

UNIVERSIDAD TÉCNICA NACIONAL  
SEDE REGIONAL DEL PACÍFICO  
LICENCIATURA EN INGENIERÍA EN PRODUCCIÓN INDUSTRIAL  
PROYECTO DE GRADUACIÓN COMO REQUISITO FINAL PARA OPTAR  
POR EL GRADO DE LICENCIATURA

DISEÑO DE HERRAMIENTA PARA EL CONTROL DEL PROCESO PRODUCTIVO EN  
LA LÍNEA DE ALIMENTOS PELETIZADOS DE LA EMPRESA MEGATRÓPICO S. A.,  
DURANTE EL PERIODO DE JUNIO HASTA DICIEMBRE DE 2020.

SUSTENTANTES:

MERLI MAYELA ELIZONDO RODRÍGUEZ

MANRIQUE GERARDO FERRETO MEJÍAS

LARISSA BARRANTES PARRA

PUNTARENAS

2021

## ***Dedicatoria***

A Dios por ser mi guía de luz en los momentos difíciles, por darme salud, sabiduría, fuerza, coraje y entendimiento para culminar con éxito esta etapa de la vida y hacer uno de mis sueños realidad. Doy las gracias a mis padres por dedicar su vida a mis hermanos y a mi persona, gracias por creer en nosotros, por ser los principales promotores de nuestros sueños; gracias por la paciencia, el amor y dedicación que día a día nos han dado.

Gracias por los sabios consejos, por no dejarme caer y así poder enfrentar los momentos difíciles, por el apoyo a la hora de tomar decisiones importantes de mi vida y por ayudarme a cumplir mis sueños.

Elizondo Rodríguez Merli Mayela, 2021

A mis padres, hermanos y a mi novia, por su apoyo, comprensión y paciencia en este proceso. Agradezco a Dios por darme sabiduría, fortaleza y por la oportunidad de cumplir mis sueños. También a todos esos compañeros, profesores y amigos que durante este recorrido universitario me brindaron su mano de una u otra manera.

Dedicatoria especial a la empresa Megatrópico S. A., por ser jefes, compañeros y amigos, que desde el primer día me brindaron su apoyo para crecer como profesional y persona. A ustedes, que no dudaron en abrirnos las puertas para el desarrollo de este Proyecto, gracias por la ayuda y apoyo.

Ferreto Mejías Manrique Gerardo, 2021

A mis hijos Aarón y Amelia, ellos son la razón por la cual decidí iniciar y continuar con mis estudios, para así alcanzar este grado académico que es la base para un nuevo objetivo en nuestras vidas; a mi esposo porque su amor, sus palabras y sus actos siempre me han motivado a seguir adelante y he podido sentir su apoyo en todo momento. A mí madre y mi hermana por su ayuda incondicional y su dedicación con amor para cuidar de mis hijos en tantos momentos que lo hemos necesitado.

Y por supuesto a Dios, que siempre va delante de mí, acomodando el camino para que mi pie no resbale y mostrándome que sus tiempos son perfectos y que solamente debo aprender a esperar en el Señor.

Barrantes Parra Larissa, 2021

## ***Agradecimiento***

Agradecemos primero a Dios por habernos permitido llegar hasta este punto tan importante de nuestras vidas, por estar presente en cada triunfo y ayudarnos en cada caída, agradecemos por permitirnos cumplir una más de nuestras metas en la vida.

A nuestras familias, por estar presentes en cada proceso durante el desarrollo profesional, por haber sido fortaleza en los momentos difíciles y apoyo incondicional en cada etapa de la carrera, creyendo en nosotros y dando ejemplo de entrega y superación.

También agradecemos a nuestros profesores, nuestros lectores, a nuestro tutor y a nuestra directora de carrera que fueron parte fundamental de este proyecto y brindaron su ayuda en todo momento; además agradecemos profundamente a la Universidad Técnica Nacional que nos abrió sus puertas y una oportunidad para crecer como profesionales.

Finalmente, le damos un profundo agradecimiento a la empresa Megatrópico S. A., por abrirnos sus puertas para poder desarrollar el proyecto final de graduación; gracias por la ayuda para culminar el trabajo de la mejor manera, por el apoyo y por todos los conocimientos adquiridos en el proceso.

## ***Índice General***

|                                                       |    |
|-------------------------------------------------------|----|
| Capítulo I: Introducción.....                         | 12 |
| 1.1 Generalidades de la empresa.....                  | 15 |
| 1.1.1 Historia de la empresa .....                    | 15 |
| 1.1.2 Ubicación de la empresa .....                   | 15 |
| 1.1.3 Misión.....                                     | 16 |
| 1.1.4 Visión .....                                    | 16 |
| 1.1.5 Productos y servicios que ofrece .....          | 16 |
| 1.1.6 Descripción de la estructura organizativa ..... | 17 |
| 1.1.7 Número de Colaboradores.....                    | 18 |
| 1.1.8 Descripción y Análisis del Proceso .....        | 19 |
| 1.2 Tema .....                                        | 22 |
| 1.3 Área de Estudio.....                              | 22 |
| 1.4 Delimitación del Problema .....                   | 23 |
| 1.5 Justificación .....                               | 24 |
| 1.6 Planteamiento del problema.....                   | 26 |
| 1.7 Objetivos .....                                   | 28 |
| 1.7.1 Objetivo General .....                          | 28 |
| 1.7.2 Objetivos Específicos .....                     | 28 |
| 1.8 Estado de la cuestión o del arte.....             | 29 |
| Capítulo II:.....                                     | 39 |
| Marco teórico.....                                    | 39 |
| 2.1. Indicadores .....                                | 40 |
| 2.2. Tipos de indicadores .....                       | 41 |

|                                                        |    |
|--------------------------------------------------------|----|
| 2.1.1. Indicadores primarios .....                     | 41 |
| 2.1.2. Indicadores secundarios .....                   | 41 |
| 2.3. Up Time .....                                     | 42 |
| 2.4. Control de procesos.....                          | 43 |
| 2.5. Productividad .....                               | 44 |
| 2.6. Eficiencia .....                                  | 44 |
| 2.7. Eficacia .....                                    | 45 |
| 2.8. Paro .....                                        | 45 |
| 2.8.1. Paros programados .....                         | 48 |
| 2.8.2. Paro no programado .....                        | 49 |
| 2.9. Mantenimiento Predictivo.....                     | 49 |
| 2.10. Calidad del proceso productivo .....             | 50 |
| 2.11. Proceso productivo de Megatrópico S. A. ....     | 51 |
| 2.11.1. Proceso de peletizado .....                    | 51 |
| 2.11.2. Proceso de molienda.....                       | 53 |
| 2.11.3. Proceso de extruido o expandido .....          | 53 |
| 2.11.4. Regulaciones de la industria.....              | 54 |
| 2.11.5. Proceso de transformación .....                | 55 |
| 2.11.6. Granulometría.....                             | 59 |
| 2.11.7. Proceso de mezclado .....                      | 60 |
| 2.11.8. Premezclas en la industria de balanceados..... | 61 |
| 2.11.9. Proceso de formulación.....                    | 62 |
| 2.11.10. Proceso de enfriamiento del peletizado.....   | 63 |
| 2.12 Criba.....                                        | 63 |
| 2.13. Dashboard .....                                  | 65 |

|                                                                            |    |
|----------------------------------------------------------------------------|----|
| Capítulo III: .....                                                        | 67 |
| Marco metodológico.....                                                    | 67 |
| 3.1 Tipo de investigación.....                                             | 68 |
| 3.2 Alcance de la investigación .....                                      | 69 |
| 3.3 Fuentes de información.....                                            | 70 |
| 3.4 Instrumentos y técnicas para la recolección de datos .....             | 70 |
| 3.5    Procedimientos metodológicos de la investigación .....              | 71 |
| 3.6    Definición e instrumentación de variables.....                      | 75 |
| 3.7 Cronograma del plan de trabajo .....                                   | 69 |
| Capítulo IV: .....                                                         | 70 |
| Diagnóstico del problema.....                                              | 70 |
| 4.1 Análisis de la situación actual.....                                   | 71 |
| 4.1.1 Molienda.....                                                        | 73 |
| 4.1.2 Cuarto de control .....                                              | 74 |
| 4.1.3 Elaboración de micro ingredientes .....                              | 77 |
| 4.1.4 Dosificado y pesaje .....                                            | 79 |
| 4.1.5 Mezclado .....                                                       | 79 |
| 4.1.6 Tiempos de pesaje-dosificado y mezclado del sistema automático ..... | 81 |
| 4.1.7 Peletizado .....                                                     | 81 |
| 4.2 Capacidades actuales de producción.....                                | 84 |
| 4.2.1 Capacidad del sistema de molienda .....                              | 84 |
| 4.2.2 Capacidad teórica de molienda de maíz quebrado .....                 | 85 |
| 4.2.3 Capacidad teórica de molienda maíz brocho.....                       | 85 |
| 4.2.4 Capacidad teórica de molienda de maíz fino.....                      | 85 |
| 4.3 Sistema Automático (cuarto de control) .....                           | 87 |

|                                                                           |     |
|---------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.4 Análisis de la producción diaria.....                                 | 91  |
| 4.5 Diagrama Ishikawa .....                                               | 96  |
| 4.5.1 Factor medición.....                                                | 98  |
| 4.5.2 Factor materiales .....                                             | 99  |
| 4.5.3 Factor personal .....                                               | 100 |
| 4.5.4 Factor medio ambiente .....                                         | 101 |
| 4.5.5 Factor métodos .....                                                | 101 |
| 4.5.6 Factor máquinas .....                                               | 103 |
| Capítulo V: Presentación y análisis de resultados .....                   | 105 |
| 5.1 Categorización de paros .....                                         | 107 |
| 5.2 Actualización de Bitácoras .....                                      | 113 |
| 5.3 Recolección de tiempos muertos y paros.....                           | 120 |
| 5.3.1 Diagrama de Pareto del mes de diciembre de 2020 .....               | 122 |
| 5.4 Desarrollo de la herramienta de control en “dashboard” de Excel ..... | 125 |
| 5.4.1 Diseño de las tablas y Gráficos de la herramienta .....             | 127 |
| Capítulo VI: Propuestas.....                                              | 133 |
| 6.1 Desarrollo de la propuesta de herramienta de control .....            | 134 |
| 6.2 Indicador de Tiempo Operativo Valioso (TOV) - “Up time” .....         | 137 |
| 6.3 Propuesta de compra de tabletas .....                                 | 140 |
| 6.3 Análisis económico .....                                              | 144 |
| 6.4 Plan de acción .....                                                  | 148 |
| 6.4.1 Meta de la Estrategia 1 .....                                       | 151 |
| 6.4.2 Meta de la Estrategia 2 .....                                       | 151 |
| 6.4.3 Meta de la Estrategia 3 .....                                       | 152 |

|                                                                                              |              |   |                 |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---|-----------------|-----|
| Capítulo VII:154                                                                             | Conclusiones | y | Recomendaciones |     |
| .....                                                                                        |              |   |                 | 154 |
| 7.1 Conclusiones .....                                                                       |              |   |                 | 155 |
| 7.2 Recomendaciones .....                                                                    |              |   |                 | 157 |
| Bibliografía.....                                                                            |              |   |                 | 159 |
| Anexos .....                                                                                 |              |   |                 | 166 |
| Anexo 1: Dashboard Power Bi. Diciembre 2020.....                                             |              |   |                 | 166 |
| Anexo 2: Dashboard Excel. Diciembre 2020. ....                                               |              |   |                 | 167 |
| Anexo 3: Base de datos semana 4-2021.Recolección de tiempos de paro Área de Peletizado.....  |              |   |                 | 168 |
| Anexo 4: Base de datos semana 3-2021.Recolección de tiempos de paro Área de Peletizado.....  |              |   |                 | 169 |
| Anexo 5: Base de datos semana 2- 2021.Recolección de tiempos de paro Área de Peletizado..... |              |   |                 | 170 |
| Anexo 6: Base de datos. Diciembre 2020.....                                                  |              |   |                 | 171 |
| Anexo 7: Cotización de la propuesta 1 para la compra de tableta .....                        |              |   |                 | 172 |
| Anexo 8: Cotización de la propuesta 2 para la compra de tableta .....                        |              |   |                 | 173 |

## *Índice de figuras*

|                                                                              |     |
|------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 1: Organigrama de Megatrópico S. A. ....                              | 18  |
| Figura 2: Diagrama de producción de Megatrópico S. A.....                    | 21  |
| Figura 3: Fórmula del up time .....                                          | 43  |
| Figura 4: Proceso productivo alimento balanceado peletizados.....            | 52  |
| Figura 5: Ejemplo de Pellet .....                                            | 53  |
| Figura 6: Molino de martillo .....                                           | 56  |
| Figura 7: Molino de muelas o piedras .....                                   | 57  |
| Figura 8: Molino de discos metálicos.....                                    | 57  |
| Figura 9: Molino de cilindros o rodillos estriados.....                      | 58  |
| Figura 10: Molino de rodillos lisos.....                                     | 58  |
| Figura 11: Instrumento de medición de granulometrías.....                    | 60  |
| Figura 12: Diagrama de Gantt. ....                                           | 69  |
| Figura 13: Diagrama proceso productivo por estación de trabajo.....          | 72  |
| Figura 14: Ejemplo de rastra utilizada en la empresa.....                    | 77  |
| Figura 15: bodega de almacenamiento de Núcleos. ....                         | 78  |
| Figura 16: estación de mezclado, mezcladora de paletas .....                 | 80  |
| Figura 17: Orificios de un dado para alimento balanceado peletizado.....     | 83  |
| Figura 18: Estación de peletizado.....                                       | 84  |
| Figura 19: Diagrama causa-efecto .....                                       | 97  |
| Figura 20: Bitácora de mezclado .....                                        | 116 |
| Figura 21: Bitácora de producción peletizados .....                          | 117 |
| Figura 22: Bitácora de enfarde de pellet.....                                | 118 |
| Figura 23: Bitácora de enfarde de harina.....                                | 118 |
| Figura 24: Bitácora de molienda de maíz .....                                | 119 |
| Figura 25: Hoja de compilación de paros .....                                | 121 |
| Figura 26: Datos para el diagrama de Pareto.....                             | 123 |
| Figura 27: Diagrama de Pareto proceso de peletizado. Dic 2020 .....          | 124 |
| Figura 28: Vista general “Dashboard” por Área .....                          | 132 |
| Figura 29: Comportamiento de la semana cuatro con “dashboard Power Bi” ..... | 136 |
| Figura 30: Flujo neto de efectivo para la propuesta. ....                    | 147 |

## *Índice de tablas*

|                                                                                                                   |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabla 1: Clasificación de colaboradores de Megatrópico S. A..                                                     | 18  |
| Tabla 2: Tiempos de pesaje-dosificado y mezclado del sistema automático                                           | 81  |
| Tabla 3: Resumen capacidad del sistema de molienda vs consumo.....                                                | 86  |
| Tabla 4: Tiempos promedios de producción por bache, en el sistema automático de la semana 20 a la 43 de 2020..... | 89  |
| Tabla 5: Categorización de paro por área de trabajo                                                               | 107 |
| Tabla 6: Paros programados                                                                                        | 108 |
| Tabla 7: Paros programados                                                                                        | 108 |
| Tabla 8: Paro por servicios                                                                                       | 109 |
| Tabla 9: Paros etapa de proceso 1. Recepción de materias primas                                                   | 109 |
| Tabla 10: Paros etapa de proceso 2. Cuarto de control                                                             | 110 |
| Tabla 11: Paros etapa de proceso 3. Mezclado.....                                                                 | 110 |
| Tabla 12: Paros etapa de proceso 4. Enfarde Harinas y peletizado                                                  | 111 |
| Tabla 13: Paros etapa de proceso 5. Producción de alimentos Peletizados.....                                      | 111 |
| Tabla 14: Paros etapa de proceso 6. Despacho producto terminado a sacos                                           | 112 |
| Tabla 15: Paros etapa de proceso 7. Molienda                                                                      | 112 |
| Tabla 16: Paros Etapa de proceso 8. Elaboración de Microingredientes                                              | 113 |
| Tabla 17: Etapa de proceso 9. Despacho producto terminado a granel.....                                           | 113 |
| Tabla 18: Suma de tiempos de paro por semana                                                                      | 127 |
| Tabla 19: Conteo de incidentes (Paros).....                                                                       | 128 |
| Tabla 20: Asignación y ubicación de tabletas en el proceso                                                        | 141 |
| Tabla 21: Datos para el análisis económico                                                                        | 145 |
| Tabla 22: Productividad promedio de quintales/ hora.....                                                          | 145 |
| Tabla 23: Plan de acción con respecto a paros programados                                                         | 148 |
| Tabla 24: Plan de acción con respecto a paros programados. (Continuación)                                         | 149 |
| Tabla 25: Plan de acción con respecto a paros no programados                                                      | 150 |
| Tabla 26: Datos de la estrategia 1.....                                                                           | 151 |
| Tabla 27: Datos de la estrategia 2.....                                                                           | 152 |
| Tabla 28: Datos de la estrategia 3.....                                                                           | 153 |

### ***Índice de cuadros***

|                                                                      |     |
|----------------------------------------------------------------------|-----|
| Cuadro 1: Cuadro de variable .....                                   | 76  |
| Cuadro 2: Resumen datos del proceso productivo .....                 | 95  |
| Cuadro 3: Resumen datos del proceso productivo. (Continuación) ..... | 96  |
| Cuadro 4: Cuadro resumen de la cotización de tabletas. ....          | 143 |

### ***Índice de gráficos***

|                                                                                             |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Gráfico 1: Cantidad de baches que se producen diariamente .....                             | 91  |
| Gráfico 2: Tiempo de producción por bache (min) .....                                       | 92  |
| Gráfico 3: Distribución de la producción semanal en la línea de alimentos peletizados. .... | 93  |
| Gráfico 4: Rendimientos de producción alimentos peletizados .....                           | 94  |
| Gráfico 5: Conteo de paros por semana.....                                                  | 128 |
| Gráfico 6: Minutos por código de paro. ....                                                 | 129 |
| Gráfico 7: Relación porcentual por tipo de paro. ....                                       | 130 |
| Gráfico 8: indicadores TOV- “Up Time” semana 4 de 2021. ....                                | 139 |
| Gráfico 9: indicadores TOV- “Up Time” comparación 3 semanas. ....                           | 140 |

# Capítulo I: Introducción

El trabajo investigativo, con modalidad de proyecto, está ligado al tema de control de procesos, mediante el concepto “Up time” o tiempo operativo, como un indicador que permite conocer el porcentaje de utilización de los equipos o procesos con base en el total de tiempo disponible. El estudio engloba el análisis de paros de equipos y procesos, paros programados y no programados, rendimiento, calidad del producto y tiempos reales de operación.

La utilización de este indicador permite a la organización medir en porcentajes la actividad del proceso, al mismo tiempo determina los tiempos de inactividad y sus causas, estableciendo así información valiosa para el análisis de pérdidas de capacidad, cálculo de costos asociados y la creación de estrategias para la disminución de tiempos de paros.

El proyecto se basa en realizar el estudio y la generación de información necesaria para el diseño de una herramienta de medición y control de los procesos en la empresa Megatrópico S. A., que pueda utilizar para realizar una serie de revisiones constantes de los factores que afectan la eficiencia del proceso, entre ellos los tiempos muertos, con el fin de obtener el máximo aprovechamiento del tiempo valioso, es decir, el tiempo en el que la compañía produce unidades que finalmente se convierten en ventas.

El proyecto primeramente se estructura a partir de una recopilación de información, en la cual se plantea clasificar los tiempos de paros que se generan dentro del proceso productivo, tomando en consideración los paros programados y no programados que se ejecuten en el campo de trabajo, enfocándose principalmente en el área de alimentos peletizados, la cual representa gran rentabilidad y relevancia para la compañía, debido a que en esta se desarrolla gran parte de los procesos necesarios para elaborar sus productos y de igual manera los costos que son asociados a su adecuado funcionamiento.

En relación con lo anterior, la herramienta para el control del proceso productivo se basa en crear un “dashboard”, cuyo fin es presentarle a la empresa una forma más clara de visualizar la información y el comportamiento de los procesos productivos, de forma que sea más fácil poder monitorear, controlar y analizar el desempeño de las actividades. Para ello es necesario crear una base de datos, donde diariamente se logre ver representado, por medio de gráficos con información de alta relevancia, la situación actual planteada con respecto a los paros, lo que finalmente va a representar el tiempo operativo valioso que se está aprovechando realmente.

Se busca brindar ayuda para fundamentar la toma de decisiones y poder encontrar la solución a algunos problemas, siendo esto importante para el mejoramiento del desempeño, la productividad y el rendimiento, de forma que se logre optimizar los procesos y alcanzar la metas y objetivos de la compañía.

Además de ello, se plantea la propuesta de adquirir un equipo en este caso *tablets*, para alimentar directamente la base de datos desde el área de trabajo, para esto se desarrolla un análisis económico tomando en consideración la rentabilidad de optar por este tipo de equipos, con el fin de adquirir la optimización para el desarrollo del control de paros programados y no programados que se puedan presentar.

## **1.1 Generalidades de la empresa**

### **1.1.1 Historia de la empresa**

La historia de Megatrópico S. A. parte de una familia que toda su vida se ha relacionado siempre en el mercado de producción animal, producción vacuna, equina, avícola, entre otros; y que un día decidieron dar pie a fabricar sus propios alimentos para sus granjas.

A inicios del 2000, la empresa decide localizar su fábrica en el sector de San Ramón, iniciando con cerca de 10 colaboradores y comprando algunas máquinas quebradoras de maíz, el proceso se realizaba de forma manual, las mezclas de las materias se hacían con pala, se enfardaban y cosían manualmente.

La planta hoy en día está situada en La Angostura, San Ramón (su fábrica) y es una prestigiosa procesadora de alimentos para animales.

En los últimos años la gerencia ha enfatizado sus recursos en ampliar su línea de producción y así automatizar cada una de sus labores, buscando aumentar su productividad. Cuenta con una alta capacidad de producción, almacenaje y despacho de sus productos.

### **1.1.2 Ubicación de la empresa**

La compañía se ubica en la Carretera Interamericana Norte, kilómetro 93, en la Angostura, San Ramón, en la provincia de Alajuela.

### **1.1.3 Misión**

Producimos alimento balanceado de alta calidad para animales, a través de procesos automatizados y estandarizados e innovadores para el bienestar de nuestros colaboradores, clientes, accionistas, proveedores, comunidad y ambiente.

### **1.1.4 Visión**

Somos una empresa familiar consolidada en los mercados de Costa Rica, Panamá y Nicaragua, con una planta moderna, certificada y automatizada de alimento balanceado para animales.

#### **Detalles de la visión**

- Empresa consolidada: estructura formal, 100 % de repetitividad de procesos, calidad estandarizada, presupuestos.
- Ampliando el mercado de alimentos peletizados.
- Modernizada: automatizada e integrada al 100%.
- Exportando a Panamá y Nicaragua, certificada.
- Con una cartera amplia que minimiza el riesgo.

### **1.1.5 Productos y servicios que ofrece**

Megatrópico produce todo tipo de alimentos balanceados para animales: pollos, gallinas, ovejas, ganado vacuno, caballos, conejos, entre otros. Se comercializan en diferentes etapas y presentaciones, por ejemplo, en sacos de 10 kg, 23 kg, 40 kg o 46 kg, y también realizan entregas a Granel.

De igual manera la empresa cuenta con un stock de diferentes insumos y materias primas para la venta, como cartones hueveros, vitaminas, minerales y más, los cuales se relacionan con la industria pecuaria.

#### **1.1.6 Descripción de la estructura organizativa**

La empresa se encuentra organizada de la siguiente manera:

Gerencia General

Jefatura de planta

Departamento de Contabilidad

Departamento de ventas

Departamento de Producción

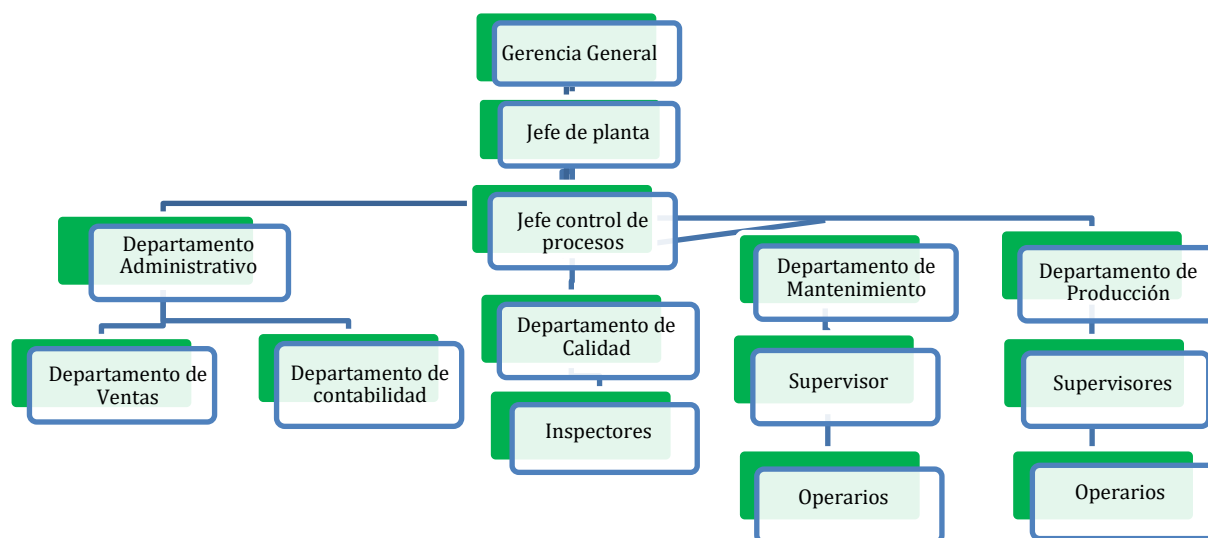
Departamento de gestión y control de la calidad

Supervisores

Operarios

Fuente: Elaboración propia. (con información brindada por el departamento de producción)

**Figura 1:** Organigrama de Megatrópico S. A..



Fuente: Elaboración propia.

### 1.1.7 Número de Colaboradores

Actualmente Megatrópico S. A. se encuentra conformado por un total de 58 colaboradores, que se encuentran clasificados de la siguiente forma:

**Tabla 1:** Clasificación de colaboradores de Megatrópico S. A..

| <i><b>Puesto</b></i>    | <i><b>Hombres</b></i> | <i><b>Mujeres</b></i> |
|-------------------------|-----------------------|-----------------------|
| <b>Administrativo</b>   | 10                    | 2                     |
| <b>Operativo</b>        | 44                    | -                     |
| <b>Agente de ventas</b> | 2                     | -                     |

Fuente: Elaboración propia.

### 1.1.8 Descripción y Análisis del Proceso

En Megatrópico S. A. se cuenta con 6 líneas de proceso, que se describen a continuación:

- A. Proceso 1: Recepción de materias primas.
- B. Proceso 2: Almacenamiento de materias primas.
- C. Proceso 3: Dosificación y Mezclado de materias primas.
- D. Proceso 4: Producción en harina o Peletizado.
- E. Proceso 5: Almacenamiento de productos terminados, sea en sacos o a granel.
- F. Proceso 6: Despacho de productos terminados.

El proceso de producción de Megatrópico S. A. inicia con la recepción de las materias primas. Esta labor se lleva a cabo por medio de camiones adaptados para el transporte de alimentos. Los productos tales como aditivos son almacenados en estibas o estantes adaptados, con el fin de que se realice de forma más segura. Los demás materiales utilizados en el proceso son almacenados en cada departamento correspondiente según su uso. A continuación se detalla cada proceso existente en la empresa:

A. Proceso 1: Se inicia con las órdenes de materias primas, las compras se deben realizar fundamentándose en un análisis de inventario total, que se hace cada final de mes y por promedios de consumos semanales.

Se da inicio con la recepción de materias primas, la cual se recibe en dos presentaciones, a granel y a sacos, estos pasan por un proceso de revisión de peso y presentación de la materia.

Seguidamente, se hace el ingreso de cada una de esas materias primas en un sistema informático, en el que se lleva el control de las existencias.

B. Proceso 2: Una vez verificado lo anterior, se procede a almacenar la materia en diferentes bodegas destinadas para cada materia prima que se ingresa. Si la materia ingresa a granel, este se almacena en silos, pero si ingresa en sacos o bolsas, se estiba en tarimas y se coloca en bodegas y si son líquidos se descargan en tanques.

C. Proceso 3: En este nivel se dosifican los diferentes ingredientes correspondientes a cada alimento y de acuerdo a su proporción. Después de esto se mezclan todos los ingredientes.

Esta dosificación se lleva a cabo según las fórmulas de cada uno de los productos (alimentos) que se desean producir, de las órdenes de producción y de las cantidades que se quieren elaborar, sustentadas en el plan de producción, el cual está basado en promedios de salidas semanales de los productos y en los pedidos.

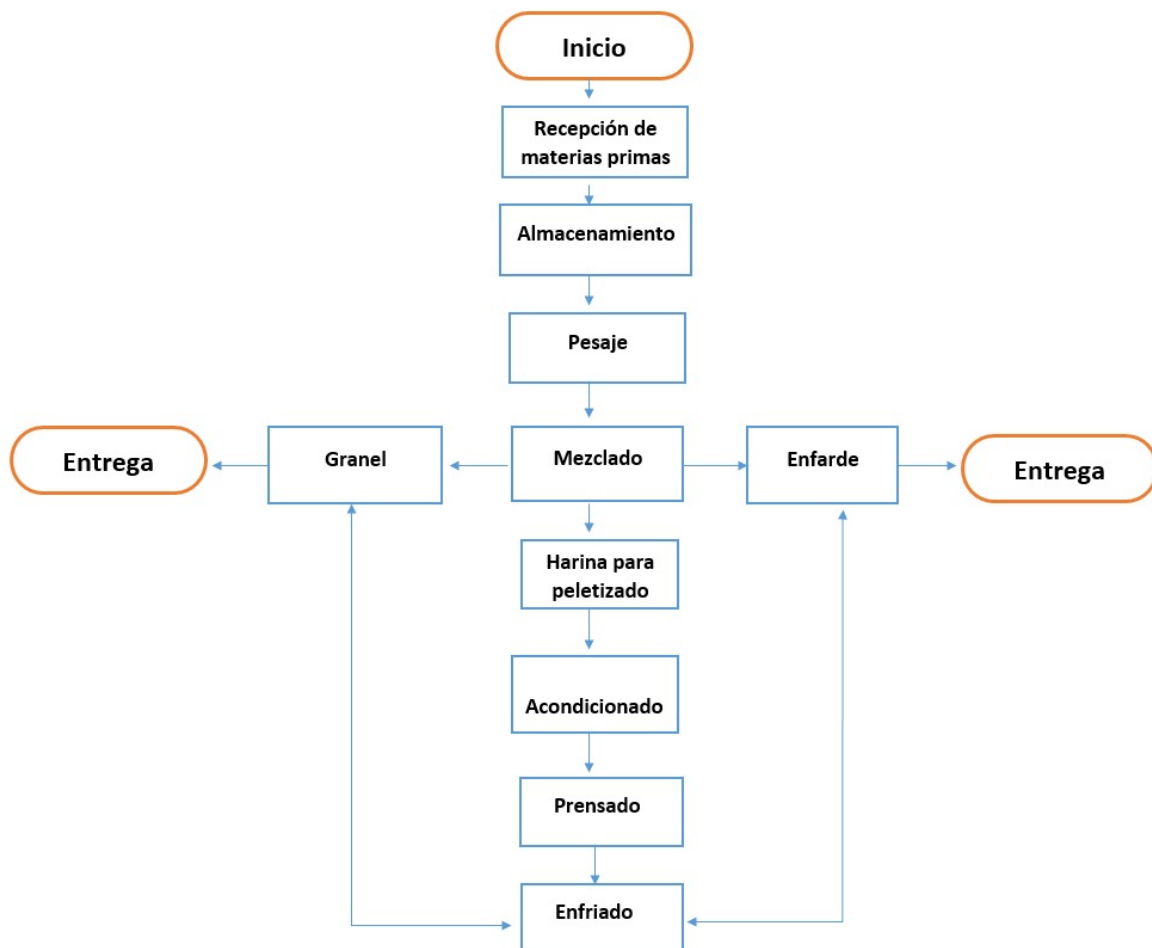
D. Proceso 4: Si el producto es basado en harinas se envía a la zona de enfarde o a granel, si la presentación del alimento es peletizada se envía a peletizar, para que después pueda enfardarse o almacenarse para granel.

E. Proceso 5: Este proceso consiste en enfardar el producto terminado, ya sea en sacos o enviarlo a granel si el despacho se requiere de esa forma.

F. Proceso 6: El despacho de los productos consiste en preparar y entregar los productos solicitados en el tiempo requerido y la cantidad exacta.

Esta información fue desarrollada por los miembros del proyecto con base a la indagación efectuada en el recorrido de planta y con el manual del proceso de Megatrópico, donde se presento una descripción detallada de los diversos procesos necesarios para llevar a cabo la producción del alimento balanceado para animales. Para ejemplificar de una mejor manera y lograr una mayor comprensión del proceso, en la Figura 2: Diagrama de producción de Megatrópico S. A., presentada a continuación, se facilita el diagrama que engloba todo el sistema productivo de la empresa.

**Figura 2:** Diagrama de producción de Megatrópico S. A.



Fuente: Elaboración propia

## **1.2 Tema**

Diseño de herramienta para el control del proceso productivo en la línea de alimentos peletizados dentro de la empresa Megatrópico S. A., ubicada en San Ramón, Alajuela, durante el periodo de Junio hasta Diciembre de 2020.

## **1.3 Área de Estudio**

El proyecto es realizado en la planta de producción de la empresa Megatrópico S. A., fábrica de alimentos balanceados para todo tipo de animales domésticos. El producto se elabora a base de harinas y es peletizado en distintas presentaciones de sacos y granel; lo cual permite realizar un amplio estudio sobre el control de procesos, generando así información valiosa para la toma de decisiones entorno al análisis de productividades y eficiencias de línea.

Se elige la línea de alimentos peletizados, debido a que involucra una mayor cantidad de etapas y equipos, lo que significa un mayor provecho de la misma para la empresa. Al representar la línea más compleja a nivel de proceso productivo, se busca asegurar que las oportunidades de mejora, identificadas mediante el control de proceso, sean de gran impacto para la gestión y por ende disminuir los costos, incidiendo positivamente la rentabilidad de la empresa.

#### 1.4 Delimitación del Problema

Consiste en estudiar el proceso y obtener la información necesaria para desarrollar una herramienta que permita a la empresa conocer y gestionar el aprovechamiento de su línea de fabricación en términos de productividad y de tiempo operativo. Lo anterior se busca con el fin de aportar a la organización los indicadores de los procesos productivos que permiten determinar aspectos como por ejemplo, cuáles son los paros más recurrentes y los que causan mayor afectación en el proceso en general, qué productos son los que mejor desempeño presentan en términos de productividad y cuáles presentan desviaciones significativas respecto a los estándares, entre otros aspectos de relevancia para asegurar el mejor aprovechamiento de los recursos.

El beneficio de proporcionar a la empresa un control de proceso, como el mencionado, es que permite enfocar sus esfuerzos y recursos en mejorar las áreas o procesos que son cuellos de botella, en los que a causa de paros o pérdidas de capacidad se generan mayores afectaciones y costos asociados al proceso en general. Por otro lado, se busca mejorar el diseño de productos o enfocar inversiones de aquellos *Stock Keeping Unit (SKU)* que presenten mayores dificultades al momento de ser fabricados.

El presente proyecto se encuentra normativamente en el área de Ingeniería en Producción Industrial, donde se aplican diversos conocimientos y herramientas, como lo son el cálculo de indicadores de eficiencia y productividad, y además la gestión de procesos en general.

## **1.5 Justificación**

Megatrópico S. A. es una empresa dedicada a la fabricación y comercialización de alimentos balanceados para todo tipo de animales domésticos. Como tal se formulan y fabrican alimentos para cerdos, pollos, gallinas, ovejas, ganado, caballos, conejos, entre otros, los cuales se venden en diferentes presentaciones, sacos de 10 kg, 23 kg, 46 kg y también se realizan entregas a granel.

Los procesos de fabricación se realizan con el objetivo de obtener alimentos de alta calidad que generen la rentabilidad esperada por los inversionistas y para ello es necesario contar con un eficiente control del proceso, que permita identificar oportunamente tiempos muertos, ineficiencias productivas y todo tipo de desperdicios que finalmente se traducen en un aumento de costos productivos.

Un control de procesos eficiente y oportuno permite a la empresa elaborar los planes de acción que actúen no solo de una manera correctiva, sino también preventiva; evitando así la recurrencia de este tipo de problemáticas mediante propuestas, las cuales en algunos casos se encuentren soportadas mediante un adecuado de análisis financiero, porque representan una inversión importante; pero en otras corresponde a cambios necesarios en los procedimientos o la metodología, esto con una sencilla implementación, pero que muestre un impacto significativo.

Es por esta razón que en este proyecto se diseña una herramienta de control de procesos que identifique oportunidades de mejora y/o prevenga al máximo ineficiencias productivas en la empresa Megatrópico S. A., para evitar un aumento no deseado en los

costos de producción, incumplimientos en los planes de producción que impliquen ventas perdidas y por supuesto una disminución en la rentabilidad esperada.

La efectividad de una herramienta de control de proceso radica en la veracidad de la información con que es alimentada, el seguimiento oportuno de resultados, la identificación de las causas asociadas y por supuesto la ejecución de los planes de acción.

## **1.6 Planteamiento del problema**

El presente proyecto se lleva a cabo en la empresa Megatrópico S. A., específicamente en el Departamento de Producción, enfocándose principalmente en el proceso productivo de alimento peletizado, el cual es un área de gran importancia para la compañía, ya que en ella se desarrolla parte importante de la elaboración de sus productos.

Luego de haber realizado un recorrido en las instalaciones de Megatrópico, con la ayuda de los diversos departamentos de la compañía se logró investigar que en los últimos años se ha decidido potenciar su línea de productos peletizados, invirtiendo en su proceso e innovando en nuevos productos en esta línea, lo que ha conllevado a un aumento significativo en su demanda de producto peletizado, gracias a este efecto la empresa ha tenido que adoptar medidas como la ampliación de la capacidad productiva, la extensión de los horarios de trabajo en algunas de las áreas, específicamente en el área de peletizado, donde se ha pasado de un turno diurno a tres turnos: diurno-mixto-nocturno, para poder alcanzar la producción semanal.

Cabe destacar que este comportamiento se ha mantenido y es por esto que existe la necesidad en la empresa de establecer nuevas prácticas de control de sus procesos, que apoyen a establecer procesos más eficientes, en el que se aproveche al máximo sus recursos, tantos materiales, energéticos, económicos y de mano de obra.

A través del análisis y diagnóstico del proceso se evidencia como problema principal que parte importante del tiempo total disponible que tiene la empresa es desperdiciado o no es realmente aprovechado de la manera más eficiente, es decir, la disponibilidad del proceso se ve afectado por paros, ocasionados por una gran cantidad de causas distintas, provocando

precisamente que la producción semanal se alargue durante jornadas extraordinarias, generando sobre costos de producción y que en algunas ocasiones durante la semana no se cuente con stock de algunos productos en inventario para la venta.

Por la creciente demanda en esta área de la empresa, la organización también se plantea la necesidad de tener herramientas para el análisis sobre cómo invertir eficientemente sus recursos, para así tomar decisiones de mejora e inversión basadas en datos eficientes.

## **1.7 Objetivos**

### **1.7.1 Objetivo General**

Diseñar una herramienta para el control de proceso en la empresa Megatrópico S. A., utilizando la técnica del “UPTIME” o tiempo operativo valioso, brindando a la alta dirección información valiosa para la toma de decisiones.

### **1.7.2 Objetivos Específicos**

1. Determinar las líneas de producción de la empresa en las que se utilizará la herramienta, mediante un diagrama de proceso, atendiendo las líneas de mayor rentabilidad.
2. Identificar las causas de paros programados y no programados en las líneas de producción, a partir de un estudio detallado del funcionamiento de los equipos, determinando con ella su disponibilidad.
3. Definir indicadores de desempeño, utilizando información disponible en la herramienta, que facilite la toma de decisiones de mandos medios y alta gerencia.
4. Crear los reportes de salida de información de la herramienta, utilizando tablas de datos y gráficos, para el control del proceso y toma de decisiones correspondiente.

## **1.8 Estado de la cuestión o del arte**

Para el desarrollo de este apartado se toma en cuenta información que ha sido desarrollada como resultado de otras investigaciones y que tienen relación con el tema de la presente investigación, por tanto, logran aportar al trabajo y permiten comprender de una mejor forma el área de estudio, a través de fuentes relevantes de indagación que amplían el conocimiento y le dan un mejor carácter formativo, a continuación, se muestra la recopilación de información:

Para las empresas es de fundamental importancia lograr mantener un sistema que le permita desarrollar un mejor flujo de trabajo, donde se logre aumentar la eficiencia y productividad de sus labores, logrando alcanzar los objetivos deseados, para ello es importante poder medir, controlar y corregir las distintas actividades necesarias para el cumplimiento de los planes establecidos por las organizaciones. Por esto en el artículo escrito por Medina et al (2019), llamado Procedimiento para la gestión por procesos: métodos y herramientas de apoyo, se menciona que si las empresas desean mejorar sus procesos productivos es de suma importancia que primero se tome en consideración el poder entender dicho proceso, esto con el fin de poder cambiarlo o mejorarlo con el tiempo; de esta forma se logra eliminar los defectos, reducir los tiempos de operación y mejorar de tal forma que se pueda cumplir el objetivo. (págs. 328-329)

Además, el artículo menciona algunas fases o lineamientos que se deben seguir para poder garantizar un adecuado sistema al momento de actuar, entre los pasos a seguir, Medina et al. (2019), mencionan un punto importante el cual radica en:

La implementación de indicadores como instrumentos de medición para poder valorar el desempeño de los procesos productivos, estos van a permitir que se logre medir la eficiencia y eficacia de las diferentes actividades, lo cual accede a poder analizar y plantear estrategias que pueden hacer más funcional el trabajo en una determinada área, ayudar en la toma de decisiones y buscar alcanzar los objetivos planteados; esto a través de herramientas que logren la integración de este sistema donde se analicen aquellos puntos críticos que requieren control. (p. 339)

También es importante mencionar que el uso de indicadores dentro de las empresas, permite poder tomar mejores medidas y decisiones al momento de actuar ante alguna falla que puedan presentar los equipos de trabajo, esto lo detalla Fernández en su informe de práctica de especialidad para optar por el título de Ingeniera en Mantenimiento Industrial en el Instituto Tecnológico de Costa Rica; con el proyecto titulado *Diseño de un Modelo de Gestión de Mantenimiento para el Beneficio de Café del Río Tarrazú, propiedad de Cafetalera Tierras Ticas S. A..* (2017), en este se menciona que un indicador es “una expresión cuantitativa del comportamiento y desempeño de un proceso, cuya magnitud, al ser comparada con algún nivel de referencia, puede estar señalando una desviación sobre la cual se deben tomar decisiones y acciones correctivas o preventivas” (p.23).

El proyecto tiene el enfoque de poder diseñar una herramienta para la empresa, que garantice a los encargados de mantenimiento la disponibilidad de los diferentes equipos, esto se debe a que la compañía no cuenta con un procedimiento establecido que permita realizar el manejo adecuado de la documentación de las fallas que se presentan en las máquinas y el principal problema radica en que al no llevar un adecuado control de la documentación no se

presenta la existencia de indicadores que permitan poder evaluar el tiempo operativo de las máquinas, así como las frecuencias de fallas y los tiempos de paro, por lo que el modelo de mantenimiento propuesto busca minimizar la ocurrencia de las fallas a través de un mejor control del proceso, permitiendo así lograr disminuir los costos de mantenimiento y los retrasos del proceso productivo.

Con base en lo anterior, se puede determinar el rendimiento y desempeño de los equipos en las diferentes áreas productivas, a través de medidores claves que se tomen en consideración, teniendo en cuenta las necesidades que posee la planta. De esta forma utilizar esta estrategia le va a permitir a la empresa, al igual que al Beneficio de Café del Río Tarrazú, manejar una correcta evaluación, análisis, desarrollo y control de las distintas actividades que debe realizar la empresa para poder mantener el funcionamiento adecuado y la mejora continua dentro de sus procesos.

Para lograr cumplir con el objetivo del proyecto la autora empleó la metodología de “Balanced Scorecard”, donde utilizó las cuatro perspectivas que posee el cuadro de mando integral, para crear un equilibrio que permita transformar la misión y visión de la empresa en estrategias e indicadores para el área de mantenimiento, de forma que se logre evidenciar el cumplimiento de los objetivos. En cuanto a ello, cabe destacar que se midió la disponibilidad total, la disponibilidad por averías, el índice de cumplimiento de la planificación y la desviación respecto al presupuesto, de esta manera la autora Fernández, A. (2017) señala que:

En las plantas donde una máquina supone la paralización de toda la línea, se calcula la disponibilidad de cada una y luego se calcula la media aritmética. En las plantas que no están dispuestos por líneas se debe seleccionar aquellos que tengan importancia dentro del sistema productivo. Una vez obtenido la disponibilidad de cada uno de los equipos significativos, se calcula la media aritmética, para obtener la disponibilidad total de la planta. (p.63)

Finalmente, cabe destacar que la elaboración de este proyecto en el Beneficio del Café del Río Tarrazú buscó crear indicadores que permitan a la empresa ser más consciente de las oportunidades y así detectar y minimizar fallas en los equipos y disminuir los costos de mantenimiento y de esta forma disminuir los retrasos en los procesos, ya que se presentaban fallas que no se mantenían contempladas y que finalmente generaban grandes tiempos de paro, por lo que al final los encargados de mantenimiento optaron por comprar nuevamente los motores de sus máquinas y así no dar mayores retrasos y continuar con sus labores, debido a que no tenían tiempo para reparar los equipos.

Por otro lado, Antaurco y Fernández (2015), en su proyecto de graduación para optar por la licenciatura en Ingeniería de Computación y Sistemas, llamado *Implementación de un sistema web para el control de paros de las máquinas textiles en la fábrica de tejidos San Carlos S. A..C.*, buscan el desarrollo de un sistema que permita aumentar la eficiencia de los equipos de la fábrica textil, mediante un adecuado control de los paros, debido a que la empresa contaba con una baja eficiencia de sus máquinas.

La principal problemática que presenta esta empresa es que se da una inadecuada gestión en el control de paros de equipos, principalmente en tres procesos, Antaurco y Fernández (2015) detallan que:

Para el caso del área productiva, la compañía no presenta un historial de los paros y fallas que hayan podido generar los diferentes equipos para el desarrollo de los diferentes procesos, por lo que al no contar con este tipo de información, la empresa no cuenta con el conocimiento de su tiempo productivo así como el tiempo de ocio que se genera debido al mal control de los paros. (p.18)

En el desarrollo del proyecto, la empresa ha podido determinar que existen dos tipos de paros, los cuales se clasifican en “paro menor”, que se presentan cuando la máquina debe ser detenida en un tiempo inferior a 30 min y “paro mayor”, el cual se presenta cuando la máquina debe ser detenida por un tiempo mayor a 30 minutos. Con base en lo anterior, se procedió a identificar los paros que genera cada uno de los procesos que estaban presentando un mayor problema y esto permitió a los autores poder crear un sistema a través de la metodología de SCRUM, la cual ayudó con el desarrollo del software para que de esta forma se pueda aumentar la eficiencia de las máquinas, ya que anteriormente la empresa no contaba con un registro de paros donde se reflejen las causas, soluciones y seguimiento.

Además de ello, el proyecto también permitió desarrollar una serie de indicadores que ayudaran con la toma de decisiones en relación con mantener un mejor control y gestión del Departamento de Producción, entre los indicadores evaluados, los autores lograron medir el porcentaje de eficiencia de las máquinas y respecto a eso señalaron que:

La creación del indicador de eficiencia de la producción va a tener un nivel aceptable entre el 70% y 80%, el cual va a permitir controlar aspectos como lo son el rango de tiempo de producción, cantidad producida, producción ideal, nombre de la máquina,

fecha, entre otros aspectos, a través de fórmulas que permiten recopilar la información. (Antaurco y Fernández, 2015, p. 110)

Esto busca brindar a la alta gerencia información importante para la toma de decisiones, además de que la creación de estos indicadores se contempla que funcionen para mantener un mejor control de las fallas que se provocan dentro de la planta.

Por otra parte, Gómez (2011), en su trabajo final de graduación titulado *Elaboración de un plan de control de la producción para incrementar la eficiencia y productividad en una empresa dedicada a la manufactura de colchas y cubrecamas*, desarrolla su proyecto con la finalidad de aplicar diferentes herramientas dentro de la organización, cuyo fin sea optimizar sus procesos, aumentar la productividad, eficiencia, disminuir tiempos muertos, mantener una mejor planificación y de esta forma contribuir a la mejora continua de sus procesos. De esta forma se puede brindar a la empresa herramientas de control que van a permitir que la misma mejore sus procesos productivos y contribuya al desarrollo continuo.

La autora menciona la importancia de controlar los diferentes procesos de producción, ya que esto va a permitir que se logren alcanzar los objetivos deseados, para ello “se debe estar al tanto de los trabajos a realizar, del tiempo, de la cantidad producida y de modificar los planes para responder a las situaciones cambiantes” (Gómez, 2011, p. 10). Con esto lo que se busca es brindar herramientas de control que permitan la optimización de los procesos productivos y así evitar que se presenten problemas que causen grandes afectaciones.

Para el caso de Megatrópico S. A. el objetivo del proyecto tiene el enfoque de poder brindarle una herramienta a la empresa que le permita controlar el proceso de alimentos peletizados, debido a que el principal problema radica en que no se mantiene un sistema que

le dé seguimiento y controle los paros ocasionados en la planta productiva, lo cual provoca tiempos de ocio, pérdidas, costos y afectaciones que disminuyen la productividad.

El no controlar el tiempo operativo puede ocasionar la presencia de grandes tiempos muertos, que ocasionan grandes pérdidas para las empresas, ya que en esta área cada minuto cuenta y genera un costo significativo. Delgado (2015) en su tesis titulada *Propuesta de disminución de tiempos muertos en la sección mezclado para reducir el costo de esta sección en una empresa textil, Arequipa 2015*, tiene el principal objetivo de realizar una propuesta que le permita a la empresa el disminuir sus tiempos muertos, principalmente en el proceso de mezclado, por lo que se utilizaron diversas herramientas de análisis como lo son el diagrama causa y efecto, que permite determinar cuáles son las principales causas del problema y a través de ello actuar.

Santillán (2020), desarrolló su proyecto de graduación para optar por el título de licenciatura con su trabajo titulado *Propuesta de mejora en el área de producción en una empresa que fabrica pallets de madera aplicando herramientas de Lean Manufacturing*, en este trabajo el autor buscó la manera de incrementar la eficiencia de su proceso, esto a través de distintas herramientas que permiten el mejoramiento de sus actividades, para ello utilizó la metodología de Lean Manufacturing, la cual busca mejorar los procesos productivos generando una reducción de desperdicios por medio de la aplicación de distintos métodos.

De esta forma, con la aplicación de esta filosofía, el proyecto busca aumentar la productividad de sus procesos, así como el aprovechamiento del tiempo productivo, la disminución de desperdicios, la disminución de fallas, los costos y una mayor seguridad para los trabajadores, el autor menciona que:

Lean Manufacturing es una filosofía y, por lo tanto, las prácticas no son objetos concretos, pero existen métricas o indicadores clave de rendimiento (KPI) que se utilizan para rastrear el éxito de las iniciativas Lean. Cada KPI evalúa el rendimiento de una o más prácticas, y para evaluar el rendimiento global del sistema Lean, el índice Lean (LI) se introduce como una métrica. (Santillán, 2020, p. 33)

Con esto se determina que la problemática que impulsa el desarrollo de este proyecto radica en que la empresa presenta un exceso de productos no conformes de pallets y también las de devoluciones por parte de los clientes, esto se debe a la presencia de fallas en el proceso productivo, entre las cuales el autor menciona: la acumulación de viruta, dimensiones erróneas, productos astillado con exceso de rajadura o de cáscara y con torceduras; todo esto conlleva a ocasionar un impacto económico significativo a la empresa, ya que este tipo de problemas crea un costo para la misma, el cual tuvo un equivalente del 18.03% de las ventas de 2018.

El estudio realizado indica que hay una gran cantidad de productos catalogados como no conformes, sumando un total de un 10,76% de la producción y un nivel de devoluciones equivalente al 0,53%; a través del análisis de la situación se plantea aplicar indicadores de control, para que se pueda comparar con la situación actual y con ello realizar mejoras a través de herramientas de la filosofía aplicada. Finalmente, se pudo generar un impacto significativo con la aplicación de la metodología Lean, ya que se presentó una mejor estandarización de los procesos, además de cumplir con el objetivo de aumentar el nivel de servicio y reducir la cantidad de productos no conformes.

Por otro lado, Coz, P. y Pérez, J. (2017) en su tesis titulada *Control interno para la eficiencia administrativa de las empresas tercerizadoras del sector eléctrico de la región central del país*, hablan sobre la importancia de poder controlar mejor los procesos productivos, de forma que se pueda aumentar la eficiencia de sus operaciones y de cómo esto influye positivamente. Para este caso el proyecto enfoca en analizar el control interno, específicamente del área administrativa de la empresa tercerizadora, con la finalidad de que la empresa cumpla con los objetivos planteados.

Este trabajo busca que a través del adecuado control interno se pueda alcanzar un nivel de eficiencia adecuado para que el área administrativa cumpla con responsabilidad sus metas y objetivos, lo anterior de igual manera puede convertirse en un aumento de la productividad, permitiendo de esta forma tener una mejor satisfacción por parte de sus clientes. Los autores Coz, P. y Pérez, J. (2017) mencionan que ejecutar correctamente los procesos productivos y por ende manejar un mejor control internamente “permiten al directorio o dirección hacer frente a la rápida evolución del mercado competitivo, así como a las exigencias y prioridades cambiantes de los clientes y adaptar su estructura para asegurar el crecimiento futuro” (p. 19), por tanto si esto se desarrolla adecuadamente puede evitarse grandes problemas a las empresas, ya que se busca evitar situaciones que afecten gravemente los distintos procesos.

Es relevante mencionar que al realizar el trabajo los integrantes del proyecto lograron determinar que esta compañía posee una gran extensión geográfica, esta tiene grandes problemas para poder cumplir con las diversas obligaciones, ya que posee una gran cantidad de colaboradores, por lo que no se logra cumplir con el desarrollo correcto de las actividades y por lo tanto no pueden controlar internamente los procesos; es a través de la aplicación de

diferentes metodologías que se ha podido determinar la necesidad que tiene el personal de poder medir la eficiencia y tener un control que permita el cumplimiento de los objetivos.

Con lo anterior, los integrantes del proyecto han podido determinar la necesidad de crear cinco componentes que serán fundamentales para aumentar la eficiencia y productividad de sus procesos, entre ellos se menciona el establecer un mejor ambiente organizacional que logre proporcionar un apoyo a la alta gerencia con respecto al control interno. Por una parte, también se busca brindarle la mayor atención a aquellas áreas críticas que necesiten de soporte para alcanzar la eficiencia; por otra parte está la creación de sistemas de información que permitan medir el rendimiento en el tiempo real que se ejecuta al realizar las diversas funciones, además de poseer documentos de gestión que permitan controlar las distintas áreas y finalmente seguir dándole seguimiento al control interno de la organización para que de esta forma se asegure el cumplimiento de sus objetivos.

# Capítulo II:

## Marco teórico

Con el fin de disponer de una idea más clara acerca de la presente investigación, es necesario recurrir a una serie de conceptos que contribuyan a fundamentar los análisis expuestos en el trabajo, por lo tanto, a continuación, se muestran los conceptos relacionados con la información del proyecto.

## **2.1. Indicadores**

El uso de los (*KPI's*), por sus siglas en inglés de *Key Performance Indicator* o también conocidos como *indicadores*, dentro de las organizaciones viene a ser un punto clave que permite medir y controlar aspectos importantes dentro de las empresas, como lo es la productividad y eficiencia que se desarrolla en los distintos departamentos, Salazar (2019) en su blog menciona que la “existencia de indicadores de gestión en un sistema de producción es de vital importancia para la implementación de procesos productivos, dado que permiten la ejecución de ciclos de mejora continua, además de funcionar como parámetros de viabilidad de procesos” (párr. 1) de esta forma, al implementarse dentro de las empresas se puede ayudar a controlar adecuadamente las distintas áreas, de igual manera brindar el apropiado cumplimiento de los diferentes objetivos y ayudar en la toma de decisiones.

De esta forma se puede determinar que los indicadores básicamente miden el desempeño que se presenta en los diversos procesos productivos dentro de una compañía, de manera que se pueda controlar lo mejor posible el trabajo que se ejecuta para llevar a cabo la elaboración de sus productos o servicios.

## **2.2. Tipos de indicadores**

Existe una gran variedad de indicadores utilizados para medir el rendimiento, desempeño, calidad, productividad, eficiencia, eficacia, entre otros factores que son sumamente importantes y relevantes dentro de una compañía, ya que si no se tiene control sobre los mismos pueden generar grandes pérdidas en diversos ámbitos de la empresa. A continuación, se muestran los tipos de indicadores:

### **2.1.1. Indicadores primarios**

De esta forma, en el libro *Cuantificación y generación de valor en la cadena de suministro extendida*, el autor plantea que existen una serie de indicadores, entre ellos se encuentran los clasificados como *indicadores primarios* “que son aquellos que se reportan a la compañía” (Sánchez, 2008, p. 39), este tipo de indicadores son los que están altamente relacionados con los objetivos de la empresa y que son sumamente importantes a la hora de la toma de decisiones para garantizar el éxito en una empresa.

### **2.1.2. Indicadores secundarios**

Por otro lado se encuentran los *indicadores secundarios* que según Sánchez (2008), en su libro menciona que “son los que se utilizan únicamente a nivel interno en un departamento” (p. 39), este tipo de indicador se describe como aquel que trabaja sobre los indicadores primarios, ya que en cada departamento se debe medir y controlar los procesos para poder alcanzar los objetivos de la empresa y por ende los indicadores primarios que buscan la rentabilidad de una organización, de esta manera estos indicadores deben demostrar que las metas están siendo alcanzadas, en el libro se menciona que:

Otra perspectiva es la que los agrupa según su enfoque sea el financiero, operativo, la orientación al cliente y la innovación. Podemos identificar indicadores de gestión que son usados por los directivos de la compañía; indicadores de control, dirigidos a los responsables de cada área operativa y los KPI's de detalle, que contendrían la información diaria de cada actividad que se desea medir. (Sánchez, 2008, p. 39)

Considerando lo anterior, se puede interpretar que existen diversos tipos de indicadores que tienen la finalidad de poder recolectar información importante en donde a través de un análisis de los datos e información se plantean decisiones de control y mejora que busquen alcanzar los objetivos y propósitos de las empresas.

### **2.3. Up Time**

Es importante mencionar que el *up time* o también llamado tiempo operativo valioso, viene a ser ese indicador que va a cumplir con el objetivo de determinar o medir el porcentaje de utilización en relación con el tiempo de los equipos u operarios dentro de una planta; dicho de otra forma, el *up time* puede definirse como “el porcentaje del tiempo equivalente que una instalación opera en forma segura, con calidad, a su máxima tasa de producción demostrada” (*UPTIME Indicador*, 2018, párr. 1), básicamente este calcula el tiempo en el que, ya sea una persona o máquina trabaja sin interrupciones, para ello se debe realizar un análisis de todos los paros que se presentan en los diferentes equipos o procesos dentro de la organización, para que de esta forma se alcance el mejor rendimiento de la planta productiva, en relación con esto, a continuación se muestra la fórmula establecida para desarrollar el *up time*:

**Figura 3:** Fórmula del up time

**Fórmula:**

$$\text{Uptime} = \frac{\text{Tiempo Operativo Valioso (TOV) (horas)}}{\text{Tiempo Operativo Valioso (Horas) + Total de pérdidas (Horas)}} * 100$$

Fuente: [https://inba.info/uptime-indicadorpdf\\_5b023b9508bbc56f748eab5a.html](https://inba.info/uptime-indicadorpdf_5b023b9508bbc56f748eab5a.html)

Es por ello que el presente proyecto tiene el objetivo diseñar una herramienta que le permita a la empresa tener un mayor control de sus procesos en el área de alimentos peletizados y que a la larga se pueda extender a diferentes áreas, de manera que se logre identificar a través de la utilización de este indicador, el porcentaje de actividad de cada proceso, permitiendo la creación de estrategias de mejora para la disminución de los tiempos de paro.

## **2.4. Control de procesos**

El definir indicadores dentro de los distintos departamentos con los que cuentan las empresas, viene a brindarle un adecuado *control de procesos* a las compañías, ya que esto permite verificar que las distintas actividades se ejecuten de la forma correcta y además de ello poder medir y controlar los principales objetivos de la empresa, debido a que al final toda compañía debe preocuparse de que se cumplan las especificaciones y la calidad de sus productos, para que de esta forma se logre cumplir con la satisfacción del cliente, en relación con esto se menciona que:

El control de procesos se ocupa de vigilar la calidad mientras se produce el producto o servicio. Los objetivos típicos de los planes de control de procesos son proporcionar información oportuna sobre si los artículos producidos en ese momento cumplen con las especificaciones de diseño y detectar cambios en el proceso que indiquen que es probable que los productos futuros no cumplan con esas especificaciones. (Chase et al., 2009, p. 336)

## **2.5. Productividad**

De esta forma se logra implementar un adecuado control de los procesos con la ayuda de las distintas herramientas fundamentales para su correcta ejecución, se puede realizar mejoras en su operación permitiendo que se genere un incremento en su *productividad*, lo cual puede generar una ventaja competitiva para las organizaciones, ya que “la productividad tiene que ver con los resultados que se obtienen en un proceso o un sistema, por lo que incrementar la productividad es lograr mejores resultados considerando los recursos empleados para generarlos” (Gutiérrez, 2014, p. 20). Es por ello que esto pretende buscar el bienestar de las empresas, porque el aumento en la productividad permite alcanzar una mayor producción, manteniendo así constantes los insumos.

## **2.6. Eficiencia**

Es por ello que el principal objetivo que posee la productividad dentro de las empresas es medir la *eficiencia* que se genera en los distintos departamentos con respecto a las distintas actividades que se desarrollan, para ello Gutiérrez (2014) menciona que la eficiencia es “simplemente la relación entre el resultado alcanzado y los recursos utilizados” (p. 20), dicho de otra forma, lo que se busca es alcanzar la optimización de todos sus procesos mediante la

utilización correcta de los recursos y el tiempo disponible para la ejecución de las diferentes actividades.

## **2.7. Eficacia**

Por otro lado, otro de los conceptos que se encuentran relacionados a la productividad es la *eficacia*, la cual según Gutiérrez (2014), es “el grado en que se realizan las actividades planeadas y se alcanzan los resultados planeados” (p. 20), básicamente lo que trata es el poder alcanzar o desarrollar los objetivos o metas planteadas, al realizar las distintas actividades. Es importante mencionar que estos dos conceptos mencionados se encuentran ligados entre sí o van de la mano uno con el otro, ya que la combinación de ambos le va a permitir a las empresas el poder cumplir con sus objetivos y de esta forma lograr la optimización y alcanzar la mayor productividad en sus labores.

Tomando en consideración estos conceptos mencionados anteriormente se logra plantear la importancia de llevar a cabo un adecuado control de los procesos dentro de las organizaciones, que permita una mejor intervención acerca de las metas y objetivos de la empresa, de forma que sean esenciales para poder ayudar al momento de la toma de decisiones y que sean de fundamental relevancia para la organización.

## **2.8. Paro**

Teniendo lo anterior claro, es fundamental considerar un concepto que viene a englobar gran parte de este trabajo y este es el concepto de *paro*, el cual se desarrolla como consecuencia a la suspensión de las diferentes actividades que se practican dentro de la empresa, esto debido a diversas razones, las cuales provocan la interrupción de las mismas

con la finalidad de principalmente buscarle mejoras a un problema presente, usualmente esto ocurre cuando dentro de una línea de producción surge algún inconveniente o está programado realizar algún mantenimiento o limpieza de un determinado equipo. Para ello no es necesario que se realice la paralización de toda la línea. Tous et al. (2019), mencionan que “hay que matizar que se puede parar solo la fase afectada, por lo que la línea de producción global sigue funcionando, dando tiempo para que se pueda solucionar el problema” (p. 215), con ello lo que se busca es brindarle soluciones al proceso afectado de forma óptima para que el trabajo pueda continuar lo más pronto posible.

En dadas ocasiones sí puede presentarse un paro completo de la línea de producción, pero esto usualmente suele presentarse cuando se genera un fallo que si no se corrige a tiempo puede generar grandes inconvenientes y problemas que a la larga serán peores para el proceso productivo, es por ello que es importante considerar que existen diferentes tipos de paros que pueden generarse dentro de una planta de producción.

Se puede mencionar específicamente para el caso de Megatrópico S. A., que se presenta una serie de paros tanto programados y no programados, en las diferentes áreas de trabajo, entre estos se puede mencionar algunos; por ejemplo, en el área de producción se suelen presentar paros debido a:

- Cambios de formato.
- Faltante de operarios.
- Pruebas de producción.
- Refrigerios.
- Aseo y limpieza de líneas.

- Paros por incidentes.
- Errores de operación.
- Falta de espacio en silos.
- Reuniones de personal.
- Entre otros.

De igual manera se suelen presentar paros relacionados a calidad y estos se presentan por motivos como:

- Pruebas o análisis de calidad.
- Ajustes de parámetro.
- No conformidades, reprocesos o retiro de producto.

También se suelen presentar paros relacionados con el mantenimiento, principalmente por:

- Pruebas de mantenimiento.
- Mantenimientos preventivos y correctivos.
- Suministro de electricidad.
- Suministro de aire (sistema neumático).
- Falla en maquinarias (elevadores-bandas-motores-peletizadoras-enfardadoras, entre otros).
- Suministro de vapor.
- Suministro de red (Internet).
- Faltante de operarios.

- Falla en montacargas y romanas.
- Entre otras.

Por otro lado, en el área de despacho se generan pérdidas de productividad, debido principalmente al faltante de montacargas, camiones de carga, productos terminados, rutas listas, entre otros factores.

### **2.8.1. Paros programados**

Es importante entonces considerar como parte sustancial dentro del control de los procesos, el desarrollar una adecuada planificación de los paros, los cuales suelen llevarse a cabo por el departamento de control de proceso o por mantenimiento y pueden ser ocasionados de forma programada y no programada; los *paros programados* son aquellos que se encuentran establecidos dentro de la organización y siguen un programa en relación con el tiempo productivo, lo anterior busca cuidar tanto a los equipos, como al personal de trabajo y la producción, ya que reduce el riesgo de que pueda presentarse un accidente o incidente dentro de la planta, en este caso “estos se realizan para inspeccionar las máquinas, reemplazar las piezas gastadas y corregir los defectos detectados para evitar paros forzados en el futuro” (Cuatrecasas, 2012, p.709), para lograrlo los encargados definen el tiempo en que se llevará a cabo la determinada intervención, así como la planeación y diagnóstico de la situación, donde los trabajadores del área deben de estar enterados para tomar las medidas necesarias ante la situación.

### **2.8.2. Paro no programado**

Otro caso, no tan idóneo y que surge de forma inesperada son los llamados *paros no programados*; Cuatrecasas (2012) indica que estos generan atrasos en la producción debido a alguna avería que no estaba detectada y la cual si no se atiende a tiempo puede provocar daños a la maquinaria o equipo, e incluso puede poner en riesgo la vida de los colaboradores. Cuando esto ocurre suele suceder que el tiempo en el que se deba detener la producción sea mayor, ya que se debe realizar una inspección para detectar la avería y es algo con lo que el área no estaba preparada.

### **2.9. Mantenimiento Predictivo**

Esto provoca que se produzca lo que se llama tiempos muertos, debido a que los trabajadores deben detener sus labores para poder actuar ante el paro no programado, generando de esta forma una disminución en el proceso productivo, ya que se pierde el ritmo y disponibilidad del trabajo; en ocasiones el hecho de que se presenten este tipo de paros dentro de las organizaciones puede generarse debido a una inadecuada planificación y control del *mantenimiento predictivo*, el cual se puede definir como:

Una serie de técnicas y operaciones que se adoptan para detectar una falla o problema en un elemento o instalación antes de que suceda, con el objetivo de poder corregirla sin que se produzcan detecciones de producción, averías mayores, accidentes, etc. (Jiménez, 2015, p. 29)

## 2.10. Calidad del proceso productivo

De esta forma, las empresas al llevar un histórico donde se pueda pronosticar el comportamiento que pueden generar los equipos podrán tener un mejor control de las fallas presentes en el proceso productivo, lo que permite de esa forma evitar que se presenten los paros no programados y aumentar el tiempo de vida útil de las máquinas. Esto tiene la finalidad de anticiparse ante estas situaciones, generando que se desarrolle un mejor control por parte de los encargados y así mejorar la *calidad del proceso productivo*, donde se lleva un control a lo largo de todo el procedimiento para permitir que se mantengan con todos los estándares establecidos, para así cumplir con la calidad del producto y la satisfacción de sus clientes, por ello los trabajadores de las diferentes áreas productivas deben lograr el desarrollo de un funcionamiento de la planta adecuado. En el blog Calidad ISO se menciona que:

En definitiva, una calidad en los procesos de producción más alta genera ventajas a la organización como un menor despilfarro, menos repeticiones, menos rechazos, menos reclamaciones y menos devoluciones, lo que se traduce en costes más bajos y en una productividad más alta. (Calidad ISO, 2015, párr. 13)

Por lo tanto, es de suma importancia diseñar un buen sistema de calidad de los procesos donde se pueda planificar, evaluar, controlar y resolver los problemas que puedan perjudicar los objetivos de la organización, su productividad y eficiencia; por ello la importancia de considerar los distintos indicadores que permitan identificar aquellas variables como los paros, desperdicios, cuellos de botellas, velocidades, rendimientos y demás que al final son de gran impacto para la toma de decisiones y para desarrollar un mejor aprovechamiento de las diferentes funciones.

## **2.11. Proceso productivo de Megatrópico S. A.**

Con base en lo anterior, se procede a realizar una breve descripción de los procesos que se desarrollan dentro de la empresa Megatrópico S. A. para la realización de sus diferentes productos. Primeramente, es importante mencionar acerca de lo que es esta industria, encargada principalmente del proceso productivo de alimentos peletizados, la cual trata de elaborar alimentos balanceados para animales a través del proceso de peletización.

### **2.11.1. Proceso de peletizado**

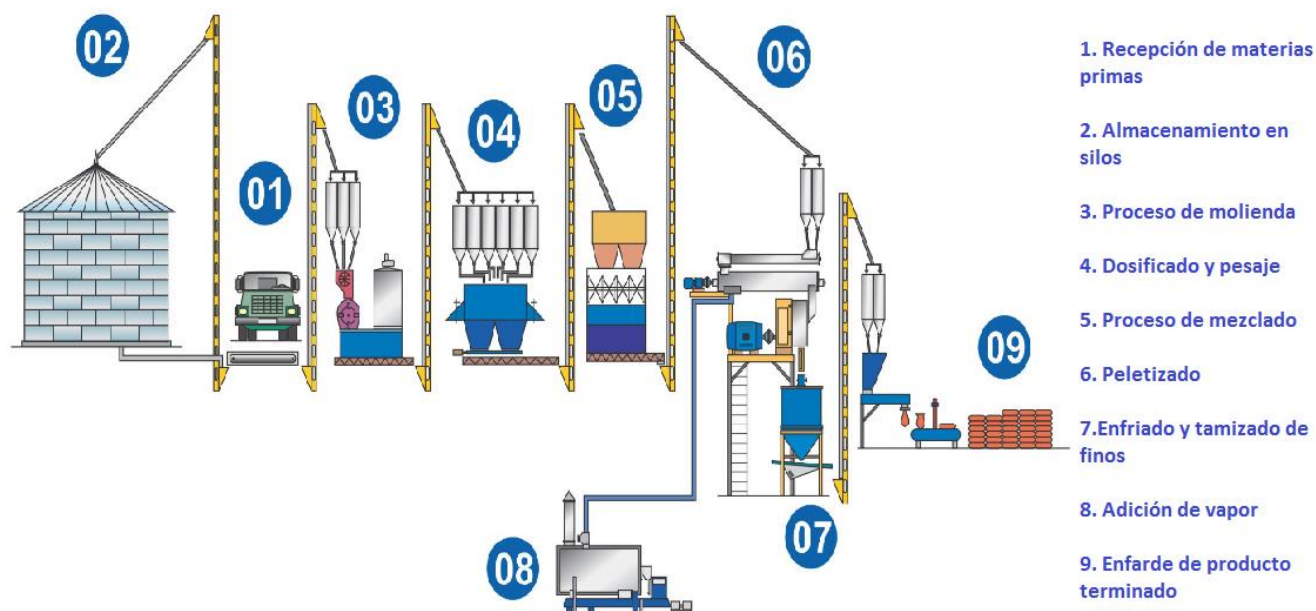
En cuanto al procedimiento de peletización cabe señalar que este:

Es un proceso mecánico, mediante el cual una mezcla de ingredientes finamente molidos humedecidos y calentados con vapor (acondicionamiento), son aglomerados en forma de cilindros (pellets), al hacer pasar una mezcla por una matriz (o dado) con la ayuda de unos rodillos que la componen y le dan mayor densidad. (Maya, 2016, p. 6)

Por otro lado se menciona que la matriz o dado:

Es la pieza principal que está dentro de un barril fijo o estacionario. Ocurre la formación del pellet ya sea en granos, fideos, etc., generados como consecuencia de la energía mecánica utilizada para girar los rodillos. La matriz de Peletizado debe de ser de acero inoxidable (serie 304). Esto se debe a que podrían sufrir corrosión. (Morales, 2016, p. 26)

**Figura 4:** Proceso productivo alimento balanceado peletizados



Fuente: ferrazmaquinas.com. Diagrama de flujo harina-peletizado.

De esta forma, esta industria elabora productos que poseen alto valor nutricional para animales como gallinas, pollo, ovejas, conejos, caballos, ganado vacuno, entre otros; permitiendo que estos alimentos puedan suministrarle a la salud de estos animales, la calidad de nutrientes necesarios para sus diferentes etapas de crecimiento. Para poder mostrar de forma más detallada de lo que consta este proceso de peletizado, a continuación, se muestra como es un pellet, el cual se forma al elaborar el alimento balanceado para los animales, es importante mencionar que en la empresa se produce pellets en diámetros de 2 mm, 3 mm, 4 mm, 8 mm y 12 mm.

**Figura 5:** Ejemplo de Pellet



Fuente: CEDROVET, nutrición animal.

### **2.11.2. Proceso de molienda**

Además de lo anterior, existen otros tipos de procedimientos para elaborar este tipo de productos, entre ellos está el proceso de molido que también se practica dentro de la empresa y el cual es un método que tiene el propósito de “reducir el tamaño de la materia prima (granos) para aumentar la superficie de ataque de las enzimas digestivas. Existen dos tipos de molinos: el de rodillos (es el menos utilizado) y el de martillos (más usado)” (Alcaino et al., 2002, p. 5); dicho de otra forma, este proceso lo que busca es preparar la materia prima que en este caso es el grano, para elaborar el producto alimenticio que contenga la calidad y nutrientes necesarios se busca disminuir el tamaño de la materia prima para que sea más fácil el proceso de digestión.

### **2.11.3. Proceso de extruido o expandido**

Hay otro proceso que aunque no se ejecuta dentro de la empresa, también permite desarrollar este tipo de alimentos balanceados, este es el *proceso de extruido o expandido*, el cual según Alcaino et al. (2002), “es un proceso similar al peletizado ya que se debe de

reducir su materia prima para que de esta forma se logre crear un producto que sea digestivamente más adecuado para los animales” (p. 6), este proceso se elabora más que todo para el desarrollo de alimentos de mascotas y se pueden ver en los que se suelen comprarse para gatos, perros, conejos y demás en veterinarias, donde estos poseen diferentes formas y colores haciendo que su presentación sea más llamativa; además, suelen contener gran cantidad de porcentaje proteínico para el bienestar de las mascotas.

#### **2.11.4. Regulaciones de la industria**

Este tipo de industria alimentaria sigue siendo de gran importancia, por lo que las compañías deben de mantener un adecuado control de todo su proceso, desde la recepción de su materia prima, proceso productivo, almacenamiento y distribución, ya que se debe de cumplir con la inocuidad necesaria para darle seguridad tanto de los animales como de las personas. Es por ello que en Costa Rica existe un reglamento que deben de efectuar las empresas encargadas de producir este tipo de productos, lo anterior con la finalidad de controlar su elaboración, para ello el Ministerio de Agricultura y Ganadería, mantiene una serie de artículos que consideran lo siguiente:

1°-Que la nutrición equilibrada y sana de los animales es de suma importancia para el mantenimiento de sus funciones vitales y productivas. (La Gaceta, 1983, p.1)

2°-Que los alimentos que consumen los animales inciden directamente en la calidad de sus productos y subproductos que se utilizan para consumo humano, por tanto es imprescindible que la alimentación animal sea lo más equilibrada y sana. (La Gaceta, 1983, p.1)

3°-Que el creciente aumento de la población humana del país demanda un incremento en alimentos de alto valor nutritivo, como los de origen animal, para satisfacer las necesidades cada día mayores del consumo humano. (La Gaceta, 1983, p.1)

4°-Que para ello se requiere incorporar en la elaboración de piensos para animales, conocimientos biológicos modernos y así lograr métodos óptimos de producción en la industria animal. (La Gaceta, 1983, p.1)

Está entidad busca que las industrias encargadas de realizar este tipo de productos cumplan con las regularidades establecidas con la finalidad de aumentar el desarrollo de esta producción, a través de la aplicación de las diferentes normas donde el principal objetivo es cuidar la salud, calidad y confianza de sus clientes y animales en general, para ello se debe de seguir una serie de instrucciones o lineamientos que hacen constar que las empresas que lo contengan posean todas las medidas necesarias para su adecuado funcionamiento.

#### **2.11.5. Proceso de transformación**

Por otro lado, es importante considerar que para poder realizar el proceso productivo dentro la empresa se debe de realizar un proceso de *transformación* de la materia prima, para ello se pueden utilizar diferentes tipos de molinos entre los cuales Valero en Maya (2016) menciona que “existen 5 tipos de molinos trituradores de granos, de muelas o piedras, discos metálicos, cilindros o rodillos estriados, rodillos lisos y martillos” (p. 14), estos ayudan a realizar la disminución longitudinal de la partícula conocida como reducción granulométrica, para poder continuar con las diferentes actividades productivas que van a permitir la

elaboración del producto. Es importante mencionar que en Megatrópico S. A. únicamente utiliza molinos de martillos, como el que se muestra a continuación:

**Figura 6:** Molino de martillo



Fuente: Fotografía tomada de la planta de Megatrópico S. A.. por Manrique Ferreto Mejías.

Además de estos, existen otros tipos de molinos que aunque no se utilizan en la compañía, también cumplen con el funcionamiento de triturar granos como los que se observa a continuación:

**Figura 7:** Molino de muelas o piedras



Fuente: Fedecandoniphoto (Dreamstime). <https://es.dreamstime.com/muela-abrasiva-para-moler-el-grano-image133848130>

**Figura 8:** Molino de discos metálicos



Fuente: Molinos el número uno. <http://molinoselnumerouno.com.mx/galer-a.html>

**Figura 9:** Molino de cilindros o rodillos estriados



Fuente: Alibaba.com. <https://spanish.alibaba.com/product-detail/wheat-grain-roller-mill-roller-milling-of-wheat-roller-mills-for-corn-wheat-grain-62009189497.html>

**Figura 10:** Molino de rodillos lisos



Fuente: Grupo Sower. <http://www.sowergroup.es/mills/hydraulic-three-rolls-mill/>

#### 2.11.6. Granulometría

También se cuenta con el concepto de *granulometría* “el cual es un factor muy importante, en la transformación de alimentos balanceados, ya que influye mucho en la durabilidad del pellet y tamaño de la partícula en harina” ( Maya, 2016, p. 14), el éxito de una buena mezcla depende de gran manera del tamaño de las partículas a mezclar, la granulometría de cada una de las materias primas utilizadas en la producción deben cumplir con parámetros preestablecidos de tamaño, esto dependiendo del tipo de alimento, tal es el caso de las harinas con las que se producen los concentrados para gallinas ponedoras las deben de ser gruesas, ya que evitan el desperdicio y favorecen el consumo, en cambio para los cerdos la harina debe presentar una granulometría fina. En el caso específico de los productos peletizados se realizan mediciones constantes de granulometría haciendo pasar la harina por tamices con diferentes niveles de abertura, los cuales son medidos en micras, es importante aclarar que una micra equivale a  $10^{-6}$  m o una millonésima parte de un metro (1  $\mu$ m) y estas se miden por medio del micrómetro, el cual permite medir diversas partículas; es relevante señalar que las partículas gruesas afectan el resultado final del pellet, ya que propician el quebrado del pellet y la generación de mermas o pérdidas por producción de finos.

The image consists of two side-by-side photographs. The left photograph shows a mechanical soil compaction machine, likely a Proctor hammer, with a stack of six brass rings mounted on top. The machine is painted green and yellow and sits on a wooden floor. The right photograph is a close-up of the brass rings, showing labels that read "STANDARD TEST" and "100mm". The rings are stacked vertically, and the labels are green with white text.

The image consists of two side-by-side photographs. The left photograph shows a mechanical soil compaction machine, likely a Proctor hammer, with a stack of six brass rings mounted on top. The machine is painted green and yellow and sits on a wooden floor. The right photograph is a close-up of the brass rings, showing labels that read "STANDARD TEST" and "U.S.A. STANDARD TESTING". The rings are stacked vertically, and the labels are green with white text.

### 2.11.7. Proceso de mezclado

Por otro lado, otro concepto importante en la empresa es el *proceso de mezclado*, este busca realizar la homogeneización del alimento, el cual va a permitir que se mezclen bien todos los ingredientes necesarios, Maya (2016) menciona que este proceso permite “garantizar un producto homogéneo y que tenga una apariencia apropiada, ya que es fácil detectar cuando los líquidos no han sido homogeneizados correctamente y se logra apreciar diferente coloración en la mezcla.” ( p. 15) la homogeneidad del proceso de mezclado es vital para tener un buen alimento balanceado, ya que es clave para la correcta absorción de todos los nutrientes que conforman el alimento, siendo de principal importancia para las etapas iniciales del animal, por ejemplo en los lechones, que en sus primeras etapas tienen una alta

exigencia nutricional en cuanto a la cantidad específica de nutrientes, por lo que la precisión de mezclado debe de ser alta, una mala precisión de mezclado y homogeneidad del concentrado en estas fases pueden ser fatales, ocasionando enfermedades digestivas o hasta la muerte.

Es por esto que se debe de tener un alto conocimiento fundamentado en la experiencia, para alcanzar la programación apropiada en cada uno de los tiempos de mezclado, un tiempo deficiente de mezcla húmeda provoca grandes problemas en la apariencia y composición del balanceado, al igual que un tiempo excedido de mezcla ocasiona un efecto de desmezclado, al juntarse de nuevo las materias primas por sus características de peso específico.

#### **2.11.8. Premezclas en la industria de balanceados**

Las *premezclas* “juegan el papel más importante en los alimentos balanceados, son adicionados en el proceso de elaboración, es una mezcla que contiene vitamina y minerales en las cantidades exactas” (Maya, 2016, p. 16), las premezclas también son llamadas núcleos y son componentes esenciales en la composición del alimento balanceado, cumplen la función de aportar vitaminas, minerales, aminoácidos y medicaciones, según las necesidades nutricionales específicas por etapa. Las elaboraciones de estos núcleos se realizan bajo la dirección del veterinario y nutricionista animal, que es el cargado de determinar la composición de los mismos, los cuales son elaborados con la mayor minuciosidad y precisión posible, utilizando instrumentos especializados como micromezcladoras y balanzas de mayor precisión, lo anterior por ser un proceso delicado con alto aporte nutricional y además porque se utilizan generalmente muchas materias primas complejas y con alto costo.

En Megatrópico S. A., este procedimiento lo desarrolla un profesional externo a la empresa, esta persona es un veterinario con especialización en nutrición animal que le brinda los servicios profesionales a la compañía, principalmente se encarga de elaborar los perfiles nutricionales, así como también la formulación de todos los alimentos que se producen.

#### **2.11.9. Proceso de formulación**

El proceso de formulación en la industria de alimentos, tanto en los “micros” como en los “macros” de la fórmula es de los aspectos más importantes de la actividad productiva, esta etapa “se realiza bajo varios métodos de formulación los cuales son mecanismos prácticos, donde se combinan un conjunto de procedimientos que se deben tomar en cuenta para poder balancear una ración de alimento en forma científica, económica y productiva” (Bertsch, 2020, p.?)

Como se mencionó atrás el responsable de la formulación en las plantas de alimentos balanceados normalmente es un profesional en Medicina Veterinaria, especializado en Nutrición animal, además de ello para cada producto que se fabrique debe tramitarse su registro ante la Dirección Alimentos para Animales (DAA), del Servicio Nacional de Salud Animal (SENASA), que es la entidad responsable de registrar, controlar, regular y supervisar los alimentos para consumo animal, de manera que no representen un peligro para la salud pública veterinaria, la salud animal y el medio ambiente, conforme al marco legal vigente.

Existen varios métodos para formular o “balancear raciones”, que van desde el más simple, por “tanteo” o hasta métodos computarizados, los cuales con la aparición de las computadoras y los paquetes modernos de formulación han facilitado enormemente la elaboración de raciones, favoreciendo los cálculos y la rapidez de los mismos. Esto tiene

particular importancia en las plantas procesadoras de alimentos balanceados que deben disponer de variedad de ingredientes y fabricar gran diversidad y cantidad de alimentos balanceados, esto con fórmulas que cambian constantemente, debido al precio de los ingredientes y su disponibilidad en el mercado. INATEC (2016).

#### **2.11.10. Proceso de enfriamiento del peletizado**

Por otro lado se tiene el *proceso de enfriamiento del peletizado*, el cual cumple un papel muy importante en la elaboración de alimentos balanceados, ya que este va a permitir que el producto contenga la temperatura adecuada, dicho de otra forma el *Institute of Child Nutrition en The University of Mississippi* (2016) menciona que este “es un punto crítico de control, o un punto en el que al alcanzar las temperaturas adecuadas dentro de un periodo de tiempo apropiado puede ayudar a que un alimento sea seguro para el consumo” (p. 1). Esto hace que se eviten problemas, por ejemplo, en la durabilidad del pellet, ya que evita que el granulo contenga una temperatura que no sea la adecuada.

#### **2.12 Criba**

Otro concepto importante de conocer en este proyecto es el de una *criba*, ya que esta es una herramienta que es utilizada dentro de las empresas para poder clasificar o dividir granos, semillas o partículas por tamaños cuando se encuentren mezcladas con otro producto, también pueden ser llamadas “zarandas” y básicamente su objetivo es poder separar las partículas más grandes de las más pequeñas. De esta forma, esto funciona como un método para eliminar y limpiar el producto de todo aquello que no se necesita para su elaboración; para ello es importante considerar que existen 5 tipos de criba que Marescalchi (s.f.) menciona en su libro como se muestra a continuación:

1. Criba de mano: “es de pellejo con unos agujeros redondos al más pequeños que el trigo gordo” (p. 60); este tipo de criba se ejecuta de una forma manual y como bien se dice, posee unos orificios más pequeños que el grano, esta herramienta lo que hace es que se golpea la criba con una mano para sacudir los granos de manera que todas las impurezas van quedando encima de estos y luego son retiradas.
2. Criba alemana: también llamada “de plano inclinado, se compone de una tolva en la cual se vierte el grano, que sale de ella poco a poco derramándose como una tela sobre un plátano que tiene 45 grados, poco más ó [sic] menos, de inclinación, formado de alambres paralelos entre sí, y colocados muy cerca uno de otro para qué los granos no puedan pasar por ellos” (p. 60).  
  
Este tipo de criba lo que busca es que a través del plano inclinado se puedan detener todas las impurezas que poseen los granos y que de esta manera no logren pasar a los siguientes procesos.
3. Criba cilíndrica: “Es un gran cilindro de dos o tres pies de diámetro, fajado alternativamente con hojas de chapa picadas como tallos finos para azúcar, y de alambres dispuestos en dirección paralela al eje del cilindro para dejar pasar las inmundicias y granos más menudos que el trigo” (p. 61)
4. Criba del ventilador: Es también conocida como tarara y “este instrumento puede suplir todas las demás cribas y despacha muchísima obra, de suerte que un hombre solo puede con esta máquina echar en un día diez veces más grano que el que puede moler una piedra”(p. 66). Este tipo de criba básicamente trata de un ventilador que produce una corriente de aire de manera que a través de este todo tipo de impureza o polvo es aspirado y transportado a un lado y los granos por otro.

5. Criba de los Cartuxos: “Cuyas hojas están picadas hacia dentro á [sic] modo de rallo para limpiar los granos que allí se meten. Quedan sacudidos en este torno á [sic] fin que se limpian del polvo de tizón y otros polvos perjudiciales en las puntas” (p. 66), esta criba lo que busca es que a través de estas hojas se busca de cierta forma poder raspar los granos y así poder limpiar el polvo o impurezas que se puedan presentar.

El uso de la criba dentro del proceso de molienda es de suma importancia, ya que a través de la ejecución de esta herramienta se clasifican las partículas, de manera que se puedan separar las impurezas, polvos, terrones, piedras y demás agentes contaminantes o extraños que no deben de ir en el producto.

### **2.13. Dashboard**

Como parte del desarrollo de la herramienta creada para el control del proceso productivo en la línea de alimentos peletizados, se plantea crear un “*dashboard*” en Excel, pero es muy importante poder definir este concepto para qué de esta forma se logre tener una idea más clara de qué trata el mismo. Para ello es importante destacar que “los dashboard son aplicaciones de business intelligence que le permiten a una organización visualizar la información más importante para monitorear, analizar y administrar el desempeño del negocio de manera más efectiva” (Bimetrics, 2010); esto lo que permite es poder brindarle a las empresas un sistema de información interactivo, en el cual a través de gráficos se pueda observar el comportamiento de los diversos procesos productivos, además de poder servir de ayuda para la alta gerencia en busca de alcanzar los objetivos estratégicos, así como también tomar decisiones que son sumamente importantes en relación con la mejora continua y la optimización de los diversos procesos.

De esta manera, esta herramienta ayuda a las empresas a mejorar en el desempeño laboral a través de la creación de indicadores estratégicos, los cuales buscan brindar información precisa para alcanzar las metas y objetivos planteados, con esto se puede crear una mejor planeación, ya que los “dashboard” permiten guiar con respecto a la forma en la que se van a medir los avances y resultados del comportamiento de los diferentes procesos productivos en los cuales se plantea crear este tipo de herramienta.

Entre los beneficios que tiene y traerá el utilizar este tipo de herramientas en la empresa se encuentran:

- Contar con información valiosa para la compañía, que sirva de ayuda para tomar decisiones importantes.
- Crear indicadores estratégicos que permitan a través de sus resultados poder reaccionar de forma más eficiente ante los cambios.
- Mantener un histórico de datos con información importante, que permita poder ver el crecimiento y cambios que se puedan presentar y evidenciar con la aplicación de la herramienta.
- Permite que a través de una visualización gráfica se pueda ver el comportamiento de los procesos con respecto a los indicadores establecidos.
- Da una oportunidad a la mejora continua de los procesos productivos, esto con ayuda de la toma de decisiones que se pueda gestionar de manera que se optimicen los procesos, aumentando la productividad así como también su rendimiento.

# Capítulo III:

## Marco metodológico

El proyecto se desarrolla en el Departamento de Producción de la empresa Megatrópico S. A., el mismo consiste en el diseño de una herramienta de control de proceso, la cual permita un análisis periódico y oportuno de los motivos de paro y pérdidas de eficiencia, para así apoyar la toma de decisiones de medios y altos mandos de la empresa; de manera tal que se logre aumentar el tiempo de actividad o *Up time* de la línea de alimentos peletizado e impactar positivamente los costos de producción asociados.

### **3.1 Tipo de investigación**

La investigación cuantitativa es aquella en la que se recogen y analizan datos cuantitativos sobre variables y es muy utilizado para la resolución de problemas. Sanz. (2017), señala que este tipo de enfoque se basa en la utilización de números para analizar, y comprobar la información de los datos recolectados. Por otro lado, Abdellah y Levine (1994), destacan que la investigación cualitativa evita la cuantificación. Los investigadores cualitativos hacen registros narrativos de los fenómenos que son estudiados mediante técnicas como la observación participante y las entrevistas no estructuradas. También, Bonilla y Rodríguez (1997), mencionan que la investigación cualitativa se interesa por la percepción que tiene el sujeto de su propio contexto y la observación.

Según lo anterior, se dice que la investigación se desarrolla con un enfoque mixto, dicha estructura consiste en la observación y el análisis, lo cual hace referencia al método cualitativo. También se utilizan datos numéricos para analizar y comprobar los datos recolectados, lo cual hace referencia al método cuantitativo.

### **3.2 Alcance de la investigación**

Según Hernández et al. (2010) al realizar una investigación es posible obtener 4 diferentes tipos de resultados:

- 1) Estudio exploratorio: Información general respecto a un fenómeno o problema poco conocido, incluyendo la identificación de posibles variables a estudiar en un futuro.
- 2) Estudio descriptivo: Información detallada respecto a un fenómeno o problema para describir sus dimensiones (variables) con precisión.
- 3) Estudio correlacional: Información respecto a la relación actual entre dos o más variables, que permita predecir su comportamiento futuro.
- 4) Estudio explicativo: Causas de los eventos, sucesos o fenómenos estudiados, explicando las condiciones en las que se manifiesta.

Considerando estos conceptos se puede definir que la presente investigación se fundamenta en el estudio explicativo, ya que el principal objetivo del proyecto se basa en lograr un aumento en el tiempo operativo valioso de la línea de alimentos peletizados, mediante el diseño de una herramienta de control de proceso, es decir, estudiar las diversas causas que afectan la productividad y eficiencia de la línea, para mejorar la rentabilidad de los SKU's fabricados en esta línea de producción.

### **3.3 Fuentes de información**

Los principales tipos de fuentes que se utilizan en una investigación, según lo define Escalante (2015), se mencionan a continuación:

- Fuentes primarias: Se basan en la información directa, originaria de un estudio particular o proveniente de personas o comunidades que tienen contacto directo con el fenómeno que se estudia. También son hechos primarios la realidad que el investigador pueda observar y medir. (p.3)
- Fuentes secundarias: Parten de conclusiones basadas en fuentes primarias. estas fuentes no tienen un conocimiento de primera mano, por lo que se basan en un conocimiento que proviene de las fuentes primarias de información. (p.5)

Considerando lo anterior, se logra identificar que en la presente investigación se utiliza tanto la fuente primaria como la secundaria; haciendo referencia a que se utiliza la observación directa y la consulta de libros y artículos para obtener información, respectivamente.

### **3.4 Instrumentos y técnicas para la recolección de datos**

La teoría hace referencia a que existen diversas técnicas para la recolección de datos, entre las cuales se puede destacar la técnica de investigación documental, según Baena (1985) esta “es una técnica que consiste en la selección y compilación de información a través de la lectura y crítica de documentos y materiales bibliográficos, bibliotecas, bibliotecas de periódicos, centros de documentación e información”. (p.72)

Además, existe la técnica de investigación de campo que según Arias (1999), es aquella en la que los datos se recolectan o provienen directamente de los sujetos investigados

o de la realidad en la que ocurren los hechos (datos primarios). En esta investigación no se modifican ni manipulan variables, es decir, el investigador obtiene la información, pero no altera las condiciones existentes. En la investigación de campo también se emplean datos secundarios, los cuales pueden provenir de fuentes bibliográficas, para el caso de este proyecto se plantea que el porcentaje correspondiente a la recolección de datos sea de un 85%.

Según lo mencionado anteriormente, en el presente proyecto la técnica utilizada es la de campo, debido a que la recolección de datos relacionada a tiempos muertos e improductividades provienen directamente de la realidad de la planta, para posteriormente determinar los diversos factores que influyen negativamente en el proceso productivo y de esta forma brindar la información necesaria y de manera oportuna para la toma de decisiones que permitan mejorar la operatividad de la línea y por ende, disminuir costos de producción.

### **3.5 Procedimientos metodológicos de la investigación**

Según Walpole et al. (2007), la población, o en términos más precisos la población objetivo, es un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para las cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación. Esta queda delimitada por el problema y por los objetivos del estudio. La población finita, según los autores mencionados anteriormente, consiste en una agrupación en la que se conoce la cantidad de unidades que la integran. Por otra parte, una población infinita es aquella en la que se desconoce el total de elementos que la conforman, por cuanto no existe un registro documental de esto, debido a que su elaboración sería prácticamente imposible.

De acuerdo a lo anterior y considerando que la población seleccionada para el presente proyecto corresponde a la línea de alimentos peletizados para cerdos, caballos, terneras, conejos, pollos y pollitas; elegida por ser la línea por donde se fabrican la mayor cantidad de SKU's y que involucra una serie de procesos y equipos, donde se identifican las improproductividades que más preocupan a la Alta Gerencia de la empresa. Es posible indicar que esta población es finita, debido a que se pueden seleccionar cada uno de los SKU's y los equipos para los cuales se diseñará la herramienta de control de procesos.

Mata (1997); destaca que la muestra es un subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible, por lo descrito anteriormente se toma una muestra de la población para analizar y establecer las mejoras de esta.

Cuando se requiere seleccionar una muestra se utiliza un procedimiento llamado muestreo, el cual Mata define como “un conjunto de reglas, procedimientos y criterios mediante los cuales se selecciona un conjunto de elementos de una población que representan lo que sucede en toda esa población” (p.19).

Existen dos tipos básicos de muestreo: probabilístico o aleatorio y no probabilístico, que según Otzen, T. y Manterola, C. (2017)., se definen como:

Muestreo Probabilístico o Aleatorio: Es un proceso en el que se conoce la probabilidad que tiene cada elemento de integrar la muestra. Se clasifican en:

- Aleatorio simple: “Garantiza que todos los individuos que componen la población blanco tienen la misma oportunidad de ser incluidos en la muestra”. (Otzen, T. y Manterola, C., 2017, párr. 8), con esto lo se busca es darle a toda la población que

pretende ser muestreada la probabilidad de poder ser seleccionado, este tipo de muestreo no suele ser muy utilizado debido a su complejidad con respecto a la extracción al azar de la muestra, en relación a la posibilidad de darle a todos la misma posibilidad de poder ser elegidos.

- Aleatorio sistemático: Cuando el criterio de distribución de los sujetos a estudio en una serie es tal, que los más similares tienden a estar más cercanos. Este tipo de muestreo suele ser más preciso que el aleatorio simple, debido a que recorre la población de forma más uniforme.
- Aleatorio estratificado: “Se determina los estratos que conforman la población blanco para seleccionar y extraer de ellos la muestra (se define como estrato a los subgrupos de unidades de análisis que difieren en las características que van a ser analizadas).” (Otzen, T. y Manterola, C., 2017,párr. 9), Este tipo de muestreo probabilístico busca primeramente crear una población de muestras con variables que le permitan la selección, por ejemplo clasificarlos por edad, sexo, altura, entre otros, y con ello poder crear en cada uno de estos subgrupos muestreos aleatorios simples, para luego poder definir la cantidad de muestras requeridas para cada uno de los estratos.
- Por conglomerados: “Consiste en elegir de forma aleatoria ciertos barrios o conglomerados dentro de una región, ciudad, comuna, etc., para luego elegir unidades más pequeñas como cuadras, calles, etc. y finalmente otras más pequeñas, como escuelas, consultorios, hogares.” (Otzen, T. y Manterola, C., 2017,párr. 11); Al momento de realizar este tipo de muestreos es muy importante primeramente definir la población y el tamaño de la muestra ya que este tipo de muestreo se ve influenciado por la cantidad de elementos que pueden ser analizados.

Muestreo no probabilístico: Es un procedimiento de selección en el que se desconoce la probabilidad que tienen los elementos de la población para integrar la muestra. Este se clasifica en:

- Muestreo intencional: “Permite seleccionar casos característicos de una población limitando la muestra sólo a estos casos.” (Otzen, T. y Manterola, C., 2017,párr. 13); en este tipo de muestreo los elementos a muestrear se eligen a criterio de la persona evaluadora, ya que estos son desarrollados en espacios en donde la población puede ser muy variable, un ejemplo claro de esto es el caso de un periodista que se encuentra en una zona y elige a cualquier usuario que se encuentre en el lugar para ser entrevistado.
- Por conveniencia: “Permite seleccionar aquellos casos accesibles que acepten ser incluidos. Esto, fundamentado en la conveniente accesibilidad y proximidad de los sujetos para el investigador.” (Otzen, T. y Manterola, C., 2017,párr. 14); este tipo de muestra se realiza en relación a la disponibilidad de la población, en el caso de evaluar a una persona con este tipo de muestras se puede conocer las diversas opiniones o puntos de vistas que pueden tener en relación a cierto tema.
- Accidental o consecutivo: “Se fundamenta en reclutar casos hasta que se completa el número de sujetos necesario para completar el tamaño de muestra deseado.” (Otzen, T. y Manterola, C., 2017,párr. 15); Este tipo de muestra es en la que el investigador realiza una investigación en relación a la misma, de esta forma recolecta los resultados y luego pasa a otra muestra, para este caso lo desarrollan en un determinado lugar en el que se trata de poder evaluar a toda la población accesible.

Para el presente proyecto de investigación se utiliza el muestreo no probabilístico, específicamente el muestreo intencional, ya que se van a seleccionar los SKU's y equipos que tengan un mayor impacto económico y tiempos muertos, según los históricos y el criterio experto del personal clave de la organización.

### **3.6 Definición e instrumentación de variables**

Una hipótesis, según Fidias (2012), es una proposición o enunciado que se considera cierto de entrada, aunque aún no haya podido probarse, y que por lo tanto constituye una especulación o una conjetura de trabajo, carente de confirmación o refutación mediante la experiencia.

Este mismo autor, define una variable como una característica o cualidad, magnitud o cantidad, que puede sufrir cambios y que es objeto de análisis, medición, manipulación o control en una investigación. De igual manera, resalta que se clasifican según su función en:

- Independiente: “Son las causas que explican las causas en la variable dependiente. En los diseños experimentales la variable independiente es el tratamiento que se aplica y manipula en el grupo experimental.” (Fidias, 2012, p.59); este tipo de variables como bien la define el autor lo que explica es las causas que se generan a raíz de la variable dependiente, en el desarrollo de una investigación esta busca describir o identificar los factores que influyen en un proyecto y que pueden ser medidos para poder determinarlos, como por ejemplo en el caso de una escuela la variable independiente se puede definir como el método de enseñanza que utiliza un profesor para enseñarle a

sus estudiantes, para que los mismos puedan obtener una mejor comprensión de la materia.

- Dependiente: “Son aquellas que se modifican por acción de la variable independiente. Constituyen los efectos o consecuencias que se miden y que dan origen a los resultados de la investigación.” (Fidias, 2012, p.59); esta variable busca comprender el comportamiento que se desarrolla a raíz de la variable independiente, siguiendo el caso del método de enseñanza del profesor, la variable dependiente se puede medir a través del cambio o nivel de enseñanza que pueden obtener los estudiantes en relación a la mejora que presentan en la materia.

Según lo mencionado anteriormente, a continuación se presenta el cuadro de variables:

**Cuadro 1:** Cuadro de variable

|                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <u>Tema</u><br>Diseño de herramienta para el control del proceso productivo en la línea de alimentos peletizados dentro de la empresa Megatrópico S. A., ubicada en San Ramón, Alajuela, durante el periodo de Junio hasta Diciembre del 2020. | <u>Problema General</u><br>¿Existe una herramienta para el control de proceso que facilite la toma de decisiones en la empresa Megatrópico S. A..? | <u>Objetivo General</u><br>Diseñar una herramienta para el control de proceso en la empresa Megatrópico S. A., utilizando la técnica del "UPTIME" o tiempo operativo, brindando a la Alta Dirección información valiosa para la toma de decisiones. | <u>Hipótesis General</u><br>En el proceso de producción de alimentos peletizados de la empresa Megatrópico S. A.. no se cuenta oportunamente con información sobre el "Up time" y eficiencia para la toma de decisiones, debido a la falta de una herramienta para el control de proceso. | <u>Variable Independiente</u><br>Determinación del "Up time" y eficiencias de producto.<br><br><u>Variable Dependiente</u><br>Mejor aprovechamiento de recursos en la línea de alimentos peletizados. | <u>Método y Diseño</u><br>1. Explicativo.<br>2. Analítica cuantitativa y cualitativa.<br>3. Observación y análisis.<br><br><u>Tipo y Nivel de Análisis</u><br>1. Tipo cuantitativo.<br>2. Tipo cualitativo. | <u>Población y Muestreo</u><br>La población corresponde a la línea de producción de alimentos peletizados para: cerdos, caballos, terneras, conejos, pollos y pollitas.<br><br>El muestreo es de tipo no probabilísticos. | <u>Técnica</u><br>Investigación de campo.<br><br><u>Instrumento</u><br>1. Observación directa.<br>2. Recopilación documental.<br>3. Observación indirecta. |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|  |                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                               |  |  |  |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|
|  | <p>Problemas Específicos</p> <p>1. ¿De las líneas existentes en la empresa, cuál (es) representa la de mayor interés para mejorar el control de procesos considerand o su rentabilidad asociada?</p> | <p>Objetivos Específicos</p> <p>1. Determinar las líneas de producción de la empresa en las cuales se utilizará la herramienta, mediante un diagrama de proceso, atendiendo las líneas de mayor rentabilidad.</p> | <p>Hipótesis Específicas</p> <p>1. La o las líneas de mayor rentabilidad de la empresa no poseen un control de proceso que les permita tomar decisiones oportunas que aseguren el mejor aprovechamiento de los recursos.</p> | <p><u>Variable Independiente</u></p> <p>Determinación de línea o líneas de interés, considerando su rentabilidad.</p> <p><u>Variable Dependiente</u></p> <p>Aumento del "Up time" de la línea o las líneas seleccionadas.</p> |  |  |  |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|

|  |                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                    |  |  |  |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|
|  | <p>2. ¿Cuáles son los motivos de paro que afectan en mayor medida el "Up time" de la línea de alimentos peletizados en la empresa Megatrópico S. A..?</p> | <p>2. Identificar las causas de paros programados y no programados en las líneas de producción, realizando un estudio detallado del funcionamiento de los equipos, que permita determinar su disponibilidad.</p> | <p>2. La empresa Megatrópico S. A., no cuenta con un control oportuno y periódico de los motivos de paro de la línea de alimentos peletizados.</p> | <p><u>Variable Independiente</u></p> <p>Determinación de motivos de paro de la línea de alimentos peletizados.</p> <p><u>Variable Dependiente</u></p> <p>Aumento de disponibilidad de los equipos de la línea.</p> |  |  |  |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|

|  |                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |  |  |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|
|  | <p>3. ¿Cuáles son las velocidades nominales e indicadores de eficiencia y productividad de los productos o SKU's fabricados en la línea de alimentos peletizados de la empresa Megatrópico S. A..?</p> | <p>3. Establecer velocidades nominales en las líneas de producción, mediante el análisis datos histórico, que permita el cálculo de indicadores de eficiencia y productividad.</p> | <p>3. La empresa no cuenta con un historial de resultados de eficiencia por producto, que le permita identificar los SKU's de menor desempeño durante su fabricación, en la línea de alimentos peletizados.</p> | <p><u>Variable Independiente</u></p> <p>Determinación de velocidades nominales y metas de indicadores de eficiencia y productividad.</p> <p><u>Variable Dependiente</u></p> <p>Aumento de eficiencias y productividades de los SKU's, producidos en la línea de alimentos peletizados.</p> |  |  |  |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|

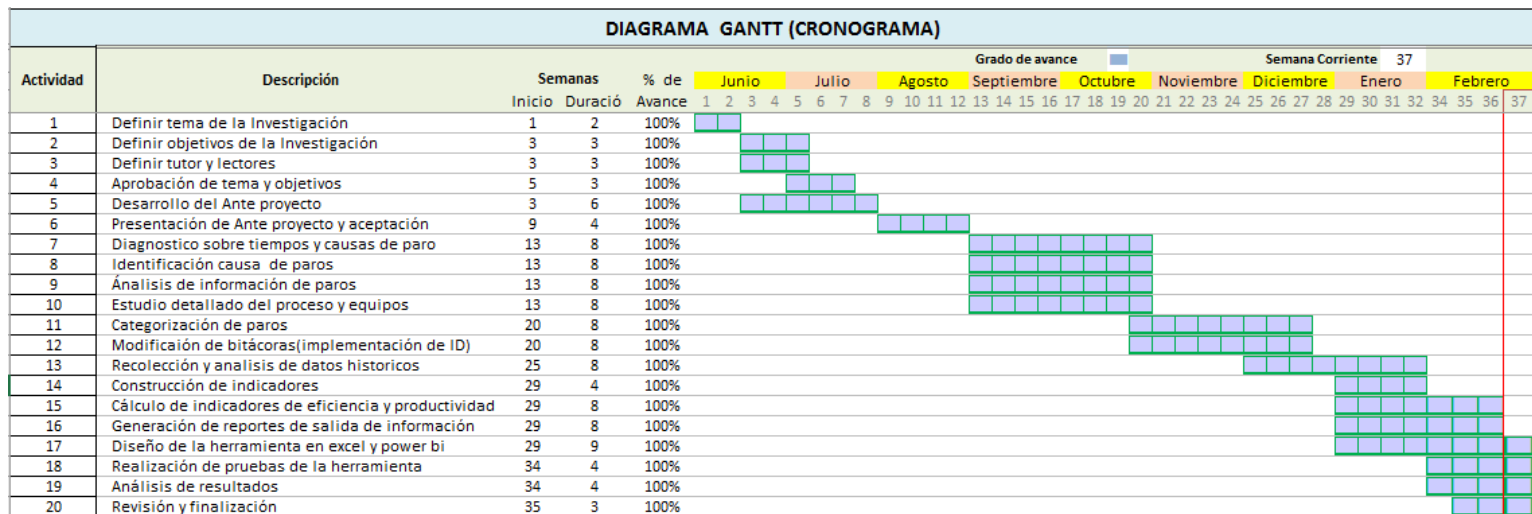
|  |                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                          |  |  |  |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|
|  | <p>4. ¿Cuáles son los reportes o información disponible con los que cuenta la línea de supervisión y altos mando de la empresa para la toma de decisiones?</p> | <p>4. Crear los reportes de salida de información de la herramienta, utilizando tablas de datos y gráficos, para el control del procesos y toma de decisiones correspondiente.</p> | <p>4. La línea de supervisión y altos mandos no dispone de información valiosa y oportuna sobre el funcionamiento del proceso para realizar una toma de decisiones efectiva.</p> | <p><u>Variable Independiente</u></p> <p>Diseño de reportes de salida de información de la herramienta de control de procesos.</p> <p><u>Variable Dependiente</u></p> <p>Disponibilidad de información valiosa y oportuna para la toma de decisiones.</p> |  |  |  |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|

Fuente: Elaboración propia.

### 3.7 Cronograma del plan de trabajo

Este apartado muestra las distintas etapas y actividades que componen la investigación. Para ello, es preciso calendarizarlas para organizar el proceso de la misma y así lograr los objetivos de la investigación.

**Figura 12: Diagrama de Gantt**



Fuente: Elaboración propia

# Capítulo IV:

## Diagnóstico del problema

#### **4.1 Análisis de la situación actual**

En este apartado se desarrolla el análisis de la situación actual que presenta la empresa Megatrópico S. A., tomando en consideración toda la información relevante del proceso productivo, así como cada una de las partes importantes que permitan una mejor comprensión del problema en estudio.

Este análisis de la situación actual se lleva a cabo mediante observaciones en el proceso productivo de alimentos peletizados, esto con el objetivo de determinar los principales factores que afectan el proceso en cuanto a tiempos muertos y paros.

Durante este apartado se realiza un diagnóstico de la situación actual del proceso productivo en estudio, el cual es la línea de producción de alimentos peletizados, desde su inicio y hasta su disposición final; durante el proceso de fabricación del alimento peletizado se realizan varias actividades las cuales se citan a continuación: molienda del maíz, digitado de órdenes de producción, dosificado y pesaje de materias primas, adición de microingredientes, mezclado, transporte y acondicionado de harinas, prensado o peletizado, enfarde de sacos o transportes a granel.

Durante el proceso varios operarios con ayuda de máquinas especializadas son los encargados de la realización de estas actividades mencionadas anteriormente, los cuales la realizan solos o en interacción entre sí según el tipo de actividad.

Como se observa en el diagrama de flujo del proceso en la figura 2, el seguimiento de las actividades se realizan de forma lineal, diseñado para poder producir de forma constante durante toda la jornada, la cual inicia a las 7:00 a.m., hasta las 5:30 p.m., de lunes a viernes,

exceptuando la actividad de peletizado, la cual tiene una jornada continua las 24 horas en 3 turnos de lunes a sábado.

Con ello, se procede a realizar un diagrama en el cual se muestre cada una de las actividades que se deben ejecutar para la realización del producto por estación de trabajo como se muestra a continuación:

**Figura 13:** Diagrama proceso productivo por estación de trabajo.



Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la figura, en el proceso productivo de alimentos peletizados se desarrollan cinco actividades necesarias para cumplir con la producción, a continuación se procede a realizar una descripción de las actividades que se realizan en cada una de las etapas de forma más detallada.

#### 4.1.1 Molienda

En la producción de alimentos balanceados, la molienda se define como la reducción del tamaño de partícula por medios mecánicos de ciertos ingredientes individuales o pertenecientes a cierta fórmula o receta.

En Megatrópico S. A.. se lleva a cabo el proceso de molienda de maíz mediante la utilización de molinos de martillos, para producir maíz quebrado, maíz brocho y maíz fino, que es utilizado como el principal ingrediente dentro del proceso de producción de alimentos, o para la venta como materia prima y como producto terminado.

La molienda es el segundo proceso que más energía consume en una planta de producción de alimentos balanceados, por eso es muy importante controlar adecuadamente este proceso. Según estimaciones el consumo de energía del proceso de molienda oscila entre los 3 a 12 kWh/t \*1kWh = \$2.47 \*\*

En la empresa hay un operario encargado del proceso de molienda donde sus principales actividades diarias son:

- Siempre mantener silos llenos del maíz necesario para la producción.
- Realizar los cambios de cribas necesarios.
- Engrasado de los molinos.
- Limpieza de molinos, cribas, imanes, sistemas de transporte.
- Verificación de granulometrías.
- Recolección de muestras de calidad.
- Mantener los molinos durante la molienda a un amperaje ideal.

#### 4.1.2 Cuarto de control

##### Coordinador de producción

En esta estación se inicia el ciclo de producción de la fábrica, desde aquí se lleva el control de la mayoría de las actividades que integran el proceso productivo, tales como: programación de la producción, dosificado de materias primas, pesaje, mezclado y transporte hacia las diferentes líneas, peletizado, enfardado o carga a granel.

En esta estación se encuentra el coordinador de producción, el cual se encarga de hacer una programación diaria de los productos que se elaboran en la planta durante el día y la noche, la programación de la línea de producción se realiza basada en los pedidos semanales que requieren los clientes ligado a un promedio estimado de salidas que se actualiza diariamente.

La programación es entregada a los supervisores de producción que son los encargados de administrar los recursos y los procesos en la planta, con ello, el encargado de producción es el responsable de generar el orden de producción, la cual contiene:

- **Formulación que ha asignado el nutricionista:** contiene la formulación plasmada de cada producto, las materias primas utilizadas y sus cantidades.
- **Materias primas:** contiene el nombre de las materias primas a utilizar y el código contable de inventario.
- **Cantidades (Kg):** Contiene la cantidad exacta de cada materia prima que lleva cada formulación, dependiendo del lote que se va a producir varía la cantidad del bache.
- **Fecha de producción:** fecha que se realiza la producción del producto terminado.

- **Fecha de fórmula:** fecha en que se realizó la formulación del producto.
- **Consecutivo de la versión de la fórmula:** identifica el número de fórmula, la cual se va a trabajar.
- **Número de orden de producción:** contiene el número de trabajo de la orden de producción con la que se hace todo el procedimiento, para tener un control del proceso y del producto.
- **Nombre del producto:** se identifica el producto a producir.
- **Número de baches:** cantidad de baches que son ingresados en la línea de producción. Es importante para este caso definir qué es un bache, el cual según Maya (2016), en su práctica final para optar por el título de zootecnia, estipula que un bache es la “cantidad en kilos de materia prima y/o producto terminado que se produce en un solo ciclo de fabricación” (p. 6).
- **Cantidad a producir:** kilogramos a producir de producto terminado.

La capacidad máxima a producir es aproximadamente de toneladas por bache.

- **Observaciones:** se escriben novedades que han ocurrido en el proceso, por lo general en las observaciones se anotan medicaciones, cantidad de sacos a enfardado y cualquier observación en general.

### **Operador del cuarto de control.**

El operador del cuarto de control tiene como actividad principal digitar las órdenes de producción (OP) de cada una de las fórmulas a la GSE, que es la máquina encargada de llevar todo el proceso de producción por medio de un sistema automatizado. Algunas de las actividades que realiza el operador son:

- ❖ Revisar en cada orden de producción las materias primas y que el peso de las mismas coincida con lo que muestra la pantalla al digitar la orden.
- ❖ Verificar que en la programación de la línea que se le entrega no existan restricciones de producción, como coccidios o cualquier medicación.
- ❖ Revisar el dosificado de cada una de las materias primas, así como su correcto pesaje y mezcla, el cual debe de cumplir con los parámetros establecidos, actualmente se cuenta con una tolerancia de peso de  $\pm 2$  Kg.
- ❖ Darle el seguimiento de dosificado y mezclado a cada bache durante todo el ciclo en la pantalla Scada.
- ❖ Debe verificar que se cumplan los tiempos de mezclados y que se agreguen todos los demás elementos, como líquidos. Los tiempos de limpiezas de rastras o también conocidos como transportadores de cadena, los cuales son utilizados dentro de plantas dedicadas a la producción de alimentos concentrados o balanceados, como es el caso de Megatrópico S. A., a continuación, se muestra un ejemplo de una rastra como la utilizada en la empresa:

**Figura 14:** Ejemplo de rastra utilizada en la empresa.



Fuente: Metalteco. <https://metalteco.com/equipos-alimentos-concentrados-transportador-de-cadena/>

- ❖ Anotar en la bitácora de producción, la fórmula, la tolva utilizada y el número de lote y cualquier eventualidad, como tiempos muertos o cambios durante el proceso.
- ❖ Una vez terminadas estas actividades este operador se encarga de validar el proceso y trasladar el alimento por medio de transportadores tipo tornillo sin fin, esto hacia las diferentes estaciones ya sea enfarde, almacenamiento de producto a granel o hacia el proceso de peletizado.

#### **4.1.3 Elaboración de micro ingredientes**

Esta estación del proceso se conoce como “micros” y es donde se lleva a cabo “las premezclas”, una premezcla se define como: una mezcla uniforme de uno o más microingredientes o aditivos, con un diluyente o vehículo para facilitar su distribución

equitativa en una mezcla más grande, en el proceso de producción la estación de micros se encuentra aparte del proceso y opera como una pequeña línea productiva de forma independiente, es integrada al proceso ofreciendo su producto terminado, es decir, con “los micros ya listos”, los cuales se adicionan de forma manual a cada una de las órdenes de producción en el área de mezclado.

La estación de micros, pese a operar de forma independiente, es una de las actividades más sensibles del proceso de fabricación de los alimentos, la cual no puede parar ya que si no existen estas premezclas listas, no se puede producir, se convierte en un cuello de botella en el flujo de actividades, por lo que se procura tener siempre un stock de premezclas listas por tipo de alimento, las cuales se conocen como núcleos.

**Figura 15:** bodega de almacenamiento de Núcleos.



Fuente: Fotografía tomada de la planta de Megatrópico S. A., por Manrique Ferreto Mejías.

#### **4.1.4 Dosificado y pesaje**

La operación de dosificado y pesaje de las materias primas se realiza de forma automática, ya que la empresa cuenta con el sistema automatizado, esta etapa del proceso da inicio cuando el operador del sistema automático (GSE) realiza el digitado de las órdenes de producción, el sistema guarda una memoria de las materias primas y cantidades necesarias según las distintas órdenes de producción, por lo que de inmediato empieza a dosificarlas desde las diferentes tolvas y silos, hacia una tolva báscula, donde se realiza el pesaje hasta completar el peso meta, esto se realiza con una tolerancia de  $\pm 2$  Kg.

El dosificado y pesaje de los ingredientes de la fórmula u orden de producción se realiza de forma simultánea en todas las materias primas, por lo que se tienen tiempos muy cortos por bache, también el sistema presenta la facilidad de que una vez que el pesaje del bache en proceso se encuentre completo, este se traslada inmediatamente hacia la tolva de compensación para ser mezclado, dando paso al dosificado de las materias primas del siguiente orden de producción, es por esto que durante el dosificado, pesaje y mezclado se suelen tener alrededor de 3 baches en proceso de forma simultánea.

#### **4.1.5 Mezclado**

El mezclado es la operación donde todas las materias primas, dosificadas y pesadas se mezclan por un lapso de tiempo preestablecido, la etapa de mezclado se encuentra integrada al sistema automatizado, por lo que se lleva a cabo de forma automática, lo anterior con la ayuda de sensores de llenado y vaciado, en la estación de mezclado se encuentra un operario, el cual supervisa el correcto funcionamiento y que además realiza el adición de algunas materias primas de forma manual, como por ejemplo los microingredientes. En cuanto a la

mezcladora tiene una capacidad de mezcla de alrededor de 2 toneladas de peso, por lo que se mezcla un bache a la vez.

**Figura 16:** estación de mezclado, mezcladora de paletas



Fuente: Fotografía tomada de la planta de Megatrópico S. A., por Manrique Ferreto Mejías.

#### 4.1.6 Tiempos de pesaje-dosificado y mezclado del sistema automático

**Tabla 2:** Tiempos de pesaje-dosificado y mezclado del sistema automático

| Actividades de la estación                                                                                                                                                                                                                                        | Tiempo final                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| -Revisión y digitado de fórmulas.<br><br>-Dosificado y pesaje de las materias primas sólidas y líquidas.<br><br>-Descarga.<br><br>-Adición de microingredientes.<br><br>-Mezclado.<br><br>-Traslado a las diferentes presentaciones.<br><br>-Tiempos de limpieza. |                                |
|                                                                                                                                                                                                                                                                   | <b>330 segundos = 5.5 min.</b> |

Fuente: Departamento de Producción Megatrópico S. A..

#### 4.1.7 Peletizado

En la empresa Megatrópico S. A., la línea de alimentos peletizados es una de las estaciones más importantes y de mayor atención de todo el proceso, esto por su importancia a nivel nutricional y por su complejidad a nivel de proceso, esto en cuanto a equipo necesario, formulación, energía utilizada, control técnico, entre otros factores.

A nivel de costos el alimento balanceado peletizado es un proceso con mayores costos en términos tanto de capital como de costos variables, pero este incremento en el precio se justifica con las mejoras comprobadas en temas de nutrición y desempeño animal.

El peletizado básicamente es un proceso que consiste en convertir una mezcla de ingredientes molidos (alimento balanceado en harina), en *pellets* o aglomerados, mediante un proceso mecánico en el que se utiliza presión, humedad y calor.

El diámetro y longitud del *pellet* varía de acuerdo al tipo de alimento y dependiendo de la especie y la etapa en la que se encuentra el animal.

En Megatrópico S. A. se utilizan 5 dados diferentes para la producción de alimentos peletizados, cada tipo de dado se utiliza para darle un diámetro diferente según el tipo de alimento que se desea producir.

Los 5 dados utilizados son:

- Dado 2 mm: utilizado generalmente para etapas iniciales: pre-iniciadores.
- Dado 3 mm: utilizado para la elaboración de alimentos para etapas iniciales.
- Dado 4mm: utilizado para etapas de crecimiento o desarrollo.
- Dado 8mm: utilizado para etapas finales.
- Dado 12 mm: es utilizado para la producción de alimento balanceado para caballos.

**Figura 17:** Orificios de un dado para alimento balanceado peletizado.



Fuente: Actualidad Avipecuaria. <https://actualidadavipecuaria.com/el-peletizado-es-un-arte/>

En cuanto a “la formación del pélet [sic] ocurre en el punto donde entran en contacto los rodillos y el dado o matriz de salida. Todas las demás actividades, tales como acondicionamiento, enfriamiento, etc., dan apoyo al punto de contacto” (Behnke, 2010, párr. 3).

La productividad durante el proceso normalmente es medida en quintales por hora, esta productividad es variante según el tipo de alimento que se desee producir, ya que el dado con el que se fabrique el concentrado, no sólo dará el diámetro final del pellet, sino que también dará la fuerza de resistencia que este proporciona sobre la harina del alimento, la cual tiene una influencia directa sobre la tasa de producción.

**Figura 18:** Estación de peletizado.



Fuente: Fotografía tomada de la planta de Megatrópico S. A.. por Manrique Ferreto Mejías.

## 4.2 Capacidades actuales de producción

### 4.2.1 Capacidad del sistema de molienda

Para conocer la capacidad con la que se cuenta instalada en la empresa se utilizará la siguiente fórmula:

$$\dot{m} [kg / h] = P \bullet d \bullet JKW$$

Donde se debe de conocer:

1. Producto.
2. Factor específico de molienda del producto, en JKW.
3. Diámetro de criba en [mm].

4. Tamaño del motor en [kW].

#### **4.2.2 Capacidad teórica de molienda de maíz quebrado**

1. Producto: Maíz quebrado.
2. Factor específico de molienda del producto, JKW: 55.
3. D Criba: 8 mm.
4. Tamaño del motor: 100 kW (136 hp).

Capacidad [kg/h] = (100)(8)(55) = **44,000kg/h ó 44 t/h**

#### **4.2.3 Capacidad teórica de molienda maíz brocho**

1. Producto: Maíz brocho.
2. Factor específico de molienda del producto, JKW: 55.
3. D Criba: 7.5 mm.
4. Tamaño del motor: 100 kW (136 hp).

Capacidad [kg/h] = (100)(7.5)(55) = **41,250kg/h ó 41.25 t/h**

#### **4.2.4 Capacidad teórica de molienda de maíz fino**

1. Producto: Maíz fino.
2. Factor específico de molienda del producto, JKW: 55.
3. D Criba: 2.5 mm.
4. Tamaño del motor: 100 kW (136hp).

Capacidad [kg/h] = (100)(2.5)(55) = **13,750 kg/h ó 13.75 t/h**

**Tabla 3:** Resumen capacidad del sistema de molienda vs consumo.

| Producto      | Capacidad en [t/h] | Consumo promedio maíz por hora kg | Consumo promedio maíz por hora ton |
|---------------|--------------------|-----------------------------------|------------------------------------|
| Maíz quebrado | 44                 | -                                 | -                                  |
| Maíz brocho   | 41,25              | $1380/2*10 = 6900$ kg             | <b>6,9 ton</b>                     |
| Maíz Fino     | 13,75              | $1380/2*10= 6900$ kg              | <b>6,9 ton</b>                     |

Fuente: Elaboración propia.

En promedio el porcentaje de maíz por bache representa un 75 % del total de la fórmula, para un bache completo de 1840 kg, la cantidad de maíz promedio es de 1380 kg, el cual es distribuido en la mayoría de los casos entre un 50% maíz brocho y 50 % maíz fino.

Según los análisis realizados la capacidad de producción instalada es de 1840 kg (un bache) cada 5.5 minutos, por lo que, en una hora, bajo condiciones normales, se producen entre 10-12 baches, tomando en cuenta estos supuestos, la cantidad de maíz que se consume por hora está representada con el siguiente cálculo:

Consumo teórico de maíz.

- $1840 \text{ kg (peso del bache)} * 75\%(\text{cantidad de maíz por bache}) * 10 \text{ baches hora} = 13800 \text{ kg consumo maíz en una hora.}$
- $13800 \text{ kg} * 50\% \text{ maíz brocho} = 6900 \text{ kg}$  es menor a la capacidad instalada de molienda brocha, la cual es de 41.25 ton/h.
- $13800 \text{ kg} * 50\% \text{ maíz fino} = 6900 \text{ kg}$  es menor a la capacidad instalada de molienda fina, la cual es de 13.75 ton/h.

Con el análisis anteriormente realizado se determina que la capacidad instalada no es limitante del proceso, es decir, la estación de molienda no es un cuello de botella durante el proceso de producción de alimentos peletizados.

#### **4.3 Sistema Automático (cuarto de control)**

En la siguiente etapa del proceso, la cual se lleva a cabo en el cuarto de control, se analizó mediante una recopilación de datos la producción de baches que se desarrolló en la empresa en el transcurso de aproximadamente 23 semanas, considerando evaluarlo de la semana 20 a la 42 del 2020, que abarca mayo, junio, julio, agosto, septiembre y octubre, siendo este el periodo en el cual se da el inicio el desarrollo del trabajo final de graduación.

Esta información se obtuvo del sistema que maneja la empresa, en el cual se muestra la producción de baches que se ejecutan en el área de cuarto de control; este sistema básicamente muestra las órdenes diarias de producción, la hora de inicio y finalización de cada bache, el tiempo que tarda convertido en minutos y horas, así como también los tiempos muertos presentados durante el proceso.

Tomando en consideración las semanas a evaluar se realizó un análisis del comportamiento, que arrojó el sistema con respecto a la producción diaria por bache, con ello se toma en cuenta la hora de inicio y finalización de cada uno de los baches con respecto a la fórmula a producir. Con esto lo que se busca es determinar el promedio de tiempo que se tarda en producir cada bache.

Para ello se tomó en cuenta la hora de inicio y finalización de cada uno, para así estimar el tiempo que dura produciendo cada bache, considerando la jornada de trabajo y

omitiendo los tiempos de ocio, como lo son el receso de desayuno, almuerzo y café que le brinda la empresa a los colaboradores; en la tabla que se muestra a continuación se presentan los resultados obtenidos del promedio en minutos que se tarda el producto en cada bache, según el día laborado de cada semana, con ello se logró determinar la cantidad de tiempo muerto que brindó el sistema según la producción diaria; estos tiempos muertos se deben a que el inicio de cada bache a veces no se desarrollaba de forma continua, sino que el sistema muestra tiempos de paro entre los mismos, lo que ocasiona que haya pérdida del tiempo operativo valioso. A continuación, se muestra la Tabla 4 con el resumen de tiempos que arroja el sistema automatizado.

**Tabla 4:** Tiempos promedios de producción por bache, en el sistema automático de la semana 20 a la 43 de 2020.

| <i>Semana</i> | <i>Promedio minutos por bache</i> | <i>Promedio Tiempos muertos en min</i> | <i>Mejora potencial ( baches)</i> |
|---------------|-----------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------|
| 20            | 4,8                               | 61                                     | 10                                |
| 21            | 5,0                               | 71                                     | 12                                |
| 22            | 4,6                               | 43                                     | 8                                 |
| 23            | 5,2                               | 69                                     | 11                                |
| 24            | 4,9                               | 53                                     | 9                                 |
| 25            | 5,5                               | 51                                     | 9                                 |
| 26            | 5,2                               | 86                                     | 14                                |
| 27            | 5,6                               | 67                                     | 12                                |
| 28            | 4,7                               | 70                                     | 12                                |
| 29            | 5,9                               | 78                                     | 13                                |
| 30            | 6,1                               | 91                                     | 14                                |
| 31            | 6,2                               | 86                                     | 12                                |
| 32            | 6,0                               | 87                                     | 14                                |
| 33            | 6,2                               | 99                                     | 16                                |
| 34            | 7,1                               | 130                                    | 17                                |
| 35            | 7,2                               | 118                                    | 16                                |
| 36            | 6,0                               | 68                                     | 11                                |
| 37            | 5,7                               | 52                                     | 9                                 |
| 38            | 4,9                               | 86                                     | 17                                |
| 39            | 6,6                               | 139                                    | 19                                |
| 40            | 5,7                               | 94                                     | 16                                |
| 41            | 6,2                               | 117                                    | 17                                |
| 42            | 6,4                               | 93                                     | 15                                |

Fuente: elaboración propia.

Con la recolección de los tiempos promedios presentados anteriormente se logró determinar el tiempo promedio por bache, el cual ronda desde los 4.6 minutos en la semana más baja registrada (semana 22), hasta los 7.2 minutos en la semana más alta (semana 35), durante el análisis se pudo observar una tendencia hacia la alza en el tiempo promedio que tardó la producción en esta estación para las últimas semanas analizadas.

También con los datos de tiempo ocioso que suministra el sistema se pudo realizar un promedio diario y de minutos que registra el sistema como tiempo ocioso, el sistema actualmente solo hace registro de los minutos que se mantuvo inactivo u ocioso al día, sin generar información valiosa como las causas de estos tiempos.

Esta limitante de información se pretende contrarrestar con el uso y aplicación de la herramienta de control de paros, la cual generará la información necesaria para identificar las causas del paro en esta área por ejemplo y así poder cuantificarlos de una mejora manera y al mismo tiempo clasificándolos.

Se realizó un análisis de lo que podría ser una potencial de baches para esta área, una vez cuantificados los tiempos y definido el promedio de tiempo por bache. Esta mejora potencial se puede calcular de la siguiente manera:

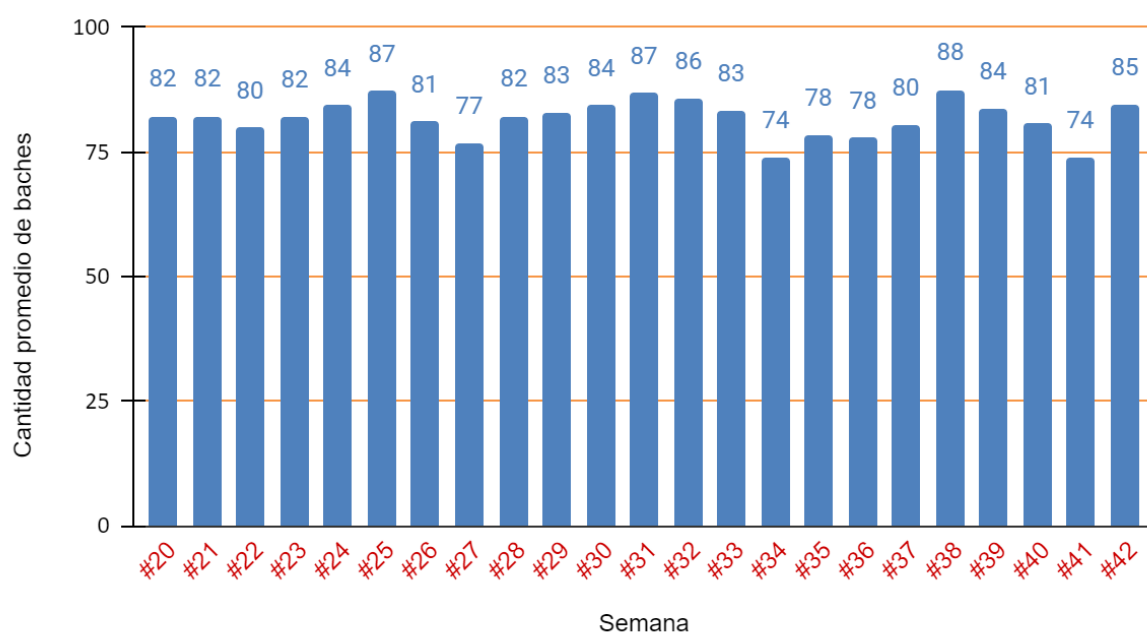
Mejora potencial = promedio de tiempos muertos en min / promedio minutos por bache.

Como resultado se obtuvo un promedio de mejora potencial de 13 baches, esto si se eliminaran los tiempos ociosos en esta área.

#### 4.4 Análisis de la producción diaria

Considerando las capacidades de producción que desarrolló la empresa durante el período de tiempo estudiado, se procedió a realizar una serie de gráficos que permitan observar el comportamiento de los mismos, para de esta forma determinar cómo se encuentra trabajando la empresa. A continuación, se muestran los resultados:

**Gráfico 1:** Promedio de baches que se producen diariamente.

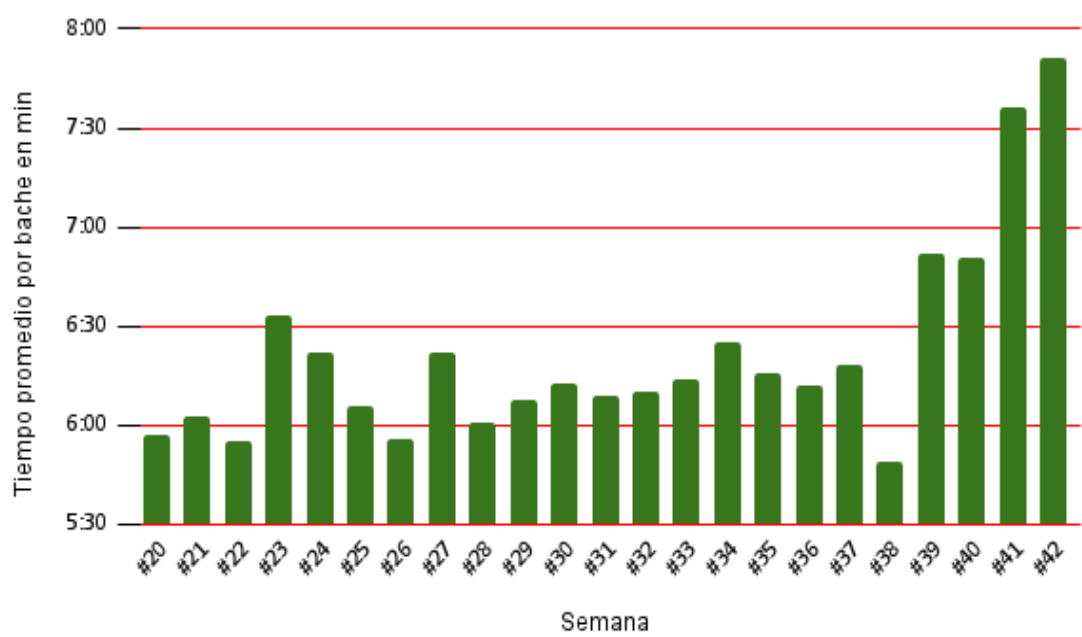


Datos Fuente: Producción Megatrópico S. A.

En la gráfica anterior se muestra el promedio de baches u órdenes de producción que produce diariamente la empresa, cabe resaltar que el número de baches no refleja las cantidades de producción (ton/h), esto porque los baches se producen en cantidades muy variables dependiendo del orden, que van desde 400 kg hasta casi los 2000 kg, en la gráfica se observan promedios diarios tomando en consideración un lapso de tiempo de 23 semanas,

donde se estima que los valores de producción se encuentran entre 74 y 88 baches diarios con respecto al plan de producción, cabe destacar que este promedio de producción es muy variante, ya que se realiza con base en la demanda de productos que es solicitada por los clientes, esta demanda varía por muchos factores, dentro de ellos, por ejemplo, la temporada del año en la que se encuentre.

**Gráfico 2:** Tiempo promedio semanal de producción por bache (min)

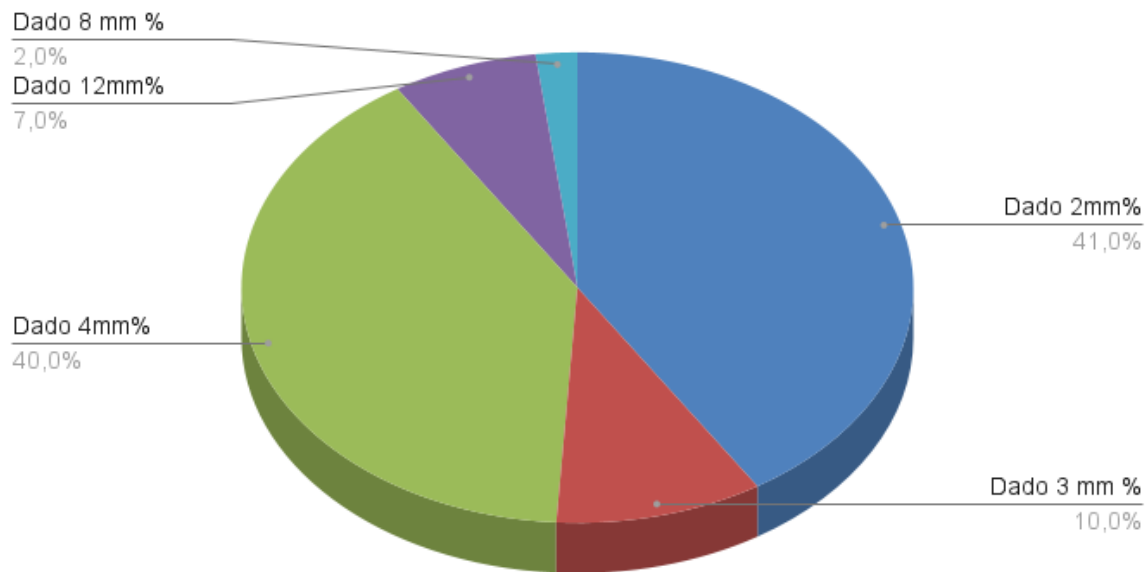


Datos Fuente: Producción Megatrópico S. A.

En el gráfico se muestra el tiempo promedio de producción por cada bache que se generó durante las semanas 20 a la 42 del 2020, como se observa, los tiempos se encuentran aproximadamente entre los 5,30 y 6,30 minutos; sin embargo, se puede percibir un alza en los tiempos de las últimas semanas evaluadas como lo son la 39, 40, 41 y 42, donde los tiempos

de producción se desarrollaron en un lapso entre los 6,30 y casi 8 minutos. Es importante mencionar que la empresa estima que la producción de cada bache debe tardar aproximadamente un tiempo de 330 segundos, siendo un aproximado de 5,5 minutos; no obstante, se observa que la mayor parte de las semanas mantienen excedidos estos tiempos siendo este un valor preocupante, ya que estos se han producido por diversos paros presentados durante el proceso productivo, los cuales no han sido identificados ni controlados, evidenciándose la necesidad de tener a mano una herramienta que permita identificar, clasificar y cuantificar las causantes o motivos de estos.

**Gráfico 3:** Distribución de la producción semanal en la línea de alimentos peletizados.

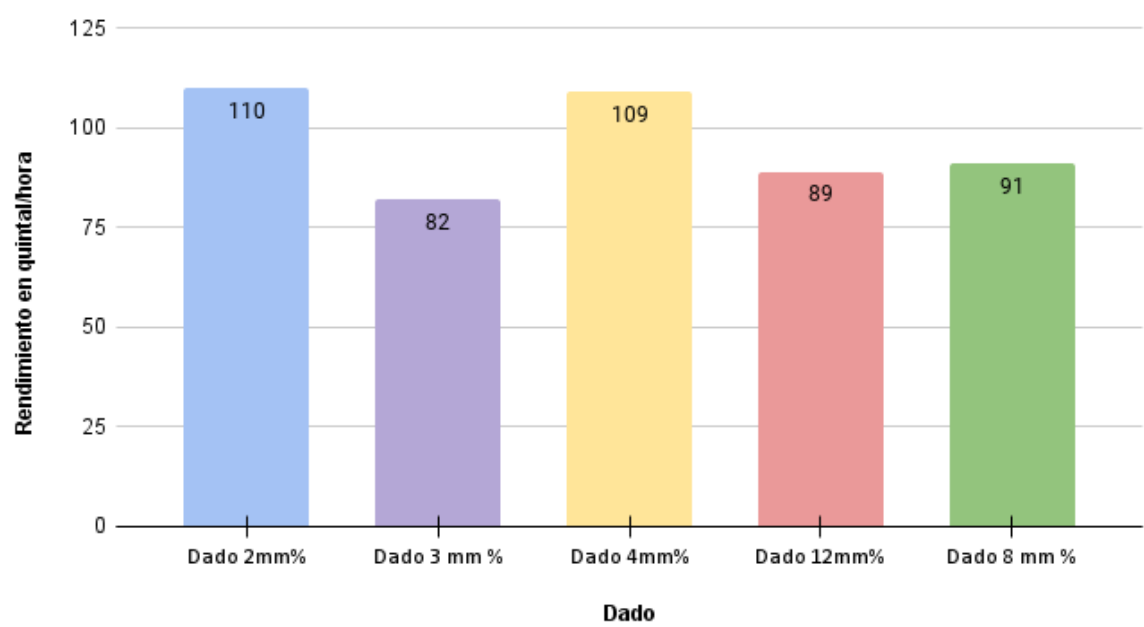


Datos Fuente: Producción Megatrópico S. A.

De acuerdo con el gráfico anterior se puede deducir cuáles dados generan mayor porcentaje de producción semanal durante el proceso de la elaboración de los diferentes tipos de alimentos peletizados. Como se logra ver reflejado en el gráfico, el que posee mayor

porcentaje de utilización es el dado de 2 mm, el cual abarca un 41%, seguidamente en segundo lugar se encuentra el dado de 4 mm con un 40% de utilización, siendo muy similar al primero, cabe señalar que estos dos son los de mayor porcentaje de utilización, ya que luego se tiene el dado de 3 mm con un valor de uso del 10%, el de 12 mm con un 7 % y finalmente el de 8 mm con un 2%. Estos dados lo que ofrecen es el diámetro o tamaño que obtendrá el pellet, con ello el alimento peletizado es sometido a un proceso en el cual a través de este equipo se logra obtener los diferentes tamaños que el dado pueda brindar y además estos también proporcionan la fuerza de resistencia del alimento.

**Gráfico 4:** Rendimientos promedio de producción alimentos peletizados.



Datos Fuente: Producción Megatrópico S. A..

Tomando en consideración la producción diaria de alimentos peletizados dentro de la empresa Megatrópico S. A. se procedió a realizar un análisis del comportamiento de rendimiento de los dados, como se observa en el gráfico el dado que presenta mayor

rendimiento es el dado de 2 mm%, con un rendimiento en quintal/hora de 110, el segundo dado con mayor rendimiento es el de 4 mm%, con un total de 109 quintal/hora, de esta forma se determina que estos dos son los que presentan actualmente mayor porcentaje de producción y rendimiento, por otro lado, el de menor valor con respecto a lo estudiado es el de 3 mm% con una utilidad de 82 quintal/hora; esta información se logra recopilar a través del sistema que maneja la empresa, en el cual se puede observar el comportamiento desarrollado dentro del proceso productivo a través de una base de datos donde se almacena toda la información.

**Cuadro 2:** Resumen datos del proceso productivo

| <b>Descripción</b>                  | <b>Capacidad</b>               | <b>Observaciones</b>                                                                                                                                                   |
|-------------------------------------|--------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Tamaño del bache</b>             | Alrededor de 2 toneladas.      | El tamaño de los baches no siempre es del 100%, va a depender de la cantidad que se desee producir por tipo de producto.<br>Varía entre 400 kg hasta casi los 2000 kg. |
| <b>Tiempo en completar un bache</b> | Aprox. 330 Segundos - 5.5 min. | Parámetros de dosificado - pesaje-mezclado.                                                                                                                            |
| <b>Sistema</b>                      | Automático.                    | De dosificado-pesaje-mezclado.                                                                                                                                         |

Fuente: Elaboración propia

**Cuadro 3:** Resumen datos del proceso productivo. (Continuación)

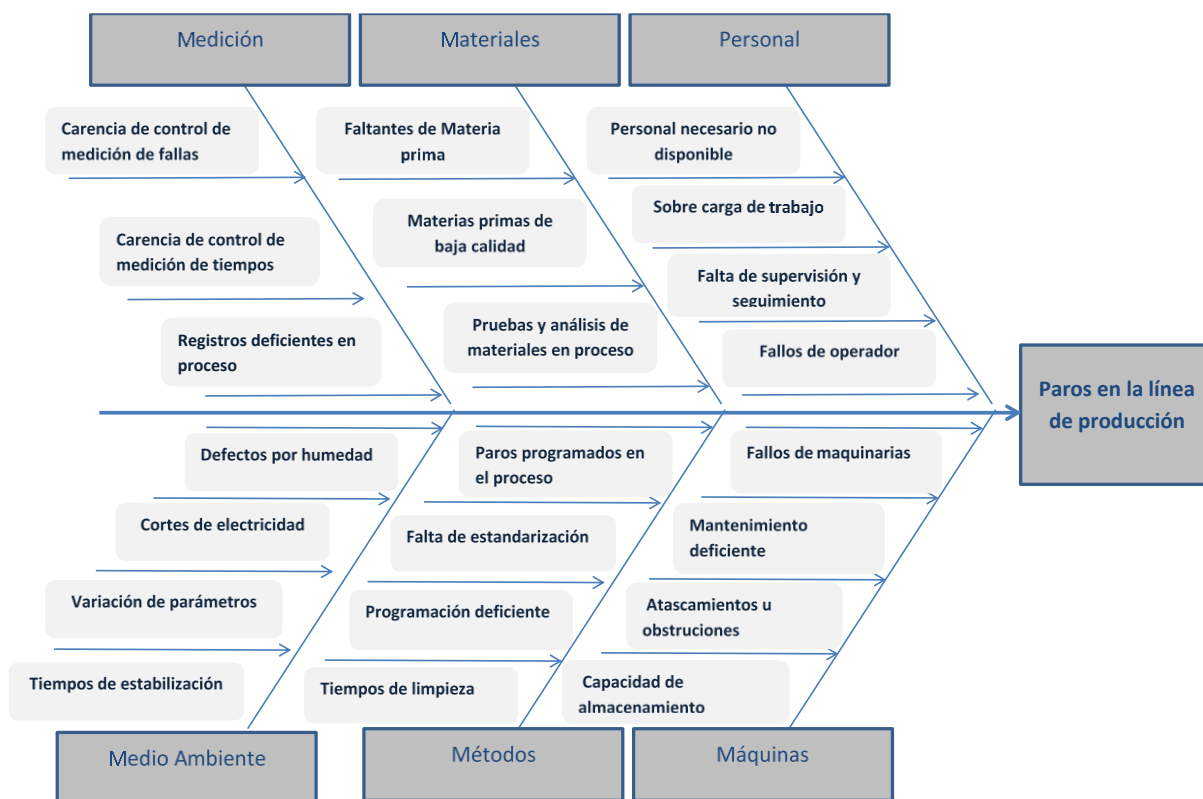
| Descripción                              | Capacidad                                             | Observaciones                                                                                                                                                                                                             |
|------------------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Molienda</b>                          | Fina: Aprox. 14 ton/h.<br>Brocha: Aprox. 41.25 ton/h. | Molinos de 100 kW (136hp).                                                                                                                                                                                                |
| <b>Peletizado</b>                        | Rendimiento en qq/h variable.                         | El rendimiento qq/h depende de variables como: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Diámetro de los orificios del dado.</li> <li>- Composición o formulación del balanceado.</li> <li>- Calidad del vapor.</li> </ul> |
| <b>Enfarde</b>                           | 2 Líneas de enfarde.                                  | Enfarde alimento en harina.<br>Enfarde alimento peletizado.                                                                                                                                                               |
| <b>Despacho</b>                          | Dos presentaciones.                                   | A granel.<br>En sacos: 46 kg, 23 kg, 10 kg.                                                                                                                                                                               |
| <b>Almacenamiento producto terminado</b> | Dos formas de almacenamiento.                         | En bodega, en sacos.<br>En tolvas de almacenamiento a granel.                                                                                                                                                             |

Fuente: Elaboración propia

#### 4.5 Diagrama Ishikawa

Al estudiar el proceso se evidencia una serie de factores que afectan considerablemente la productividad, ocasionando un desaprovechamiento de la capacidad productiva instalada, por lo cual se opta por elaborar un diagrama de causa y efecto; este es una excelente herramienta que permite la formulación de causas y efectos como punto de partida para el análisis, permitiendo observar gráficamente y determinar cuál es la raíz de las causas de esos inconvenientes.

**Figura 19:** Diagrama causa-efecto



Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en el anterior diagrama de Ishikawa, se evidencia una serie de factores que afectan el proceso de alimentos peletizados en la empresa Megatrópico S. A., los cuales se pondrán en evidencia para su efectiva solución, siendo este un factor importante que se utilizará para la aplicación de la herramienta de control de proceso, que es parte integrada de la propuesta de mejora que conlleva este proyecto, el cual cabe recordar tiene como objetivo fundamental enfocarse en la reducción de paros y tiempos muertos del proceso en estudio.

A continuación se procede a realizar una descripción detallada del diagrama, donde se muestran las principales causas del problema.

## Descripción del Diagrama de Ishikawa:

### 4.5.1 Factor medición

1. Carencia de control de medición de fallas: la empresa actualmente no lleva un historial donde se registren los fallos de las máquinas en el proceso y su tratamiento, lo que permite prevenir o por lo menos estar mejor preparados en relación con los paros ocasionados por fallas en los equipos.
2. Carencia de control de medición de tiempos muertos: la empresa actualmente no cuenta con un procedimiento establecido y adecuado del registro de todos los tiempos muertos, donde los operarios lleven el registro de los paros y los motivos que propiciaron el paro, actualmente solo se registran algunos de los paros diarios, ya que no existe esa supervisión eficaz en este ámbito.
3. Faltante de capacidad de almacenamiento en tolvas: en las inspecciones en planta se logró determinar limitantes del proceso en la cantidad de almacenamiento disponible y en algunas de las estaciones del ciclo productivo, esta capacidad de almacenamiento crea una especie de cuello de botella en la que se marca el paso y la frecuencia con la que se debe de ir elaborando los alimentos, en varias ocasiones se observó cómo los encargados del área de dosificado y mezclado tuvieron que detener la elaboración de harina porque no tenían donde almacenarla en las tolvas de granel, enfarde o peletizado, igualmente sucede en el área de peletizado, donde en ocasiones los operadores deben de detener las peletizadoras porque no tienen un lugar para almacenar el alimento peletizado. Estas limitantes de almacenamiento suelen ser ocasionadas por:
  - Fallos en las enfardadoras.

- Fallos de banda.
  - Fallo en montacargas.
  - Falta de planificación.
  - Cantidad de tolvas necesarias no disponibles.
  - Falta de operarios disponibles en banda.
4. Faltante de capacidad de almacenamiento en tarimas: una de las causas principales de paros en el proceso de enfardado es la limitante de tarimas disponibles para el almacenamiento del producto listo en la bodega, en la empresa se utilizan tarimas o *pallets* metálicas para el almacenamiento en bodega, en ocasiones cuando se producen líneas de mucha cantidad de alimentos en los que su presentación final es enfardada (en sacado), provoca que se tenga que detener el ciclo, para desocupar tarimas y así poder reanudar el ciclo, esto conlleva a paros en el proceso y que la línea se extienda horas posteriores de la jornada habitual.

#### **4.5.2 Factor materiales**

1. Faltante de materias primas: durante las observaciones se pudo determinar que algunos de los factores que propician paros en la línea es el desabastecimiento de materias primas en el proceso.
2. Materia prima de baja calidad: la entrada de materias primas en las que se detectan disconformidades ocasionan desabastecimientos o retrasos en las líneas, esto por el tiempo de espera debido a la realización de pruebas de calidad, las cuales podrían inducir a paros del proceso.

3. Pruebas de calidad - Muestreo: es común realizar pruebas de calidad del producto en proceso, esto ocasiona pequeños tiempos de espera y paros mientras se realizan las mismas.

#### **4.5.3 Factor personal**

1. Personal necesario no disponible: es común tener faltantes de personal por diferentes motivos en algunas etapas sensibles del proceso, lo que ocasiona desbalances en el flujo de la línea, retrasando el proceso, ocasionando cuellos de botella y hasta paros.
2. Sobrecarga de trabajo: en ocasiones es común observar un desbalance en la línea que ocasiona sobrecarga de trabajo en algunos puestos, que como consecuencia limitan el correcto flujo, ocasionando bajas en el rendimiento o tiempos muertos producto de estos cuellos de botella.
3. Capacitación deficiente: uno de los puntos observados es que la empresa actualmente no cuenta con un procedimiento establecido en cuanto a la capacitación del personal nuevo, lo que puede ocasionar que los nuevos colaboradores tengan una curva de aprendizaje muy lenta, propiciando que los nuevos tarden mucho tiempo en integrarse al proceso con el ritmo ideal, ocasionando así cuellos de botella en algunas estaciones delicadas del proceso.
4. Falta de supervisión y seguimiento: es necesario impulsar nuevas técnicas de supervisión, donde se permita tener un mejor seguimiento de las actividades de los colaboradores y se incentive al trabajo estandarizado.
5. Fallo de operador: Las equivocaciones a nivel de proceso por parte de los operadores en las diferentes estaciones, ocasionan retrasos y paros en la producción al ser un proceso de flujo lineal.

#### **4.5.4 Factor medio ambiente**

1. Cortes eléctricos: los fallos a nivel del sistema eléctrico, por picos de electricidad o por cortes del suministro, es uno de los principales causantes de paros, los pequeños cortes ocasionan que la mayoría de máquinas se detengan; por ejemplo, los molinos y peletizadoras, los cuales necesitan alrededor de 10 a 15 min. para volver a ser estabilizadas en su nivel de operación óptimo, esto afecta directamente el proceso productivo generando atrasos, además afecta directamente el consumo energético al generar estos picos de electricidad, aumentando el consumo por concepto de demanda eléctrica.
2. Defectos por humedad: es común que la empresa en la época lluviosa presente desconformidades en el producto terminado, esto por defectos ocasionados por la humedad del medio ambiente, ocasionando que el producto se saque de inventario, lo cual genera reprocesos que afectan el rendimiento normal del proceso.

#### **4.5.5 Factor métodos**

1. Error en programación: al realizar una programación inadecuada en la producción diaria se suelen ocasionar algunos problemas que generan atrasos del proceso, a causa de reprogramaciones de productos y cambios prematuros de línea.
2. Falta de estandarización: es necesario el establecimiento de procedimientos en algunas de las áreas, ya que se observó que en algunos casos queda a criterio personal de cada operador la realización de algunas tareas, viéndose afectado el rendimiento del proceso dependiendo del operador.
3. Error de procedimiento: al ser un proceso en el que la mayoría de las operaciones se realizan de forma lineal, los errores ocasionados por la mala ejecución de las

actividades provocan un efecto en las demás estaciones consecuentes, afectando en disminuciones de velocidad y paros.

4. Paros programados: como en todo proceso, existen paros programados en los que las diferentes líneas del proceso se encuentran fuera de uso por algunos minutos, estos paros programados se tratan de llevar a cabo en lapsos de tiempo lo más cortos posibles y en los que la producción se encuentre “holgada”.
5. Reprocesos: los defectos de producción es una de las 7 mudas identificadas por el Ing. Taiichi Ohno en el sistema de producción Toyota, estos defectos incurren en costos adicionales de reelaboración, los cuales no aportan valor, generando cuellos de botella producto de esta reelaboración.
6. Tiempos de limpieza: en la fabricación de alimentos balanceados para animales uno de los aspectos primordiales es la aplicación de limpiezas en las líneas y máquinas programadas, esto al cambiar de tipo de producto por especie o al realizarse productos con medicaciones exclusivas, estos tiempos de limpieza están desde los 15 min, hasta los 60 min, según el tipo de limpieza, es por esto que una buena programación de la línea afecta directamente la productividad del proceso.

#### 4.5.6 Factor máquinas

1. Fallos de maquinaria: las fallas en las máquinas en las cuales se encuentran motores, peletizadoras, enfardadoras, compresores, sistemas neumáticos, bandas transportadoras, molinos, enfardadoras, calderas y demás, generan paros no programados que ocasionan tiempos muertos, al ser un proceso productivo lineal estos fallos se convierten en cuellos de botella para los demás procesos consiguientes.
2. Fallo de sistema automático: el sistema automático es parte de los equipos de mayor cuidado durante el proceso, ya que es una de las estaciones que generan mayor cuellos de botella, el sistema automático lleva todo el control del proceso productivo de la fábrica, en el proceso se le conoce como sistema automático a todo sistema que cuente con PLC, sistema SCADA y los software de producción, los fallos a nivel de red, sensores, válvulas y programación son los más comunes en el “sistema automático”.
3. Bajo rendimiento: durante el ciclo productivo se ocasionan cuellos de botella y paros de productos por bajas en el rendimientos (quintales producidos por hora), esto se observa principalmente en áreas como molienda y producción de peletizados, esta disminución de rendimiento lo ocasionan diferentes factores, como las materias primas utilizadas, la naturaleza de la formulación fallas en equipos (maquinaria).
4. Mantenimiento deficiente: es necesaria la implementación de planes de mantenimiento preventivo, ya que las causas más comunes de paros no programados son producto de mantenimientos correctivos por fallas en equipos como: transportadores, motores, molinos, peletizadoras, bandas transportadoras, enfardadoras.
5. Atascamiento u obstrucciones en la línea: Durante el proceso productivo es común observar paros por atascamientos, pega u obstrucción del material en los equipos,

como: rastras, transportadores, elevadores, peletizadoras, entre otros, estos atascamientos ocasionan atrasos durante el proceso productivo al ser un proceso lineal y son ocasionados por “sobrecargas” o “disparos” de los equipos en proceso, para esto es necesario generar un registro y control de este tipo de incidentes en el proceso y la creación de estrategias para evitarlas, como por ejemplo planes de mantenimiento y de limpieza.

Cada uno de los factores mencionados anteriormente muestran las principales causas que generan dentro de la compañía la disminución del tiempo operativo valioso, ocasionando paros programados y no programados en la línea de alimentos peletizados, el cual es el problema en estudio. Estas causas presentan relación entre sí, ya que los diferentes tipos de paros que pueden presentarse van a ocasionar atrasos en los demás procesos, con ello lo que se busca es lograr determinar aquellos que se dan durante el desarrollo de las diferentes actividades, para así identificar los principales atrasos, buscar soluciones y sustentar la toma oportuna y correcta de decisiones.

# Capítulo V: Presentación y análisis de resultados

En este capítulo se detalla el desarrollo de la herramienta que busca mejorar el control del proceso productivo en la línea de alimentos peletizados dentro de la planta de Megatrópico S. A.. Con ello lo que se busca es crear una herramienta que le permita a la empresa llevar un control de todos los paros que se generan dentro del proceso de producción de alimentos peletizados y así poder medir las diversas actividades del proceso, así como también su productividad y tiempo operativo valioso (TOV), siendo estos indicadores fundamentales para la correcta toma de decisiones.

Lo anterior es de gran importancia para cualquier compañía, ya que es fundamental que se desarrollen herramientas que permitan manejar un control adecuado del funcionamiento del proceso productivo, siendo de gran utilidad para la empresa al permitirle conocer la situación que presenta la misma y a través de ello tomar decisiones importantes que garanticen la eficiencia de esta.

Para la construcción de la herramienta fue necesario inicialmente realizar una categorización o clasificación de los paros, para poder recolectarlos y analizarlos de una forma ordenada. Se utilizaron varios criterios para categorizarlos, algunos de estos fueron: por afinidad entre tipo de paro, por área en la empresa, por etapa del proceso.

Finalmente, tomando en consideración la información anterior se logró determinar 11 categorías de paro que se presentan a continuación, las cuales están ligadas al área en la que se llevan a cabo.

## 6.1 Categorización de paros

**Tabla 5:** Categorización de paro por área de trabajo

|    | Categoría                                      | Área          |
|----|------------------------------------------------|---------------|
| 1  | Paros programados                              | Producción    |
| 2  | Extensión de paro programado                   | Producción    |
| 3  | Servicios                                      | Mantenimiento |
| 4  | Etapa de proceso 1. Recepción materias primas  | Recepción     |
| 5  | Etapa de proceso 2. Cuarto de control Mezclado | Producción    |
| 6  | Etapa de proceso 3. Mezcladora                 | Producción    |
| 7  | Etapa de proceso 4. Enfarde                    | Producción    |
| 8  | Etapa de proceso 5. Peletizado                 | Producción    |
| 9  | Etapa de proceso 6. Despacho                   | Despacho      |
| 10 | Etapa de proceso 7. Molienda                   | Producción    |
| 11 | Etapa de proceso 8. Micros                     | Producción    |
| 12 | Etapa de proceso 9. Despacho a granel          | Despacho      |

Fuente: Elaboración propia.

Una vez determinadas las categorías se llevó a cabo un trabajo de recolección de información sobre las causas de paros más comunes que ocurren durante cada una de estas categorías y áreas de estudio, para así poder identificarlos. Para esto fue necesario la recolección y compilación de información mediante estrategias como:

- Observación directa en cada una de las áreas del proceso.
- Entrevista a cada uno de los colaboradores de mayor experiencia en cada una de las áreas, lo anterior sobre causas comunes de paro.
- Apoyo de las jefaturas de las áreas.

Una vez recolectada la información de causas y tipos de paros comunes se optó por elaborar una codificación que permita identificar los paros por familias según las categorías anteriormente mencionadas, esta codificación permite tener una mejor recolección y análisis de información, esto al estar debidamente especificados; además, permite estandarizar los paros que ocurren durante el proceso, lo cual es una de las funciones esenciales de la herramienta.

A continuación, se presentan las tablas con los códigos de paros que alimentan parte de la herramienta, los cuales se seguirán mencionando en el presente documento como “ID”, adicionalmente se realiza un trabajo de análisis de causa raíz del paro para poder ligar cada uno de los códigos de paro con un patrocinador o responsable directo de cada ID, aunado a esto se clasifica cada ID según tipo de paro, siendo las categorías: paro programado o no programado.

**Tabla 6:** Paros programados

| <b>Categoría:</b> | <b>1-Paros programados</b>     |                     |                  |
|-------------------|--------------------------------|---------------------|------------------|
| <b>ID</b>         | <b>Motivo de Paro</b>          | <b>Patrocinador</b> | <b>Tipo Paro</b> |
| 101               | Limpieza de Línea (Aseo)       | Producción          | Programado       |
| 102               | Cambio de Producto (Setup)     | Producción          | Programado       |
| 103               | Refrigerios (15min)            | Producción          | Programado       |
| 104               | Refrigerios (60 min)           | Producción          | Programado       |
| 105               | Cambio de línea (Dado) 60 min  | Producción          | Programado       |
| 106               | Reunión De Personal Programada | Producción          | Programado       |
| 107               | Línea Fuera De Producción      | Producción          | Programado       |
| 108               | Pruebas De Producción          | Producción          | Programado       |
| 109               | Pruebas de calidad             | Calidad             | Programado       |
| 110               | Pruebas Mantenimiento          | Mantenimiento       | Programado       |
| 111               | Mantenimiento Preventivo       | Mantenimiento       | Programado       |

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 7:** Paros programados

| <b>Categoría:</b> | <b>2-Exceso Paro Programado</b> |                     |                  |
|-------------------|---------------------------------|---------------------|------------------|
| <b>ID</b>         | <b>Motivo de Paro</b>           | <b>Patrocinador</b> | <b>Tipo Paro</b> |
| 201               | Extensión de paro programado    | Producción          | NO Programado    |

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 8:** Paro por servicios

| <b>Categoría:</b> | <b>3-Servicios</b>         |                     |                  |
|-------------------|----------------------------|---------------------|------------------|
| <b>ID</b>         | <b>Motivo de Paro</b>      | <b>Patrocinador</b> | <b>Tipo Paro</b> |
| 301               | Suministro De Electricidad | Mantenimiento       | NO Programado    |
| 302               | Suministro De Aire         | Mantenimiento       | NO Programado    |
| 303               | Suministro De Agua         | Mantenimiento       | NO Programado    |
| 304               | Suministro De Vapor        | Mantenimiento       | NO Programado    |
| 305               | Suministro De Red          | Mantenimiento       | NO Programado    |
| 306               | Suministro De Gas          | Mantenimiento       | NO Programado    |

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 9:** Paros etapa de proceso 1. Recepción de materias primas

| <b>Categoría:</b> | <b>4-Etapa de proceso 1. Recepción Materias primas</b> |                     |                  |
|-------------------|--------------------------------------------------------|---------------------|------------------|
| <b>ID</b>         | <b>Motivo de Paro</b>                                  | <b>Patrocinador</b> | <b>Tipo Paro</b> |
| 401               | Faltante de espacio en Silos                           | Producción          | NO Programado    |
| 402               | Sistema de descarga siendo utilizado                   | Producción          | NO Programado    |
| 403               | Paro por incidente                                     | Producción          | NO Programado    |
| 404               | Error De Operación                                     | Producción          | NO Programado    |
| 405               | Fallo de Romana                                        | Mantenimiento       | NO Programado    |
| 406               | Fallo de Montacargas                                   | Mantenimiento       | NO Programado    |
| 407               | Faltante de Operario                                   | Mantenimiento       | NO Programado    |
| 408               | Mantenimiento correctivo                               | Mantenimiento       | NO Programado    |
| 409               | Paro por atascamiento                                  | Mantenimiento       | NO Programado    |

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 10:** Paros etapa de proceso 2. Cuarto de control

| <b>Categoría:</b> | <b>5-Etapa de proceso 2. Cuarto de control Dosificado</b> |                     |                  |
|-------------------|-----------------------------------------------------------|---------------------|------------------|
| <b>ID</b>         | <b>Motivo de Paro</b>                                     | <b>Patrocinador</b> | <b>Tipo Paro</b> |
| 501               | Faltante de espacio en tolva enfarde                      | Producción          | NO Programado    |
| 502               | Faltante de espacio en tolva granel                       | Producción          | NO Programado    |
| 503               | Faltante de espacio en tolva Peletizado                   | Producción          | NO Programado    |
| 504               | Faltante de materias primas                               | Producción          | NO Programado    |
| 505               | Faltante de fórmulas                                      | Producción          | NO Programado    |
| 506               | Faltante de Núcleos                                       | Producción          | NO Programado    |
| 507               | Error De Operación                                        | Producción          | NO Programado    |
| 508               | Fallo de sistema                                          | Producción          | NO Programado    |
| 509               | Paro por incidente                                        | Mantenimiento       | NO Programado    |
| 510               | Fallo báscula de líquidos                                 | Producción          | NO Programado    |
| 511               | Fallo báscula de núcleos                                  | Producción          | NO Programado    |
| 512               | Mantenimiento correctivo                                  | Mantenimiento       | NO Programado    |
| 513               | Paro por atascamiento                                     | Mantenimiento       | NO Programado    |

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 11:** Paros etapa de proceso 3. Mezclado

| <b>Categoría:</b> | <b>6-Etapa de proceso 3. Mezcladora</b> |                     |                  |
|-------------------|-----------------------------------------|---------------------|------------------|
| <b>ID</b>         | <b>Motivo de Paro</b>                   | <b>Patrocinador</b> | <b>Tipo Paro</b> |
| 601               | Faltante de materias primas             | Producción          | NO Programado    |
| 602               | Faltante de Núcleos                     | Producción          | NO Programado    |
| 603               | Faltante de pesas de sal                | Producción          | NO Programado    |
| 604               | Problemas con las básculas              | Mantenimiento       | NO Programado    |
| 605               | Exceso de tiempo de mezcla húmeda       | Producción          | NO Programado    |
| 606               | Fallo de motor                          | Mantenimiento       | NO Programado    |
| 607               | Mantenimiento correctivo                | Mantenimiento       | NO Programado    |

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 12:** Paros etapa de proceso 4. Enfarde Harinas y peletizado

| <b>Categoría:</b> | <b>7-Etapa de proceso 4. Enfarde</b>                |                     |                  |
|-------------------|-----------------------------------------------------|---------------------|------------------|
| <b>ID</b>         | <b>Motivo de Paro</b>                               | <b>Patrocinador</b> | <b>Tipo Paro</b> |
| 701               | Faltante de operarios                               | Producción          | NO Programado    |
| 702               | Faltante de montacargas                             | Despacho            | NO Programado    |
| 703               | Necesidad de retiro de tarima y colocación de nueva | Despacho            | NO Programado    |
| 704               | Faltante de material de empaque                     | Producción          | NO Programado    |
| 705               | Material de empaque no listo                        | Producción          | NO Programado    |
| 706               | Faltante de tarimas disponibles                     | Producción          | NO Programado    |
| 707               | Error De Operación                                  | Producción          | NO Programado    |
| 708               | Fallo de enfardadora                                | Mantenimiento       | NO Programado    |
| 709               | Fallo en banda transportadora                       | Mantenimiento       | NO Programado    |
| 710               | Mantenimiento correctivo                            | Mantenimiento       | NO Programado    |
| 711               | Error De Operación                                  | Producción          | NO Programado    |

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 13:** Paros etapa de proceso 5. Producción de alimentos Peletizados

| <b>Categoría:</b> | <b>8-Etapa de proceso 5. Peletizado</b>     |                     |                  |
|-------------------|---------------------------------------------|---------------------|------------------|
| <b>ID</b>         | <b>Motivo de Paro</b>                       | <b>Patrocinador</b> | <b>Tipo Paro</b> |
| 801               | Faltante de espacio en tolva enfarde        | Producción          | NO Programado    |
| 802               | Ajuste de rodillos                          | Mantenimiento       | NO Programado    |
| 803               | Faltante de harina en tolvas para peletizar | Producción          | NO Programado    |
| 804               | Paro por incidente                          | Mantenimiento       | NO Programado    |
| 805               | Pruebas de calidad                          | Calidad             | NO Programado    |
| 806               | Por tiempo de estabilización                | Producción          | NO Programado    |
| 807               | Mantenimiento correctivo                    | Mantenimiento       | NO Programado    |
| 808               | Fallo en molino                             | Mantenimiento       | NO Programado    |
| 809               | Fallo en pelet 1                            | Mantenimiento       | NO Programado    |
| 810               | Fallo en pelet 2                            | Mantenimiento       | NO Programado    |
| 811               | Fallo del enfriador                         | Mantenimiento       | NO Programado    |
| 812               | Fallo del elevador                          | Mantenimiento       | NO Programado    |
| 813               | Disparo en breck principal por molino       | Mantenimiento       | NO Programado    |
| 814               | Harina pegada en tolvas                     | Producción          | NO Programado    |

|     |                       |               |               |
|-----|-----------------------|---------------|---------------|
| 815 | Falta de operario     | Producción    | NO Programado |
| 816 | Error De Operación    | Producción    | NO Programado |
| 817 | Paro por atascamiento | Mantenimiento | NO Programado |

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 14:** Paros etapa de proceso 6. Despacho producto terminado a sacos

| <b>Categoría:</b> | <b>9-Etapa de proceso 6. Despacho sacos</b> |                     |                  |
|-------------------|---------------------------------------------|---------------------|------------------|
| <b>ID</b>         | <b>Motivo de Paro</b>                       | <b>Patrocinador</b> | <b>Tipo Paro</b> |
| 901               | Faltante de operarios para carga            | Producción          | NO Programado    |
| 902               | Faltante de montacargas                     | Despacho            | NO Programado    |
| 903               | Faltante de producto terminado              | Producción          | NO Programado    |
| 904               | Faltante De tarimas disponibles             | Producción          | NO Programado    |
| 905               | Pedido no alistado                          | Producción          | NO Programado    |
| 906               | Error De Operación                          | Producción          | NO Programado    |

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 15:** Paros etapa de proceso 7. Molienda

| <b>Categoría:</b> | <b>10-Etapa de proceso 7. Molienda</b> |                     |                  |
|-------------------|----------------------------------------|---------------------|------------------|
| <b>ID</b>         | <b>Motivo de Paro</b>                  | <b>Patrocinador</b> | <b>Tipo Paro</b> |
| 1001              | Tolvas llenas                          | Producción          | NO Programado    |
| 1002              | Sistema aterrado                       | Despacho            | NO Programado    |
| 1003              | Mantenimiento correctivo               | Mantenimiento       | NO Programado    |
| 1004              | Paro por atascamiento                  | Mantenimiento       | NO Programado    |

Fuente: Elaboración propia

## 16: Paros Etapa de proceso 8. Elaboración de Microingredientes

| Categoría: | 11-Etapa de proceso 8. Elaboración de Micros |               |               |
|------------|----------------------------------------------|---------------|---------------|
| ID         | Motivo de Paro                               | Patrocinador  | Tipo Paro     |
| 2001       | Faltante de fórmulas                         | Producción    | NO Programado |
| 2002       | Faltante de materias primas                  | Producción    | NO Programado |
| 2003       | Operación de limpieza tiempo excedido        | Producción    | NO Programado |
| 2004       | Error de Operación                           | Producción    | NO Programado |
| 2005       | Mantenimiento correctivo                     | Mantenimiento | NO Programado |

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 17:** Etapa de proceso 9. Despacho producto terminado a granel

| Categoría: | 12-Etapa de proceso 9. Despacho a granel |               |               |
|------------|------------------------------------------|---------------|---------------|
| ID         | Motivo de Paro                           | Patrocinador  | Tipo Paro     |
| 3001       | Faltante de producto en tolvas           | Producción    | NO Programado |
| 3002       | Faltante de pedidos listos               | Producción    | NO Programado |
| 3003       | Camión varado                            | Producción    | NO Programado |
| 3004       | Tiempo sin carga                         | Producción    | NO Programado |
| 3005       | Error de Operación                       | Producción    | NO Programado |
| 3006       | Mantenimiento correctivo                 | Mantenimiento | NO Programado |

Fuente: Elaboración propia

## 5.2 Actualización de Bitácoras

Posteriormente, se procede a realizar el desarrollo de las bitácoras donde se alimentará la información con los paros presentados durante la producción del alimento peletizado, para ello se tomó la decisión de actualizar las diversas hojas de control que mantiene la empresa para los diferentes procesos productivos y no crear una plantilla nueva; lo anterior permite agilizar el proceso de registro de información y evitar sobrecargar al colaborador con documentos para la recopilación de información.

Las bitácoras van a permitir a la compañía poder servir como herramienta donde se pueda llevar un registro de los paros programados y no programados que se generan en el proceso productivo; de esta forma se logra dar inicio al control de paros por medio del registro de los mismos, donde con estos ajustes asignados a las hojas de control se le asigna a cada encargado de las diversas áreas la responsabilidad de la obtención de los datos. Estos deben de anotar los paros presentados en las hojas donde posteriormente se llevará un registro digital; con ello se puede generar los respectivos análisis por parte de los supervisores del área.

La obtención de los datos se realiza durante el desarrollo de las diversas actividades que se deben ejecutar para la elaboración del alimento peletizado, estos son desarrollados por los diversos operarios de la línea productiva, los cuales fueron previamente capacitados con la información necesaria para que pudieran realizarlo; con ello se le hace entrega de las hojas de control donde los mismos registran los paros y la siguiente información:

- Fecha.
- Hora de inicio.
- Hora de finalización.
- Tiempo en minutos.
- ID de paro.

Esta información fue actualizada en las hojas de control y es importante mencionar que existen diversas áreas de control, por lo cual son varias las actividades en las cuales se plantea llevar estos registros e implementar la herramienta inicialmente, entre estas se encuentran los procesos que se mencionan a continuación:

- Mezclado.
- Producción de alimento peletizado.
- Enfarde de harina y peletizado.
- Molienda de maíz.
- Despacho a granel y a sacos.

Con ello, el registro de los datos de cada uno de los paros presentados en los diversos procesos productivos debe ser trasladado al encargado de realizar la recopilación de las bitácoras para su posterior registro y análisis.

El análisis de los datos permite observar el comportamiento presente con respecto a los tiempos de paro presentados y de esta forma poder contribuir en la toma de decisiones, ya que el tiempo operativo valioso es una de las bases fundamentales de una compañía y es por medio de este instrumento que se va a poder desarrollar una herramienta que contribuya a la mejora del proceso productivo. A continuación se muestra la actualización de las bitácoras utilizadas en los procesos productivos:

**Figura 20:** Bitácora de mezclado

[illegible]

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 21:** Bitácora de producción peletizados

| Datos Generales                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |                    |  |                            |  | Datos de Producción                |  |                    |  |                    |  | Datos de Control de Calidad |  |                    |  |                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                 |  |                 |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |            |  |                            |  |                |  |                    |  |                            |  |                |  |                    |  |                   |  |                |  |                    |  |                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                    |  |                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |            |  |                            |  |                |  |                    |  |                            |  |                |  |                    |  |                   |  |                |  |                    |  |                   |  |                |  |                    |  |                   |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--------------------|--|----------------------------|--|------------------------------------|--|--------------------|--|--------------------|--|-----------------------------|--|--------------------|--|-------------------|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-----------------|--|-----------------|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|------------|--|----------------------------|--|----------------|--|--------------------|--|----------------------------|--|----------------|--|--------------------|--|-------------------|--|----------------|--|--------------------|--|-------------------|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--------------------|--|-------------------|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|------------|--|----------------------------|--|----------------|--|--------------------|--|----------------------------|--|----------------|--|--------------------|--|-------------------|--|----------------|--|--------------------|--|-------------------|--|----------------|--|--------------------|--|-------------------|--|
| <table border="1"> <tr> <td colspan="2">Nombre del Cliente</td> <td colspan="2">Código de Producto</td> <td colspan="2">Lote de Producción</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Número total</td> <td colspan="2">Código producción</td> <td colspan="2">Enfermedad</td> </tr> </table>                                                                                              |  |                    |  |                            |  | Nombre del Cliente                 |  | Código de Producto |  | Lote de Producción |  | Número total                |  | Código producción  |  | Enfermedad        |  | <table border="1"> <tr> <td colspan="2">Hora inicio</td> <td colspan="2">Hora final</td> <td colspan="2">Total Tiempo de producción</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Código de Lote</td> <td colspan="2">Código de Producto</td> <td colspan="2">Código de Control</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Código de Lote</td> <td colspan="2">Código de Producto</td> <td colspan="2">Código de Control</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Código de Lote</td> <td colspan="2">Código de Producto</td> <td colspan="2">Código de Control</td> </tr> </table> |  |                 |  |                 |  | Hora inicio                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  | Hora final |  | Total Tiempo de producción |  | Código de Lote |  | Código de Producto |  | Código de Control          |  | Código de Lote |  | Código de Producto |  | Código de Control |  | Código de Lote |  | Código de Producto |  | Código de Control |  | <table border="1"> <tr> <td colspan="2">Hora inicio</td> <td colspan="2">Hora final</td> <td colspan="2">Total Tiempo de producción</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Código de Lote</td> <td colspan="2">Código de Producto</td> <td colspan="2">Código de Control</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Código de Lote</td> <td colspan="2">Código de Producto</td> <td colspan="2">Código de Control</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Código de Lote</td> <td colspan="2">Código de Producto</td> <td colspan="2">Código de Control</td> </tr> </table> |  |                    |  |                   |  | Hora inicio                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  | Hora final |  | Total Tiempo de producción |  | Código de Lote |  | Código de Producto |  | Código de Control          |  | Código de Lote |  | Código de Producto |  | Código de Control |  | Código de Lote |  | Código de Producto |  | Código de Control |  |                |  |                    |  |                   |  |
| Nombre del Cliente                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  | Código de Producto |  | Lote de Producción         |  |                                    |  |                    |  |                    |  |                             |  |                    |  |                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                 |  |                 |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |            |  |                            |  |                |  |                    |  |                            |  |                |  |                    |  |                   |  |                |  |                    |  |                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                    |  |                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |            |  |                            |  |                |  |                    |  |                            |  |                |  |                    |  |                   |  |                |  |                    |  |                   |  |                |  |                    |  |                   |  |
| Número total                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  | Código producción  |  | Enfermedad                 |  |                                    |  |                    |  |                    |  |                             |  |                    |  |                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                 |  |                 |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |            |  |                            |  |                |  |                    |  |                            |  |                |  |                    |  |                   |  |                |  |                    |  |                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                    |  |                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |            |  |                            |  |                |  |                    |  |                            |  |                |  |                    |  |                   |  |                |  |                    |  |                   |  |                |  |                    |  |                   |  |
| Hora inicio                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  | Hora final         |  | Total Tiempo de producción |  |                                    |  |                    |  |                    |  |                             |  |                    |  |                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                 |  |                 |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |            |  |                            |  |                |  |                    |  |                            |  |                |  |                    |  |                   |  |                |  |                    |  |                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                    |  |                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |            |  |                            |  |                |  |                    |  |                            |  |                |  |                    |  |                   |  |                |  |                    |  |                   |  |                |  |                    |  |                   |  |
| Código de Lote                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  | Código de Producto |  | Código de Control          |  |                                    |  |                    |  |                    |  |                             |  |                    |  |                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                 |  |                 |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |            |  |                            |  |                |  |                    |  |                            |  |                |  |                    |  |                   |  |                |  |                    |  |                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                    |  |                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |            |  |                            |  |                |  |                    |  |                            |  |                |  |                    |  |                   |  |                |  |                    |  |                   |  |                |  |                    |  |                   |  |
| Código de Lote                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  | Código de Producto |  | Código de Control          |  |                                    |  |                    |  |                    |  |                             |  |                    |  |                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                 |  |                 |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |            |  |                            |  |                |  |                    |  |                            |  |                |  |                    |  |                   |  |                |  |                    |  |                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                    |  |                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |            |  |                            |  |                |  |                    |  |                            |  |                |  |                    |  |                   |  |                |  |                    |  |                   |  |                |  |                    |  |                   |  |
| Código de Lote                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  | Código de Producto |  | Código de Control          |  |                                    |  |                    |  |                    |  |                             |  |                    |  |                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                 |  |                 |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |            |  |                            |  |                |  |                    |  |                            |  |                |  |                    |  |                   |  |                |  |                    |  |                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                    |  |                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |            |  |                            |  |                |  |                    |  |                            |  |                |  |                    |  |                   |  |                |  |                    |  |                   |  |                |  |                    |  |                   |  |
| Hora inicio                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  | Hora final         |  | Total Tiempo de producción |  |                                    |  |                    |  |                    |  |                             |  |                    |  |                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                 |  |                 |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |            |  |                            |  |                |  |                    |  |                            |  |                |  |                    |  |                   |  |                |  |                    |  |                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                    |  |                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |            |  |                            |  |                |  |                    |  |                            |  |                |  |                    |  |                   |  |                |  |                    |  |                   |  |                |  |                    |  |                   |  |
| Código de Lote                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  | Código de Producto |  | Código de Control          |  |                                    |  |                    |  |                    |  |                             |  |                    |  |                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                 |  |                 |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |            |  |                            |  |                |  |                    |  |                            |  |                |  |                    |  |                   |  |                |  |                    |  |                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                    |  |                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |            |  |                            |  |                |  |                    |  |                            |  |                |  |                    |  |                   |  |                |  |                    |  |                   |  |                |  |                    |  |                   |  |
| Código de Lote                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  | Código de Producto |  | Código de Control          |  |                                    |  |                    |  |                    |  |                             |  |                    |  |                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                 |  |                 |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |            |  |                            |  |                |  |                    |  |                            |  |                |  |                    |  |                   |  |                |  |                    |  |                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                    |  |                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |            |  |                            |  |                |  |                    |  |                            |  |                |  |                    |  |                   |  |                |  |                    |  |                   |  |                |  |                    |  |                   |  |
| Código de Lote                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  | Código de Producto |  | Código de Control          |  |                                    |  |                    |  |                    |  |                             |  |                    |  |                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                 |  |                 |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |            |  |                            |  |                |  |                    |  |                            |  |                |  |                    |  |                   |  |                |  |                    |  |                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                    |  |                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |            |  |                            |  |                |  |                    |  |                            |  |                |  |                    |  |                   |  |                |  |                    |  |                   |  |                |  |                    |  |                   |  |
| <table border="1"> <tr> <td colspan="2">Presentación</td> <td colspan="2">Código</td> <td colspan="2">Lote</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Código granal</td> <td colspan="2">Código quintales</td> <td colspan="2">Código medios</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Código bolsitas</td> <td colspan="2">Código bolsones</td> <td colspan="2">Código bolsitas</td> </tr> </table> |  |                    |  |                            |  | Presentación                       |  | Código             |  | Lote               |  | Código granal               |  | Código quintales   |  | Código medios     |  | Código bolsitas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  | Código bolsones |  | Código bolsitas |  | <table border="1"> <tr> <td colspan="2">Hora inicio</td> <td colspan="2">Hora final</td> <td colspan="2">Total Tiempo de producción</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Código de Lote</td> <td colspan="2">Código de Producto</td> <td colspan="2">Código de Control</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Código de Lote</td> <td colspan="2">Código de Producto</td> <td colspan="2">Código de Control</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Código de Lote</td> <td colspan="2">Código de Producto</td> <td colspan="2">Código de Control</td> </tr> </table> |  |            |  |                            |  | Hora inicio    |  | Hora final         |  | Total Tiempo de producción |  | Código de Lote |  | Código de Producto |  | Código de Control |  | Código de Lote |  | Código de Producto |  | Código de Control |  | Código de Lote                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  | Código de Producto |  | Código de Control |  | <table border="1"> <tr> <td colspan="2">Hora inicio</td> <td colspan="2">Hora final</td> <td colspan="2">Total Tiempo de producción</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Código de Lote</td> <td colspan="2">Código de Producto</td> <td colspan="2">Código de Control</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Código de Lote</td> <td colspan="2">Código de Producto</td> <td colspan="2">Código de Control</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Código de Lote</td> <td colspan="2">Código de Producto</td> <td colspan="2">Código de Control</td> </tr> </table> |  |            |  |                            |  | Hora inicio    |  | Hora final         |  | Total Tiempo de producción |  | Código de Lote |  | Código de Producto |  | Código de Control |  | Código de Lote |  | Código de Producto |  | Código de Control |  | Código de Lote |  | Código de Producto |  | Código de Control |  |
| Presentación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  | Código             |  | Lote                       |  |                                    |  |                    |  |                    |  |                             |  |                    |  |                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                 |  |                 |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |            |  |                            |  |                |  |                    |  |                            |  |                |  |                    |  |                   |  |                |  |                    |  |                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                    |  |                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |            |  |                            |  |                |  |                    |  |                            |  |                |  |                    |  |                   |  |                |  |                    |  |                   |  |                |  |                    |  |                   |  |
| Código granal                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  | Código quintales   |  | Código medios              |  |                                    |  |                    |  |                    |  |                             |  |                    |  |                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                 |  |                 |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |            |  |                            |  |                |  |                    |  |                            |  |                |  |                    |  |                   |  |                |  |                    |  |                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                    |  |                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |            |  |                            |  |                |  |                    |  |                            |  |                |  |                    |  |                   |  |                |  |                    |  |                   |  |                |  |                    |  |                   |  |
| Código bolsitas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  | Código bolsones    |  | Código bolsitas            |  |                                    |  |                    |  |                    |  |                             |  |                    |  |                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                 |  |                 |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |            |  |                            |  |                |  |                    |  |                            |  |                |  |                    |  |                   |  |                |  |                    |  |                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                    |  |                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |            |  |                            |  |                |  |                    |  |                            |  |                |  |                    |  |                   |  |                |  |                    |  |                   |  |                |  |                    |  |                   |  |
| Hora inicio                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  | Hora final         |  | Total Tiempo de producción |  |                                    |  |                    |  |                    |  |                             |  |                    |  |                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                 |  |                 |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |            |  |                            |  |                |  |                    |  |                            |  |                |  |                    |  |                   |  |                |  |                    |  |                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                    |  |                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |            |  |                            |  |                |  |                    |  |                            |  |                |  |                    |  |                   |  |                |  |                    |  |                   |  |                |  |                    |  |                   |  |
| Código de Lote                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  | Código de Producto |  | Código de Control          |  |                                    |  |                    |  |                    |  |                             |  |                    |  |                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                 |  |                 |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |            |  |                            |  |                |  |                    |  |                            |  |                |  |                    |  |                   |  |                |  |                    |  |                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                    |  |                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |            |  |                            |  |                |  |                    |  |                            |  |                |  |                    |  |                   |  |                |  |                    |  |                   |  |                |  |                    |  |                   |  |
| Código de Lote                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  | Código de Producto |  | Código de Control          |  |                                    |  |                    |  |                    |  |                             |  |                    |  |                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                 |  |                 |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |            |  |                            |  |                |  |                    |  |                            |  |                |  |                    |  |                   |  |                |  |                    |  |                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                    |  |                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |            |  |                            |  |                |  |                    |  |                            |  |                |  |                    |  |                   |  |                |  |                    |  |                   |  |                |  |                    |  |                   |  |
| Código de Lote                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  | Código de Producto |  | Código de Control          |  |                                    |  |                    |  |                    |  |                             |  |                    |  |                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                 |  |                 |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |            |  |                            |  |                |  |                    |  |                            |  |                |  |                    |  |                   |  |                |  |                    |  |                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                    |  |                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |            |  |                            |  |                |  |                    |  |                            |  |                |  |                    |  |                   |  |                |  |                    |  |                   |  |                |  |                    |  |                   |  |
| Hora inicio                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  | Hora final         |  | Total Tiempo de producción |  |                                    |  |                    |  |                    |  |                             |  |                    |  |                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                 |  |                 |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |            |  |                            |  |                |  |                    |  |                            |  |                |  |                    |  |                   |  |                |  |                    |  |                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                    |  |                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |            |  |                            |  |                |  |                    |  |                            |  |                |  |                    |  |                   |  |                |  |                    |  |                   |  |                |  |                    |  |                   |  |
| Código de Lote                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  | Código de Producto |  | Código de Control          |  |                                    |  |                    |  |                    |  |                             |  |                    |  |                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                 |  |                 |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |            |  |                            |  |                |  |                    |  |                            |  |                |  |                    |  |                   |  |                |  |                    |  |                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                    |  |                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |            |  |                            |  |                |  |                    |  |                            |  |                |  |                    |  |                   |  |                |  |                    |  |                   |  |                |  |                    |  |                   |  |
| Código de Lote                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  | Código de Producto |  | Código de Control          |  |                                    |  |                    |  |                    |  |                             |  |                    |  |                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                 |  |                 |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |            |  |                            |  |                |  |                    |  |                            |  |                |  |                    |  |                   |  |                |  |                    |  |                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                    |  |                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |            |  |                            |  |                |  |                    |  |                            |  |                |  |                    |  |                   |  |                |  |                    |  |                   |  |                |  |                    |  |                   |  |
| Código de Lote                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  | Código de Producto |  | Código de Control          |  |                                    |  |                    |  |                    |  |                             |  |                    |  |                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                 |  |                 |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |            |  |                            |  |                |  |                    |  |                            |  |                |  |                    |  |                   |  |                |  |                    |  |                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                    |  |                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |            |  |                            |  |                |  |                    |  |                            |  |                |  |                    |  |                   |  |                |  |                    |  |                   |  |                |  |                    |  |                   |  |
| <table border="1"> <tr> <td colspan="2">Almacenamiento en tolvas de harina</td> <td colspan="2">Código de Lote</td> <td colspan="2">Código de Producto</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Código de Lote</td> <td colspan="2">Código de Producto</td> <td colspan="2">Código de Control</td> </tr> </table>                                                                        |  |                    |  |                            |  | Almacenamiento en tolvas de harina |  | Código de Lote     |  | Código de Producto |  | Código de Lote              |  | Código de Producto |  | Código de Control |  | <table border="1"> <tr> <td colspan="2">Hora inicio</td> <td colspan="2">Hora final</td> <td colspan="2">Total Tiempo de producción</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Código de Lote</td> <td colspan="2">Código de Producto</td> <td colspan="2">Código de Control</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Código de Lote</td> <td colspan="2">Código de Producto</td> <td colspan="2">Código de Control</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Código de Lote</td> <td colspan="2">Código de Producto</td> <td colspan="2">Código de Control</td> </tr> </table> |  |                 |  |                 |  | Hora inicio                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  | Hora final |  | Total Tiempo de producción |  | Código de Lote |  | Código de Producto |  | Código de Control          |  | Código de Lote |  | Código de Producto |  | Código de Control |  | Código de Lote |  | Código de Producto |  | Código de Control |  | <table border="1"> <tr> <td colspan="2">Hora inicio</td> <td colspan="2">Hora final</td> <td colspan="2">Total Tiempo de producción</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Código de Lote</td> <td colspan="2">Código de Producto</td> <td colspan="2">Código de Control</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Código de Lote</td> <td colspan="2">Código de Producto</td> <td colspan="2">Código de Control</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Código de Lote</td> <td colspan="2">Código de Producto</td> <td colspan="2">Código de Control</td> </tr> </table> |  |                    |  |                   |  | Hora inicio                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  | Hora final |  | Total Tiempo de producción |  | Código de Lote |  | Código de Producto |  | Código de Control          |  | Código de Lote |  | Código de Producto |  | Código de Control |  | Código de Lote |  | Código de Producto |  | Código de Control |  |                |  |                    |  |                   |  |
| Almacenamiento en tolvas de harina                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  | Código de Lote     |  | Código de Producto         |  |                                    |  |                    |  |                    |  |                             |  |                    |  |                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                 |  |                 |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |            |  |                            |  |                |  |                    |  |                            |  |                |  |                    |  |                   |  |                |  |                    |  |                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                    |  |                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |            |  |                            |  |                |  |                    |  |                            |  |                |  |                    |  |                   |  |                |  |                    |  |                   |  |                |  |                    |  |                   |  |
| Código de Lote                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  | Código de Producto |  | Código de Control          |  |                                    |  |                    |  |                    |  |                             |  |                    |  |                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                 |  |                 |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |            |  |                            |  |                |  |                    |  |                            |  |                |  |                    |  |                   |  |                |  |                    |  |                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                    |  |                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |            |  |                            |  |                |  |                    |  |                            |  |                |  |                    |  |                   |  |                |  |                    |  |                   |  |                |  |                    |  |                   |  |
| Hora inicio                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  | Hora final         |  | Total Tiempo de producción |  |                                    |  |                    |  |                    |  |                             |  |                    |  |                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                 |  |                 |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |            |  |                            |  |                |  |                    |  |                            |  |                |  |                    |  |                   |  |                |  |                    |  |                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                    |  |                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |            |  |                            |  |                |  |                    |  |                            |  |                |  |                    |  |                   |  |                |  |                    |  |                   |  |                |  |                    |  |                   |  |
| Código de Lote                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  | Código de Producto |  | Código de Control          |  |                                    |  |                    |  |                    |  |                             |  |                    |  |                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                 |  |                 |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |            |  |                            |  |                |  |                    |  |                            |  |                |  |                    |  |                   |  |                |  |                    |  |                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                    |  |                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |            |  |                            |  |                |  |                    |  |                            |  |                |  |                    |  |                   |  |                |  |                    |  |                   |  |                |  |                    |  |                   |  |
| Código de Lote                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  | Código de Producto |  | Código de Control          |  |                                    |  |                    |  |                    |  |                             |  |                    |  |                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                 |  |                 |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |            |  |                            |  |                |  |                    |  |                            |  |                |  |                    |  |                   |  |                |  |                    |  |                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                    |  |                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |            |  |                            |  |                |  |                    |  |                            |  |                |  |                    |  |                   |  |                |  |                    |  |                   |  |                |  |                    |  |                   |  |
| Código de Lote                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  | Código de Producto |  | Código de Control          |  |                                    |  |                    |  |                    |  |                             |  |                    |  |                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                 |  |                 |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |            |  |                            |  |                |  |                    |  |                            |  |                |  |                    |  |                   |  |                |  |                    |  |                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                    |  |                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |            |  |                            |  |                |  |                    |  |                            |  |                |  |                    |  |                   |  |                |  |                    |  |                   |  |                |  |                    |  |                   |  |
| Hora inicio                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  | Hora final         |  | Total Tiempo de producción |  |                                    |  |                    |  |                    |  |                             |  |                    |  |                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                 |  |                 |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |            |  |                            |  |                |  |                    |  |                            |  |                |  |                    |  |                   |  |                |  |                    |  |                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                    |  |                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |            |  |                            |  |                |  |                    |  |                            |  |                |  |                    |  |                   |  |                |  |                    |  |                   |  |                |  |                    |  |                   |  |
| Código de Lote                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  | Código de Producto |  | Código de Control          |  |                                    |  |                    |  |                    |  |                             |  |                    |  |                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                 |  |                 |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |            |  |                            |  |                |  |                    |  |                            |  |                |  |                    |  |                   |  |                |  |                    |  |                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                    |  |                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |            |  |                            |  |                |  |                    |  |                            |  |                |  |                    |  |                   |  |                |  |                    |  |                   |  |                |  |                    |  |                   |  |
| Código de Lote                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  | Código de Producto |  | Código de Control          |  |                                    |  |                    |  |                    |  |                             |  |                    |  |                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                 |  |                 |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |            |  |                            |  |                |  |                    |  |                            |  |                |  |                    |  |                   |  |                |  |                    |  |                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                    |  |                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |            |  |                            |  |                |  |                    |  |                            |  |                |  |                    |  |                   |  |                |  |                    |  |                   |  |                |  |                    |  |                   |  |
| Código de Lote                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  | Código de Producto |  | Código de Control          |  |                                    |  |                    |  |                    |  |                             |  |                    |  |                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                 |  |                 |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |            |  |                            |  |                |  |                    |  |                            |  |                |  |                    |  |                   |  |                |  |                    |  |                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                    |  |                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |            |  |                            |  |                |  |                    |  |                            |  |                |  |                    |  |                   |  |                |  |                    |  |                   |  |                |  |                    |  |                   |  |

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 22:** Bitácora de enfarde de pellet

[illegible]

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 23:** Bitácora de enfarde de harina

[illegible]

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 24:** Bitácora de molienda de maíz

[illegible]

Fuente: Elaboración propia.

### 5.3 Recolección de tiempos muertos y paros

Posteriormente, para poder construir y desarrollar la herramienta fue necesario recopilar la información de los tiempos de paros en el proceso productivo de alimentos peletizados, con la ayuda de las bitácoras de registro comentadas anteriormente, los datos fueron compilados durante varias semanas, obteniendo información valiosa para el proyecto. Esta información fue compilada en una hoja de cálculo de Excel donde se registró cada paro que los operadores anotaron en la bitácora respectiva, según la etapa del proceso.

A continuación, se presenta una imagen con fines ilustrativos, donde se observa la hoja de registro y los datos recolectados en la estación de producción de alimento peletizado durante la semana 51 del año 2020, en el **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, *Anexo 4, Anexo 5* y

*Anexo 6*, también se muestra parte de la base de datos creada durante el desarrollo de la herramienta.

**Figura 25:** Hoja de compilación de paros

| Registro de paros programados, no programados y tiempo excedido en peletizado |            |            |                                      |               |               |                 |
|-------------------------------------------------------------------------------|------------|------------|--------------------------------------|---------------|---------------|-----------------|
| Semana                                                                        | Fecha      | ID de paro | Motivo de paro                       | Patrocinador  | Tipo de paro  | Tiempo (en min) |
| 51                                                                            | 14/12/2020 | 105        | Cambio de línea (Daño ) 60 min       | Producción    | Programado    | 40              |
| 51                                                                            | 14/12/2020 | 103        | Refrigerios (15min)                  | Producción    | Programado    | 15              |
| 51                                                                            | 14/12/2020 | 801        | Faltante de espacio en tolva enfarde | Producción    | NO Programado | 32              |
| 51                                                                            | 14/12/2020 | 104        | Refrigerios (60min)                  | Producción    | Programado    | 34              |
| 51                                                                            | 14/12/2020 | 105        | Cambio de línea (Daño ) 60 min       | Producción    | Programado    | 34              |
| 51                                                                            | 14/12/2020 | 102        | Cambio de Producto (Setup) 30 min    | Producción    | Programado    | 34              |
| 51                                                                            | 14/12/2020 | 801        | Faltante de espacio en tolva enfarde | Producción    | NO Programado | 30              |
| 51                                                                            | 14/12/2020 | 103        | Refrigerios (15min)                  | Producción    | Programado    | 20              |
| 51                                                                            | 14/12/2020 | 107        | Línea Fuera De Producción            | Producción    | Programado    | 20              |
| 51                                                                            | 14/12/2020 | 107        | Línea Fuera De Producción            | Producción    | Programado    | 16              |
| 51                                                                            | 14/12/2020 | 105        | Cambio de línea (Daño ) 60 min       | Producción    | Programado    | 20              |
| 51                                                                            | 14/12/2020 | 104        | Refrigerios (60min)                  | Producción    | Programado    | 30              |
| 51                                                                            | 14/12/2020 | 102        | Cambio de Producto (Setup) 30 min    | Producción    | Programado    | 20              |
| 51                                                                            | 15/12/2020 | 105        | Cambio de línea (Daño ) 60 min       | Producción    | Programado    | 70              |
| 51                                                                            | 15/12/2020 | 105        | Cambio de línea (Daño ) 60 min       | Producción    | Programado    | 30              |
| 51                                                                            | 15/12/2020 | 102        | Cambio de Producto (Setup) 30 min    | Producción    | Programado    | 30              |
| 51                                                                            | 15/12/2020 | 801        | Faltante de espacio en tolva enfarde | Producción    | NO Programado | 47              |
| 51                                                                            | 15/12/2020 | 102        | Cambio de Producto (Setup) 30 min    | Producción    | Programado    | 16              |
| 51                                                                            | 15/12/2020 | 104        | Refrigerios (60min)                  | Producción    | Programado    | 30              |
| 51                                                                            | 16/12/2020 | 809        | Fallo en pelet 1                     | Mantenimiento | NO Programado |                 |
| 51                                                                            | 16/12/2020 | 102        | Cambio de Producto (Setup) 30 min    | Producción    | Programado    | 35              |
| 51                                                                            | 16/12/2020 | 102        | Cambio de Producto (Setup) 30 min    | Producción    | Programado    | 14              |
| 51                                                                            | 16/12/2020 | 102        | Cambio de Producto (Setup) 30 min    | Producción    | Programado    | 25              |
| 51                                                                            | 16/12/2020 | 105        | Cambio de línea (Daño ) 60 min       | Producción    | Programado    | 30              |
| 51                                                                            | 16/12/2020 | 101        | Limpieza de Línea (Aseo) 30 min      | Producción    | Programado    | 30              |
| 51                                                                            | 16/12/2020 | 102        | Cambio de Producto (Setup) 30 min    | Producción    | Programado    | 35              |
| 51                                                                            | 17/12/2020 | 102        | Cambio de Producto (Setup) 30 min    | Producción    | Programado    | 20              |
| 51                                                                            | 17/12/2020 | 102        | Cambio de Producto (Setup) 30 min    | Producción    | Programado    | 2               |
| 51                                                                            | 17/12/2020 | 102        | Cambio de Producto (Setup) 30 min    | Producción    | Programado    | 10              |
| 51                                                                            | 17/12/2020 | 102        | Cambio de Producto (Setup) 30 min    | Producción    | Programado    | 9               |
| 51                                                                            | 17/12/2020 | 102        | Cambio de Producto (Setup) 30 min    | Producción    | Programado    | 35              |
| 51                                                                            | 17/12/2020 | 102        | Cambio de Producto (Setup) 30 min    | Producción    | Programado    | 20              |
| 51                                                                            | 17/12/2020 | 102        | Cambio de Producto (Setup) 30 min    | Producción    | Programado    | 5               |
| 51                                                                            | 17/12/2020 | 102        | Cambio de Producto (Setup) 30 min    | Producción    | Programado    | 10              |

Fuente: Elaboración propia.

La imagen anterior muestra cómo fueron compilados los datos; en cuanto a los paros estos fueron registrados por medio del “ID de paro”, este ID está ligado a un “Motivo de paro”, a un “Patrocinador” y se le da una clasificación, ya sea “Paro Programado” o “No programado”, esta compilación por medio del ID de paro permite garantizar una estandarización a la hora de recolectar los datos de paro, es decir, garantiza que la recolección de datos se lleve a cabo de una forma objetiva, sin importar el operario o turno donde se registró la información.

Además, la clasificación de paros por motivo, tipo de patrocinador y tipo de paro permite realizar un análisis estratificado, aplicado en el análisis de varios tipos de segmentación de datos o filtrado.

### **5.3.1 Diagrama de Pareto del mes de diciembre de 2020**

Para realizar un análisis de la información obtenida relacionada a los paros presentados durante las diversas etapas del proceso productivo de la empresa, es necesario utilizar herramientas que permitan determinar aquellas áreas que generan mayor tiempo muerto o tiempo improductivo, de esta forma se puede llevar a cabo la toma de decisiones que busquen la mejora del proceso. Para este caso se utilizará el diagrama de Pareto también conocido como diagrama ABC, el cual es una herramienta estadística que permite determinar las principales causas de los problemas que se puedan presentar en un área.

“La Ley o Principio de Pareto, también conocida como la Regla del 80/20 (ó 20/80), establece que, de forma general y para un amplio número de fenómenos, aproximadamente el 80% de las consecuencias proviene del 20% de las causas” (Cepyme, 2019, párr. 1); este principio básicamente trata de poder determinar aquellos factores que le están generando mayores problemas a la compañía y así enfocarse principalmente en ellos para el mejoramiento del proceso productivo, con ello la idea principal es enfocarse en aquellos paros que se generan con mayor frecuencia y que por ende provocan gran parte de los tiempos improductivos.

El diagrama de Pareto es el primer paso para determinar cuáles son los problemas que se deben atacar primero y además, identificar las causas que se presentan y que puedan llegar

a no ser relevantes, pero que pueden ser fundamentales en el futuro. De acuerdo con lo anterior, lo que se busca es conocer dónde se debe realizar un mayor esfuerzo o atacar primero, para poder reflejar buenos resultados.

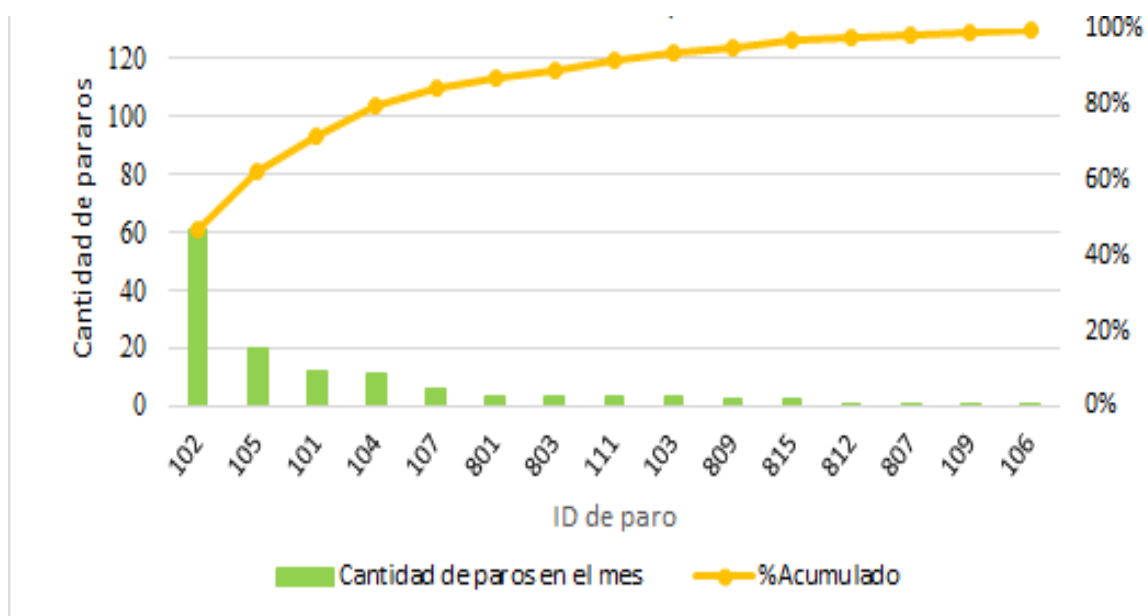
Se procedió a realizar el diagrama de Pareto para poder determinar cuáles motivos de paros se presentaron con mayor frecuencia durante el mes de diciembre del 2020, para ello se enfocó en la etapa del proceso que más paros generó durante la recopilación de datos, la cual fue la etapa de peletizado.

**Figura 26:** Datos para el diagrama de Pareto

| <i>ID</i> | <i>Motivo de paro</i>                    | <i>Cantidad de paros en el mes</i> | <i>%</i> | <i>Acumulado</i> | <i>%Acumulado</i> |
|-----------|------------------------------------------|------------------------------------|----------|------------------|-------------------|
| 102       | Cambio de producto                       | 61                                 | 47%      | 61               | 47%               |
| 105       | Cambio de línea                          | 20                                 | 15%      | 81               | 62%               |
| 101       | Limpieza de línea                        | 12                                 | 9%       | 93               | 72%               |
| 104       | Refrigerios (60 min)                     | 11                                 | 8%       | 104              | 80%               |
| 107       | Línea fuera de producción                | 6                                  | 5%       | 110              | 85%               |
| 801       | Falta de espacio en tolva de enfarde     | 3                                  | 2%       | 113              | 87%               |
| 803       | Falta de harina en tolvas para peletizar | 3                                  | 2%       | 116              | 89%               |
| 111       | Mantenimiento preventivo                 | 3                                  | 2%       | 119              | 92%               |
| 103       | Refrigerios (15 min)                     | 3                                  | 2%       | 122              | 94%               |
| 809       | Fallo de pelet 1                         | 2                                  | 2%       | 124              | 95%               |
| 815       | Falta de operario                        | 2                                  | 2%       | 126              | 97%               |
| 812       | Fallos del elevador                      | 1                                  | 1%       | 127              | 98%               |
| 807       | Mantenimiento correctivo                 | 1                                  | 1%       | 128              | 98%               |
| 109       | Pruebas de calidad                       | 1                                  | 1%       | 129              | 99%               |
| 106       | Reunión de personal programada           | 1                                  | 1%       | 130              | 100%              |
|           |                                          | 130                                | 100%     |                  |                   |

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 27:** Diagrama de Pareto proceso de peletizado. Dic 2020



Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la figura 22, en la que se muestra el diagrama de Pareto, en el proceso de peletizado durante el mes de diciembre de 2020 se generaron 130 paros, de los cuales el que causó la mayor parte de los paros fue la realización del cambio de producto, en donde se presentaron 61 eventos por esta causa, los cuales son considerados como paros programados que toman un lapso de tiempo de 30 minutos en realizarse, esto abarca el 47% total de los paros presentados en esta área durante el mes evaluado, seguidamente el paro que más se presentó fue el de cambio de línea, en el cual se realiza el cambio de dado y equivale a un 15% del total de los paros, cabe señalar que este es también un paro programado por la empresa y tarda 60 minutos en desarrollarse.

En este diagrama de Pareto se muestra que de los 130 paros presentados en el mes de diciembre del 2020 en el proceso de peletizado, la mayor cantidad de ellos fueron

contemplados como paros programados, los cuales fueron 118 de ellos; sin embargo, 12 del total de los paros presentados fueron paros no programados, por lo tanto es importante considerar que aunque estos paros no se generan en gran medida o con frecuencia, si no son tratados al momento, con el tiempo pueden provocar una falla mayor que podría conllevar a grandes tiempos muertos no contemplados o programados. Por ende, si se logra atacar estos paros a tiempo y desarrollar un adecuado mantenimiento en la empresa se puede mejorar la productividad y rendimiento de la compañía, logrando así que se generen mayores ingresos.

#### **5.4 Desarrollo de la herramienta de control en “dashboard” de Excel**

Al haber desarrollado y analizado los instrumentos necesarios para llevar un registro de los paros presentados en las diversas áreas o procesos de la empresa, es imprescindible poder diseñar una herramienta de control de los procesos productivos, en donde se pueda medir y controlar a través de indicadores las actividades que ocurren en el desarrollo del alimento peletizado, de forma que esto ayude a la toma de decisiones de la compañía y permita en este caso poder identificar las causas de los tiempos muertos presentados, controlar el tiempo operativo valioso, la productividad y el rendimiento de las diversas actividades.

Durante el desarrollo de la propuesta se elaboró una herramienta que permite a la empresa llevar un control del proceso, esta herramienta se diseñó a través de la elaboración de diversas tablas y gráficos dinámicos incorporados en un “dashboard” en Excel con los datos de los paros y tiempos muertos recolectados en las diferentes bitácoras en el proceso.

Para entender mejor este concepto se puede definir un “dashboard” como una “herramienta de gestión de la información que monitoriza, analiza y muestra de manera visual los indicadores clave de desempeño (KPI), métricas y datos fundamentales para hacer un seguimiento del estado de una empresa” (Ortiz, 2020, p. 2); de esta forma se puede entender como una forma de visualizar el comportamiento de la compañía a través de indicadores que permitan determinar la condición que posee la compañía y por ende ayudar en la toma de futuras decisiones y además, identificar el avance de sus metas y objetivos.

Con ello, tomando en consideración las bitácoras donde se ejecuta manualmente los paros presentados en las diversas áreas, se realizó una base de datos en Excel en la cual se incluye toda la información relevante a los paros programados y no programados de las diversas áreas en estudio, donde posteriormente, por medio del “dashboard”, se crearon las tablas y gráficos de control de la herramienta. A continuación se muestra a manera de ejemplo, el diseño de tablas y gráficos desarrollados en el “dashboard”, para ello se consideró tomar una semana al azar que pudiera demostrar la creación de la misma.

#### 5.4.1 Diseño de las tablas y Gráficos de la herramienta

**Tabla 18:** Suma de tiempos de paro por semana

| Etiquetas de fila                    | Suma de Tiempo (en min) |
|--------------------------------------|-------------------------|
| Cambio de Producto (Setup) 30 min    | 820                     |
| Cambio de linea (Dado ) 60 min       | 579                     |
| Refrigerios (60min)                  | 204                     |
| Refrigerios (15min)                  | 80                      |
| Fallo en pelet 1                     | 50                      |
| Suministro De Electricidad           | 45                      |
| Faltante de espacio en tolva enfarde | 35                      |
| Limpieza de Línea (Aseo) 30 min      | 27                      |
| Por tiempo de estabilización         | 25                      |
| <b>Total general</b>                 | <b>1865</b>             |

Fuente: Elaboración propia.

Como se muestra en la tabla anterior, esto es un ejemplo de la suma de los tiempos de paros de una semana, los cuales son presentados dentro del proceso de peletizado en la compañía, esta se desarrolló luego de que se alimentará la base de datos en Excel por medio de la información de las bitácoras que poseen los diversos operarios de las líneas, se puede observar que para la semana cuatro del año 2021 que abarca los días del 25 al 31 de enero se presentaron un total 1865 minutos por paros presentados en la línea, esto durante el desarrollo del producto.

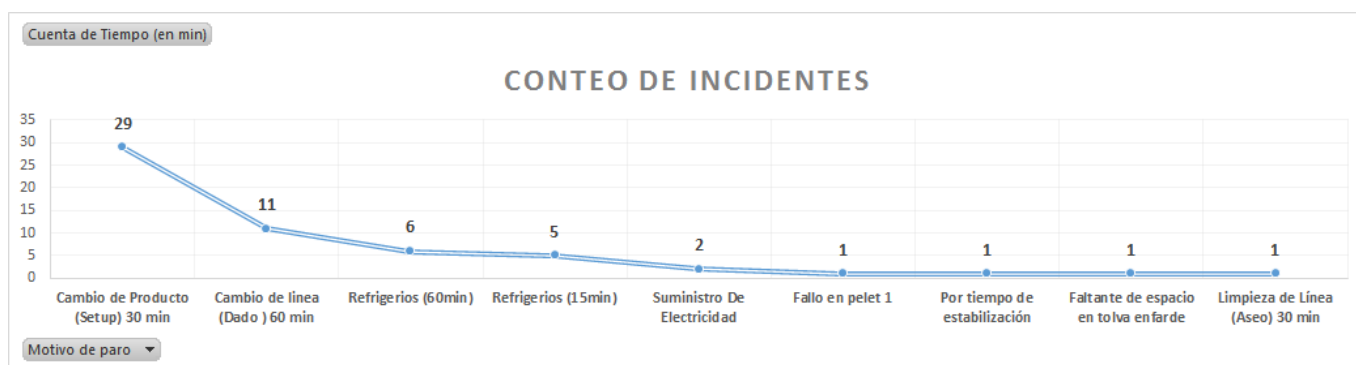
**Tabla 19:** Conteo de incidentes (Paros)

| Etiquetas de fila                    | Cuenta de Tiempo (en min) |
|--------------------------------------|---------------------------|
| Cambio de Producto (Setup) 30 min    | 29                        |
| Cambio de línea (Dado ) 60 min       | 11                        |
| Refrigerios (60min)                  | 6                         |
| Refrigerios (15min)                  | 5                         |
| Suministro De Electricidad           | 2                         |
| Fallo en pelet 1                     | 1                         |
| Por tiempo de estabilización         | 1                         |
| Faltante de espacio en tolva enfarde | 1                         |
| Limpieza de Línea (Aseo) 30 min      | 1                         |
| <b>Total general</b>                 | <b>57</b>                 |

Fuente: Elaboración propia.

El total del tiempo muerto o tiempo improductivo por los paros presentados durante la semana 4 de 2021 se debió a los diversos motivos de paros que se muestran en la tabla anterior, en ellos los que más se destacan son en primer lugar, el cambio de producto, con una suma total de 29 paros en la semana y en segundo lugar, el cambio de línea, con un total de 11, siendo estos dos paros programados por la empresa, a continuación se muestra una gráfica que muestra el conteo de paros semanal.

**Gráfico 5:** Conteo de paros por semana

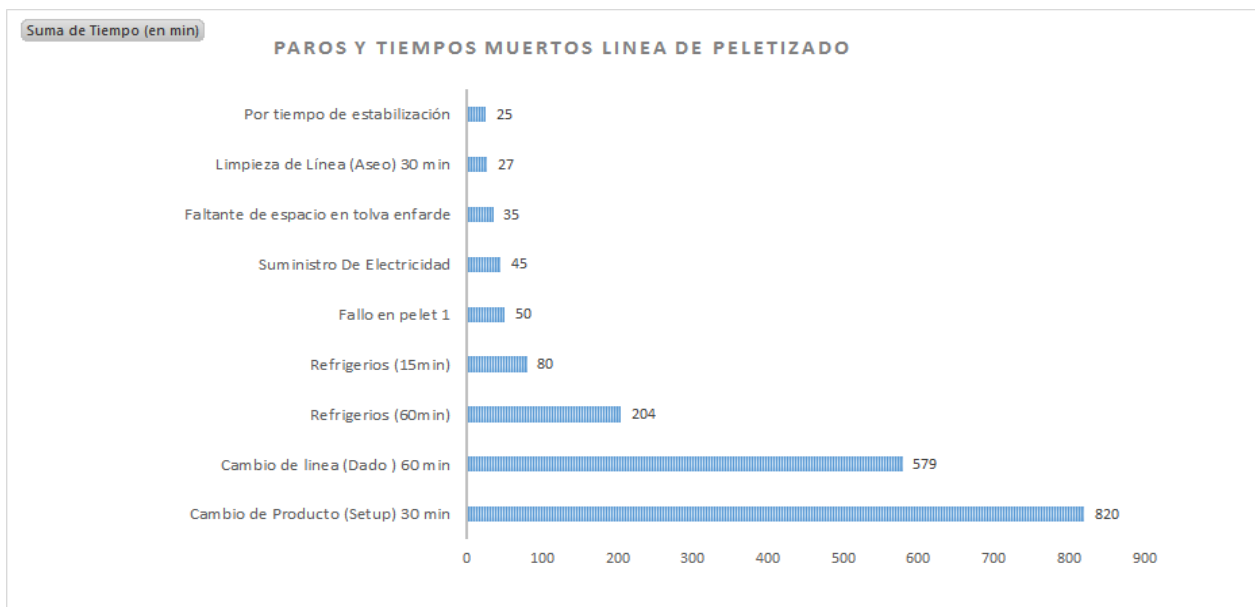


Fuente: Elaboración propia.

Al tener recopilada la información en la base de datos se puede mostrar que para la cuarta semana de 2021 se mantiene un total de 57 paros en la etapa de peletizado, esta gráfica permite poder mantener un control de la línea de producción con respecto a la cantidad de paros programados y no programados efectuados durante el proceso productivo.

Además de ello, el desarrollo de la herramienta permite observar la cantidad de minutos de tiempo improductivo presentados en el proceso, esto por medio de un control tomando en cuenta los motivos de paro, como se muestra a continuación.

**Gráfico 6:** Minutos por código de paro

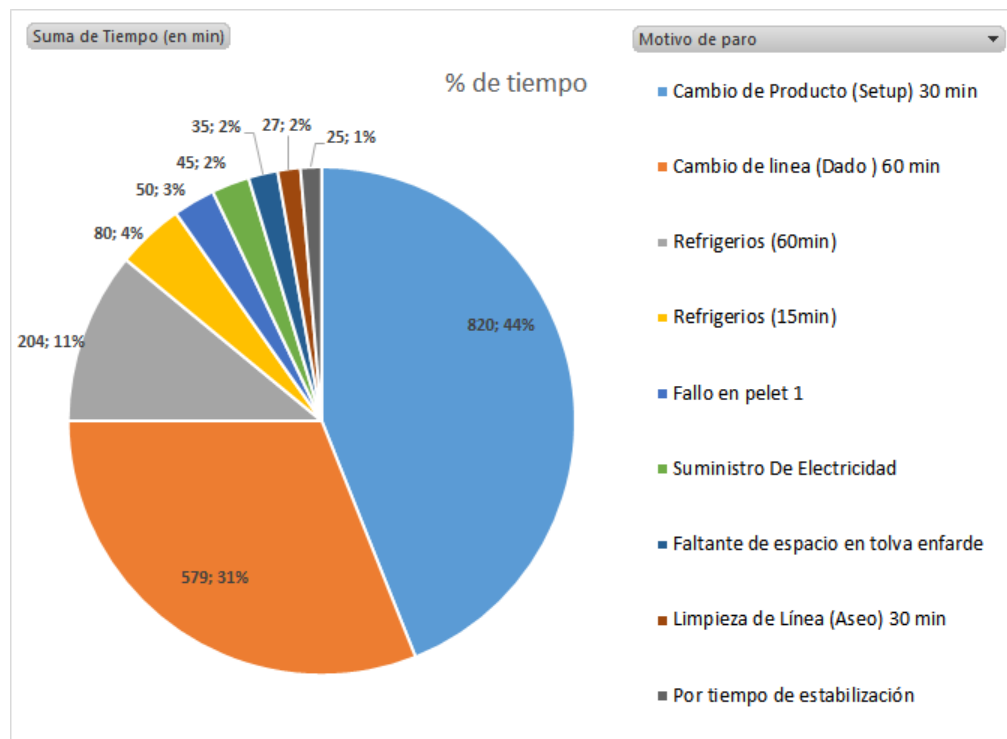


Fuente: Elaboración propia.

Al tener toda esta información, la herramienta de control de paros permite acceder a una gráfica de tortas o también conocido gráfica de pastel la cual “es un círculo dividido en partes, donde el área de cada parte es proporcional al número de datos de cada categoría”

(Universidad Nacional Autónoma de México, 2019), esta gráfica permite conocer la relación porcentual por tipo de paro que se presenta en las diversas áreas del proceso; para ello a continuación se muestra un ejemplo de los paros generados durante la semana 4 de 2021:

**Gráfico 7:** Relación porcentual por tipo de paro



Fuente: Elaboración propia.

Como se muestra en la gráfica se puede observar el valor porcentual de tiempo presentado por cada motivo de paro, con ello, para la semana 4 de 2021, el cambio de producto que tiene una duración de 30 minutos presentó un 44% del total de tiempo de paro, siendo este un gran valor porcentual con un total de 820 min, por otro lado el cambio de línea generó un 31%, siendo este el equivalente a 579 minutos de paro y el tercer motivo de paro

con mayor valor porcentual fue el de los refrigerios, con un 11% que representa 204 minutos de tiempo muerto o improductivo por paro.

Es importante destacar que estos tres motivos de paros presentados durante la semana 4 y que representan en porcentaje una gran cantidad de tiempo improductivo, son generados por paros programados por la empresa, siendo esto un dato que debe ser alarmante para la compañía, ya que no se mantiene un control con respecto al gran porcentaje de tiempo muerto que estos generan y que afectan directamente la productividad y eficiencia de los diversos procesos necesarios para la fabricación de sus productos.

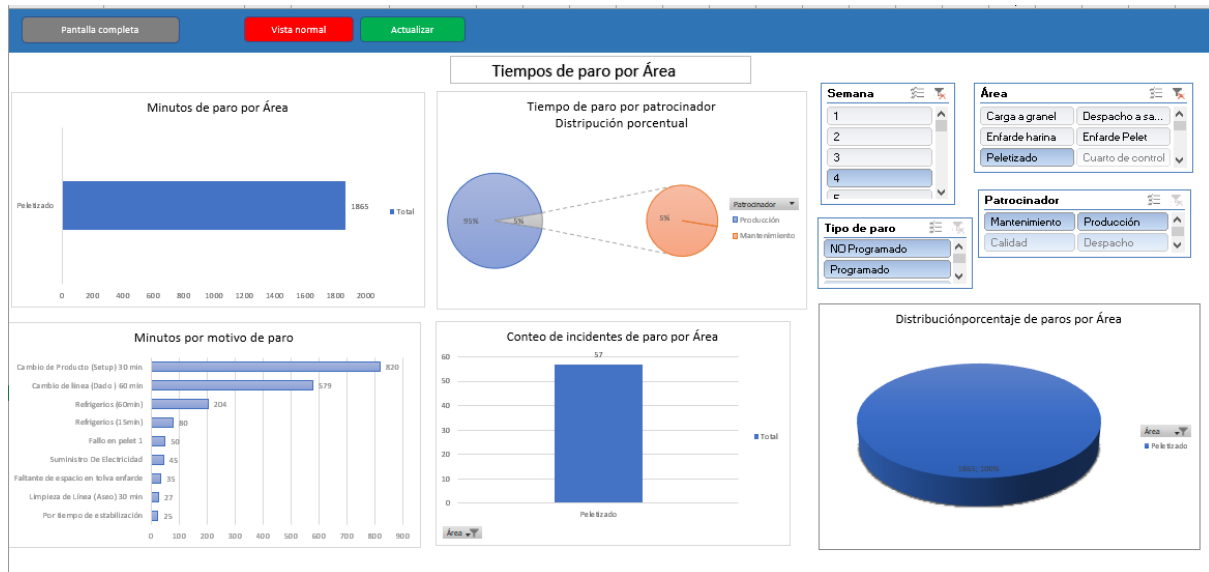
Como bien es cierto, muchas veces las empresas tienden a menospreciar o no darle tanta importancia a pequeños controles, que pueden ser sumamente importantes para la toma de decisiones dentro de una compañía y esto muchas veces es un gran error, ya que es de suma importancia que siempre se mantengan controles de todas las actividades y desarrollos que se generen en cada una de las áreas, para poder medir y controlar los avances de las mismas.

Es por ello que la creación de esta herramienta viene a ser una gran ayuda para el control del proceso productivo, esto a través de los diversos indicadores, ya que estos permiten no solo observar el comportamiento, sino también poder darle seguimiento y tomar decisiones importantes con respecto a los resultados.

A continuación, se muestra un ejemplo de la herramienta creada por área de trabajo como una vista general del mismo, además en el

**Anexo 2** se muestra otro ejemplo del “dashboard” elaborado en el mes de diciembre de 2020:

**Figura 28:** Vista general “Dashboard” por Área



Fuente: Elaboración propia.

# Capítulo VI:

## Propuestas

## **6.1 Desarrollo de la propuesta de herramienta de control**

De igual manera, como parte de las propuestas se plantea utilizar el servicio de análisis empresarial de Microsoft llamado “Power BI”, el cual permite llevar la herramienta de control de proceso diseñada en Excel a un nivel superior. Mediante “Power BI” se logra una visualización más interactiva con una interfaz simple y que puede ser alimentada desde la misma base de datos actual. Esto complementa la herramienta y facilita la obtención de información valiosa y oportuna, así como su análisis posterior. Además, permite ver el “dashboard” con la información requerida en los dispositivos móviles vinculados a las cuentas empresariales que cuenten con la licencia correspondiente. Entre los beneficios con los que cuenta esta herramienta se encuentran:

- Las empresas pueden gestionar grandes cantidades de datos en “Power BI” que muchas otras plataformas tendrían dificultades para procesar.
- Las funciones integradas de aprendizaje automático pueden analizar datos y ayudar a los usuarios a detectar tendencias valiosas y hacer predicciones informadas.
- La información se puede visualizar mediante poderosas plantillas para que las empresas puedan entender mejor sus datos.
- “Power BI” está basado en la nube, la cual es un servidor que brinda suministros informáticos, siendo esto una entidad intangible, ya que está creada por medio de una red que se encuentra conectada en todo el mundo, esta brinda la oportunidad de crear bases de datos y almacenamiento de toda la información con la que se cuenta, por lo que los usuarios obtienen capacidades de inteligencia de vanguardia y algoritmos potentes que se actualizan periódicamente.

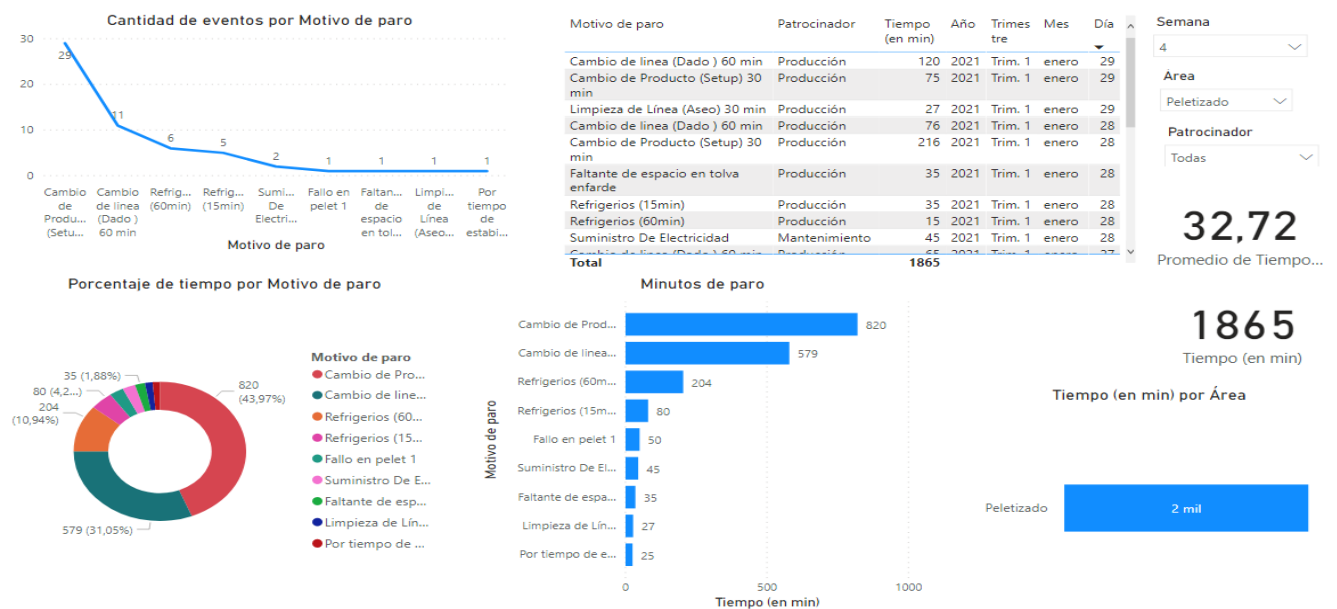
- Las potentes capacidades de personalización permiten a los usuarios crear paneles de control para que puedan acceder a los datos que necesitan rápidamente.
- Las alertas se pueden configurar en KPI para mantener a los usuarios actualizados en cuanto a métricas y mediciones importantes.
- “Power BI” tiene una interfaz intuitiva que lo hace mucho más fácil de usar y de navegar, en comparación con las hojas de cálculo complejas.
- La plataforma se integra con otras herramientas de gestión empresarial como SharePoint , Office 365 y Dynamics 365.
- “Power BI” garantiza que los datos estén seguros, ofreciendo controles de accesibilidad tanto interna como externa.

Actualmente la empresa posee una licencia de “Power BI”, por lo que implementar esta opción solamente representa el pago anual para mantener esta licencia, lo anterior tiene un costo de \$9,9 mensuales por usuario, según lo establecido por la compañía Microsoft y se estima un requerimiento de 10 licencias.

Aprovechando el recurso con el que cuenta la empresa se procedió a tomar la información que se tiene en la base de datos de Excel con la que se creó el “dashboard” y utilizarla para crear la herramienta en “Microsoft Power BI”, de esta forma toda esta información puede ser almacenada en una nube y con ello crear informes a través de la recopilación y análisis de datos, esto con la finalidad de poder brindarle a la compañía una forma más interactiva para mostrar la información y así permitir que se puedan tomar decisiones con mejor referencia y con datos que puedan ser vistos en tiempo real.

A continuación, se observa la herramienta creada en “Power Bi”, para ello se muestra el comportamiento con respecto a los paros durante la semana 4 del año 2021 en la etapa de peletizado:

**Figura 29:** Comportamiento de la semana cuatro en peletizado con “dashboard Power Bi”



Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la figura anterior, esta herramienta muestra la información con respecto a los paros presentados durante las distintas semanas en las diversas áreas o etapas para gestionar los procesos de la empresa, la misma permite ver el conjunto de información a la cual se tiene acceso para observar el comportamiento y tener control de los paros generados. Para este caso en la etapa de peletizado muestra la cantidad de eventos por motivo de paro, el porcentaje en tiempo, los minutos de paro, el tiempo total, el promedio de tiempo, la semana, área y también se tiene el acceso a la base de datos con la información de los paros. En el *Anexo 1* se muestra el comportamiento presentado en el mes de diciembre de 2020.

El uso de esta herramienta representa una visión mucho más clara, rápida, amplia y profesional que Excel; aunque si bien es cierto que las dos pueden generar el mismo resultado, en “Power Bi” se puede crear y compartir esta información con los demás miembros importantes de la compañía que van a tener el acceso, ya sea desde sus computadoras de trabajo o desde sus dispositivos móviles, en donde se puede observar en tiempo real lo que está sucediendo en las diversas etapas del proceso productivo de la empresa.

## **6.2 Indicador de Tiempo Operativo Valioso (TOV) - “Up time”**

Como parte importante de este proyecto se plantea crear un indicador sumamente valioso para la empresa, el cual es la base de esta investigación, el “tiempo operativo valioso” conocido como TOV - “Up Time”; este mide el total de tiempo en el que la empresa estuvo operando de forma provechosa, utilizando al máximo su capacidad productiva.

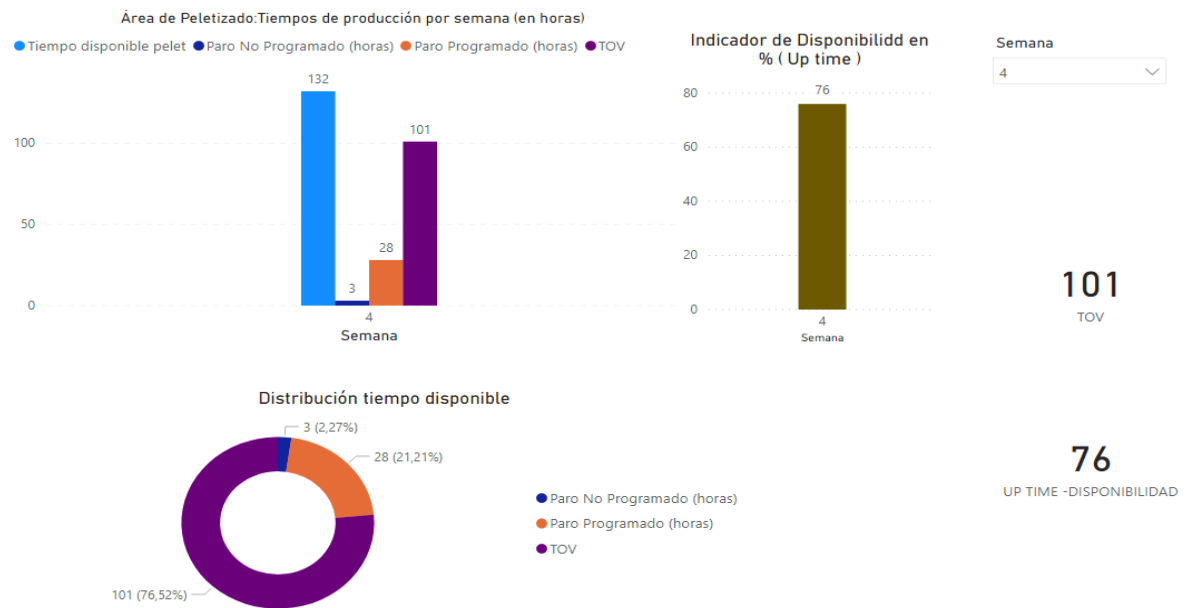
Este indicador va a permitirle a la empresa poder tomar decisiones importantes a través de su comportamiento, de forma que se logre controlar de la mejor manera los procesos productivos y así darle seguimiento a los procesos de manera que ayude a operar de forma más eficiente, lo cual se traduce en apoyo para la planificación y control de sus procesos.

Para este caso, lo que se busca es medir el tiempo operativo valioso con la finalidad de poder detectar áreas que estén presentando problemas al respecto; por ejemplo, al uso inadecuado que se le esté dando a los recursos y buscar gestionar a través de la información brindada la toma de decisiones importantes y contribuir con el mejoramiento continuo y las metas de la empresa.

Para el análisis de los indicadores anteriormente mencionados es necesario tener claridad de las siguientes variables, las cuales son utilizadas para el cálculo de los mismos:

- **Tiempo disponible en horas:** es el tiempo total en horas disponibles desde el inicio de producción, normalmente lunes desde las 6 a.m. y hasta la hora final de cierre de producción en peletizado, dicha hora de cierre va depender de los requerimientos de producción de cada semana.
- **TOV:** Es el tiempo operativo valioso, es decir, el resultado de restar el total de tiempo disponible – el tiempo total de paros programados y no programados.
- **Up time o Disponibilidad:** representa en porcentaje el tiempo operativo valioso, es decir, es el tiempo en que la línea estuvo activa produciendo de forma constante.
- **Paros Programados:** Es la suma del tiempo total de Paro Programado de la semana.
- **Paros No programados:** Es la suma del tiempo total de Paro No Programado de la semana.

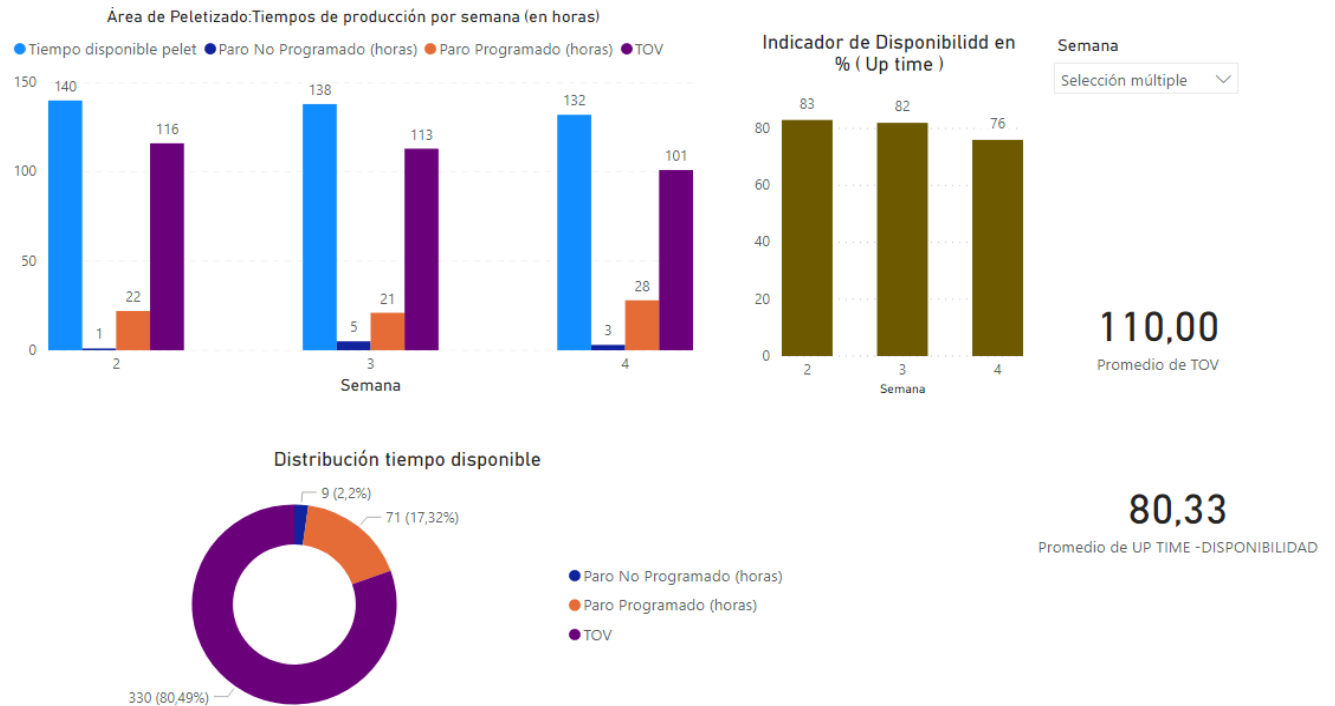
**Gráfico 8:** indicadores TOV- “Up Time” semana 4 del 2021



Fuente: Elaboración propia.

En el ejemplo de la gráfica anterior se observan los indicadores de la semana 4 de 2021, en la que la disponibilidad o *Up time* de la línea significó un 76% de disponibilidad, donde de las 132 horas de tiempo disponible, solo se tuvo un TOV de 101 horas, las horas de paro se distribuyen en 28 horas de paros programados que representan 21.21 % del tiempo y 3 horas de paros no programados que representan un 2.27% del tiempo disponible.

**Gráfico 9: indicadores TOV- “Up Time” comparación 3 semanas**



Fuente: Elaboración propia.

En la gráfica anterior se observan los indicadores anteriormente mencionados, pero esta vez para las semanas 2, 3 y 4 del año 2021, esto es una de las facilidades que permite la herramienta, la cual no solo realiza el análisis por semana de forma individual, sino que también de forma agrupada, seleccionando las semanas que se deseen analizar de forma conjunta, permitiendo así comparar los resultados de varias semanas.

### 6.3 Propuesta de compra de tabletas

Como parte de la propuesta de solución se plantea la adquisición de tabletas para alimentar directamente la base de datos vinculada al “dashboard” y lograr obtener información del proceso en tiempo real, estos equipos deben ser robustos y soportar las

condiciones actuales de la planta. Según un análisis realizado en el proceso se requiere 10 tabletas para abarcar todo el proceso productivo; las mismas estarían asignadas de la siguiente manera:

**Tabla 20:** Asignación y ubicación de tabletas en el proceso

| Número de Tableta | Ubicación                 | Responsable                         | Supervisión             |
|-------------------|---------------------------|-------------------------------------|-------------------------|
| 1                 | Recepción Materias Primas | Encargado recepción MP              | Supervisor Recepción MP |
| 2                 | Molienda-Carga a Granel   | Encargado carga a granel y molienda | Supervisor Producción   |
| 3                 | Cuarto de Control         | Operador cuarto de control          | Coordinador Producción  |
| 4                 | Micros                    | Encargado de Micros                 | Supervisor Producción   |
| 5                 | Mezclado                  | Operador de Mezclado                | Coordinador Producción  |
| 6                 | Peletizado                | Titular peletizado                  | Supervisor Producción   |
| 7                 | Enfarde Harina            | Titular enfarde Harina              | Supervisor Producción   |
| 8                 | Enfarde Pellet – Maíz     | Titular enfarde Pellet              | Supervisor Producción   |
| 9                 | Despacho a Sacos 1        | Montacarguista 1                    | Supervisor Despacho     |
| 10                | Despacho a Sacos 2        | Montacarguista 2                    | Supervisor Despacho     |

Fuente: Elaboración propia.

Con esto lo que se busca es poder mejorar el proceso de alimentación a la base de datos de la empresa, ya que actualmente los operarios realizan el proceso de control de paros por medio de las bitácoras de forma manual, lo que provoca que posteriormente se tenga que realizar otra actividad en la que otro colaborador tenga que alimentar la base de datos en

Excel, generando así mayor tiempo de trabajo en el cual podría desarrollarse otras actividades. De esta forma adquirir este equipo permitiría a la empresa algunos beneficios como los siguientes:

- Fácil y rápido acceso a la información y base de datos de la herramienta y para la alimentación de la misma.
- Ahorro en tiempo y trabajo, ya que se desarrolla directamente la documentación de los paros a la base de datos.
- Mejor control de los paros programados y no programados, ya que este equipo va a estar instalado en las áreas claves para que los operarios tengan acceso directo para alimentar la base de datos.
- Mejora el tiempo de respuesta para la actualización de la herramienta de control de los paros.
- Crea la oportunidad de no utilizar las bitácoras físicas y de esta manera ahorrar en el uso de papel y contribuir con el impacto ambiental que se ha presentado con el pasar de los años.

Es por ello que se busca proponer la compra de tabletas que permitan mejorar el proceso de alimentación a la base de datos de los paros programados y no programados que se generan en las diferentes etapas de desarrollo del alimento peletizado. Para ello se procedió a realizar la cotización en una empresa llamada *Soluciones Tecnológicas de Puntarenas*, dedicada a la venta de equipo de cómputo y desarrollo de software, la cual se en ofrecer soluciones tecnológicas según las necesidades de los clientes.

Tomando en consideración la información anterior, la empresa *Soluciones Tecnológicas de Puntarenas* brindó la cotización de las tabletas y plantea dos opciones de

modelo de compra, la primera con una inversión de \$ 1.700,00 como se muestra en el **Anexo 7** y otra con una inversión de \$ 2.250,00 que se detalla en el

*Anexo 8*, esto se resume a continuación en el siguiente cuadro:

**Cuadro 4:** Cuadro resumen de la cotización de tabletas.

| <i>Artículo</i>        | <i>Características del artículo</i>                                                                                                                                                                                  | <i>Precio del artículo</i> |
|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| <b>Rugged Tablet 8</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 8 inch,</li> <li>- Ram 4 G</li> <li>- Memoria 64G</li> <li>- Procesador Intel Kabylake Core m3-7Y30 CPU,</li> <li>- Win 10 OS.</li> <li>- IP 67</li> <li>- 4 LTE</li> </ul> | \$ 1.700,00                |
| <b>Rugged Tablet</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 10.1 inch,</li> <li>- Ram 8 G</li> <li>- Memoria 128G</li> <li>- Procesador Intel Kabylake Core m3-7Y30 CPU,</li> <li>- Win 10 OS.</li> <li>- IP 65</li> </ul>              | \$ 2.250,00                |

Fuente: Elaboración propia.

Como se detalló en el cuadro anterior, se muestran las características de los dos modelos de tabletas; tomando en consideración la importancia que requiere para una empresa poder adquirir equipos de calidad y que cumplan con los requerimientos, es importante que la compra de estos equipos se haga teniendo presente el ambiente en el que van a ser utilizadas, ya que estos equipos deben de soportar las condiciones de trabajo a las cuales van a estar

expuestas. Ambas tabletas son equipos especializados y robustos que cumplen con las particularidades para poder ser utilizadas en áreas productivas, lo único que cambia son sus características de modelo y su precio.

Analizando el crecimiento exponencial de información recopilada, el requerimiento de una rápida respuesta por parte del equipo al momento de que lo requiera el operador y la comodidad de una pantalla con más espacio para manipularla, se decide adquirir la segunda opción brindada por el proveedor considerando que presenta mejores características en cuanto a memoria RAM, disco duro y tamaño de la tableta.

### **6.3 Análisis económico**

Al tener clara la información anterior se procede a realizar un análisis económico, donde se muestra la viabilidad de la compra de tabletas y la licencia del software “Power Bi”, lo anterior para la gestión de los procesos de alimentación de la información a la base de datos del sistema y la adquisición de un sistema más interactivo, eficiente y capaz de mostrar la información que desarrolla implementar la herramienta para el control de los paros de la empresa. Para realizar el análisis económico se tomaron en cuenta las siguientes premisas:

- El plan de acción planteado permitirá disminuir en un 5% los tiempos muertos actuales, lo cual representa 6,21 horas mensuales de tiempo operativo valioso, el cual es empleado para la fabricación de productos. Este 5% se plantea como una meta inicial y suficiente para justificar la inversión del proyecto requerida; evidentemente la empresa dará continuidad a estas mejoras como parte de su plan de optimización

continua, buscando disminuir al máximo los tiempos de paro, mediante el análisis de información brindada por la herramienta desarrollada en este proyecto.

**Tabla 21:** Datos para el análisis económico

| <i>Datos</i>                       | <i>Min/semana</i> |
|------------------------------------|-------------------|
| <b>Tiempo total de paro</b>        | <b>1865</b>       |
| <b>5% del tiempo total de paro</b> | <b>93,25</b>      |

Fuente: Elaboración propia.

- La productividad promedio por hora es de 138,89 quintales de producto, según las productividades ya conocidas.

**Tabla 22:** Productividad promedio de quintales/ hora

|                   | <b>Cantidad<br/>producción por<br/>semana<br/>(quintales)</b> | <b>Tiempo<br/>producción<br/>Harina por<br/>semana (hrs.)</b> | <b>Tiempo<br/>producción Pelet<br/>por semana<br/>(hrs.)</b> | <b>Productividad<br/>(quintales/h)</b> |
|-------------------|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| <b>Harina</b>     | <b>10 000</b>                                                 | <b>48</b>                                                     |                                                              | <b>208</b>                             |
| <b>Peletizado</b> | <b>10 000</b>                                                 |                                                               | <b>144</b>                                                   | <b>69</b>                              |
|                   |                                                               |                                                               | <b>Total promedio</b>                                        | <b>138,89</b>                          |

Fuente: Elaboración propia.

- El precio promedio de venta es de ¢282,17/Kg de producto (1 quintal = 46 Kg), con un margen de rentabilidad promedio de 30%.

- Las ganancias o ingresos relacionados con el proyecto son equivalentes a la rentabilidad obtenida sobre las ventas incrementales logradas por el aumento de producción, luego de disminuir en 5% los tiempos de paro actuales estos ingresos contemplan un 2% de incremento anual.
- La inversión del proyecto contempla 10 tabletas con un costo de \$2 250 cada una, costo de licenciamiento mensual de \$9,99 por usuario (se estiman 10 usuarios) para utilizar “Power BI” y un 2,5% de esa inversión (tableta + licencias) para imprevistos.
- Además, se consideran egresos por mantenimiento y sustitución de las tabletas y licenciamiento mensual del “Power BI” con un 5% de incremento anual.
- Finalmente, la tasa de retorno utilizada es del 12% y la cual fue la sugerida por la empresa Megatrópico S. A..

A continuación, se presenta el análisis económico de la propuesta con sus respectivos resultados de VAN, TIR y periodo de recuperación.

**Figura 30:** Flujo neto de efectivo para la propuesta.

| Concepto                                                | Inversión         | Periodo       |               |               |               |               |
|---------------------------------------------------------|-------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
|                                                         |                   | 1             | 2             | 3             | 4             | 5             |
| Proyecto                                                |                   |               |               |               |               |               |
| Tablets                                                 | \$ -23 000,00     |               |               |               |               |               |
| Licencias                                               | \$ -1 188,00      |               |               |               |               |               |
| Menores                                                 | \$ -604,70        |               |               |               |               |               |
| INGRESOS                                                |                   |               |               |               |               |               |
| Ganancias sobre las ventas de la producción incremental |                   | \$ 65 179,21  | \$ 66 482,79  | \$ 67 812,45  | \$ 69 168,70  | \$ 70 552,07  |
| EGRESOS                                                 |                   |               |               |               |               |               |
| Mantenimiento y Sustitución de Tablets                  |                   | \$ -15 000,00 | \$ -15 000,00 | \$ -15 000,00 | \$ -15 000,00 | \$ -15 000,00 |
| Licencias                                               |                   |               | \$ -1 247,40  | \$ -1 309,77  | \$ -1 375,26  | \$ -1 444,02  |
| Flujo de efectivo                                       | \$ -24 792,70     | \$ 50 179,21  | \$ 50 235,39  | \$ 51 502,68  | \$ 52 793,44  | \$ 54 108,05  |
| Tasa de retorno 12%                                     | 12% \$ -24 792,70 | \$ 44 802,86  | \$ 40 047,35  | \$ 36 658,59  | \$ 33 551,18  | \$ 30 702,36  |
| VAN 3 Periodos                                          |                   | \$ 86 353,66  | TIR           | 194,96%       |               |               |
| VAN 5 Periodos                                          |                   | \$ 143 722,90 | TIR           | 202,42%       |               |               |
| Periodo de recuperación                                 |                   | 0,494         |               |               |               |               |

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a lo anterior, la propuesta de solución cuenta con resultados positivos para la empresa, debido a que su inversión es baja en comparación con el retorno de la misma.

Como se puede observar el TIR obtenido supera cuantiosamente a la tasa de retorno propuesta. Por otro lado el VAN da un monto positivo de \$86.353 en un periodo de evaluación de 3 años lo que convierte en un proyecto atractivo para la empresa.

Y por último, el periodo de recuperación es de 0,5 años, lo cual para el monto de inversión es aceptable.

## 6.4 Plan de acción

Para poder desarrollar un mejor control y disminución de los paros generados durante el proceso de fabricación del alimento peletizado en la compañía es importante desarrollar un plan de acción que logre alcanzar esa meta u objetivo; es por ello que se plantea crear un guía para planificar a través de diversas actividades o estrategias las opciones que permitan la mejora y optimización de los tiempos excedidos, muertos o tiempos de paro de la empresa.

Una vez determinados los tiempos muertos con el uso de la herramienta se pretende disminuir inicialmente en un 5% el total de tiempos de paro programados y no programados, para esto se deben implementar estrategias aplicables en los diferentes causantes que ocasionan paros, principalmente los paros programados que representan más de un 80 % del tiempo de paro en la empresa.

**Tabla 23:** Plan de acción con respecto a paros programados

| Principales Paros programados       | Actividades o estrategias                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Responsables                                     | Meta                   |
|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|------------------------|
| Cambio de producto, representa 47 % | <ul style="list-style-type: none"><li>- Mejora en la programación de la línea de alimento peletizado.</li><li>- Revisar cantidad de producción mínima por producto: por ejemplo pasar de 20 qq a 25 qq, lo cual permite reducción de cambios de productos. A la semana se hacen entre 5-10 cambios de producto por baches pequeños menores de 25 qq, al aumentar esta cantidad mínima, se reduce la posibilidad de repetir cambios de producto en estos baches pequeños durante el mes.</li><li>- Revisión y actualización de procedimiento de cambio de producto.</li></ul> | Jefe de Producción.<br><br>Programador de línea. | Disminución de un 2 %. |

**Tabla 24:** Plan de acción con respecto a paros programados. (Continuación)

| Principales Paros programados                    | Actividades o estrategias                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Responsables                                        | Meta                                   |
|--------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|----------------------------------------|
| Cambio de línea o cambio de dado, representa 15% | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mejora en programación de la línea de peletizado.</li> <li>- Establecer una cantidad mínima de producción por cambio de dado, tentativamente 160 qq, 3 baches de 40 qq, (cantidad debe ser superior a 138 qq, productividad promedio de producción). Actualmente por semana se realizan al menos 3 cambios de dado (línea o formato), por producciones menores de 138 qq, es decir, en cada uno de estos cambios se dura más en el cambio de formato que produciendo el alimento. (normalmente en formato de 3 mm, 8 mm).</li> <li>- Analizar la posibilidad de pasar producciones pequeñas a otros formatos de mayor demanda, por ejemplo algunos productos en formato de 8mm a 4 mm, o de 3 mm a 2 mm.</li> <li>- Revisión y actualización de procedimiento de cambios de datos.</li> </ul> | Jefe de Producción.<br><br>Programador de la línea. | Disminución de un 2%.                  |
| Refrigerios 60 min, representa 8%                | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Revisión de tiempos de entrada luego del almuerzo.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Supervisor de control de proceso.                   | Disminución exceso de paro programado. |
| Limpieza de línea, representa 9%                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Estandarizar procedimientos de limpieza.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Supervisor de control de proceso.                   | Disminución en un 0.5 %.               |
| Línea fuera de producción, representa 5%         | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Revisión de pequeños paros, que causan tiempos de línea fuera de producción.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Supervisor de control de proceso.                   | Disminución en un 0.5 %.               |
| Total : 84%                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                     | 5%                                     |

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 25:** Plan de acción con respecto a paros no programados

| Principales Paros no programados                            | Actividades                                                                                                                                                                                                                          | Responsables              | Meta                   |
|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|------------------------|
| Faltante de espacio en tolva de enfarde, representa 2 %     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Analizar la inversión, aumento de capacidad de almacenamiento en tolvas de enfarde.</li> <li>- Analizar contratar o disponer de un tercer operario que apoye el área de enfarde.</li> </ul> | Jefatura de Producción    | Disminución de un 1 %. |
| Faltante de harina en tolvas para peletizar, representa 2 % | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Análisis y actualización de almacenamiento y tiempos de producción en proyección de línea de peletizados.</li> </ul>                                                                        | Programador de la línea   | Disminución de un 1 %. |
| Fallo pellet 1, representa 2%                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Creación e implementación de Plan de mantenimiento preventivo peletizadoras.</li> </ul>                                                                                                     | Jefatura de Mantenimiento | Disminución de un 1 %. |
| Falta de operario, representa un 2%                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Valorar contratar o disponer de un tercer operario.</li> </ul>                                                                                                                              | Jefatura de Producción    | Disminución de un 1 %. |
| Fallo de elevador, representa 1 %                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Plan de mantenimiento preventivo elevadores del área.</li> </ul>                                                                                                                            | Jefatura de Mantenimiento | Disminución de un 1 %  |
| Total : 9 %                                                 |                                                                                                                                                                                                                                      |                           | 5%                     |

Fuente: Elaboración propia.

Para el cumplimiento de la reducción del tiempo de paro en un 5 % se puede iniciar por escoger 3 de estas estrategias de disminución de paro presentadas anteriormente y trabajar sobre ellas para cumplir con la meta de reducción.

Por ejemplo:

#### 6.4.1 Meta de la Estrategia 1

**Con la estrategia 1.** Disminución del tiempo de paro por cambio de producto se pretende reducir en un 2% el total de tiempo de paro por semana, lo cual representaría una disminución de tiempo de paro de 37,30 minutos por semana, en un mes representaría disminución de alrededor de 2,49 horas de paro.

**Tabla 26:** Datos de la estrategia 1

| <b>Estrategia 1. Disminución Tiempo de cambio de producto en un 2 %</b> |                   |
|-------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| <i>Datos</i>                                                            | <i>Min/semana</i> |
| Tiempo total de paro para una semana (100%)                             | 1 865,00          |
| Disminución 2% del tiempo total de paro                                 | 37,30             |
| Equivalente en horas semanales                                          | 0,62              |
| En un mes                                                               | 2,49              |
| En un Año                                                               | 29,84             |
| Productividad promedio (quintales/hr)                                   | 138,89            |
| Productividad promedio (Kg/hr)                                          | 6 388,94          |
| PRECIO VENTA PROMEDIO/Kg                                                | ¢282,17           |
| Ventas equivalentes anuales                                             | ¢53 794 573,24    |
| MARGEN RENTABILIDAD PROMEDIO                                            | 30%               |
| Ganancia sobre producción incremental                                   | ¢16 138 371,97    |
| Recuperación (US\$)                                                     | \$ 26 071,68      |

Fuente: Elaboración propia.

#### 6.4.2 Meta de la Estrategia 2

Disminución del tiempo de paro por cambio de dado (línea o formato), se pretende reducir en un 2% del total de tiempo de paro por semana, lo cual representaría una disminución de tiempo de paro de 37,30 minutos por semana, en un mes representaría la disminución de alrededor de 2,49 horas de paro.

**Tabla 27:** Datos de la estrategia 2.

| <b>Disminución tiempo de cambio de dado o linea en un 2%</b> |                   |
|--------------------------------------------------------------|-------------------|
| <i>Datos</i>                                                 | <i>Min/semana</i> |
| Tiempo total de paro para una semana                         | 1 865,00          |
| Disminución 2% del tiempo total de paro                      | 37,30             |
| Equivalente en horas semanales                               | 0,62              |
| En un mes                                                    | 2,49              |
| En un Año                                                    | 29,84             |
| Productividad promedio (quintales/hr)                        | 138,89            |
| Productividad promedio (Kg/hr)                               | 6 388,94          |
| PRECIO VENTA PROMEDIO/Kg                                     | ¢282,17           |
| Ventas equivalentes anuales                                  | ¢53 794 573,24    |
| MARGEN RENTABILIDAD PROMEDIO                                 | 30%               |
| Ganancia sobre producción incremental                        | ¢16 138 371,97    |
| Recuperación (US\$)                                          | \$ 26 071,68      |

Fuente: Elaboración propia.

#### **6.4.3 Meta de la Estrategia 3**

Disminución del tiempo de paro por falta de espacio en tolva de enfarde se pretende reducir en un 1% del total de tiempo de paro por semana, lo cual representaría una disminución de tiempo de paro de 18,65 minutos por semana, en un mes representaría disminución de alrededor de 1,24 horas de paro.

**Tabla 28:** Datos de la estrategia 3.

| Disminución tiempo por Faltante de espacio en tolva de enfarde en un 1 % |                   |
|--------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| <i>Datos</i>                                                             | <i>Min/semana</i> |
| Tiempo total de paro para una semana                                     | 1 865,00          |
| Disminución 1% del tiempo total de paro                                  | 18,65             |
| Equivalente en horas semanales                                           | 0,31              |
| En un mes                                                                | 1,24              |
| En un Año                                                                | 14,92             |
| Productividad promedio (quintales/hr)                                    | 138,89            |
| Productividad promedio (Kg/hr)                                           | 6 388,94          |
| PRECIO VENTA PROMEDIO/Kg                                                 | ¢282,17           |
| Ventas equivalentes anuales                                              | ¢26 897 286,62    |
| MARGEN RENTABILIDAD PROMEDIO                                             | 30%               |
| Ganancia sobre producción incremental                                    | ¢8 069 185,99     |
| Recuperación (US\$)                                                      | \$ 13 035,84      |

Fuente: Elaboración propia.

# Capítulo VII: Conclusiones y Recomendaciones

## **7.1 Conclusiones**

Luego de mapear el proceso se determinó que las principales áreas de implementación de la herramienta serían: molienda, cuarto de control, mezclado, producción peletizado, despacho, áreas fundamentales durante el proceso de producción de alimento peletizado, considerando la relevancia en términos de valor agregado y rentabilidad de los productos fabricados en estas áreas.

Según la información recolectada durante alrededor de 20 semanas se logró determinar que las principales causas de paro son los paros programados por cambios de producto y por cambio de línea o dado, las mismas representan alrededor del 80 % del tiempo improductivo total de la empresa, y paros no programados como la falta de espacio en tolvas, o fallas de máquinas que representan alrededor 10% del tiempo improductivo total. La implementación del plan de acción elaborado estima una reducción del 5% de estos tiempos improductivos lo que considerando el margen de rentabilidad promedio de los productos eventualmente fabricados en este tiempo representa un VAN de \$86,353, esto en un periodo de análisis que contempla 3 años y un periodo de recuperación de la inversión de 0,5 años.

Al realizar la elaboración de este proyecto se planteó una inversión de la compra de la licencia para utilizar el "Power Bi", con un costo mensual de \$1,118.00 para 10 usuarios y la compra de tabletas para poder utilizarla dentro del proceso con un costo total de \$22,500.00, con ello se evaluó el cálculo por medio del flujo neto de efectivo en donde se determinó que el mismo posee viabilidad financiera, para esto se aplicaron criterios de evaluación como lo son el Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR) con un valor de y el Periodo

de Recuperación (PR), donde los resultados arrojados fueron las bases para poder determinar la aceptación y aprobación de la inversión.

Con esta inversión lo que se pretende es poder brindarle a la empresa un programa mucho más interactivo, que permita mantener una mejor gestión de la información y los datos de forma que sea mucho más óptimo el alimentar la base de datos con respecto a los paros presentados durante el proceso productivo y que además sea capaz de ahorrar tiempo y trabajo en los colaboradores, ya que la forma en la que se va a sustentar esta información va a ser mucho más rápida y sencilla, permitiendo además poder tener un mejor control, accesibilidad y seguridad de los reportes. También esta herramienta va a permitirle a la empresa dar soporte al momento de tomar decisiones importantes, ya que funciona de ayuda para identificar oportunidades de mejora en los procesos que permitan brindar soluciones oportunas y que logren impactar positivamente la rentabilidad de la empresa.

La herramienta diseñada permite visualizar la información de paros e indicadores de productividad y TOV mediante un “dashboard” elaborado en “Power BI”, donde se puede visualizar de manera interactiva la información en tablas y gráficos estratégicamente diseñados, utilizando filtros por periodo de tiempo, áreas de producción, tipos de paro, entre otras clasificaciones. Esta herramienta es fundamental para la toma de decisiones de supervisores, jefaturas y gerentes; y aunque el análisis económico se fundamentó en el aumento de producción al disminuir los paros de línea, los beneficios se pueden cuantificar en otras áreas de oportunidad como la identificación oportuna de fallas, identificación de cuellos de botella, productos de mayor beneficio, estrategias de producción, pago de horas extra, entre otras.

## **7.2 Recomendaciones**

Como oportunidad de mejora identificada y que no fue posible implementar se recomendó incluir a los indicadores ya controlados el indicador de eficiencia. Esto permitirá a la empresa medir su capacidad de ejecución de acuerdo a lo planificado.

Para realizar lo anterior es necesario conocer el tiempo teórico requerido para la fabricación de los productos, logrando planificar la producción diaria y conociendo así la cantidad y duración de paros programados; de esta forma es posible conocer el tiempo planificado según los requerimientos y comparar con el tiempo real de producción para cada uno de los productos.

Lo anterior también permitirá calcular el tiempo excedido de producción por producto, de acuerdo a lo planificado. Esto brindará un panorama a la compañía de la cantidad de minutos que no fueron considerados como necesarios para la producción y que se traducen en un aumento de costos y en posibles incumplimientos a los clientes en cantidad o tiempos de entrega.

Ambos indicadores se pueden calcular en términos de porcentaje tomando como referencia el dato de tiempo planificado para cada producto, según se indique en el plan de producción diario.

Por otro lado, se recomienda en el mediano o largo plazo contratar los servicios de una empresa desarrolladora de software que les permita implementar una aplicación para la

captura de información y almacenamiento de la misma en una base de datos; esto buscando aumentar la seguridad de la información que el proceso va generando, esto debido a que las bases de datos en Excel pueden perderse o dañarse con mayor facilidad que en otras plataformas.

Con la ayuda de esta aplicación o software que beneficie la captura de información, se tendrá una mayor disponibilidad de los datos, al tenerlos de una forma más rápida y a tiempo real, ya que una de las partes que conlleva más tiempo es la recolección de estos, por la gran cantidad de datos que se generan cada día, al pasarlos de las bitácoras a las bases de datos, ocasionando que la información no se encuentre disponible con la rapidez que se desearía, además de eso, con la oportunidad de cargarlos en una base de datos más robusta se dará más seguridad a la información que se almacenaría día a día, reduciendo la posibilidad de perder esos datos estadísticos que son de importancia para la empresa. Al mismo tiempo se podrá plantear por medio de este servicio la oportunidad de diseñar un plan de mantenimiento y respaldo de los datos, a través de copias de seguridad programadas.

## Bibliografía

- Abdellah F., y Levine E. (1994). *Preparing Nursing Research for the 21 st Century*. Evolution. Methodologies.
- Alcaino, F., Durán, K., Lisham, P., Quitral, C., y Rojas, G. (2002). *Procesos de elaboración en la producción de alimentos para animales*. . <https://www.biblioteca.org.ar/libros/5555095.htm>
- Antaurco, J., y Fernández, E. (2015). *Implementación de un sistema web para el control de paros de las máquinas textiles en la fábrica de tejidos San Carlos S. A..C.* (Tesis de Licenciatura). Universidad de San Martín de Porres. <https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/2020>
- Arias, F. (1999). *El Proyecto de Investigación: Guía para su elaboración*. (3ª ed). Editorial Episteme.
- Baena, G. (1985). *Metodología de la investigación*. (3a. ed.). Grupo Editorial Patria. <http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales de consulta/Drogas de Abuso/Articulos/metodologia%20de%20la%20investigacion.pdf>
- Bertsch, G. (2020). *Formulación y variabilidad de las materias primas en piensos*. Veterinaria Digital - Avicultura, Porcicultura, Rumiantes y Acuicultura. <https://www.veterinariadigital.com/articulos/formulacion-y-variabilidad-de-las-materias-primas-en-piensos/>
- Bimetrics. (2010). Dashboards. Bimetrics Consulting. <http://bimetrics.mx/Soluciones Dashboards.html>

Calidad ISO. (2015). *La calidad en los procesos de producción*. Calidad ISO.  
<https://blogs.x.uoc.edu/calidad-iso/la-calidad-en-los-procesos-de-produccion/>

Camprovin, C. (2019). 5 minutos para saber más sobre Microsoft Power Bi. Ibermática.  
<https://www.ibermatica365.com/todo-lo-que-siempre-quisiste-saber-sobre-microsoft-power-bi/>

Chase, R., Jacobs, F., y Aquilano, N. (2009). *ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES. Producción y cadena de suministros*. McGraw-Hill Interamericana.

Confederación Española de la Pequeña y Mediana Empresa. (2019). *La Ley de Pareto o Regla del 80/20 en la gestión empresarial*. CepymeNews. <https://cepymenews.es/la-ley-de-pareto-regla-80-20-gestion-empresarial>

Coz, P., y Pérez, J. (2017). *Control interno para la eficiencia administrativa de las empresas tercerizadoras del sector eléctrico de la región central del país*. (Tesis de Licenciatura). Universidad Nacional de Centro de Perú. <https://docplayer.es/79999882-Tesis-control-interno-para-la-eficiencia-administrativa-de-las-empresas-tercerizadoras-del-sector-electrico-de-la-region-central-del-pais.html>

Cuatrecasas, L. (2012). *Organización de la Producción y Dirección de Operaciones*. –Díaz de Santos, S. A..

Delgado, F. (2015). *Propuesta de disminución de tiempos muertos en la sección mezclado para reducir el costo de esta sección en una empresa textil, Arequipa 2015*. (Tesis de

Licenciatura). Universidad Católica San Pablo.

[http://repositorio.ucsp.edu.pe/bitstream/UCSP/14929/1/DELGADO\\_CHIRINOS\\_FEL\\_PRO.pdf](http://repositorio.ucsp.edu.pe/bitstream/UCSP/14929/1/DELGADO_CHIRINOS_FEL_PRO.pdf)

Draghi. (2010). *El arte del peletizado*. Actividad avipecuaria. <https://actualidadavipecuaria.com/el-peletizado-es-un-arte/>

Escalante, L. (2015). *Fuentes de información para la investigación*. <https://prezi.com/twns6tfra2kn/fuentes-de-información-para-la-investigación/>

Fernández, A. (2017). *Diseño de un Modelo de Gestión de Mantenimiento para el Beneficio de Café del Río Tarrazú, propiedad de Cafetalera Tierras Ticas S. A.* (Tesis de Licenciatura). Instituto Tecnológico de Costa Rica. [https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/9635/dise%C3%B1o\\_modelo\\_gestion\\_mantenimiento\\_para\\_beneficio\\_cafe\\_tarrazu\\_propiedad\\_cafetalera\\_tierras\\_ticas.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/9635/dise%C3%B1o_modelo_gestion_mantenimiento_para_beneficio_cafe_tarrazu_propiedad_cafetalera_tierras_ticas.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Fidias, G. (2012). *El proyecto de la Investigación*. EPISTEME, C.A.

Gómez, K. (2011). *Elaboración de un plan de control de la producción para incrementar la eficiencia y productividad en una empresa dedicada a la manufactura de colchas y cubrecamas*. (Tesis de Licenciatura). Universidad Rafael Landívar, <http://biblio3.url.edu.gt/Tesis/2011/02/04/Gomez-Karen.pdf>

Gutiérrez, H. (2014). *Calidad y productividad*. Hill Interamericana.

- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2010). *Metodología de la investigación* (5ta ed.). McGraw-Hill Interamericana. <https://barchitec.com/2017/12/18/definiendo-el-alcance-de-una-investigacion-exploratoria-descriptiva-correlacional-o-explicativa/>
- INATEC. (2016). Manual del Protagonista, Nutrición Animal (N.o 1). Dirección General de Formación Profesional. <https://www.biopasos.com/documentos/087.pdf>
- Inba,Info (2018,). *UPTIME Indicador*. Inba.info. [https://inba.info/uptime-indicadorpdf\\_5b023b9508bbc56f748eab5a.html](https://inba.info/uptime-indicadorpdf_5b023b9508bbc56f748eab5a.html)
- Institute of Child Nutrition. (2016). *Enfriamiento de los alimentos*. University.
- Jiménez, F. (2015). *Mantenimiento preventivo de sistemas de automatización industrial*. Antequera, IC Editorial. <https://books.google.co.cr/books?id=EP1qDwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=mantenimiento+preventivo&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjOwNShnrXqAhUBZd8KHbgeB8AQ6AEwA3oECAyQAg#v=onepage&q=mantenimiento%20preventivo&f=false>
- La Gaceta. (1983). *Reglamento para el Control de la Elaboración y Expendio de Alimentos para Animales*. Ministerio de Ambiente y Agricultura. <http://www.mag.go.cr/legislacion/1986/de-16899.pdf>
- Lamban, J. (1995). *Molienda en fábricas de piensos*. Zaragoza: Mundo Ganadero.
- Maradiaga, F. (2013). *Lean Manufacturing: Exposición adaptada a la fabricación repetitiva de familias de productos mediante procesos discretos*. Bubok Publishing S.L.

[https://www.academia.edu/42768491/Lean Manufacturing Francisco Madariaga Versio n](https://www.academia.edu/42768491/Lean_Manufacturing_Francisco_Madariaga_Versio_n)  
[2.2 Marzo](#)

Marescalchi, F. (s.f.). *Tratado de los granos y modos de molerlos*. Madrid, España. Benito Cano.

[https://books.google.co.cr/books?id=kM1kaUo7qt8C&pg=PA65&dq=que+es+una+criba&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwj\\_su2qvJjxAhVLQzABHQ9dCzYQ6AEwAnoECAIQAg#v=onepage&q=que%20es%20una%20criba&f=false](https://books.google.co.cr/books?id=kM1kaUo7qt8C&pg=PA65&dq=que+es+una+criba&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwj_su2qvJjxAhVLQzABHQ9dCzYQ6AEwAnoECAIQAg#v=onepage&q=que%20es%20una%20criba&f=false)

Mata, C., y Macassi, S. (1997). *Cómo elaborar muestras para los sondeos de audiencias*. Cuadernos de investigación No 5. ALER.

Maya, S. (2016). *Procesos de Producción de Alimentos balanceados Planta de Concentrados COLANTA Itagüí*. (Práctica Profesional). Corporación Universitaria Lasallista, Caldas, Antioquia.

[http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/1492/1/Procesos Produccion Alim  
entos balanceados COLANTA.pdf](http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/1492/1/Procesos_Produccion_Alimentos_balanceados_COLANTA.pdf)

Medina, A., Hernández. A., Nogueira, D., y Comas, R. (2019). *Procedimiento para la gestión por procesos: métodos y herramientas de apoyo*. Ingeniare. Revista chilena de ingeniería, 27, 328-342. <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ingeniare/v27n2/0718-3305-ingeniare-27-02-00328.pdf>

Metalteco. (s.f.). *Equipo transportador de cadena*. [https://metalteco.com/equipos-alimentos-  
concentrados-transportador-de-cadena/](https://metalteco.com/equipos-alimentos-concentrados-transportador-de-cadena/).

Morales, R. (2016). *Diseño y cálculo de una máquina peletizadora, para la producción de alimento animal* [Tesis de bachillerato, Universidad Tecnológica de Pereira].

<http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/10504/T621.815%20M828.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ortiz, D. (2020). *¿Qué es un dashboard y para qué se usa?* -<https://www.cyberclick.es/numerical-blog/que-es-un-dashboard#:~:text=Un%20dashboard%20es%20una%20herramienta,campa%C3%B1a%20o%20un%20proceso%20espec%C3%ADfico>.

Otzen, T. y Manterola, C. (2017). *Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio*. Universidad de Taparacá, Arica, Chile. [https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0717-95022017000100037](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-95022017000100037)

Salazar, B. (2019.). *Indicadores de Producción*.  
<https://www.ingenieriaindustrialonline.com/produccion/indicadores-de-produccion/>

Sánchez, G. (2008). *Cuantificación y generación de valor de la cadena de suministro extendida*. León: Asesoría Jurídica Leonesa S.L.  
<https://books.google.co.cr/books?id=mNuUduFpNNEC&pg=PA39&dq=tipos+de+kpi&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjdmPvDlvrwAhXLY98KHc4mB4wQ6AEwAHoECAQQAg#v=onepage&q=tipos%20de%20kpi&f=false>

Santillán, J. (2020). *Propuesta de mejora en el área de producción en una empresa que fabrica pallets de madera aplicando herramientas de Lean Manufacturing*. (Tesis de Licenciatura). Universidad Peruana de Ciencias Aplacadas, Lima, Perú.  
<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/651810>

Sanz, R. (2017). *¿Qué es el método cuantitativo?*. <http://cursos.com/metodo-cuantitativo/>

Sistema Costarricense de Información Jurídica. (1995). *Reglamento para el Control de la Elaboración y Expendio de Alimentos para Animales*. Decreto Ejecutivo N°16899-MAG.

Sistema Costarricense de Información Jurídica. <http://www.mag.go.cr/legislacion/1986/de-16899.pdf>

Tous, D., Guzmán, V., Cordero, M., y Sánchez, E. (2019). *Sistemas de producción. Análisis de las actividades primarias de la cadena de valor*. ESIC Editorial.

<https://books.google.co.cr/books?id=qj64DwAAQBAJ&pg=PA215&dq=paro+el+la+linea+de+producci%C3%B3n&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjAmcnv4e7qAhXMmOAKHTGJCywQ6AEwAHoECAAQAg#v=onepage&q=paro%20el%20la%20linea%20de%20producci%C3%B3n&f=false>

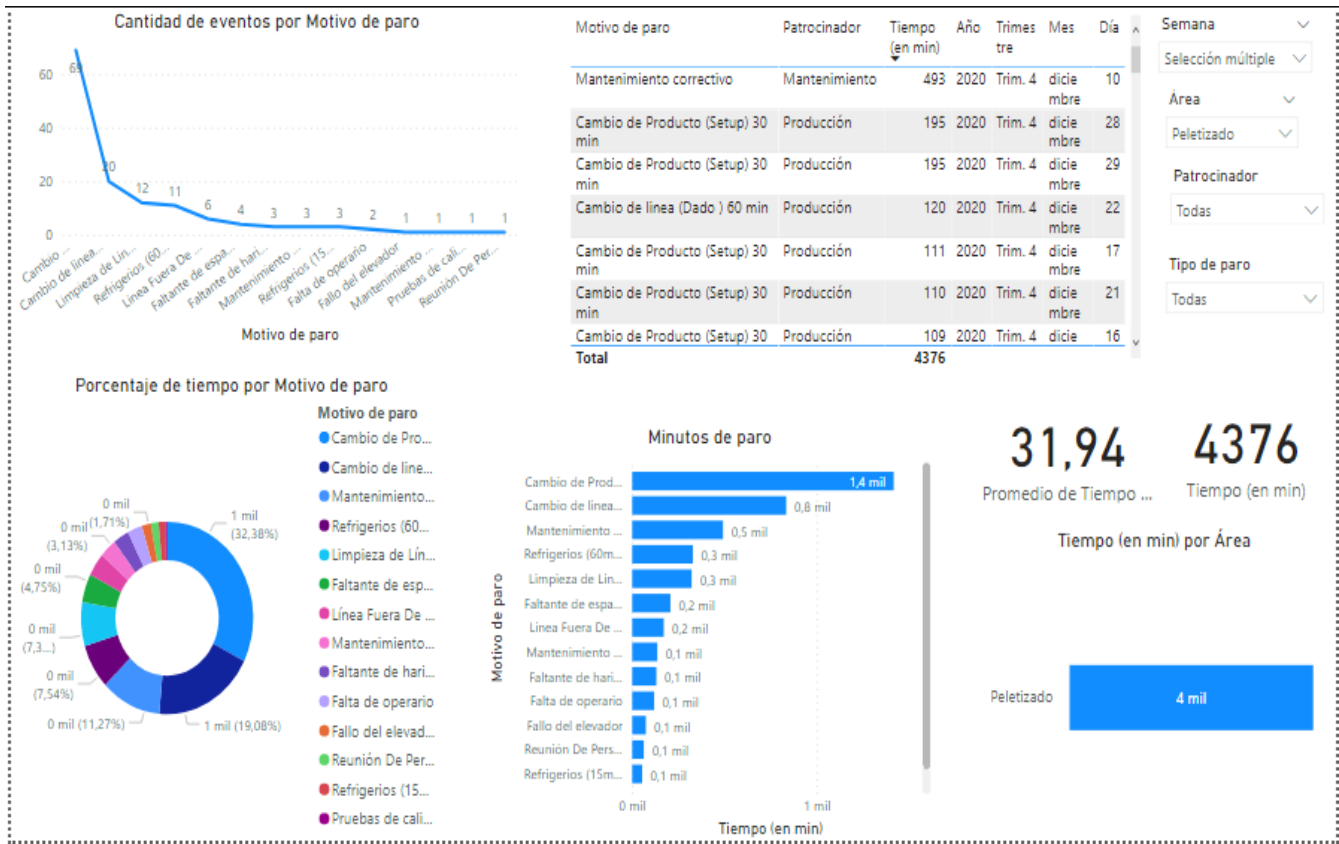
Universidad Autónoma de México. (2019). *Gráfica de pastel*. México.

<http://asesorias.cuautitlan2.unam.mx/Laboratoriovirtualdeestadistica/DOCUMENTOS/TEM-A%201/5.%20GRAFICA%20DE%20%20PASTEL.pdf>

Walpole, R., Myers, R., Myers, S., y Ye., K. (2007). *Probabilidad y Estadística para Ingeniería y Ciencias*. 8ª ed. Editorial Prentice Hall.

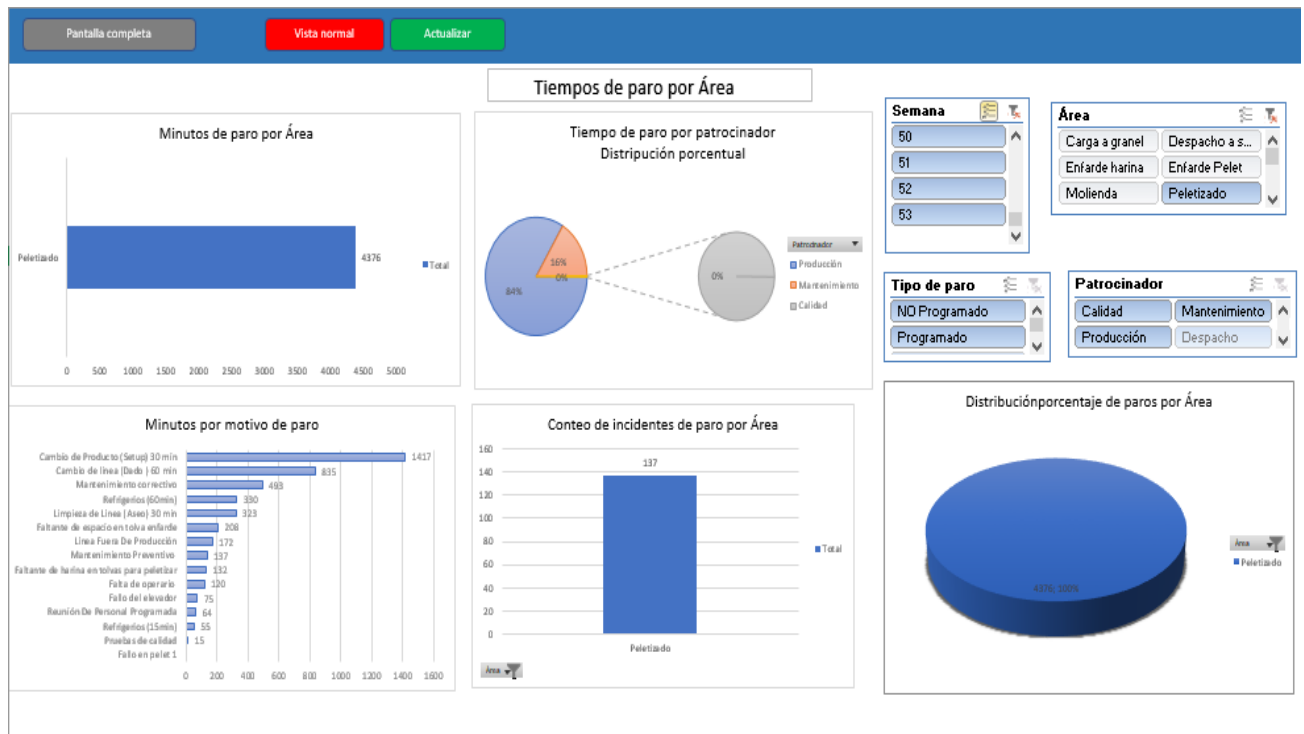
Anexos

Anexo 1: Dashboard Power Bi. Diciembre 2020.



Fuente: Elaboración propia.

## Anexo 2: Dashboard Excel. Diciembre 2020.



Fuente: Elaboración propia.

### Anexo 3: Base de datos semana 4-2021.Recolección de tiempos de paro Área de Peletizado.

| Área       | Semana | Fecha     | ID de paro | Motivo de paro                      | Patrocinado   | Tipo de paro  | Tiempo (en min) | Observación |
|------------|--------|-----------|------------|-------------------------------------|---------------|---------------|-----------------|-------------|
| Peletizado | 4      | 25/3/2021 | 102        | Cambio de Producto (Setup) 30min    | Producción    | Programado    | 30              |             |
| Peletizado | 4      | 25/3/2021 | 105        | Cambio de línea ( Quedo ) 60 min    | Producción    | Programado    | 60              |             |
| Peletizado | 4      | 25/3/2021 | 102        | Cambio de Producto (Setup) 30min    | Producción    | Programado    | 20              |             |
| Peletizado | 4      | 25/3/2021 | 104        | Refrigerios (60min)                 | Producción    | Programado    | 35              |             |
| Peletizado | 4      | 25/3/2021 | 105        | Cambio de línea ( Quedo ) 60 min    | Producción    | Programado    | 52              |             |
| Peletizado | 4      | 25/3/2021 | 809        | Fallo en papel 1                    | Mantenimiento | NO Programado | 50              |             |
| Peletizado | 4      | 25/3/2021 | 102        | Cambio de Producto (Setup) 30min    | Producción    | Programado    | 25              |             |
| Peletizado | 4      | 25/3/2021 | 103        | Refrigerios (15min)                 | Producción    | Programado    | 15              |             |
| Peletizado | 4      | 25/3/2021 | 102        | Cambio de Producto (Setup) 30min    | Producción    | Programado    | 30              |             |
| Peletizado | 4      | 25/3/2021 | 105        | Cambio de línea ( Quedo ) 60 min    | Producción    | Programado    | 40              |             |
| Peletizado | 4      | 25/3/2021 | 102        | Cambio de Producto (Setup) 30min    | Producción    | Programado    | 25              |             |
| Peletizado | 4      | 25/3/2021 | 102        | Cambio de Producto (Setup) 30min    | Producción    | Programado    | 27              |             |
| Peletizado | 4      | 25/3/2021 | 102        | Cambio de Producto (Setup) 30min    | Producción    | Programado    | 30              |             |
| Peletizado | 4      | 25/3/2021 | 102        | Cambio de Producto (Setup) 30min    | Producción    | Programado    | 33              |             |
| Peletizado | 4      | 25/3/2021 | 103        | Refrigerios (15min)                 | Producción    | Programado    | 15              |             |
| Peletizado | 4      | 25/3/2021 | 102        | Cambio de Producto (Setup) 30min    | Producción    | Programado    | 40              |             |
| Peletizado | 4      | 25/3/2021 | 102        | Cambio de Producto (Setup) 30min    | Producción    | Programado    | 19              |             |
| Peletizado | 4      | 26/3/2021 | 104        | Refrigerios (60min)                 | Producción    | Programado    | 60              |             |
| Peletizado | 4      | 26/3/2021 | 105        | Cambio de línea ( Quedo ) 60 min    | Producción    | Programado    | 66              |             |
| Peletizado | 4      | 26/3/2021 | 102        | Cambio de Producto (Setup) 30min    | Producción    | Programado    | 25              |             |
| Peletizado | 4      | 26/3/2021 | 102        | Cambio de Producto (Setup) 30min    | Producción    | Programado    | 30              |             |
| Peletizado | 4      | 26/3/2021 | 102        | Cambio de Producto (Setup) 30min    | Producción    | Programado    | 30              |             |
| Peletizado | 4      | 26/3/2021 | 103        | Refrigerios (15min)                 | Producción    | Programado    | 15              |             |
| Peletizado | 4      | 26/3/2021 | 806        | Paro tiempo de estabilización       | Producción    | NO Programado | 25              |             |
| Peletizado | 4      | 26/3/2021 | 105        | Cambio de línea ( Quedo ) 60 min    | Producción    | Programado    | 40              |             |
| Peletizado | 4      | 26/3/2021 | 104        | Refrigerios (60min)                 | Producción    | Programado    | 30              |             |
| Peletizado | 4      | 26/3/2021 | 102        | Cambio de Producto (Setup) 30min    | Producción    | Programado    | 25              |             |
| Peletizado | 4      | 26/3/2021 | 102        | Cambio de Producto (Setup) 30min    | Producción    | Programado    | 28              |             |
| Peletizado | 4      | 26/3/2021 | 102        | Cambio de Producto (Setup) 30min    | Producción    | Programado    | 40              |             |
| Peletizado | 4      | 26/3/2021 | 102        | Cambio de Producto (Setup) 30min    | Producción    | Programado    | 38              |             |
| Peletizado | 4      | 26/3/2021 | 105        | Cambio de línea ( Quedo ) 60 min    | Producción    | Programado    | 60              |             |
| Peletizado | 4      | 26/3/2021 | 104        | Refrigerios (60min)                 | Producción    | Programado    | 34              |             |
| Peletizado | 4      | 27/3/2021 | 102        | Cambio de Producto (Setup) 30min    | Producción    | Programado    | 20              |             |
| Peletizado | 4      | 27/3/2021 | 105        | Cambio de línea ( Quedo ) 60 min    | Producción    | Programado    | 65              |             |
| Peletizado | 4      | 27/3/2021 | 104        | Refrigerios (60min)                 | Producción    | Programado    | 30              |             |
| Peletizado | 4      | 27/3/2021 | 102        | Cambio de Producto (Setup) 30min    | Producción    | Programado    | 13              |             |
| Peletizado | 4      | 28/3/2021 | 105        | Cambio de línea ( Quedo ) 60 min    | Producción    | Programado    | 40              |             |
| Peletizado | 4      | 28/3/2021 | 105        | Cambio de línea ( Quedo ) 60 min    | Producción    | Programado    | 36              |             |
| Peletizado | 4      | 28/3/2021 | 102        | Cambio de Producto (Setup) 30min    | Producción    | Programado    | 25              |             |
| Peletizado | 4      | 28/3/2021 | 301        | Suministro De Electricidad          | Mantenimiento | NO Programado | 15              |             |
| Peletizado | 4      | 28/3/2021 | 301        | Suministro De Electricidad          | Mantenimiento | NO Programado | 30              |             |
| Peletizado | 4      | 28/3/2021 | 102        | Cambio de Producto (Setup) 30min    | Producción    | Programado    | 40              |             |
| Peletizado | 4      | 28/3/2021 | 102        | Cambio de Producto (Setup) 30min    | Producción    | Programado    | 15              |             |
| Peletizado | 4      | 28/3/2021 | 102        | Cambio de Producto (Setup) 30min    | Producción    | Programado    | 17              |             |
| Peletizado | 4      | 28/3/2021 | 102        | Cambio de Producto (Setup) 30min    | Producción    | Programado    | 29              |             |
| Peletizado | 4      | 28/3/2021 | 102        | Cambio de Producto (Setup) 30min    | Producción    | Programado    | 30              |             |
| Peletizado | 4      | 28/3/2021 | 104        | Refrigerios (60min)                 | Producción    | Programado    | 15              |             |
| Peletizado | 4      | 28/3/2021 | 103        | Refrigerios (15min)                 | Producción    | Programado    | 15              |             |
| Peletizado | 4      | 28/3/2021 | 102        | Cambio de Producto (Setup) 30min    | Producción    | Programado    | 30              |             |
| Peletizado | 4      | 28/3/2021 | 102        | Cambio de Producto (Setup) 30min    | Producción    | Programado    | 30              |             |
| Peletizado | 4      | 28/3/2021 | 103        | Refrigerios (15min)                 | Producción    | Programado    | 20              |             |
| Peletizado | 4      | 28/3/2021 | 801        | Faltante de espacio en el chorro de | Producción    | NO Programado | 35              |             |
| Peletizado | 4      | 29/3/2021 | 105        | Cambio de línea ( Quedo ) 60 min    | Producción    | Programado    | 60              |             |
| Peletizado | 4      | 29/3/2021 | 102        | Cambio de Producto (Setup) 30min    | Producción    | Programado    | 30              |             |
| Peletizado | 4      | 29/3/2021 | 102        | Cambio de Producto (Setup) 30min    | Producción    | Programado    | 45              |             |
| Peletizado | 4      | 29/3/2021 | 105        | Cambio de línea ( Quedo ) 60 min    | Producción    | Programado    | 60              |             |
| Peletizado | 4      | 29/3/2021 | 101        | Limpieza de Línea (Aver) 30min      | Producción    | Programado    | 27              |             |

Fuente: Elaboración propia.

#### Anexo 4: Base de datos semana 3-2021.Recolección de tiempos de paro Área de Peletizado.

| Área       | Semana | Fecha     | ID de paro | Motivo de paro                          | Procesado  | Tipo de paro  | Tiempo (en min) | Observación |
|------------|--------|-----------|------------|-----------------------------------------|------------|---------------|-----------------|-------------|
| Peletizado | 3      | 18/1/2021 | 105        | Cambio de línea (Dado) 60 min           | Producción | Programado    | 30              |             |
| Peletizado | 3      | 18/1/2021 | 102        | Cambio de Producto (Setup) 30min        | Producción | Programado    | 30              |             |
| Peletizado | 3      | 18/1/2021 | 102        | Cambio de Producto (Setup) 30min        | Producción | Programado    | 30              |             |
| Peletizado | 3      | 18/1/2021 | 801        | Faltante de espacio en el olavero fardo | Producción | NO Programado | 45              |             |
| Peletizado | 3      | 18/1/2021 | 102        | Cambio de Producto (Setup) 30min        | Producción | Programado    | 20              |             |
| Peletizado | 3      | 18/1/2021 | 102        | Cambio de Producto (Setup) 30min        | Producción | Programado    | 34              |             |
| Peletizado | 3      | 18/1/2021 | 102        | Cambio de Producto (Setup) 30min        | Producción | Programado    | 30              |             |
| Peletizado | 3      | 18/1/2021 | 103        | Refrigerios (15min)                     | Producción | Programado    | 20              |             |
| Peletizado | 3      | 18/1/2021 | 801        | Faltante de espacio en el olavero fardo | Producción | NO Programado | 87              |             |
| Peletizado | 3      | 18/1/2021 | 102        | Cambio de Producto (Setup) 30min        | Producción | Programado    | 10              |             |
| Peletizado | 3      | 18/1/2021 | 102        | Cambio de Producto (Setup) 30min        | Producción | Programado    | 36              |             |
| Peletizado | 3      | 18/1/2021 | 102        | Cambio de Producto (Setup) 30min        | Producción | Programado    | 20              |             |
| Peletizado | 3      | 18/1/2021 | 102        | Cambio de Producto (Setup) 30min        | Producción | Programado    | 20              |             |
| Peletizado | 3      | 18/1/2021 | 105        | Cambio de línea (Dado) 60 min           | Producción | Programado    | 20              |             |
| Peletizado | 3      | 18/1/2021 | 103        | Refrigerios (15min)                     | Producción | Programado    | 15              |             |
| Peletizado | 3      | 18/1/2021 | 102        | Cambio de Producto (Setup) 30min        | Producción | Programado    | 30              |             |
| Peletizado | 3      | 18/1/2021 | 105        | Cambio de línea (Dado) 60 min           | Producción | Programado    | 51              |             |
| Peletizado | 3      | 18/1/2021 | 102        | Cambio de Producto (Setup) 30min        | Producción | Programado    | 15              |             |
| Peletizado | 3      | 18/1/2021 | 102        | Cambio de Producto (Setup) 30min        | Producción | Programado    | 18              |             |
| Peletizado | 3      | 18/1/2021 | 102        | Cambio de Producto (Setup) 30min        | Producción | Programado    | 28              |             |
| Peletizado | 3      | 18/1/2021 | 102        | Cambio de Producto (Setup) 30min        | Producción | Programado    | 30              |             |
| Peletizado | 3      | 19/1/2021 | 102        | Cambio de Producto (Setup) 30min        | Producción | Programado    | 25              |             |
| Peletizado | 3      | 19/1/2021 | 801        | Faltante de espacio en el olavero fardo | Producción | NO Programado | 19              |             |
| Peletizado | 3      | 19/1/2021 | 104        | Refrigerios (60min)                     | Producción | Programado    | 30              |             |
| Peletizado | 3      | 19/1/2021 | 105        | Cambio de línea (Dado) 60 min           | Producción | Programado    | 50              |             |
| Peletizado | 3      | 19/1/2021 | 102        | Cambio de Producto (Setup) 30min        | Producción | Programado    | 30              |             |
| Peletizado | 3      | 19/1/2021 | 105        | Cambio de línea (Dado) 60 min           | Producción | Programado    | 70              |             |
| Peletizado | 3      | 20/1/2021 | 102        | Cambio de Producto (Setup) 30min        | Producción | Programado    | 30              |             |
| Peletizado | 3      | 20/1/2021 | 105        | Cambio de línea (Dado) 60 min           | Producción | Programado    | 23              |             |
| Peletizado | 3      | 21/1/2021 | 102        | Cambio de Producto (Setup) 30min        | Producción | Programado    | 49              |             |
| Peletizado | 3      | 21/1/2021 | 102        | Cambio de Producto (Setup) 30min        | Producción | Programado    | 30              |             |
| Peletizado | 3      | 21/1/2021 | 104        | Refrigerios (60min)                     | Producción | Programado    | 30              |             |
| Peletizado | 3      | 21/1/2021 | 102        | Cambio de Producto (Setup) 30min        | Producción | Programado    | 15              |             |
| Peletizado | 3      | 21/1/2021 | 102        | Cambio de Producto (Setup) 30min        | Producción | Programado    | 25              |             |
| Peletizado | 3      | 21/1/2021 | 102        | Cambio de Producto (Setup) 30min        | Producción | Programado    | 15              |             |
| Peletizado | 3      | 21/1/2021 | 102        | Cambio de Producto (Setup) 30min        | Producción | Programado    | 25              |             |
| Peletizado | 3      | 21/1/2021 | 803        | Faltante de herramienta para peletizar  | Producción | NO Programado | 142             |             |
| Peletizado | 3      | 21/1/2021 | 102        | Cambio de Producto (Setup) 30min        | Producción | Programado    | 30              |             |
| Peletizado | 3      | 21/1/2021 | 102        | Cambio de Producto (Setup) 30min        | Producción | Programado    | 20              |             |
| Peletizado | 3      | 21/1/2021 | 104        | Refrigerios (60min)                     | Producción | Programado    | 30              |             |
| Peletizado | 3      | 21/1/2021 | 102        | Cambio de Producto (Setup) 30min        | Producción | Programado    | 20              |             |
| Peletizado | 3      | 21/1/2021 | 102        | Cambio de Producto (Setup) 30min        | Producción | Programado    | 38              |             |
| Peletizado | 3      | 21/1/2021 | 102        | Cambio de Producto (Setup) 30min        | Producción | Programado    | 19              |             |
| Peletizado | 3      | 22/1/2021 | 102        | Cambio de Producto (Setup) 30min        | Producción | Programado    | 11              |             |
| Peletizado | 3      | 22/1/2021 | 105        | Cambio de línea (Dado) 60 min           | Producción | Programado    | 51              |             |
| Peletizado | 3      | 22/1/2021 | 105        | Cambio de línea (Dado) 60 min           | Producción | Programado    | 56              |             |
| Peletizado | 3      | 22/1/2021 | 102        | Cambio de Producto (Setup) 30min        | Producción | Programado    | 15              |             |

Fuente: Elaboración propia.

## Anexo 5: Base de datos semana 2- 2021.Recolección de tiempos de paro Área de Peletizado.

| Área       | Semana | Fecha     | ID de paro | Motivo de paro                        | Procedimiento | Tipo de paro  | Tiempo (en min) | Observación |
|------------|--------|-----------|------------|---------------------------------------|---------------|---------------|-----------------|-------------|
| Peletizado | 2      | 11/2/2021 | 101        | Limpieza de Línea (Aire) 30min        | Producción    | Programado    | 39              |             |
| Peletizado | 2      | 11/2/2021 | 105        | Cambio de línea (Dado) 60 min         | Producción    | Programado    | 90              | 2mm         |
| Peletizado | 2      | 11/2/2021 | 101        | Limpieza de Línea (Aire) 30min        | Producción    | Programado    | 30              |             |
| Peletizado | 2      | 11/2/2021 | 102        | Cambio de Producto (Setup) 30min      | Producción    | Programado    | 18              |             |
| Peletizado | 2      | 11/2/2021 | 105        | Cambio de línea (Dado) 60 min         | Producción    | Programado    | 56              | 2mm         |
| Peletizado | 2      | 11/2/2021 | 101        | Limpieza de Línea (Aire) 30min        | Producción    | Programado    | 30              |             |
| Peletizado | 2      | 11/2/2021 | 102        | Cambio de Producto (Setup) 30min      | Producción    | Programado    | 30              |             |
| Peletizado | 2      | 11/2/2021 | 103        | Refrigerios (15min)                   | Producción    | Programado    | 15              |             |
| Peletizado | 2      | 12/2/2021 | 102        | Cambio de Producto (Setup) 30min      | Producción    | Programado    | 28              |             |
| Peletizado | 2      | 12/2/2021 | 102        | Cambio de Producto (Setup) 30min      | Producción    | Programado    | 30              |             |
| Peletizado | 2      | 12/2/2021 | 103        | Refrigerios (15min)                   | Producción    | Programado    | 20              |             |
| Peletizado | 2      | 12/2/2021 | 811        | Fallo del enfriador                   | Mantenimiento | NO Programado | 10              |             |
| Peletizado | 2      | 12/2/2021 | 102        | Cambio de Producto (Setup) 30min      | Producción    | Programado    | 37              |             |
| Peletizado | 2      | 12/2/2021 | 105        | Cambio de línea (Dado) 60 min         | Producción    | Programado    | 46              |             |
| Peletizado | 2      | 12/2/2021 | 102        | Cambio de Producto (Setup) 30min      | Producción    | Programado    | 19              |             |
| Peletizado | 2      | 13/2/2021 | 105        | Cambio de línea (Dado) 60 min         | Producción    | Programado    | 60              |             |
| Peletizado | 2      | 13/2/2021 | 105        | Cambio de línea (Dado) 60 min         | Producción    | Programado    | 44              |             |
| Peletizado | 2      | 13/2/2021 | 102        | Cambio de Producto (Setup) 30min      | Producción    | Programado    | 30              |             |
| Peletizado | 2      | 13/2/2021 | 103        | Refrigerios (15min)                   | Producción    | Programado    | 17              |             |
| Peletizado | 2      | 13/2/2021 | 801        | Falta de espacio en el almacenamiento | Producción    | NO Programado | 25              |             |
| Peletizado | 2      | 13/2/2021 | 807        | Mantenimiento correctivo              | Mantenimiento | NO Programado | 20              |             |
| Peletizado | 2      | 13/2/2021 | 105        | Cambio de línea (Dado) 60 min         | Producción    | Programado    | 57              |             |
| Peletizado | 2      | 13/2/2021 | 104        | Refrigerios (60min)                   | Producción    | Programado    | 35              |             |
| Peletizado | 2      | 13/2/2021 | 801        | Falta de espacio en el almacenamiento | Producción    | NO Programado | 25              |             |
| Peletizado | 2      | 13/2/2021 | 105        | Cambio de línea (Dado) 60 min         | Producción    | Programado    | 60              |             |
| Peletizado | 2      | 13/2/2021 | 102        | Cambio de Producto (Setup) 30min      | Producción    | Programado    | 30              |             |
| Peletizado | 2      | 13/2/2021 | 101        | Limpieza de Línea (Aire) 30min        | Producción    | Programado    | 31              |             |
| Peletizado | 2      | 13/2/2021 | 102        | Cambio de Producto (Setup) 30min      | Producción    | Programado    | 30              |             |
| Peletizado | 2      | 13/2/2021 | 102        | Cambio de Producto (Setup) 30min      | Producción    | Programado    | 35              |             |
| Peletizado | 2      | 13/2/2021 | 105        | Cambio de línea (Dado) 60 min         | Producción    | Programado    | 35              |             |
| Peletizado | 2      | 14/2/2021 | 102        | Cambio de Producto (Setup) 30min      | Producción    | Programado    | 26              |             |
| Peletizado | 2      | 14/2/2021 | 102        | Cambio de Producto (Setup) 30min      | Producción    | Programado    | 30              |             |
| Peletizado | 2      | 14/2/2021 | 102        | Cambio de Producto (Setup) 30min      | Producción    | Programado    | 20              |             |
| Peletizado | 2      | 14/2/2021 | 102        | Cambio de Producto (Setup) 30min      | Producción    | Programado    | 25              |             |
| Peletizado | 2      | 14/2/2021 | 104        | Refrigerios (60min)                   | Producción    | Programado    | 30              |             |
| Peletizado | 2      | 14/2/2021 | 102        | Cambio de Producto (Setup) 30min      | Producción    | Programado    | 25              |             |
| Peletizado | 2      | 14/2/2021 | 102        | Cambio de Producto (Setup) 30min      | Producción    | Programado    | 25              |             |
| Peletizado | 2      | 14/2/2021 | 105        | Cambio de línea (Dado) 60 min         | Producción    | Programado    | 25              |             |
| Peletizado | 2      | 15/2/2021 | 105        | Cambio de línea (Dado) 60 min         | Producción    | Programado    | 30              |             |
| Peletizado | 2      | 15/2/2021 | 102        | Cambio de Producto (Setup) 30min      | Producción    | Programado    | 30              |             |
| Peletizado | 2      | 15/2/2021 | 101        | Limpieza de Línea (Aire) 30min        | Producción    | Programado    | 30              |             |
| Peletizado | 2      | 15/2/2021 | 102        | Cambio de Producto (Setup) 30min      | Producción    | Programado    | 30              |             |
| Peletizado | 2      | 15/2/2021 | 102        | Cambio de Producto (Setup) 30min      | Producción    | Programado    | 15              |             |
| Peletizado | 2      | 15/2/2021 | 105        | Cambio de línea (Dado) 60 min         | Producción    | Programado    | 50              |             |

Fuente: Elaboración propia.

**Anexo 6:** Base de datos. Diciembre 2020.

| Área        | Semana | Fecha      | Id de plan | Motivo de plan                       | Polisanción   | Tipo de plano | Tiempo (en min) | Observación                |
|-------------|--------|------------|------------|--------------------------------------|---------------|---------------|-----------------|----------------------------|
| Perforación | 49     | 27/12/2020 | 105        | Simpleza de Linhas (Acord) 30mm      | Producción    | Programado    | 29              |                            |
| Perforación | 49     | 27/12/2020 | 105        | Gembido Inma (Dado 160 mm)           | Producción    | Programado    | 30              |                            |
| Perforación | 49     | 27/12/2020 | 105        | Simpleza de Linhas (Acord) 30mm      | Producción    | Programado    | 29              |                            |
| Perforación | 49     | 27/12/2020 | 102        | Gembido de Producto (Setup) 30mm     | Producción    | Programado    | 15              |                            |
| Perforación | 49     | 27/12/2020 | 102        | Gembido de Producto (Setup) 30mm     | Producción    | Programado    | 15              |                            |
| Perforación | 49     | 27/12/2020 | 102        | Gembido de Producto (Setup) 30mm     | Producción    | Programado    | 15              |                            |
| Perforación | 49     | 27/12/2020 | 102        | Gembido de Producto (Setup) 30mm     | Producción    | Programado    | 15              |                            |
| Perforación | 49     | 27/12/2020 | 102        | Gembido de Producto (Setup) 30mm     | Producción    | Programado    | 15              |                            |
| Perforación | 49     | 27/12/2020 | 104        | Linea Fuente De Producción           | Producción    | Programado    | 46              |                            |
| Perforación | 49     | 27/12/2020 | 102        | Gembido de Producto (Setup) 30mm     | Producción    | Programado    | 15              |                            |
| Perforación | 49     | 27/12/2020 | 102        | Gembido de Producto (Setup) 30mm     | Producción    | Programado    | 15              |                            |
| Perforación | 49     | 27/12/2020 | 102        | Gembido de Producto (Setup) 30mm     | Producción    | Programado    | 15              |                            |
| Perforación | 50     | 27/12/2020 | 809        | Fallado de herramienta para perforar | Producción    | NO Programado | 4               |                            |
| Perforación | 50     | 27/12/2020 | 809        | Fallado de herramienta para perforar | Producción    | NO Programado | 46              |                            |
| Perforación | 50     | 27/12/2020 | 809        | Fallado de herramienta para perforar | Producción    | NO Programado | 30              |                            |
| Perforación | 50     | 27/12/2020 | 102        | Linea Fuente De Producción           | Producción    | Programado    | 30              |                            |
| Perforación | 50     | 27/12/2020 | 102        | Gembido de Producto (Setup) 30mm     | Producción    | Programado    | 30              |                            |
| Perforación | 50     | 27/12/2020 | 102        | Gembido de Producto (Setup) 30mm     | Producción    | Programado    | 21              |                            |
| Perforación | 50     | 27/12/2020 | 102        | Gembido Inma (Dado 160 mm)           | Producción    | Programado    | 21              |                            |
| Perforación | 50     | 27/12/2020 | 102        | Linea Fuente De Producción           | Producción    | Programado    | 21              |                            |
| Perforación | 50     | 27/12/2020 | 104        | No Registros (90min)                 | Producción    | Programado    | 30              |                            |
| Perforación | 50     | 27/12/2020 | 102        | Gembido de Producto (Setup) 30mm     | Producción    | Programado    | 27              |                            |
| Perforación | 50     | 27/12/2020 | 104        | No Registros (90min)                 | Producción    | Programado    | 30              |                            |
| Perforación | 50     | 27/12/2020 | 105        | Gembido Inma (Dado 160 mm)           | Producción    | Programado    | 45              |                            |
| Perforación | 50     | 27/12/2020 | 102        | Gembido de Producto (Setup) 30mm     | Producción    | Programado    | 30              |                            |
| Perforación | 50     | 27/12/2020 | 102        | Gembido de Producto (Setup) 30mm     | Producción    | Programado    | 20              |                            |
| Perforación | 50     | 27/12/2020 | 102        | Gembido de Producto (Setup) 30mm     | Producción    | Programado    | 20              |                            |
| Perforación | 50     | 27/12/2020 | 111        | Mantenimiento Preventivo             | Mantenimiento | Programado    | 23              |                            |
| Perforación | 50     | 27/12/2020 | 809        | Fallo en plan 1                      | Mantenimiento | NO Programado | 20              |                            |
| Perforación | 50     | 27/12/2020 | 809        | Mantenimiento curativo               | Mantenimiento | NO Programado | 405             | Fin de seguridad perfora   |
| Perforación | 50     | 11/12/2020 | 102        | Gembido de Producto (Setup) 30mm     | Producción    | Programado    | 30              |                            |
| Perforación | 50     | 11/12/2020 | 102        | Gembido de Producto (Setup) 30mm     | Producción    | Programado    | 30              |                            |
| Perforación | 50     | 11/12/2020 | 106        | Revisión Personal Programada         | Producción    | Programado    | 64              |                            |
| Perforación | 50     | 11/12/2020 | 102        | Gembido Inma (Dado 160 mm)           | Producción    | Programado    | 40              |                            |
| Perforación | 50     | 11/12/2020 | 102        | No Registros (25min)                 | Producción    | Programado    | 15              |                            |
| Perforación | 50     | 11/12/2020 | 809        | Fallado de equipo em choverfando     | Producción    | NO Programado | 52              |                            |
| Perforación | 50     | 11/12/2020 | 104        | No Registros (90min)                 | Producción    | Programado    | 34              |                            |
| Perforación | 50     | 11/12/2020 | 105        | Gembido Inma (Dado 160 mm)           | Producción    | Programado    | 34              |                            |
| Perforación | 50     | 11/12/2020 | 102        | Gembido de Producto (Setup) 30mm     | Producción    | Programado    | 34              |                            |
| Perforación | 50     | 11/12/2020 | 809        | Fallado de equipo em choverfando     | Producción    | NO Programado | 30              |                            |
| Perforación | 50     | 11/12/2020 | 102        | No Registros (25min)                 | Producción    | Programado    | 20              |                            |
| Perforación | 50     | 11/12/2020 | 107        | Linea Fuente De Producción           | Producción    | Programado    | 30              |                            |
| Perforación | 50     | 11/12/2020 | 107        | Linea Fuente De Producción           | Producción    | Programado    | 36              |                            |
| Perforación | 50     | 11/12/2020 | 105        | Gembido Inma (Dado 160 mm)           | Producción    | Programado    | 20              |                            |
| Perforación | 50     | 11/12/2020 | 104        | No Registros (90min)                 | Producción    | Programado    | 30              |                            |
| Perforación | 50     | 11/12/2020 | 102        | Gembido de Producto (Setup) 30mm     | Producción    | Programado    | 20              |                            |
| Perforación | 50     | 11/12/2020 | 102        | Gembido de Producto (Setup) 30mm     | Producción    | Programado    | 20              | 12 mm                      |
| Perforación | 50     | 11/12/2020 | 102        | Gembido de Producto (Setup) 30mm     | Producción    | Programado    | 20              | 4 mm                       |
| Perforación | 50     | 11/12/2020 | 102        | Fallado de equipo em choverfando     | Producción    | NO Programado | 47              |                            |
| Perforación | 50     | 11/12/2020 | 102        | Fallado de equipo em choverfando     | Producción    | NO Programado | 36              |                            |
| Perforación | 50     | 11/12/2020 | 102        | Gembido de Producto (Setup) 30mm     | Producción    | Programado    | 15              |                            |
| Perforación | 50     | 11/12/2020 | 809        | Fallo en plan 1                      | Mantenimiento | NO Programado | 20              |                            |
| Perforación | 50     | 11/12/2020 | 809        | Gembido de Producto (Setup) 30mm     | Producción    | Programado    | 25              |                            |
| Perforación | 50     | 11/12/2020 | 102        | Gembido de Producto (Setup) 30mm     | Producción    | Programado    | 14              |                            |
| Perforación | 50     | 11/12/2020 | 102        | Gembido de Producto (Setup) 30mm     | Producción    | Programado    | 25              |                            |
| Perforación | 50     | 11/12/2020 | 105        | Gembido Inma (Dado 160 mm)           | Producción    | Programado    | 30              |                            |
| Perforación | 50     | 11/12/2020 | 102        | Simpleza de Linhas (Acord) 30mm      | Producción    | Programado    | 30              |                            |
| Perforación | 50     | 11/12/2020 | 102        | Gembido de Producto (Setup) 30mm     | Producción    | Programado    | 15              |                            |
| Perforación | 50     | 11/12/2020 | 102        | Gembido de Producto (Setup) 30mm     | Producción    | Programado    | 20              |                            |
| Perforación | 50     | 11/12/2020 | 102        | Gembido de Producto (Setup) 30mm     | Producción    | Programado    | 2               |                            |
| Perforación | 50     | 11/12/2020 | 102        | Gembido de Producto (Setup) 30mm     | Producción    | Programado    | 9               |                            |
| Perforación | 50     | 11/12/2020 | 102        | Gembido de Producto (Setup) 30mm     | Producción    | Programado    | 2               |                            |
| Perforación | 50     | 11/12/2020 | 102        | Gembido de Producto (Setup) 30mm     | Producción    | Programado    | 2               |                            |
| Perforación | 50     | 11/12/2020 | 102        | Gembido de Producto (Setup) 30mm     | Producción    | Programado    | 5               |                            |
| Perforación | 50     | 11/12/2020 | 102        | Gembido de Producto (Setup) 30mm     | Producción    | Programado    | 5               |                            |
| Perforación | 50     | 11/12/2020 | 102        | Gembido de Producto (Setup) 30mm     | Producción    | Programado    | 30              |                            |
| Perforación | 52     | 21/12/2020 | 101        | Simpleza de Linhas (Acord) 30mm      | Producción    | Programado    | 30              |                            |
| Perforación | 52     | 21/12/2020 | 105        | Gembido Inma (Dado 160 mm)           | Producción    | Programado    | 30              |                            |
| Perforación | 52     | 21/12/2020 | 104        | No Registros (90min)                 | Producción    | Programado    | 30              |                            |
| Perforación | 52     | 21/12/2020 | 105        | Simpleza de Linhas (Acord) 30mm      | Producción    | Programado    | 30              |                            |
| Perforación | 52     | 21/12/2020 | 825        | Falla de equipo                      | Producción    | NO Programado | 60              | campo en tobas de m...     |
| Perforación | 52     | 21/12/2020 | 109        | Pruebas de calidad                   | Calidad       | Programado    | 15              |                            |
| Perforación | 52     | 21/12/2020 | 104        | No Registros (90min)                 | Producción    | Programado    | 30              |                            |
| Perforación | 52     | 21/12/2020 | 102        | Gembido de Producto (Setup) 30mm     | Producción    | Programado    | 15              |                            |
| Perforación | 52     | 21/12/2020 | 102        | Gembido de Producto (Setup) 30mm     | Producción    | Programado    | 10              |                            |
| Perforación | 52     | 21/12/2020 | 104        | No Registros (90min)                 | Producción    | Programado    | 33              |                            |
| Perforación | 52     | 21/12/2020 | 102        | Gembido de Producto (Setup) 30mm     | Producción    | Programado    | 30              |                            |
| Perforación | 52     | 21/12/2020 | 102        | Gembido de Producto (Setup) 30mm     | Producción    | Programado    | 15              |                            |
| Perforación | 52     | 21/12/2020 | 102        | Gembido de Producto (Setup) 30mm     | Producción    | Programado    | 15              |                            |
| Perforación | 52     | 21/12/2020 | 102        | Gembido de Producto (Setup) 30mm     | Producción    | Programado    | 15              |                            |
| Perforación | 52     | 21/12/2020 | 111        | Mantenimiento Preventivo             | Mantenimiento | Programado    | 20              |                            |
| Perforación | 52     | 21/12/2020 | 105        | Gembido Inma (Dado 160 mm)           | Producción    | Programado    | 30              |                            |
| Perforación | 52     | 21/12/2020 | 101        | Simpleza de Linhas (Acord) 30mm      | Producción    | Programado    | 30              |                            |
| Perforación | 52     | 21/12/2020 | 812        | Fallo del elevador                   | Mantenimiento | NO Programado | 75              |                            |
| Perforación | 52     | 21/12/2020 | 102        | Gembido de Producto (Setup) 30mm     | Producción    | Programado    | 15              |                            |
| Perforación | 52     | 21/12/2020 | 102        | Gembido de Producto (Setup) 30mm     | Producción    | Programado    | 10              |                            |
| Perforación | 52     | 21/12/2020 | 102        | Gembido de Producto (Setup) 30mm     | Producción    | Programado    | 10              |                            |
| Perforación | 52     | 21/12/2020 | 103        | No Registros (25min)                 | Producción    | Programado    | 20              |                            |
| Perforación | 52     | 21/12/2020 | 105        | Gembido Inma (Dado 160 mm)           | Producción    | Programado    | 60              |                            |
| Perforación | 52     | 21/12/2020 | 101        | Simpleza de Linhas (Acord) 30mm      | Producción    | Programado    | 30              |                            |
| Perforación | 52     | 21/12/2020 | 815        | Falla de equipo                      | Producción    | NO Programado | 65              | ande por fallado de esp... |
| Perforación | 52     | 21/12/2020 | 102        | Gembido de Producto (Setup) 30mm     | Producción    | Programado    | 15              |                            |
| Perforación | 52     | 21/12/2020 | 101        | Simpleza de Linhas (Acord) 30mm      | Producción    | Programado    | 21              |                            |
| Perforación | 52     | 21/12/2020 | 101        | Simpleza de Linhas (Acord) 30mm      | Producción    | Programado    | 21              |                            |
| Perforación | 52     | 21/12/2020 | 104        | No Registros (90min)                 | Producción    | Programado    | 30              |                            |
| Perforación | 52     | 21/12/2020 | 102        | Gembido de Producto (Setup) 30mm     | Producción    | Programado    | 30              |                            |
| Perforación | 52     | 21/12/2020 | 102        | Gembido de Producto (Setup) 30mm     | Producción    | Programado    | 30              |                            |
| Perforación | 52     | 21/12/2020 | 102        | Gembido de Producto (Setup) 30mm     | Producción    | Programado    | 30              |                            |
| Perforación | 52     | 21/12/2020 | 102        | Gembido de Producto (Setup) 30mm     | Producción    | Programado    | 30              |                            |
| Perforación | 52     | 21/12/2020 | 102        | Gembido de Producto (Setup) 30mm     | Producción    | Programado    | 30              |                            |
| Perforación | 52     | 21/12/2020 | 102        | Gembido de Producto (Setup) 30mm     | Producción    | Programado    | 30              |                            |
| Perforación | 52     | 21/12/2020 | 102        | Gembido de Producto (Setup) 30mm     | Producción    | Programado    | 30              |                            |
| Perforación | 52     | 21/12/2020 | 102        | Gembido de Producto (Setup) 30mm     | Producción    | Programado    | 30              |                            |
| Perforación | 52     | 21/12/2020 | 102        | Gembido de Producto (Setup) 30mm     | Producción    | Programado    | 30              |                            |
| Perforación | 52     | 21/12/2020 | 102        | Gembido de Producto (Setup) 30mm     | Producción    | Programado    | 30              |                            |
| Perforación | 52     | 21/12/2020 | 102        | Gembido de Producto (Setup) 30mm     | Producción    | Programado    | 30              |                            |
| Perforación | 52     | 21/12/2020 | 102        | Gembido de Producto (Setup) 30mm     | Producción    | Programado    | 30              |                            |
| Perforación | 52     | 21/12/2020 | 102        | Gembido de Producto (Setup) 30mm     | Producción    | Programado    | 30              |                            |
| Perforación | 52     | 21/12/2020 | 102        | Gembido de Producto (Setup) 30mm     | Producción    | Programado    | 30              |                            |
| Perforación | 52     | 21/12/2020 | 102        | Gembido de Producto (Setup) 30mm     | Producción    | Programado    | 30              |                            |
| Perforación | 52     | 21/12/2020 | 102        | Gembido de Producto (Setup) 30mm     | Producción    | Programado    | 30              |                            |
| Perforación | 52     | 21/12/2020 | 102        | Gembido de Producto (Setup) 30mm     | Producción    | Programado    | 30              |                            |
| Perforación | 52     | 21/12/2020 | 102        | Gembido de Producto (Setup) 30mm     | Producción    | Programado    | 30              |                            |
| Perforación | 52     | 21/12/2020 | 102        | Gembido de Producto (Setup) 30mm     | Producción    | Programado    | 30              |                            |
| Perforación | 52     | 21/12/2020 | 102        | Gembido de Producto (Setup) 30mm     | Producción    | Programado    | 30              |                            |
| Perforación | 52     | 21/12/2020 | 102        | Gembido de Producto (Setup) 30mm     | Producción    | Programado    | 30              |                            |
| Perforación | 52     | 21/12/2020 | 102        | Gembido de Producto (Setup) 30mm     | Producción    | Programado    | 30              |                            |
| Perforación | 52     | 21/12/2020 | 102        | Gembido de Producto (Setup) 30mm     | Producción    | Programado    | 30              |                            |
| Perforación | 52     | 21/12/2020 | 102        | Gembido de Producto (Setup) 30mm     | Producción    | Programado    | 30              |                            |
| Perforación | 52     | 21/12/2020 | 102        | Gembido de Producto (Setup) 30mm     | Producción    | Programado    | 30              |                            |
| Perforación | 52     | 21/12/2020 | 102        | Gembido de Producto (Setup) 30mm     | Producción    | Programado    | 30              |                            |
| Perforación | 52     | 21/12/2020 | 102        | Gembido de Producto (Setup) 30mm     | Producción    | Programado    | 30              |                            |
| Perforación | 52     | 21/12/2020 | 102        | Gembido de Producto (Setup) 30mm     | Producción    | Programado    | 30              |                            |
| Perforación | 52     | 21/12/2020 | 102        | Gembido de Producto (Setup) 30mm     | Producción    | Programado    | 30              |                            |
| Perforación | 52     | 21/12/2020 | 102        | Gembido de Producto (Setup) 30mm     | Producción    | Programado    | 30              |                            |
| Perforación | 52     | 21/12/2020 | 102        | Gembido de Producto (Setup) 30mm     | Producción    | Programado    | 30              |                            |
| Perforación | 52     | 21/12/2020 | 102        | Gembido de Producto (Setup) 30mm     | Producción    | Programado    | 30              |                            |
| Perforación | 52     | 21/12/2020 | 102        | Gembido de Producto (Setup) 30mm     | Producción    | Programado    | 30              |                            |
| Perforación | 52     | 21/12/2020 | 102        | Gembido de Producto (Setup) 30mm     | Producción    | Programado    | 30              |                            |
| Perforación | 52     | 21/12/2020 | 102        | Gembido de Producto (Setup) 30mm     | Producción    | Programado    | 30              |                            |
| Perforación | 52     | 21/12/2020 | 102        | Gembido de Producto (Setup) 30mm     | Producción    | Programado    | 30              |                            |
| Perforación | 52     | 21/12/2020 | 102        | Gembido de Producto (Setup) 30mm     | Producción    | Programado    | 30              |                            |
| Perforación | 52     | 21/12/2020 | 102        | Gembido de Producto (Setup) 30mm     | Producción    | Programado    | 30              |                            |
| Perforación | 52     | 21/12/2020 | 102        | Gembido de Producto (Setup) 30mm     | Producción    | Programado    | 30              |                            |
| Perforación | 52     | 21/12/2020 | 102        | Gembido de Producto (Setup) 30mm     | Producción    | Programado    | 30              |                            |
| Perforación | 52     | 21/12/2020 | 102        | Gembido de Producto (Setup) 30mm     | Producción    | Programado    | 30              |                            |
| Perforación | 52     | 21/12/2020 | 102        | Gemb                                 |               |               |                 |                            |

Fuente: Elaboración propia.

## Anexo 7: Cotización de la propuesta 1 para la compra de tableta

|                                                                                                                                                            |                                     |                                                                                                                                   |                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| <br><b>Soluciones Tecnológicas de Puntarenas</b><br>Tecnología al alcance |                                     | <b>Cotización</b><br>Soluciones Tecnológicas de Puntarenas<br>Puntarenas<br>Alonso Méndez<br>8828 3284<br>alonso.mendez@stpcr.net |                |
| <b>Para</b><br>Larissa Barrantes                                                                                                                           | <b>Cotización #</b><br><b>Fecha</b> | 7<br>17/05/2021                                                                                                                   |                |
| <b>Artículo</b>                                                                                                                                            | <b>Cantidad</b>                     | <b>Precio</b>                                                                                                                     | <b>Importe</b> |
| <b>Rugged Tablet 8</b><br>8 inch,<br>Ram 4 G<br>Memoria 64G<br>Procesador Intel Kabylake Core m3-7Y30 CPU,<br>Win 10 OS.<br>IP 67<br>4 LTE                 | 1                                   | 1.700,00 \$                                                                                                                       | 1.700,00 \$    |
|                                                                                                                                                            |                                     | Total parcial                                                                                                                     | 1.700,00 \$    |
|                                                                                                                                                            |                                     | TAX incluido(13%)                                                                                                                 | 195,58 \$      |
|                                                                                                                                                            |                                     | Neto                                                                                                                              | 1.504,42 \$    |
|                                                                                                                                                            |                                     | Total General                                                                                                                     | 1.700,00 \$    |

Fuente: Soluciones Tecnológicas de Puntarenas.

## Anexo 8: Cotización de la propuesta 2 para la compra de tableta

|                                                                                                                                                            |                                     |                                                                                                                                          |                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| <br><b>Soluciones Tecnológicas de Puntarenas</b><br>Tecnología al alcance |                                     | <b>Cotización</b><br><b>Soluciones Tecnológicas de Puntarenas</b><br>Puntarenas<br>Alonso Méndez<br>8828 3284<br>alonso.mendez@stpcr.net |                |
| <b>Para</b><br>Larissa Barrantes                                                                                                                           | <b>Cotización #</b><br><b>Fecha</b> | <b>7</b><br><b>17/05/2021</b>                                                                                                            |                |
| <b>Artículo</b>                                                                                                                                            | <b>Cantidad</b>                     | <b>Precio</b>                                                                                                                            | <b>Importe</b> |
| <b>Rugged Tablet</b><br>10.1 inch,<br>Ram 8 G<br>Memoria 128G<br>Procesador Intel KabyLake Core m3-7Y30 CPU,<br>Win 10 OS.<br>IP 65                        | 1                                   | 2.250,00 \$                                                                                                                              | 2.250,00 \$    |
|                                                                                                                                                            |                                     | Total parcial                                                                                                                            | 2.250,00 \$    |
|                                                                                                                                                            |                                     | TAX incluido(13%)                                                                                                                        | 258,85 \$      |
|                                                                                                                                                            |                                     | Neto                                                                                                                                     | 1.991,15 \$    |
|                                                                                                                                                            |                                     | Total General                                                                                                                            | 2.250,00 \$    |

Fuente: Soluciones Tecnológicas de Puntarenas