países occidentales en todos los ámbitos, en especial la gastronomía. Siendo uno de los beneficios de esta expansión culinaria, la saludable costumbre de consumir algas en la dieta alimenticia, como en el caso del sushi que exitosamente ha sido aceptado en la población nacional. También existe una tendencia internacional de utilizar algas en platos gourmet, lo que ha sido impulsado por reconocidos chefs internacionales, quienes al utilizar algas marinas en sus preparaciones le transmiten confianza al consumidor. El reconocido chef chileno Carlo Von Muhlenbrock apoya el crecimiento de Algueros de Navidad, realizando la gestión para que los productos fueran expuestos en la Expo Milán 2015, plataforma para el intercambio de ideas y soluciones compartidas en el tema de la alimentación, esta experiencia dió la oportunidad de conocer las tradiciones gastronómicas de cada uno de los países expositores.

Sin embargo, en Chile la cultura de consumo de alimentos de algas marinas se limita solo a las localidades cercanas a las costas, pudiendo ser un alimento tradicional del país debido a la gran disponibilidad de algas comestibles, con más de 6.000 kilómetros de costa,

rica en vegetales marinos. Las causas del desaprovechamiento de este recurso se pueden atribuir al desconocimiento de sus propiedades nutritivas beneficiosas para la salud y que las industrias de alimentos gastronómicas no ofrecen. Tras un estudio realizado se determinó que el cochayuyo es uno de los alimentos más desaprovechados del país y que, al mismo tiempo tiene una gran variedad de propiedades (Shindler, 2014). Escasos platillos o menú integran este producto, siendo que al incorporarlo en la dieta nacional sería beneficioso para la salud, por ello se reafirma la importancia de buscar alternativas que permitan una mejora efectiva, con productos naturales y saludables, bajos en grasa, altos en fibra, que sean atractivos y apetecidos para el consumo a un bajo costo.

### **1.8 Algueros de Navidad y valor agregado en deshidratado de cochayuyo**

El 90% de las algas marinas chilenas se exportan para la industria farmacéutica y cosmética. Algueros de Navidad fueron los pioneros en el país en producir algas de alta calidad para el consumo humano.

Generalmente en Chile se vende el cochayuyo dorado, que se deja secar 30 días al sol perdiendo así la mayoría de su alto contenido de calcio, fibra y proteínas, a diferencia del que procesan Algueros de Navidad, que es el único que preserva cerca del 100% de sus poderosos nutrientes y su color verde original. La cualidad que lo caracteriza es el proceso de secado que se le aplica al alga, el resultado es un producto rico en proteínas y calcio además totalmente natural. Actualmente la empresa en estudio comercializa el cochayuyo en diversas presentaciones tales como trozado en diferentes calibres, pluma, escarcha y harina; ofrecidos a Clientes a través de su sitio web además de una variada carta de recetas con el objetivo de instruir y enseñar las diferentes formas de preparación de sus productos y así incrementar la experiencia de satisfacción en el cliente.

Avanzar en procesos que impulsen el desarrollo de productos del mar y de las comunidades pesqueras, es agregar valor social al patrimonio de esta actividad; a la población, pues su consumo aporta una cantidad de nutrientes de suma importancia para el desarrollo de una vida sana, así mismo, es agregar valor económico, pues permite crear una actividad sostenible, incrementando el ingreso de la comunidad pesquera, cuidando y disminuyendo la extracción de recursos pero vendiendo a un mayor precio. Algueros de Navidad en este contexto es un ejemplo a seguir por las organizaciones de pescadores del país.

Menciona Pablo Galilea (Subsecretario de Pesca y Acuicultura, 2014) que Algueros de Navidad es la primera y única empresa de deshidratados de algas marinas de Chile en obtener la acreditación para exportar productos para consumo humano en base a algas y cuenta con una planta de proceso, única en Latinoamérica, donde además de procesar las algas marinas, envasan, etiquetan y empacan para la venta.

## 1.9 Sistema productivo

Previo al inicio del proceso productivo, personal de la planta debe desarrollar actividades cotidianas según lo señalado por el Manual de Procedimientos Internos con el que cuenta Algueros de Navidad, cuyo detalle se señala a continuación:

**Procedimiento de higiene personal:** El personal de la planta debe ingresar a las salas de proceso solamente una vez que porta su vestimenta de trabajo. Las personas deben cambiar su ropa de calle y vestir la ropa corporativa si ingresa a las dependencias. Posteriormente se deben lavar sus manos según pautas enseñadas. Cada día se debe monitorear el nivel de cloro del agua potabilizada de la planta y consignar la información en el Registro de Control de Agua del Proceso. Deben usar cofia y guantes dependiendo del paso operacional a desarrollar. Solamente se permite la presencia del celular corporativo; y quien lo ocupe debe lavar sus manos después de usarlo. No se permite la ingesta de ningún tipo de alimento en las salas de proceso, inclusive agua.

**Procedimiento de orden y aseo.** Las ventanas pueden abrirse solamente si disponen de mallas mosquiteras instaladas. Las puertas en contacto directo con el exterior deben mantenerse obligatoriamente cerradas, esto por el probable ingreso de la contaminación ambiental, del polvo dermatofagoides y de vectores indeseados (animales e insectos voladores y rastreros). Antes de entrar a la planta las personas deben limpiar las plantas de su calzado en lugar designado para tal fin. Al comienzo de la jornada se debe realizar aseo en todas las áreas de la planta que vayan a ser ocupadas. La remoción continua del polvo y el cumplimiento de la Ley F.I.F.O (First in, first out. Primeras en entrar, primeras en salir). En cada una de las bodegas es fundamental para minimizar la probabilidad de proliferación de insectos voladores, rastreros y la presencia de arácnidos de todo tipo, así como la formación de madrigueras. Se destaca el hecho que los implementos empleados en el desarrollo de la limpieza, tales como escobillones, escobillas, entre otros, deben ser retornados a su lugar de almacenaje después que son utilizados. Además, dado que se encuentran identificados deben ser empleados solamente en el área indicada.

### 1.9.1 Ciclo de operaciones línea de deshidratado

Para la elaboración de productos deshidratados se realizan diversas tareas esenciales dependiendo del tipo de producto en específico, considerando que el máximo puede llegar a 14 tareas relacionadas a la elaboración de harina de cochayuyo. Según esto en la ilustración 4 se muestra el orden en que se debe realizar cada tarea para llevar a cabo el proceso productivo, desde la recepción de la materia prima hasta el despacho del producto final:



**Ilustración 4: Actividades del proceso productivo**

Fuente: Elaboración propia en base a Plan operacional Algueros de Navidad, deshidratados. 2015

En la tabla 1 se explica cada etapa del proceso productivo de manera detallada. Estos tienen una gran importancia ya que poseen relación directa con la estrategia de diferenciación de la empresa.

**Tabla 1: Procesos de producción de algas deshidratadas**

| PROCESO                                           | PASO OPERACIONAL                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Recepción de materia prima</b>                 | Recibir en planta la materia prima, cochayuyo. Cada vez que se recepciona se inspecciona consignando la información en el registro.                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Recepción y almacenamiento de insumos</b>      | Cada vez que llegan insumos éstos se inspeccionan consignando la información en el registro.<br>Los insumos son distribuidos en la bodega procurando las condiciones adecuadas de almacenaje.                                                                                                                                               |
| <b>Lavado</b>                                     | La materia prima es sometida a lavados sucesivos con agua de mar para eliminar impurezas. Este prelavado y lavado se repite las veces que sea necesario.                                                                                                                                                                                    |
| <b>Limpieza I</b>                                 | Una vez lavada se procede a una inspección visual para eliminar las impurezas tales como caracoles, pulguitas de mar, materia extraña, bordes duros, áreas con perforaciones, entre otros.                                                                                                                                                  |
| <b>Clasificación</b>                              | La clasificación se lleva a cabo manualmente distribuyendo la materia prima en seis bandejas de plástico identificadas como: 0,5 cm; 1 cm; 2 cm; 3 cm; Pluma, Escarcha y Harina.                                                                                                                                                            |
| <b>Picado</b>                                     | Se realiza en forma manual y mecánica. Los diferentes calibres obtenidos son recolectados en bandeja plásticas individuales.                                                                                                                                                                                                                |
| <b>Estilado</b>                                   | La materia prima es retirada del lavado en bandejas plásticas perforadas donde queda estilando a la espera del próximo paso operacional.                                                                                                                                                                                                    |
| <b>Deshidratado</b>                               | Los trozos obtenidos se distribuyen manualmente en forma uniforme sobre los tendales del área de secado teniendo el cuidado que no se sobrepongan unos con otros para facilitar su deshidratación natural. Cada 30 minutos estos son vueltos a distribuir o movidos para apurar la operación, lo que se lleva a cabo con guantes de vinilo. |
| <b>Limpieza II</b>                                | El cochayuyo proveniente del deshidratado es limpiado debido a que se presentan nuevamente impurezas, las que son imperceptibles en la limpieza I pues la materia prima está mojada.                                                                                                                                                        |
| <b>Molienda I</b>                                 | La molienda se realiza en dos etapas, primero se hace pasar por un molino de martillo donde se obtiene escarcha.                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>Molienda II</b>                                | Es la segunda etapa de la molienda por un molino de pedestal fino, generando la harina de cochayuyo.                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>Dosificación, envasado, sellado y rotulado</b> | La materia prima ya deshidratada y limpia es porcionada en bolsas de polietileno, dosificando en balanza digital, sellada y rotulada para ser almacenada en bodega de producto terminado. Las cajas se sellan con cinta adhesiva transparente.                                                                                              |
| <b>Almacenaje</b>                                 | El almacenaje del producto terminado se lleva a cabo disponiendo las bolsas en cajas de cartón, selladas con cinta adhesiva transparente, en bodega de productos en sector especialmente designado para el producto final. El número de bolsas por caja depende del peso unitario de las bolsas.                                            |
| <b>Despacho</b>                                   | Consiste en retirar de la bodega de producto terminado el pedido y ubicarlo en el transporte cerrado para su despacho. Las cajas son dispuestas sobre bandeja vacía directa a piso.                                                                                                                                                         |

Fuente: Plan operacional Algueros de Navidad, 2015

### **1.9.2 Características de los productos**

El proceso productivo otorga 3 tipos de producto final: trozado, escarcha y harina; los cuales tienen cualidades propias otorgadas por la empresa Algueros de Navidad. A continuación se detallan las características principales de cada variedad de cochayuyo procesado.

#### **Cochayuyo trozado**

- Calibre 0.5 cm, 1 cm, 2 cm, 3 cm y pluma.
- Preparación elaborada a partir de algas frescas sometidas a tratamiento térmico de deshidratado con una combinación de tiempo y temperatura controlada para obtener un producto uniforme, sano, seguro y con las características físicas y organolépticas deseadas.
- Envasado en bolsas de polietileno, peso neto 1000 gramos.
- Durabilidad 12 meses desde la fecha de elaboración.
- Mantener o almacenar en lugar fresco, a temperatura ambiente.

#### **Escarcha de cochayuyo**

- Producto procesado en molino calibre 0.5 cm.
- Preparación elaborada a partir de algas frescas sometidas a tratamiento térmico de deshidratado con una combinación de tiempo y temperatura controlada para obtener un producto uniforme, sano, seguro y con las características físicas y organolépticas deseadas.
- Envasado en bolsas de polietileno, peso neto de 1000 gramos.
- Durabilidad 12 meses desde la fecha de elaboración.
- Mantener o almacenar en lugar fresco a temperatura ambiente.

**Harina de cochayuyo**

- Producto procesado en molino obteniendo harina.
- Envasado en bolsa de polietileno, peso neto 1000 gramos.
- Preparación elaborada a partir de algas frescas sometidas a tratamiento térmico de deshidratado con una combinación de tiempo y temperatura controlada para obtener un producto uniforme, sano, seguro y con las características físicas y organolépticas deseadas.
- Durabilidad 12 meses desde a fecha de elaboración.
- Mantener o almacenar en lugar fresco y a temperatura ambiente.

## **2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA**

Algueros de Navidad tiene como único punto de venta o distribución una oficina administrativa que se encuentra en la planta ubicada en la comuna de Navidad sector El Chorrillo, lugar en el cual se realizan las negociaciones y acuerdos con clientes, ya sea empresas o individuales.

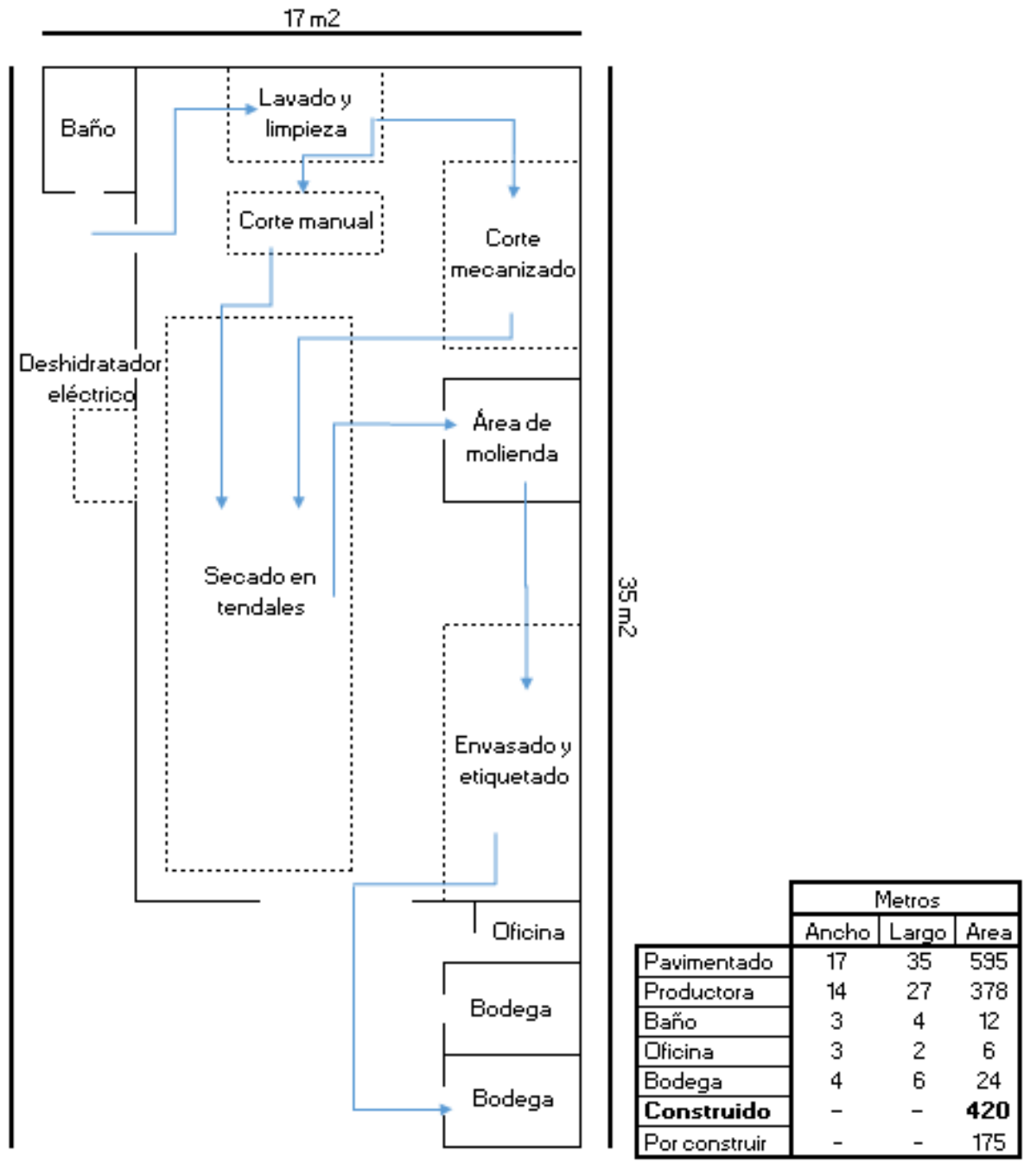
El gobierno desea llegar a promocionar el consumo de productos del mar en Chile, ya que el consumo nacional per cápita de productos del mar es de 7 kilogramos, en comparación a países vecinos como Perú que supera los 14 kilogramos, y solo el 11% de la población considera dentro de su dieta el consumo de estos productos. Por esta razón la empresa es apoyada con fondos y asistencia técnica, así se espera fortalecer su capacidad comercial y productiva. Además de abastecer el mercado nacional con innovadores productos, otro de los objetivos es llevar estos alimentos elaborados por los pescadores de Navidad a mercados internacionales.

### **2.1 Infraestructura**

La planta es el lugar físico donde opera FEPANAV, aquí realizan el procesamiento del alga. Algueros de Navidad está ubicada en camino público El Chorrillo sin número, en la comuna de Navidad. Cuenta con un terreno de superficie de 1069,6 m<sup>2</sup>, de los cuales 420 m<sup>2</sup> están construidos, éstos se encuentran divididos estratégicamente por áreas según los procesos a realizar para que se opere de manera ordenada y cada proceso siga su curso sin inconvenientes.

La planta cuenta con las siguientes áreas: Recepción de materia prima, Área de lavado y limpieza de cochayuyo, Área de corte y picado, Área de secado y deshidratado, Área de molienda, Área de empaque y bodegas.

A continuación, en la ilustración 5 se presenta el plano de la distribución de la planta Algueros de Navidad para la elaboración de sus productos, con su respectiva secuencia según área.



**Ilustración 5: Distribución planta Algueros de Navidad**

Fuente: Elaboración propia en base a plan de operaciones Algueros de Navidad, 2015.

## **2.2 Recursos materiales**

Dentro de las dependencias de la empresa se pueden encontrar diversos materiales que hacen efectivo el proceso productivo, los cuales son utilizados por operarios que han recibido la respectiva capacitación con anterioridad. Se cuenta con una balanza digital de plataforma, 2 tinas, tiestos, cuchillos, dos mesones, tabla para picar, 3 máquinas picadoras, 12 secadores, 2 molinos, 1 balanza y 1 selladora. (Detalle ver Anexo 1).

## **2.3 Recursos Humanos**

Para realizar todas las actividades que permiten el desarrollo productivo de la empresa se requiere de personal especializado en cada área los cuales son:

- Encargado de control y producción de la planta
- Operarios de área de limpieza
- Operario de corte manual
- Operario máquina de corte
- Operario área de molienda
- Operario área de producto final

En anexo 2 se puede apreciar en mayor detalle la función que cumple cada operario en la empresa.

## 2.4 Productos deshidratados

En el proceso algas deshidratadas las etapas de producción varían según el producto final. Respecto a los cochayuyos trozados, existen seis formatos: 0,5 cm, 1 cm, 2 cm, 3 cm, 4 cm y pluma. El proceso productivo de estos formatos es igual para todos, ya que solo varía en la etapa de picado, donde solo se modifica las dimensiones de corte de la máquina.

En la Tabla 2 se identifican los procesos de los diferentes productos que se obtienen en la empresa.

**Tabla 2: Tipos de procesos para cada producto**

| Productos deshidratados   | Cochayuyo trozado                             | Escarcha de cochayuyo                         | Harina de cochayuyo                            |
|---------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------------------|
| <b>Proceso productivo</b> | 1- Lavado                                     | 1- Lavado                                     | 1- Lavado                                      |
|                           | 2- Limpieza I                                 | 2- Limpieza I                                 | 2- Limpieza I                                  |
|                           | 3- Clasificación                              | 3- Clasificación                              | 3- Clasificación                               |
|                           | 4- Picado                                     | 4- Picado                                     | 4- Picado                                      |
|                           | 5- Estilado                                   | 5- Estilado                                   | 5- Estilado                                    |
|                           | 6- Deshidratado                               | 6- Deshidratado                               | 6- Deshidratado                                |
|                           | 7- Limpieza II                                | 7- Limpieza II                                | 7- Limpieza II                                 |
|                           | 8- Dosificación, envasado, sellado y rotulado | 8- Molienda I                                 | 8- Molienda I                                  |
|                           |                                               | 9- Dosificación, envasado, sellado y rotulado | 9- Molienda II                                 |
|                           |                                               |                                               | 10- Dosificación, envasado, sellado y rotulado |

Fuente: Plan operacional Algueros de Navidad, 2015.

### 3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En una planta dedicada a la elaboración de un producto se pueden identificar diversas áreas que deben trabajar de manera sincronizada para que el proceso no se vea afectado. En el caso de Algueras de Navidad, el proceso puede tener hasta 14 tareas, dependiendo del producto final que se requiere (cochayuyo trozado, escarcha o harina) por lo que la relación de trabajo en equipo es de mucha importancia para no producir atochamientos y poder obtener los resultados esperados.

En la actualidad se trabaja extrayendo cochayuyo desde el mar siendo transportadas en sacos hacia la planta. Aquí se registran los kilos que ingresan para posteriormente realizar todos los procesos de elaboración y así obtener el producto final, el cual es rotulado y almacenado para venderlos a los clientes. Cabe mencionar que hay porcentajes de materia prima que no son elaboradas debido a que pierden sus propiedades físicas específicas para ser procesadas por lo que se genera un lote de mermas que son regaladas a los operarios para uso particular, es entendido que lo utilizan como alimento para los animales y como abono para los campos.

La empresa no cuenta con ningún registro de la capacidad de producción, la jefatura está constantemente resolviendo problemas diarios y no se establecen objetivos a mediano o largo plazo. No existe control del almacenamiento de cochayuyo, ya que existen grandes cantidades de materia prima que no se usa en determinado momento. Por lo tanto no se puede establecer una planificación a mediano o largo plazo.

Los métodos de producción no son los adecuados, pues, aunque existen instructivos y procedimientos que indican cómo realizar las operaciones y como deben interactuar los procesos, no existe un estándar establecido para cada operación, no se conocen suficientemente las operaciones críticas de las cuales depende la producción, y de las que conocen, no se concentran esfuerzos suficientes de planeación para mejorar esta área.

### **3.1 Objetivos de la investigación**

#### **3.1.1 Objetivo general**

Diseñar una estrategia para mejorar la productividad de deshidratados de cochayuyo en planta Algueros de Navidad.

#### **3.1.2 Objetivos específicos**

- Investigar la situación actual (2016) de la empresa respecto a la planificación y control de la producción.
- Analizar los procesos operativos y procesos administrativos que afectan el rendimiento de la producción.
- Determinar las mejoras y cambios en la empresa respecto a la planificación y control de la producción.
- Crear planes y control de la producción para cada una de las áreas de trabajo.
- Crear indicadores para medir el avance de programas de producción en las diferentes áreas de trabajo.
- Indagar la factibilidad económica de los cambios propuestos para la empresa.

### **3.2 Alcances y limitaciones**

La investigación se realiza en Algueros de Navidad, específicamente la línea de producción de algas deshidratadas.

La estrategia de mejora está enfocada en el proceso productivo, la cual puede ser de mucha utilidad para otras empresas e incluso otras líneas de producción que deseen aumentar su eficiencia.

Por otra parte, existen ciertas limitaciones que restringen la libre elaboración de algas deshidratadas, las cuales se describen a continuación:

- **Políticas y normativas del Estado**

La extracción o recolección de alga es controlada por *Sernapesca*, ya que esta se encuentra con *veda extractiva*.

Se permite la recolección de algas varadas en zona de libre acceso y la remoción directa de estas en áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos, esta última trata de zonas administradas por sindicatos de pescadores legalmente constituidos que posean permiso para explotar el alga. Por otra parte, en la zona de libre acceso solo se puede recoger alga varada en la orilla, que se consigue producto de oleaje, es decir no se puede sacar de su base pues dicho acto está prohibido. También para la protección del recurso natural y pensando en un desarrollo sustentable a través del tiempo, la extracción es restringida y se establece un máximo de extracción anual según sindicatos.

La capacidad productiva anual de FEPANAV, se ha estimado en base a la cantidad autorizada por el servicio nacional de pesca, así como la capacidad estimada de los sindicatos asociados a la federación que pueden recolectar además en las áreas libres vinculadas territorialmente al área de manejo autorizada, siempre que las condiciones climatológicas lo permitan. Ver Tabla 3 donde se especifica la capacidad productiva dividida en sus diferentes sindicatos de trabajadores independientes (STI).

**Tabla 3: Capacidad productiva anual de FEPANAV**

| <b>Sindicato</b>                                                      | <b>Toneladas autorizadas</b> | <b>Toneladas áreas libres</b> | <b>Total</b> |
|-----------------------------------------------------------------------|------------------------------|-------------------------------|--------------|
| STI pescadores artesanales de Puertecillo                             | 30,5                         | 10                            | 40,5         |
| STI pescadores artesanales unión Matanzas                             | 0                            | 15                            | 15           |
| STI de pescadores artesanales de La vega de la Boca                   | 0                            | 0                             | 0            |
| STI buzos y alqueros mariscadores Unión el esfuerzo la Vega de Pupuya | 0                            | 5                             | 5            |
| STI de alqueros y buzos mariscadores El Chorrillo                     | 35                           | 10                            | 45           |
| STI pescadores artesanales unión La Boca                              | 11                           | 5                             | 16           |
| <b>Total</b>                                                          | <b>76,5</b>                  | <b>45</b>                     | <b>121,5</b> |

Fuente: Sernapesca, Región de O'Higgins (2016)

Se hace una división del Cochayuyo, el cual cuenta con un total de 76,5 toneladas autorizadas en las distintas áreas de manejo de los sindicatos asociados a la federación, a lo cual se le ha agregado 45 toneladas vinculadas al área libre estimada. Por lo tanto, de acuerdo a lo señalado anteriormente se considerará un total de 121,5 toneladas de cochayuyo extraíble como materia prima para el cálculo de las capacidades de productos desarrollables durante un periodo de un año por parte de la empresa Algueros de Navidad.

La empresa desarrolla 2 líneas de producción, deshidratado y mermeladas, también se debe considerar un porcentaje de merma. Estos porcentajes son establecidos por estudios internos de la empresa, los cuales del total de capacidad de extracción anual con la que cuentan los 6 sindicatos que componen Algueros de Navidad, el 25% se estima a merma, y de este nuevo total, el 75% será destinada a la elaboración de deshidratados de algas, cifra que se destina a comercio nacional e internacional, siendo el restante destinado a la otra línea de producción (mermeladas de algas) que la planta procesa solo para comercio Nacional. En la tabla 4 se señala la capacidad total disponible por línea de productos en un año (Deshidratado / Mermelada):

**Tabla 4: Capacidad total por línea de producto en un año**

|                                                                                                                                                                                            | Toneladas   | Kilos         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|---------------|
| <b>Toneladas procesadas</b>                                                                                                                                                                | 121,5       | 121.500       |
| Merma estimada (25%)*                                                                                                                                                                      | 30,3        | 30.375        |
| <b>Cochayuyo utilizable</b>                                                                                                                                                                | <b>91,1</b> | <b>91.125</b> |
| <b>Del total de cochayuyo utilizable se plantea el supuesto que el 75% del total se utiliza para elaborar deshidratados de algas y un 25% del total se utiliza para elaborar Mermelada</b> |             |               |
| Cochayuyo total disponible para deshidratados                                                                                                                                              | 68,3        | 68.344        |
| Cochayuyo total disponible para mermeladas                                                                                                                                                 | 22,7        | 22.781        |

Fuente: Estudio de mercado Algueros de Navidad

- **Clima (marejadas y marea roja)**

Existen causas naturales que impiden la recolección de cochayuyo, esto provoca una baja significativa en la producción de algas deshidratadas ya que disminuye la materia prima.

En primer lugar, están las marejadas, se identifican como un aumento del nivel del mar por encima de los niveles habituales, acompañado de olas de 4 a 6 metros de altura lo cual impide toda actividad marítima. Si bien las algas se pueden extraer solo de las costas, sin tener la necesidad de viajar aguas adentro, este fenómeno impide todo tipo de actividad.

Otro fenómeno natural es la marea roja provocada por el incremento numérico de alguna o algunas microalgas en el agua, las que al ser el alimento de organismos marinos como los moluscos bivalvos, pueden provocar daños en la salud de las personas que los consumen, además de pérdidas económicas para la acuicultura y la actividad extractiva. Si bien es un proceso beneficioso para la vida marina, el aumento de las proporciones de microalgas puede causar problemas a la salud de las personas que consumen los productos infectados con estas toxinas.

### **3.3 Justificación**

La inminente competencia del rubro alimenticio conlleva a un exigente mercado donde los productos requieren de una excelente calidad, para lo cual las empresas están en una constante búsqueda de alternativas de mejora en la producción, tecnología y rentabilidad. La utilización de herramientas de planificación, control y optimización de los procesos productivos crea una diferencia significativa al momento de otorgar el producto requerido por el cliente.

El motivo de elaborar esta investigación es proponer el mejoramiento de gestión en los procesos productivos de Algueros de Navidad. Esto con la finalidad de estandarizar los tiempos de respuesta, costos y recursos que requiere la empresa para el correcto desarrollo en los plazos propuestos. Además, facilitar la asignación de responsabilidades en cada área para evitar atochamientos.

## 4. MARCO TEÓRICO

### 4.1 Proceso productivo

El proceso productivo es el conjunto de actividades orientadas a la transformación de recursos en bienes y/o servicios, en este proceso interviene la información y tecnología que interactúan con personas, es la relación que existe entre las salidas (bienes y servicios) y una o más entradas (recursos como mano de obra y capital). Ver ilustración 6.



**Ilustración 6: Proceso productivo**

Fuente: Elaboración Propia

Los incrementos en la productividad dependen de tres variables: Mano de obra, que constituye casi el 10%, el capital que constituye casi un 38% y la administración, que constituye alrededor del 52%, estos tres factores son críticos para incrementar la productividad (Heizer y Render, 2009, p.18).

Se podría hablar de la existencia de tres fases en todo proceso de producción:

1. Acopio - etapa analítica: En esta primera etapa de la producción las materias primas se reúnen para ser utilizadas en la fabricación. Es aquí cuando se procede a la descomposición de las materias primas en partes más pequeñas.
2. Producción - etapa de síntesis: Durante esta fase, las materias primas que se recogieron previamente se transforman en el producto real que la empresa produce. En esta etapa es fundamental observar los estándares de calidad y controlar su cumplimiento.
3. Procesamiento - etapa de acondicionamiento: La adecuación a las necesidades del cliente o la adaptación del producto para un nuevo fin son las metas de esta fase productiva, que es la más orientada hacia la comercialización propiamente dicha.

Para un proceso productivo eficiente, se requiere una planificación y control de la producción adecuado.

## 4.2 Planificación y control de la producción

La principal función de cualquier organización es la generación de algún tipo de producto o servicio para ello se deben utilizar los principios fundamentales de la planeación y control. A fin de que tales organizaciones sean efectivas y eficientes sus directivos deben comprender y aplicar algunos de los principios fundamentales de la planificación para la generación del producto, y también para controlar el proceso que los origina según Stephen Chapman (2006)

Para Ricardo Vidal (2012) la planificación y programación de la producción tiene el propósito de satisfacer la demanda del cliente con productos de calidad, cantidad, precio, lugar y momento adecuado.

Es una herramienta de gestión fundamental que sirve de ayuda a la hora de tomar decisiones, utilizada para hallar la mejor solución a objetivos conflictivos, tales como servicio al cliente, minimización del stock, flexibilidad y eficiencia operativa. Se utiliza para analizar distintas situaciones y poder ofrecer soluciones rentables que reúnan los requisitos del cliente, así como para evaluar planes operativos alternativos y proporcionar estrategias con fines de simulación.

Un sistema bien diseñado e integrado también permite que la planificación en ciclos cortos permita una mayor flexibilidad y respuesta a las necesidades de la empresa y a condiciones variables

### 4.3 Planificación estratégica para la producción

Según Chase, Alquilano y Jacobs (2009) el objetivo de la planeación estratégica es la capacidad de proveer criterios para determinar el mejor nivel de capacidad de los recursos empleados.

De acuerdo a Everret y Ronald (2001) la planeación estratégica es la planeación global, general, que precede a la planeación operacional más detallada. Los ejecutivos a cargo de la función de producción y operaciones participan activamente en la planeación estratégica, y en la elaboración de planes que sean congruentes con las estrategias generales de la empresa y con otras funciones con mercadotecnia, finanzas e ingeniería.

Una vez elaborados los planes estratégicos de producción y operaciones se constituye la base para la planeación operacional de instalaciones (diseño) y la planeación operacional para el uso de instalaciones

Existen muchos enfoques en la planeación estratégica, las de operaciones deben ser congruentes con las estrategias generales de la empresa. La planeación de la producción tiene 3 horizontes de planeación:

**Largo plazo (años):** Es la planeación de la capacidad a largo plazo, los ejecutivos preparan planes a largo plazo para:

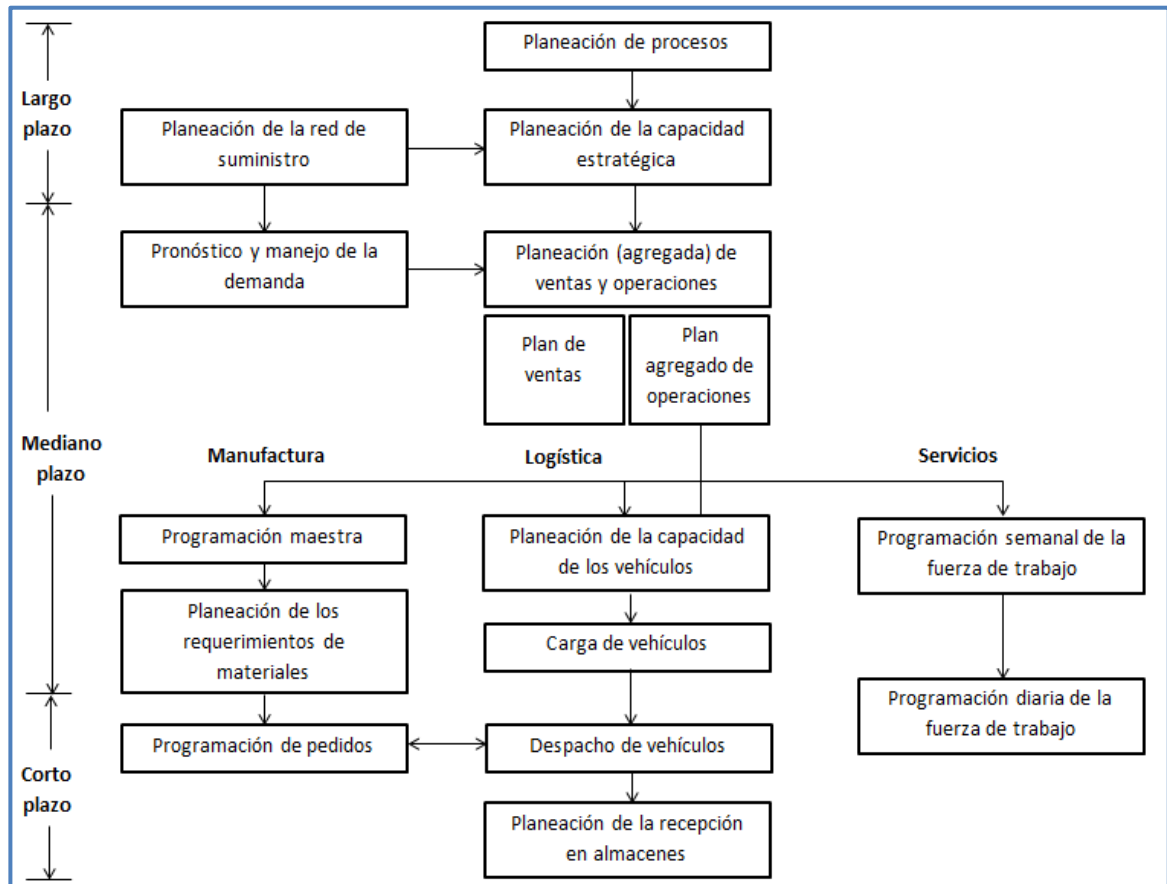
- Instalaciones, ubicación, disposiciones físicas, tamaño y capacidad de la planta.
- Planes de los proveedores principales y grado de integración vertical
- Planes de procesamiento nueva tecnología de producción, nuevos procesos de producción, nuevos sistemas de automatización, entre otros.

**Mediano plazo (6- 18 meses):** Denominada planeación agregada, aquí se preparan planes de:

- Empleo – despido, contrataciones, recontractaciones, vacaciones, tiempo extra, empleados de tiempo parcial, etc.
- Inventarios
- Modificaciones a las instalaciones
- Contrato de suministro de materiales

**Corto plazo (de semanas a meses):** Se preparan planes maestros de producción. Los gerentes de producción preparan planes para los programas maestros de producción-cantidad y sincronización de la producción de bienes terminados y de artículos finales (Mikell P. Groover 2007).

La ilustración 7 ejemplifica un esquema de planificación de la producción tanto a largo, mediano y corto plazo.



**Ilustración 7: Esquema de la planificación de producción**

Fuente: Chase, Aquilano y Jacobs, 2009

#### **4.4 Planificación agregada de la producción**

La planificación agregada es un método para determinar la cantidad de producción y su desarrollo en el tiempo a mediano plazo (Heizer y Render, 2009). Se refiere a la determinación de la fuerza laboral, a la cantidad de producción y niveles de inventario en orden de satisfacer la demanda para un horizonte temporal de planificación específico a mediano plazo, y el término agregada, hace referencia a que la planificación no desglosa la cantidad de producción por detalles de productos, sino que los considera en varias familias, sin importar sus diferentes variantes de diseño o modelo. Con respecto al tiempo de planificación, no se detalla el trabajo día a día, sino que la producción se planifica en periodo de tiempos (meses o quincenas) que conforman un horizonte temporal de planificación, que puede ser de 6 a 18 meses (Dante, 2007).

En el momento de desarrollar un plan agregado de producción es necesario tener en cuenta determinadas características referidas en especial al tiempo que se desea planificar, los criterios de evaluación (maximización del beneficio), las variables necesarias (stock, nivel de fuerza laboral, nivel de producción, horas de trabajo) y las restricciones que deben contemplarse (especificaciones del productos, restricciones técnicas y requerimientos del mercado).

## 4.5 Planeación de la capacidad

La capacidad es una declaración de la tasa de producción y, por lo general, se mide como la salida del producto por unidad de tiempo. En términos generales la planificación de capacidad es el proceso que consiste en reconciliar la diferencia entre la capacidad disponible del proceso y la capacidad requerida para administrar de manera apropiada una carga, con el objetivo de satisfacer los tiempos de producción. (Chapman, 2006).

Existen varios métodos de planificación gruesa:

- *Planeación de la capacidad utilizando factores globales:* método aproximado de los métodos gruesos. El concepto es simple: se toman las horas estándar para cada uno de los artículos que se producen de acuerdo con el programa maestro, y se multiplican por las horas estándar utilizadas para producir el artículo. Después se determina la capacidad necesaria por centro de trabajo, tomando porcentajes histórico de su utilización.
- *Lista de capacidad:* método de planeación de la capacidad, que proporciona mejores datos y más específicos. Para obtener dichos datos, las listas de capacidad utilizan dos piezas adicionales de información relativa a los productos bajo análisis: lista de materiales y la información de ruteo. La ruta o trayectoria que debe tomar el producto para ser fabricado, toma en cuenta los siguientes parámetros: las operaciones que se deben realizar y su orden de ejecución, los centros de trabajo que se deben utilizar para realizar las distintas operaciones, el tiempo estándar para cada operación, incluyendo el tiempo de configuración del equipo y tiempo de ejecución de la pieza.
- *Perfiles de recursos:* es el método grueso más detallado, toda vez que añade la dimensión del tiempo de espera al cálculo.
- *Planificación de Requerimientos de Capacidad (PRC):* Los insumos de información de la PRC en cuanto a requerimientos de producción no provienen del programa maestro, sino directamente de la planificación de requerimientos de materiales (MRP), que ya toma en cuenta la lista de materiales, la información de ruteo y los ajustes por tiempo de espera. La PRC toma en cuenta, además el trabajo en proceso y los ajustes para el inventario inicial, todas las demandas como inventario de servicios y desechos anticipados. En consecuencia, es la más detallada de todas las técnicas de planeación de capacidad.

## 4.6 Pronóstico de la demanda

Heizer y Render señalan que pronosticar es el arte y la ciencia de predecir los eventos futuros. Puede implicar el empleo de datos históricos y su proyección hacia el futuro mediante algún tipo de modelo matemático. Las organizaciones utilizan tres tipos principales de pronósticos en la planeación de operaciones futuras: pronósticos económicos, pronósticos tecnológicos y pronósticos de la demanda.

Los pronósticos tecnológicos y económicos son técnicas especializadas que tal vez no formen parte de la función del administrador de operaciones. Los pronósticos de la demanda son proyecciones de la demanda de productos y servicios de una compañía, también llamados pronósticos de ventas orientan a la producción, capacidad y sistemas de programación de la empresa y sirven como entrada en la planeación financiera, de marketing y de personal.

Los buenos pronósticos son de importancia crucial para todos los aspectos del negocio, guían las decisiones en muchas áreas.

Hay dos enfoques generales para pronosticar, cuantitativos que utilizan una variedad de modelos matemáticos que se apoyan en datos históricos y/o en variables causales para pronosticar la demanda y los cualitativos o subjetivos que incorporan factores como intuición, emociones, experiencias personales y sistemas de valores de quien toma la decisión. En la tabla 5 se mencionan los tipos de métodos para realizar un pronóstico.

**Tabla 5: Clasificación de métodos de pronóstico**

| Enfoques de Pronósticos |                                    |                          |
|-------------------------|------------------------------------|--------------------------|
| Método                  | Nombre                             |                          |
| Cualitativos            | Jurado de opinión ejecutiva        |                          |
|                         | Método Delphi                      |                          |
|                         | Composición de la fuerza de ventas |                          |
|                         | Encuesta en el mercado de consumo  |                          |
| Cuantitativos           | Categoría                          | Nombre                   |
|                         | Modelos series de tiempo           | Enfoque intuitivo        |
|                         |                                    | Promedios móviles        |
|                         |                                    | Suavización exponencial  |
|                         |                                    | Proyección de tendencias |
|                         | Modelo asociativo                  | Regresión Lineal         |

Fuente: Elaboración propia en base a "Principios de administración de operaciones", 2009

Tanto el método Jurado de opinión ejecutiva como el método Delphi se basan en la experiencia, ya sea de un grupo de expertos y del personal que realiza las labores diariamente. Se recopila la información de estos para luego formar un grupo que tome la decisión final de la estimación de la demanda.

La Composición de fuerza de ventas estima la demanda que se realizará en un periodo acordado de acuerdo a la experiencia que posee el departamento de ventas. Realizando reuniones y analizando las fluctuaciones que se producen en el periodo acordado.

El método de Encuesta en el mercado de consumo se basa en la información que brindan los clientes o posibles consumidores en relación con sus planes de compra futuros. Además de ayudar a realizar un pronóstico, permite la planeación para mejorar el diseño del producto.

Según Schroeder y Meyer (2011) los métodos de análisis de series de tiempo se usan para hacer análisis detallados de los patrones históricos de la demanda a lo largo del tiempo y para proyectarlos hacia el futuro. La estrategia básica que se aplica consiste en identificar la magnitud y la forma de cada componente con base en datos históricos disponibles. Poseen importantes componentes que influyen directamente en la obtención de datos como tenencia, ciclo, estacionalidad y fluctuaciones aleatorias.

#### 4.6.1 Enfoque intuitivo

Una de las formas más sencillas de realizar un pronóstico es suponer que la demanda de los periodos siguientes será idéntica a la demanda del período más reciente.

##### Ventajas

- Técnica de pronósticos baja en costos.
- Eficiente con respecto al objetivo planteado, ya que emite un punto de partida para comparar con otros métodos de pronóstico.

##### Desventajas

- Ignora las variaciones que se produzcan tanto en el ambiente interno como externo.
- No presenta un análisis o una deducción lógica.

#### 4.6.2 Promedios móviles

El método de promedios móviles utiliza un promedio de valores de datos históricos más recientes para pronosticar el siguiente período. Se utiliza suponiendo que la demanda del mercado permanecerá relativamente estable en el tiempo (Heizer y Render, 2009).

Matemáticamente se expresa como:

$$\text{Promedio móvil} = \frac{\sum \text{Demanda en los N periodos previos}}{N}$$

(1)

N: número de periodos incluidos en el promedio móvil

### Ventajas

- Técnica fácil para realizar cálculos
- Puede ser utilizada para filtrar variaciones
- Se utiliza para patrones de demanda aleatoria

### Desventajas

- Si existe tendencia, es difícil de detectar
- El promedio móvil retrasa la tendencia
- Se requiere gran cantidad de información cuando existe una gran cantidad de productos con distintos comportamientos de ventas
- Un cuestionamiento al Promedio Móvil Simple se basa en que asigna el mismo peso relativo a las  $N$  observaciones incluidas en el análisis

#### 4.6.3 Suavización exponencial

El método de suavización exponencial, según Lee J. Krajewski (2000) es un método de promedio móvil ponderado muy refinado que permite calcular el promedio de una serie de tiempo, asignando a las demandas recientes mayor ponderación que las demandas anteriores. Es el método de pronóstico formal que se usa más a menudo por su sencillez y por la reducida cantidad de datos que requiere. A diferencia del método de promedio móvil ponderado, que requiere  $n$  periodos de demanda pasada y  $n$  ponderaciones, el método de suavizamiento exponencial necesita solamente tres datos: el pronóstico del último periodo, la demanda de ese periodo y un parámetro de suavizamiento, alfa ( $\alpha$ ). Para elaborar un pronóstico con suavizamiento exponencial, simplemente se calcula un promedio ponderado de la demanda más reciente y el pronóstico calculado para el último periodo. La ecuación correspondiente a este pronóstico es:

$$F(t + 1) = Ft + \alpha * (Dt - Ft)$$

(2)

Dónde:

$F(t + 1)$ : Pronóstico en período futuro

$F_t$ : Pronóstico previo en período de tiempo

$\alpha$ : Constante de suavización exponencial,  $0 < \alpha < 1$

$D_t$ : Demanda real en período de tiempo

$t$ : Período de tiempo en evaluación

Esta ecuación muestra que el pronóstico para el periodo siguiente es igual al pronóstico del periodo actual más una proporción del error del pronóstico correspondiente al periodo actual. El énfasis que se hace en los niveles de demanda más recientes puede ajustarse modificando el parámetro de suavizamiento, los valores de  $\alpha$  se sitúan entre 0,05 y 0,5 para aplicaciones de negocios. Los valores más grandes de  $\alpha$  hacen énfasis en los niveles recientes de la demanda y dan lugar a pronósticos que tienen mejor capacidad de respuesta ante los cambios en el promedio fundamental. Con valores de  $\alpha$  más pequeños, se considera más uniformemente la demanda pasada y de producen pronósticos más estables.

#### Ventajas

- Método sencillo y requiere un mínimo de datos
- Bajo en costos
- Se utiliza para patrones de demanda aleatoria
- Tiene aceptación a corto y mediano plazo

#### Desventajas

- No es conveniente su utilización a largo plazo
- El valor de  $\alpha$  es muy significativo, otorgando tanto un pronóstico preciso como uno impreciso

#### 4.6.4 Proyección de tendencias

Según Heizer y Render, es un método de pronóstico de series de tiempo que ajusta una recta de tendencia a una serie de datos históricos y después proyecta la recta al futuro para obtener los pronósticos de mediano y largo plazo. Se pueden utilizar varias ecuaciones matemáticas tales como: exponencial, cuadrática, lineal, entre otras.

Por ejemplo para el caso de una recta de tendencia lineal, se puede aplicar el método de mínimos cuadrados que se expresa con la siguiente ecuación:

$$\hat{y} = a + bx$$

(3)

$\hat{y}$ : valor calculado de la variable que debe predecirse (variable dependiente)

a: intersección con eje y

b: pendiente de la recta de regresión

x: variable independiente (en estos casos comúnmente es el tiempo)

Otro componente de las series de tiempo es la estacionalidad, entendida como un patrón de datos que se repite cada año o en un periodo más corto.

#### 4.6.5 Variaciones estacionales en los datos

Movimientos regulares ascendentes o descendentes localizados en las series de tiempo asociadas con eventos recurrentes. Para realizar un pronóstico se utiliza un modelo estacional multiplicativo, donde los factores estacionales se multiplican por una estimación de la demanda promedio. Para esto se siguen los siguientes pasos:

1. Calcular la demanda promedio en cada estación. Por ejemplo, en estaciones mensuales, sumar la demanda medida en un mes en específico y dividirla entre el número de años con datos disponibles.
2. Calcular demanda promedio de todos los meses, dividiendo promedio total de la demanda anual entre el número de estaciones.
3. Calcular un índice estacional para cada estación dividiendo la demanda histórica real de ese mes (paso 1) entre la demanda promedio de todos los meses (paso 2).
4. Estimar la demanda total anual para el siguiente año.
5. Dividir esta estimación de la demanda total anual entre número de estaciones y después multiplicar por el índice estacional por mes.

#### **4.7 Plan Maestro de Producción**

Plan maestro de producción (PMP) es el documento que refleja para cada artículo final las unidades comprendidas, así como los periodos de tiempo para los cuales han de ser fabricadas. El plan, que tomando sus siglas inglesas Master production Schedule se denomina también MPS, se puede definir como una declaración de la fabricas en cuenta a que producir, cuanto producir y cuando producir (Anaya, 2007).

En definitiva, es una evaluación ajustada cronológicamente de todo lo que la empresa espera fabricar. Es la agenda elaborada anticipadamente para los artículos designados como pertenecientes al plan maestro, convirtiéndose así en un conjunto de documentos de planificación que determinan el plan de necesidades de materiales. El MPS, vinculo la organización de ventas con los centros de producción siendo además el documento más importante para la planificación de las diferentes unidades productivas.

#### **4.8 Planificación de Requerimientos Materiales (MRP)**

El MRP corresponde a las palabras inglesas Material Requirements Planning, que significa sistema de planificación de requerimientos de materiales.

Está basado en la demanda dependiente, que se puede obtener directamente mediante un procedimiento de cálculo, en función de los componentes que son necesarios para la elaboración de los llamados artículos finales. (Anaya, 2016)

El consumo de materiales no es en este caso aleatorio, homogéneo y proporcional al tiempo (como ocurre con la demanda independiente), sino que se produce a saltos discretos, en el momento en que entran en producción los productos a fabricar. Para solucionar este tipo de problemas y evitar que se cree un nivel ocioso de stock, surge como alternativa al llamado punto estadístico de pedidos, el denominados sistema MRP I (suele añadirse un uno, para distinguirla de las siglas MRP II, Manufacturing Resource Planning (Companys y Fonollosa, 1999).

El denominado sistema MRP I tiene como objetivo asegurar la entrega de los artículos finales en las fechas establecidas en el plan maestro de producción y establecer el mínimo nivel posible de stock. MRP I básicamente hace el cálculo de las llamadas necesidades

netas de materiales, teniendo en cuenta el programa de producción, las existencias disponibles y los pedidos pendientes de recibir, estableciendo en que momento han de lanzarse las órdenes de compra para cada componente y artículo, así como el tamaño de los pedidos.

Posteriormente surge el concepto del llamado MRP II (Manufacturing Resources Planning), que gestiona no solo los materiales sino la totalidad de los recursos industriales, incluyendo personal y máquinas, y actúan directamente en la programación de la producción.

El MRP tiene como objetivo fundamental: conseguir materiales correctos, en el lugar adecuado y en el momento preciso partiendo de los datos del plan maestro. Se pueden considerar las siguientes características (De la Fuente, 2006):

- Un sistema MRP, es un programa que permite calcular la cantidad de cada componente que se necesita, y cuando se necesita, para realizar un número determinado de productos finales en un periodo específico de tiempo
- Un sistema MRP básico tiene tres entradas fundamentales: el programa maestro de producción (proporciona las fechas límites de los materiales y la producción), la lista de materiales (Bill of materials, BOM, la cual identifica como se produce cada uno de los productos) y el registro de inventarios (determina cuantos componentes de cada uno se necesita de acuerdo al PMP, además determina el requerimiento necesario de cada material). En cuanto a las salidas se pueden dividir en dos bloques fundamentales: los informes primarios y los secundarios.

#### **4.9 Cuello de botella**

Una organización con fines de lucro tiene como objetivo ganar más dinero tanto en el presente como en el futuro, siendo los restantes objetivos simplemente un medio para la consecución de un fin. Por este motivo se considerará como productivo para una empresa todo aquello que contribuya a conseguir este objetivo y todo aquello que desacelera esta meta será considerado como una restricción, o cuello de botella.

En ingeniería, el cuello de botella es un fenómeno en donde el rendimiento o capacidad de un sistema completa es severamente limitados por un único o pequeño grupo de

componentes o recursos. El término deriva metafóricamente haciendo referencia al cuello de una botella, donde la velocidad del flujo es limitada por este cuello más angosto.

Una definición más estructurada del concepto es la que proponen Chase, Jacob y Alquilano (2009), quienes señalan que un cuello de botella corresponde a un recurso que no posee capacidad para satisfacer la demanda, generando una restricción en el sistema que limita la producción. Un cuello de botella puede ser una máquina, falta de trabajadores capacitados o una herramienta especial.

Una definición certera y que se relaciona más con el trabajo realizado, es la que plantea Casas (2007), quien menciona que los cuellos de botella son diferentes actividades que disminuyen la velocidad de los procesos, incrementan los tiempos de espera y reducen la productividad, trayendo como consecuencia final el aumento de los costos. Plantea que los cuellos de botella producen una caída considerable de la eficiencia en un área determinada del sistema, y se presentan tanto en el personal como en maquinaria, debido a diferentes factores como: falta de preparación, entrenamiento o capacitación en el caso del personal, o la falta de mantenimiento apropiado para el caso de las máquinas y equipos.

#### **4.10 Diagrama de flujo**

Un diagrama de flujo es la representación gráfica de un proceso. Cada paso es representado por un símbolo diferente que contiene una breve descripción de la etapa. Los símbolos gráfico del flujo del proceso están unidos entre sí con flechas que indican la dirección del flujo. El diagrama ofrece una descripción visual de las actividades implicadas en un proceso mostrando la relación secuencial entre ellas, facilitando la rápida comprensión de cada actividad y su relación con las demás.

La diagramación hace posible una visión transparente del proceso, permite definir los límites, incluso aquellos que no son tan evidentes, estimula un pensamiento analítico en el momento de estudiar el proceso, haciendo más factible generar alternativas útiles.

#### 4.11 Simulación de Procesos

La simulación de procesos es una de las más grandes herramientas de la ingeniería industrial, la cual se utiliza para representar un proceso mediante otro que lo hace mucho más simple y entendible.

Simular es una de las herramientas más importantes y más interdisciplinarias. El usuario define la estructura del sistema que quiere simular. Una corrida del programa de simulación correspondiente le dice cuál será el comportamiento dinámico de su empresa o de la máquina que se está diseñando. Así se pueden ver los pronósticos para la demanda y utilidad del producto, o cuando un mecanismo pueda fallar en las condiciones adversas del ambiente donde funcionará. Actualmente se simulan los comportamientos hasta de las partes más pequeñas de un mecanismo, las plantas productivas, sucursales bancarias, movimientos de los planetas y la evolución del universo, para mencionar unos pocos ejemplos de las aplicaciones de esta herramienta.

En los países altamente desarrollados la simulación es una herramienta principal en los procesos de toma de decisiones, en el manejo de empresas y la planeación de la producción. Un modelo puede simular el comportamiento financiero, mide el impacto de las decisiones operativas que se reflejan en la tasa de retornos de la inversión, predice el efecto de una decisión en el largo plazo, el azar tiene cabida en función de efectos externos de un evento fuera de control de la empresa (Olivares, s.f.).

Existen programas de simulación para los procesos, por lo que es necesario identificar la mejor opción para lo que se quiere desarrollar (Fiuba, s.f.).

##### Ventajas

- Es conveniente cuando no existe una formulación matemática para modelar sistemas reales. Además, cuando existe pero es difícil obtener una solución analítica.
- Identifica áreas con problemas (puntos críticos y/o cuellos de botella).
- Se adquiere una rápida experiencia a un bajo costo y sin riesgos.
- Excelente herramienta para instrucción y entrenamiento de ejecutivos, ya que permite analizar errores y comparar estrategias hallando ventajas y desventajas de cada una.
- Puede utilizarse, durante la vida de un sistema, para probar modificaciones antes que estas se implementen (si es que los resultados de la simulación lo aconsejan).

- Actualmente los softwares de simulación tienden a ser más sencillos, facilitando su aplicación.
- Permite probar varios escenarios en busca de las mejores condiciones de trabajo de los procesos que se simulan.

#### Desventajas

- El desarrollo de un modelo puede ser costoso, laborioso y lento.
- Existe la posibilidad de cometer errores. No se debe olvidar que la experimentación se lleva a cabo con un modelo y no con el sistema real; entonces, si el modelo está mal o se cometen errores en su manejo, los resultados también serán incorrectos.
- No existe criterio científico de selección de alternativas a simular.
- Existe el riesgo de utilizar un modelo fuera de los límites para el cual fue construido, queriendo realizar ensayos para el cual el modelo no es válido.
- No se puede medir la imprecisión de los resultados.

#### **4.11.1 Bizagi Process Modeler**

Bizagi es un software para la gestión de procesos usando la notación BPMN (Business Process Modeling Notation), que permite la colaboración entre las unidades de negocios y las tecnologías de información, por medio de la rápida construcción y experimentación de aplicaciones de procesos, aumentando la productividad operacional, optimizando procesos y disminución de costos. Se utiliza para procesos complejos y de mediana complejidad.

#### Ventajas

- Aumento de gobernabilidad y control
- Reducción del riesgo operacional
- Alineación entre área de negocios y tecnología
- Mejoramiento continuo

#### Desventajas

- La integración debe ocurrir para cada sistema
- La normalización del proceso puede ser dificultosa
- Hay que capacitar a los participantes para el uso de nuevos procesos

#### **4.11.2 ProModel**

ProModel es un simulador con animación, permite simular cualquier tipo de sistemas de manufactura, logística, manejo de materiales, entre otros. Una vez hecho el modelo, este puede ser optimizado para encontrar valores óptimos de los parámetros claves del modelo. El módulo de optimización ayuda a encontrar rápidamente la solución óptima, en lugar de solamente hacer prueba y error. Se comportan distintas alternativas de diseño, pero es difícil encontrar el resultado óptimo, ya que no produce resultados exactos, sino estimaciones.

##### Ventajas

- Simulador con optimización integrada.
- Creación de modelos rápida, sencilla y flexible.
- Entrega resultados con informe compatible con Microsoft Office.

##### Desventajas

- No se puede medir imprecisión de simulación.
- Requiere largos periodos de desarrollo.
- No reproduce resultados exactos, si no estimaciones.

#### **4.11.3 Arena Simulation**

Software de simulación Arena proporciona la capacidad de capitalizar el rendimiento del negocio, evalúa las alternativas posibles para determinar el mejor enfoque para optimizar el rendimiento, ayuda a comprender el funcionamiento del sistema basado en indicadores claves, tales como costos, rendimiento, tiempos de ciclo, utilización del equipo y disponibilidad de recursos, ejecuta los escenarios para evaluar cambiar en los procesos propuestos.

El programa simulador Arena, se presenta como una herramienta orientada al proceso, permite la descripción completa de la experiencia que una entidad desarrolla al interior del sistema conforme fluye a través de él. Dada la orientación al proceso, el desarrollo de modelos en Arena se estructura sobre una base gráfica asociada a la construcción de

diagramas de flujos, que describirán la serie de pasos a seguir, es decir, posibilita la construcción de los modelos sin la necesidad de codificar los programas.

Está diseñado para personas que no tienen conocimientos de programación, es compatible con productos Microsoft Office e incompatible con otro software de simulación.

#### Ventajas

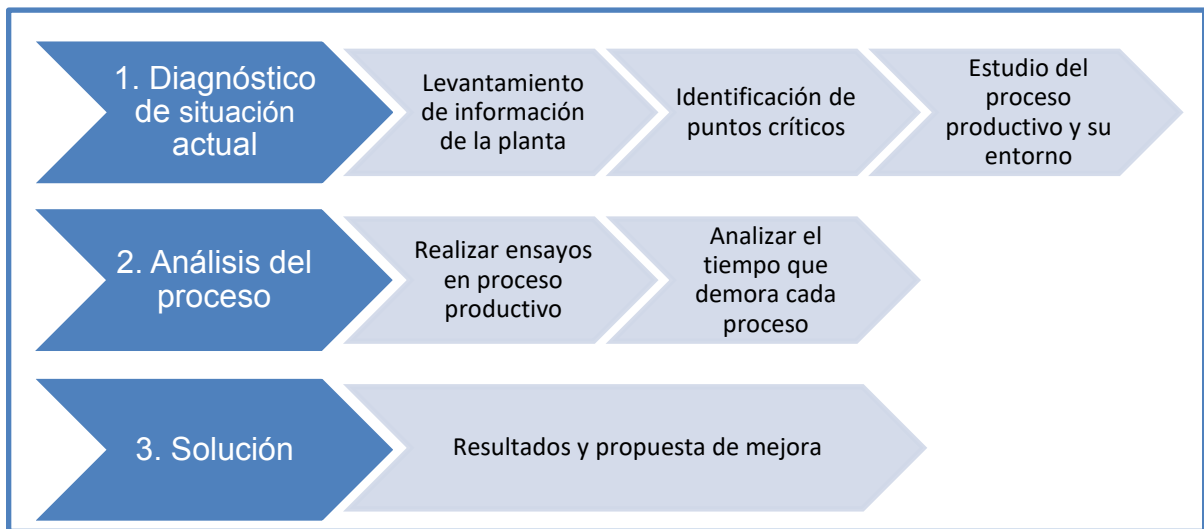
- Se describe el proceso a través de un diagrama de flujo
- Posee herramientas de análisis probabilísticos como Input Analyzer y Process Analyzer
- Disminución de riesgos, al ser un soporte en toma de decisiones
- Gestión y optimización de recursos
- Permite un fácil trabajo con sub modelos
- Variables creadas por defecto que pueden ser modificadas

#### Desventajas

- En la versión gratuita se tiene un límite de 150 entidades
- Alto riesgo si no se valida una decisión
- Un pequeño cambio o sincronización puede derivar en un comportamiento no deseado

## 5. METODOLOGÍA

Se realizan 3 etapas las cuales consideran pasos a seguir en orden secuencial. La metodología que se aplicó es de carácter mixta, la cual consiste en una primera fase de investigación cualitativa y una posterior fase cuantitativa a través de un estudio de campo, utilizando técnicas necesarias para solucionar los problemas que se presentan en el área. En la Ilustración 8 se presentan las etapas de la metodología.



**Ilustración 8: Diagrama de pasos metodológicos**

Fuente: Elaboración propia

## **5.1 Etapa 1: Diagnostico de la situación actual**

En este apartado se realiza un estudio del escenario en que se encuentra la empresa a través de: un levantamiento de la información de la planta Alguera, una identificación de los puntos críticos y un estudio del proceso productivo y su relación con el entorno.

### **5.1.1 Levantamiento de información de la planta**

La memoria se realiza estableciendo una investigación cualitativa previa a la empresa, se revisa el manual de procedimiento interno de planta que tiene como objetivo entregar la pauta de procedimientos a seguir en una jornada de trabajo. Posteriormente se realizan entrevistas y charlas con los operarios de la planta y encargadas de cada área de trabajo para obtener información de los procesos operativos y funcionales de algas deshidratadas. Obtenida la información, se procede a la observación de los procedimientos de la planta de deshidratados.

Se recopilan datos importantes como: cronología, función y limitaciones de cada proceso, recursos materiales necesarios por proceso, funcionamiento de las maquinarias, capacidad de los equipos y variables que pueden influir en el proceso productivo de la planta. Cabe mencionar que estos datos pueden ser históricos o datos elaborados al momento de la investigación.

Se registran datos e información obtenida como la descripción detallada de las situaciones, iteraciones y conductas observadas.

### **5.1.2 Identificación de puntos críticos y cuellos de botella en la línea de proceso**

La planta procesadora de deshidratados se divide en 5 áreas de trabajo para facilitar la elaboración de productos: área de lavado y selección de corte, corte y picado, secado, deshidratado y limpieza, molienda, empaque y bodega. Para un mejor entendimiento se realiza un Layout que especifique e ilustre cada zona de trabajo de la empresa.

A través del análisis de la información recopilada, se estudia cada etapa del proceso según las áreas de trabajo para la identificación de puntos críticos y cuellos de botella que se originan durante la elaboración de los productos.

### **5.1.3 Estudio del proceso productivo de la planta y su entorno**

Se busca información sobre el entorno y las limitantes que tiene la única materia prima que utilizan para la elaboración de los productos que es el Cochayuyo. Esta alga marina se encuentra con veda extractiva, por lo tanto su extracción está restringida por Sernapesca.

## **5.2 Etapa 2: Análisis del proceso**

Posteriormente se realiza una etapa cuantitativa, en la cual se elaboran pruebas de tiempos del proceso productivo con el fin de obtener un período estándar en cada etapa de este.

### **5.2.1 Realización de ensayos en el proceso productivo para reconocer fallas**

Se estudian los movimientos y se recopila la información cualitativa en la producción de cochayuyo deshidratado, a esta acción se denomina período experimental del estudio. Se diseña un documento estándar en Microsoft Excel para registrar el tiempo que demora un operario en realizar cada etapa del proceso. Se calcula el promedio para estandarizar la ejecución de las áreas de producción en la línea de deshidratados.

### **5.2.2 Análisis del tiempo que demora cada proceso**

Tabulado el tiempo que demora cada etapa del proceso en diferentes puntos de muestreo, se comparan los resultados obtenidos para encontrar las falencias del proceso productivo y así identificar las variables que influyen en el proceso y verificar que es lo que provoca los cuellos de botella.

### **5.3 Etapa 3: Búsqueda de solución**

Al analizar los datos obtenidos en la etapa cuantitativa se procede a buscar una solución a través de diferentes propuestas que satisfagan la problemática encontrada, de manera que sea viable para la empresa a través de una validación.

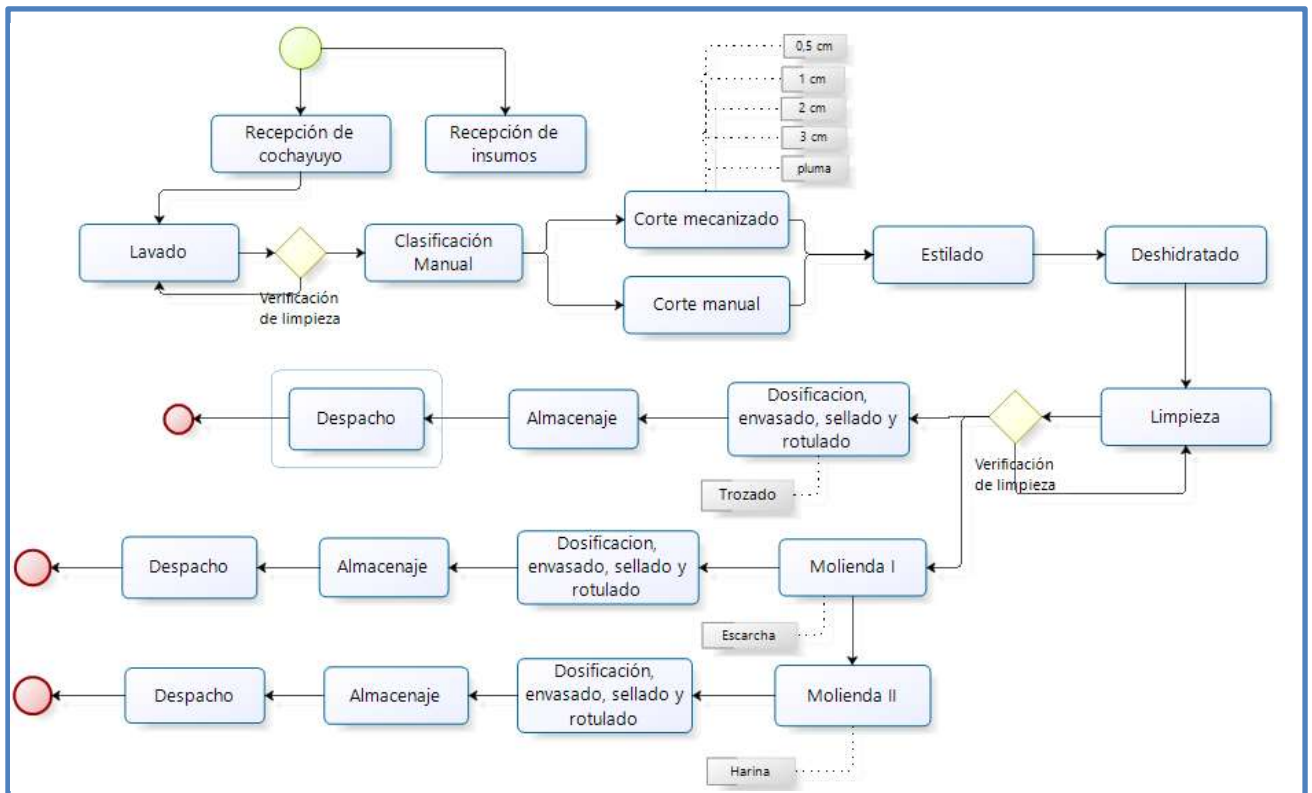
#### **5.3.1 Propuesta de sistema de mejora**

Con la obtención de los resultados se procede a proponer una solución y mejora a la falencia encontrada. Para ello se realiza una investigación teórica mediante textos y estudios de expertos en planificación y control de operaciones con el fin de presentar fundamentos técnicos que validen el reconocimiento del problema y usar una base científica para argumentar y dar una solución que se adapte a los estándares y políticas de la empresa.

## 6. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

### 6.1 Levantamiento de información de la planta

Mediante un análisis al Manual de procedimientos internos de la empresa Algueros de Navidad y a través de una inspección visual de una jornada de trabajo es posible realizar un diagrama de procesos, el cual brinda una descripción gráfica de las actividades. Con esta herramienta de trabajo se permite definir los límites y alcances de cada etapa para la obtención de algas deshidratadas (ver Ilustración 9).



**Ilustración 9: Diagrama de procesos**

Fuente: Elaboración propia en Software Bizagi Process Modeler

### **Detalle diagrama de proceso de productos deshidratados**

Se da inicio al proceso productivo de alimentos deshidratados cuando llega el cochayuyo, el cual es pesado inmediatamente. Asimismo, dependiendo de los requerimientos de insumos se realiza la recepción y almacenamiento de éstos de acuerdo a procedimiento establecido en Manual de Calidad.

Luego el cochayuyo es sometido a lavados sucesivos con agua de mar que permite eliminar las impurezas para luego ser inspeccionada visualmente y verificar su limpieza. Posteriormente es clasificado manualmente para determinar el tipo de corte al que será destinado.

El cochayuyo es picado de forma manual o mecánica dependiendo del corte que requiera la demanda espontánea del momento. Luego se realiza el estilado de éste, dejando en bandejas plásticas perforadas a la espera de ingresar al siguiente paso operacional.

Se pasa al proceso de deshidratado o secado donde es dispuesto en tendales para su deshidratación natural, considerando que cada 30 minutos se debe voltear y redistribuir para apurar el proceso; el producto que ya está deshidratado es limpiado nuevamente para retirar impurezas como caracoles, pulguitas de mar, materias extrañas, bordes duros, áreas con perforaciones entre otros.

Para el caso de la escarcha y harina de cochayuyo, se realiza la etapa de molienda pasando por un molino de martillo, la escarcha finaliza su proceso pasando a ser envasada, sellada y rotulada; la harina de cochayuyo tiene una etapa adicional la cual consiste en una segunda molienda por un molino de pedestal fino, posteriormente se realiza el proceso final porcionando el producto en bolsas para ser almacenadas en bodega de productos terminados.

Finalmente, si existen clientes que requieren el producto, pueden retirarlo directamente de la empresa. Además, existe la posibilidad de realizar despachos a clientes de los alrededores de la comuna a través de transporte perteneciente a Algueros de Navidad para este fin.

### 6.1.1 Entrevistas

Para ampliar la información del proceso productivo se realizan charlas y entrevistas (ver Anexo 3) con los integrantes de la planta los cuales mediante la práctica poseen una amplia experiencia desarrollo de la producción de algas deshidratadas. Además, pueden identificar falencias, cuellos de botella, virtudes y defectos en cuanto a la operación y a quienes la ejecutan. En la ilustración 10 se resumen los resultados obtenidos.



**Ilustración 10: Puntos claves según operarios**

Fuente: Elaboración propia en base a resultados de encuestas

En la Ilustración 10 se pueden apreciar los factores más importantes que arrojaron las encuestas en cuanto a los puntos claves que afectan el proceso de producción de algas deshidratadas por lo que el enfoque de la investigación se centrará en dar una solución a estos y se ahondará en detalle posteriormente. Gráficamente se detalla en Anexo 4.

### 6.1.2 Análisis FODA

A través de reuniones establecidas con los diferentes operarios de la planta y con la entrevista anteriormente mencionada se realiza un análisis de las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas que se encuentran en la empresa y se describen a continuación.

#### **Fortalezas**

- Salas de procesos y equipamiento para la elaboración de productos deshidratados y conservas en base de algas marinas.
- Cuenta con los permisos sanitarios y comerciales para realizar la actividad.
- Mantiene una cartera de clientes.
- Participación continúa en diversas muestras gastronómicas en el país y en el extranjero.
- Buena percepción y recepción de los productos en degustaciones gastronómicas, obteniendo muy buenos resultados en la opinión de las personas.
- El cochayuyo aporta un gran número de beneficios para la salud, rico en fibra y minerales, es de gran utilidad frente al control del colesterol, trastornos hepáticos, entre otros

#### **Oportunidades**

- Formalizar Algueras de Navidad como entidad independiente a FEPANAV.
- Obtener canal de comercialización efectivo y eficiente, aumentando ventas e ingresos de Algueras de Navidad.
- Evaluar los peligros y establecer sistemas de control que se centran en la prevención de los procedimientos de elaboración y equipos tecnológicos a través de sistema HACCP.
- Mejorar sistema productivo, obtener e integrar al sistema de producción objetivos, que permitan saber lo que producirá en cantidad y formatos.
- Integrar software de gestión que permita obtener información certera de lo que mantienen en bodega y lo que se vende, con tal de tomar decisiones menos riesgosas además de integrar objetivos de producción por línea de productos.
- Posibilidad de ingresar a nuevos mercados extranjeros debido a calidad nutritiva del producto.

- La costa de la comuna de la boca es rica en algas marinas, y existe un alto grupo de personas que son recolectoras y vendedoras de esta.
- Mayor tendencia en los consumidores nacionales a buscar alternativas de alimentos naturales ricos en nutrientes y minerales.

### **Debilidades**

- La totalidad del personal que realiza alguna actividad en la planta no mantiene ninguna relación contractual (contrato de trabajo) con la planta procesadora.
- No cuenta con responsabilidades, procedimientos y tareas claras para mantener un funcionamiento continuo durante el tiempo.
- La cartera de clientes es pequeña, los pedidos son de poco volumen y muy variables, obteniendo bajas utilidades.
- Integrantes de Alquileras de Navidad realizan la totalidad de los procesos desde la extracción (artesanal), elaboración y envasado de los productos y finalmente su comercialización, lo que sobre exige el trabajo del personal, además de reducir su productividad y eficiencia.
- No mantiene un canal de comercialización que sea efectivo.
- No cuentan con fundamentos científicos y de carácter sistemático, que permitan identificar peligros específicos y medidas para su control con el fin de garantizar la inocuidad de los productos de FEPANAV, a través de sistema HACCP.
- Ne se cuenta con el capital para realizar inversión en aspectos estructurales y procedimentales.
- No cuenta con sistema productivo que permita la optimización de tiempos y volúmenes. Además de sus objetivos de producción.
- Necesidad de capacitación continua para mejorar los procesos de producción.
- No cuenta con sistema de gestión de stock, circulación y valorización de su inventario.
- Dependencia de calor solar para deshidratar el alga, no ocupando equipamiento el que pueda sustituir esa labor. Lo anterior trae consigo estancamiento de la producción.

### **Amenazas**

- Suspensiones temporales de la extracción de cochayuyo en la región, debido a políticas de veda del alga (*Durvillaea antártica*).
- En épocas de clima lluvioso, los caminos de acceso a la planta se hacen intransitables, teniendo que parar producción durante parte del invierno.
- Existe un bajo conocimiento en la población en cuanto respecta a los beneficios que otorga el cochayuyo en la salud de las personas.
- Crisis económica que pueda afectar de forma indirecta el servicio. La incertidumbre económica provoca baja demanda en los servicios y productos que no son de primera necesidad.
- Ingreso de nuevos competidores que se inserten en el mercado con productos de menor costo.

El análisis anterior a las variables internas (fortalezas y debilidades) y externas (amenazas y oportunidades) de la planta Algueras de Navidad, hacen necesario llevar a cabo acciones concretas en los siguientes 4 escenarios:

#### **Potencialidades: Fortalezas y oportunidades**

- Desarrollar la imagen de la empresa en cuanto a la calidad de materias primas y sus beneficios para la salud.
- Potenciar alianza con los proveedores de las materias primas, principalmente del cochayuyo, para asegurar la calidad y cantidad de producción.
- Formalizar la empresa como una entidad independiente de FEPANAV, para asegurar una estabilidad en el tiempo, tanto económica como productiva.

#### **Riesgos: Fortalezas y amenazas**

- Es fundamental contrarrestar el crecimiento de la competencia o la incorporación de nuevos competidores, a través de una mejor estrategia, que en muchos casos debe estar ligada a un mayor grado de diferenciación.

- Fortalecer las capacidades del personal a través de nuevos conocimientos y manejo de herramientas más avanzadas, para así potenciar la calidad y eficiencia del servicio y de los productos.
- Consolidar convenios y alianzas con empresas, para esto es fundamental potenciar las propuestas aumentando el poder de negociación con los empresarios e ingreso de los productos al mercado.

#### **Desafíos: Debilidades y oportunidades**

- Utilizar el conocimiento en el área como fuente de información para encontrar productos de mayor demanda y obtener un grado de especialización con ellos.
- Asistir a programas de capacitación estatales, que permitan informar respecto a los estándares de calidad y la posibilidad de expansión del negocio, para abarcar un segmento aún más masivo del que se pretende llegar.

#### **Advertencias: Debilidades y amenazas**

- Prever la incorporación de nuevos competidores con mayores recursos y respaldo, ya que podrían insertarse en el mercado con una estrategia de posicionamiento de bajos precios, lo que es muy atractivo para los clientes.
- Anticiparse a las recesiones económicas, las cuales afectan la demanda de bienes y servicios y por ende reducen los ingresos mensuales en comparación a un mes promedio.

## **6.2 Identificación de puntos críticos y cuellos de botella en la línea de proceso**

De las observaciones de la información obtenida y el diagrama de proceso de la planta para la elaboración de productos deshidratados se deduce lo siguiente:

- En estación de trabajo de secado, que incluye el estilado y deshidratado del cochayuyo cortado, se produce cuello de botella, ya que la materia prima debe permanecer entre 4 a 6 horas para poder pasar a la siguiente etapa. Esto implica que sea la etapa más lenta de todo el proceso productivo, además se trabaja bajo una temperatura que oscile de 25° a 30° para que el proceso se lleve a cabo. El no cumplimiento de estas condiciones, tiempo y temperatura conlleva a no seguir el procedimiento y el cochayuyo perdido pasa a ser merma para la empresa.
- Ambas etapas de corte, manual y mecanizado se trabajan de manera simultánea.
- La etapa de lavado, limpieza y clasificación de corte se deben realizar en un máximo de 2 días una vez que el cochayuyo ingresa a la planta. Al no cumplir con esta condición el cochayuyo toma un color blanco por la sal que contiene, no cumpliendo con las normas de calidad internas siendo desechado del proceso.
- Las áreas de corte son puntos críticos del proceso, ya que, una vez realizada la primera etapa de recepción y lavado de cochayuyo, este debe ser cortado inmediatamente debido a que solo se debe manejar en estado húmedo. El no cumplimiento de esta condición produce dificultades en la manipulación debido a un evidente endurecimiento.
- Las etapas posteriores al secado, es decir, Limpieza II, Molienda I, Molienda II, dosificado, envasado y sellado, varían según la línea de producto a la que sean destinadas (trozado, escarcha o harina), no requieren de un proceso inmediato ya que una vez deshidratados estos pueden ser almacenados en recipientes y ser trabajados posteriormente. Según la experiencia de los operarios, el cochayuyo una vez deshidratado mantiene sus condiciones durante 6 meses sin realizar el proceso de envasado.

## 6.3 Estudio del proceso productivo de la planta y su entorno

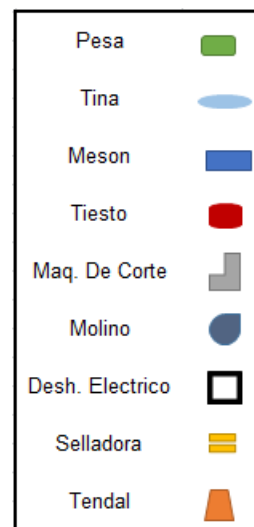
### 6.3.1 Estudio de procesos productivo

A través del plano de las instalaciones entregado por la empresa y el resultado del levantamiento de información, especialmente con el diagrama de proceso, se diseña layout de instalación y se puede deducir que la distribución de las instalaciones de la planta es adecuada y concuerda con la cronología del proceso productivo, por lo tanto la probabilidad de tiempos perdidos o muertos por las distancia entre áreas de elaboración son escasas o nulas.

En la ilustración 12 se presenta el layout de la planta que permite visualizar la distribución de espacios por área de trabajo y de máquinas relacionadas a éstos.

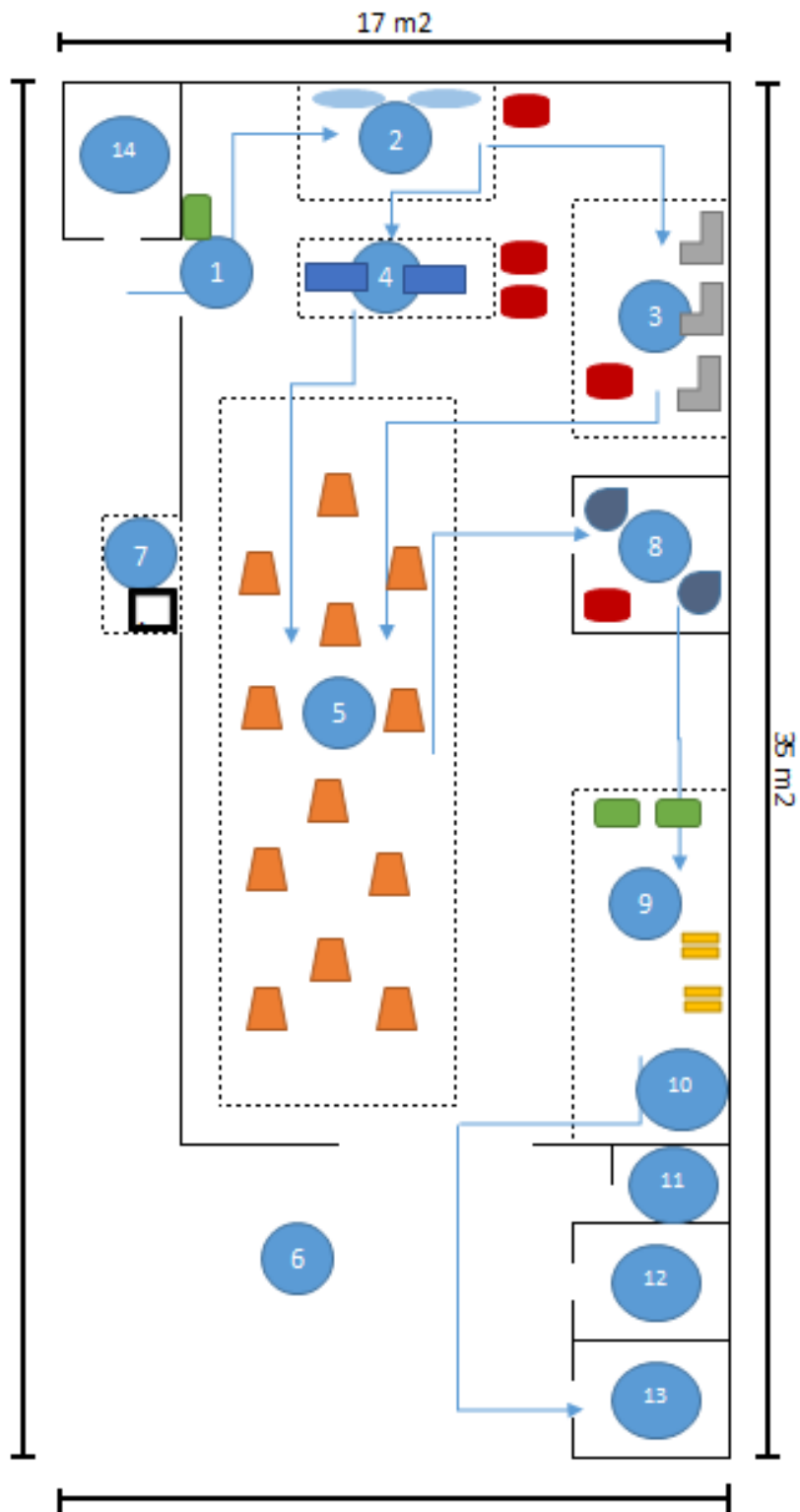
Detalle de símbolos de la ilustración:

1. Zona recepción y registro de cochayuyo
2. Área de limpieza del cochayuyo
3. Zona de picado mecanizado
4. Zona de picado manual
5. Área de secadores
6. Zona de deshidratado natural
7. Zona de deshidratado eléctrico
8. Área de molienda
9. Área de envasado y sellado
10. Recepción de insumos
11. Oficina de la planta
12. Bodega de productos por terminar
13. Bodega de producto final
14. Baño



**Ilustración 11: Simbología Layout**

Fuente: Elaboración propia



**Ilustración 12: Layout Algueros de Navidad**

Fuente: Elaboración propia en base a plano de infraestructura de la planta

### 6.3.2 Estudio del entorno de la planta

Se han realizado estudios, como el proyecto *FIP 2006-25*, que indican una estacionalidad en el proceso reproductivo de las algas en su ciclo anual por lo que entes reguladores (Subpesca y Sernapesca) mediante ayuda del Gobierno han establecido una veda extractiva de macro algas durante algunos meses, los cuales pueden variar según el año. Esto con la finalidad de asegurar la sustentabilidad del recurso que es de gran importancia socioeconómica para las comunidades costeras.

**Tabla 6: Período de veda extractiva de algas**

| Desde     | Hasta           | Año  |
|-----------|-----------------|------|
| 1 de Mayo | 30 de Noviembre | 2015 |
| 1 de Mayo | 30 de Octubre   | 2016 |

Fuente: [www.Subpesca.cl](http://www.Subpesca.cl)

Durante este período *“no se puede recolectar el recurso varado naturalmente, ni se puede remover o desprender manualmente, por lo que la recolección manual (recolector de orilla) y la extracción activa de esta especie (buceo desde embarcación) quedan prohibidas, al igual que su comercialización, transporte, procesamiento, elaboración, transformación y almacenamiento de las especies y de los productos derivados de ella”* (Erika García, Directora regional Sernapesca, 2016).

Cabe señalar que, si se cuenta con un stock de productos procesados, como es el caso de Algueros de Navidad, este puede ser comercializado con el envío de un informe previo a las oficinas de Sernapesca.

*“Es importante señalar que en la oficina regional del Sernapesca O’Higgins se presentaron más de 65 declaraciones de stock con el fin de informar el recurso almacenado antes de la veda, lo que permite tener un control del stock existente”* (Erika García, directora regional Sernapesca, 2016).

Para que esta condición se cumpla, se realizan constantes fiscalizaciones con el fin de controlar el nivel de inventario que es declarado.

## 6.4 Análisis del proceso

### 6.4.1 Realización de ensayos en el proceso productivo para reconocer fallas

Se da inicio a la etapa experimental mediante un estudio de cada fase del proceso productivo. Se toman muestras de tiempo, los datos obtenidos son registrados y se realiza una tabla con el tiempo promedio de cada fase.

Cabe mencionar que las pruebas de tiempo se realizan en base a 1 kilogramo de producto final, ya que la empresa Algueros de Navidad solo se dedica en mayor porcentaje a la venta por mayor de sus productos envasados en bolsas de 1 kilogramo. La venta minorista se externalizó a una comercializadora nacional.

Para calcular la cantidad de muestras que se deben tomar y que la investigación sea fiable, se toma en cuenta la población, que corresponde al número de elementos que la integran. En este caso se toma en cuenta el total de productos vendidos mensualmente en el año 2015, cuyos valores se obtienen de la tabla de ventas 2015.

Según Suarez (2014) las muestras tomadas deben ser obtenidas de tal manera que permita establecer el mínimo error posible respecto a la población, es necesario que el tamaño sea obtenido mediante procesos matemáticos que eliminen la incidencia del error.

Para esto se utiliza un método estadístico que determina el tamaño de la muestra a través del promedio de demanda 2015, un porcentaje de confianza con el cual se quiere generalizar los datos desde la muestra hacia la demanda total, un margen de error aceptable para la investigación y una desviación estándar, que indica qué tan dispersos están los datos con respecto a la media.

La fórmula para calcular el tamaño de la muestra a utilizarse es la siguiente:

$$n = \frac{N * \sigma^2 * Z^2}{(N - 1) * e^2 + \sigma^2 Z^2}$$

(4)

$n$  = Tamaño de la muestra

$N$  = Tamaño de la población, determinado por el promedio de ventas del año 2015, el cual resultó 682.

$\sigma$  = Desviación estándar de la población, se utiliza un valor constante de 0,5 correspondiente a una máxima variabilidad.

$Z$  = Nivel de confianza, se determina un 95% de confianza equivalente a un valor constante de 1,96.

$e$  = Error máximo admisible en términos de proporción; generalmente cuando no se tiene su valor, se utiliza uno que varía entre 1% y 9%, quedando a criterio del encuestador, en este caso se determinará el 5%.

Cálculo de tamaño de muestra

$$n = \frac{682 * 0,5^2 * 1,96^2}{(682 - 1) * 0,05^2 + 0,5^2 * 1,96^2}$$

$$n = 246$$

Estadísticamente se determina, para que la información sea representativa, válida y confiable, que se deben registrar 246 muestras para el promedio de tiempos en la producción de algas deshidratadas.

#### 6.4.2 Pruebas de tiempo en etapas del proceso productivo

Se inicia la prueba con la etapa de recepción y pesaje del cochayuyo. Se ingresa a la planta en sacos y se procede a masar, para tener un registro de la cantidad que contiene cada saco, así como el total de cochayuyo que ingresa a la planta. De lo anterior, se registra la masa (kilogramos) promedio equivalente a un saco de cochayuyo húmedo y su equivalente cuando está seco. Ver tabla 7.

**Tabla 7: Recepción y pesaje**

| Recepción y pesaje |           |         |
|--------------------|-----------|---------|
| Sacos              | Kg húmedo | Kg seco |
| 1                  | 21        | 3       |

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos en etapa experimental

Ya iniciado el proceso de elaboración de los productos se toma muestra de los tiempos en minutos, masa en kilogramos del cochayuyo húmedo y su equivalente en seco en cada uno de los procesos. En la tabla 8 se encuentra registrado el tiempo en que demora en realizar el proceso de lavado, limpieza y selección de corte y los kg de producto obtenido.

**Tabla 8: Lavado - Limpieza - Selección corte**

| Lavado – Limpieza – Selección corte |                |         |
|-------------------------------------|----------------|---------|
| Tiempo promedio (min)               | Kg tina húmedo | Kg seco |
| 15                                  | 7              | 1       |

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos en etapa experimental

Se registra el tiempo que toma a un operario realizar la etapa de lavado, limpieza y selección de corte, estas 3 tareas se realizan en la misma área, por esta razón se mide el tiempo desde que comienza el lavado hasta que finaliza la selección del tipo de corte que se le aplicará al cochayuyo. Se realiza el estudio con 7 kilogramos de cochayuyo húmedo obtenido en la recepción, es decir 1/3 del total de kilogramos que se registraron en el pesaje de un saco.

Una vez que termina la selección del tipo de corte se obtiene la cantidad que se dirige a corte manual y corte mecanizado. Según información obtenida, la cantidad de cochayuyo que se lava y selecciona es la misma que va a los diferentes tipos de cortes. Se registra el tiempo que demora un operario en cortar 7 kilogramos de cochayuyo y lo que demora una máquina de corte en realizar el proceso de 7 kilogramos de cochayuyo. Ver tabla 9 y 10.

**Tabla 9: Corte manual**

| Corte manual          |           |         |
|-----------------------|-----------|---------|
| Tiempo promedio (min) | Kg húmedo | Kg seco |
| 70                    | 7         | 1       |

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos en etapa experimental

**Tabla 10: Corte mecanizado**

| Corte mecanizado      |           |         |
|-----------------------|-----------|---------|
| Tiempo promedio (min) | Kg húmedo | Kg seco |
| 42                    | 7         | 1       |

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos en etapa experimental

Ya cortado el cochayuyo, se lleva a los tendales para su secado. Éste es de manera natural a una temperatura que oscila entre los 25° y 30°, temperatura adecuada para un buen secado del cochayuyo. El tiempo que demora en secar depende del tipo de corte que se realizó al alga anteriormente. Si el corte es manual, quiere decir que tiene tamaño más grande e irregular respecto al realizado con corte mecanizado. Se registraron los tiempos de secado, según la cantidad de kilogramos en seco que soporta un secador. Ver tabla 11.

**Tabla 11: Tiempo de secado**

| Secado 25° a 30°      |            |                         |
|-----------------------|------------|-------------------------|
| Tiempo promedio (min) | Kg secador | Calibre (cm)            |
| 240                   | 12,85      | 0,5 - 1 - 2 - 3 - pluma |
| 360                   | 12,85      | Irregular               |

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos en etapa experimental

Una vez seco el cochoyuyo se procede a realizar una limpieza para retirar las impurezas que aún permanecen impregnadas. Con este proceso se verifica y controla la calidad de materia prima y así obtener un producto final homogéneo. En la tabla 12 se identifica el tiempo promedio en realizar esta actividad.

**Tabla 12: Tiempo de limpieza**

| Limpieza              |         |
|-----------------------|---------|
| Tiempo promedio (min) | Kg seco |
| 5                     | 1       |

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos en etapa experimental

Se registran los tiempos que demora 1 kilogramo de producto en el proceso de molienda primaria, de la cual se obtiene la escarcha y luego en la molienda secundaria se obtiene la harina. Cabe destacar que la harina se obtiene en proceso sucesivo de la escarcha. En la tabla 13 se presentan los tiempos que demora cada molino en la producción de 1 kilogramos de escarcha o harina según corresponda.

**Tabla 13: Tiempo de producción de molinos**

| Molienda | Tiempo promedio (min) | Kg seco |
|----------|-----------------------|---------|
| Escarcha | 3                     | 1       |
| Harina   | 7                     | 1       |

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos en etapa experimental

Los productos obtenidos son cochayuyo trozado calibre 0,5 cm. el que se obtiene del corte con máquina que una vez seco pasa a la última etapa, la escarcha y harina se obtienen del corte manual y varían si ingresan o no a la molienda secundaria. Una vez finalizado el proceso de producción se pasa a la etapa de pesaje, envasado y etiquetado del producto final, para que esté listo para su comercialización. El tiempo que demora un operario en este proceso por kilogramo de producto final corresponde a 5 minutos, como se muestra en la tabla 14.

**Tabla 14: Pesaje - Envasado - Etiquetado**

| Pesaje – Envasado – Etiquetado |            |
|--------------------------------|------------|
| Tiempo promedio (min)          | Kilogramos |
| 5                              | 1          |

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos en etapa experimental

Este tiempo es constante independiente del tipo de envasado ya que solo consiste en verter el producto en las bolsas de polietileno.

A modo de análisis y según el muestreo realizado anteriormente se obtiene que 1 tendal (30 kg. de cochayuyo húmedo) resiste la cantidad que contiene 3 tiestos (1 tiesto contiene 10 kg. de cochayuyo húmedo), y como cada secador cuenta con 3 tendales, cada secador puede contener como máximo la cantidad equivalente a 9 tiestos, lo que corresponde a 90 kg. de cochayuyo húmedo que ingresa a la planta. Datos que se pueden apreciar en la tabla 15:

**Tabla 15: Kg de cochayuyo que resiste un secador**

| Secador | Tendales | Tiestos | Kg húmedo | Kg seco |
|---------|----------|---------|-----------|---------|
| 1       | 3        | 9       | 90        | 12,85   |

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos en etapa experimental

### 6.4.3 Análisis del tiempo que demora cada proceso

De los datos obtenidos se pueden resumir los tiempos que demora 1 operario en realizar cada etapa del proceso de producción de 1 kilogramos de producto final deshidratado.

A partir de ello, se designa un símbolo a cada etapa, para identificarlos como muestra la tabla 16:

**Tabla 16: Simbología de cada etapa del proceso**

| Símbolo  | Proceso                     |
|----------|-----------------------------|
| <b>A</b> | Limpieza – Selección corte  |
| <b>B</b> | Corte máquina               |
| <b>C</b> | Corte manual                |
| <b>D</b> | Secado (deshidratado)       |
| <b>E</b> | Molienda I (escarcha)       |
| <b>F</b> | Molienda II (harina)        |
| <b>G</b> | Pesaje – Envasado – Sellado |

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos en etapa experimental

A continuación en la tabla 17, se señalan los resultados obtenidos en cada uno de los procesos de elaboración de deshidratado de cochayuyo:

**Tabla 17: Resultados de etapa experimental**

| <b>Resultados de muestreo</b> |                  |                |                |                         |
|-------------------------------|------------------|----------------|----------------|-------------------------|
| <b>Proceso</b>                | <b>Kg húmedo</b> | <b>Kg seco</b> | <b>Minutos</b> | <b>Operario/Máquina</b> |
| <b>A</b>                      | 7                | 1              | 15             | 1                       |
| <b>B</b>                      | 7                | 1              | 42             | 1                       |
| <b>C</b>                      | 7                | 1              | 70             | 1                       |
| <b>D B</b>                    | -                | -              | 240            | Secador                 |
| <b>D C</b>                    | -                | -              | 360            | Secador                 |
| <b>E</b>                      | -                | 1              | 3              | 1                       |
| <b>F</b>                      | -                | 1              | 7              | 1                       |
| <b>G</b>                      | -                | 1              | 5              | 1                       |

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos en etapa experimental

Según la sumatoria de minutos, en la tabla 18 se puede identificar la cantidad de tiempo que tarda la empresa en producir 1 kilogramo de cochayuyo deshidratado en sus diferentes formatos.

**Tabla 18: Tiempo por producto**

| <b>Cochayuyo</b> | <b>Tiempo promedio (min)</b> | <b>Horas</b> |
|------------------|------------------------------|--------------|
| <b>Trozado</b>   | 302                          | 5,03         |
| <b>Escarcha</b>  | 453                          | 7,55         |
| <b>Harina</b>    | 460                          | 7,66         |

Fuente: Elaboración propia con datos de etapa experimental

Cabe mencionar que estos tiempos también representan una mayor cantidad de producto, esto dependiendo de la capacidad tanto de personal como de recepción de materia prima en cada estación de trabajo, es decir que representa un tiempo estándar óptimo de producción. Sin embargo este puede variar debido a factores como falta de operarios, exceso o falta de materia prima, eficiencia de operarios, entre otros.

## 6.5 Cálculo de la capacidad de las bodegas

La planta cuenta con dos bodegas de almacenaje, una para los productos por terminar y la otra para productos terminados. En ambas, el cochayuyo se almacena en recipientes ubicados en repisas, distribuidos uniformemente de forma que se ocupe el máximo espacio posible y facilite tanto la visualización como el posterior manejo cuando sea necesario su utilización o retiro.

### 6.5.1 Bodega de productos terminados

La cantidad de productos terminados de trozados y molidos almacenados son similares. Ambos son guardados en cajas únicas de dimensiones 18,4cm. 27,6cm. y 32,5 cm. En 1 caja caben 6 bolsas de 1 kilogramos de trozado u 8 bolsas de 1 kilogramo de molido, como el almacenaje de ambos productos es en cantidades similares, se estima un promedio de 7 kilogramos de productos final por caja almacenada. Según las medidas de la bodega y los espacios disponibles para almacenar se calcula que en la bodega cabe un máximo de 1526 cajas.

**Tabla 19: Cantidad de kg en bodega**

| Cajas | Kilogramos de producto final |
|-------|------------------------------|
| 1     | 7                            |
| 1526  | 10.682                       |

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en la Tabla 19 la bodega de productos terminados tiene una capacidad para almacenar 10.682 kg de cochayuyo.

### 6.5.2 Bodega de productos por terminar

En esta bodega se almacena solo producto cortado, ya que en esta etapa sus siguientes procedimientos no son necesarios de manera inmediata. Se almacenan en recipientes que soportan un máximo de 100 kilogramos. Al igual que en la otra bodega se establece un orden para su fácil visualización y utilización. Según sus dimensiones, la bodega tiene una capacidad de almacenar 76 recipientes.

**Tabla 20: Cantidad de kg en bodega**

| Recipiente | Kilogramos de producto por terminar |
|------------|-------------------------------------|
| 1          | 100                                 |
| 76         | 7.600                               |

Fuente: Elaboración propia

Según la relación presentada en la Tabla 20, se cuenta con una capacidad para almacenar 7.600 kg. de cochoyuyo por procesar en esta bodega.

### 6.6 Capacidad de trabajadores en cada área

Según el diseño de la planta, dimensiones de cada área y recursos materiales con que cuenta la empresa, se estima la cantidad máxima de operario que puede trabajar en cada área. La cual se muestra en la tabla 21.

**Tabla 21: Máximo de operarios por área**

| Proceso | Operarios |
|---------|-----------|
| A       | 3         |
| B       | 3         |
| C       | 5         |
| D B     | No aplica |
| D C     | No aplica |
| E       | 1         |
| F       | 1         |
| G       | 2         |

Fuente: Elaboración propia

## **6.7 Simulación proceso actual**

Para realizar una correcta planificación, es necesario utilizar una herramienta de simulación para el proceso de deshidratado de cochayuyo, representando el comportamiento de la empresa en un determinado periodo de tiempo.

Analizando programas de simulación para los procesos, se decide utilizar para el desarrollo de esta investigación el Software Arena ya que se destaca por ofrecer claros resultados a través de un informe compatible con Microsoft Office; permite analizar la sensibilidad de las variables que influyen en el proceso; describe el proceso a través de un diagrama de flujo; permite analizar el área donde se encuentra algún error y/o identificar donde obtener alguna ventaja; disminuye costos al evitar desarrollar cambios en la producción real y no es necesaria la interrupción de las operaciones de la empresa.

Posteriormente a la utilización de esta herramienta se requiere verificar si el modelo de simulación refleja realmente el proceso de deshidratados de cochayuyo, para ello se ha decidido considerar un margen de error de un 3% en la salida promedio mensual de todos los productos como un margen considerable tanto para el estudio como para la empresa.

### 6.7.1 Software de simulación Arena

A continuación se detallará cada módulo que se utiliza para simular la situación actual que posee la empresa Algueros de Navidad.

#### 6.7.1.1 Llegada de cochayuyo (Create)

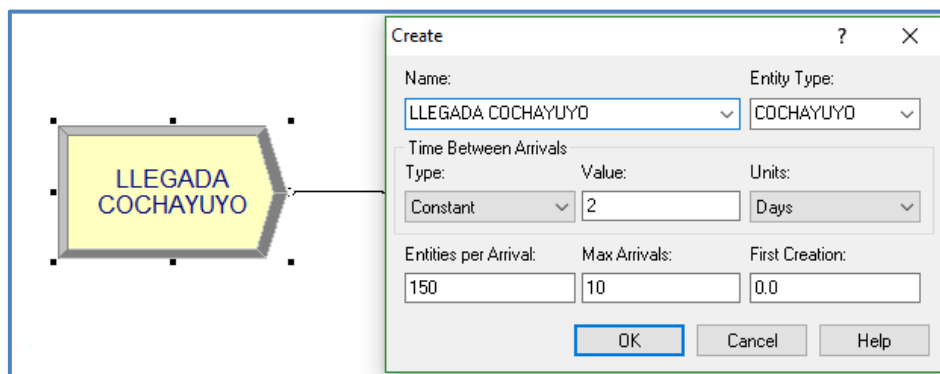
Para comenzar el proceso se realiza el ingreso de cochayuyo en sacos de acuerdo a la demanda de los años 2016 y 2017. De acuerdo a las características de la simulación la llegada de cochayuyo se registra por unidades con una distribución constante, a través de 10 lotes de 150 unidades cada uno, lo que representa 50 sacos por cada llegada.

**Tabla 22: Llegada de cochayuyo**

| Materia Prima  | N° de llegadas | Cada (días) | Lotes por llegada | Total de llegadas mensuales |
|----------------|----------------|-------------|-------------------|-----------------------------|
| Cochayuyo 2015 | 150            | 2           | 10                | 1500                        |
| Cochayuyo 2016 | 150            | 2           | 10                | 1500                        |

Fuente: Elaboración propia

La ilustración 13 representa el primer módulo que se crea para simular el proceso de deshidratados de cochayuyo a través de los datos observados en la tabla 22. Se determina un nombre, la entidad que ingresa (cochayuyo) y la distribución mencionada anteriormente.



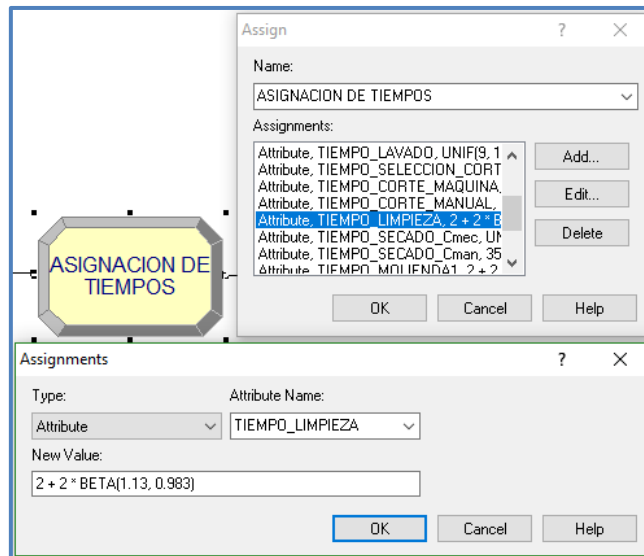
**Ilustración 13: Módulo Create, llegada de cochayuyo**

Fuente: Elaboración propia con Software Arena

### 6.7.1.2 Asignación de tiempos (Assign)

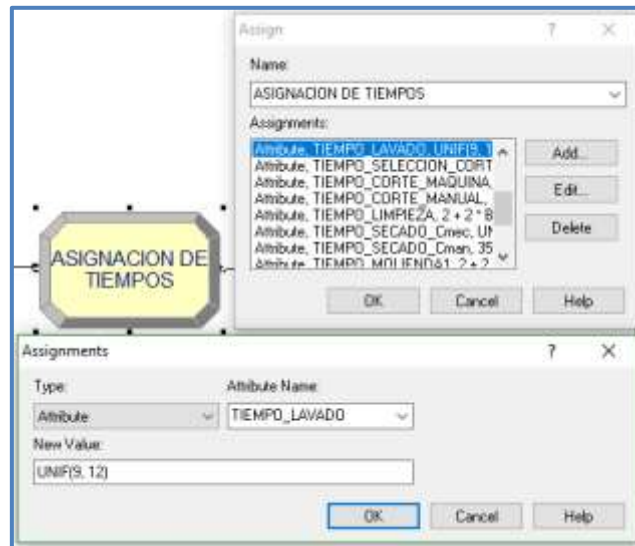
Una vez ingresado el cochayuyo al sistema, se utiliza el módulo Assign para configurar los tiempos que tardará cada etapa del proceso a través de una distribución de probabilidad según las muestras registradas en el período de análisis del proceso. Para esto se utiliza la herramienta perteneciente al Software Arena, Input analyzer, un analizador de datos de entrada que arroja una distribución con el menor porcentaje de error de acuerdo a los tiempos en cada etapa del proceso. Ver Anexo 5.

Si bien se estableció un tiempo promedio por cada etapa, el manejo de esta herramienta otorga mayor veracidad de las variantes que influyen al momento de producir cochayuyos deshidratados, ingresando las muestras de tiempo que se consideraron necesarias para este tipo de estudio. En las ilustraciones 14 y 15 se observa un ejemplo de las distintas distribuciones que presenta el proceso.



**Ilustración 14: Módulo Assign, tiempo de limpieza, distribución Beta**

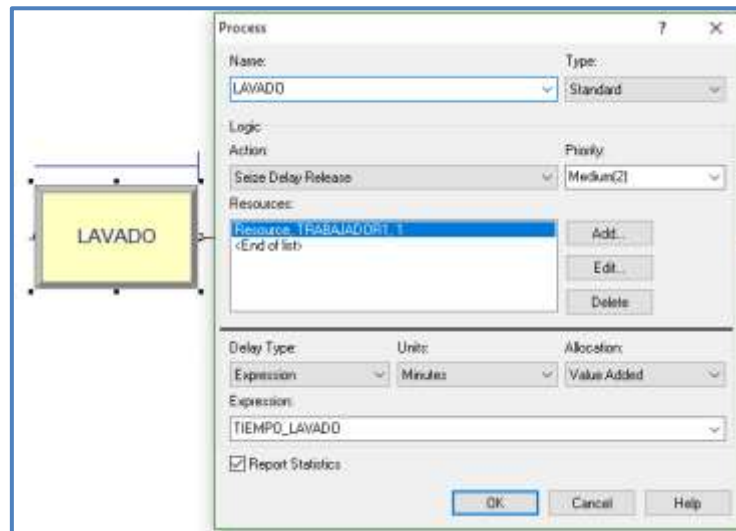
Fuente: Elaboración propia con Software Arena



**Ilustración 15: Módulo Assign, tiempo de lavado, distribución uniforme**  
Fuente: Elaboración propia con Software Arena

### 6.7.1.3 Proceso de lavado (Process)

Posterior a la llegada del cochayuyo se procede a realizar un lavado de este para retirar las impurezas que trae desde el mar. Se determina la distribución de tiempo a través de la expresión ingresada al módulo de asignación de tiempos. Los recursos (resource) corresponden a las personas que realizan el proceso, en esta etapa tenemos a un trabajador en el área de lavado denominado TRABAJADOR1. La ilustración 16 muestra el módulo del proceso de lavado.



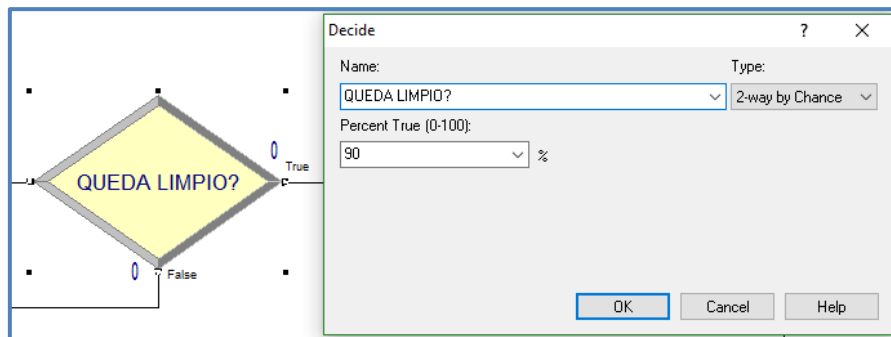
**Ilustración 16: Módulo Process, lavado**

Fuente: Elaboración propia con Software Arena

#### 6.7.1.4 Módulo de decisión 1 (Decide)

En este módulo se establece una interrogante para verificar la calidad de limpieza que se realizó en el cochayuyo. Según el estudio realizado en terreno, solo a un 10% del producto procesado en un mes se le realiza un segundo lavado con tal de obtener la calidad requerida para ingresar a la siguiente etapa.

En el software, el módulo Decide otorga dos salidas, true (verdadero) o false (falso), se inscribe el porcentaje de producto que responde de manera positiva la pregunta y automáticamente la diferencia es enviada, otra vez, al procesos de lavado, como se puede apreciar en la ilustración 17.



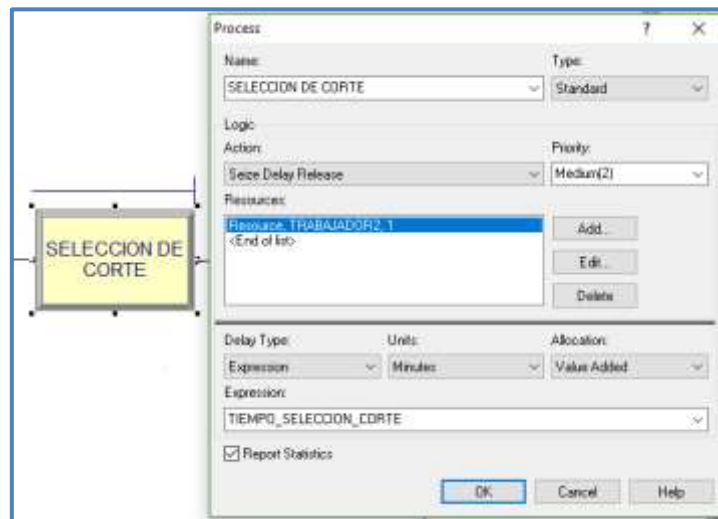
**Ilustración 17: Módulo Decide, ¿Queda limpio?**

Fuente: Elaboración propia con Software Arena

### 6.7.1.5 Selección de corte (Process)

Este módulo corresponde al proceso de clasificación de la materia prima para realizar un corte manual o a través de máquinas, lo realiza un solo trabajador denominado TRABAJADOR2. Se ingresa la expresión que determina la distribución de tiempo asignada en el módulo Assign.

En la ilustración 18 se puede apreciar los detalles de este módulo del proceso.

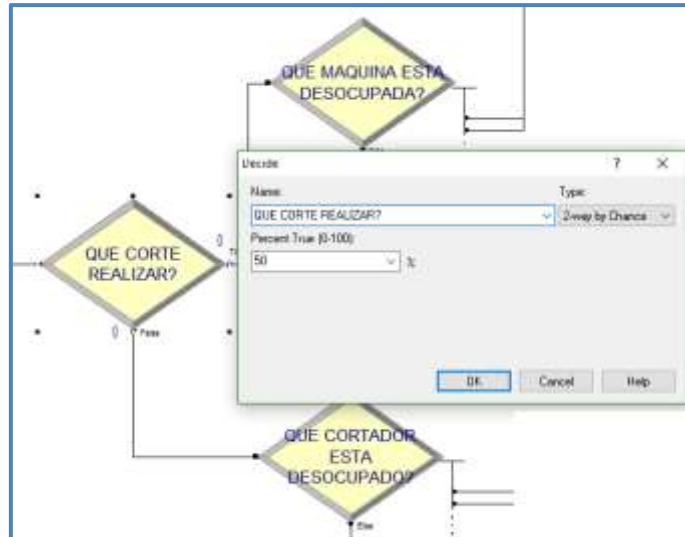


**Ilustración 18: Módulo process, selección de corte**

Fuente: Elaboración propia con Software Arena

### 6.7.1.6 Módulo de decisión 2 (Decide)

Este módulo se programa de manera porcentual para enviar la misma cantidad de cochayuyo a los tipos de cortes que se realizarán posteriormente. Para esto se determina un 50% para que ingrese al corte mecánico y el resto al corte manual. La ilustración 19 representa este módulo y se puede apreciar su relación con los siguientes.

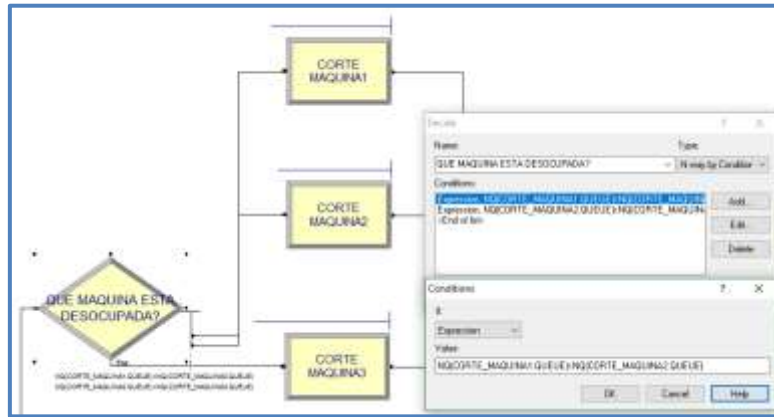


**Ilustración 19: Módulo decide, ¿Qué corte realizar?**

Fuente: Elaboración propia con Software Arena

### 6.7.1.7 Módulo de decisión 3 y 4 (Decide)

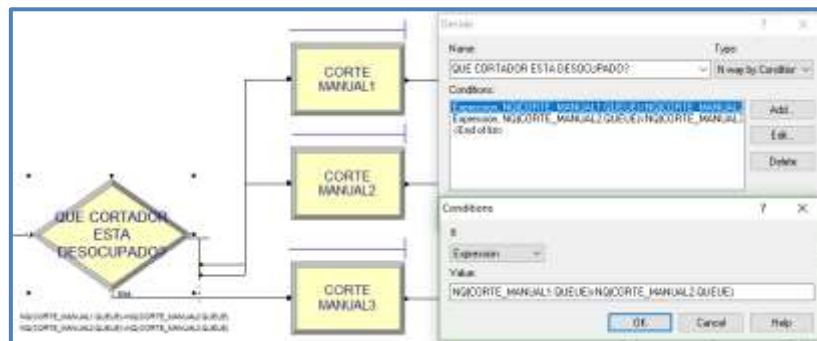
En el módulo de decisión 3, se realiza una programación lógica en donde el software distribuirá las unidades que lleguen a la máquina que se encuentre desocupada o tenga menos componentes en proceso. En esta área se encuentra un trabajador operando las tres máquinas que existen denominado TRABAJADOR3. En la ilustración 20 se puede apreciar este módulo y su relación con los siguientes procesos.



**Ilustración 20: Módulo decide, ¿Que máquina está desocupada?**

Fuente: Elaboración propia con Software Arena

De la misma manera, para realizar el corte manual se utiliza el módulo de decisión 4. Las unidades se dirigirán al operador que se encuentre desocupado o con menos componentes en proceso. Para esta área se necesitan tres trabajadores que se mencionan como TRABAJADOR4, TRABAJADOR5 Y TRABAJADOR6. La ilustración 21 representa el módulo de decisión y los procesos siguientes.

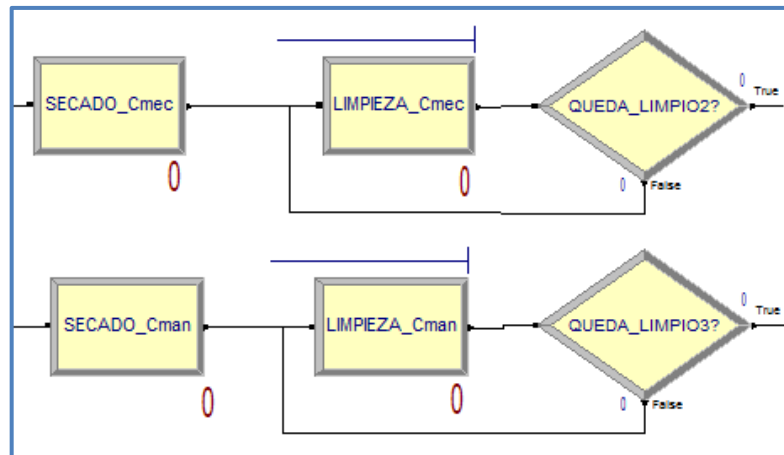


**Ilustración 21: Módulo decide, ¿Qué cortador está desocupado?**

Fuente: Elaboración propia con Software Arena

### 6.7.1.8 Proceso de secado, limpieza y decisión 5

Posteriormente a los cortes, manual y mecánico, se realiza el proceso de secado el cual se identifica como el cuello de botella de la empresa ya que el tiempo que utiliza no puede ser modificado. Se divide en dos módulos debido al cochayuyo proveniente de corte mecánico (“Cmec”) y corte manual (“Cman”). Luego se realiza una limpieza y posterior verificación para asegurar la calidad del producto que avanzará a la próxima etapa. El proceso de limpieza lo realiza el TRABAJADOR1, el mismo que realiza el proceso de lavado. En la ilustración 22 se puede apreciar la secuencia de estos procesos.



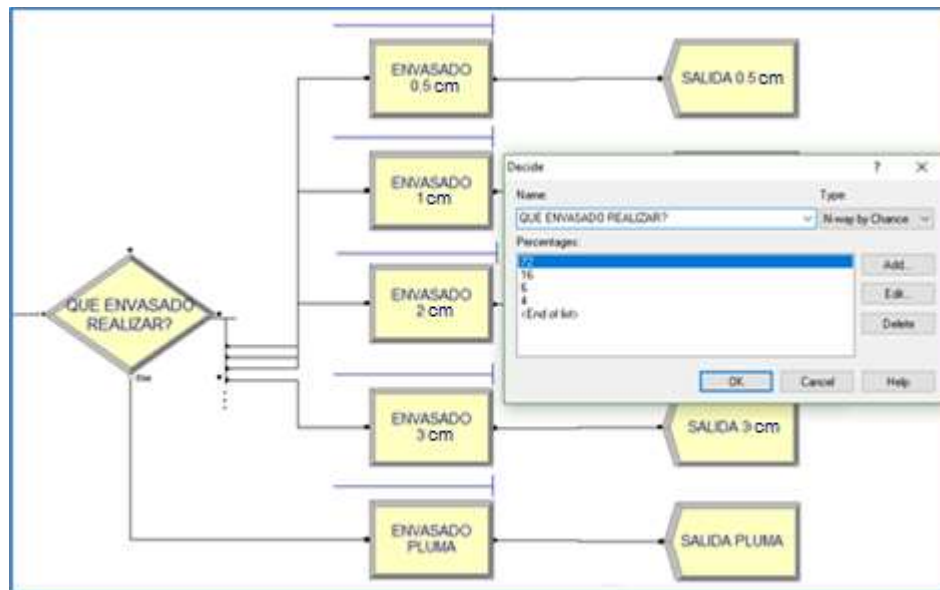
**Ilustración 22: Módulo process (secado y limpieza) y decide, ¿Queda limpio?**

Fuente: Elaboración propia con Software Arena

### 6.7.1.9 Módulo de decisión 6 (Decide)

Las unidades provenientes del corte mecánico se proceden a envasar para obtener el producto final. Para esto, a través de un módulo de decisión se distribuye en porcentajes los tipos de envasados según su calibre (análisis de ventas año 2015-2016). Este proceso lo realiza el TRABAJADOR3, el mismo que realiza el corte mecánico.

La ilustración 23 muestra el módulo de decisión y los tipos de envasado con sus diferentes calibres obtenidos del proceso de corte.



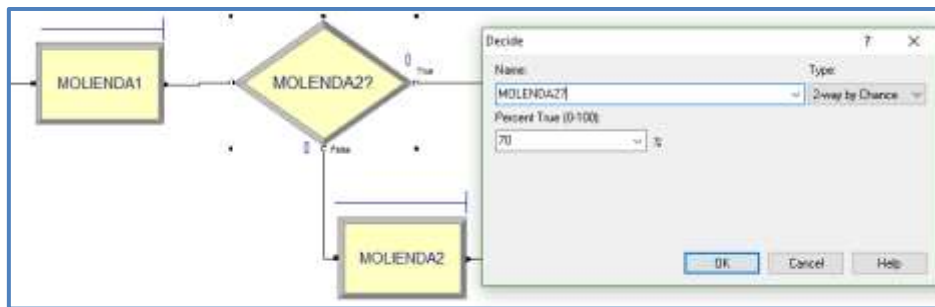
**Ilustración 23: Módulo decide, ¿Qué envasado realizar?**

Fuente: Elaboración propia con Software Arena

### 6.7.1.10 Proceso de Molienda1 y Molienda2

El cochayuyo que proviene del corte manual se procede a moler mediante un molino que opera el TRABAJADOR2, transcurrido este tiempo de operación las unidades ingresan a un módulo de decisión que distribuye el 70% de este nuevo producto a envasar como escarcha y el resto se dirige a una nueva molienda que realiza el mismo operador.

La ilustración 24 representa los procesos de molienda1 y 2, además el módulo de decisión que distribuye el cochayuyo como se mencionó anteriormente.

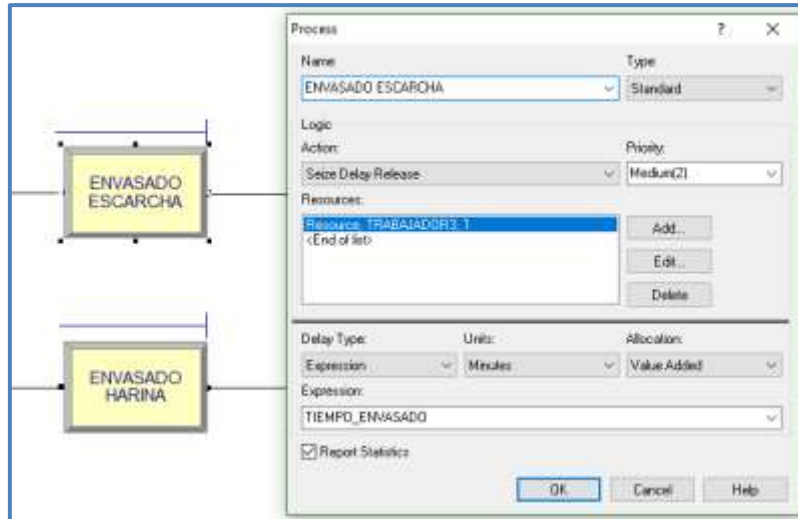


**Ilustración 24: Módulo Process (molienda1 y molienda2) y decide, ¿Realizar molienda2?**

Fuente: Elaboración propia con Software Arena

### 6.7.1.11 Proceso de envasado

De acuerdo a la molienda 1 o molienda 2 se realiza un envasado de escarcha y harina respectivamente, acto realizado por TRABAJADOR3. El tiempo en esta área se expresa mediante la distribución asignada en el módulo assign, como se puede apreciar en la ilustración 25.



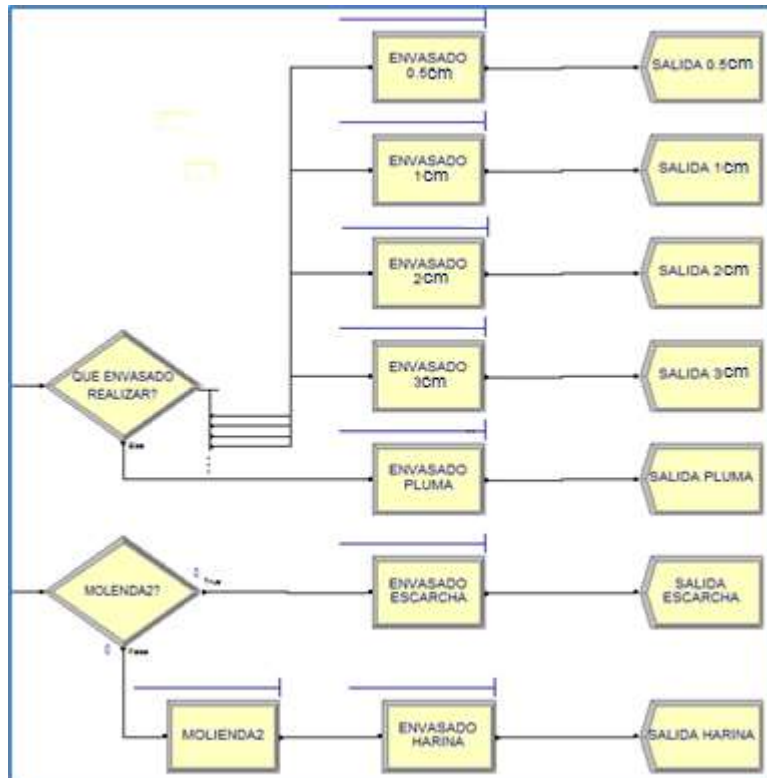
**Ilustración 25: Módulo process, envasado escarcha y envasado harina**

Fuente: Elaboración propia con Software Arena

### 6.7.1.12 Salida independiente de cada componente (dispose)

Módulo que finaliza el proceso con la salida de unidades de los distintos productos que ofrece Algueros de Navidad. El software Arena además, en este módulo, brinda un contador que muestra la cantidad de cochayuyo de diferentes calibres que salen del proceso.

La ilustración 26 muestra las últimas etapas del proceso con sus respectivas salidas por tipo de producto, los 5 calibres, escarcha y harina de cochayuyo.

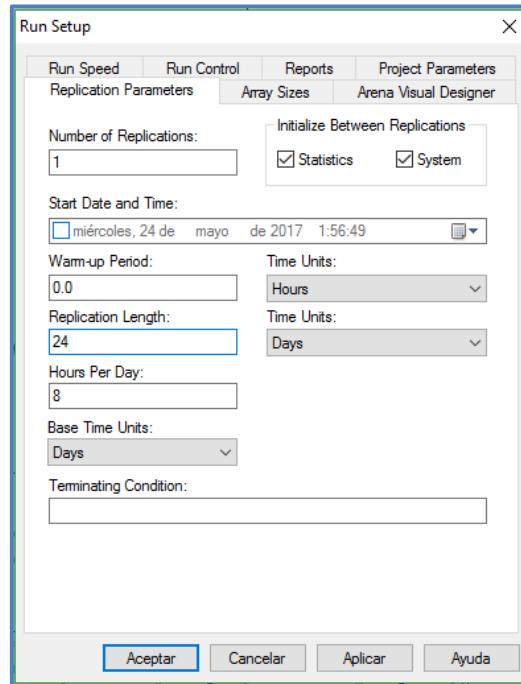


**Ilustración 26: Módulo dispose, salida de unidades**

Fuente: Elaboración propia con Software Arena

### 6.7.1.13 Simulación proceso actual

Para comenzar el proceso de simulación se registran los datos necesarios en el apartado Run Setup, como muestra la ilustración 27. Se programa 24 días hábiles de trabajo en un mes. Con un período de 8 horas diarias.



Run Setup

Run Speed Run Control Reports Project Parameters

Replication Parameters Array Sizes Arena Visual Designer

Number of Replications: 1

Initialize Between Replications

Statistics  System

Start Date and Time: miércoles, 24 de mayo de 2017 1:56:49

Warm-up Period: 0.0 Time Units: Hours

Replication Length: 24 Time Units: Days

Hours Per Day: 8

Base Time Units: Days

Terminating Condition:

Aceptar Cancelar Aplicar Ayuda

**Ilustración 27: Programación de la simulación**

Fuente: Elaboración propia con Software Arena

### 6.7.2 Validación de simulación del proceso

La elaboración de cochayuyo deshidratado se analizó mediante un estudio tanto cualitativo como cuantitativo, a través de una inspección visual y un registro de los tiempos que demora la producción. Además este proceso fue ingresado al Software Arena para visualizarlo con herramientas más sofisticadas. Sin embargo, este modelo de simulación requiere de una verificación para demostrar que sus resultados reflejan la realidad que vive la empresa.

Para esto, en la tabla 23 se compara la demanda real en los años 2015 y 2016 con el proceso realizado a través de la simulación.

**Tabla 23: Validación de simulación**

| Producto               | Demanda mensual promedio 2015 | Demanda mensual promedio 2016 | Demanda mensual promedio simulación | Porcentaje de error simulación v/s 2015 | Porcentaje de error simulación v/s 2016 |
|------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|
| Cochayuyo deshidratado | 682                           | 700                           | 690                                 | 1,17%                                   | 1,43%                                   |

Fuente: Elaboración propia

Se determina que el modelo de simulación es válido ya que el resultado de este no supera el 3% de error que se estableció como aceptable tanto en el año 2015 y 2016.

## 6.8 Resultados y análisis

Finalizada la investigación cualitativa y cuantitativa del proceso productivo de deshidratados se puede identificar que no hay control de los tiempos que demora cada proceso, no hay un registro de la cantidad de materia prima que ingresa a la planta ni de la merma que producen, esta última representa alrededor del 45% del cochayuyo que ingresa. Es un desperdicio que se debe mantener en niveles mínimos para un mejor aprovechamiento de los recursos ya que tienen cualidades restringidas para su recolección. No están estandarizados los tiempos de los procesos, cada etapa lleva a la siguiente de acuerdo al ritmo que el operario realice su labor, lo que produce excesos de tiempos ociosos.

En base a los resultados obtenidos en el capítulo 6, apartado 6.4.3 Análisis del tiempo de demora de cada proceso, tabla 17; se pueden obtener expresiones matemáticas para calcular el tiempo de producción por etapa, considerando cantidad de operarios o máquinas y kg de cochayuyo a procesar las cuales se especifican a continuación.

$$A = \frac{15 \text{ minutos} * \text{cantidad de kg secos}}{\text{cantidad de operarios}}$$

$$B = \frac{42 \text{ minutos} * \text{cantidad de kg secos}}{1 \text{ kg seco} * \text{cantidad de maquinas}}$$

$$C = \frac{70 \text{ minutos} * \text{cantidad de kg secos}}{\text{cantidad de operarios}}$$

$$E = \frac{3 \text{ minutos} * \text{cantidad de kg secos}}{\text{cantidad de molino}}$$

$$F = \frac{7 \text{ minutos} * \text{cantidad de kg secos}}{\text{cantidad de molinos}}$$

$$G = \frac{5 \text{ minutos} * \text{cantidad de kg secos}}{\text{cantidad de operarios}}$$

**Ilustración 28: Fórmulas de tiempo de producción**

Fuente: Elaboración propia

Con los tiempos calculados de cada proceso respecto a 1 kilogramos de producto deshidratado final, se puede fijar cambios y restricciones necesarias para obtener mayor eficiencia en el proceso de producción de algas deshidratadas.

### 6.8.1 Análisis de la información

La planta cuenta con 6 trabajadores en total para la elaboración de cochayuyo deshidratado, cada operario realiza un proceso o varios de manera cronológica, sin embargo no existe control del tiempo que deberían demorarse en estos, tampoco se planifica ni programa la cantidad que se producirá en un período de tiempo. La demanda mensual corresponde a la sumatoria de stock que se realiza día a día, desperdiciando materia prima y las capacidades de la planta.

De la información recolectada en la investigación se obtiene las siguientes restricciones con respecto a la producción de cochayuyo deshidratado:

- Materia prima una vez que ingresa a la planta debe comenzar su proceso hasta en un máximo de 48 horas, equivalente a dos días.
- Una vez comenzado el proceso A es necesario realizar el proceso B y C de manera inmediata. Al ser superior el tiempo que demora B y C sobre el proceso A, los puntos críticos del proceso productivo son los de corte (proceso B y C).
- La etapa de secado es el cuello de botella del proceso productivo, ya que el proceso se estanca por un promedio de 5 horas antes de pasar al proceso siguiente.

Además, la planta no utiliza sus instalaciones ni recursos materiales al máximo, la fuerza de trabajo con la que cuenta es la mínima, tampoco se utiliza el total de capacidad en inventario con el que cuenta y lo más importante, la planta actualmente no alcanza a procesar ni el 15% de materia prima con la que cuenta mensualmente.

Por la problemática que presenta la empresa es necesaria una planificación agregada de la producción para determinar la cantidad y tiempos adecuados de la producción para satisfacer la demanda futura, ya que cabe mencionar que el consumo de alga marina, en específico el cochayuyo, en Chile va en aumento cada día por sus grandes beneficios alimenticios. Una vez realizada la planificación agregada, para una formalización de la producción mensualmente, y detalle de los requerimientos específicos de materia prima y capacidad será preciso el plan maestro de la producción para metas de producción específicas que respondan al flujo de las operaciones.

## 6.9 Planificación de la producción

### 6.9.1 Planeación de la capacidad

Para realizar una correcta planificación de la producción es necesario tener en conocimiento tanto las capacidades de producción como la capacidad de las instalaciones que posee la empresa.

#### 6.9.1.1 Cálculos de capacidad

La capacidad de la planta corresponde a la tasa de producción que puede obtenerse en un proceso a través de unidades producidas en un determinado tiempo. Se puede medir de dos maneras, capacidad teórica que corresponde a la tasa de producción que la empresa tendría en condiciones ideales y capacidad real la cual es afectada por diferentes factores tanto internos como externos.

Se trabaja la empresa en condiciones ideales, horas y día de trabajo que permite la ley y haciendo el uso total de las instalaciones que posee la planta.

- Capacidad de las Instalaciones

Se estima la capacidad de las instalaciones de la planta bajo el supuesto que se esté trabajando días completos por jornada de trabajo de lunes a sábado, contemplando que se trabaja con 3 turnos de 8 horas 6 días a la semana, por lo tanto, la capacidad de la planta queda definida en la Tabla 24.

**Tabla 24: Cantidad de horas por turno**

| Turnos | Horas por turno | Horas al mes * |
|--------|-----------------|----------------|
| 1      | 8               | 192            |
| 2      | 16              | 384            |
| 3      | 24              | 576            |

Fuente: Elaboración propia

Se contempla un mes con 4 semanas, y se trabajan 6 días por semana por lo tanto serán 24 días trabajados mensualmente.

- Capacidad de Producción

Se utiliza la capacidad del área de corte de la planta (corte mecanizado y manual) ya que de esta etapa depende el ritmo de la producción de las 3 líneas de producción de la planta. Es la etapa crítica del proceso, si no trabaja a tiempo la materia prima puede pasar a merma y se produce pérdida total.

Estimando que se trabaje simultáneamente en el área de corte manual y mecanizado, trabajando ambas áreas con el máximo estimado de producción, en el caso del área de corte manual 5 operarios y área corte mecanizado 1 operario para las 3 máquinas de corte. Al trabajar de manera simultánea en 14 minutos se producen 2 kilogramos de producto trozado.

Por lo tanto la capacidad de producción es de 7 minutos por kilogramo. Haciendo el cálculo respectivo se deduce que producen 8,5 kilogramos por hora.

Para calcular los kilogramos de producto cortado se utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{Capacidad de producción por turno} = \text{Tasa de producción estándar por hora} * \text{tasa de eficiencia} * \text{horas por turno}$$

Una jornada de trabajo tiene 8 horas correspondiente a un turno, teniendo en consideración que las personas realizan un tiempo efectivo de trabajo y el resto es desperdiciado y/o utilizado en otras actividades de no producción (Llovera, Bautista, Llovera y Alfaro, 2014). Por lo tanto, se debe calcular una tolerancia de tiempo perdido que está determinado por el tiempo de colación, pausas entre estaciones de trabajo y tiempo personal de cada trabajador:

$$\begin{aligned} \text{Tolerancia de tiempo perdido} &= 45 \text{ minutos de colación} + 15 \text{ minutos de pausas} \\ &\text{totales dentro de un turno} + 30 \text{ minutos de tiempo personal} = \\ &90 \text{ minutos de tiempo no efectivo} \end{aligned}$$

El tiempo personal consiste en prácticas comunes como: ir al baño, tomar agua, baja por cansancio, entre otras actividades.

Del total de minutos correspondientes a una jornada de trabajo, la tolerancia de tiempo perdido corresponde a un 19%, por lo tanto, se tiene un porcentaje de tiempo efectivo o eficiencia del personal de 81%.

Producción en una hora 8,5 kilogramos.

$$8,5 \text{ kg/horas} * 0,81 * 8 \text{ horas} = 55,08 \text{ kg por día}$$

**Tabla 25: Cantidad de Kg por turno**

| Turnos | Kg por día | Kg al mes |
|--------|------------|-----------|
| 1      | 55,08      | 1321,92   |
| 2      | 110,16     | 2643,84   |
| 3      | 165,24     | 3965,76   |

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, como se puede apreciar en la tabla 25 la capacidad teórica de la planta corresponde a 3.965,76 kilogramos por mes.

Calculada la capacidad teórica de la planta de producción se puede disponer de forma óptima los recursos con los que se cuenta para realizar la producción, además conocer las falencias e identificar oportunidades de mejora.

Se realiza una programación de la producción que permita una utilización de la planta más efectiva y organizada de manera que se reduzcan los costos de planificación y producción.

La planta cuenta con 12 secadores, los que tienen una capacidad de 12,85 kg cada secador, dando un total de 154,2 kg por el tiempo de 4 horas, que son las horas que demora la etapa de secado en finalizar.

De las 3 líneas de producción la que demora más es la elaboración de harina, que por un kilogramo procesado demora, 3 minutos en molienda 1, 7 minutos en molienda 2 y 5 minutos en la etapa de envasado y sellado. Por tanto, en las etapas finales para producir harina se demora 15 minutos en producir 1 kg de harina.

Por lo tanto en un turno de 8 horas, se elaboran 32 kilogramos y en un día se elaboran 96 kilogramos.

## 6.10 Pronóstico de la demanda

Mediante la recopilación de datos de ventas mensuales de los 7 productos de deshidratados que actualmente se están produciendo, se realiza un pronóstico de demanda ya que la empresa no cuenta con esta herramienta impidiendo que en el presente puedan establecer una proyección a corto mediano o largo plazo en cuanto a posibles ventas y/o ingresos futuros. Esto es otro factor que deriva la problemática de la escasa planificación que se desarrolla en Algueros de Navidad. Por esta razón se realiza un pronóstico de la demanda, que posteriormente otorgará datos influyentes en el análisis y las posibles mejoras en el área de producción. Se examina la información con las ventas en kilogramos de los meses del año 2015 y 2016 especificadas en las Tablas 26 y 27 respectivamente.

**Tabla 26: Ventas año 2015**

| V E N T A S 2015 en kilogramos |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
|--------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Producto                       | Ene        | Feb        | Mar        | Abr        | May        | Jun        | Jul        | Ago        | Sep        | Oct        | Nov        | Dic        |
| <b>0,5 cm</b>                  | 245        | 254        | 261        | 257        | 251        | 250        | 246        | 241        | 228        | 221        | 235        | 241        |
| <b>1 cm</b>                    | 52         | 61         | 57         | 54         | 49         | 45         | 51         | 59         | 53         | 51         | 48         | 54         |
| <b>2 cm</b>                    | 37         | 42         | 41         | 49         | 64         | 71         | 59         | 60         | 56         | 53         | 46         | 49         |
| <b>3 cm</b>                    | 31         | 36         | 33         | 31         | 35         | 32         | 37         | 41         | 40         | 44         | 48         | 58         |
| <b>57Pluma</b>                 | 20         | 22         | 23         | 20         | 22         | 25         | 21         | 0          | 0          | 0          | 10         | 17         |
| <b>Escarcha</b>                | 257        | 251        | 260        | 258        | 249        | 254        | 236        | 222        | 217        | 206        | 215        | 230        |
| <b>Harina</b>                  | 81         | 52         | 44         | 47         | 42         | 36         | 31         | 34         | 38         | 34         | 31         | 23         |
| <b>Total</b>                   | <b>723</b> | <b>718</b> | <b>719</b> | <b>716</b> | <b>712</b> | <b>713</b> | <b>681</b> | <b>657</b> | <b>632</b> | <b>609</b> | <b>633</b> | <b>672</b> |

Fuente: Registro de ventas Algueros de Navidad

**Tabla 27: Ventas año 2016**

| V E N T A S 2016 en kilogramos |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
|--------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Producto                       | Ene        | Feb        | Mar        | Abr        | May        | Jun        | Jul        | Ago        | Sep        | Oct        | Nov        | Dic        |
| <b>0,5 cm</b>                  | 252        | 262        | 258        | 261        | 265        | 259        | 248        | 240        | 254        | 257        | 253        | 250        |
| <b>1 cm</b>                    | 50         | 57         | 62         | 59         | 54         | 50         | 59         | 51         | 45         | 26         | 51         | 55         |
| <b>2 cm</b>                    | 30         | 20         | 15         | 25         | 13         | 12         | 13         | 21         | 13         | 24         | 22         | 27         |
| <b>3 cm</b>                    | 21         | 19         | 20         | 11         | 22         | 26         | 30         | 29         | 9          | 8          | 8          | 12         |
| <b>Pluma</b>                   | 15         | 4          | 9          | 5          | 10         | 10         | 9          | 0          | 0          | 0          | 0          | 10         |
| <b>Escarcha</b>                | 248        | 247        | 243        | 257        | 262        | 245        | 250        | 258        | 217        | 205        | 237        | 225        |
| <b>Harina</b>                  | 120        | 115        | 117        | 104        | 98         | 116        | 110        | 85         | 105        | 114        | 100        | 130        |
| <b>Total</b>                   | <b>736</b> | <b>724</b> | <b>724</b> | <b>722</b> | <b>724</b> | <b>718</b> | <b>719</b> | <b>684</b> | <b>643</b> | <b>634</b> | <b>671</b> | <b>709</b> |

Fuente: Registro de ventas Algueros de Navidad

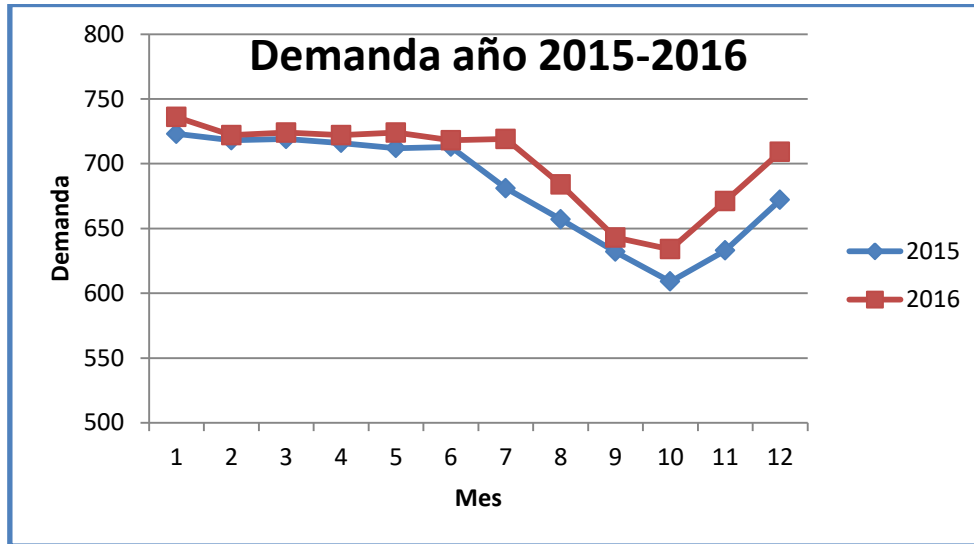
Según el estudio realizado de los tipos de pronósticos se ha decidido combinar el enfoque cualitativo y cuantitativo, utilizando las herramientas que son necesarias y se acomodan de mejor manera al tipo de empresa y demanda que poseen mensualmente en Algueros de Navidad.

Se toman características del método Jurado de opinión ejecutiva, llegando a una estimación grupal de la demanda; del método Delphi, haciendo participe a todos los integrantes de la empresa; y el método Composición de la fuerza de ventas, basándose en el historial de ventas, observando su comportamiento en el tiempo.

Por parte del enfoque cuantitativo, se decide utilizar el método de series de tiempo con variaciones estacionales en los datos. Esto debido que al analizar la demanda en los años 2015 y 2016 esta sigue un patrón repetible de incrementos o decrementos, dependiendo del mes de trabajo por lo que se estimará una demanda que seguirá la misma tendencia.

### 6.10.1 Cálculo del pronóstico

Se realiza el pronóstico de demanda a través del modelo de series de tiempo con variaciones estacionales en los datos y para ello es necesario graficar la demanda de los años 2015 y 2016 como se muestra en la ilustración 29.

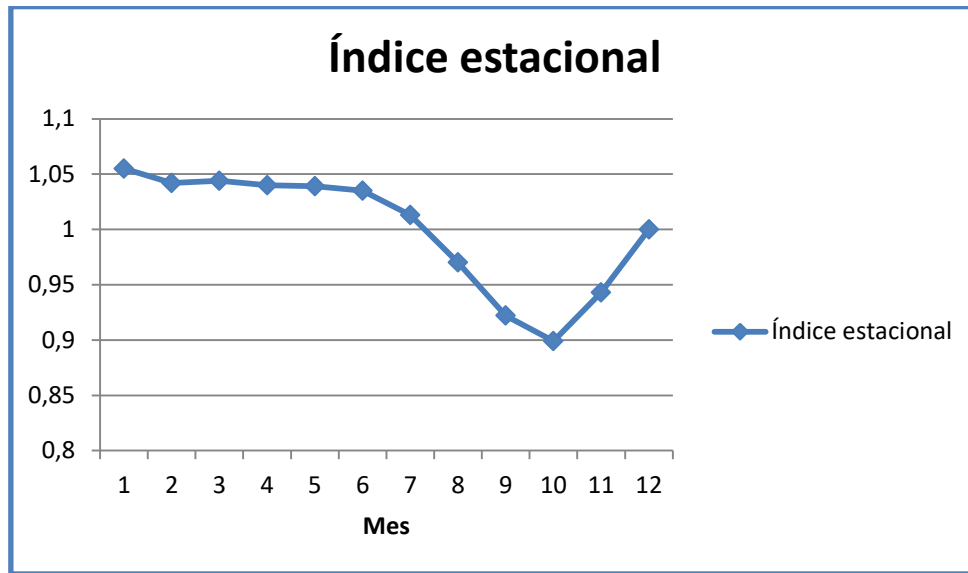


**Ilustración 29: Gráfico demanda 2015-2016**

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar la demanda posee una fluctuación característica, esto debido a la veda extractiva que establece Sernapesca para ciertos meses del año, lo que conlleva a una baja obtención de cochayuyo.

Esta cualidad se debe tener en consideración al momento de establecer un pronóstico de demanda, por lo que el método utilizado otorga un índice estacional que refleja los movimientos ascendentes o descendentes localizados en un tiempo determinado y que se aplicarán a las futuras ventas. Se realizan las operaciones matemáticas para la obtención de este índice por mes, el cual indica un porcentaje de variación de la demanda con respecto a la demanda promedio mensual. En Anexo 6 se detalla la obtención de los resultados reflejados en el gráfico de la ilustración 30.



**Ilustración 30: Índice estacional demanda de cochayuyo**

Fuente: Elaboración propia

Este método de pronóstico permite estimar la demanda anual, por lo que a través de reuniones con los diferentes actores de la empresa Algueros de Navidad se pretende maximizar las ventas. Para ello, según la capacidad calculada anteriormente de cochayuyo procesados mensualmente, se estima que en un año se deben producir 15.800 kilogramos.

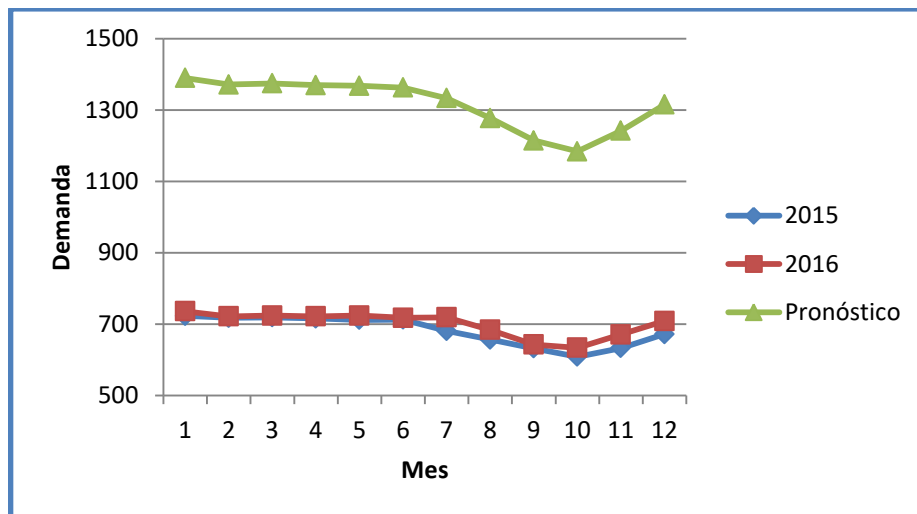
En la tabla 28 se representan los kilogramos mensuales que se deben producir, considerando la estacionalidad y la cantidad de demanda futura (para mayor detalle ver Anexo 7).

**Tabla 28: Pronóstico respecto a capacidad de la planta**

| Ene  | Feb  | Mar  | Abr  | May  | Jun  | Jul  | Ago  | Sep  | Oct  | Nov  | Dic  |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1389 | 1371 | 1374 | 1369 | 1368 | 1363 | 1333 | 1277 | 1214 | 1184 | 1242 | 1315 |

Fuente: Elaboración propia

Para concluir en la ilustración 31 se grafican los datos obtenidos y se verifica que la demanda sigue la estacionalidad que caracteriza las ventas de la empresa.



**Ilustración 31: Gráfico demanda real v/s demanda pronosticada**

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto este método de pronóstico es válido para el proceso de deshidratados de cohayuyo ya que puede hacer frente a las variaciones que presenta la producción.

### **6.11 Planeación agregada**

Para la problemática en cuestión es necesario realizar una programación agregada de la producción, se debe determinar la cantidad y tiempos de producción necesario para el futuro, no superior a 18 meses, para satisfacer la demanda pronosticada ajustada a los índices de producción. El plan agregado desarrollado implica combinar los recursos, adecuado en términos generales o globales, como pronóstico de demanda, niveles de inventario, tamaño de la fuerza de trabajo e insumos relacionados, y se selecciona la tasa de producción adecuada para la instalación durante el siguiente periodo que cubre de 3 a 18 meses.

Existen estrategias de planeación legítimas, las 5 primeras son alternativas de capacidad y las 3 siguientes son alternativas de demanda. En la tabla 32 se indica cuál de estas estrategias pueden ser aplicadas en Algueros de Navidad según la naturaleza de la empresa.

Tabla 29: Estrategias para Algueros de Navidad

| Estrategia                                                                            | Aplicable en Algueros de Navidad | Razones según naturaleza de la empresa                                                                                                                                                                                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. <b>Cambiar los niveles de inventario</b>                                           | Si                               | Algueros de Navidad puede incrementar el inventario durante una demanda baja para satisfacer cuando la demanda aumente, ya que los productos tienen más de 12 meses de durabilidad, solo limita la capacidad de inventario con la que cuenta la planta.    |
| 2. <b>Variar el tamaño de la fuerza de trabajo mediante contrataciones y despidos</b> | Si                               | Por las características del trabajo no tan especializado las capacitaciones de empleados nuevos no tomarían mucho tiempo, puede contratar trabajadores para ajustar las tasas de producción.                                                               |
| 3. <b>Variar las tasas de producción mediante tiempo extra o tiempo ocioso</b>        | Si                               | Algueros de Navidad, puede mantener la fuerza laboral actual mientras varían las horas de trabajo, reduciéndolas cuando disminuye la demanda y aumentándolas si sube, siempre y cuando las horas de trabajo semanal sean un máximo de 48 horas.            |
| 4. <b>Subcontratar</b>                                                                | No                               | Algueros de Navidad, es una de la única empresa que procesa cochayuyo para el consumo humano, por tanto no es posible la subcontratación.                                                                                                                  |
| 5. <b>Usar trabajadores de tiempo parcial</b>                                         | Si                               | La empresa puede conseguir y capacitar trabajadores, para que estén tiempo parcial en que la demanda aumente y estos puedan cubrir las fluctuaciones de ella.                                                                                              |
| 6. <b>Influir en la demanda</b>                                                       | No                               | Algueros cuenta con una comercializadora que compra el total de la producción, actualmente la demanda está copada, y no es necesario influir en ella.                                                                                                      |
| 7. <b>Ordenes pendientes durante periodos de demanda alta</b>                         | Si                               | Algueros puede recibir órdenes y pedidos que no pueden satisfacer en el momentos y si los clientes están dispuestos a esperar, la empresa los puede producir cuando cuenten con veda extractiva y puedan procesar la materia prima que está en inventario. |
| 8. <b>Mezclar productos y servicios con estacionalidad opuesta</b>                    | No                               | No se puede nivelar las actividades elaborando productos con estacionalidad opuesta, ya que el producto elaborado no cuenta con estacionalidad definida, y es demandado todo el año.                                                                       |

Fuente: Elaboración propia

Según la naturaleza de la empresa Algueros de Navidad, detalle y razones descritas anteriormente de las estrategias de planeación que pueden o no ser aplicables, se decide la combinación de las alternativas, creando una estrategia mixta para lograr costos mínimos.

Para la elaboración de un plan agregado adecuado se utilizan técnicas para generar una mejor estrategia y establecer un plan de producción factible. Dentro de las técnicas más importantes para la programación agregada se encuentra el método gráfico, el que se basa en prueba y error, es fácil de entender, da muchas soluciones, pero la solución elegida puede no ser la óptima, también está la simulación la cual se basa en parámetros de cambio, es un modelo complejo y difícil de entender por administradores.

Para la realización de la planificación se utiliza la técnica de simulación, realizando una posterior comparación de los resultados entregados entre la situación actual de la empresa y la propuesta de mejora a implementar.

Para la técnica gráfica se necesita determinar la demanda agregada en cada período, determinar la capacidad para el tiempo normal, el tiempo extra y las subcontrataciones en cada período, costos de mano de obra, contratación y despidos, costos de mantener inventarios, considerar políticas de la empresa que aplica a trabajadores o niveles de inventario, desarrollar planes alternativos y examinar sus costos totales.

## 5.12 Plan Maestro de Producción

Como resultado de la etapa de experimental, la empresa Algueros de Navidad debe seguir una programación a través de un plan maestro de producción de acuerdo a la demanda de productos finales en un periodo de 12 meses, con un rango de holgura que permite a la empresa hacer frente a posibles desviaciones de la demanda que se produzcan debido a factores operativos, decisiones estratégicas, factores naturales, entre otros. Además, tener en cuenta el tiempo en que la extracción de cochayuyo se encuentra en veda, por lo que se debe poner énfasis en los 6 meses que está permitida la libre extracción.

Para realizar un PMP se requiere la información presentada en la tabla 29 que relaciona el inventario inicial (que se determinará con 1600 kilogramos por defecto), las órdenes de pedidos (se determinará con 1500 kilogramos mensuales por defecto) y el pronóstico que se determinó en el apartado anterior.

**Tabla 30: Información de entrada para PMP**

|                                | M E S E S |      |      |      |      |      |
|--------------------------------|-----------|------|------|------|------|------|
|                                | Nov       | Dic  | Ene  | Feb  | Mar  | Abr  |
| <b>Pronóstico (kg)</b>         | 1242      | 1315 | 1389 | 1371 | 1374 | 1369 |
| <b>Pedidos (kg)</b>            | 1500      | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 |
| <b>Inventario inicial (kg)</b> | 1600      |      |      |      |      |      |

Fuente: Elaboración propia

Según el estudio realizado se determina un tamaño de lote fijo de 1600 kilogramos de algas deshidratadas para realizar la operación, por lo que se requiere la siguiente plantilla como se muestra en la tabla 30.

**Tabla 31: Plantilla PMP**

|                           | M E S E S |      |      |      |      |      |
|---------------------------|-----------|------|------|------|------|------|
|                           | Nov       | Dic  | Ene  | Feb  | Mar  | Abr  |
| <b>Inventario inicial</b> | 1600      |      |      |      |      |      |
| <b>Pronóstico</b>         | 1242      | 1315 | 1389 | 1371 | 1374 | 1369 |
| <b>Pedidos</b>            | 1500      | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 |
| <b>Inventario final</b>   |           |      |      |      |      |      |
| <b>PMP</b>                |           |      |      |      |      |      |

Fuente: Elaboración propia

El primer paso a realizar corresponde a validar si el inventario inicial cubre la necesidad del periodo, el cual se determina como el máximo valor entre el pronóstico y el pedido.

$$\text{Inventario inicial} < \text{Max (Pronóstico, Pedido)}$$

En el caso que el inventario no tenga la capacidad de cubrir el requerimiento solicitado, se dice que acudirá del PMP. Entonces:

$$\text{PMP} > 0$$

Como se determinó anteriormente el PMP tendrá un valor fijo de 1600 kilogramos cuando sea requerido.

El siguiente paso corresponde a calcular el inventario final de cada período, determinado de la siguiente manera:

$$\text{Inventario final} = \text{Inventario inicial} + \text{PMP} - (\text{Max}(\text{pronostico}, \text{pedido}))$$

(5)

El inventario inicial de cada periodo corresponde al inventario final del periodo anterior.

En la tabla 31 se resume el procedimiento explicado para el período de 6 meses de mayor producción.

**Tabla 32: Ejemplo de PMP en 6 meses de producción**

|                           | M E S E S |      |      |      |      |      |
|---------------------------|-----------|------|------|------|------|------|
|                           | Nov       | Dic  | Ene  | Feb  | Mar  | Abr  |
| <b>Inventario inicial</b> | 1600      | 100  | 200  | 300  | 400  | 500  |
| <b>Pronóstico</b>         | 1242      | 1315 | 1389 | 1371 | 1374 | 1369 |
| <b>Pedidos</b>            | 1500      | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 |
| <b>Inventario final</b>   | 100       | 200  | 300  | 400  | 500  | 600  |
| <b>PMP</b>                | 0         | 1600 | 1600 | 1600 | 1600 | 1600 |

Fuente: Elaboración propia

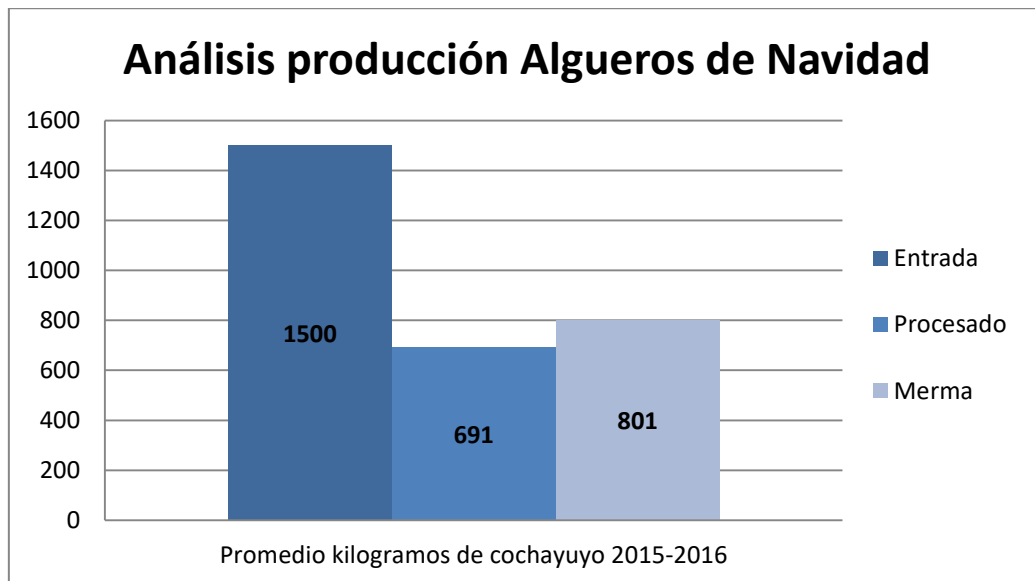
Se puede observar que las oportunidades de mejora del método recaen en el tamaño de lote que se determine en el PMP, además en la mayoría de las situaciones se posee un inventario final por lo que este aumento brindará un porcentaje a procesar en los meses que se determine la veda de extracción.

### 6.13 Propuestas de Mejora

Ya obtenidos datos relevantes de la empresa se procede a proponer mejoras en el proceso para disminuir costos, mermas y tiempos ociosos, optimizando la capacidad tanto de instalación como de producción, en consecuencia esto puede brindar un aumento en los ingresos. Además se pretende utilizar la mayor cantidad de cochayuyo permitido anualmente por Sernapesca equivalente a 68.344kilogramos.

Es importante destacar que se tomó la demanda de los años 2015 y 2016 como base para simular y validar las propuestas. Además se pretende utilizar el 100% de los recursos en una jornada de trabajo.

La ilustración 32 muestra un resumen de la producción mensual de algas deshidratadas, reflejando la excesiva cantidad de merma que supera el 50% del total de cochayuyo recibido mensualmente.



**Ilustración 32: Análisis producción Algueros de Navidad**

Fuente: Elaboración propia en base a investigación

### 6.13.1 Propuesta 1

La propuesta de mejora n°1 consiste en una planificación de producción de deshidratados de cochuayuyos a mediano plazo. Se pretende realizar un aumento en la fuerza laboral, es decir, contratación de personal para aprovechar en su totalidad las instalaciones con las que cuenta la empresa.

Tras el estudio realizado al funcionamiento de la empresa, a través de una investigación tanto cualitativa como cuantitativa, se llega a la determinación que las áreas de producción de la planta tienen una capacidad mayor para incluir más personal.

Los procesos que requieren mayor rapidez en realizar su operación son: A (Lavado y selección de corte), B (corte mecánico) y C (corte manual). Es aquí donde se necesita la mayor cantidad de mano de obra para agilizar el proceso y evitar la merma de los productos, dejando la mayor cantidad en el área de secado. Según el estudio y cálculo realizado se designa que la capacidad de persona por área es la que se muestra en la tabla 33:

**Tabla 33: Capacidad de operarios por área**

| Proceso                     | Símbolo | N° operarios |
|-----------------------------|---------|--------------|
| Lavado y selección de corte | A       | 3            |
| Corte máquina               | B       | 3            |
| Corte manual                | C       | 5            |

Fuente: Elaboración propia en base a la investigación

En la etapa de secado y limpieza II no se necesita personal adicional, ya que según los tiempos obtenidos anteriormente, los operarios de corte deben dejar el cochuayuyo en los secadores y realizar la limpieza II.

La etapa final de la producción de deshidratados de cochuayuyo requiere un tiempo acotado para ser realizado, considerablemente menor a la primera y principal etapa. Por lo tanto, para que el proceso se realice de manera continua, se calcula que solo se necesitan 2 operarios en los procesos E, F y G.

### 6.13.1.1. Escenario 1: 1 Turno

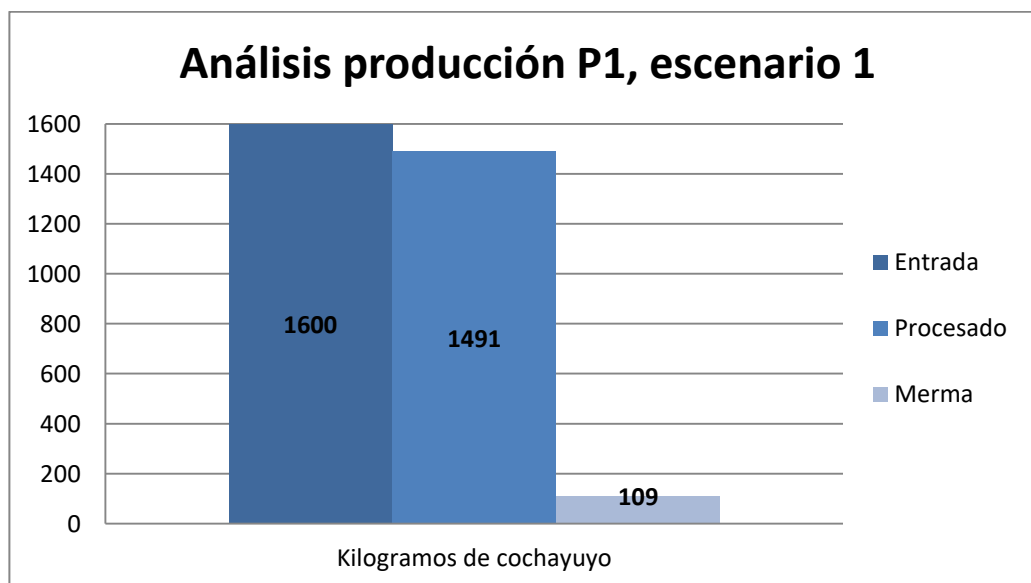
Consiste en la contratación de 7 operarios para alcanzar una totalidad de 13 trabajadores. Su jornada laboral constará de 22 días mensuales con 8 horas diarias. Ver tabla 34.

**Tabla 34: Propuesta 1, escenario 1**

|                     | Actuales | Adicionales | Total |
|---------------------|----------|-------------|-------|
| <b>Trabajadores</b> | 6        | 7           | 13    |

Fuente: Elaboración propia

A través de la simulación se obtiene una considerable mejora en la utilización de los recursos, pudiendo procesar un 93,19% del producto que ingresa y disminuyendo el porcentaje de merma como se puede apreciar en el gráfico de la ilustración 33.



**Ilustración 33: Gráfico propuesta1, escenario 1**

Fuente: Elaboración propia

### 6.13.1.2. Escenario 2: 2 Turnos

Calculadas las horas de producción eficiente dentro de la planta, se evalúa la posibilidad de trabajar con doble turno, consistiendo en 8 horas diarias de lunes a viernes. Primer turno de 7:00 a 15:00 horas y segundo turno de 15:00 a 23:00 horas. Horario determinado considerando la temperatura óptima de secado.

Como se demostró en el escenario 1, una fuerza laboral de 13 trabajadores logra procesar cerca del 100% del producto que ingresa a la empresa. En este caso necesitarán 26 trabajadores, aumento de personal que implica un aumento en la materia prima que ingresa para aprovechar las nuevas capacidades que se poseen y no se genera un alto nivel de ocio. Ver tabla 35.

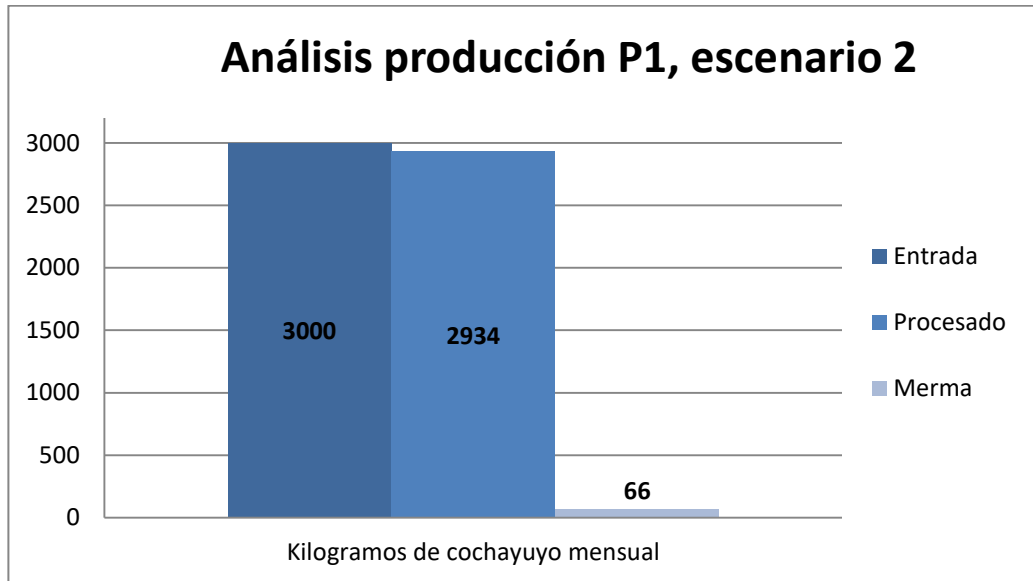
**Tabla 35: Propuesta 1, escenario 2**

|                                  | Actuales | Adicionales | Total |
|----------------------------------|----------|-------------|-------|
| <b>Trabajadores<br/>Turno 1</b>  | 6        | 7           | 13    |
| <b>Trabajadores<br/>Turno 2</b>  | 0        | 13          | 13    |
| <b>Total de<br/>trabajadores</b> |          |             | 26    |

Fuente: elaboración propia

Ingresando el doble de cochayuyo que Algueros de Navidad intenta procesar actualmente se aumenta en un 424% (actualmente ingresan 1500 kilogramos y se procesan 691 kilogramos) la cantidad de producto final, coordinando las labores a realizar por turno y teniendo en cuenta el proceso de secado como cuello de botella.

El gráfico de la ilustración 34 representa la producción obtenida en este escenario, obteniendo un 97,8% de eficiencia.



**Ilustración 34: Gráfico propuesta 1, escenario 2**

Fuente: Elaboración propia

### 6.13.2 Propuesta 2

La propuesta n°2 requiere hacer algunas modificaciones al proceso actual, además de una contratación de personal se pretende aumentar el inventario de máquinas de corte con tal de acelerar este proceso y evitar el manejo directo de los operarios con herramientas de alto filo que pueden causar daños por manipulación.

Se determina eliminar la etapa de corte manual, en consecuencia también el proceso de selección de corte, enviando directamente el cochayuyo lavado a la máquina que se encuentre disponible. Cada máquina será utilizada por un operario, manteniendo un constante funcionamiento en esta etapa crítica, los cuales también realizarán la limpieza cuando el producto esté seco.

#### 6.13.2.1. Escenario 1: Reemplazo de operarios de corte manual por máquinas

En el área de lavado se sitúan dos operarios, se reemplazan los operarios que se encuentran actualmente en el área de corte manual por operarios de máquinas de corte, siendo estas operadas cada una por un trabajador, por lo tanto se debe invertir en la compra de 3 máquinas.

Con esto se pretende acelerar una etapa crítica y se evita la pérdida de cochayuyo por no ser procesado, problema que afecta considerablemente la alta acumulación de merma.

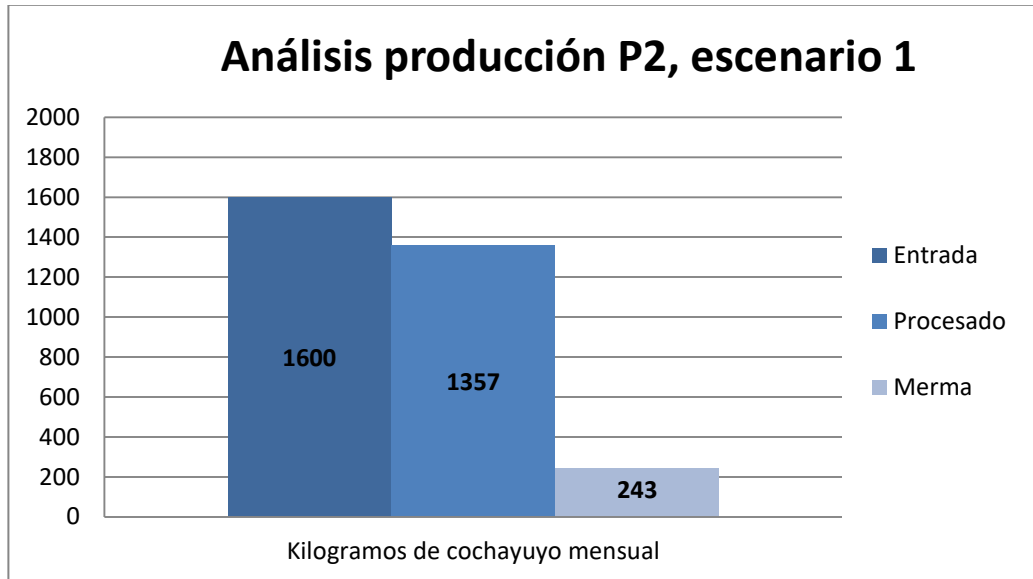
Además se pretenden instalar dos molinos, uno para la obtención de cochayuyo en escarcha y otro para harina de cochayuyo.

**Tabla 36: Propuesta 2, escenario 1**

|                     | Actuales | Adicionales | Total |
|---------------------|----------|-------------|-------|
| <b>Trabajadores</b> | 6        | 6           | 12    |
| <b>Máquinas</b>     | 3        | 3           | 6     |
| <b>Molinos</b>      | 2        | 2           | 4     |

Fuente: Elaboración propia

La ilustración 35 muestra un análisis de este escenario con un aumento del cochayuyo que ingresa debido a que el corte con máquinas requiere de un tiempo menor que el proceso eliminado y con la pretensión de procesar la mayor cantidad de cochayuyo que es permitido por Sernapesca.



**Ilustración 35: Gráfico propuesta 2, escenario 1**

Fuente: Elaboración propia

La merma corresponde a un 15,19% del total de producto ingresado y la producción es equivalente al proceso realizado con personal de corte manual.

### 6.13.2.2. Escenario 2: Adquisición de máquinas

Según el estudio 3 máquinas realizan el trabajo de 5 operarias en el mismo tiempo de producción, como se analizó en la propuesta 1, que se establecieron esta cantidad de operarios en la etapa de corte. En consecuencia 6 máquinas realizarán la misma producción. Para aumentar la producción de cohayuyo deshidratado al doble se pretende invertir en 9 máquinas de corte.

Además se requiere situar a 4 personas en el área de lavado, con el objetivo de acelerar la etapa A que es en la cual también se acumulaba un alto porcentaje de cohayuyo y al no poder enviarlo a la siguiente fase se desperdiciaba creando un alto nivel de merma.

Otra inversión se realizará en los molinos con la adquisición de 2 adicionales, 1 por cada molienda. Es decir, dos molinos para molienda1 y dos molinos para molienda2. Esta labor la realizarán dos operarios.

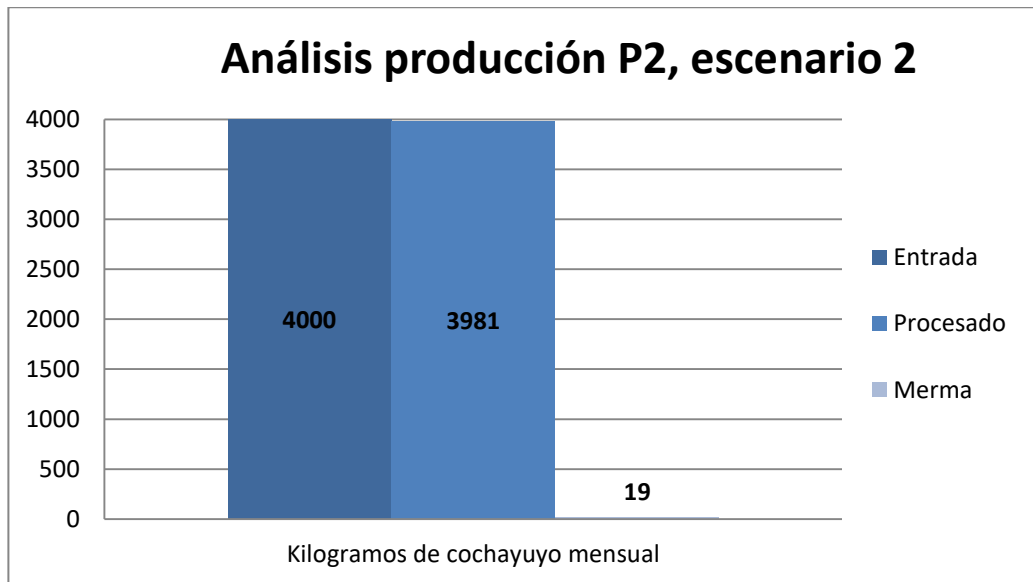
En conclusión, la propuesta requiere 20 operarios, 9 máquinas más y 2 molinos extras. Este aumento conlleva un aumento en la materia prima que ingresa, ya que el proceso será más rápido. Ver tabla 37.

**Tabla 37: Propuesta 2, escenario 2**

|                     | Actuales | Adicionales | Total |
|---------------------|----------|-------------|-------|
| <b>Trabajadores</b> | 6        | 14          | 20    |
| <b>Máquinas</b>     | 3        | 9           | 12    |
| <b>Molinos</b>      | 2        | 2           | 4     |

Fuente: Elaboración propia

En el gráfico de la ilustración 36 se analiza la producción con esta nueva propuesta, obteniendo una producción cercana al 100% del producto que ingresa y disminuyendo la merma al mínimo.



**Ilustración 36: Gráfico propuesta 2, escenario 2**

Fuente: Elaboración propia

### 6.13.2.3. Escenario 3: Adquisición de máquinas y doble turno

Como se menciona en apartados anteriores, se pretende aumentar la producción con el objetivo de utilizar el 100% del cochayuyo extraíble permitido por Sernapesca. Por lo tanto, en este escenario se pretende realizar una inversión en 9 máquinas de corte y 2 molinos. Además se requiere trabajar en doble turno con un horario de 7:00 a 15:00 horas y de 15:00 a 23:00 horas, con una fuerza laboral de 20 trabajadores por turno.

**Tabla 38: Propuesta 2, escenario 3**

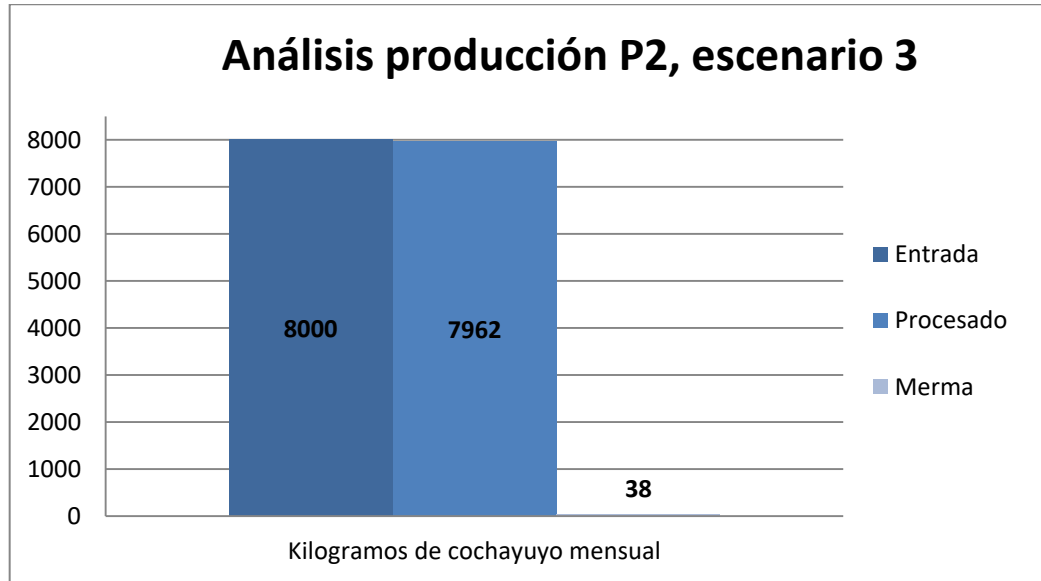
|                                 | Actuales | Adicionales | Total |
|---------------------------------|----------|-------------|-------|
| <b>Trabajadores<br/>Turno 1</b> | 6        | 14          | 20    |
| <b>Trabajadores<br/>Turno 2</b> | 0        | 20          | 20    |
| <b>Máquinas</b>                 | 3        | 9           | 12    |
| <b>Molinos</b>                  | 2        | 2           | 4     |

Fuente: Elaboración propia

Los operarios se distribuyen de la siguiente manera:

- 4 trabajadores en Lavado
- 12 trabajadores en cada máquina de corte
- Los mismos 12 operarios realizan la limpieza
- 2 trabajadores en los molinos
- 2 trabajadores en envasado

En el gráfico de la ilustración 37 se puede apreciar un aumento en el cochayuyo que ingresa a la planta, distribuido en 4000 kilogramos por turno. La merma se disminuye el mínimo, siendo una cantidad depreciable para las pretensiones de la empresa.



**Ilustración 37: Gráfico propuesta 2, escenario 3**

Fuente: Elaboración propia

Al ingresar 8000 kilogramos mensuales se alcanza a procesar el 93,64% del cochayuyo permitido por Sernapesca en un año en el octavo mes, por lo que para este caso es necesario establecer una planeación que incluya en el proceso un almacenamiento de producto en proceso, es decir, postergar un porcentaje de producto a envasar ya que según el estudio realizado, en estas condiciones es posible almacenar el producto por 6 meses.

### **6.13.3 Análisis de propuestas y escenarios**

En este apartado se resume y compara la simulación realizada a la situación actual de la empresa con los distintos escenarios como propuestas de mejora en relación al aumento de producción teniendo en cuenta las capacidades tanto de la empresa como de extracción de cochayuyo.

Cabe mencionar que todas las propuestas conllevan un aumento en la producción por lo que son consideradas factibles, pero es necesario encontrar la que sea óptima en cuanto a los requerimientos y restricciones que posea la empresa.

#### Propuesta 1, escenario 1: Aumento de personal

Se trabaja 22 días al mes, 8 horas al día con un total de fuerza laboral de 13 trabajadores. Se ingresa mensualmente 1600 kilogramos, aumento aceptable para procesar en el período determinado. Este escenario logra procesar 93,19% de cochayuyo y la merma corresponde al 6,81%.

La propuesta 1 escenario 1 es una mejora factible para la producción de algas deshidratadas, pero solo procesa un 28,09% del cochayuyo permitido por Sernapesca.

#### Propuesta 1, escenario 2: Doble turno y aumento de personal

Se trabaja 22 días al mes, 8 horas al día con un total de fuerza laboral de 13 trabajadores por turno. Se ingresa mensualmente 3000 kilogramos de cochayuyo debido a la mayor cantidad de tiempo para la producción de cochayuyo deshidratado. Este escenario logra procesar 97,8% de cochayuyo y la merma corresponde al 2,2%.

Esta propuesta es una mejora factible, sin embargo, solo se procesa el 52,67% de kilogramos de extracción permitidos anualmente por Sernapesca.

### Propuesta 2, escenario 1: Reemplazo de mano de obra por máquinas de corte

Se trabaja 22 días al mes, 8 horas al día con un total de fuerza laboral de 12 trabajadores. Se ingresa mensualmente 1600 kilogramos de cochayuyo, unidades determinadas aceptables para procesar en el periodo establecido. Se logra procesar 84,81% de cochayuyo y la merma corresponde al 15,19%.

Este escenario es una mejora factible, pero sigue existiendo un alto porcentaje de merma, uno de los parámetros principales que se pretende eliminar.

### Propuesta 2, escenario 2: Reemplazo e inversión de mano de obra por máquinas de corte

Se trabaja 22 días al mes, 8 horas al día con un total de fuerza laboral de 20 trabajadores. Se ingresa mensualmente 4000 kilogramos de cochayuyo para aprovechar el tiempo en que la veda de extracción no está activa. Este escenario logra procesar 99,5% de cochayuyo y la merma corresponde al 0,5%.

Este escenario es una propuesta factible para la producción de algas deshidratadas ya que aprovecha cerca de un 100% de la materia prima y disminuye la pérdida a un porcentaje casi nulo. Además, se procesa el 70,23% el cochayuyo permitido por Sernapesca.

### Propuesta 2, escenario 3: Compra de máquinas y doble turno

Se trabaja 22 días al mes, 8 horas al día por turno, con una fuerza laboral de 20 trabajadores. Se ingresan 8000 kilogramos de cochayuyo mensualmente, aumentando a un 70% del cochayuyo permitido para procesar anualmente. En este escenario se logra procesar un 99% del cochayuyo que ingresa, teniendo en consideración las horas óptimas de secado.

Este escenario es una propuesta factible para aplicar en Algueros de Navidad ya que se logra procesar el 100% de cochayuyo permitido para extraer en un año.

En resumen (tabla 39) se determina que las mejoras factibles a implementar en la empresa Algueros de Navidad son: escenario 2 de la propuesta 1, escenario 2 de propuesta 2 y escenario 3 de propuesta 2, ya que cumplen con las restricciones de extracción de cochayuyo y se aprovecha al máximo lo que está permitido, además la pérdida de materia prima disminuye a menos del 10%, teniendo en consideración que en la situación actual se está desperdiciando la mitad de cochayuyo que ingresa.

**Tabla 39: Resumen de resultados de escenarios analizados**

| Resumen de resultados |           |           |           |           |           |           |
|-----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Parámetros            | Situación | Prop.1    | Prop.1    | Prop.2    | Prop.2    | Prop.2    |
|                       | actual    | escenario | escenario | escenario | escenario | escenario |
|                       |           | 1         | 2         | 1         | 2         | 3         |
| <b>Producción</b>     | 46,07%    | 93,19%    | 97,8%     | 84,81%    | 99,53%    | 99,5%     |
| <b>Merma</b>          | 53,93%    | 6,81%     | 2,2%      | 15,19%    | 0,47%     | 0,5%      |

Fuente: Elaboración propia

Otro factor importante a destacar son los kilogramos que ingresan y son posibles procesar en un año, teniendo en consideración el límite de cochayuyo extraíble en un año determinado por Sernapesca (68.344 kilogramos). Ver tabla 40.

**Tabla 40: Resumen de extracción de cochayuyo**

| Resumen de extracción             |           |           |           |           |           |           |
|-----------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                                   | Situación | Prop.1    | Prop.1    | Prop.2    | Prop.2    | Prop.2    |
|                                   | actual    | escenario | escenario | escenario | escenario | escenario |
|                                   |           | 1         | 2         | 1         | 2         | 3         |
| <b>Cochayuyo ingresado al mes</b> | 1.500     | 1.600     | 3.000     | 1.600     | 4.000     | 8.000     |
| <b>Meses de producción al año</b> | 12        | 12        | 12        | 12        | 12        | 8,5       |
| <b>Cochayuyo procesado</b>        | 18.000    | 19.200    | 36.000    | 19.200    | 48.000    | 68.000    |
| <b>% de extracción</b>            | 26,3%     | 28,1%     | 52,7%     | 28,1%     | 70,2%     | 99,5%     |

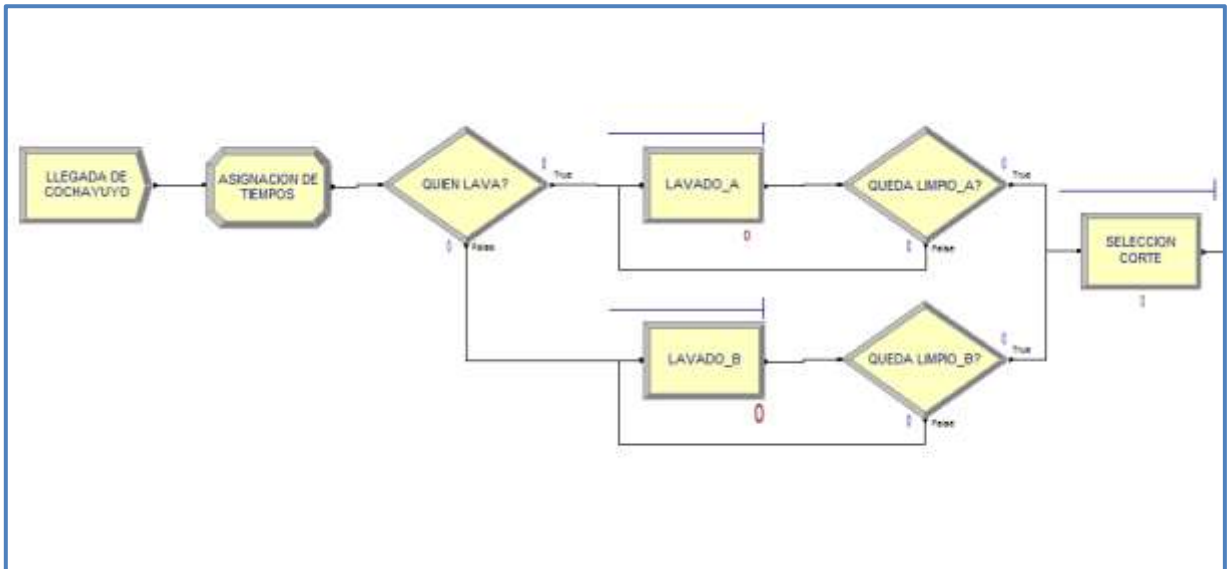
Fuente: Elaboración propia

### 6.13.4 Validación propuesta de mejora

En este apartado se visualizarán las propuestas de mejora determinadas como factibles para el proceso de deshidratado de cochayuyo a través del Software Arena.

#### 6.13.4.1 Simulación propuesta de mejora 1, escenario 1

Se da inicio a la simulación con el módulo de Llegada de cochayuyo y la asignación de tiempos. Posteriormente cada módulo de proceso representa un operario, por lo tanto la ilustración 38 identifica a 3 trabajadores en la etapa A, 2 operarios en lavado y 1 en selección de corte.

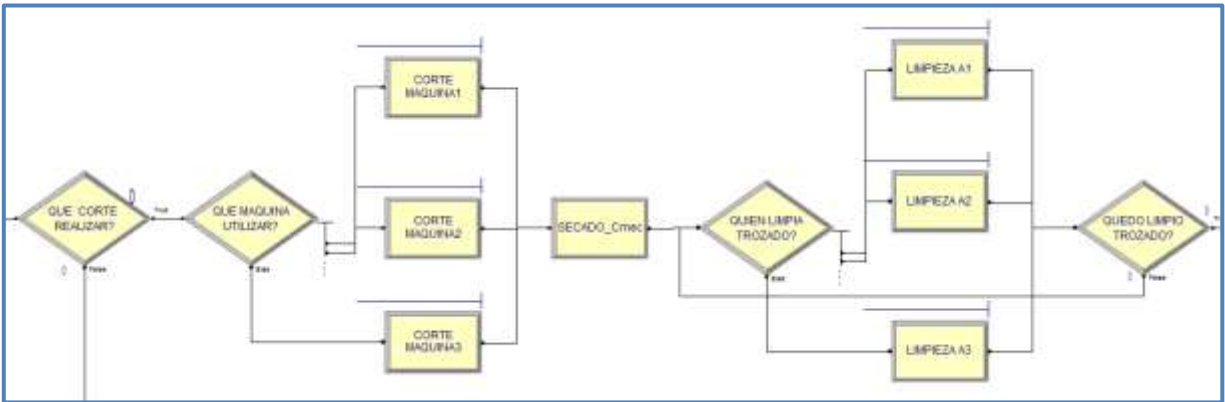


**Ilustración 38: Proceso A, Lavado y selección de corte**

Fuente: Elaboración propia con Software Arena

Posteriormente se decide que corte realizar, enviado el 50% de las unidades a cada tipo de proceso. En el área de corte mecánico se requiere un trabajador por máquina y el módulo de decisión se programa lógicamente de manera que las unidades se dirijan al operario que se encuentre desocupado o que tenga menos productos en proceso. Estos mismos trabajadores realizan la inspección para verificar la limpieza del producto. Entre estas etapas se encuentra el proceso de secado (“SECADO\_Cmec”) que corresponde al cochayuyo proveniente del corte mecánico.

En la ilustración 39 se muestra el proceso B que consta de las etapas: corte mecánico, secado y limpieza.

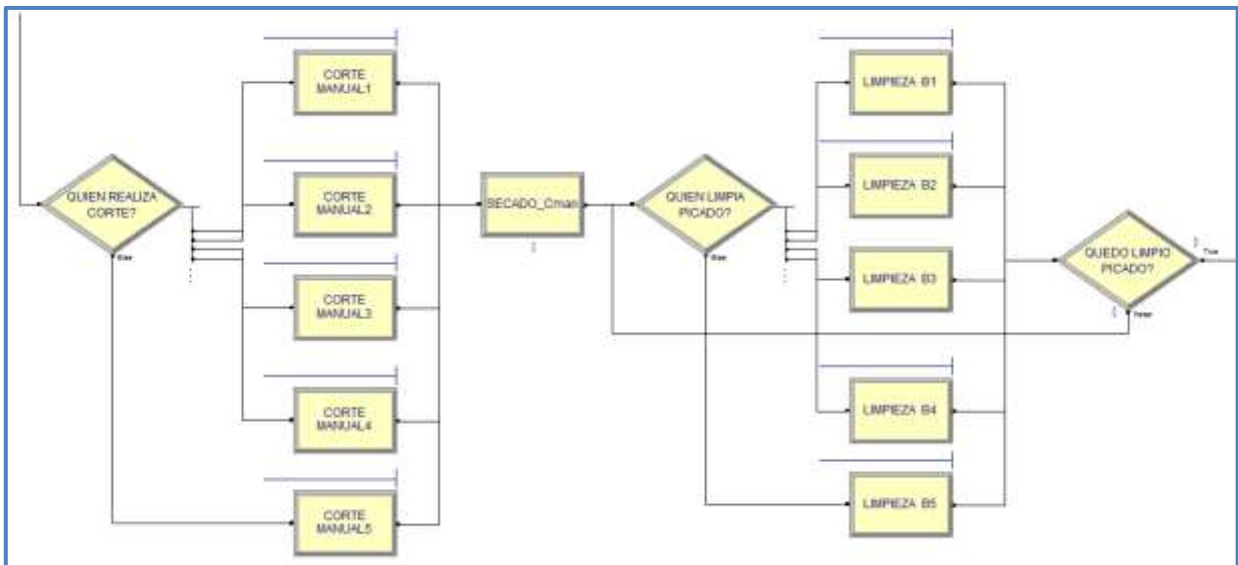


**Ilustración 39: Proceso B, corte manual**

Fuente: Elaboración propia con Software Arena

El 50% restante de unidades es enviado al proceso de corte manual donde es posible que realicen esta labor 5 operarios, los cuales de igual manera realizan la verificación de limpieza. Es necesario instaurar un módulo de decisión y programarlo lógicamente para que envíe las unidades al trabajador que esté desocupado o que tenga menos productos en proceso. Entre estas etapas se encuentra el proceso de secado (“SECADO\_Cman”) que corresponde al cochayuyo proveniente del corte manual.

La ilustración 40 representa el proceso C con los procesos de: corte manual, secado y limpieza.

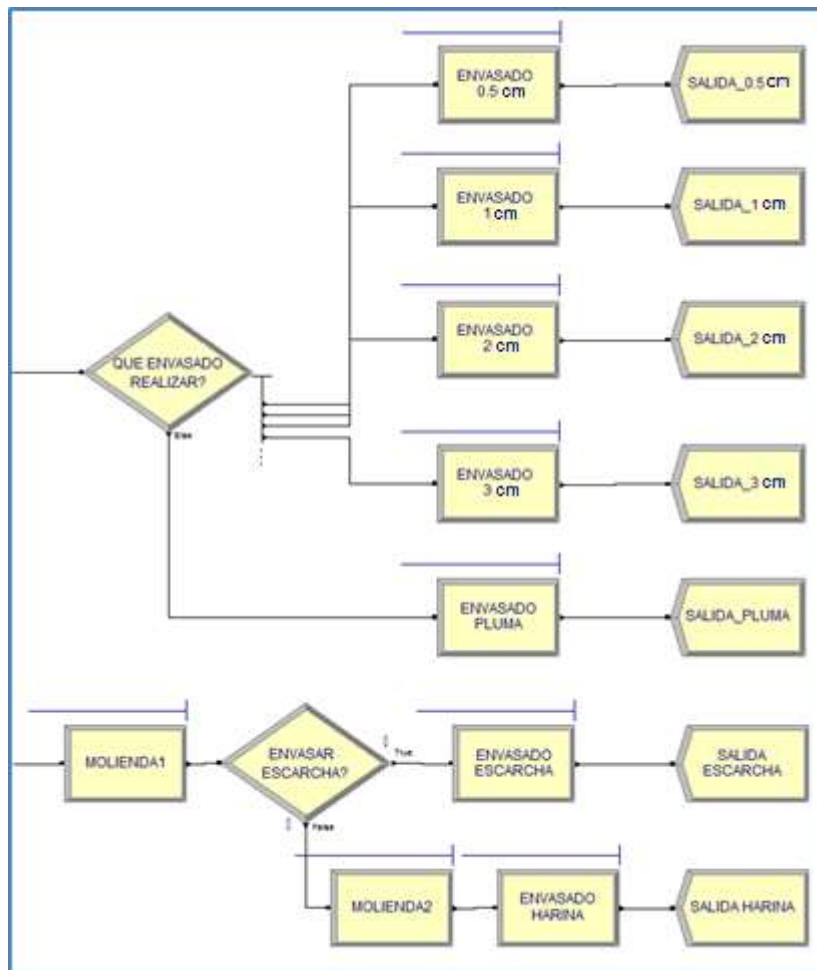


**Ilustración 40: Proceso C, corte manual**

Fuente: Elaboración propia con Software Arena

Las últimas etapas del proceso cuentan con 3 trabajadores; 1 para cada molienda y 1 para realizar los envasados. Las unidades que ingresan a la etapa de envasado se distribuyen a través de un módulo de decisión que se programa porcentualmente a la salida de kilogramos de cochayuyo deshidratado que tiene actualmente la empresa.

En la ilustración 41 se muestra el proceso de molienda 1 y 2, y el proceso de envasado en los diferentes calibres que se ofrecen.



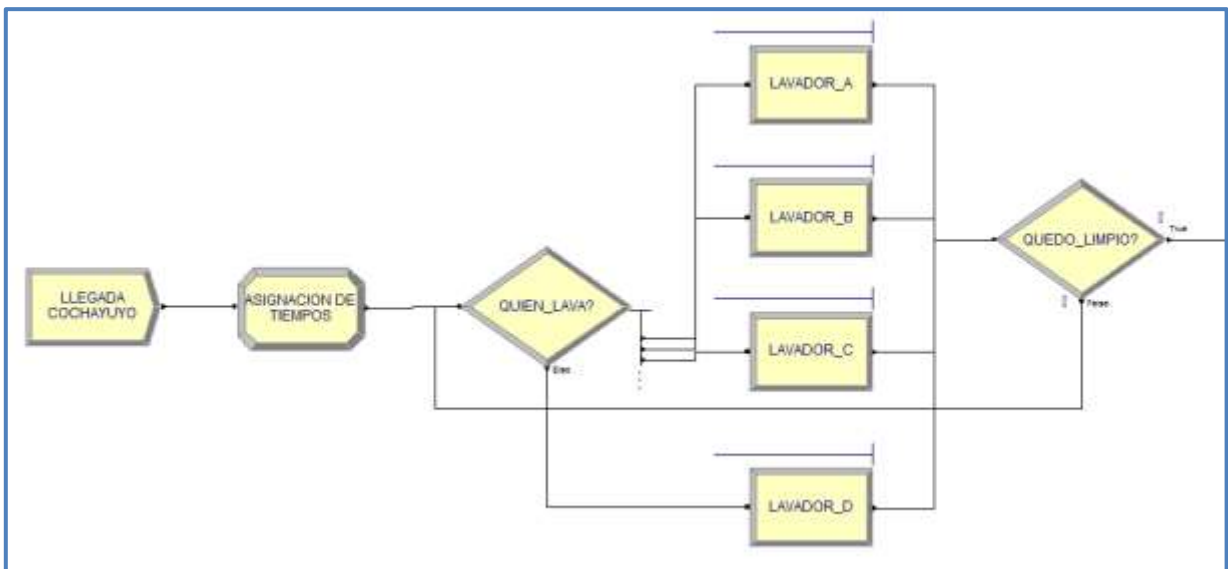
**Ilustración 41: Proceso E-F-G, molienda1, molienda2 y envasado**

Fuente: Elaboración propia con Software Arena

### 6.13.4.2 Simulación Propuesta de mejora 2, escenario 2

Se da inicio a la simulación con el módulo de Llegada de cochayuyo y la asignación de tiempos. Posteriormente se realiza el proceso de lavado con 4 operarios. Se utiliza un módulo de decisión para distribuir las unidades de manera lógica al trabajador que se encuentre desocupado o con menos productos en proceso. Se elimina el proceso de selección de corte, ya que las máquinas realizarán todo este proceso.

En la ilustración 42 se muestra el proceso A con la llegada de cochayuyo y etapa de lavado con su respectivo control de calidad para evitar que el producto contenga impurezas provenientes del mar.



**Ilustración 42: Proceso A, lavado**

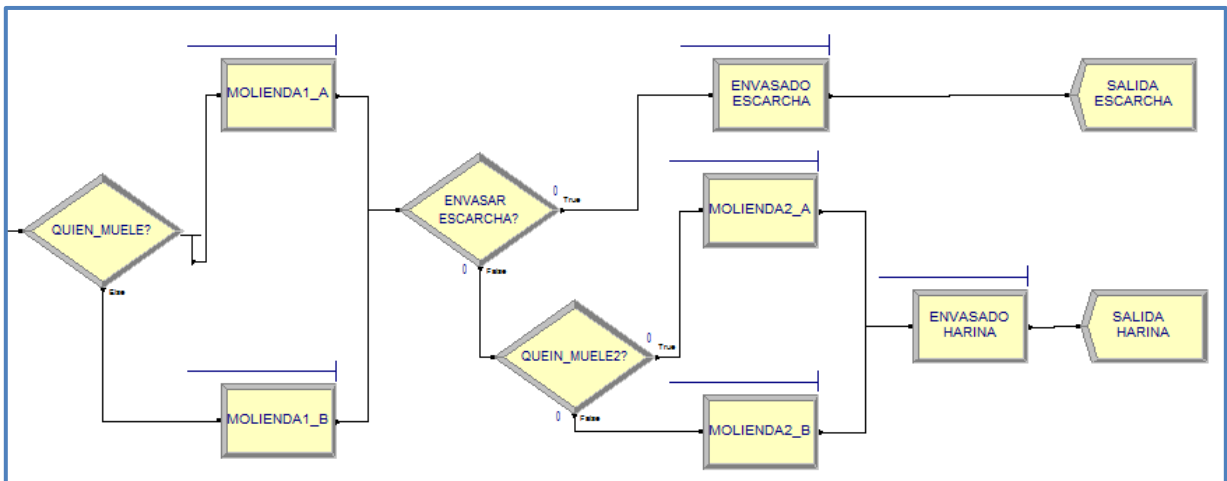
Fuente: Elaboración propia con Software Arena



Siguiente al proceso de limpieza, el 50% del producto que se encuentra en esta área se envía a la etapa de molienda, operada con 2 trabajadores uno por cada producto, escarcha o harina.

En primera instancia se instaura un módulo de decisión ¿“QUIEN MUELE?” programado lógicamente para enviar el producto al molino que se encuentre desocupado o con menos cochayuyo en proceso, de aquí se obtiene escarcha de cochayuyo correspondiente al 70% del producto que ingresa a Molienda1, se dirige a envasar por el encargado de este proceso en todos los calibres.

El 30% restante de cochayuyo es enviado a una segunda molienda, siguiendo la misma lógica de procesarlo en el molino que se encuentre desocupado o con menos producto en proceso. De aquí se obtiene harina de cochayuyo envasándola para guardarla como producto final.

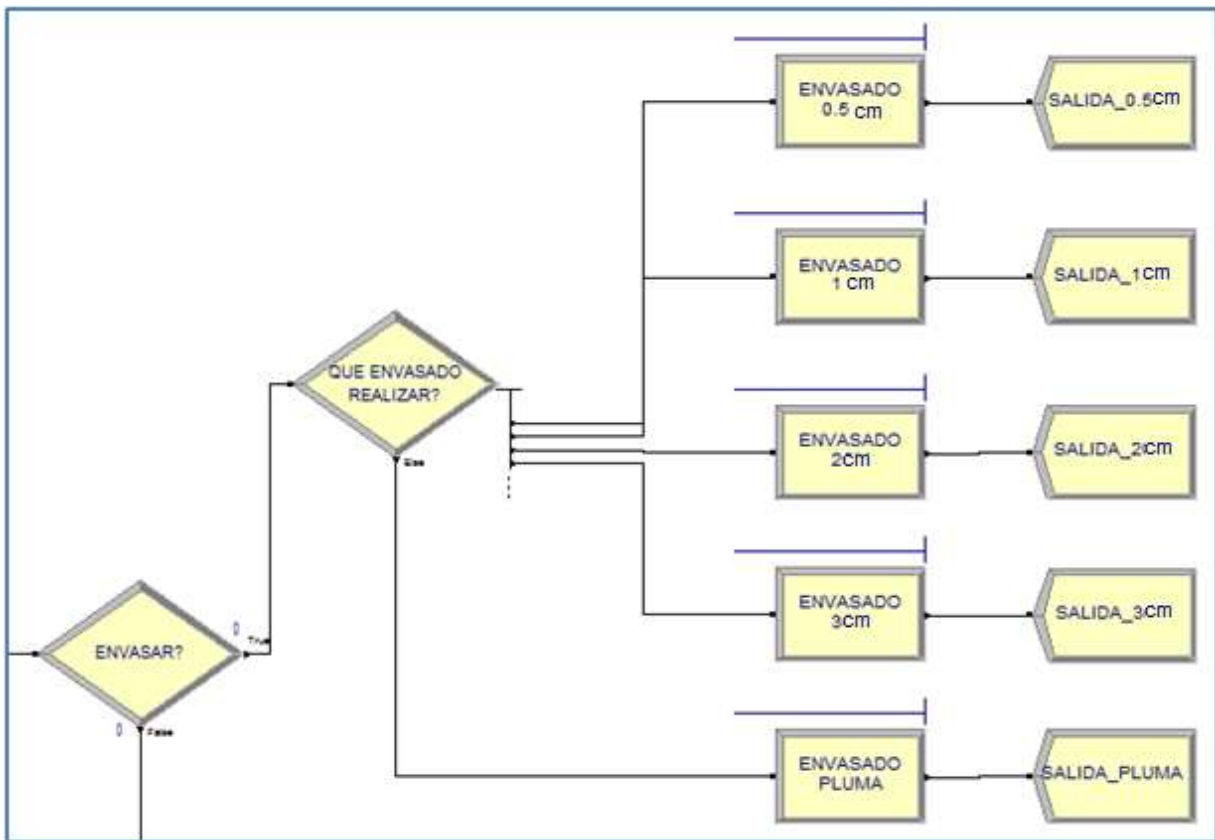


**Ilustración 44: Etapa C, Molienda**

Fuente: Elaboración propia con Software Arena

Paralelamente el otro 50% del cochayuyo que se encuentra en limpieza es enviado al proceso de envasado con un operario para todos los diferentes productos que ofrece Algueros de Navidad. Se instala un módulo de decisión programado de manera porcentual ya que los cortes se realizaron de acuerdo a la demanda de los distintos calibres.

Por último se instala un módulo de Salida el cual tiene integrado un contador para cuantificar el producto final que se obtiene. Ver ilustración 45.



**Ilustración 45: Etapa D, Envasado**

Fuente: Elaboración propia con Software Arena

## 6.14 Control de la producción

El control de la producción consiste en medir y supervisar los resultados, comparando las mediciones con los planes propuestos y cuando sea necesario realizar las modificaciones correspondientes (Beltrán, 2013). Por lo tanto, este se define y ejerce desde la fase de planeación, determinando las variables claves del éxito asociadas a los objetivos y recursos disponibles. Es un instrumento gerencial integral y estratégico que, apoyado en indicadores, índices y cuadros producidos en forma sistemática, periódica y objetiva, permite que la organización sea efectiva para captar recursos, eficiente para transformarlos y eficaz para canalizarlos (Abad, 2001).

Las funciones destacadas de un control de producción son las siguientes:

- Apoyar y facilitar los procesos de toma de decisiones
- Controlar la evolución en el tiempo de los principales procesos y variables
- Organización de la producción
- Racionalizar el uso de la información
- Servir de base para la planificación de la organización
- Servir de base para la comprensión de la evolución, situación actual y futuro de la organización

Siguiendo la metodología se procede a realizar un control de producción que ayudará a verificar si la empresa está cumpliendo con las metas propuestas en la planeación y programación. Se realiza a través de herramientas necesarias e influyentes en la empresa como: Ordenes en la producción, Reportes de trabajo y Control de materias primas.

A continuación, se presentan los pasos a seguir para controlar la producción:

1. Elaboración reportes de trabajo: Es la información que los operarios brindan al supervisor o dueño de la empresa. Esta consiste en especificar el área de trabajo, quien realiza la labor, el turno de producción y la máquina, en caso de ser ocupada. Además, se registran las operaciones realizadas en la orden de producción correspondiente. Finalmente se realiza una contabilidad de kilogramos procesados por operación.

| Orden de producción |  | Operaciones | Tiempo utilizado (min) | Cantidad Kg |
|---------------------|--|-------------|------------------------|-------------|
| N°                  |  |             |                        |             |
| N°                  |  |             |                        |             |
| N°                  |  |             |                        |             |
| N°                  |  |             |                        |             |
| N°                  |  |             |                        |             |
| N°                  |  |             |                        |             |
| N°                  |  |             |                        |             |
| N°                  |  |             |                        |             |
| N°                  |  |             |                        |             |

**Ilustración 46: Planilla reporte de trabajo**

Fuente: Elaboración propia

2. Control de producción: La información otorgada en los reportes de trabajo se debe comparar con las órdenes de producción utilizando el siguiente formato:

| N° pedido    |  | Cliente | Producto | Cantidad solicitada | Fecha requerida | Cantidad fabricada |
|--------------|--|---------|----------|---------------------|-----------------|--------------------|
|              |  |         |          |                     |                 |                    |
|              |  |         |          |                     |                 |                    |
|              |  |         |          |                     |                 |                    |
|              |  |         |          |                     |                 |                    |
|              |  |         |          |                     |                 |                    |
|              |  |         |          |                     |                 |                    |
|              |  |         |          |                     |                 |                    |
|              |  |         |          |                     |                 |                    |
| <b>Total</b> |  |         |          |                     |                 |                    |

**Ilustración 47: Planilla control y ordenes de producción**

Fuente: Elaboración propia

En esta planilla se registra el operador a cargo de la producción, el turno específico y con las máquinas que requerirá para ello. Además, según el número de pedido, se especifica el cliente que lo solicita, el tipo de producto: trozado, escarcha o harina, la cantidad solicitada y la fecha que es requerida la orden, y la cantidad efectiva realizada

Completando el cuadro de control de producción se pueden presentar 3 situaciones:

- Lo programado igual a lo realizado, es decir se cumplió con la programación establecida
- Lo realizado mayor a lo programado. En este caso hay que hacer un análisis de las causas posibles de esto
- Lo realizado menor a lo programado. Se deben determinar las causas por las que no se cumplió lo requerido e implementar correctivos necesarios.

La obtención de esta información permite una lectura sencilla para realizar un análisis de resultados, lo cual deriva a una mejor toma de decisiones.

3. Control de materias primas: Registro de cochayuyo que sale como producto final.

Se especifican los kilogramos de cochayuyo deshidratado que se realizan para una orden, con la cantidad entregada y devuelta.

| Orden de producción     |                    | Fecha             |                    |
|-------------------------|--------------------|-------------------|--------------------|
| Kilogramos de cochayuyo | Cantidad entregada | Cantidad devuelta | Cantidad utilizada |
|                         |                    |                   |                    |
|                         |                    |                   |                    |
|                         |                    |                   |                    |
|                         |                    |                   |                    |
|                         |                    |                   |                    |
|                         |                    |                   |                    |
|                         |                    |                   |                    |
|                         |                    |                   |                    |
|                         |                    |                   |                    |
| <b>T O T A L</b>        |                    |                   |                    |
|                         |                    |                   |                    |

**Ilustración 48: Planilla control de materia prima**

Fuente: Elaboración propia

### 6.14.1 Indicadores

Para corroborar la eficiencia de la empresa, se establecen indicadores de productividad, variables que ayudan a identificar algún defecto en el proceso de producción o el punto más débil de la empresa para poder mejorarlo, reflejando la eficiencia en el uso de los recursos de la empresa. En cuanto a la fórmula de cálculo es el cociente entre el beneficio y el coste.

Se determinan los siguientes indicadores de productividad:

$$\text{Índice de productividad} = \frac{\text{Volumen de Venta}}{\text{Recursos utilizados}}$$

(6)

El índice de productividad es la medida de mejora de procesos, que se representan mediante la salida relativa a las entradas y solo a través del aumento de la productividad se logra una mejora del proceso. Con este indicador también se puede medir la cantidad de merma o materia prima que se desperdicia.

$$\text{Índice de productividad de mano de obra} = \frac{\text{Precio de venta} * \text{Nivel de producción}}{\text{Costo hora de mano de obra} * \text{Horas hombre empleadas}}$$

(7)

El índice de productividad de mano de obra refleja la eficiencia de los recursos humanos que posee la empresa y costo que esto incurre, respecto al ingreso que tiene la empresa.

$$\text{Índice de productividad de materia prima} = \frac{\text{Precio de venta} * \text{Nivel de producción}}{\text{Costo total de MP}}$$

(8)

El índice de productividad de materia prima mide el costo de la materia prima respecto a la venta del total de producción.

$$\text{Índice de productividad total (IPT)} = \frac{\text{Precio de venta} * \text{Nivel de producción}}{\text{Costo M.O.} + \text{Costo total M.P.} + \text{Depreciaciones} + \text{Gastos}}$$

(9)

El índice de productividad total (IPT), representa el ingreso total de la empresa respecto a los costos operacionales que tiene la empresa para la elaboración de los productos.

Para verificar si las mejoras propuestas o cambios realizados, según los indicadores que se evalúan periodo a periodo son efectivos, se utiliza la siguiente fórmula para indicar si es o no necesario tomar otras medidas.

$$\% \text{ de variación de productividad respecto al período anterior} = \frac{\text{IPT período } n - \text{IPT período } (n - 1)}{\text{IPT } (n - 1)}$$

(10)

Finalmente se realiza un registro diario a través de la planilla de la imagen 49, donde cada operario debe ingresar su hora de llegada y hora de salida de la planta, al término del turno de trabajo se registra la cantidad de cochayuyo procesado.

Con esto se puede realizar un análisis del rendimiento de la jornada de trabajo, especificando cuál es su eficiencia y si es necesario realizar alguna modificación.

| <b>REGISTRO DE ASISTENCIA Y PRODUCCIÓN</b><br>TURNO: 00<br>FECHA: dd/mm/aaaa |                 |  |  |
|------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--|
| Operario                                                                     | Hora de Llegada | Hora de Salida                                                                      |  |
| 1.-                                                                          |                 |                                                                                     |  |
| 2.-                                                                          |                 |                                                                                     |  |
| 3.-                                                                          |                 |                                                                                     |  |
| 4.-                                                                          |                 |                                                                                     |  |
| 5.-                                                                          |                 |                                                                                     |  |
| 6.-                                                                          |                 |                                                                                     |  |
| 7.-                                                                          |                 |                                                                                     |  |
| 8.-                                                                          |                 |                                                                                     |  |
| 9.-                                                                          |                 |                                                                                     |  |
| 10.-                                                                         |                 |                                                                                     |  |
| 11.-                                                                         |                 |                                                                                     |  |
| 12.-                                                                         |                 |                                                                                     |  |
| 13.-                                                                         |                 |                                                                                     |  |
| 14.-                                                                         |                 |                                                                                     |  |
| 15.-                                                                         |                 |                                                                                     |  |
| 16.-                                                                         |                 |                                                                                     |  |
| 17.-                                                                         |                 |                                                                                     |  |
| 18.-                                                                         |                 |                                                                                     |  |
| 19.-                                                                         |                 |                                                                                     |  |
| 20.-                                                                         |                 |                                                                                     |  |
| Kilogramos procesados                                                        |                 |                                                                                     |  |

**Ilustración 49: Planilla de registro de asistencia y producción por turno**

Fuente: Elaboración propia

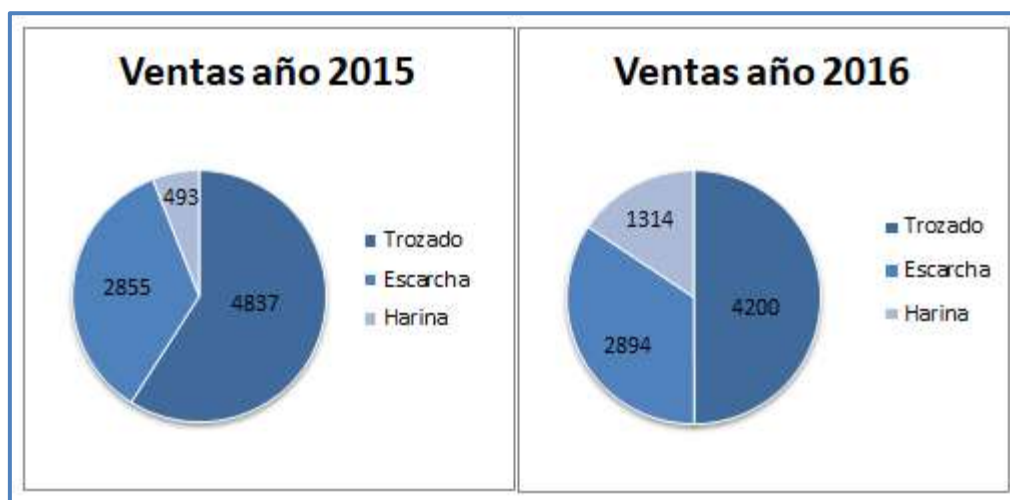
### **5.15 Relación entre productividad y calidad**

El objetivo de la memoria está directamente relacionado con el incremento de la productividad de la empresa pero esto no será positivo si se descuidan los estándares que posee Algueros de Navidad, ya que su enfoque está direccionado a entregar productos altamente nutritivos y de calidad.

La relación entre productividad y calidad es estrecha, ya que el primero se refiere a características cuantitativas de los productos, mientras que el otro describe cualidades de los mismos. Es por ello que las organizaciones cuentan con métodos de mejora, control, evaluación y medición de sus estrategias, ya que se debe identificar como una oportunidad para integrar sistemas y modelos de mejora continua, tanto en el esquema organizacional como en los distintos procesos.

Las mejoras realizadas en la empresa Algueros de Navidad implican un mejoramiento en las tecnologías aplicadas en el proceso, en donde con la adquisición de 12 máquinas de corte y a través de una previa capacitación a los operarios se pretende eliminar el proceso de corte manual. Por lo tanto la obtención del producto final será de cualidades uniformes, con calibres determinados anterior a dar inicio al proceso de corte.

Además, según el registro de ventas (ver gráficos de ilustración 50) se puede apreciar que el mayor porcentaje de producto despachado es el cohayuyo trozado en sus diferentes calibres (0,5 cm, 1 cm, 2 cm, 3 cm y pluma), por lo que el aumento de producción manteniendo los estándares de calidad beneficiará la venta de este producto. Cabe destacar que actualmente el cohayuyo trozado manualmente tiene un proceso posterior de molienda para obtener cohayuyo en escarcha y harina, esto debido a la irregularidad del corte. Con un proceso mecanizado de corte se puede determinar mediante el estudio: porcentajes de producción, dependiendo de la aceptación y demanda que tiene el producto en los clientes.



**Ilustración 50: Gráfico egistro de ventas**

Fuente: Elaboración propia

En cuanto al secado, se invierte en 5 máquinas para realizar este proceso con lo cual se obtendrá el producto en el tiempo determinado como óptimo en cualquier instancia del día, ya que a través de su programación se determina la temperatura ideal para el secado. Además se evita la contaminación con sustancias que están presentes en el ambiente ya que este proceso es de forma hermética. De esta manera, el producto final será de mayor calidad ya que conservará sus propiedades, se evita el contacto directo con el medio ambiente y es deshidratado de acuerdo a los estándares establecidos.

Con estos cambios, se refleja que las ventajas de la calidad son múltiples, entre los que se destacan que la empresa ahorra en costos de defectos, de desperdicios y mejora los niveles de producción.

## 7. EVALUACIÓN ECONÓMICA

Se realiza tanto la evaluación económica de la situación actual de la empresa Algueros de Navidad como de las propuestas de mejora, para verificar el impacto financiero que tendrá la empresa en cada situación. El análisis económico se desarrolla en un horizonte de 5 años, bajo el indicador financiero VAN (valor actual neto), criterio dinámico que considera el factor tiempo mediante técnicas de actualización y descuento, en esta evaluación se utiliza una tasa de descuento de un 11,05% para el proyecto. En este caso, la tasa de descuento se obtiene según la teoría del CAPM (modelo de valoración del precio de activos financieros), que considera la sensibilidad del activo al riesgo no-diversificable, conocido con el símbolo beta, la Tasa de libre de riesgo y la tasa de retorno esperado por el mercado, cuyos datos se obtienen del banco central.

La tasa libre de riesgo equivale a 2,5% obtenida de los indicadores entregados por el banco central, la tasa de retorno corresponde a 12,8% la cual se extrae del informe de síntesis anual de la bolsa de comercio de Santiago y Beta desapalancado es 0,63, extraído de los documentos de Aswath Damodaran, profesor de finanzas de la Stern School of Business de la New York University, quien entrega datos actualizados anuales sobre los promedios de las industrias, tanto para empresas estadounidenses como globales.

La tasa de descuento es un factor financiero que se utiliza para determinar el valor del dinero en el tiempo y en particular, para calcular el valor actual de un capital futuro o para evaluar proyectos de inversión. En el cálculo de la rentabilidad de los proyectos de inversión, se suele definir la tasa de descuento como aquella que corresponde al coste de los recursos financieros utilizados para ejecutar dicha inversión. Estos recursos financieros pueden ser propios (aportes del inversor o capital) y/o ajenos (aportes de acreedores, deudas o préstamos bancarios entre otros).

Los flujos de caja del proyecto se analizan con herramientas económicas que permitan tomar una decisión respecto a que alternativa privilegiar. Esta evaluación se realiza mediante el criterio de Valor Actual Neto (VAN), medida de rentabilidad absoluta neta del proyecto que se expresa en términos monetarios, es neta por la razón que se consideran todos los ingresos y egresos del proyecto durante su vida útil.

VAN representa el costo de oportunidad de utilizar los fondos en una alternativa y no en otra, se calcula mediante la suma de los flujos de caja del proyecto descontados al periodo 0. Mientras mayor es el VAN mejor es el proyecto, puesto que es capaz de generar más beneficios que costos, maximizando riqueza. Sus criterios de decisión son:

|           |                                  |
|-----------|----------------------------------|
| $VAN > 0$ | CONVIENE EJECUTAR PROYECTO       |
| $VAN = 0$ | INDIFERENCIA                     |
| $VAN < 0$ | NO CONVIENE EJECUTAR EL PROYECTO |

Para poder comparar los flujos de cajas de las propuestas, se considera un horizonte de evaluación de 5 años.

Cabe destacar que se desarrollarán flujos de caja incremental con el fin de evaluar el impacto del flujo efectivo al realizar cambios, en este caso la implementación del proyecto.

Se analiza la situación financiera actual de la empresa, para comparar con una propuesta de mejora y así determinar si esta es viable su puesta en marcha verificando impacto en costos y gastos involucrados.

En el flujo de caja se consideran los costos asociados a:

- Costos variables: mano de obra, materia prima e insumos, servicios básicos (luz, agua, calefacción).
- Costos fijos: mantención de maquinarias y costos fijos varios como gastos de limpieza, pagos de seguros de vehículos, gastos administrativos.
- Depreciaciones: se consideran las depreciaciones actuales de la empresa.

Según datos históricos financieros de la empresa y el análisis realizado junto al encargado de finanzas, se proyectan las ventas, costos y gastos de la empresa. Considerando un aumento anual del 2% en los sueldos de los trabajadores, 1% en los costos variables varios, un 0,5% de los costos fijos, 2,7% de aumento en las ventas de los productos y 1% en el precio de los productos.

Del plan financiero 2016 de Algueros de Navidad se extrae el detalle de los bienes materiales que tiene la empresa.

- Terreno valorizado aproximadamente en \$36.700.000.
- Equipamiento valorizado en \$4.800.000. Detallado en la tabla 41.
- Vehículos de trabajo valorizado en \$46.350.000: camioneta SangYong Musso año 2006, avalúo fiscal de \$8.350.000; camión Kia Frontier año 2013 \$18.000.000 y camioneta Mazda año 2016 \$20.000.000.

**Tabla 41: Inversiones existentes**

| <b>Inversiones existentes</b> |                                              |                  |                    |
|-------------------------------|----------------------------------------------|------------------|--------------------|
| <b>Cantidad</b>               | <b>Equipo - Herramientas – instalaciones</b> | <b>Valor c/u</b> | <b>Valor Total</b> |
| 1                             | Balanza Digital Camry                        | \$12.890         | \$12.890           |
| 1                             | Pesa digital eléctrica marca CTA SCALE       | \$38.350         | \$38.350           |
| 1                             | Pesa digital eléctrica marca HLT             | \$38.350         | \$38.350           |
| 1                             | Balanza Digital plataforma Cóndor            | \$69.590         | \$69.590           |
| 2                             | Sellador stander                             | \$15.990         | \$31.980           |
| 3                             | Máquina picadora marca Bizerba               | \$499.950        | \$1.499.850        |
| 1                             | Molino martillo de harina marca Milly        | \$299.990        | \$299.990          |
| 1                             | Molino martillo, Peruzzo                     | \$890.000        | \$890.000          |
| 1                             | Deshidratadora Simple                        | \$450.000        | \$450.000          |
| 3                             | Mesones Acero inoxidable 140x60              | \$155.000        | \$465.000          |
| 2                             | Mesones Acero inoxidable 1900x60             | \$202.000        | \$404.000          |
| 12                            | Tendales 3,20x1,50                           | \$50.000         | \$600.000          |
| <b>TOTAL</b>                  |                                              |                  | <b>\$4.800.000</b> |

Fuente: Plan financiero Algueros de Navidad 2016

## **7.1 Evaluación Económica Propuesta de mejora N°1**

En el flujo de caja incremental de la propuesta de mejora N°1, se considera un horizonte de evaluación económica de 5 años. En este período varían factores directamente relacionados con la mejora que se propone implementar, la demanda permanecerá fija, ya que está directamente relacionada con la capacidad productiva con que cuenta la empresa, el costo de inversión de la propuesta es \$0, debido a que se utilizan los mismos recursos materiales con que cuenta la empresa actualmente, solo hay costos en sueldos adicionales correspondiente a la contratación de nuevo personal.

Se mantiene en consideración el aumento anual del 2% en los sueldos de los trabajadores, 1% en los costos variables varios, un 0,5% de los costos fijos y 1% en el precio de los productos. Como la variación de aumento en los costos fijos permanece igual a la situación actual de la empresa, no se considera en el flujo incremental, al igual que depreciación de maquinarias ya que estas no varían.

Tabla 42: Flujo de caja incremental propuesta de mejora N°1

|                              | AÑO 0 | AÑO 1                 | AÑO 2                 | AÑO 3                 | AÑO 4                 | AÑO 5                 |
|------------------------------|-------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| <b>INGRESOS</b>              |       |                       |                       |                       |                       |                       |
| Demanda kgs                  |       | 26794                 | 26567                 | 26334                 | 26095                 | 25849                 |
| Precio                       |       | \$12.000              | \$12.120              | \$12.241              | \$12.364              | \$12.487              |
| <b>INGRESO TOTAL</b>         |       | <b>\$321.528.000</b>  | <b>\$321.992.501</b>  | <b>\$322.359.125</b>  | <b>\$322.623.072</b>  | <b>\$322.779.354</b>  |
| <b>COSTOS VARIABLES</b>      |       |                       |                       |                       |                       |                       |
| Mano de Obra                 |       | \$-139.200.000        | \$-141.984.000        | \$-144.823.680        | \$-147.720.154        | \$-150.674.557        |
| Materia Prima                |       | \$-93.779.000         | \$-92.984.633         | \$-92.168.818         | \$-91.330.976         | \$-90.470.513         |
| Insumos (envases)            |       | \$-5.358.800          | \$-5.313.408          | \$-5.266.790          | \$-5.218.913          | \$-5.169.744          |
| <b>COSTOS OPERACIONALES</b>  |       | <b>\$-238.337.800</b> | <b>\$-240.282.041</b> | <b>\$-242.259.288</b> | <b>\$-244.270.043</b> | <b>\$-246.314.813</b> |
| <b>UTILIDAD OPERACIONAL</b>  |       | <b>\$83.190.200</b>   | <b>\$81.710.460</b>   | <b>\$80.099.837</b>   | <b>\$78.353.030</b>   | <b>\$76.464.541</b>   |
| IMPUESTO A LA RENTA (25%)    |       | \$-20.797.550         | \$-20.427.615         | \$-20.024.959         | \$-19.588.257         | \$-19.116.135         |
| UTILIDAD DESPUES DE IMPUESTO |       | \$62.392.650          | \$61.282.845          | \$60.074.878          | \$58.764.772          | \$57.348.406          |
| <b>FLUJO DE CAJA</b>         |       | <b>\$62.392.650</b>   | <b>\$61.282.845</b>   | <b>\$60.074.878</b>   | <b>\$58.764.772</b>   | <b>\$57.348.406</b>   |
| TASA DE DESCUENTO            |       | 11,05%                |                       |                       |                       |                       |
| <b>VAN</b>                   |       | <b>\$222.342.410</b>  |                       |                       |                       |                       |

Fuente: Elaboración propia con Microsoft Excel

## 7.2 Evaluación Económica Propuesta de mejora N°2

Con respecto a la evaluación económica de la propuesta de mejora n°2, esta continúa con las mismas condiciones del aumento de variables analizados anteriormente, sin embargo, en esta ocasión se realiza una inversión de \$7.998.220, correspondiente a compra e instalación de nuevas maquinarias, y sueldos correspondientes a aumento de personal.

Detalle de la inversión se presenta en la tabla 43.

**Tabla 43: Costos de implementación propuesta N° 2**

| <b>Costos implementación propuesta n°2</b> |                                        |                  |                    |
|--------------------------------------------|----------------------------------------|------------------|--------------------|
|                                            | <b>Nueva inversión</b>                 | <b>Valor c/u</b> | <b>Valor Total</b> |
| <b>2</b>                                   | Pesa digital eléctrica marca CTA SCALE | \$38.350         | \$76.700           |
| <b>2</b>                                   | Sellador stander                       | \$15.990         | \$31.980           |
| <b>9</b>                                   | Maquina picadora marca Bizerba         | \$499.950        | \$4.499.550        |
| <b>1</b>                                   | Molino martillo de harina marca Milly  | \$299.990        | \$299.990          |
| <b>1</b>                                   | Molino martillo, Peruzzo               | \$890.000        | \$890.000          |
| <b>4</b>                                   | Deshidratadora Simple                  | \$450.000        | \$1.800.000        |
| <b>2</b>                                   | Instalación tinas                      | \$200.000        | \$400.000          |
| <b>TOTAL</b>                               |                                        |                  | <b>\$7.998.220</b> |

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, al adquirir nuevos implementos se modifica la tabla de inversiones existentes aumentando el valor total de costos de inversión. Además, la depreciación aumentará su valor en el flujo de caja de la propuesta de mejora n°2.

Tabla 44: Inversiones para propuesta N°2

| Inversiones con propuesta n°2 |                                           |           |              |
|-------------------------------|-------------------------------------------|-----------|--------------|
| Cantidad                      | Equipo. Herramientas, instalaciones       | Valor c/u | Valor Total  |
| 1                             | Balanza Digital Camry                     | \$12.890  | \$12.890     |
| 2                             | Balanza digital eléctrica marca CTA SCALE | \$38.350  | \$76.700     |
| 2                             | Balanza digital eléctrica marca HLT       | \$38.350  | \$76.700     |
| 1                             | Balanza Digital plataforma Condor         | \$69.590  | \$69.590     |
| 4                             | Sellador stander                          | \$15.990  | \$63.960     |
| 12                            | Máquina picadora marca Bizerba            | \$499.950 | \$5.999.400  |
| 2                             | Molino martillo de harina marca Milly     | \$299.990 | \$599.980    |
| 2                             | Molino martillo, Peruzzo                  | \$890.000 | \$1.780.000  |
| 5                             | Deshidratadora Simple                     | \$450.000 | \$2.250.000  |
| 3                             | Mesones Acero inoxidable 140x60           | \$155.000 | \$465.000    |
| 2                             | Mesones Acero inoxidable 1900x60          | \$202.000 | \$404.000    |
| 12                            | Tendales 3,20x1,50                        | \$50.000  | \$600.000    |
| TOTAL                         |                                           |           | \$12.398.220 |

Fuente: Elaboración propia

Los costos de la planta aumentan directamente con el incremento en el inventario de máquinas en la planta, como se muestra en la tabla 44. Según un estudio y análisis realizado con el encargado de finanzas de la empresa, se considera que los costos fijos varios aumentan en un 100%, costos variables varios en un 200% y la mantención en un 300%.

La inversión de la propuesta será financiada en su totalidad por un crédito de consumo en un periodo de 5 años, con una tasa de interés anual del 1,2%.

Tabla 45: Flujo de caja incremental propuesta de mejora N°2

|                                     | AÑO 0               | AÑO 1                 | AÑO 2                 | AÑO 3                 | AÑO 4                 | AÑO 5                 |
|-------------------------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| <b>INGRESOS</b>                     |                     |                       |                       |                       |                       |                       |
| Demanda kgs                         |                     | 60594                 | 60367                 | 60134                 | 59895                 | 59649                 |
| Precio                              |                     | \$12.000              | \$12.120              | \$12.241              | \$12.364              | \$12.487              |
| <b>INGRESO TOTAL</b>                |                     | <b>\$727.128.000</b>  | <b>\$731.648.501</b>  | <b>\$736.111.685</b>  | <b>\$740.513.158</b>  | <b>\$744.848.340</b>  |
| <b>COSTOS VARIABLES</b>             |                     |                       |                       |                       |                       |                       |
| Mano de Obra                        |                     | \$-236.640.000        | \$-241.372.800        | \$-246.200.256        | \$-251.124.261        | \$-256.146.746        |
| Materia Prima                       |                     | \$-212.079.000        | \$-211.284.633        | \$-210.468.818        | \$-209.630.976        | \$-208.770.513        |
| Insumos (envases)                   |                     | \$-12.118.800         | \$-12.073.408         | \$-12.026.790         | \$-11.978.913         | \$-11.929.744         |
| Costos variables varios             |                     | \$-1.440.000          | \$-1.454.400          | \$-1.468.944          | \$-1.483.633          | \$-1.498.470          |
| <b>COSTOS VARIABLES TOTAL</b>       |                     | <b>\$-462.277.800</b> | <b>\$-466.185.241</b> | <b>\$-470.164.808</b> | <b>\$-474.217.784</b> | <b>\$-478.345.472</b> |
| <b>COSTOS FIJOS</b>                 |                     |                       |                       |                       |                       |                       |
| MANTENCION                          |                     | \$-3.600.000          | \$-3.618.000          | \$-3.636.090          | \$-3.654.270          | \$-3.672.542          |
| <b>COSTOS FIJOS TOTAL</b>           |                     | <b>\$-3.600.000</b>   | <b>\$-3.618.000</b>   | <b>\$-3.636.090</b>   | <b>\$-3.654.270</b>   | <b>\$-3.672.542</b>   |
| COSTOS OPERACIONALES                |                     | \$-465.877.800        | \$-469.803.241        | \$-473.800.898        | \$-477.872.054        | \$-482.018.014        |
| UTILIDAD OPERACIONAL                |                     | \$261.250.200         | \$261.845.260         | \$262.310.787         | \$262.641.104         | \$262.830.326         |
| DEPRECIACION                        |                     | \$-759.822            | \$-759.822            | \$-759.822            | \$-759.822            | \$-759.822            |
| UTILIDAD ANTES DE IMPUESTO          |                     | \$260.490.378         | \$261.085.438         | \$261.550.965         | \$261.881.282         | \$262.070.504         |
| IMPUESTO A LA RENTA (25%)           |                     | \$-65.122.595         | \$-65.271.359         | \$-65.387.741         | \$-65.470.320         | \$-65.517.626         |
| <b>UTILIDAD DESPUES DE IMPUESTO</b> |                     | <b>\$195.367.784</b>  | <b>\$195.814.078</b>  | <b>\$196.163.224</b>  | <b>\$196.410.961</b>  | <b>\$196.552.878</b>  |
| DEPRECIACIONES                      |                     | \$759.822             | \$759.822             | \$759.822             | \$759.822             | \$759.822             |
| INVERSION                           | \$-7.998.220        |                       |                       |                       |                       |                       |
| AMORTIZACION                        |                     | \$-1.561.819          | \$-1.580.507          | \$-1.599.418          | \$-1.618.555          | \$-1.637.921          |
| <b>FLUJO DE CAJA</b>                | <b>\$-7.998.220</b> | <b>\$194.565.786</b>  | <b>\$194.993.394</b>  | <b>\$195.323.628</b>  | <b>\$195.552.228</b>  | <b>\$195.674.779</b>  |
| TASA DE DESCUENTO                   |                     | 11,05%                |                       |                       |                       |                       |
| <b>VAN</b>                          |                     | <b>\$712.398.751</b>  |                       |                       |                       |                       |

Fuente: Elaboración propia con Microsoft Excel

### 7.3 Comparación escenarios

Posteriormente realizados los flujos de caja incremental, según el criterio VAN, la propuesta más conveniente a realizar es la propuesta de mejora N°2, que arroja un Valor actual Neto 220% superior a la primera propuesta. A pesar de que los dos escenarios arrojan valores positivos, la propuesta con mayor aceptación financiera será la decisión correcta a implementar en el proyecto en estudio.

**Tabla 46: Comparación de VAN de los flujos de caja**

| Comparación Económica   |               |
|-------------------------|---------------|
| Flujo de caja           | VAN           |
| Propuesta de Mejora N°1 | \$222.342.410 |
| Propuesta de Mejora N°2 | \$712.398.751 |

Fuente: Elaboración propia

También se puede comparar el aumento producido con la implementación de cada propuesta, en unidades de productos vendidos, costos y utilidad operacional, con la situación actual de la empresa.

En la tabla 47 se muestra un aumento considerable de venta de productos, lo cual es directamente proporcional a la producción de la planta, así mismo ocurre un aumento en los costos que involucran las propuestas, sin embargo, la utilidad obtenida es considerable a pesar de los costos que se pueda incurrir.

**Tabla 47: Comparación propuestas de mejora**

| Comparación Económica   |               |               |               |
|-------------------------|---------------|---------------|---------------|
| Año 2017                | Ventas (Unid) | Costos        | Utilidad      |
| Propuesta de Mejora N°1 | 26794         | \$238.337.800 | \$62.392.650  |
| Propuesta de Mejora N°2 | 60594         | \$465.877.800 | \$194.565.786 |

Fuente: Elaboración propia

Con los datos obtenidos de los flujos de cajas realizados anteriormente, se puede concluir que al implementar la propuesta N°2 las ventas aumentan en un 126% y la utilidad en un 212% en comparación a la propuesta N°1 a implementar en Algueros de Navidad. En Anexo 8 se puede apreciar el Layout de la empresa con las modificaciones mencionadas en la propuesta 2.

## 8. CONCLUSIONES

El estudio realizado en la planta Algueros de Navidad, específicamente en el proceso de obtención de cohayuyo deshidratado, con el objetivo de realizar una estrategia de mejora en la productividad se logra cumplir de manera factible, a través de validación de la propuesta de mejora óptima, no solo de manera económica sino también teniendo en consideración las restricciones tanto de capacidad de la empresa como de la extracción de cohayuyo permitida.

Se realizó una planificación de la producción, debido al elevado porcentaje de merma correspondiente al 53,93% del cohayuyo que ingresa a la planta para ser procesado, una pérdida considerable de materia prima y posibles ingresos. Con esto se realizó un plan maestro de producción de forma mensual, el cual al ser más específico permite crear un patrón al momento de planificar siendo de gran utilidad para la empresa, fabricando solo las unidades necesarias y posibles de procesar, evitando la pérdida de materia prima.

Con esta información se pudo efectuar una simulación de las propuestas de mejora consistentes en un aumento de personal, inversión en insumos y máquinas de corte y/o una implantación de horarios por turno.

La propuesta óptima que se identifica en la investigación consta de una jornada laboral de doble turno con 20 trabajadores cada uno, una inversión en 9 máquinas de corte y 2 molinos. Con estos cambios es posible procesar el 100% del cohayuyo permitido por Sernapesca, consistente en 68.344 kilogramos al año.

El costo de implementación de la propuesta equivale a \$7.998.220, correspondiente a la compra e instalación de nuevas maquinarias e insumos, ya que se utilizan herramientas de Microsoft office y software gratuitos para realizar la investigación y diseño de la propuesta.

Finalmente para obtener una correcta planificación de la producción se debe establecer un control de lo que sucede en la empresa, a través de reportes como: órdenes en la producción, de trabajo y control de materias primas. Además de establecer indicadores que, en conjunto con la información anterior, deben ser evaluadas periódicamente para identificar los cambios que se produzcan, tanto positivos para potenciarlos como negativos para buscar una solución.

## 9. RECOMENDACIONES

Para obtener un sistema de planificación de la producción que cumpla con las expectativas de Algueros de Navidad, todas las áreas funcionales de la empresa deben estar comprometidas para lograr los objetivos propuestos. Por lo tanto se debe realizar una capacitación al nuevo personal para: tener conocimiento de las normas de la empresa, el uso adecuado de maquinarias y, definir las responsabilidades de cada trabajador.

Se recomienda la realización de una carta Gantt, ya que el proyecto es de gran relevancia en el progreso de la empresa. Es necesario tener una fácil y cómoda visualización de las acciones y tareas a efectuar, permitiendo un seguimiento y control de cada etapa del proyecto, teniendo en conocimiento la utilización de los recursos involucrados, tiempo y presupuesto.

También se recomienda a la empresa calcular los límites de control cada mes, durante el primer año de puesta en marcha del proyecto, tiempo apto para analizar la cantidad de cochayuyo que ha sido procesado. Esto con el objetivo de verificar si los estándares establecidos siguen vigentes o será necesario actualizar el control de producción, permitiendo tener conocimiento si la empresa está cumpliendo con las metas propuestas en la planificación.

## 10. BIBLIOGRAFÍA



- *Algueros de Navidad* (s.f.) Recuperado de <http://www.alguerosdenavidad.cl>
- Anaya, J. (2007). *Logística Integral, La gestión operativa de la empresa* (3ª ed.). Madrid, España: Esic Editorial.
- Anaya, J. (2016). *Organización de la producción industrial. Un enfoque de gestión operativa en fábrica*. Madrid, España: ESIC Editorial.
- Beltrán, J. (2013). *Indicadores de gestión. Herramientas para lograr la competitividad* (2ª ed.).
- *Bizagi, Time to digital*. (s.f.). Recuperado de <http://www.bizagi.com/es/productos/bpm-suite/modeler>.
- Casas, N. (2007). *La teoría de las restricciones o cuellos de botella*. Recuperado de <https://hipertextual.com/2017/02/teoria-cuellos-de-botella>.
- Chapman, S. (2006). *Planificación Y Control de la Producción*. México: Pearson Education
- Chase, R., Alquilano, N., y Jacobs, R. (2009). *Administración de operaciones, producción y cadena de suministros* (12ª ed.). México, D.F., México: McGraw Hill Interamericana.
- Companys, R. y Fonollosa, J. (1999). *Nuevas técnicas de gestión de stocks: MRP y JIT*. México: Alfaomega grupo editor s.a.
- *Comuna de Navidad* (s.f.) Recuperado de <http://www.comunadenavidad.cl>
- Dante, O. (2007) *Estado del arte sobre planificación agregada de la producción*. Universidad Politécnica de Cataluña: Instituto de Organización y Control de Sistemas Industriales.
- De la Fuente, Gómez, A., Puente, J. y García, N. (2006). *Organización de la producción en Ingenierías*. Asturias: Ediciones de la Universidad de Oviedo.
- *El Cochayuyo gourmet que la lleva en la Expo Milán*. (2015). Recuperado de <http://www.fondofomento.cl/el-cochayuyo-gourmet-que-la-lleva-en-la-expo-milán>.
- *El programa Arena para simulación*. (s.f.). Recuperado de <https://unicrsthiamurbinaio.files.wordpress.com/2011/03/el-programa-arena-para-simulacion3b3n.pdf>.

- Everret, A., y Ronald, E. (2001). *Administración de la producción y las operaciones: Conceptos, modelos y funcionamiento (4ª ed.)*
- *Fondo de Fomento para la Pesca Artesanal 2015* [“Archivo de datos”] Región del Libertador General Bernardo O’Higgins, Chile: Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura, Sernapesca.
- Gobierno y pescadores artesanales de Navidad inauguran Planta de Proceso para exportar algas con valor agregado. (2014). Recuperado de <http://www.subpesca.gob.cl/portal/617/w3-article-82538.html>.
- Groover, M. (2007) *Fundamentos de manufactura moderan: materiales, procesos y sistemas*. Prentice Hall, Hispanoamérica.
- Heizer, J. y Render, B. (2009). *Principios de administración de operaciones (7ª ed.)* México: Pearson Education.
- Krajewski, L., Ritzman, L. y Malhotra, M. (2000). *Administración de Operaciones, Procesos y cadena de valor (8ª ed.)*. México: Pearson Education.
- Llovera, S., Bautista, J., Llovera, J. y Alfaro, R. (2014). *Tiempo efectivo de trabajo: Un análisis normativo de la Jornada Laboral en el Sector de Automoción*. Universidad Politécnica de Cataluña
- Olivares, N. (s.f.). *La importancia de la simulación de procesos en la industria*. Universidad Nacional de Ingeniería, Recinto Universitario Augusto C. Sandino.
- Olivas, N. (2011). *La importancia de la simulación de procesos en la industria*. Recuperado de <https://uniionestor.files.wordpress.com/2011/03/la-importancia-de-la-simulacion-de-procesos-en-la-industria-tendencias-tecologicas-en-la-produccion-industrial1.pdf>.
- Plaguezuelos, T. (1999). *Qué es un Diagrama de Flujo – Gestión de Procesos*. Recuperado de [https://www.aiteco.com/que-es-un-diagrama-de-flujo/#\\_ftnref1](https://www.aiteco.com/que-es-un-diagrama-de-flujo/#_ftnref1).
- *ProModel*. (s.f.). Recuperado de <http://www.promodel.com.mx/promodel.php>.
- Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura. (2016). *Sernapesca O’Higgins reitera llamado a respetar veda del Cochayuyo*. Recuperado de [http://www.sernapesca.cl/index.php?option=com\\_content&view=article&id=2161:sernapesca-ohiggins-reitera-llamado-a-respetar-veda-del-cochayuyo&catid=1:ultimas&Itemid=69](http://www.sernapesca.cl/index.php?option=com_content&view=article&id=2161:sernapesca-ohiggins-reitera-llamado-a-respetar-veda-del-cochayuyo&catid=1:ultimas&Itemid=69)

- Schroeder, R., Meyer, S. y Rungtusanatham, M. (2011). *Administración de Operaciones, Conceptos y casos contemporáneos* (5ª ed.). México, D.F., México: McGraw Hill Interamericana.
- Shindler, N. (2014). *Cochayuyo aporta buena fuente de Omega 3 y más fibra que las frutas*. Recuperado de <http://www.aqua.cl/2014/05/02/cochayuyo-aporta-buena-fuente-de-omega-3-y-mas-fibra-que-las-frutas/>.
- *Sistemas, modelos y simulación.* (s.f.). Recuperado de <http://materias.fi.uba.ar/7526/docs/teoria.pdf>
- Suarez, M., Tapia, F. (2014), *Interaprendizaje de Estadística Básica* (2ª ed.).
- Terra, C. (2013, 20 de julio). La mermelada de cochayuyo de los Algueros de Navidad. *Revista Paula*.
- Vidal, R. (s.f.). *Sistemas de producción.* Recuperado de [https://www.academia.edu/14500466/SISTEMAS\\_DE\\_PRODUCCION](https://www.academia.edu/14500466/SISTEMAS_DE_PRODUCCION).
- Villalobos, P., Rojas, A., Leporati, M. (2006, Octubre) CHILE POTENCIA ALIMENTARIA: COMPROMISO CON LA NUTRICIÓN Y LA SALUD DE LA POBLACIÓN. *Revista Chilena de Nutrición*, volumen 33, suplemento n°1. Recuperado de [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0717-75182006000300004](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182006000300004).

## 11. ANEXOS

### 11.1 Anexo 1: Recursos materiales de Algueros de Navidad


| Maquinaria<br>y/o<br>herramienta  | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Imagen                                                                                |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Balanza digital plataforma</b> | Balanza de peso directo digital. Posee una plataforma de acero inoxidable de 45x60 cm, peso mínimo de 2 kg y máximo de 300 kg. Se utiliza para pesar los sacos con cochayuyo que van ingresando a la planta.                                                                                          |    |
| <b>Tina</b>                       | Las tinas son utilizadas para lavar y limpiar el cochayuyo que viene directo del mar a la planta. Tiene una capacidad máxima de 110 litros, la empresa restringe un máximo de 10 kg de materia prima húmeda, y un óptimo de 7 kg.                                                                     |    |
| <b>Tiesto</b>                     | Los tiestos que se utilizan son pequeñas tinas de plásticos, que son utilizadas para almacenar y trasladar el cochayuyo de un área a otra.                                                                                                                                                            |   |
| <b>Cuchillo</b>                   | Herramienta utilizada para realizar el corte manual del cochayuyo. Este tiene un mango por donde se agarra y maniobra cuando se corta, y un cuchillo y hoja que debe tener tres características principales: capacidad de corte, facilidad para restablecerla una vez desafilado y la inoxidableidad. |  |
| <b>Mesón de acero inoxidable</b>  | Mesón de acero inoxidable de 2,3x1 metro. El mesón se utiliza de soporte para sostener los tiestos con el cochayuyo listo para cortar y para realizar los cortes manuales.                                                                                                                            |  |
| <b>Tabla para picar</b>           | Pequeña tabla para picar de plástico, se utiliza de base para el corte manual. Las tablas de picar de polietileno evitan el desgaste por el uso de cuchillos y facilitan el corte sin que este llegue a tocar la superficie de trabajo. Y así no se dañan los mesones de acero.                       |  |

|                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                       |
|--------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Maquina picadora</b></p> | <p>Dispositivo de múltiples funciones para el corte y ablandamiento. Se utiliza para el corte específico que se realiza al cochayuyo, es manipulado por personal anteriormente capacitado.</p>                                                                                                                                                                                      |    |
| <p><b>Secadores</b></p>        | <p>Los secadores tienen soportes de madera y están constituido por tres tendales, estos son de <i>malla raschel</i> y se utilizan únicamente para sostener el material. Sobre esta malla se tiende el producto cortado y es aquí donde se va deshidratando.</p>                                                                                                                     |    |
| <p><b>Molino Milly</b></p>     | <p>Este molino contiene un cuchillo de acero galvanizado montado en los contenedores de harina el cual tiene una capacidad de 50 litros. Molino Milly es el único en pequeñas dimensiones que es capaz de producir tamices de harina muy finas con 0,6 mm de diámetro.</p>                                                                                                          |    |
| <p><b>Balanza</b></p>          | <p>Balanza de capacidad hasta de 30 kilogramos. Tiene un plato de acero inoxidable, carcasa con pantalla Led para la masa total.</p>                                                                                                                                                                                                                                                |   |
| <p><b>Selladora</b></p>        | <p>Máquina selladora de bolsas semi industrial eléctrica. Fácil de operar, tiene un tiempo de calentamiento de 0,2 a 4 segundos según el grosor del material y temperatura. Contiene un soporte el cual permite sostener el producto mientras es sellado. Es una estructura de gran resistencia y para ser operada en grandes producciones y ajustable según los requerimientos</p> |  |

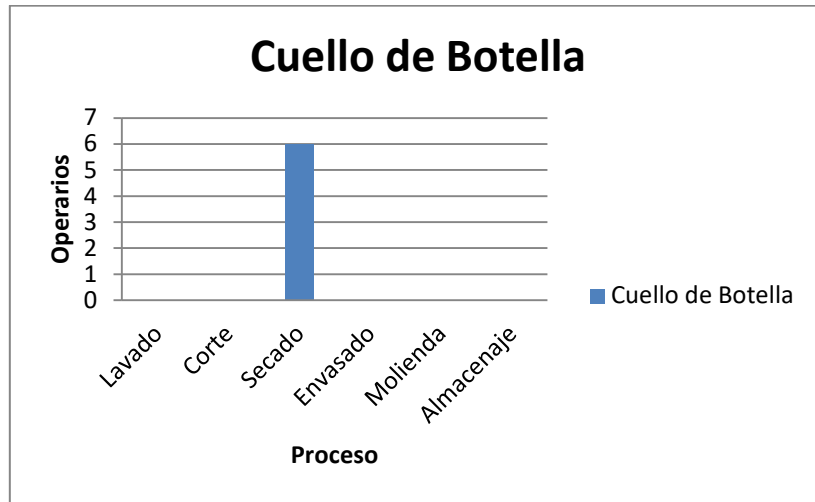
## 11.2 Anexo 2: Función de cada operario

| Personal                                              | Función                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Encargado de control y producción de la planta</b> | Personal encargado de recibir la materia prima que ingresa a la planta, pesar y registrar la cantidad y fecha en que es ingresada, también debe supervisar si cada proceso se lleva a cabo en perfectas condiciones, registrar la cantidad de producto que se va obteniendo y la cantidad de producto final que están listo para su almacenaje o comercialización                                    |
| <b>Operarios de área de limpieza</b>                  | Personal que opera en el área de limpieza, deben realizar las tareas de lavado del cochayuyo, limpieza y selección para su posterior corte. Deben procurar que la materia se encuentre lo más sana y virgen posible, ya que cualquier error en este proceso, puede provocar la pérdida de la materia prima                                                                                           |
| <b>Operarios de corte manual</b>                      | Personal trabaja con cuchillos y realiza el corte manual de cochayuyo. Su trabajo es retirar el cochayuyo del tiesto de selección para corte manual, llevarlo al mesón de corte y comenzar el proceso. Este debe ser rápido ya que se debe realizar el corte cuando el alga se encuentre húmeda. Una vez cortado, debe trasladar los tiestos con alga cortada a los tendales para un próximo secado. |
| <b>Operarios máquina de corte</b>                     | Personal retira el tiesto con la selección de cochayuyo para corte mecanizado, lo ingresa la máquina de corte y luego lo traslada a los tendales para el posterior secado del cochayuyo ya cortado. El personal de área de corte mecanizado debe ser especializado en el funcionamiento de la máquina                                                                                                |
| <b>Operario área de molienda</b>                      | Personal de área de molienda es el encargado del molido del cochayuyo, de manipular y utilizar los dos molinos con que cuenta esta área, uno para procesar escarcha y otro para harina                                                                                                                                                                                                               |
| <b>Operario área producto final</b>                   | Personal es el encargado de retirar los productos finales del área donde se encuentren y trasladarlo al área de producto final donde pesa, envasa, sella y etiqueta el producto, para dejarlo en condiciones de ser almacenado en la bodega                                                                                                                                                          |

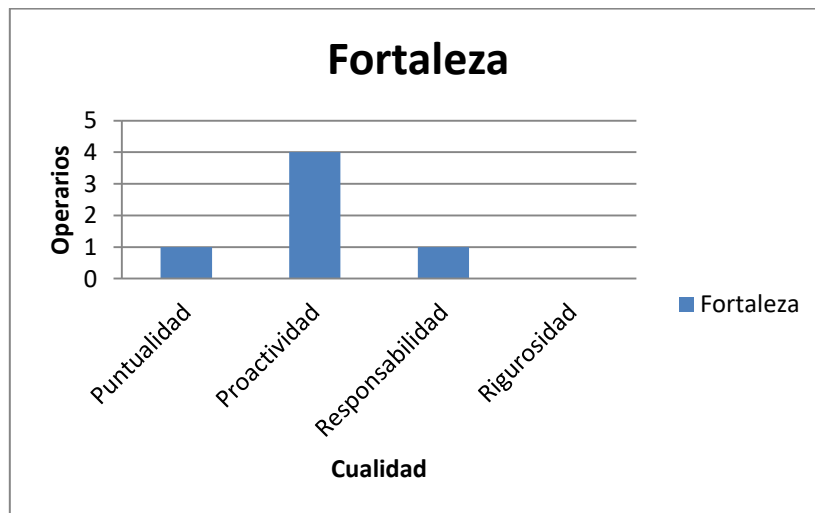
### 11.3 Anexo 3: Formato de entrevista a Algueras de Navidad

|                                                |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|                                                                                                                                 |  |
| Nombre                                                                                                                          |  |
| Fecha                                                                                                                           |  |
| Cargo                                                                                                                           |  |
|                                                                                                                                 |  |
| ¿Cuánto tiempo lleva trabajando en la empresa?                                                                                  |  |
| ¿Cuáles son sus principales funciones?                                                                                          |  |
| ¿Cree que hace falta un aumento de personal?                                                                                    |  |
| ¿Cree que hace falta aumento de maquinarias y/o instalaciones?                                                                  |  |
| ¿Cuál cree que es la mayor fortaleza de las trabajadoras?                                                                       |  |
| ¿Qué proceso conlleva un mayor retraso en la producción?                                                                        |  |
| ¿Qué proceso se puede considerar crítico, es decir, que una modificación en este signifique aumentar o disminuir la producción? |  |
| Según su punto de vista, ¿Qué debería mejorar la empresa?                                                                       |  |

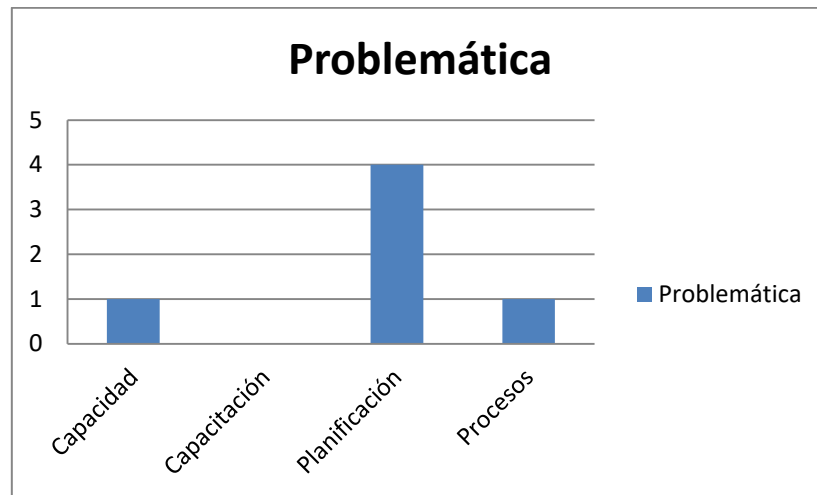
#### 11.4 Anexo 4: Gráficos encuesta



Todos los operarios destacan que la etapa de secado es la que estanca el proceso, denominando a este como cuello de botella de la producción de algas deshidratadas.



La virtud que más se destaca en los operarios es la proactividad ya que se menciona que deben realizar diversas actividades. Cada operario no tiene un puesto definido por lo que hay un constante apoyo en las diversas áreas de la producción.



A pesar de las diferentes respuestas de los operarios, todo se deriva que la problemática se encuentra en el área de planificación ya que es de aquí donde se pueden regular y solucionar otras falencias que se mencionaron.

## 11.5 Anexo 5: Validación distribución de probabilidad para simulación

### 11.5.1 Etapa de Lavado de cochayuyo

| Function    | Sq Error |
|-------------|----------|
| Uniform     | 0.00508  |
| Normal      | 0.0093   |
| Weibull     | 0.0114   |
| Beta        | 0.013    |
| Gamma       | 0.0163   |
| Erlang      | 0.018    |
| Exponential | 0.018    |
| Triangular  | 0.0208   |
| Lognormal   | 0.0447   |

**Ilustración 51: Tipo de distribución para lavado de cochayuyo**

Fuente: Elaboración propia con Software Arena

| Distribution Summary    |             |
|-------------------------|-------------|
| Distribution:           | Uniform     |
| Expression:             | UNIF(9, 12) |
| Square Error:           | 0.005077    |
| Chi Square Test         |             |
| Number of intervals     | = 15        |
| Degrees of freedom      | = 14        |
| Test Statistic          | = 19        |
| Corresponding p-value   | = 0.177     |
| Kolmogorov-Smirnov Test |             |
| Test Statistic          | = 0.0426    |
| Corresponding p-value   | > 0.15      |
| Data Summary            |             |
| Number of Data Points   | = 250       |
| Min Data Value          | = 9         |
| Max Data Value          | = 12        |
| Sample Mean             | = 10.4      |
| Sample Std Dev          | = 0.879     |
| Histogram Summary       |             |
| Histogram Range         | = 9 to 12   |
| Number of Intervals     | = 15        |

**Ilustración 52: Expresión de distribución uniforme**

Fuente: Elaboración propia con Software Arena

### 11.5.2 Etapa de Selección de corte

| Function    | Sq Error |
|-------------|----------|
| Beta        | 0.0146   |
| Uniform     | 0.0149   |
| Normal      | 0.0243   |
| Weibull     | 0.025    |
| Gamma       | 0.0283   |
| Erlang      | 0.0312   |
| Exponential | 0.0312   |
| Triangular  | 0.037    |
| Lognormal   | 0.0485   |

**Ilustración 53: Tipo de distribución para selección de corte**

Fuente: Elaboración propia con Software Arena

| Distribution Summary    |                                     |
|-------------------------|-------------------------------------|
| Distribution:           | Beta                                |
| Expression:             | $4 + 2 * \text{BETA}(0.895, 0.894)$ |
| Square Error:           | 0.014565                            |
| Chi Square Test         |                                     |
| Number of intervals     | = 15                                |
| Degrees of freedom      | = 12                                |
| Test Statistic          | = 56.1                              |
| Corresponding p-value   | < 0.005                             |
| Kolmogorov-Smirnov Test |                                     |
| Test Statistic          | = 0.0566                            |
| Corresponding p-value   | > 0.15                              |
| Data Summary            |                                     |
| Number of Data Points   | = 250                               |
| Min Data Value          | = 4                                 |
| Max Data Value          | = 6                                 |
| Sample Mean             | = 5                                 |
| Sample Std Dev          | = 0.599                             |
| Histogram Summary       |                                     |
| Histogram Range         | = 4 to 6                            |
| Number of Intervals     | = 15                                |

**Ilustración 54: Expresión de distribución beta**

Fuente: Elaboración propia con Software Arena

### 11.5.3 Etapa de Corte mecánico

| Function    | Sq Error |
|-------------|----------|
| Beta        | 0.00418  |
| Uniform     | 0.00447  |
| Normal      | 0.0112   |
| Weibull     | 0.013    |
| Erlang      | 0.0155   |
| Gamma       | 0.0169   |
| Triangular  | 0.0181   |
| Exponential | 0.0255   |
| Lognormal   | 0.0322   |

**Ilustración 55: Tipo de distribución para corte mecánico**

Fuente: Elaboración propia con Software Arena

| Distribution Summary    |                                     |
|-------------------------|-------------------------------------|
| Distribution:           | Beta                                |
| Expression:             | $39 + 6 * \text{BETA}(1.01, 0.911)$ |
| Square Error:           | 0.004176                            |
| Chi Square Test         |                                     |
| Number of intervals     | = 15                                |
| Degrees of freedom      | = 12                                |
| Test Statistic          | = 15.5                              |
| Corresponding p-value   | = 0.223                             |
| Kolmogorov-Smirnov Test |                                     |
| Test Statistic          | = 0.0368                            |
| Corresponding p-value   | > 0.15                              |
| Data Summary            |                                     |
| Number of Data Points   | = 250                               |
| Min Data Value          | = 39                                |
| Max Data Value          | = 45                                |
| Sample Mean             | = 42.2                              |
| Sample Std Dev          | = 1.75                              |
| Histogram Summary       |                                     |
| Histogram Range         | = 39 to 45                          |
| Number of Intervals     | = 15                                |

**Ilustración 56: Expresión de distribución beta**

Fuente: Elaboración propia con Software Arena

### 11.5.4 Etapa Corte manual

| Function    | Sq Error |
|-------------|----------|
| Beta        | 0.00306  |
| Uniform     | 0.00341  |
| Normal      | 0.00946  |
| Weibull     | 0.0108   |
| Erlang      | 0.0135   |
| Gamma       | 0.0138   |
| Exponential | 0.0235   |
| Lognormal   | 0.0242   |
| Triangular  | 0.0256   |

**Ilustración 57: Tipo de distribución para corte manual**

Fuente: Elaboración propia con Software Arena

| Distribution Summary    |                                      |
|-------------------------|--------------------------------------|
| Distribution:           | Beta                                 |
| Expression:             | $65 + 10 * \text{BETA}(1.07, 0.991)$ |
| Square Error:           | 0.003058                             |
| Chi Square Test         |                                      |
| Number of intervals     | = 15                                 |
| Degrees of freedom      | = 12                                 |
| Test Statistic          | = 11.5                               |
| Corresponding p-value   | = 0.488                              |
| Kolmogorov-Smirnov Test |                                      |
| Test Statistic          | = 0.0463                             |
| Corresponding p-value   | > 0.15                               |
| Data Summary            |                                      |
| Number of Data Points   | = 250                                |
| Min Data Value          | = 65                                 |
| Max Data Value          | = 75                                 |
| Sample Mean             | = 70.2                               |
| Sample Std Dev          | = 2.86                               |
| Histogram Summary       |                                      |
| Histogram Range         | = 65 to 75                           |
| Number of Intervals     | = 15                                 |

**Ilustración 58: Expresión de distribución beta**

Fuente: Elaboración propia con Software Arena

### 11.5.5 Etapa de Limpieza de cochayuyo

| Function    | Sq Error |
|-------------|----------|
| Beta        | 0.00917  |
| Uniform     | 0.0101   |
| Normal      | 0.0144   |
| Weibull     | 0.0181   |
| Erlang      | 0.0215   |
| Gamma       | 0.0227   |
| Triangular  | 0.0237   |
| Exponential | 0.0325   |
| Lognormal   | 0.0377   |

**Ilustración 59: Tipo de distribución de limpieza de cochayuyo**

Fuente: Elaboración propia con Software Arena

| Distribution Summary    |                                    |
|-------------------------|------------------------------------|
| Distribution:           | Beta                               |
| Expression:             | $2 + 2 * \text{BETA}(1.13, 0.983)$ |
| Square Error:           | 0.009172                           |
| Chi Square Test         |                                    |
| Number of intervals     | = 15                               |
| Degrees of freedom      | = 12                               |
| Test Statistic          | = 33.6                             |
| Corresponding p-value   | < 0.005                            |
| Kolmogorov-Smirnov Test |                                    |
| Test Statistic          | = 0.0599                           |
| Corresponding p-value   | > 0.15                             |
| Data Summary            |                                    |
| Number of Data Points   | = 250                              |
| Min Data Value          | = 2                                |
| Max Data Value          | = 4                                |
| Sample Mean             | = 3.07                             |
| Sample Std Dev          | = 0.565                            |
| Histogram Summary       |                                    |
| Histogram Range         | = 2 to 4                           |
| Number of Intervals     | = 15                               |

**Ilustración 60: Expresión de distribución beta**

Fuente: Elaboración propia con Software Arena

### 11.5.6 Etapa de Molienda 1

| Function    | Sq Error |
|-------------|----------|
| Beta        | 0.0088   |
| Uniform     | 0.0115   |
| Normal      | 0.0198   |
| Triangular  | 0.024    |
| Weibull     | 0.0243   |
| Gamma       | 0.0285   |
| Exponential | 0.0328   |
| Erlang      | 0.0328   |
| Lognormal   | 0.0465   |

**Ilustración 61: Tipo de distribución para Molienda 1**

Fuente: Elaboración propia con Software Arena

| Distribution Summary    |                                     |
|-------------------------|-------------------------------------|
| Distribution:           | Beta                                |
| Expression:             | $2 + 2 * \text{BETA}(0.916, 0.773)$ |
| Square Error:           | 0.008798                            |
| Chi Square Test         |                                     |
| Number of intervals     | = 15                                |
| Degrees of freedom      | = 12                                |
| Test Statistic          | = 36.2                              |
| Corresponding p-value   | < 0.005                             |
| Kolmogorov-Smirnov Test |                                     |
| Test Statistic          | = 0.0807                            |
| Corresponding p-value   | = 0.0768                            |
| Data Summary            |                                     |
| Number of Data Points   | = 250                               |
| Min Data Value          | = 2                                 |
| Max Data Value          | = 4                                 |
| Sample Mean             | = 3.08                              |
| Sample Std Dev          | = 0.608                             |
| Histogram Summary       |                                     |
| Histogram Range         | = 2 to 4                            |
| Number of Intervals     | = 15                                |

**Ilustración 62: Expresión de distribución beta**

Fuente: Elaboración propia con Software Arena

### 11.5.7 Etapa de Molienda 2

| Function    | Sq Error |
|-------------|----------|
| Beta        | 0.0205   |
| Uniform     | 0.0214   |
| Normal      | 0.0283   |
| Weibull     | 0.0349   |
| Gamma       | 0.0362   |
| Erlang      | 0.0365   |
| Exponential | 0.0365   |
| Triangular  | 0.045    |
| Lognormal   | 0.0532   |

**Ilustración 63: Tipo de distribución para Molienda 2**

Fuente: Elaboración propia con Software Arena

| Distribution Summary    |                                     |
|-------------------------|-------------------------------------|
| Distribution:           | Beta                                |
| Expression:             | $6 + 2 * \text{BETA}(0.917, 0.947)$ |
| Square Error:           | 0.020453                            |
| Chi Square Test         |                                     |
| Number of intervals     | = 15                                |
| Degrees of freedom      | = 12                                |
| Test Statistic          | = 74.5                              |
| Corresponding p-value   | < 0.005                             |
| Kolmogorov-Smirnov Test |                                     |
| Test Statistic          | = 0.0714                            |
| Corresponding p-value   | > 0.15                              |
| Data Summary            |                                     |
| Number of Data Points   | = 250                               |
| Min Data Value          | = 6                                 |
| Max Data Value          | = 8                                 |
| Sample Mean             | = 6.98                              |
| Sample Std Dev          | = 0.591                             |
| Histogram Summary       |                                     |
| Histogram Range         | = 6 to 8                            |
| Number of Intervals     | = 15                                |

**Ilustración 64: Expresión de distribución beta**

Fuente: Elaboración propia con Software Arena

### 11.5.8 Etapa de Envasado

| Function    | Sq Error |
|-------------|----------|
| Beta        | 0.00811  |
| Uniform     | 0.00921  |
| Normal      | 0.0167   |
| Weibull     | 0.0193   |
| Gamma       | 0.0231   |
| Erlang      | 0.0278   |
| Exponential | 0.0278   |
| Triangular  | 0.0294   |
| Lognormal   | 0.0413   |

**Ilustración 65: Tipo de distribución para Envasado**

Fuente: Elaboración propia con Software Arena

| Distribution Summary    |                            |
|-------------------------|----------------------------|
| Distribution:           | Beta                       |
| Expression:             | 4 + 2 * BETA(0.928, 0.871) |
| Square Error:           | 0.008114                   |
| Chi Square Test         |                            |
| Number of intervals     | = 15                       |
| Degrees of freedom      | = 12                       |
| Test Statistic          | = 30.9                     |
| Corresponding p-value   | < 0.005                    |
| Kolmogorov-Smirnov Test |                            |
| Test Statistic          | = 0.0685                   |
| Corresponding p-value   | > 0.15                     |
| Data Summary            |                            |
| Number of Data Points   | = 250                      |
| Min Data Value          | = 4                        |
| Max Data Value          | = 6                        |
| Sample Mean             | = 5.03                     |
| Sample Std Dev          | = 0.598                    |
| Histogram Summary       |                            |
| Histogram Range         | = 4 to 6                   |
| Number of Intervals     | = 15                       |

**Ilustración 66: Expresión de distribución beta**

Fuente: Elaboración propia con Software Arena

**11.6 Anexo 6:** Pronóstico, método de series de tiempo con variaciones estacionales en los datos. Cálculo de índice estacional

| Mes                               | Demanda |      | Demanda promedio<br>2015 - 2016 | Demanda promedio<br>mensual* | Índice estacional** |
|-----------------------------------|---------|------|---------------------------------|------------------------------|---------------------|
|                                   | 2015    | 2016 |                                 |                              |                     |
| <b>Enero</b>                      | 723     | 736  | 730                             | 691                          | 1,055 (=730/691)    |
| <b>Febrero</b>                    | 718     | 722  | 720                             | 691                          | 1,042 (=720/691)    |
| <b>Marzo</b>                      | 719     | 724  | 722                             | 691                          | 1,044 (=722/691)    |
| <b>Abril</b>                      | 716     | 722  | 719                             | 691                          | 1,040 (=719/691)    |
| <b>Mayo</b>                       | 712     | 724  | 718                             | 691                          | 1,039 (=718/691)    |
| <b>Junio</b>                      | 713     | 718  | 716                             | 691                          | 1,035 (=716/691)    |
| <b>Julio</b>                      | 681     | 719  | 700                             | 691                          | 1,013 (=700/691)    |
| <b>Agosto</b>                     | 657     | 684  | 671                             | 691                          | 0,970 (=671/691)    |
| <b>Septiembre</b>                 | 632     | 643  | 638                             | 691                          | 0,922 (=638/691)    |
| <b>Octubre</b>                    | 609     | 634  | 622                             | 691                          | 0,899 (=622/691)    |
| <b>Noviembre</b>                  | 633     | 671  | 652                             | 691                          | 0,943 (652/691)     |
| <b>Diciembre</b>                  | 672     | 709  | 691                             | 691                          | 1 (=691/691)        |
| Promedio total de demanda anual = |         |      | 8296                            |                              |                     |

$$* \text{Demanda promedio mensual} = \frac{8296}{12 \text{ meses}} = 691$$

$$** \text{Índice estacional} = \frac{\text{Demanda promedio mensual 2015-2016}}{\text{Demanda promedio mensual}}$$

### 10.7. Anexo 7: Pronóstico, método de series de tiempo con variaciones estacionales en los datos

Se determina, mediante el cálculo de capacidad de kilogramos producidos con un turno al mes, que la producción pronosticada para el año 2017 debe ser de 15.800 kgs.

| Mes               | Demanda 2015 | Demanda 2016 | Índice estacional | Pronóstico                |
|-------------------|--------------|--------------|-------------------|---------------------------|
| <b>Enero</b>      | 723          | 736          | 1,055             | $(15.800/12)*1,055= 1389$ |
| <b>Febrero</b>    | 718          | 722          | 1,042             | $(15.800/12)*1,042= 1371$ |
| <b>Marzo</b>      | 719          | 724          | 1,044             | $(15.800/12)*1,044= 1374$ |
| <b>Abril</b>      | 716          | 722          | 1,040             | $(15.800/12)*1,040= 1369$ |
| <b>Mayo</b>       | 712          | 724          | 1,039             | $(15.800/12)*1,039= 1368$ |
| <b>Junio</b>      | 713          | 718          | 1,035             | $(15.800/12)*1,035= 1363$ |
| <b>Julio</b>      | 681          | 719          | 1,013             | $(15.800/12)*1,013= 1333$ |
| <b>Agosto</b>     | 657          | 684          | 0,970             | $(15.800/12)*0,970= 1277$ |
| <b>Septiembre</b> | 632          | 643          | 0,922             | $(15.800/12)*0,922= 1214$ |
| <b>Octubre</b>    | 609          | 634          | 0,899             | $(15.800/12)*0,899= 1184$ |
| <b>Noviembre</b>  | 633          | 671          | 0,943             | $(15.800/12)*0,943= 1242$ |
| <b>Diciembre</b>  | 672          | 709          | 1                 | $(15.800/12)*1= 1315$     |

### 10.8. Anexo 8: Layout de propuesta de mejora 2

Distribución de nuevo equipamiento en Algueros de Navidad

