

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL

MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN Y OPERACIONES INDUSTRIALES COHORTE 2021

Tema: Mejoramiento de la productividad en los procesos productivos en “EMPRESAS DE CARNICOS”.

Trabajo de Titulación, previo a la obtención del Título de Cuarto Nivel de Magister en
Producción y Operaciones Industriales

Modalidad de titulación: Proyecto de Desarrollo

Autor: Ingeniero David Orlando Coello Allán

Director: Ingeniero Natalia Alexandra Montalvo Zamora. Magister

Ambato – Ecuador

2023

A la Unidad Académica de Titulación de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial.

El Tribunal receptor del Trabajo de Titulación, presidido por: Ingeniera Elsa Pilar Urrutia Urrutia. Magister , e integrado por los señores: Ingeniero Víctor Hugo Guachimposa Villalba, PhD, Ingeniera Daysi Margarita Ortiz Guerrero Magister, designados por la Unidad Académica de Titulación de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial de la Universidad Técnica de Ambato, para receptor el Trabajo de Titulación con el tema: “Mejoramiento de la productividad en los procesos productivos en “EMPRESAS DE CARNICOS, elaborado y presentado por el Ingeniero David Orlando Coello Allán, para optar por el Título de cuarto nivel de Magíster en Producción y Operaciones Industriales; una vez escuchada la defensa oral del Trabajo de Titulación, el Tribunal aprueba y remite el trabajo para uso y custodia en las bibliotecas de la UTA.

Ing. Elsa Pilar Urrutia Urrutia. Mg..
Presidente y Miembro del Tribunal

Ing. Víctor Hugo Guachimposa Villalba, PhD
Miembro del Tribunal

Ing. Daysi Margarita Ortiz Guerrero Mg
Miembro del Tribunal

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

La responsabilidad de las opiniones, comentarios y críticas emitidas en el Trabajo de Titulación presentado con el tema: Mejoramiento de la productividad en los procesos productivos en “EMPRESAS DE CARNICOS”, le corresponde exclusivamente a: Ingeniero David Orlando Coello Allán, Autor bajo la Dirección de Ingeniera Natalia Alexandra Montalvo Zamora. Magister, directora del Trabajo de Titulación, y el patrimonio intelectual a la Universidad Técnica de Ambato.

Ing. David Orlando Coello Allán

c.c.:0201862919

AUTOR

Ing. Natalia Alexandra Montalvo. Mg

c.c.: 1803540598

DIRECTORA

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que el Trabajo de Titulación, sirva como un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos de mi trabajo, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este, dentro de las regulaciones de la Universidad.

Ing. David Orlando Coello Allán
c.c.: 0201862919

INDICE GENERAL DE CONTENIDOS

| | |
|---|------|
| PORTADA | 1 |
| A LA UNIDAD ACADÉMICA DE TITULACIÓN..... | ii |
| AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN | iii |
| DERECHOS DE AUTOR..... | iv |
| INDICE GENERAL DE CONTENIDOS | v |
| ÍNDICE DE TABLAS | viii |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | ix |
| ÍNDICE DE ANEXOS..... | x |
| AGRADECIMIENTO | xi |
| DEDICATORIA | xii |
| RESUMEN | xiv |
| CAPÍTULO I | 15 |
| EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN | 15 |
| 1.1 Introducción..... | 15 |
| 1.2 Justificación..... | 16 |
| 1.3 Objetivos..... | 19 |
| 1.3.1 General | 19 |
| 1.3.2 Específicos | 19 |
| CAPÍTULO II..... | 20 |
| ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS | 20 |
| 2.1. Estado del arte | 20 |
| 2.2. Marco teórico..... | 25 |
| 2.2.1. Productividad | 25 |
| 2.2.1.1. Mejoramiento de la productividad..... | 26 |
| 2.2.2. Procesos | 27 |
| 2.2.3. Gestión por procesos | 27 |
| 2.2.3.1. Procesos productivos..... | 28 |
| 2.2.4. Estudio de trabajo..... | 29 |
| 2.2.4.1. Tiempo básico..... | 29 |

| | |
|--|----|
| - General Electric..... | 29 |
| - Westinghouse..... | 29 |
| 2.2.4.2. <i>Tiempo estándar</i> | 33 |
| - OIT..... | 33 |
| - Tiempo de ciclo..... | 35 |
| 2.2.5. Balanceo de líneas de ensamble..... | 36 |
| 2.2.5.1. <i>Pared de Balanceo</i> | 36 |
| - Takt time..... | 36 |
| 2.2.5.2. <i>Balanceo de líneas por número de operarios</i> | 37 |
| 2.2.5.3. <i>Diagramas de PERT</i> | 37 |
| 2.2.6. Lean Manufacturing..... | 38 |
| 2.2.6.1. <i>VSM</i> | 38 |
| 2.2.7. Mejora Continua..... | 39 |
| CAPÍTULO III..... | 40 |
| MARCO METODOLÓGICO..... | 40 |
| 3.1 Ubicación..... | 40 |
| 3.1.1 Misión y visión..... | 40 |
| 3.1.2 Objetivo y eje fundamental..... | 41 |
| 3.1.3 Organigrama de la empresa..... | 42 |
| 3.1.4 Estructura operativa..... | 42 |
| 3.1.5 Situación de demanda y productividad..... | 45 |
| 3.2 Tipo de investigación..... | 47 |
| 3.3 Población y muestra..... | 48 |
| 3.4 Recolección de información..... | 49 |
| 3.4.1 Técnica de recolección..... | 49 |
| 3.4.2 Herramientas..... | 49 |
| 3.5 Procesamiento de la información y análisis..... | 51 |
| 3.5.1 Diagrama de Pareto..... | 51 |
| 3.5.2 Gestión por procesos..... | 52 |
| 3.5.3 Estudio de trabajo..... | 54 |
| 3.5.4 Balanceo de líneas..... | 59 |
| 3.5.5 Lean Manufacturing..... | 66 |
| CAPÍTULO IV..... | 69 |
| RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 69 |

| | | |
|------------------------------|---|-----|
| 4.1 | Plan de mejora | 69 |
| 4.2 | Reestructuración de procesos..... | 72 |
| 4.3 | Gestión por Procesos (mejorados) | 73 |
| 4.3.1 | Modelamiento en BPMN..... | 73 |
| 4.3.2 | Caracterización de Procesos | 81 |
| 4.4 | Estudio del Trabajo (mejorados)..... | 85 |
| 4.4.1 | Tiempo Básico..... | 85 |
| 4.4.2 | Tiempo Estándar..... | 86 |
| 4.5 | Balanceo de Líneas | 86 |
| 4.5.1 | Demanda | 86 |
| 4.5.2 | Takt Time | 87 |
| 4.5.3 | Tiempo de ciclo | 87 |
| 4.5.4 | Balanceo de líneas por número de operarios..... | 88 |
| 4.5.5 | Diagramas de PERT | 90 |
| 4.6 | Lean Manufacturing..... | 92 |
| 4.6.1 | VSM futuro | 92 |
| 4.7 | Análisis costo - beneficio..... | 94 |
| CAPÍTULO V | | 96 |
| CONCLUSIONES | | 96 |
| RECOMENDACIONES | | 98 |
| REFERENCIAS CONSULTADAS..... | | 99 |
| ANEXOS | | 104 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | | |
|-----------------|--|----|
| Tabla 1 | Ciclo a observar..... | 29 |
| Tabla 2 | Escala de factor de valoración..... | 31 |
| Tabla 3 | Referencial de suplementos..... | 32 |
| Tabla 4 | Fórmulas para determinar efectividad..... | 37 |
| Tabla 5 | Fórmulas de balanceo de línea | 38 |
| Tabla 6 | Estimación de productividad – Producción demandada | 46 |
| Tabla 7 | Estimación de productividad – Producción real..... | 46 |
| Tabla 8 | Herramientas aplicadas | 50 |
| Tabla 9 | Ponderación de Pareto..... | 51 |
| Tabla 10 | Diagrama de análisis de proceso | 54 |
| Tabla 11 | Determinación de tiempo de la Unidad..... | 55 |
| Tabla 12 | Cálculo de factor de valoración..... | 56 |
| Tabla 13 | Cálculo de tiempo normal | 56 |
| Tabla 14 | Cálculo de suplementos..... | 58 |
| Tabla 15 | Cálculo de tiempo estándar | 59 |
| Tabla 16 | Cálculo de efectividad..... | 63 |
| Tabla 17 | Cálculo de número de estación | 64 |
| Tabla 18 | Cálculo de peso posicional..... | 65 |
| Tabla 19 | Balanceo de línea | 66 |
| Tabla 20 | División por subprocesos | 66 |
| Tabla 21 | Ejes de la propuesta..... | 69 |
| Tabla 22 | Plan de mejora..... | 70 |
| Tabla 23 | Plan de acción | 72 |
| Tabla 24 | Diagrama de análisis de proceso - propuesto..... | 73 |
| Tabla 25 | Determinación de tiempo de la Unidad..... | 85 |
| Tabla 26 | Definición de tiempo normal | 85 |
| Tabla 27 | Definición de tiempo estándar | 86 |
| Tabla 28 | Cálculo de efectividad..... | 89 |
| Tabla 29 | Cálculo de número de estación | 90 |
| Tabla 30 | Cálculo de peso posicional propuesto | 91 |
| Tabla 31 | Balanceo de línea | 92 |
| Tabla 32 | División por subprocesos | 92 |
| Tabla 33 | Beneficios del proyecto..... | 94 |
| Tabla 34 | Costos del proyecto..... | 94 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | | |
|------------------|---|----|
| Figura 1 | Factores que determinan la productividad..... | 27 |
| Figura 2 | El proceso del estudio de trabajo..... | 33 |
| Figura 3 | Forma en la que se descompone el tiempo de trabajo..... | 34 |
| Figura 4 | Ubicación de embutidora FUNORSAL..... | 40 |
| Figura 5 | Organigrama de la empresa..... | 42 |
| Figura 6 | Área de recepción de materia prima..... | 43 |
| Figura 7 | Área de producción..... | 44 |
| Figura 8 | Área de Cocción..... | 44 |
| Figura 9 | Área de Bodega..... | 45 |
| Figura 10 | Demanda de jamón cocido 2022..... | 45 |
| Figura 11 | Diagrama de Pareto situacional..... | 52 |
| Figura 12 | Proceso de producción..... | 53 |
| Figura 13 | Cálculo del Takt Time..... | 60 |
| Figura 14 | Calculo del tiempo de ciclo..... | 60 |
| Figura 15 | Brecha..... | 61 |
| Figura 16 | Pared de balanceo..... | 62 |
| Figura 17 | Diagrama de proceso..... | 65 |
| Figura 18 | VSM actual..... | 68 |
| Figura 19 | Mapa de proceso general..... | 74 |
| Figura 20 | Mapa de proceso de gestión gerencial..... | 75 |
| Figura 21 | Mapa de proceso de planificación de producción..... | 76 |
| Figura 22 | Mapa de proceso de producción 1- 3..... | 77 |
| Figura 23 | Mapa de proceso de producción 2 - 3..... | 78 |
| Figura 24 | Mapa de proceso de producción 3 - 3..... | 79 |
| Figura 25 | Mapa de proceso de administración financiera..... | 80 |
| Figura 26 | Caracterización de gestión gerencial..... | 81 |
| Figura 27 | Caracterización de planificación de producción..... | 82 |
| Figura 28 | Caracterización de proceso de producción..... | 83 |
| Figura 29 | Caracterización de administración financiera..... | 84 |
| Figura 30 | Cálculo del nuevo Takt Time..... | 87 |
| Figura 31 | Cálculo del tiempo de ciclo..... | 87 |
| Figura 32 | Brecha - propuesta..... | 88 |
| Figura 33 | Diagrama de proceso propuesto..... | 91 |
| Figura 34 | VSM propuesto..... | 93 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| | |
|--|-----|
| Anexo 1 Facturación de los últimos años | 104 |
| Anexo 2 Facturación de los últimos años | 105 |
| Anexo 3 Mediciones preliminares | 106 |

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la institución que me abrió las puertas y brindó la oportunidad de realizar mi investigación, logrando culminar mi tesis. Finalmente, a la Ing. Natalia Montalvo por el apoyo, consejos y conocimientos para la elaboración de mi trabajo de titulación.

DEDICATORIA

Esta tesis va dedicada a mi familia quienes con su amor y esfuerzo me han impulsado a ser mejor cada día, que siempre ha creído en mí y en mis capacidades para seguir superándome tanto a nivel personal como a nivel académico.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL
MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN Y OPERACIONES INDUSTRIALES
COHORTE 2021

TEMA:

**MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN LOS PROCESOS PRODUCTIVOS
EN EMPRESAS DE CARNICOS**

MODALIDAD DE TITULACIÓN: Proyecto de Desarrollo

AUTOR: Ingeniero David Orlando Coello Allán

DIRECTOR: Ingeniera Natalia Alexandra Montalvo Zamora. Magister

FECHA: Viernes 24 de marzo de 2023

RESUMEN

El presente trabajo investigativo mantiene la objetividad de mejorar la productividad en el proceso de producción de jamón cocido en la empresa Embutidora FUNORSAL a través de la aplicación del estudio de trabajo; dado que la empresa mencionada mantiene una producción desordenada sin conocer la demanda, tiempos productivos y una correcta distribución de actividades, lo que provocaba una sobreproducción de 250 unidades mensuales, dado que se producían un aproximado de 1074 unidades, mientras que solo demandaban 824 unidades, dejando un desperdicio de 250 unidades de jamón. Se estableció el estado de arte y marco teórico donde se revisan teorías estrechamente relacionadas con el tema desarrollado, constituyendo luego los fundamentos metodológicos de la investigación, estableciendo un contexto inicial del objeto de estudio, como la definición de un diseño no experimental, con un enfoque cuantitativo y una tipología investigativa de campo y descriptiva. También se determina el método de muestreo para la definición del número adecuado de observaciones, definiendo como técnica de recolección a la observación directa y el establecimiento de herramientas, mismas que posteriormente brindan una situación actual determinando la eficiencia de la línea de producción. Finalmente, se establece un plan de mejoras, basado en los resultados obtenidos, mismo que plantea una serie de actividades con el fin de optimizar la línea, apostando por la redistribución de subprocesos y colaboradores, y el establecimiento de un control de producción, siendo esto verificado a través de un nuevo análisis de eficiencia técnica, determinando que existe una eficiencia del 54% con un desperdicio de tiempo no asignado de 488 segundos, mientras que al aplicar mejoras aumentó la eficiencia al 98% y una reducción de tiempos no asignado a 8,86 segundos.

DESCRIPTORES: EFICIENCIA, ESTUDIO DE TRABAJO, MEJORAMIENTO, PRODUCTIVIDAD, PROCESOS PRODUCTIVOS.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Introducción

A medida que el mundo se adapta a una nueva normalidad en la vida y el trabajo, después de los últimos eventos sucedidos como la pandemia, mejorar la productividad es el mayor desafío al que se enfrentan las organizaciones. En los últimos años, el modelo de trabajo híbrido ha generado cambios constantes en la estructura de las empresas, pues, se ha impuesto un nuevo orden en el manejo de la productividad de los empleados, lo que ha implicado mayores retos para los empleadores, por lo cual, la gestión de producción podría ayudar a las personas y a los equipos a mejorar la producción.

En efecto, la gestión de producción es una configuración o marco organizativo que ayuda a las personas y a los equipos a mejorar la gestión de la producción, esta mide la eficiencia con la que una organización o sus empleados convierten insumos, como mano de obra y capital, en productos, como bienes o servicios (Moreno, Reina, y Suárez, 2020). Generalmente se utilizan metas, incentivos, desarrollo y estrategias de comunicación para mejorar el desempeño de los empleados y ayudarlos a aumentar su producción. Todo ello con la finalidad de maximizar las ganancias del negocio, ya sea directamente, a través de una mejor productividad y calidad, o indirectamente, al retener a los mejores talentos, mejorarlos y proporcionarles responsabilidades adicionales.

De allí que, una buena gestión puede impulsar significativamente la producción, aumentando la capacidad de resistir situaciones adversas, e influyendo decisivamente en el cumplimiento de la producción de un negocio, y convirtiéndose en un elemento primordial en el contexto empresarial. Por esta razón, en la presente investigación se da un especial enfoque al mejoramiento de la gestión de la producción en los procesos productivos, teniendo como objeto de estudio, la Embutidora FUNORSAL, la cual es una pequeña empresa dedicada a la manufactura de productos cárnicos, los cuales son comercializados con la marca “Salinerito”.

Para su desarrollo del estudio, se contempla una metodología de naturaleza o enfoque cuantitativo, considerando el manejo de datos numéricos relacionados con los tiempos del proceso productivo. De igual manera, se contempla una tipología documental, orientada a la revisión de documentos propios de la empresa para el análisis de la fase de producción de jamón cocido. Del mismo modo, para la recolección de información se empleó la técnica de observación directa al objeto de estudio, todo ello como parte de un proceso de investigación de campo.

Por otro lado, con relación a la metodología técnica empleada, se destaca la aplicación de cálculos de tiempos concernientes al proceso productivo del jamón cocido a través del *Takt Time* y *Cycle Time*, adicionalmente en la medición del ritmo de trabajo se considera el método de Westinghouse utilizado ampliamente en empresas consiste en evaluar la actuación del operario, calificando cuatro factores claves: Habilidad, Esfuerzo, Condición y Consistencia.

Finalmente, dentro de las limitaciones encontradas en el desarrollo de la presente investigación, se menciona las limitaciones mismas del proceso de recolección de información, debido a que, a pesar de que se contó con la apertura por parte de la organización para llevar a cabo el estudio, se debía prever la no afectación del proceso productivo.

1.2 Justificación

El presente trabajo investigativo se lleva a cabo con la finalidad de abordar la problemática evidenciada en la empresa Embudidora FUNORSAL, la cual mostró desorganización y escaso control en los procesos productivos, presentando mayor complicación en los procesos y subprocesos relacionados con la elaboración del jamón cocido. Es importante recalcar, que esta empresa, a lo largo de su vida operativa, no ha realizado ningún tipo de estudio acerca del mejoramiento de procesos, lo que conlleva a desconocer la cuantificación de los desperdicios como (Transporte, Inventario, Movimiento, Espera, Sobreproducción, Sobre procesamiento y Defectos), existiendo falencias vinculadas con el desperdicio de Sobreproducción, lo que deriva en una falta de control.

Esta situación que se vio evidenciada ante la crisis que generó la pandemia, donde las jornadas de producción eran variables, debido a la situación y la inestabilidad de la

demanda del producto, ya que muchos clientes-distribuidores cesaron sus operaciones. La empresa también se enfrentó a la necesidad económica de operar con un número reducido de colaboradores, prescindiendo de la mano de obra de varios de ellos, lo cual conllevó a tener operaciones inestables, ya que se produce de manera empírica sin tener en consideración un plan de producción. Hoy en día la empresa Embutidora FUNORSAL se encuentra en una de incremento progresivo de la demanda de producto, considerando el retorno de clientes perdidos en la pasada crisis, sin embargo, aún se continúa con una producción sin mantener u referente de la demanda.

En este orden de ideas, a pesar de ser una oportunidad de crecimiento económico para la organización, esto ha desencadenado una vez más, una problemática en la empresa, dado que sigue sin mantener un control de los desperdicios ante sus procesos productivos. Esta situación en ocasiones ha conllevado a la existencia de sobreproducción de jamón cocido, teniendo que almacenar dicho producto, lo que ha generado pérdidas a la organización, al incrementar los costos de inventarios y merma de producto terminado, dado a la durabilidad que este presenta. Siendo este el factor primordial para el desarrollo del presente estudio.

Es importante tener en claro que las organizaciones están en la constante necesidad de mantener bajos costes, acelerar la productividad, reducir cualquier tipo de desperdicio y sostener la competitividad, gran parte de esto puede hacerse a través de la implantación de la Mejora Continua (Alvarado y Pumisacho, 2017). Por lo tanto, la propuesta a desarrollarse en la empresa Embutidora FUNORSAL se centran en el desarrollo de un plan de acción basada en el uso de herramientas ligadas la filosofía *Lean manufacturing*, con la finalidad de reducir la cantidad de mudas en el proceso de producción, tales como: tiempos muertos, demoras en el transporte de materiales, ocurrencia de productos no conformes, operación de máquinas, niveles de inventario, sobreproducción, errores de los operarios, debido a que estas situaciones afectan la productividad y el crecimiento de la empresa para que pueda ser más competitiva en la industria y mantenerse en el mercado.

El proceso productivo analizado, corresponde al que permite la elaboración de jamón cocido, el cual ha presentado una tendencia con muy poca variabilidad en su demanda a lo largo del año 2022, con una comercialización de 824 unidades por mes. Entre el análisis de la demanda se logró identificar problemas de sobreproducción, dado que la

empresa embutidora FUNORSAL mantiene de una producción promedio real de 1080 unidades.

Sin embargo, la demanda del mercado solo adquiere un promedio de 824 unidades, teniendo así una sobreproducción de 250 unidades, teniendo cuenta que el estimado del precio de venta de cada unidad es de \$4,50, dan un total \$1.152, lo cual se convierte en desperdicio o pérdida para la empresa, dado que el tiempo de caducidad del producto se limita a un mes, estos tienden a ser desechados.

Como principal beneficiario de este estudio, se tiene a la empresa Embutidora FUNORSAL, en vista de que se espera mejorar el proceso de producción de jamón cocido haciendo que este sea eficaz y eficiente, produciendo mejores resultados en menos tiempo, lo que corresponde una mejor utilización de recursos por parte de la organización y deriva en la reducción de pérdidas a futuro. Por otro lado, las acciones de mejoras también benefician al relacionamiento con los clientes, a raíz de un incremento en su satisfacción ante los tiempos de espera, calidad del producto y eficiencia general.

Finalmente, uno de los beneficiarios indirectos corresponde a los consumidores, puesto que al mantener un proceso correctamente optimizado se garantiza que el producto recibido mantenga la calidad apropiada y se encuentre totalmente fresco y no proviene de un inventario.

A nivel académico, esta investigación pretende aplicar las herramientas de ingeniería aprendidas y desarrolladas durante la especialización, dando como resultado una propuesta de valor que impulse a la empresa como foco de investigación en sus esfuerzos por mejorar los procesos, no solo operativamente, sino también estratégica y tácticamente. Todo ello con el fin de poder comprender los diversos problemas que surgen en el proceso de fabricación, las relaciones causales de los residuos y su impacto en los resultados comerciales a nivel productivo y financiero a través del control y seguimiento adecuados.

1.3 Objetivos

1.3.1 General

Mejorar la productividad del proceso productivo de una “EMPRESA DE CARNICOS” mediante la aplicación del Estudio del Trabajo.

1.3.2 Específicos

- Levantar los procesos productivos y los datos iniciales de la productividad de la “Embutidora FUNORSAL” mediante la aplicación del estudio del trabajo.
- Analizar los tiempos actuales mediante la metodología de estudio de tiempos para estandarizar el proceso productivo.
- Calcular el Takt Time y VSM para proponer acciones de mejora en la disminución de los tiempos de la cadena productiva.
- Proponer acciones de mejora.
- Analizar el costo-beneficio de las acciones de mejora.

CAPÍTULO II

ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Mejorar la productividad en el proceso de producción de cualquier producto en la actualidad ha implicado grandes desafíos, y sobre todo un orden y seguimiento de los procesos, para lo cual hoy en día, se han desarrollado muchas metodologías de trabajo en las ingenierías que han sumado a la eficiencia, siempre dependiendo de las condiciones y de las características de la empresa. En las siguientes líneas se presenta de forma muy breve, el recorrido que ha tenido el tema de estudio, vinculado con la necesidad de mejorar la productividad en los procesos productivos de una empresa de cárnicos, usando para ello, la metodología de estudio de trabajo y otras técnicas para valorar el proceso como Westinghouse, propia del sistema de trabajo *Lean Manufacturing*.

2.1. Estado del arte

En la década de 1950, Eiji Toyoda y Taiichi Ohno estandarizaron con eficiencia la línea de montaje y agregaron el concepto de trabajo en equipo para construir el Sistema de Producción Toyota. *John Krafcik* introdujo el término "manufactura esbelta" que fue popularizado por *Womack*. *Lean Manufacturing* (producción esbelta) es una metodología que persigue la eliminación de desperdicios dentro de las operaciones de una organización a través de un conjunto de herramientas que permiten agilizar la producción productos y servicios al ritmo de la demanda. Es decir, "todas aquellas actividades que no aportan valor al producto, y por las cuales el cliente no está dispuesto a pagar" (Vargas-Hernández, Muratalla-Bautista, y Jiménez-Castillo, 2016, p. 154).

Dentro de esta herramienta Esbelta, existen una colección de técnicas, que fueron desarrolladas inicialmente en Japón en la producción de automóviles, pero que en la actualidad, han sido aplicadas ampliamente en los procesos de manufactura, y más recientemente, en la ingeniería industrial y mejoramiento de procesos de producción de las empresas de diversos productos. Estas herramientas han llegado a determinar que muchas empresas desperdician hasta un 70% de sus recursos.

Grasso-Vignieri y Veroes-Restrepo, (2016) desarrollaron un estudio sobre "Mejoras en la eficiencia de un sistema de producción de embutidos de jamón, mediante la

modificación de la distribución en planta de sus líneas de producción de una empresa con sede en Caracas para el año 2016”, en el que se plantearon como objetivo “Determinar mejoras en la eficiencia de un sistema de producción de embutidos de jamón, mediante la modificación de la distribución en planta de sus líneas de producción”. En el trabajo buscaban conseguir mayor productividad de la empresa, mejor eficiencia en el flujo de los procesos.

El trabajo se basó en una metodología de campo, de carácter descriptivo, en la que aplicaron como procesos para levantar información la observación y entrevistas, además, se emplearon algunos programas informáticos como Autocad, 2014 y Visio en Microsoft 2010. Se empleó la hoja de trabajo en una etapa intermedia entre el diagrama de relación de actividades y los diagramas adimensional de bloques. Se planteó el diagrama de flujo de procesos, y la respectiva tabla de procesos.

Los resultados permitieron caracterizar el proceso de producción de jamones en cada una de sus fases, y generar una propuesta, esta se compone de una hoja de trabajo en relación con las actividades que realiza cada departamento. En esta propuesta se hizo un cálculo para obtener el indicador que permitiera comparar los resultados obtenidos con los teóricos del estudio. Seguidamente, se propuso una segunda propuesta de un diagrama de flujos (Layout) un diagrama de relación de actividades, y el diagrama adimensional por bloques.

De todas las propuestas realizadas se concluye que la propuesta 2 del diagrama de flujo fue la más óptima, debido a que previene el congestionamiento de actividades de recepción y despacho de materia prima, además el recorrido es menor a la 1, con una diferencia de 40 metros. Es decir, esta segunda propuesta de flujo de actividades basadas en la hoja de trabajo es más eficiente en movimiento, tiempo y espacio. Es menester destacar que, la implementación de mejoras en los procesos de producción de embutidos se deben basar en planes de mejoras, con conocimiento de cada uno de los procesos que se llevan a cabo en la empresa, para lo cual, el personal capacitado es crucial para el incremento de la productividad y la reducción de los tiempos, para lo cual, la implementación de nuevas tecnologías de procesos y filosofías de trabajo siempre es una opción viable que puede sumar decisivamente a la eficiencia de los procesos de producción y por tanto, a la mejora de la productividad de las empresas.

Por otra parte, en un estudio desarrollado en el contexto peruano por Belleza-Soriano, (2017) en el que aplicó la metodología de estudio de trabajo para mejorar la producción de salchichas en una empresa en Chorrillos de Lima. En la misma se detectaron un conjunto de problemas en la empresa, especialmente en los procesos de producción del producto. Esta aplicó la metodología de trabajo, logrando alcanzar un aumento en el nivel de productividad del proceso de la línea de producción de las salchichas en un 43,53%. En este sentido, el promedio de mejora registrado fue de 13,33% y la eficiencia en un 26,63% en el proceso de embutido. Se trató de un estudio cuasiexperimental, en el que se buscaba la mejora de los procesos, por lo que, la metodología de trabajo contribuyó a generar mayor eficiencia en esta empresa de salchichas y embutidos.

Otro caso de estudio es el que presenta Arango Vásquez en Colombia, este autor analiza la competitividad en procesos de servicios: Lean Service. Aplicó la metodología del estudio de caso, a través de un análisis y revisión de la literatura, en el que se enfocó en aquellos estudios que aplicaron esa filosofía de trabajo al sector servicios. Uno de los hallazgos importantes del autor es que los estudios son escasos, lo que hace que estos estudios, deban incrementarse en diversos sectores económicos.

En esta línea, el autor subrayó que los estudios encontrados sobre el Lean Service, realizados a través de diversas técnicas, demostraron una mejora significativa en los procesos, por lo cual concluye, que se trata de una metodología que contribuye a las mejoras de los indicadores de los procesos, a la vez, un soporte para la producción en las empresas, por lo cual recomienda ampliamente que se empleen de forma regular en las empresas.

Otros estudios científicos sobre la implementación de herramientas *Lean* han demostrado la eficiencia de esta herramienta en los procesos de las empresas no solo en el sector de manufactura, sino en otros sectores como servicios, y producción de alimentos. En el estudio de Vargas-Hernández, Muratalla-Bautista, y Jiménez-Castillo, (2018) se indica que, de acuerdo con los análisis realizados a las diversas investigaciones y estudios de casos, puede añadir que esta herramienta es exitosa y positiva para las empresas, porque contribuyen a mejorar los procesos, y estas mejoras redundan en beneficios como la reducción de los costos, mejora en la administración de los tiempos, uso eficiente de los recursos.

Aunque señala dos aspectos básicos que deben tomarse en cuenta, el primero indicó que esta filosofía debe ser aplicada al menos en un rango de dos años como mínimo para empezar a ver resultados favorable, y en segundo lugar la disciplina y constancia que se debe tener, ya que si bien, muchas empresas desean resultados rápidos, y por la premura dejan de aplicarlo, y esto se revierte, pudiendo regresar a la misma situación que cuando se empezó.

A nivel nacional

En el sector industrial ecuatoriano, la implementación de herramientas *Lean* ha sido una alternativa muy atractiva para mejorar la productividad, por lo que muchas empresas han optado por practicarla. Esto ha quedado comprobado en un estudio realizado a 84 compañías, del cual el 78,5% mencionaron que aplicaban este instrumento. También se verificó que, en el mismo sector, el 63% tenía algún tipo de conocimiento sobre ese sistema, contra sólo el 37% que no tenía ninguna noción sobre su utilidad.

Un caso parecido sucede en el sector servicios, donde el 54% afirmaba haberla usado versus el 46% que mencionaba que no la han aplicado. En otro estudio llevado a cabo al sector industrial en Ambato, se encontró que las prácticas *Lean* se estarían llevando en un 78,5%, así mismo, se determinó que existe un conocimiento del sistema en un 63%, frente a un 37% que la desconoce totalmente. Todos estos porcentajes permiten establecer que el sistema *Lean* es aplicado en la mayor parte de empresas, y que las diferencias entre el uno y el otro se justifican a través del pensamiento *Lean*, ya que, históricamente ha sido más asociado a la manufactura que a la distribución o comercio (Ortega y Vaca, 2018).

Por su parte, Proaño-Pachecho, (2022) en su estudio “Propuesta de mejora de la productividad en una línea de cárnicos cocidos mediante un estudio de trabajo y aplicación de herramientas *Lean Manufacturing*”, plantean la propuesta para mejorar una línea de cárnicos cocidos en una empresa a través de un estudio de trabajo y del empleo de una de las herramientas utilizadas en la tecnología *Lean Manufacturing*.

Se realizó un diagnóstico de la productividad, sobre cuatro productos específicamente, para lo cual se empleó un estudio de los tiempos, obteniéndose un tiempo estándar de 50.7 horas para la costilla cocida, mientras que para las alitas bbq se obtuvo 34.0,

ahora para el pollo cocido 49, y finalmente para el cerdo cocido 35.7 respectivamente. Subsiguientemente se hizo una representación gráfica de los cuatro procesos en un mapa de flujo de valor, esto con el fin de ver la situación actual, para determinar cuáles son las actividades que no sumaban valor a cada proceso, y en función de ello, recomendar las respectivas mejoras.

Para la propuesta de mejora, se efectuó un cálculo del nuevo tiempo estándar, en el que se percibió una reducción de actividades innecesarias, que no aportaban valor en un 75.7% para las alitas bbq cocidas, 49.1% la costilla cocida, 47.6% pollo cocido y el cerdo redujo un 5.5% aquellas actividades que no sumaban valor, y 3.6% las necesarias que no agregaban valor.

Para la productividad calculada, se incrementó 8.3% para la costilla cocida, 17.7% las alitas bbq cocidas, 10% el pollo cocido y 12.5% el cerdo cocido. La totalidad de estos datos registrados fueron ingresados a un mapa de flujo de valor con la situación futura, en la que se evidenció la mejora considerable los tiempos de los procesos. Esto permite indicar que las operaciones del sistema si mejoraron, lo que le otorga una mayor productividad y, por tanto, capacidad en la preparación de los cuatro productos seleccionados.

González-Calle, Maldonado-Matute, y Sinmaleza-Quezada, (2019) desarrollaron un estudio en la ciudad de Cuenca, en el cual se plantearon como objetivo, analizar la cadena de valor de las empresas de producción y procesamiento de cárnicos en esta ciudad. Aplicaron cuestionarios para recabar información sobre la cadena de valor. Los resultados demostraron que las empresas de cárnicos en la ciudad de Cuenca generan un importante número de plazas de empleo, no obstante, desde el año 2012 se presentaron impactos negativos en la cadena de valor, y es que la mayor debilidad está en el recurso humano, quienes no están preparados para el manejo de la producción, por ello el estudio recomendó emplear acciones para revertir ese proceso, convirtiendo las desventajas presentadas en oportunidades de mejora.

Por su parte, Chimborazo-Rocha (2017) realizó un estudio cuantitativo en Latacunga, en el que se planteó como objetivo, investigar los beneficios que producirá el Balance de líneas en los procesos productivos de una empresa de producción de salchichas y salsas. Esta empresa venía de tener una baja producción de los productos, por ello, el

estudio se enfocó en investigar los beneficios que produciría el balance de líneas en los procesos productivos de la empresa. Para ello, se emplearon actividades de revisión de procesos a través de técnicas como la observación y la metodología de balance de líneas.

Los resultados otorgaron gran soporte a la herramienta utilizada, la cual, de acuerdo al autor, mejoró el proceso y sumó a la eficiencia. Aunque indicó que es necesario incorporar nuevas herramientas de medición y control, siempre que se ajusten a la realidad de la empresa y al tipo de procesos que se llevan a cabo en la misma.

Lo expuesto previamente da como resultado una importante desventaja competitiva de las micro y pequeñas empresas al poseer un escaso o nulo conocimiento sobre las herramientas *Lean*, por lo que para satisfacer las necesidades de los stakeholders y cumplir con los requerimientos de calidad del producto se basan en conocimientos empíricos. Esto ocasiona que no controlen su proceso y produzcan sin control; y, por ende, que exista una gran cantidad de desperdicios en las fases productivas. En resumen, el estudio de trabajo en las micro y pequeñas empresas es la mejor opción para eliminar desperdicios, tener mayor competitividad y, sobre todo, mejorar la calidad del producto.

2.2. Marco teórico

En las siguientes líneas se presentan los aspectos teóricos sobre el tema, fundamentales para la comprensión del estudio.

2.2.1. Productividad

¿Qué es la productividad?, según Prokopenko, (2023) la productividad puede ser entendida como la relación entre la producción obtenida por un sistema de producción o servicios y los recursos usados para obtenerla, es decir, es el uso eficiente de los recursos como el trabajo, capital, tierra, materiales, energía, información en la producción de bienes y servicios. La productividad en términos concretos no es más que la capacidad de una industria para producir, la cual puede ser medida en términos de indicadores sobre aspectos como mano de obra, capital, tiempo, dentro del rango del periodo determinado.

Según Ramírez-Méndez, Magaña-Medina, y Ojeda-López, (2022), la productividad se define como la forma en la que son utilizados los recursos, o los factores de

producción, materia prima, etc., para crear los bienes y servicios que luego tendrán como destino el mercado. Su fin último es optimizar los recursos financieros, materiales el capital humano durante el proceso de producción a fin de generar mayores ventajas productivas, y en un menor tiempo posible.

La productividad es la rapidez con la que se lleva a cabo una determinada actividad, trabajo, tareas, física o mental para lograr un objetivo. Esta se basa en un determinado producto e insumos, que genera productividad.

$$\frac{\text{Producto}}{\text{Insumo}} = \text{productividad} \quad (1)$$

La productividad se asocia con los resultados y el tiempo que se invierte para conseguirlos, el tiempo es un denominador clave en este proceso, por ello es que, mientras menor sea el tiempo invertido a un trabajo mayor será su productividad (Prokopenko, 2023). Esta puede ser entendida como la relación entre el total obtenido y en un proceso productivo con los recursos debidamente utilizados.

2.2.1.1. Mejoramiento de la productividad

El mejoramiento de la productividad implica dos componentes básicos que son: la eficiencia y la eficacia, estas determinan la productividad (Ramírez-Méndez, Magaña-Medina, y Ojeda-López, 2022). Aunque, la eficiencia es un factor primordial dentro de la productividad, esta suma a la productividad, pero no es lo mismo.

La eficiencia comprende el total de recursos, la cantidad que fueron empleados en el proceso, y cuántos pudieron haber sido desperdiciados. La eficiencia es una de las herramientas que se encargan de medir los factores económicos y técnicos necesarios para la minimización de los costos y transformar los insumos en productos.

Mientras que la eficacia corresponde a los resultados alcanzados para cumplir con las metas y objetivos requeridos y necesarios para la calidad de la producción. La eficacia es una capacidad que posee la empresa de lograr ese cumplimiento, con el menor aporte de ingresos y recursos posibles. La diferencia entre estas dos es que la eficiencia se enfoca en el proceso, en encontrar los medios, las técnicas, métodos y procedimientos adecuados que permitan un mejor uso de los recursos disponibles. Y la eficacia se basa en el análisis de seguimiento con los insumos previamente

establecidos y las actividades asignadas (Ramírez-Méndez, Magaña-Medina, y Ojeda-López, 2022).



Figura 1 Factores que determinan la productividad

Fuente: Fontalvo-Herrera, Hoz-Granadillo, y Morelos-Gómez (2017).

Potencializar la productividad en la identificación y aplicación de tecnologías validadas que generen conocimientos prácticos para que esta producción se tecnifique a fin de incrementar su nivel de eficiencia.

2.2.2. Procesos

Los procesos en su definición genérica se conocen como un conjunto de actividades planificadas para lograr unos resultados. Los procesos son una secuencia lógica de actividades que buscan lograr un cometido u objetivo. Los procesos pueden aplicarse a diversos ámbitos, en especial a los procesos que se generan en una determinada organización o empresa.

2.2.3. Gestión por procesos

La gestión por procesos bajo la norma ISO 9001:2015 se refiere a un sistema de planificación basada en un principio esencial que da garantía al sistema de gestión de calidad en una determinada empresa pública o privada. Estas normas ISO 9001 fueron elaboradas por la Organización Internacional para la Estandarización, las cuales pueden ser aplicadas a una empresa indistintamente del tipo de actividad a la que se dedique y del tamaño (isotools excelence, 2023).

La estructura de la norma ISO 9001:2015 se compone de las Referencias normativas, términos y definiciones, alcance, contexto organizativo, liderazgo, planeación, soporte, operaciones, evaluaciones de desempeño y mejora (Palate-Cunalata, 2019).

El mismo busca asegurar la calidad en diversos procesos que se llevan a cabo en una empresa

La gestión por procesos es un enfoque de gestión integrada de todos los procesos que se llevan a cabo en una organización. Es decir, la gestión por procesos se puede percibir como un sistema integral por procesos que funcionan como el núcleo que genera cambios estratégicos en las empresas (Zaratiegui, 2020). La gestión por procesos permite reflexionar sobre la necesidad de que una empresa este organizada para poder lograr los objetivos predeterminados, para lo cual es necesario que esta cuente con la optimización de los recursos, así como del conocimiento técnico para que se puedan desarrollar los procesos de forma adecuada.

Los procesos constituyen la base operativa de la empresa y de manera progresiva se convierten en la estructura de estas, por cuanto son secuencias de actividades ordenadas de forma lógica que se orientan hacia la transformación y la mejora de las empresas, que le permita adecuarse y participar en el mercado. En definitiva, la gestión por procesos en industrias de producción funciona como el aspecto clave sobre el cual se orienta el trabajo hacia la satisfacción de necesidades y expectativas de los clientes, esto a través del diseño de procesos con un elevado valor agregado (Jordán-Vaca, Jordán-Vaca, Verdesoto-Valestegui, y Ludeña-Yaguache, 2017).

2.2.3.1. Procesos productivos

La gestión de procesos productivos que son desarrollados en una determinada empresa, a partir del enfoque de gestión por procesos; estos buscan mejorar la eficiencia y competitividad del producto en el mercado. En este sentido, existen diversos enfoques de gestión de procesos productivos, dentro de ellos se destaca el enfoque de producción ajustada o Lean.

El sistema Lean Management, este es uno de los sistemas que fue desarrollado por Toyota, el cual implica mejorar en todos los aspectos de la competitividad, sean esta, la productividad, los costes, la calidad, el tiempo de respuesta, la flexibilidad y la variedad en los productos. Este aplicado como una filosofía o principios a la producción industrial se conoce como *Lean Manufacturing* (Arbós, 2012). El *Lean Manufacturing* es una metodología de calidad que persigue el incremento de la eficacia y la eficiencia en las operaciones de una empresa.

2.2.4. Estudio de trabajo

2.2.4.1. Tiempo básico

- General Electric

La metodología General Electric se compone de una matriz de planeación estratégica que fue desarrollada en un principio para analizar empresas en los EEUU, con un enfoque orientado hacia el conocimiento de la situación de competitividad de los negocios de modo que se pudieran adoptar estrategias de crecimiento, equilibrio y permanencia (Cevallos, 2023). En esencia esta metodología plantea la construcción de una matriz con nueve celdas y dos dimensiones, la fortaleza de la unidad estratégica de la empresa (eje horizontal: fuerte, promedio, débil) y el mercado atractivo de la industria (eje vertical: bajo, medio, alto).

La metodología relacionada con General Electric se enfoca en la medición tiempos, la misma que nos proporciona los ciclos a cronometrar de acuerdo con el tiempo de realización de la actividad, misma que se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1 *Ciclo a observar*

| Tiempo de ciclo (minutos) | Número de ciclos que cronometrar |
|----------------------------------|---|
| 0.10 | 200 |
| 0.25 | 100 |
| 0.25 | 60 |
| 0.75 | 40 |
| 1.00 | 30 |
| 2.00 | 20 |
| 4.00 – 5.00 | 15 |
| 5.00 – 10.00 | 10 |
| 10.00 – 20.00 | 8 |
| 20.00 – 40.00 | 5 |
| Más de 40.00 | 3 |

Fuente: (Cevallos, 2023) Muestra los ciclos a cronometrar correspondiente al sistema de la General Electric.

- Westinghouse

Se trata de un método desarrollado por la *Westinghouse Electric Corporation*, para evaluar la eficiencia del operador en términos de su concepto de un operario normal

que ejecuta el mismo elemento. Esta metodología estipula cuatro fases para la medición del desempeño del operario: habilidad, esfuerzo, condiciones, consistencia (Jiménez-Bermúdez, 2023).

¿Para qué sirve?

Este método sirve para nivelar las actividades que se llevan a cabo y el tiempo que se invierte evaluando los factores. Dicha valoración es la medición de actividades del operario en el proceso del estudio de los tiempos, en torno a una actividad normal que se realizan en la empresa (Molina-Páez, 2020).

¿Cómo funciona?

En este método el observador debe evaluar el proceso y colocar una de seis categorías: deficiente, aceptable, regular, buena, excelente u óptima, a la habilidad que expresa un operario. Se trata de una demostración de la voluntad de este operario en trabajar con eficiencia, por lo cual, su desempeño es representativo de la rapidez con la que aplica dicha habilidad (Jiménez-Bermúdez, 2023).

En la determinación del factor de valoración para cada una de las actividades previstas en el proceso, se toma a consideración el sistema de calificación propuesto por Westinghouse, la cual se considera como una de la más usadas por su consideración de cuatro factores de valoración en los operarios, otorgando un criterio de valor para cada factor, entre los factores evaluados se encuentran:

- Habilidad. – corresponde a la destreza que muestra el operario en la realización de su trabajo, tomando en cuenta la experiencia y las aptitudes del colaborador, dispone de 6 clases para calificar.
- Esfuerzo. – este factor hace referencia a la manifestación de la voluntad de trabajo por parte de los colaboradores, teniendo a consideración la forma en la que aplica sus habilidades, la velocidad y el control del que disponga, se tiene un total de 6 clases para calificar.
- Condiciones. – por otro lado, este aspecto evalúa factores que afectan directamente el trabajo y desempeño del colaborador, de los cuales pueden ser la iluminación, ventilación, ruido y temperatura, en este factor existen 6 clases de valoración.

- **Consistencia.** – Finalmente, este factor hace referencia a la frecuencia con la que realiza una actividad los colaboradores, es decir, que los valores elementales de tiempo que se repiten indican una consistencia más o menos exacta, en este factor existen 6 clases de valoración.

Tomando en cuenta las definiciones de cada factor, se presenta la tabla que recopila las clase y coeficientes de valoración de estos.

Tabla 2 *Escala de factor de valoración*

| Criterios | Habilidad o destreza | | Criterios | Esfuerzo o empeño | |
|---------------------|-----------------------------|------------|--------------------|--------------------------|-------------|
| A1 | + 0.15 | Extrema | A1 | + 0.13 | Excesivo |
| A2 | + 0.13 | | A2 | + 0.12 | |
| B1 | + 0.11 | Excelente | B1 | + 0.10 | Excelente |
| B2 | + 0.08 | | B2 | + 0.08 | |
| C1 | + 0.06 | Buena | C1 | + 0.05 | Bueno |
| C2 | + 0.03 | | C2 | + 0.02 | |
| D | 0.00 | Medio | D | 0.00 | Medio |
| E1 | - 0.05 | Regular | E1 | - 0.04 | Regular |
| E2 | - 0.10 | | E2 | - 0.08 | |
| F1 | - 0.15 | Malo | F1 | - 0.12 | Malo |
| F2 | - 0.22 | | F2 | - 0.17 | |
| Consistencia | | | Condiciones | | |
| +0.04 | A | Perfecta | +0.06 | A | Ideales |
| +0.03 | B | Excelente | +0.04 | B | Excelentes |
| +0.01 | C | Buena | +0.02 | C | Buenas |
| 0.00 | D | Medias | 0.00 | D | Medias |
| -0.02 | E | Regulares | -0.03 | E | Regulares |
| -0.04 | F | Deficiente | -0.07 | F | Deficientes |

Fuente: (Jiménez-Bermúdez, 2023) Muestra las clases de valoración correspondiente al sistema de calificación Westinghouse.

Para la determinación del coeficiente de suplementos se realiza la estimación de suplementos, a la cual consiste en la adición de un margen o tolerancia, considerando las interrupciones que se puedan presentar en el trabajo, de acuerdo con la tabla estandarizada de suplementos.

Tabla 3 Referencial de suplementos

| 1 SUPLEMENTOS CONSTANTES | Hombres | Mujeres |
|--|---------|---------|
| Suplementos por necesidades personales | 5 | 7 |
| Suplemento básico por fatiga | 4 | 4 |
| 2 CANTIDADES VARIABLES AÑADIDAS AL SUPLEMENTO BASICO POR FATIGA | | |
| a) Suplemento por trabajar de pie | 2 | 4 |
| b) Suplemento por postura anormal | | |
| Ligeramente Incómoda | 0 | 1 |
| Incómoda (inclinado) | 2 | 3 |
| Muy Incómoda | 7 | 7 |
| c) Levantamiento de Pesos y Uso de Fuerza | | |
| <i>Peso levantando o fuerza ejercida (kilos):</i> | | |
| 2.5 | 0 | 1 |
| 5 | 1 | 2 |
| 7.5 | 2 | 3 |
| 10 | 3 | 4 |
| 12.5 | 4 | 6 |
| 15 | 6 | 9 |
| 17.5 | 8 | 12 |
| 20 | 10 | 15 |
| 22.5 | 12 | 18 |
| 25 | 14 | |
| 30 | 19 | |
| 40 | 33 | |
| 50 | 58 | |
| d) Intensidad de la luz | | |
| Ligeramente por lo debajo de lo recomendado | 0 | 0 |
| Bastante por debajo | 2 | 2 |
| Absolutamente Insuficiente | 5 | 5 |
| e) Calidad del Aire | Hombres | Mujeres |
| Buena Ventilación o aire libre | 0 | 0 |
| Mala Ventilación, pero sin emanaciones tóxicas ni nocivas | 5 | 5 |
| Proximidad de hornos, calderos. Etc. | 5 | 15 |
| f) Tensión Visual | | |
| Trabajos de cierta presión | 0 | 0 |
| Trabajos de precisión o fatigosos | 2 | 2 |
| Trabajos de gran precisión o muy fatigosos | 5 | 5 |
| g) Tensión Auditiva | | |
| Sonido continuo | 0 | 0 |
| Intermitente y fuerte | 2 | 2 |
| Intermitente y muy fuerte | 5 | 5 |
| Estridente y fuerte | 8 | 8 |
| h) Proceso bastante complejo | | |
| Proceso complejo o atención muy dividida | 1 | 1 |
| Muy complejo | 4 | 4 |

| | | |
|-----------------------------|---|---|
| i) Monotonía: Mental | | |
| Trabajo algo monótono | 0 | 0 |
| Trabajo bastante monótono | 1 | 1 |
| Trabajo muy monótono | 4 | 4 |
| j) Monotonía: Física | | |
| Trabajo algo aburrido | 0 | 0 |
| Trabajo aburrido | 2 | 1 |
| Trabajo muy aburrido | 5 | 2 |

Fuente: (Jiménez-Bermúdez, 2023) *Muestra la valoración de los suplementos correspondiente al sistema de calificación Westinghouse.*

2.2.4.2. Tiempo estándar

- OIT

El estudio de trabajo es definido por la Organización Mundial del Trabajo (OIT, 1995, p. 9) como “el examen sistemático de los métodos para realizar actividades con el fin de mejorar la utilización eficaz de los recursos y establecer normas de rendimientos con respecto a las actividades que se están realizando”. La definición se puede interpretar como un proceso de análisis crítico y riguroso de los posibles métodos, metodologías y alternativas más adecuada y pertinente que se pueden aplicar para casos relacionados con las ingenierías de procesos.

El estudio de trabajo es una metodología por excelencia aplicada como alternativa para mejorar la productividad, porque de acuerdo con la OIT, ha sido utilizada como un medio eficaz en el manejo de la mejora de la producción. Este estudio posee como fin analizar la forma de realizar cada actividad, de simplificar, ajustar o modificar el proceso operativo que ayude a reducir el trabajo innecesario o excesivo. Su uso es de gran ayuda, porque permite reducir costos, ahorrar recursos en general.

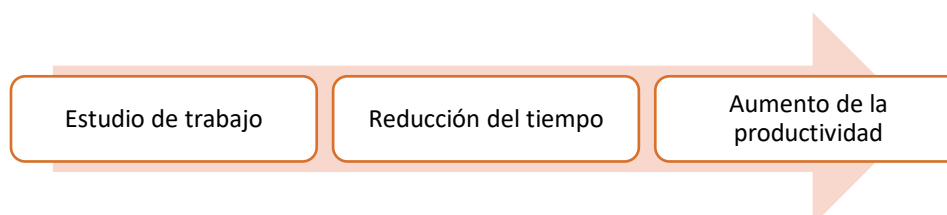


Figura 2 *El proceso del estudio de trabajo*

Fuente: OIT (1995).

Para entender este proceso, es necesario conocer cómo se mide el tiempo, como podemos ver en la figura 3 de acuerdo con la OIT, se mide en:

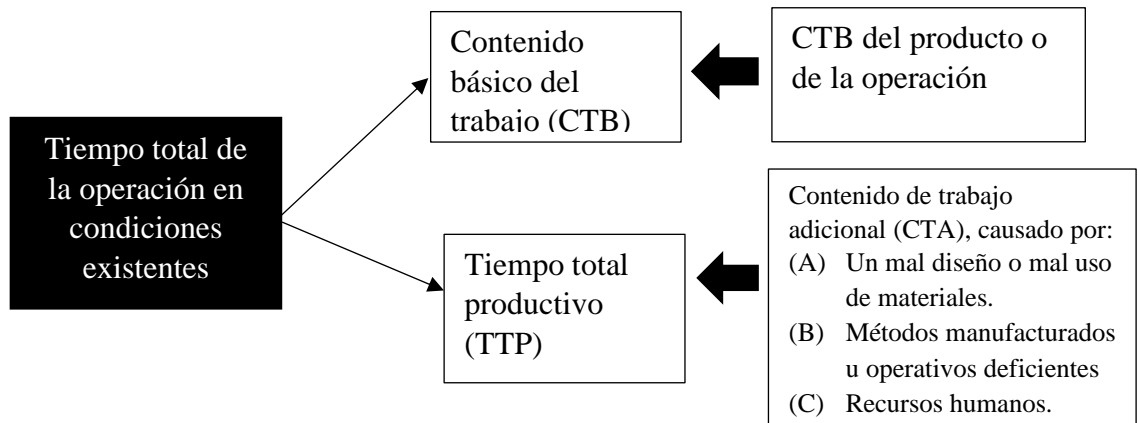


Figura 3 Forma en la que se descompone el tiempo de trabajo

Fuente: OIT (1995).

Para entender estos esquemas, el prenombrado organismo indica que:

- 1 hora de trabajo es equivalente al trabajo de una persona en una hora,
- 1 hora-maquina, es el funcionamiento de la máquina o parte de su instalación en una hora.

Ahora bien, el contenido básico de trabajo es el tiempo mínimo irreductible requerido en teoría para la obtención de una unidad de producción. Lo que conviene señalar que este contenido básico es el invertido en fabricar un producto se desarrollaría en términos perfectos en el tiempo estipulado si no se presentaran eventos durante el proceso, lo cual en la mayoría de las veces es imposible; se pueden aproximar, pero nunca sean perfectos, porque siempre se pueden presentar eventos no contemplados, no previstos.

Es por ello que se analizan los tiempos utilizados en las operaciones producidas, a fin de prevenir eventos que pudieran afectar la producción. Es por ello que, a mayor control de los tiempos, se espera que haya mayor productividad en el proceso.

El estudio de trabajo comprende:

- El estudio de métodos (simplifica las tareas y emplea métodos menos costosos para realizar las operaciones).

- Medición del trabajo (con el fin de determinar la cantidad de tiempo que debería consumirse en realizarse).

Todo ello, contribuye decisivamente a una mayor productividad (OIT, 1995). El estudio de trabajo sin duda es un proceso sistemático, puesto que demanda de investigaciones y análisis de cada una de las fases del proceso y de los tiempos aplicados, pero, requiere de dedicación, rigurosidad y tiempo. Dentro de las bondades que ofrece el estudio de trabajo están la contribución que puede hacer a la seguridad y las condiciones de trabajo, es un medio que contribuye a incrementar la productividad en las fábricas, porque ayuda a organizar el trabajo, es de fácil aplicación y bajo costo, y se considera una herramienta con potencial para la dirección de las empresas.

En resumen. las ventajas que este posee para la dirección son: aumento de la productividad, toda vez que el trabajo se organiza, se puede aplicar a cualquier empresa, es un instrumento clave para la investigación, mejora la seguridad y las condiciones de la empresa y de fácil aplicación (Torrecilla-García, 2023).

- **Tiempo de ciclo**

El tiempo de ciclo o cycle time (CT) se conoce como una métrica que indica el tiempo en el que demora un equipo para finalizar una tarea desde su inicio. El tiempo de ciclo en procesos productivos se calcula en (Tc en segundo/unidad) de la línea, el cual constituye el tiempo máximo permitido para que cada fase cumpla con su tarea de procesar cada unidad del producto (Palacios-Acero, 2009).

El estudio del tiempo para cada ciclo es en sí una técnica de medición de tiempo que se emplea en el ritmo de trabajo para realizar una tarea definida. Esta técnica de estudio de los tiempos se hace a través de cronómetros y otras herramientas y se registran en un formulario simple (OIT, 1995). El tiempo de ciclo ayuda a definir la capacidad de producción relativa a la máxima cantidad que un proceso puede producir.

El tiempo de ciclo corresponde al tiempo que contempla la fabricación de una unidad del producto analizado, y este es calculada bajo la siguiente fórmula:

$$\text{Tiempo de ciclo} = \frac{TD}{UPA} \quad (2)$$

Donde:

TD = Tiempo disponible

UPA = Unidad de producción Apta

Considerando esta fórmula, se realizará el cálculo del tiempo de ciclo.

2.2.5. Balanceo de líneas de ensamble

2.2.5.1. Pared de Balanceo

El objetivo del balanceo de línea es que cada operario la misma cantidad de trabajo, similar a las celdas de trabajo. En cuyo caso, el mejor balanceo estaría compuesto una vez que todas las estaciones contaran con el promedio con el mismo ciclo, lo cual es muy complejo obtenerlo. Es decir, el balanceo de líneas es la determinación del número ideal de operativos asignados a una línea de producción (Palacios-Acero, 2009). En este sentido, la pared del balanceo es una herramienta con amplio uso en la gestión de flujo de los sistemas de producción de las empresas, porque permiten que la producción se haga de forma más equilibrada.

- Takt time

El Takt time o también conocido como el ritmo que el cliente demanda, y sobre el cual se debe trabajar para lograr la producción que permita satisfacer las necesidades del mismo (Guillermo Wyngaard, 2023). El ritmo de demanda es un concepto aplicado en los procesos de producción para referir el ritmo de fabricación que se debe tener para cumplir con las demandas de los clientes.

Este se calcula en función de la capacidad productiva de la empresa y de las previsiones de las demandas de los clientes o de las ventas que se generen. Es un concepto ligado a la estación de producción y se emplea como un mecanismo que ayuda a las empresas a cumplir con las demandas de los clientes.

Adicionalmente, también se toma a consideración el análisis de tiempo, atendiendo a la siguiente fórmula:

$$Takt\ time = \frac{Tiempo\ de\ trabajo - Tiempo\ de\ descanso\ y\ paros\ programados}{Unidades\ requeridas} \quad (3)$$

Donde:

Tiempo de trabajo. - hace referencia al tiempo de la jornada laboral

Tiempo de descanso y paros programados. - está conformada por el tiempo de descansos por turno o jornada laboral.

Unidades requeridas. - Corresponde a la demanda diaria identificada.

2.2.5.2. *Balaceo de líneas por número de operarios*

Este tipo de balaceo al igual que otros, representan un factor crítico para la productividad de una determinada empresa, por lo cual se emplea para lograr una distribución adecuada a la capacidad que garantice un flujo continuo y uniforme de la producción y se pueda en definitiva cumplir con las demandas de los clientes (Peña Orozco, García, y Ruiz Grisales, 2016). El balanceo de línea contempla la sumatoria del producto entre el tiempo de cada operario y la cantidad de operación que la ejecutan. Para el cálculo del balaceo de líneas por números de operarios contemplan las siguientes formulas:

Tabla 4 Fórmulas para determinar efectividad

| | |
|--------------------------|---|
| $IP = \frac{UD}{TD}$ | $NO = \frac{TE * IP}{Eficiencia\ estimada}$ |
| Donde: | Donde: |
| IP: Índice de producción | NO: Número de operarios teóricos |
| UD: Unidades diarias | TE: Tiempo Estándar |
| TD: Tiempo disponible | Eficiencia estimada de 95% |

$$E = \frac{\sum \text{Tiempo de operación}}{TA * NO \text{ reales}}$$

Donde:

E: Efectividad

TA: Tiempo asignado del proceso

NO: Número de operarios reales en la operación.

Fuente: (Peña Orozco, García, y Ruiz Grisales, 2016) Recopila las fórmulas involucradas en el cálculo de la efectividad

2.2.5.3. *Diagramas de PERT*

El diagrama pert es una herramienta de planificación que se emplea para programar y organizar las tareas de un proyecto o un determinado plan. Este se puede usar como un diagrama operativo para el flujo de la producción, porque considera la variable tiempo en la ruta de las actividades y su evaluación (Trueba, 2001).

Por otro lado, para conocer que tan bien se encuentran distribuidos los subprocesos o actividades dentro de la línea de producción, se realiza el análisis de balanceo de línea, considerando las siguientes formulas:

Tabla 5 Fórmulas de balanceo de línea

| | |
|---|---|
| $C = \frac{TD}{UD}$ | $Ne = \frac{\sum TE}{C}$ |
| Donde: | Donde: |
| C: Tiempo de ciclo | Ne: Número de estaciones |
| UD: Unidades diarias requeridas | TE: Sumatoria del tiempo estándar de la operación |
| TD: Tiempo disponible | |
| $E = \frac{\sum TE}{(Nr * C)}$ | |
| Donde: | |
| E: Efectividad. | |
| TE: Sumatoria del tiempo estándar de la operación | |
| Nr: Número de estaciones reales | |
| C: Tiempo de ciclo | |

Fuente: (Trueba, 2001) Recopila las fórmulas involucradas en el balanceo de línea.

2.2.6. Lean Manufacturing

El Lean Manufacturing o manufactura Esbelta es una denominación que se le hace al proceso sistemático y continuo de identificar los desperdicios o excesos, que se entiendo, no estarían aportando valor al proceso de producción, pero si estaría incidiendo en los costos y en el trabajo (Socconini, 2019).

2.2.6.1. VSM

El *Value Stream Mapping (VSM)* es una representación gráfica visual que ayuda a crearse una tiene sobre todo el proceso de producción en una determinada empresa, tomando en cuenta todos los procesos desde la entrada de la materia prima, los procesos de producción, almacenamiento y distribución hasta llegar al cliente. Esta herramienta se conoce como el mapeo de la cadena de valor porque ayuda a visualizar la estructura del proceso y entenderla, reconociendo a su vez el valor que posee, y distinguirlo del desperdicio, de tal manera que esta información le ayude a crear un plan de acción para la mejora de dicho proceso (Paredes-Rodríguez, 2017).

2.2.7. Mejora Continua

Se trata de un enfoque que supone la mejora de procesos operativos, a través de la revisión constante de cada una de las operaciones que se realizan y sus posibles dificultades. La mejora continua en procesos está orientada a lograr la calidad desde el desempeño global y continuo de las actividades. Es un enfoque que se desarrolla bajo el empleo de herramientas y métodos de gestión de calidad de los procesos como los estándares ISO- 9000, además, planea determinados ciclos de mejora continua, en los que planifica, hace, verifica y actúa.

La mejora continua implica el desarrollo de un conjunto de actividades de manera constante con el objetivo de incrementar la capacidad de cumplimiento de los requisitos, necesidades y expectativas preestablecidas como un mecanismo interno de trabajo y de obligatorio cumplimiento (García, Quispe, y Ráez, 2003). La mejora continua constituye uno de los doce elementos claves del sistema de calidad, y plantea un programa de garantía de mejora de los procesos de la empresa en un periodo de tiempo. Este modelo fue propuesto por Edwards Deming y su idea de base fue crear unos estándares por la necesidad que existe en los sistemas de mejoras constantes y permanente, es decir, es para siempre.

Las herramientas de los procesos de mejora continua son las auditorías internas y externas, las cuales son vitales para identificar debilidades del sistema y áreas problemáticas, que puedan afectar el pendiente de la producción y las operaciones en general. Seguido de las evaluaciones y los controles de calidad, que conlleven al logro del objetivo de calidad, y se empleen dentro de las oportunidades de mejoras las acciones correctivas (extranet.who.int, 2023).

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Ubicación

El presente trabajo investigativo se desarrolla en las instalaciones de la empresa Embutidora FUNORSAL, siendo este el objeto de estudio, la planta productiva se encuentra ubicada en la parroquia de Salinas de Guaranda, la misma que está situada a 30 minutos de la ciudad de Guaranda, teniendo una altitud de 3500 metros sobre del mar.



Figura 4 Ubicación de embutidora FUNORSAL

3.1.1 Misión y visión

La Embutidora FUNORSAL es una empresa pequeña cuyo giro de negocio se encuentra enfocado en la manufactura de productos cárnicos y derivados, dicha organización fue fundada hace ya varias décadas, considerando los siguientes pilares estratégicos:

- **Misión.** - FUNORSAL se base en dos pilares. Uno empresarial y uno social. En lo social trabaja para mejorar la vida de los campesinos de Ecuador a través de apoyo tecnológico, recursos económicos y capacitación y formación en emprendimiento rural y liderazgo

exportando los valores de la economía solidaria. En lo empresarial trabaja para que sus empresas sean rentables y respetuosas de los estándares requeridos por el gobierno para que destinen sus excedentes al trabajo social de la fundación.

- **Visión.** - FUNORSAL aspira convertirse en el mejor socio de Ecuador para fortalecer las comunidades Salineras y las comunidades campesinas andinas a través de la economía solidaria.

3.1.2 Objetivo y eje fundamental

La empresa cuenta con aliados internacionales y locales con los que la fundación coopera ofreciendo su experiencia en servicios a las comunidades campesinas y recibiendo en cambio recursos económicos o materias primas necesarias a sus empresas.

FUNORSAL tiene como objetivo fundamental promover el desarrollo integral de las organizaciones de base y de las comunidades campesinas andinas en general, siguiendo el modelo de economía social y solidaria. Para desarrollar su trabajo se sustenta en cuatro ejes fundamentales:

- 1) FUNORSAL mejora la calidad de vida de la parroquia de Salinas con actividades y proyectos dirigidos especialmente a las personas y a las comunidades y organizaciones de base de Salinas. Esto se lleva a cabo con capacitación, formación y apoyo tecnológico y financiero, metiendo a fruto la experiencia acumulada en los años.
- 2) FUNORSAL amplía el territorio de actuación, trabajando con comunidades campesinas andinas fuera de la parroquia de Salinas para replicar el modelo Salinerito y difundir la economía solidaria al resto del país. Esto también asegurará el acceso a ciertos recursos naturales necesarios para las empresas de FUNORSAL.
- 3) Las empresas de FUNORSAL llegan a ser rentables y cumplen con las normativas estatales. Esto permite que la fundación tenga los recursos necesarios para implementar el trabajo social dirigido a las comunidades.

- 4) FUNORSAL se adecua a los cambios que se producen en su entorno. Redefine su estructura organizativa, adecua sus estatutos y se prepara para los cambios legales requeridos por el gobierno para no encontrarse impreparada en el futuro.

La embutidora FUNORSAL fortalece la comunidad Salinera y las comunidades campesinas Andinas ayudándoles a aprovechar sus recursos naturales locales a través de capacitación, transferencia de tecnología y soporte financiero. El objetivo es que las comunidades puedan tener una economía basada en los recursos naturales locales que sea sostenible en el tiempo, respetuosa del ser humano y del medio-ambiente. Además de implementar las mejores prácticas y tecnologías para la gestión de sus empresas. Las empresas cumplen con todos los requisitos estatales necesarios.

3.1.3 Organigrama de la empresa

Por ser una empresa pequeña, para dar cumplimiento a las operaciones de la empresa embutidora FUNORSAL cuenta con una estructura organizacional simple, que consta de los siguientes puestos:

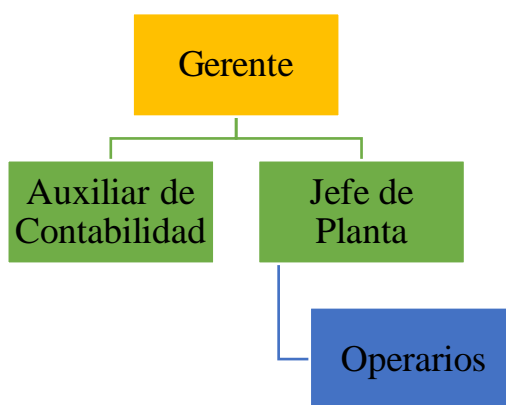


Figura 5 Organigrama de la empresa

3.1.4 Estructura operativa

Cabe recordar que la empresa se encuentra dedicada a la producción de productos cárnicos y sus derivados, los mismos que posteriormente son comercializados a través de la marca "Salinerito", entre los productos elaborados se encuentran:

- Queso de chanco
- Salchicha
- Jamón cocido

- Tocino cocido
- Costilla ahumada
- Chuleta ahumada
- Salami.

Teniendo como producto estrella el jamón cocido, el mismo que ha repuntado en ventas en los últimos años, lo que conlleva a una mayor facturación y producción a comparación de los otros (Ver Anexo 1), por lo cual es considerada como el referente de análisis del presente estudio. Para el cumplimiento de las actividades productivas la empresa embutidora FUNORSAL cuenta con las siguientes áreas en sus instalaciones:



Figura 6 *Área de recepción de materia prima*



Figura 7 *Área de producción*



Figura 8 *Área de Cocción*



Figura 9 Área de Bodega

3.1.5 Situación de demanda y productividad

Como ya se mencionó, el proceso productivo analizado, corresponde al que permite la elaboración de jamón cocido, el cual ha presentado una tendencia con muy poca variabilidad en su demanda a lo largo del año 2022, demostrando un pequeño crecimiento en los últimos 6 meses, como se muestra en la siguiente figura:

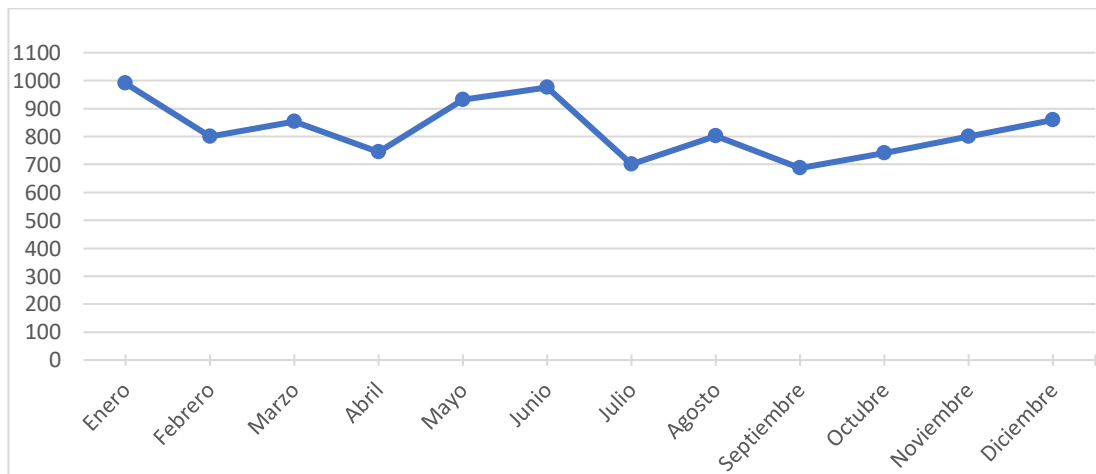


Figura 10 Demanda de jamón cocido 2022

Fuente: Embutidora FUNORSAL Presenta la tendencia que presenta la demanda anual del jamón cocido.

Al conocerse la demanda presentado durante el año 2022 se puede establecer que en promedio el jamón cocido presentó una comercialización de 824 unidades por mes. Considerando esta cantidad de producción mensual promedio, se estiman los valores

de los insumos o costos productivos de la línea analizada, como se muestra a continuación en la Tabla 6:

Tabla 6 *Estimación de productividad – Producción demandada*

| Producto | Producción | Costo por MP | Costo por MOD | Costo por CI |
|-----------------------------|-------------------|---------------------|----------------------|---------------------|
| Jamón cocido | | \$865,2 | \$2380 | \$123,6 |
| Productividad monofactorial | 824 u | 0,95 | 0,34 | 6,67 |
| Productividad general | | 0,24u/\$ | | |

Posterior a la identificación de los costos que involucran la producción de jamón cocido en un mes promedio, también se determina la productividad monofactorial de cada uno de los complementos presenta por separado, resultando que la mano de obra directa presenta una menor productividad con 0,34, siendo esto un signo de una mala administración del recurso humano en este proceso, en un análisis general se estima que la productividad de todo el proceso corresponde al 0,24.

Por otro lado, tomando a consideración la producción mensual real de la empresa embutidora FUNORSAL, se identifica que esta produce un aproximado de 1080 unidades de jamón cocido de 200 gr, en la Tabla 7 se muestran los siguientes coeficientes de productividad:

Tabla 7 *Estimación de productividad – Producción real*

| Producto | Producción | Costo por MP | Costo por MOD | Costo por CI |
|-----------------------------|-------------------|---------------------|----------------------|---------------------|
| Jamón cocido | | \$1134 | \$2380 | \$162 |
| Productividad monofactorial | 1080 u | 0,95 | 0,45 | 6,67 |
| Productividad general | | 0,29u/\$ | | |

De igual manera se constata que el factor relacionado con la mano de obra directa presenta una baja productividad en relación con los otros factores teniendo un total de 0,45, a su vez se determina que en este caso la productividad general aumento muy poco siendo de 0,29.

3.2 Tipo de investigación

Bajo el contexto metodológico del presente trabajo investigativo se determina que el mismo se desarrolló bajo un esquema de diseño no experimental, teniendo en cuenta lo expresado por Hernández y Mendoza (2018) quienes indican que el diseño no experimental es considerado en una investigación cuando su contexto de estudio no se encuentra asociado con la alteración directa de las variables involucradas, por otro lado, su contexto se centra en el análisis u observación de los fenómenos que se desarrollen en el estudio.

Por ende, basado en la teoría se reafirma la aplicación de un diseño no experimental, debido a que el contexto del presente estudio se centra en el análisis y observación directa la problemática que se presenta en el proceso productivo de jamón cocido de la empresa embutidora FUNORSAL.

Por otro lado, en relación con la determinación del enfoque empleado en el presente estudio, se contempla la asociación con un enfoque cuantitativo, siendo esto sustentado bajo lo expresado por Cárdena, Rendon, y Aguilar (2017) los mismos mencionaron que el enfoque cuantitativo se encuentra generalmente definido bajo una descendencia interpretativa de los aspectos importantes de una problemática, evento o fenómeno, es decir, que este enfoque abarca el análisis directo de un objeto de estudio o situación determinada en su ambiente o estado natural.

En base a esto, se reitera la consideración de un enfoque cuantitativos en el presente estudio, al ser necesario una recolección de información de manera directa del proceso productivo en la empresa embutidora FUNORSAL.

Otro elemento importante en la definición de la metodología investigativa corresponde a la determinación de los tipos de investigación empleadas en el estudio. Como primera tipología se contempla la investigación de tipo descriptiva, debido a que su cuyo enfoque se centra en la especificación de los detalles o características que interrelacionan a una población situación o fenómeno que se está estudiando (Baena, 2017).

Teniendo en cuenta esto, se justifica la consideración de la tipología investigativa descriptiva en el presente estudio, con la finalidad de obtener información relevante de la problemática evidenciada en la empresa embutidora FUNORSAL.

También se contempla la adopción del tipo de investigación de campo, ya que esta se encuentra asociada generalmente con la recopilación de información desde la fuente directa del fenómeno u objeto estudiado, teniendo necesariamente la intervención del investigador de manera directa. En el caso del presente estudio, el contexto requiere que esta sea utilizada para la recolección de información de una fuente directa o primaria, es decir, del área productiva de la organización.

3.3 Población y muestra

La población contemplada para el presente estudio se encuentra establecida por el proceso productivo de jamón cocido de la empresa embutidora FUNORSAL, considerando una jornada laboral de 8 horas con el cumplimiento de 1 único turno diario y un periodo productivo de 12 días.

En relación con la definición de la muestra de estudio, se establece que esta se encuentra conformada por la toma de una serie de lecturas de tiempos correspondientes a cada etapa o procedimiento del proceso de producción de jamón cocido. Para la obtención de una muestra con un buen nivel de confiabilidad en los datos se considera un método de muestreo de cálculo de observaciones, basándose en la referencia de la tabla t de Student (Ver Anexo 2), la misma que permite estimar la media de una población con distribución normal, pero con un tamaño de muestra pequeño

Para este cálculo se toma a consideración previamente la recolección de 10 lecturas preliminares con la finalidad de tener una data referencial y poder realizar la resolución de la siguiente fórmula de cálculo del número de observaciones (Ver Anexo 3).

$$N = \left(\frac{s \times t}{k \times TM} \right)^2 \quad (4)$$

En donde:

S: Desviación estándar calculada

T: Valor de la tabla de t de Student

K: Coeficiente de error, en este caso del 0.10

TM: tiempo promedio

$$N = \left(\frac{s * t}{k * TM} \right)^2$$

$$N = \left(\frac{0.0046 * 1.383}{0.10 * 0.00194} \right)^2$$

$$N = (3.2)^2$$

$$N = 10.24$$

Finalmente, se obtiene como resultado una muestra de observaciones total de 10.24, siendo estas las observaciones requeridas para obtener un buen nivel de confiabilidad en los análisis, por lo tanto, al coincidir con las observaciones preliminares es factible el uso de estas lecturas.

3.4 Recolección de información

3.4.1 Técnica de recolección

Se define para el presente estudio que la técnica de la observación es relevante dado que la situación analizada depende de una interpretación cualitativa, concordando así con lo definido por Hernández (2014) como: “La observación es uno de las técnicas mayormente empleadas por el ser humano, esta le permite acercarse al mundo cotidiano y conocerlo, orientarse en él, evitar los peligros y solventar sus necesidades, ejes esenciales para una investigación” (pág. 21).

Coincidiendo con la teoría expresada, se reitera la aplicación de la técnica de observación para la recolección de información del presente estudio, siendo esta aplicada directamente en la recopilación de datos del proceso productivo de jamón cocido en la empresa embutidora FUNORSAL.

3.4.2 Herramientas

Es importante tener a consideración que, para la recolección de información y posterior determinación de la situación actual del proceso de producción de jamón cocido vigente en la empresa embutidora FUNORSAL, para esto se aplica herramientas que se encuentran ligadas a la técnica de la observación del entorno de la problemática, en la Tabla 8 se muestran a continuación:

Tabla 8 Herramientas aplicadas

| Técnica | Herramienta aplicada | Descripción |
|----------------|---------------------------------|--|
| Observación | Diagrama de Pareto | Con esta herramienta se plantea una serie de posibles causales, derivados de la problemática, asignándole una ponderación o valoración de acuerdo con su relevancia, con el fin de generar una gráfica 80/20 que permita identificar el causal con más influencia. |
| | Diagrama de análisis de proceso | Con este esquema se realiza la identificación del proceso, con cada una de sus actividades, el tiempo de realización, y su respectiva simbología de acuerdo con su tipo. |
| | Estudio de trabajo | El estudio de trabajo se encuentra desarrollado a través de la aplicación de la metodología de estudio de trabajo Westinghouse, con el uso de hojas de registro digitales en la toma de observaciones cronometradas. |
| | VSM | Adicionalmente, esta herramienta permite generar un esquema visual resumido, que muestra la tendencia de tiempos y el relacionamiento de las actividades inmersas en el proceso analizado. |

3.5 Procesamiento de la información y análisis

3.5.1 Diagrama de Pareto

Teniendo a consideración de pérdidas vinculadas con la línea de producción de jamón cocido en la empresa embutidora FUNORSAL, se realiza la identificación de causales que podrían estar ocasionando el problema, contando con la participación de colaboradores de la organización, enlistando los causales y generando una ponderación consensuada con base en 1, los resultados se muestran en la Tabla 9.

Tabla 9 *Ponderación de Pareto*

| Actividades | Frecuencia | Porcentaje | P. acumulado |
|---|-------------------|-------------------|---------------------|
| Desorden en los procesos productivos | 0,25 | 25,00% | 25,00% |
| Existencia de sobreproducción | 0,25 | 25,00% | 50,00% |
| No cuenta con planificación de producción | 0,20 | 20,00% | 70,00% |
| Bajo nivel de ventas | 0,10 | 10,00% | 80,00% |
| Sin innovación en productos | 0,10 | 10,00% | 90,00% |
| Dependencia de la marca “Salinerito” | 0,05 | 5,00% | 95,00% |
| Nivel de competencia considerable | 0,05 | 5,00% | 100,00% |

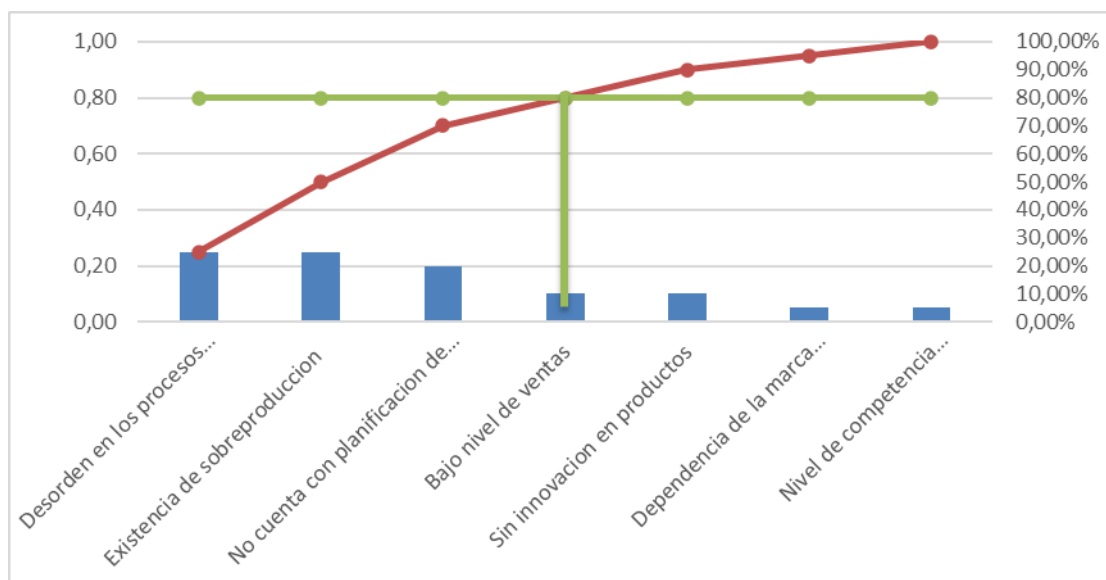


Figura 11 Diagrama de Pareto situacional

Considerando la diagramación correspondiente al análisis de las causales y cada una de su ponderación de acuerdo con el peso o relevancia que presentan, se obtiene que las que mayormente predominan dentro de la problemática corresponden a la existencia de un desorden en los procesos productivos y la existencia de sobreproducción, está concordando con la situación de demanda y productividad.

3.5.2 Gestión por procesos

3.5.2.1 Mapa de procesos

Es importante tener en cuenta que la empresa embutidora FUNORSAL no trabaja bajo una gestión de procesos, y su estimación de pedidos se encuentra basada en la experiencia, historial de anteriores años con ello realizan la proyección de producción para el mes. La organización trabaja con un modelo de áreas, en las cuales no se manejan por procedimientos, sino que solamente se considera un instructivo o flujo para la elaboración de los productos. Por esta razón a continuación, se detalla el flujo de elaboración del jamón cocido, el mismo que se va a analizar en la presente investigación.

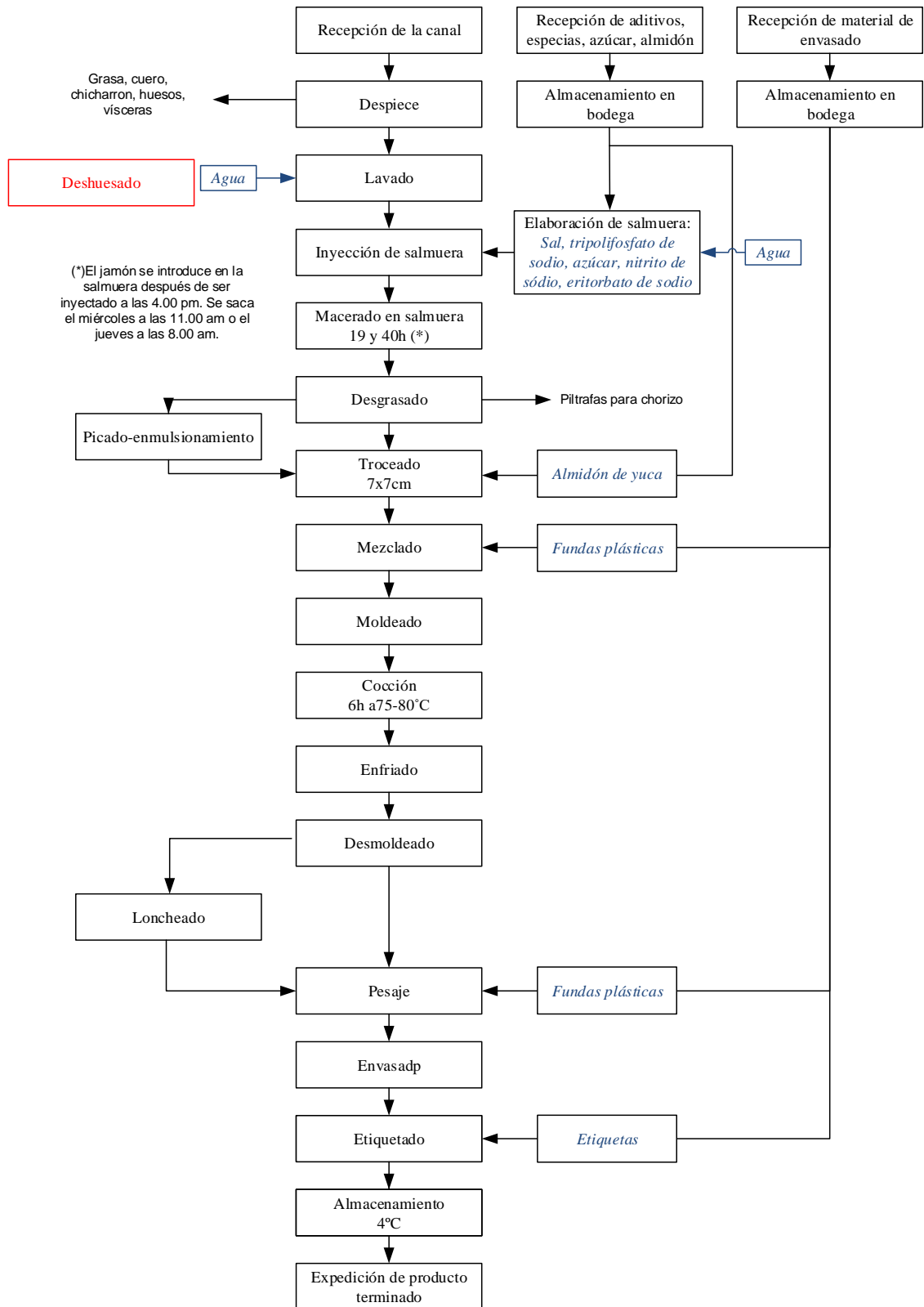


Figura 12 Proceso de producción

Fuente: Embutidora FUNORSAL

3.5.2.2 Modelamiento en BPMN

La empresa no cuenta con un modelamiento BPMN, como ya se mencionó sus operaciones se basaban en el proceso presentado en la figura 12.

3.5.2.3 Caracterización de procesos

En la evaluación previa de la documentación presentada por la organización, de igual manera se constató que la empresa embudidora FUNORSAL no cuenta con ningún esquema de caracterización de los procesos.

3.5.3 Estudio de trabajo

3.5.3.1 Diagrama de análisis de proceso

Previo a la ejecución del estudio de trabajo, se realiza un estudio de los tiempos correspondiente a cada actividad que contiene el proceso de elaboración de jamón cocido, esto realizado a través del diagrama de análisis de proceso, el cual enumera el proceso de inicio a fin, considerando los tiempos tomados como muestra (Ver Anexo 3) y determinando el tipo de subproceso o actividad que es.

Tabla 10 Diagrama de análisis de proceso

| No. | Actividad | Tipo de actividad | Símbolo | | | | | Tiempo promedio (h) |
|-------|----------------------------------|-------------------|---------|---|---|---|---|---------------------|
| | | | ● | ➔ | ▭ | ▭ | ▼ | |
| 1 | Desprese de chanchos | Manual-Mecánica | ● | | | | | 0,02 |
| 2 | Deshuese de la pierna del chanco | Manual-Mecánica | ● | | | | | 4,26 |
| 3 | Macerado | Mecánica | | | ▭ | | | 48,00 |
| 4 | Eliminar exceso de grasa | Manual-Mecánica | ● | | | | | 0,02 |
| 5 | Moler carne | Mecánica | ● | | | | | 0,08 |
| 6 | Mezclar carne | Mecánica | ● | | | | | 0,20 |
| 7 | Preparación de moldes | Manual-Mecánica | ● | | | | | 0,01 |
| 8 | Transporte de moldes | Manual-Mecánica | | ➔ | | | | 0,00 |
| 9 | Cocción | Mecánica | | | ▭ | | | 5,00 |
| 10 | Enfriado | Mecánica | | | ▭ | | | 1,00 |
| 11 | Desmoldeado | Manual-Mecánica | ● | | | | | 0,00 |
| 12 | Fileteado | Manual-Mecánica | ● | | | | | 0,04 |
| 13 | Pesado, etiquetado y sellado | Manual-Mecánica | ● | | | | | 0,02 |
| 14 | Almacenamiento | Manual-Mecánica | | | | ▼ | | 0,01 |
| Total | | | 9 | 1 | 3 | 0 | 1 | 58,67 |

Con este análisis se logra determinar que el proceso de producción correspondiente al jamón cocido cuenta con un total de 14 subprocesos o actividades, entre las que se identifica 9 de tipo operación, 3 de tipo espera, 1 de tipo de transporte y 1 de tipo de

almacenamiento. Cabe indicar que este proceso cuenta con una duración aproximada de 58,67 horas, es decir, un aproximado de 3 días y medio operativos, donde se logra completar un batch que consta de 360 unidades de 200 gr de jamón cocido.

3.5.3.2 *Tiempo básico*

- **Definición del tiempo observado**

En la definición del tiempo que corresponde a la duración de cada una de las etapas del proceso de producción del jamón cocido, se determina que este tiene una duración de 58,67 horas para completar la producción de un batch de 360 unidades, por lo tanto, el tiempo promedio del proceso entero considerado en la tabla 10 se divide para 360 unidades, con la finalidad de obtener el tiempo de elaboración de una unidad en esta línea de producción, como se muestra a continuación en la Tabla 11:

Tabla 11 *Determinación de tiempo de la Unidad*

| Tiempo promedio total (h) | Tiempo Promedio Unidad (h) |
|---------------------------|----------------------------|
| 0,02 | 0,000054 |
| 4,26 | 0,011824 |
| 48,00 | 0,133333 |
| 0,02 | 0,000065 |
| 0,08 | 0,000231 |
| 0,20 | 0,000556 |
| 0,01 | 0,000031 |
| 0,00 | 0,000011 |
| 5,00 | 0,013889 |
| 1,00 | 0,002778 |
| 0,00 | 0,000005 |
| 0,04 | 0,000116 |
| 0,02 | 0,000054 |
| 0,01 | 0,000027 |
| 58,67 | 0,16 |

- **Definición del factor de valoración**

Teniendo como referencia las valoraciones presentadas con antelación, se calcula el factor de valoración para cada una de las actividades del proceso, teniendo a consideración que este es el resultado de 1 más la sumatoria de cada uno de los factores de valoración, como se muestra a continuación en la Tabla 12:

Tabla 12 *Cálculo de factor de valoración*

| No. | Actividad | Valoración | | | | Total, Valoración |
|-----|-----------------------------------|------------|----------|-------------|--------------|----------------------|
| | | Habilidad | Esfuerzo | Condiciones | Consistencia | |
| 1 | Desprese de chanchos | 0,06 | 0,05 | 0,00 | 0,01 | 1,12 |
| 2 | Deshuese de la pierna del chancho | 0,08 | 0,08 | 0,00 | 0,01 | 1,17 |
| 3 | Macerado | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,00 |
| 4 | Eliminar exceso de grasa | 0,08 | 0,02 | 0,00 | 0,01 | 1,11 |
| 5 | Moler carne | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,00 |
| 6 | Mezclar carne | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,00 |
| 7 | Preparación de moldes | 0,03 | -0,08 | 0,00 | 0,01 | 0,96 |
| 8 | Transporte de moldes | 0,00 | 0,05 | 0,00 | -0,02 | 1,03 |
| 9 | Cocción | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,00 |
| 10 | Enfriado | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,00 |
| 11 | Desmoldeado | 0,06 | 0,08 | 0,00 | -0,02 | 1,12 |
| 12 | Fileteado | -0,10 | -0,08 | 0,00 | 0,01 | 0,83 |
| 13 | Pesado, etiquetado y sellado | 0,06 | -0,08 | 0,00 | 0,01 | 0,99 |
| 14 | Almacenamiento | -0,22 | -0,17 | 0,00 | 0,01 | 0,62 |

- Cálculo del tiempo básico

Por otro lado, en relación con el cálculo para la definición del tiempo normal, se determina que este se obtiene de la multiplicación del tiempo promedio identificado con la sumatoria o total del factor de valoración obtenido, cuyos valores se muestran en la Tabla 13.

Tabla 13 *Cálculo de tiempo normal*

| No. | Actividad | Promedio (h) | Total, Valoración | Tiempo normal (h) |
|-----|-----------------------------------|--------------|-------------------|-------------------|
| 1 | Desprese de chanchos | 0,000054 | 1,12 | 0,000061 |
| 2 | Deshuese de la pierna del chancho | 0,011824 | 1,17 | 0,013834 |

| | | | | |
|----|------------------------------|----------|------|----------|
| 3 | Macerado | 0,133333 | 1,00 | 0,133333 |
| 4 | Eliminar exceso de grasa | 0,000065 | 1,11 | 0,000072 |
| 5 | Moler carne | 0,000231 | 1,00 | 0,000231 |
| 6 | Mezclar carne | 0,000556 | 1,00 | 0,000556 |
| 7 | Preparación de moldes | 0,000031 | 0,96 | 0,000030 |
| 8 | Transporte de moldes | 0,000011 | 1,03 | 0,000011 |
| 9 | Cocción | 0,013889 | 1,00 | 0,013889 |
| 10 | Enfriado | 0,002778 | 1,00 | 0,002778 |
| 11 | Desmoldeado | 0,000005 | 1,12 | 0,000006 |
| 12 | Fileteado | 0,000116 | 0,83 | 0,000096 |
| 13 | Pesado, etiquetado y sellado | 0,000054 | 0,99 | 0,000053 |
| 14 | Almacenamiento | 0,000027 | 0,62 | 0,000017 |

3.5.3.3 Tiempo estándar.

- Definición del coeficiente de suplementos

El respectivo análisis es realizado bajo las consideraciones de acuerdo con la ejecución de cada una de las actividades que conforman el proceso de elaboración del jamón cocido, asignando valores según corresponda, para posteriormente ser totalizados y divididos para 100, y posteriormente sumar 1 definiendo el índice de suplemento, los valores se muestran en la Tabla 14.

Tabla 14 *Cálculo de suplementos*

| ACTIVIDAD | Suplementos constantes | | Cantidades variables añadidas al suplemento básico por fatiga | | | | | | | | | | TOTAL % | índice |
|----------------------------------|------------------------|------------|---|------------------------------|----------------------------------|-------------------|---------------------|-------------------|---------------------|-------------------|----------------------|----------------------|---------|--------|
| | Necesidades personales | Por fatiga | a) Supl. por trabajar de pie | b) Supl. por postura anormal | c) Lev. de Pesos y Uso de Fuerza | d) Int. de la luz | e) Calidad del Aire | f) Tensión Visual | g) Tensión Auditiva | h) Proc. complejo | i) Monotonía: Mental | j) Monotonía: Física | | |
| Desprese de chanchos | 5 | 4 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0,14 | 1,14 |
| Deshuese de la pierna del chanco | 5 | 4 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0,14 | 1,14 |
| Macerado | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,00 | 1,00 |
| Eliminar exceso de grasa | 5 | 4 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,11 | 1,11 |
| Moler carne | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,00 | 1,00 |
| Mezclar carne | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,00 | 1,00 |
| Preparación de moldes | 5 | 4 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,11 | 1,11 |
| Transporte de moldes | 5 | 4 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,12 | 1,12 |
| Cocción | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,00 | 1,00 |
| Enfriado | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,00 | 1,00 |
| Desmoldeado | 5 | 4 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,11 | 1,11 |
| Fileteado | 5 | 4 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,11 | 1,11 |
| Pesado, etiquetado y sellado | 5 | 4 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,11 | 1,11 |
| Almacenamiento | 5 | 4 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0,13 | 1,13 |

- Cálculo de tiempo estándar

Finalmente, la definición del tiempo estándar se obtiene a través de la multiplicación del tiempo normal por el índice de suplementos, como se muestra en la tabla 15. Donde se puede visualizar que el subproceso con mayor tiempo corresponde al del macerado, dado que este tiene una duración de espera de 48 horas.

Tabla 15 *Cálculo de tiempo estándar*

| Actividad | Tiempo Normal (h) | índice suplem. | Tiempo estándar (h) |
|----------------------------------|--------------------------|-----------------------|----------------------------|
| Desprese de chanchos | 0,000061 | 1,14 | 0,000069 |
| Deshuese de la pierna del chanco | 0,013834 | 1,14 | 0,015771 |
| Macerado | 0,133333 | 1,00 | 0,133333 |
| Eliminar exceso de grasa | 0,000072 | 1,11 | 0,000080 |
| Moler carne | 0,000231 | 1,00 | 0,000231 |
| Mezclar carne | 0,000556 | 1,00 | 0,000556 |
| Preparación de moldes | 0,000030 | 1,11 | 0,000033 |
| Transporte de moldes | 0,000011 | 1,12 | 0,000012 |
| Cocción | 0,013889 | 1,00 | 0,013889 |
| Enfriado | 0,002778 | 1,00 | 0,002778 |
| Desmoldeado | 0,000006 | 1,11 | 0,000007 |
| Fileteado | 0,000096 | 1,11 | 0,000107 |
| Pesado, etiquetado y sellado | 0,000053 | 1,11 | 0,000059 |
| Almacenamiento | 0,000017 | 1,13 | 0,000019 |

3.5.4 Balanceo de líneas

3.5.4.1 Demanda

Al establecer la demanda para el desarrollo del análisis, se toma a consideración aquella que se encuentra establecida en la Figura 10, y determina un promedio mensual de 824 unidades de jamón cocido de 200 gr, en un total de 12 días, fabricaría un promedio de 69 unidades diarias.

3.5.4.2 Takt Time

El *takt time* hace referencia al tiempo en el cual, se debería elaborar la unidad de un producto para darle satisfacción a la demanda de este, en este caso la demanda promedio del año 2022 es de 824 unidades al mes como se muestra en la Figura 10.

Considerando la formulación del *takt time*, se realiza el cálculo como se muestra en la siguiente figura:

| TAKT TIME | | | |
|-------------------------|----|------------------------|-------------------|
| Días laborales | 12 | Demanda Mensual | 824 |
| Jornada diaria (horas) | 8 | Tiempo disponible | 24600 seg. |
| Turnos | 1 | Demanda diaria | 69 |
| Descansos x turno (min) | 70 | TAKT TIME | 358,40 seg/unidad |

Figura 13 Cálculo del Takt Time

3.5.4.3 Tiempo de ciclo

En este caso hace referencia a la elaboración del jamón cocido de 200gr, el mismo que registró una producción promedio real de 1080 unidades en un mes productivo de 12 días, los mismos que siendo convertidos a una producción diaria dan como resultado un aproximado de 90 unidades diarias, finalmente considerando que el 98% cuentan como unidades producidas aptas, lo que establece un aproximado de 88 unidades.

Por otro lado, cabe recalcar que para la definición del tiempo disponible se contempla un turno laboral de ocho (8) horas diarias, considerando adicionalmente 70 minutos de descanso por cada turno, esto por motivo de tiempo de almuerzo y uso de baños. Con relación a esto, se puede indicar que, para el respectivo cálculo del tiempo de ciclo, estos tiempos son transformados a segundo, como se muestra en la siguiente figura:

| TIEMPO DE CICLO | | | |
|-----------------------------|------|------------------------|-------------------|
| Días laborales | 12 | Demanda Mensual | 824 |
| Jornada diaria (horas) | 8 | Tiempo disponible | 24600 seg. |
| Turnos | 1 | Demanda diaria | 69 |
| Descansos x turno (min) | 70 | | |
| Producción (días - lote) | 90 | TIEMPO DE CICLO | 278,91 seg/unidad |
| % de Productos Conformes | 98% | | |
| Unidades Producidas "aptas" | 88,2 | | |

Figura 14 Calculo del tiempo de ciclo

Haciendo la respectiva comparación, se determina que existe una brecha del 12,47% entre el *takt Time* y el tiempo de ciclo.



Figura 15 Brecha

3.5.4.4 Pared de balanceo

Con la información obtenida previamente, se genera la gráfica comparativa referente con la pared de balanceo, constatando que la única actividad que sobre pasa el valor del *takt time* de 356 segundos corresponde al subproceso de macerado el cual abarca un tiempo de 480 segundos por unidad elaborada, sin embargo, dentro del proceso de elaboración de jamón cocido es uno los subprocesos de los cuales no se puede prescindir o modificar.

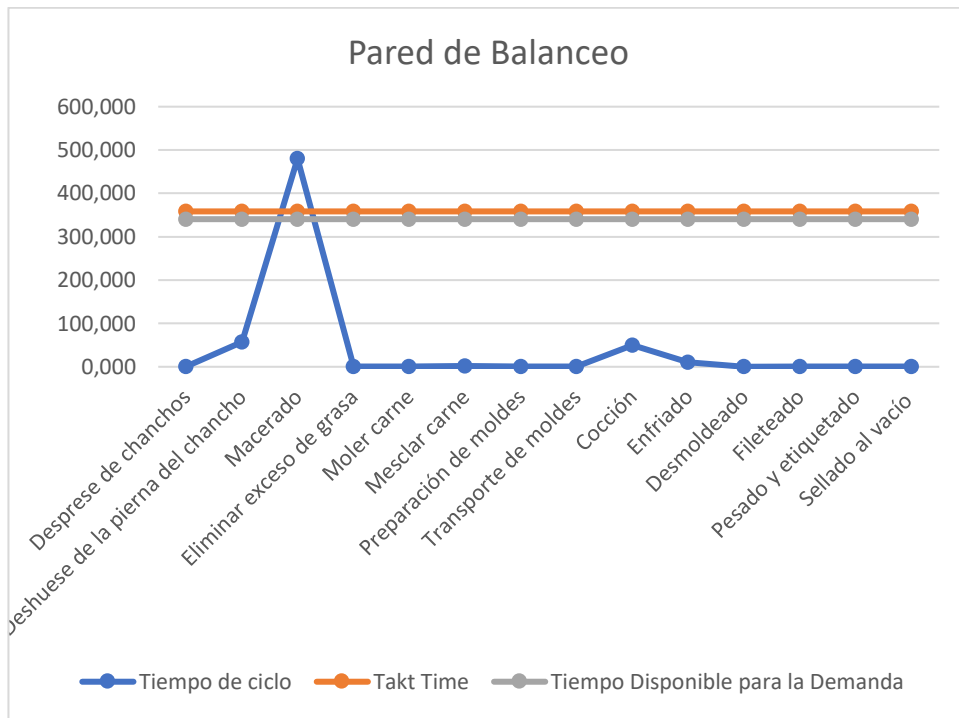


Figura 16 Pared de balanceo

3.5.4.5 Balanceo por número de operarios

En la definición del balanceo por número de operarios, se debe de conocer una serie de datos entre los que se involucra la cantidad teórica y real de operarios relacionados con la línea de producción, índice de producción, la transformación del tiempo estándar a segundos, ya que está en horas, y la eficiencia estimada de acuerdo con la experiencia de los empleados, la cual en este caso es alta, considerando una eficiencia del 95%, ya que todos disponen de más de 3 años de experiencia en la línea,

Tabla 16 *Cálculo de efectividad*

| No. | Actividad | Tiempo estándar (s) | Eficiencia | IP | No. Teóricos en función del IP | No. Reales | E Eficiencia de la línea |
|---------|----------------------------------|---------------------|------------|--------|--------------------------------|------------|-----------------------------|
| 1 | Desprese de chanchos | 0,249 | | 0,0028 | 0,001 | 0 | |
| 2 | Deshuese de la pierna del chanco | 56,775 | | 0,0028 | 0,167 | 1 | |
| 3 | Macerado | 480,000 | | 0,0028 | 1,410 | 1 | |
| 4 | Eliminar exceso de grasa | 0,288 | | 0,0028 | 0,001 | 0 | |
| 5 | Moler carne | 0,833 | | 0,0028 | 0,002 | 0 | |
| 6 | Mezclar carne | 2,000 | | 0,0028 | 0,006 | 0 | |
| 7 | Preparación de moldes | 0,119 | 0,95 | 0,0028 | 0,000 | 0 | 50% |
| 8 | Transporte de moldes | 0,044 | | 0,0028 | 0,000 | 0 | |
| 9 | Cocción | 50,000 | | 0,0028 | 0,147 | 1 | |
| 10 | Enfriado | 10,000 | | 0,0028 | 0,029 | 1 | |
| 11 | Desmoldeado | 0,025 | | 0,0028 | 0,000 | 0 | |
| 12 | Fileteado | 0,384 | | 0,0028 | 0,001 | 0 | |
| 13 | Pesado, etiquetado y sellado | 0,214 | | 0,0028 | 0,001 | 0 | |
| 14 | Almacenamiento | 0,068 | | 0,0028 | 0,000 | 0 | |
| Totales | | 600,999020 | | | 1,765 | 4 | |

3.5.4.6 Diagramas de PERT

En la ejecución de los cálculos se logra determinar que el número de estaciones teórico que debe contemplar la línea de producción es de 2, como se muestra a continuación:

Tabla 17 *Calculo de numero de estación*

| Actividades | TE (s) | C | Ne |
|------------------------------------|--------|--------|------|
| A Desprese de chanchos | 0,19 | | |
| B Deshuese de la pierna del chanco | 42,57 | | |
| C Macerado | 480,00 | | |
| D Eliminar exceso de grasa | 0,23 | | |
| E Moler carne | 0,83 | | |
| F Mezclar carne | 2,00 | | |
| G Preparación de moldes | 0,11 | 358,25 | 1,64 |
| H Transporte de moldes | 0,04 | | |
| I Cocción | 50,00 | | |
| J Enfriado | 10,00 | | |
| K Desmoldeado | 0,02 | | |
| L Fileteado | 0,42 | | |
| M Pesado, etiquetado y sellado | 0,19 | | |
| N Almacenamiento | 0,10 | | |
| Totales | 586,71 | | 2 |

Continuando con el análisis, se realiza la diagramación del proceso, manteniendo la secuencia de distribución actual de las actividades para posteriormente identificar las actividades predecesoras y sucesoras, lo que permite la identificación de prioridades de acuerdo con su peso posicional, en este caso la distribución mantiene una descendencia lineal.

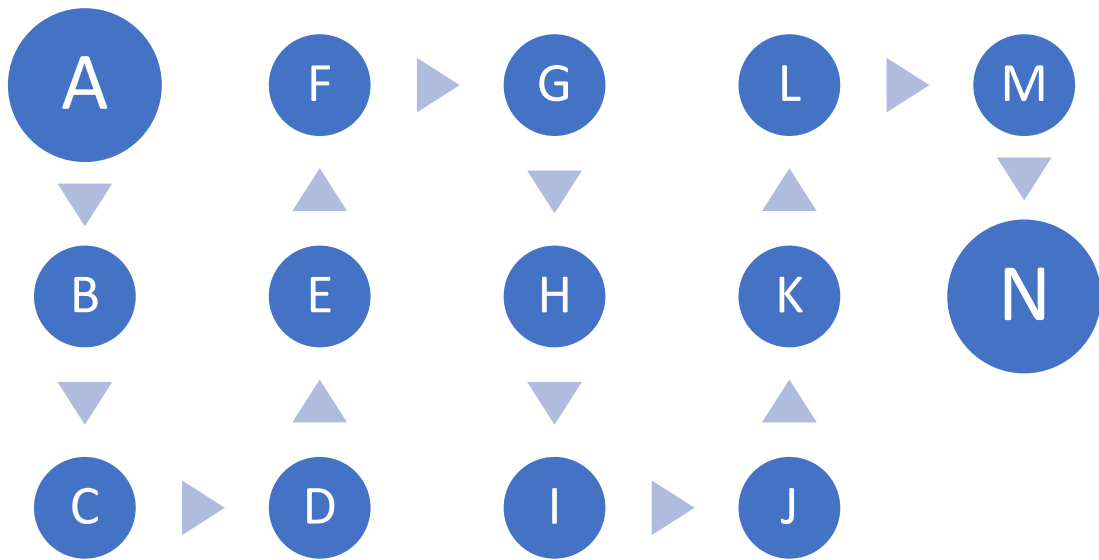


Figura 17 Diagrama de proceso

Tabla 18 Cálculo de peso posicional

| Act. | TE (S) | Predecesor | Sucesor | Peso posicional |
|------|---------|------------|---------------------------|-----------------|
| A | 0,195 | - | B,C,D,E,F,G,H,I,J,K,L,M,N | 586,71 |
| B | 42,567 | A | C,D,E,F,G,H,I,J,K,L,M,N | 586,51 |
| C | 480,000 | B | D,E,F,G,H,I,J,K,L,M,N | 543,95 |
| D | 0,234 | C | E,F,G,H,I,J,K,L,M,N | 63,95 |
| E | 0,833 | D | F,G,H,I,J,K,L,M,N | 63,71 |
| F | 2,000 | E | G,H,I,J,K,L,M,N | 62,88 |
| G | 0,112 | F | H,I,J,K,L,M,N | 60,88 |
| H | 0,038 | G | I,J,K,L,M,N | 60,77 |
| I | 50,000 | H | J,K,L,M,N | 60,73 |
| J | 10,000 | I | K,L,M,N | 10,73 |
| K | 0,020 | J | L,M,N | 0,73 |
| L | 0,417 | K | M,N | 0,708 |
| M | 0,194 | L | N | 0,292 |
| N | 0,097 | M | - | 0,097 |

Finalmente, en la asignación del balanceo, se logra determinar que se obtiene un total de 3 estaciones reales, con un desperdicio de 488 segundos como tiempo no asignado en el proceso, por otro lado, al calcular la eficiencia se determina que este presenta un 54%.

Tabla 19 *Balanceo de línea*

| Estación de trabajo | Tarea | Tiempo | Tiempo acumulado | Tiempo no asignado |
|----------------------------|--------------|---------------|-------------------------|---------------------------|
| 1 | A | 0,195 | 0,195 | 358,058 |
| | B | 42,567 | 42,761 | 315,491 |
| | C | 480,000 | 480,000 | 236,505 |
| | D | 0,234 | 480,234 | 236,271 |
| | E | 0,833 | 481,067 | 235,438 |
| | F | 2,000 | 483,067 | 233,438 |
| | G | 0,112 | 483,179 | 233,326 |
| 2 - 3 | H | 0,038 | 483,217 | 233,288 |
| | I | 50,000 | 533,217 | 183,288 |
| | J | 10,000 | 543,217 | 173,288 |
| | K | 0,020 | 543,237 | 173,268 |
| | L | 0,417 | 543,654 | 172,851 |
| | M | 0,194 | 543,848 | 172,657 |
| | N | 0,097 | 543,945 | 172,560 |

3.5.5 Lean Manufacturing

3.5.5.1 VSM actual

Con toda esta información recopilada, se diseña el Value Stream Mapping (VSM) de la situación actual, con la finalidad de tener un panorama claro y gráfico del proceso productivo del jamón cocido y sus problemas actuales. para su diagramación se considera la división por subprocesos como se muestra a continuación en la Tabla 20:

Tabla 20 *División por subprocesos*

| No | Subproceso | Actividades |
|-----------|----------------------|----------------------------------|
| 1 | Desprese | Desprese de chanchos |
| | | Deshuese de la pierna del chanco |
| 2 | Macerado | Macerado |
| | | Eliminar exceso de grasa |
| 3 | Preparación de carne | Moler carne |
| | | Mezclar carne |
| 4 | Cocción de carne | Preparación de moldes |
| | | Transporte de moldes |

| | | |
|---|-------------|------------------------------|
| | | Cocción |
| | | Enfriado |
| | | Desmoldeado |
| | | Fileteado |
| 5 | Empaquetado | Pesado, etiquetado y sellado |
| | | Almacenamiento |

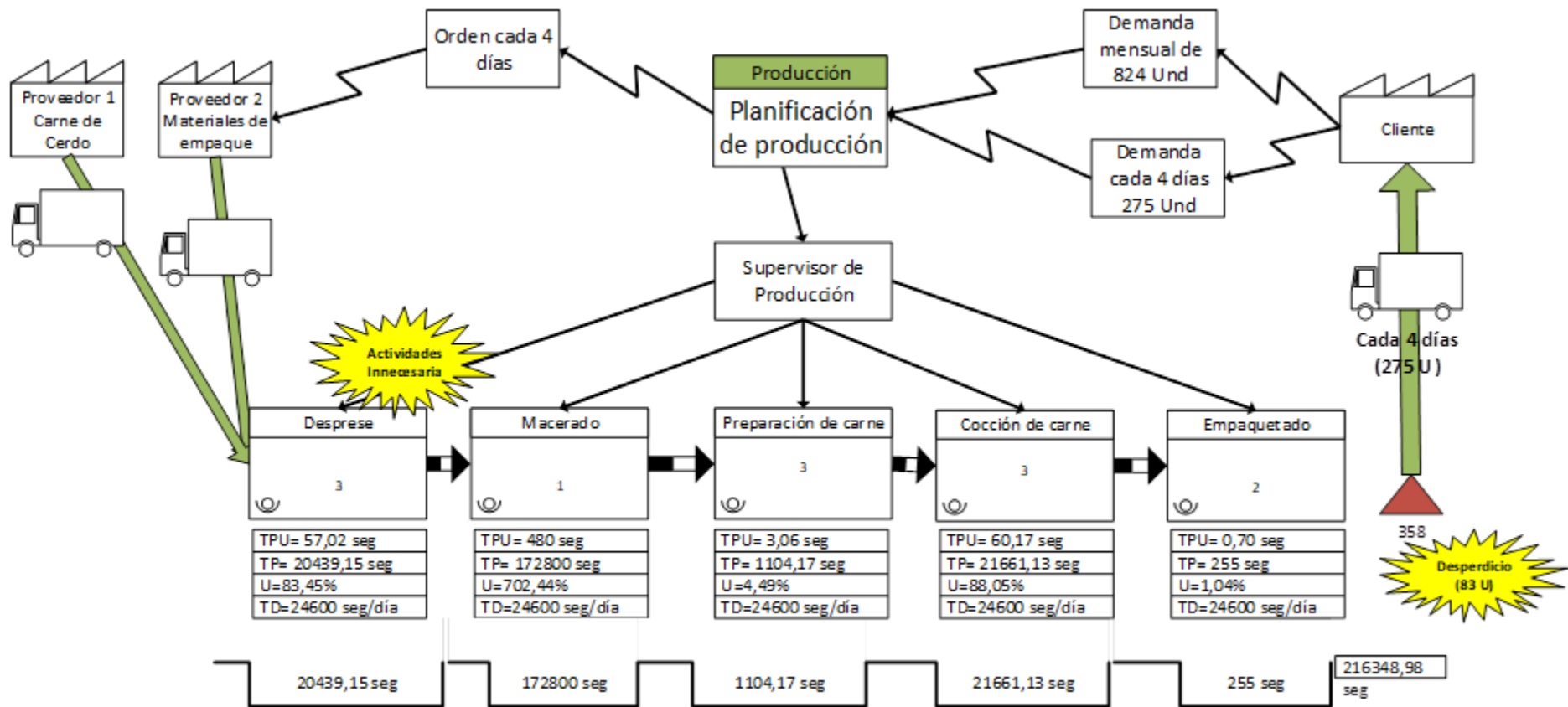


Figura 18 VSM actual

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Plan de mejora

Considerando el estado situacional de la empresa presentado en los análisis anteriores se ha identificado una efectividad regular relacionada con la distribución de procesos, distribución de empleados, control de la producción de acuerdo con la demanda, bajo este contexto se plantea que las estrategias de mejora se centren en los siguientes ejes:

Tabla 21 *Ejes de la propuesta*

| Estrategia | Descripción | Aplicación |
|----------------------------------|---|-------------------|
| Reestructurar los procesos | Se analizará la posibilidad de reducir el número de actividades o subprocessos involucradas en el proceso de producción de jamón cocido | Corto plazo |
| Aplicar planes de producción | Para la ejecución de cada ciclo de producción se deberá desarrollar un esquema o plan de producción basados en la demanda previa. | Corto plazo |
| Distribuir colaboradores | Se considera la posibilidad de reducir el número de empleados en esta línea de producción, reasignándolo a otras líneas tratando de evitar tiempos de ocio. | Corto plazo |
| Capacitaciones | Se deberán realizar capacitaciones relacionadas con los cambios que se realicen en el proceso productivo, para evitar errores. | Corto plazo |
| Estrategias de aumento de ventas | Se tiene que coordinar con la administración para el desarrollo de estrategias que permitan el incremento en la salida de productos | Mediano plazo |

Tabla 22 *Plan de mejora*

| Estrategias | Actividades | Responsable | Plazo referencial | Costo |
|---|---|--|--------------------------|--------------|
| | Analizar la relevancia de los subprocesos y posibilidad de presidir de alguno | | | |
| Reestructurar procesos | Estructurar el nuevo esquema de producción | Jefe de producción y administración | 1 mes | - |
| | Evaluar la efectividad nueva distribución de actividades | | | |
| | Analizar la demanda de los últimos seis meses, así como la demanda de la fecha en años pasados. | | | |
| Desarrollar un plan de producción mensual | Trazar una proyección simple basada en un promedio para determinar la cantidad adecuada de producción | Jefe de producción y operarios | Mensualmente | - |
| | Generar un documento referencial para respaldo de la producción | | | |
| Distribuir colaboradores en planta | Realizar un nuevo análisis de para determinar la cantidad necesaria de operadores | Jefe de producción, administración y operarios | 1 mes | - |
| | Redirigir a otras líneas a los colaboradores que resulten demás en la producción | | | |
| Desarrollar un plan de capacitaciones | Determinar los tópicos y cambios realizados para dar a conocer a los colaboradores | Jefe de producción y administración | 1 mes | \$250 |
| | Contratar capacitadores calificados | | | |

Realización de evaluaciones

Establecer el nivel de ventas actual, para conocer el estado situacional

Estrategia de aumento de venta en un 30%

Desarrollar estrategias relacionadas con la aplicación de pautas pagadas en redes sociales

Jefe de producción y administración

1 trimestre

\$450

Contratar los servicios profesionales de una social media manager para el manejo de contenido en redes

Total

\$700

4.2 Reestructuración de procesos

En el análisis de la importancia que refleja cada uno de los subprocesos que engloban la línea de producción del jamón cocido, con la finalidad de identificar de cuales se puede prescindir, con la finalidad de optimizar el tiempo dedicado al mismo y aumentar la eficacia.

Tabla 23 *Plan de acción*

| No. | Actividad | Aporta al producto | Necesaria |
|-----|----------------------------------|--------------------|-----------|
| 1 | Desprese de chanchos | NO | NO |
| 2 | Deshuese de la pierna del chanco | NO | NO |
| 3 | Macerado | SI | SI |
| 4 | Eliminar exceso de grasa | SI | SI |
| 5 | Moler carne | SI | SI |
| 6 | Mezclar carne | SI | SI |
| 7 | Preparación de moldes | SI | SI |
| 8 | Transporte de moldes | SI | SI |
| 9 | Cocción | SI | SI |
| 10 | Enfriado | SI | SI |
| 11 | Desmoldeado | SI | SI |
| 12 | Fileteado | SI | SI |
| 13 | Pesado, etiquetado y sellado | SI | SI |
| 14 | Almacenamiento | SI | SI |

Analizando la procedencia de cada una de las actividades involucradas en el proceso, y su aporte con el producto final, se llega a la conclusión de que las actividades de desprese y deshuese pueden ser suprimidas, siempre y cuando se llegue a un acuerdo con el proveedor de que la materia prima entregada venga ya despresada y deshuesada, directamente para su maceración. Por lo tanto, el nuevo diagrama de proceso quedaría de la siguiente manera en la Tabla 24:

Tabla 24 Diagrama de análisis de proceso - propuesto

| No. | Actividad | Tipo de actividad | Símbolo | | | | | Tiempo promedio total (h) |
|-------|------------------------------|-------------------|---------|---|---|---|---|---------------------------|
| | | | ● | ➔ | ▭ | ▭ | ▼ | |
| 1 | Macerado | Mecánica | | | | | | 48,00 |
| 2 | Eliminar exceso de grasa | Manual-Mecánica | ● | | | | | 0,02 |
| 3 | Moler carne | Mecánica | ● | | | | | 0,08 |
| 4 | Mezclar carne | Mecánica | ● | | | | | 0,20 |
| 5 | Preparación de moldes | Manual-Mecánica | ● | | | | | 0,01 |
| 6 | Transporte de moldes | Manual-Mecánica | ● | ➔ | | | | 0,00 |
| 7 | Cocción | Mecánica | | | | | ▭ | 5,00 |
| 8 | Enfriado | Mecánica | | | | | ▭ | 1,00 |
| 9 | Desmoldeado | Manual-Mecánica | ● | | | | | 0,00 |
| 10 | Fileteado | Manual-Mecánica | ● | | | | | 0,04 |
| 11 | Pesado, etiquetado y sellado | Manual-Mecánica | ● | | | | | 0,02 |
| 12 | Almacenamiento | Manual-Mecánica | | | | | ▼ | 0,01 |
| Total | | | 7 | 1 | 3 | 0 | 1 | 54,39 |

Al omitir las actividades previamente mencionadas, el proceso productivo general quedaría en un promedio de 54,39 horas por la producción de un batch de 360 unidades.

4.3 Gestión por Procesos (mejorados)

4.3.1 Modelamiento en BPMN

Basados en el contexto de la mejora, se esquematiza un modelo de mapa de proceso basado en las operaciones de la empresa embutidora FUNORSAL, tomando como base cada uno de los tipos, como se muestra a continuación:

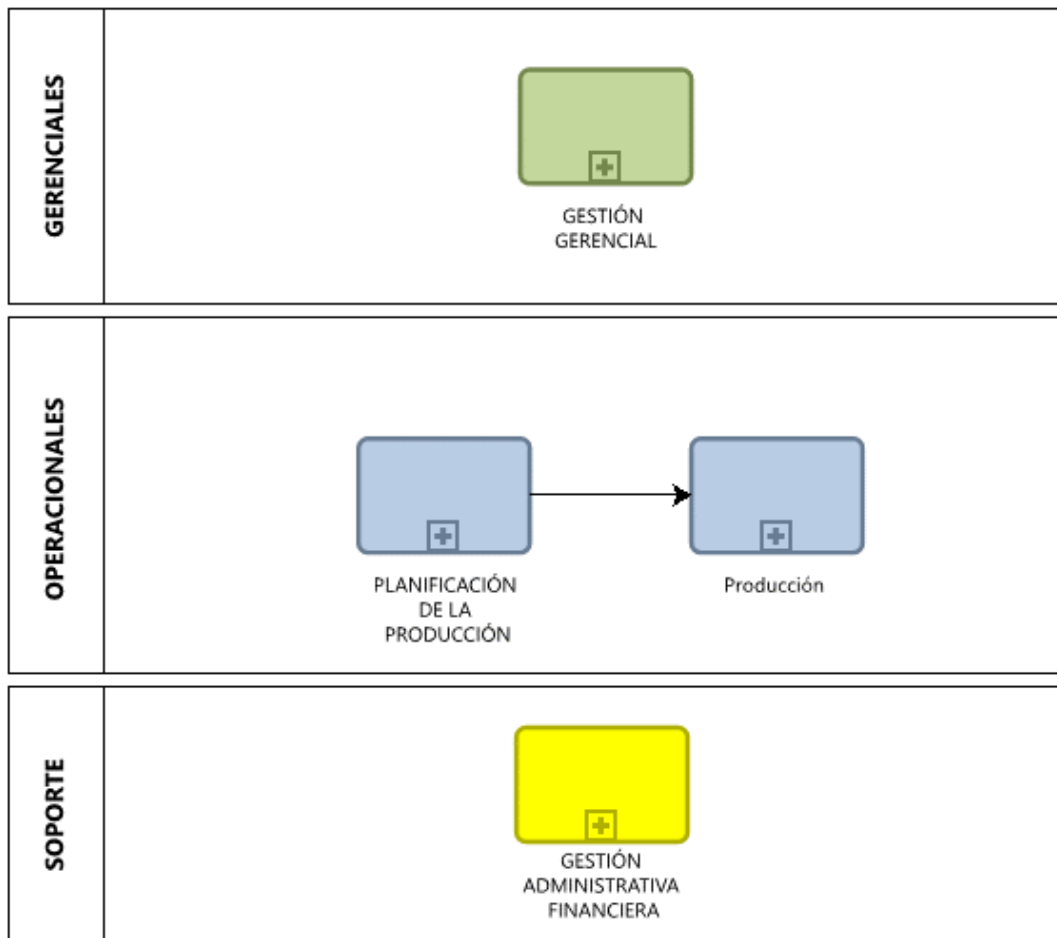


Figura 19 *Mapa de proceso general*

Posteriormente se desarrollada cada uno de los procesos determinados en el mapa, como se muestra a continuación:

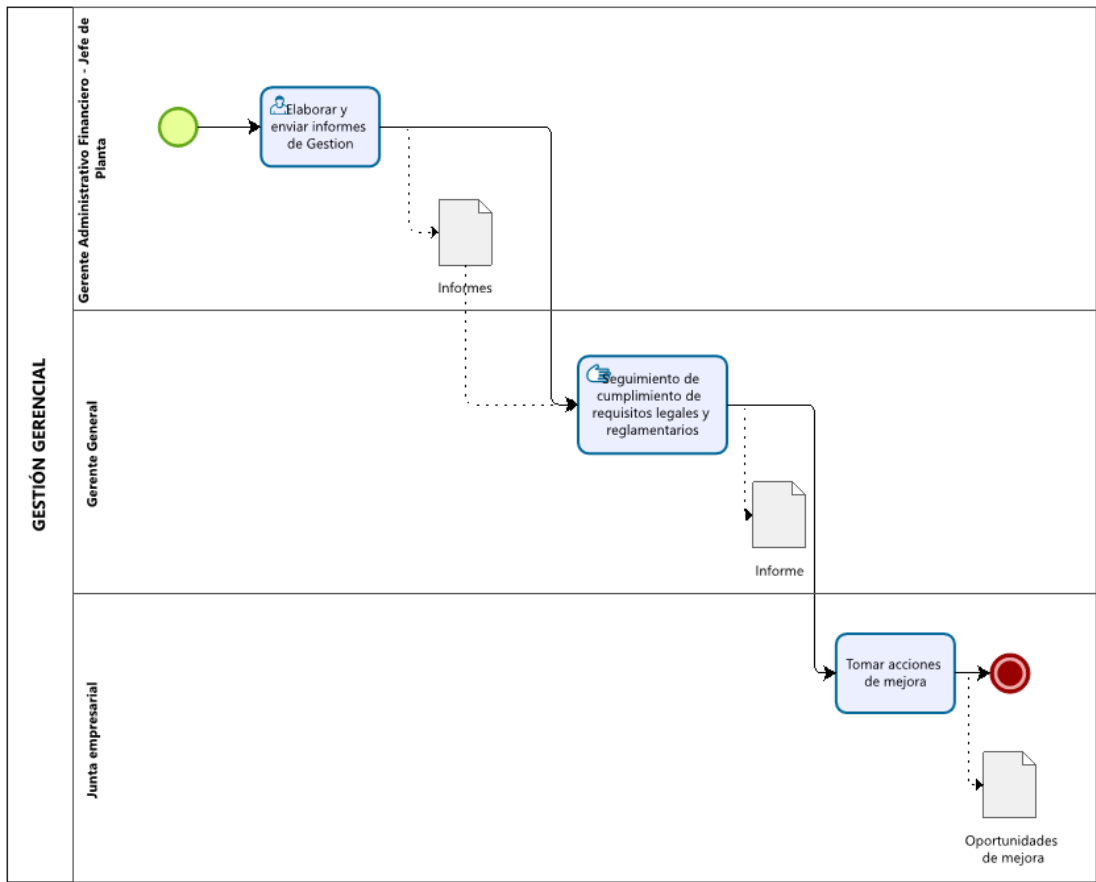


Figura 20 Mapa de proceso de gestión gerencial

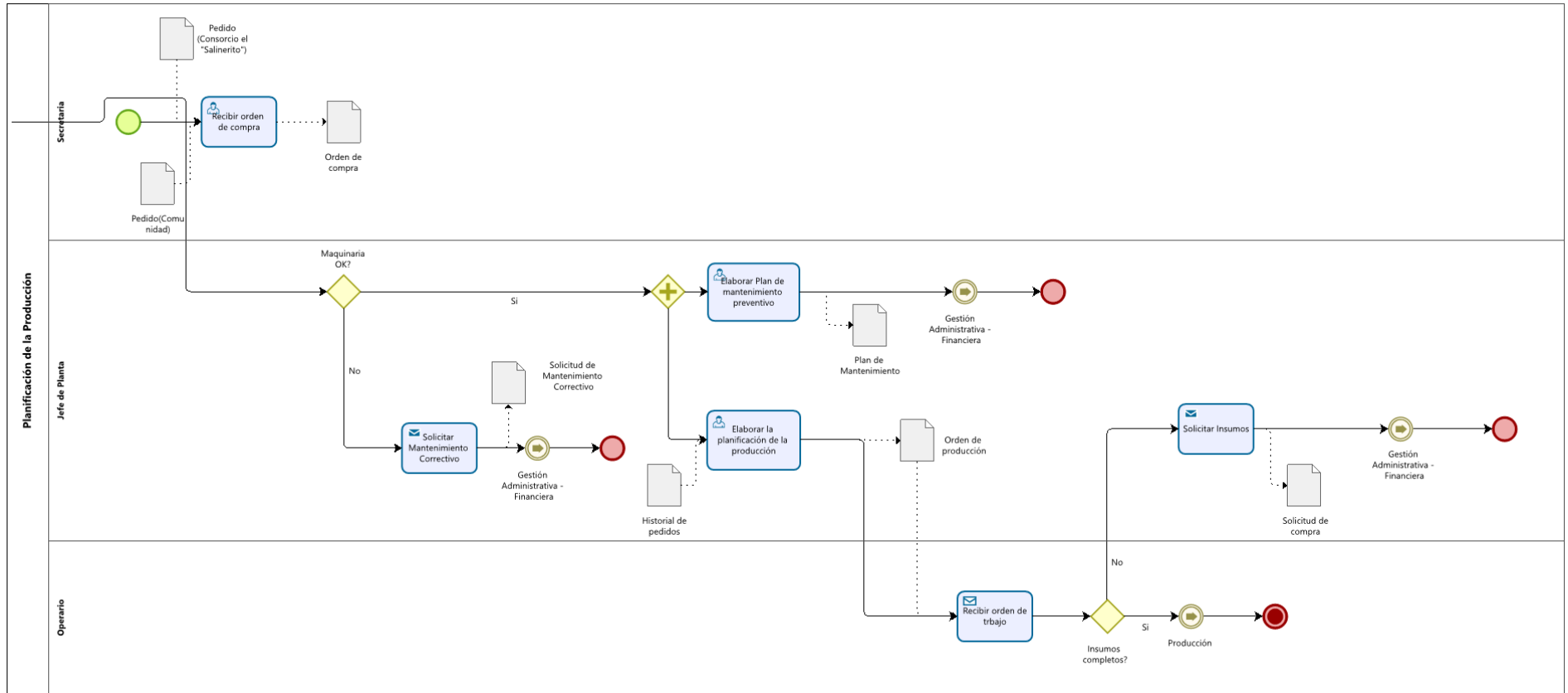


Figura 21 Mapa de proceso de planificación de producción

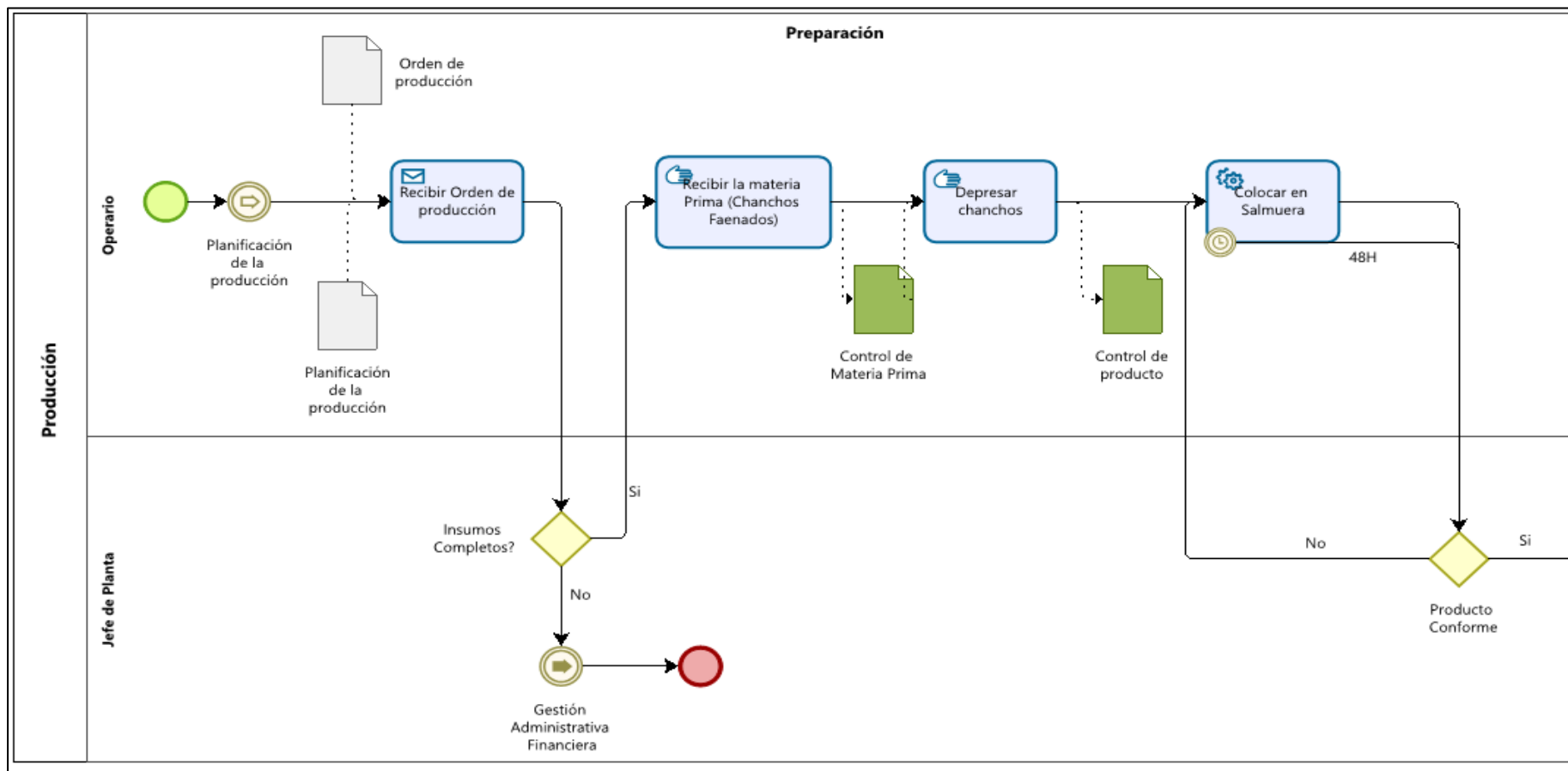


Figura 22 Mapa de proceso de producción 1- 3

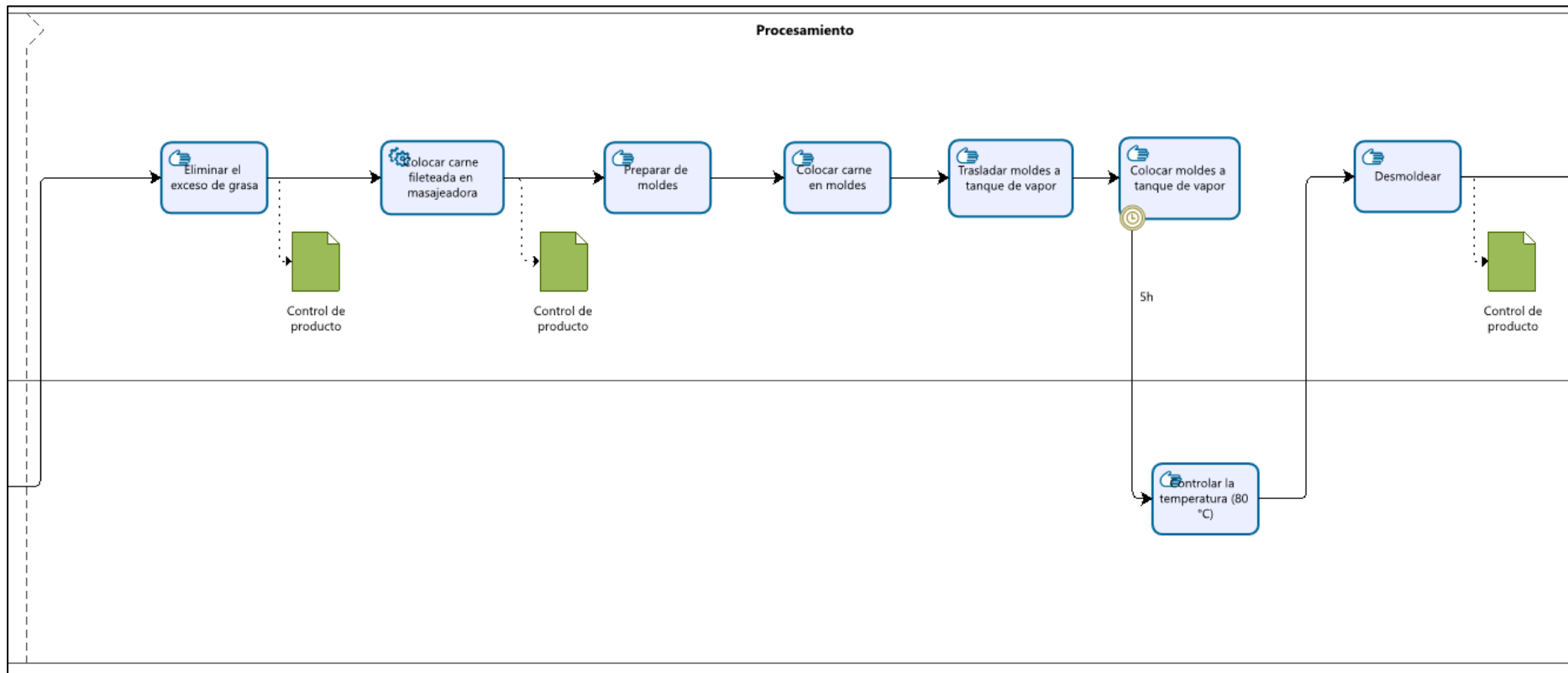


Figura 23 Mapa de proceso de producción 2 - 3

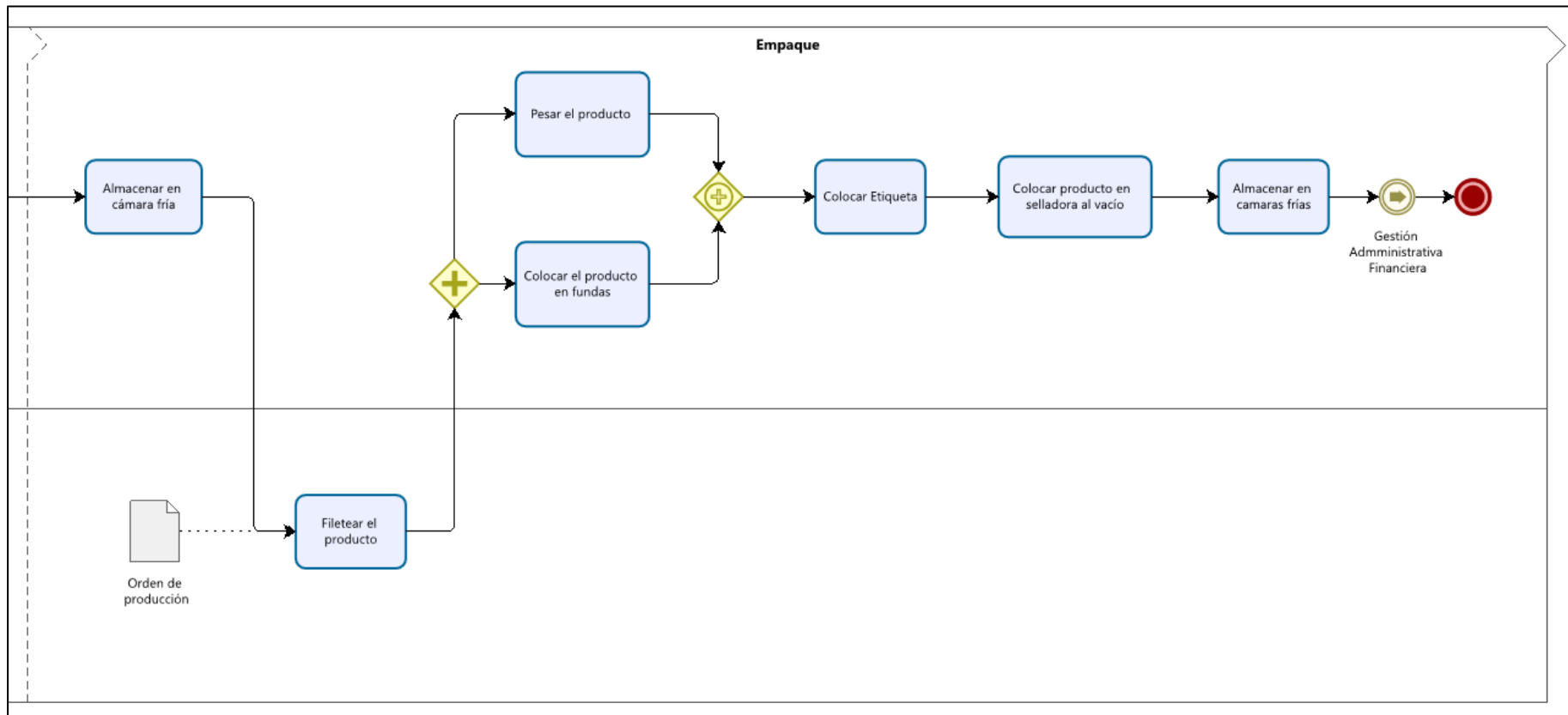


Figura 24 Mapa de proceso de producción 3 - 3

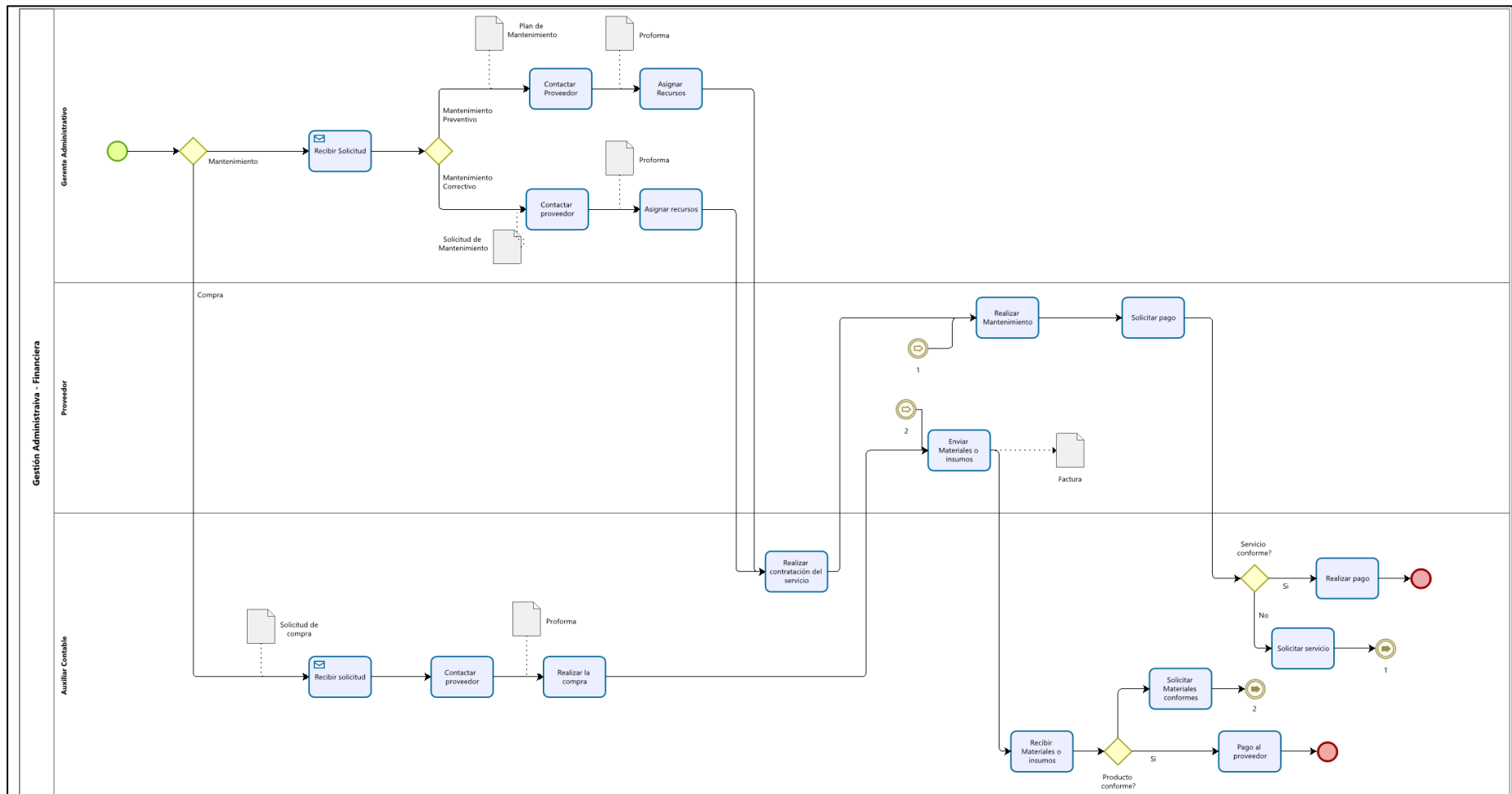


Figura 25 Mapa de proceso de administración financiera

4.3.2 Caracterización de Procesos

Otro de los aspectos desarrollados en la propuesta de mejora corresponde al diseño de las caracterizaciones correspondiente a los procesos

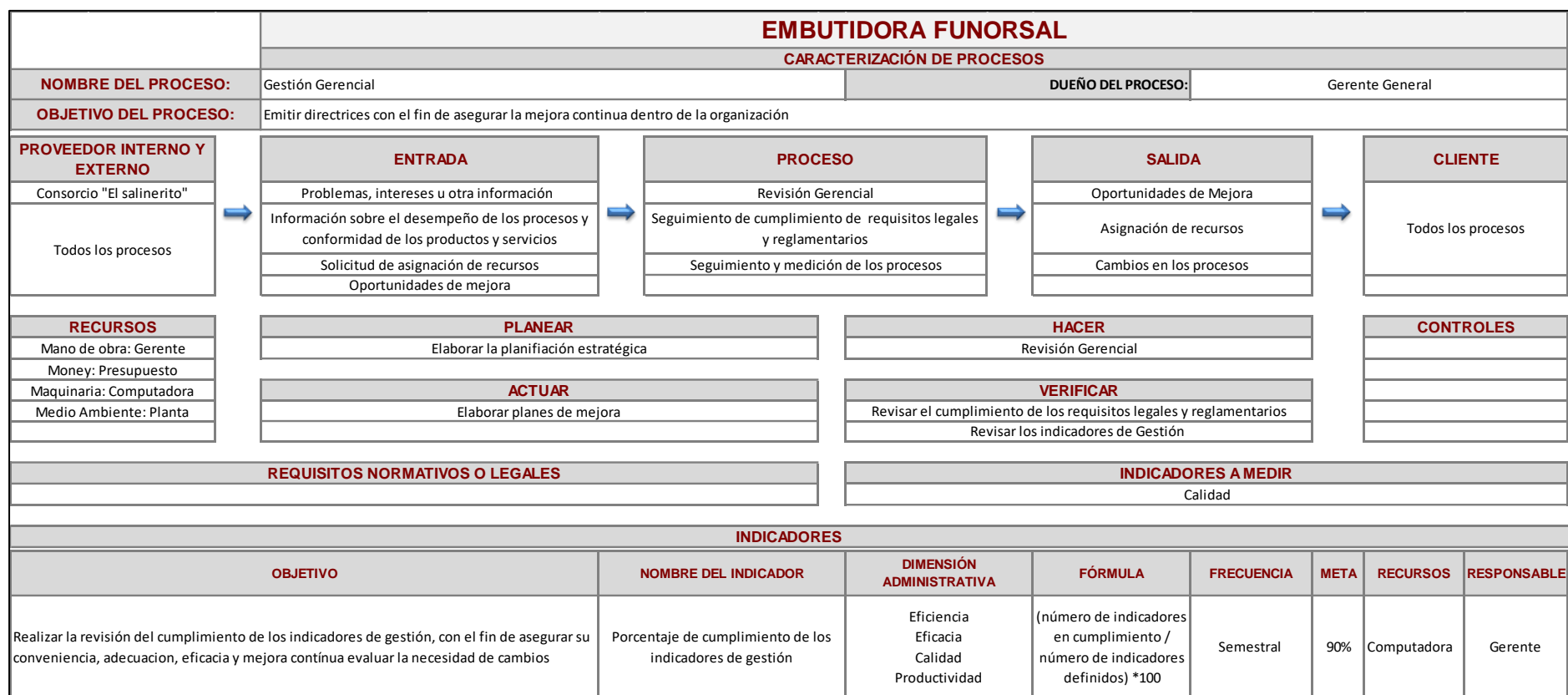


Figura 26 Caracterización de gestión gerencial

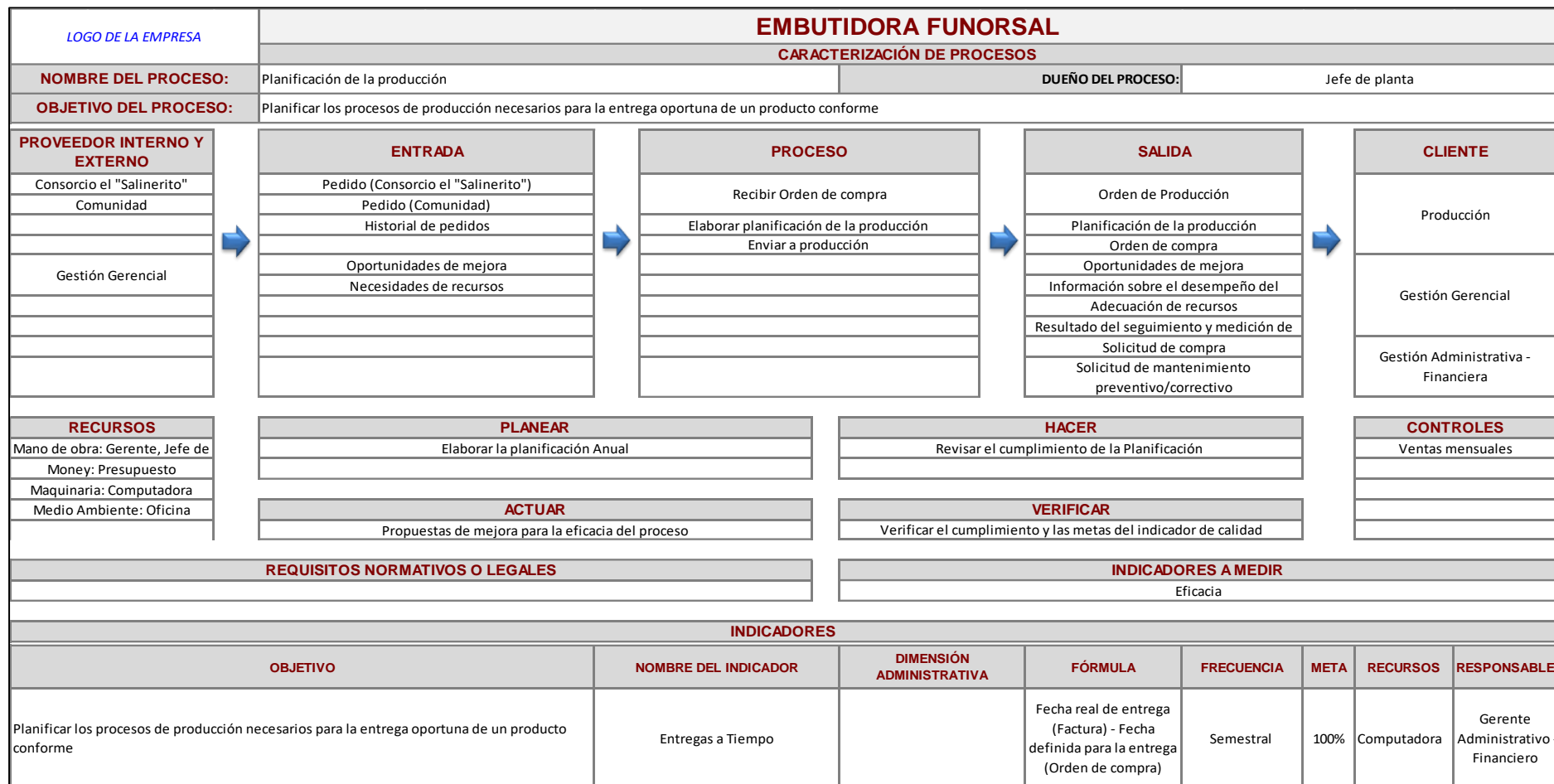


Figura 27 Caracterización de planificación de producción

| EMBUTIDORA FUNORSAL | | | | | | | |
|---|---|--|---|---------------------------------------|----------------|------------------------------------|--------------------|
| CARACTERIZACIÓN DE PROCESOS | | | | | | | |
| NOMBRE DEL PROCESO: | Producción | | | DUEÑO DEL PROCESO: | Jefe de planta | | |
| OBJETIVO DEL PROCESO: | Ejecutar la producción necesaria para cumplir los requisitos para la entrega de productos conformes | | | | | | |
| PROVEEDOR INT Y EXT | ENTRADA | PROCESO | SALIDA | CLIENTE | | | |
| Planificación de la producción | Planificación de la producción | Preparación | Control de materia prima | Producción / Gestion | | | |
| | Orden de compra | Procesamiento | Control de producto | Administrativa Financiera | | | |
| | Orden de producción | Empaque | Producto terminado / No conforme | Cliente | | | |
| Gestión Gerencial | Plan de Mantenimiento | | Factura | | | | |
| | Oportunidades de mejora | | Oportunidades de mejora | Gestión Gerencial | | | |
| | Necesidades de recursos | | Información sobre el desempeño del | | | | |
| | | | Adecuación de recursos | | | | |
| | | | Resultado del seguimiento y medición de | | | | |
| RECURSOS | PLANEAR | HACER | CONTROLAR | CONTRASEÑAS | | | |
| Mano de obra: Gerente, Jefe de Planta, Operario | Preparación de maquinaria y materia prima | Elaborar el producto | | Encuestas de satisfacción del cliente | | | |
| Money: Presupuesto | | | | | | | |
| Maquinaria: | ACTUAR | VERIFICAR | | | | | |
| - Molino | Propuestas de mejora para la eficacia del proceso | Control de producto no conforme | | | | | |
| - Cortadora | | | | | | | |
| - Balanza | | | | | | | |
| - Embutidora | | | | | | | |
| - Cámara fría | | | | | | | |
| - Cortadora de hueso | | | | | | | |
| - Codificadora | | | | | | | |
| - Empacadora al vacío | | | | | | | |
| - Marmita | | | | | | | |
| Medio Ambiente: Planta | | | | | | | |
| REQUISITOS NORMATIVOS O LEGALES | INDICADORES A MEDIR | | | | | | |
| NTE INEN-ISO 22000 | Efectividad | | | | | | |
| NTE INEN-ISO/TS 22002-1 | | | | | | | |
| NTE INEN 3062 | | | | | | | |
| INDICADORES | | | | | | | |
| OBJETIVO | NOMBRE DEL INDICADOR | FÓRMULA | DIMENSIÓN ADMINISTRATIVA | FRECUENCIA | META | RECURSOS | RESPONSABLE |
| Ejecutar la producción necesaria para cumplir los requisitos para la entrega del producto | Productividad | Tiempo real (#producto producido por tiempo estandar) / Tiempo planificación *100 | | Mensual | 90% | Operarios Maquinaria | Jefe de Planta |
| | Volumen de producción | Peso Inicial (Peso de los chanchos sin despresar) / Peso producto terminado (Producto desmoldado) *100 | | Semanal | 90% | Operarios Maquinaria Balanza | Jefe de Planta |

Figura 28 Caracterización de proceso de producción

| EMBUTIDORA FUNORSAL | | | | | | | |
|---|---|--|---|--|------------------|----------------------------------|--------------------|
| CARACTERIZACIÓN DE PROCESOS | | | | | | | |
| NOMBRE DEL PROCESO: Administrativo Financiero | | | | DUEÑO DEL PROCESO: Gerente Administrativo | | | |
| OBJETIVO DEL PROCESO: Proveer materiales y servicios conformes para asegurar el desempeño de los procesos, a través, de las compras y contratación a proveedores calificados | | | | | | | |
| PROVEEDOR INTY EXT | ENTRADA | PROCESO | SALIDA | CLIENTE | | | |
| Producción | Solicitud de compra | Recibir Solicitud | Orden de compra | Proveedor | | | |
| Planificación de la producción | Solicitud de mantenimiento | Solicitar compra o servicio | Contratación de servicio | Producción | | | |
| Proveedor | Plan de mantenimiento | Pagar compra o servicio | Insumos/Materia prima | Gestión Gerencial | | | |
| Gestión Gerencial | Materia prima e insumos | | Orden de mantenimiento | | | | |
| | Proforma | | Oportunidades de mejora | | | | |
| | Oportunidades de mejora | | Información sobre el desempeño del | | | | |
| | Necesidades de recursos | | Adecuación de recursos | | | | |
| | | | Resultado del seguimiento y medición de | | | | |
| RECURSOS | PLANEAR | | HACER | | CONTROLES | | |
| Mano de obra: Gerente, Jefe de Planta, Operario | Planificar mantenimientos y compra de insumos | | Elegir proveedores calificados | | | | |
| Money: Presupuesto | | | | | | | |
| Maquinaria: | | | | | | | |
| - Equipo de oficina | | | | | | | |
| Medio Ambiente: Planta | | | | | | | |
| | ACTUAR | | VERIFICAR | | | | |
| | Proponer acciones de mejora | | Revisar los indicadores de calidad | | | | |
| REQUISITOS NORMATIVOS O LEGALES | | | | INDICADORES A MEDIR | | | |
| | | | | Eficiencia | | | |
| INDICADORES | | | | | | | |
| OBJETIVO | NOMBRE DEL INDICADOR | FÓRMULA | DIMENSIÓN ADMINISTRATIVA | FRECUENCIA | META | RECURSOS | RESPONSABLE |
| Proveer materiales y servicios conformes para asegurar el desempeño de los procesos, a través, de la compra de materiales y contratación de servicios a proveedores calificados | Porcentaje producto no conforme proveedor | $(\text{número de devoluciones} / \text{número de ordenes de compra}) * 100$ | | Mensual | 80% | Computadora | Gerente Financiero |
| | Porcentaje cumplimiento tiempo de entrega producto comprado | $(\text{Tiempo real de entrega} / \text{tiempo planificado por el proveedor}) * 100$ | | Mensual | 10% | Computadora | Auxiliar contable |
| Mantener los equipos y maquinaria en optimas condiciones | Porcentaje en el cumplimiento del plan de mantenimiento | $(\text{Mantenimientos ejecutados} / \text{Mantenimientos planificados})$ | | Semestral | 90% | Computadora Recursos Financieros | Jefe de planta |

Figura 29 Caracterización de administración financiera.

4.4 Estudio del Trabajo (mejorados)

4.4.1 Tiempo Básico

Para conocer la factibilidad de la redistribución de operarios en relación con el nuevo esquema se deber realizar un nuevo análisis del estudio de tiempos considerando la nueva duración general del proceso de 54,39 horas, y para obtener el tiempo promedio por unidad se divide para 360 unidades.

Tabla 25 *Determinación de tiempo de la Unidad*

| Tiempo promedio total (h) | Tiempo Promedio Unidad (h) |
|---------------------------|----------------------------|
| 48,00 | 0,133333 |
| 0,02 | 0,000065 |
| 0,08 | 0,000231 |
| 0,20 | 0,000556 |
| 0,01 | 0,000031 |
| 0,00 | 0,000011 |
| 5,00 | 0,013889 |
| 1,00 | 0,002778 |
| 0,00 | 0,000005 |
| 0,04 | 0,000116 |
| 0,02 | 0,000054 |
| 0,01 | 0,000027 |
| 54,67 | 0,15 |

En el cálculo del tiempo básico se toma a consideración el coeficiente del factor de valor establecido en la tabla 10, el cual se multiplica por el nuevo tiempo promedio.

Tabla 26 *Definición de tiempo normal*

| No. | Actividad | Promedio (h) | Total, Valoración | Tiempo normal (h) |
|-----|--------------------------|--------------|-------------------|-------------------|
| 1 | Macerado | 0,133333 | 1,00 | 0,133333 |
| 2 | Eliminar exceso de grasa | 0,000065 | 1,11 | 0,000072 |
| 3 | Moler carne | 0,000231 | 1,00 | 0,000231 |
| 4 | Mezclar carne | 0,000556 | 1,00 | 0,000556 |
| 5 | Preparación de moldes | 0,000031 | 0,96 | 0,000030 |
| 6 | Transporte de moldes | 0,000011 | 1,03 | 0,000011 |
| 7 | Cocción | 0,013889 | 1,00 | 0,013889 |
| 8 | Enfriado | 0,002778 | 1,00 | 0,002778 |
| 9 | Desmoldeado | 0,000005 | 1,12 | 0,000006 |

| | | | | |
|----|------------------------------|----------|------|----------|
| 10 | Fileteado | 0,000116 | 0,83 | 0,000096 |
| 11 | Pesado, etiquetado y sellado | 0,000054 | 0,99 | 0,000053 |
| 12 | Almacenamiento | 0,000027 | 0,62 | 0,000017 |

4.4.2 Tiempo Estándar

Por otro lado, en la definición del tiempo estándar se calculó a través de la multiplicación del nuevo tiempo normal con el índice de suplementos obtenidos en la tabla 12.

Tabla 27 Definición de tiempo estándar

| Actividad | Tiempo Normal (h) | índice suplement. | Tiempo estándar (h) |
|------------------------------|-------------------|-------------------|---------------------|
| Macerado | 0,133333 | 1,00 | 0,133333 |
| Eliminar exceso de grasa | 0,000072 | 1,11 | 0,000080 |
| Moler carne | 0,000231 | 1,00 | 0,000231 |
| Mezclar carne | 0,000556 | 1,00 | 0,000556 |
| Preparación de moldes | 0,000030 | 1,11 | 0,000033 |
| Transporte de moldes | 0,000011 | 1,12 | 0,000012 |
| Cocción | 0,013889 | 1,00 | 0,013889 |
| Enfriado | 0,002778 | 1,00 | 0,002778 |
| Desmoldeado | 0,000006 | 1,11 | 0,000007 |
| Fileteado | 0,000096 | 1,11 | 0,000107 |
| Pesado, etiquetado y sellado | 0,000053 | 1,11 | 0,000059 |
| Almacenamiento | 0,000017 | 1,13 | 0,000019 |

4.5 Balanceo de Líneas

4.5.1 Demanda

Considerando las nuevas estipulaciones del plan de acción y su desarrollo, se pronostica un crecimiento de la demanda en un 30% a raíz de las estrategias planteadas, por lo que se prevé pasar de 824 unidades mensuales a un aproximado de 1072 unidades mensuales, es decir, un aproximado de 89 unidades diarias, considerando los 12 días productivos al mes, este crecimiento se estima con la finalidad de dar salida a la producción total de la línea diaria.

4.5.2 Takt Time

Para el nuevo cálculo del nuevo takt time se toma en cuenta las nuevas consideraciones de la demanda, al igual que el análisis de tiempo disponible y la fórmula realizada en el capítulo anterior.

| TAKT TIME | | | |
|-------------------------|---------------------------------|------------------------|--|
| Días laborales | <input type="text" value="12"/> | Demanda Mensual | <input type="text" value="1072"/> |
| Jornada diaria (horas) | <input type="text" value="8"/> | Tiempo disponible | <input type="text" value="24600"/> seg. |
| Turnos | <input type="text" value="1"/> | Demanda diaria | <input type="text" value="89"/> |
| Descansos x turno (min) | <input type="text" value="70"/> | TAKT TIME | <input type="text" value="275,37"/> seg/unidad |

Figura 30 Cálculo del nuevo Takt Time

4.5.3 Tiempo de ciclo

En el nuevo proceso de cálculo del tiempo de ciclo, se toma a consideración nuevamente el cálculo de la capacidad de producción diaria establecida en el capítulo anterior, lo cual al ser comparado con el Takt time de la situación propuesta se evidencia que tiene una diferencia aproximada de 1% disminuyendo así la brecha entre estos parámetros.

| TIEMPO DE CICLO | | | |
|-----------------------------|-----------------------------------|------------------------|--|
| Días laborales | <input type="text" value="12"/> | Demanda Mensual | <input type="text" value="1072"/> |
| Jornada diaria (horas) | <input type="text" value="8"/> | Tiempo disponible | <input type="text" value="24600"/> seg. |
| Turnos | <input type="text" value="1"/> | Demanda diaria | <input type="text" value="89"/> |
| Descansos x turno (min) | <input type="text" value="70"/> | TIEMPO DE CICLO | <input type="text" value="278,91"/> seg/unidad |
| Producción (días - lote) | <input type="text" value="90"/> | | |
| % de Productos Conformes | <input type="text" value="98%"/> | | |
| Unidades Producidas "aptas" | <input type="text" value="88,2"/> | | |

Figura 31 Cálculo del tiempo de ciclo

Al comparar nuevamente, con relación a la situación se mejora se verifica que la brecha entre el Takt Time y el tiempo de ciclo disminuyo a 0,64%, como se muestra en la Figura 32:

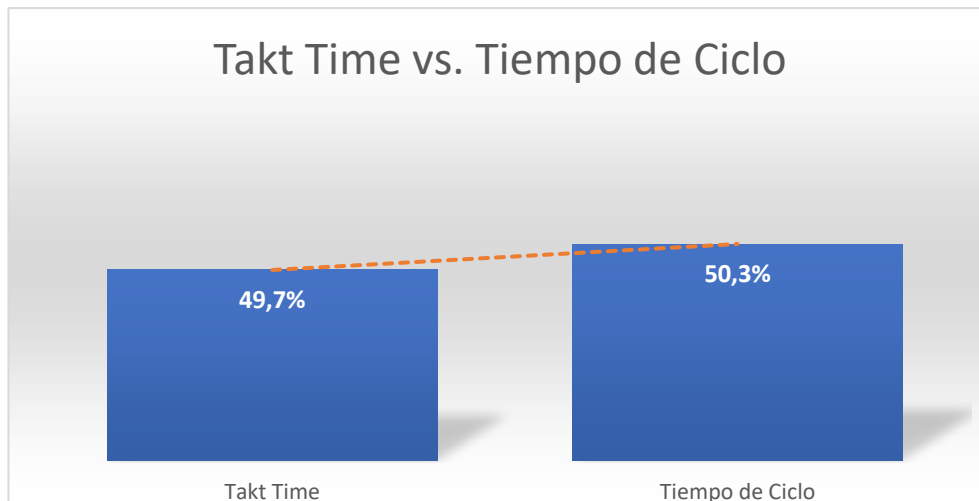


Figura 32 Brecha - propuesta

4.5.4 Balanceo de líneas por número de operarios

Para el cálculo de balanceo de líneas en relación con la cantidad de operarios, se toma en cuenta las fórmulas establecidas en la tabla 2 ubicada en el capítulo anterior considerando el mismo factor de eficiencia y transformando el nuevo tiempo estándar en segundos.

Tabla 28 *Cálculo de efectividad*

| No. | Actividad | Tiempo estándar (s) | Eficiencia | IP | No. Teóricos en función del IP | No. Reales | E Eficiencia de la línea |
|---------|------------------------------|---------------------|------------|--------|--------------------------------|------------|-----------------------------|
| 1 | Macerado | 480,000 | | 0,0036 | 1,835 | 2 | |
| 2 | Eliminar exceso de grasa | 0,288 | | 0,0036 | 0,001 | 0 | |
| 3 | Moler carne | 0,833 | | 0,0036 | 0,003 | 0 | |
| 4 | Mezclar carne | 2,000 | | 0,0036 | 0,008 | 0 | |
| 5 | Preparación de moldes | 0,119 | | 0,0036 | 0,000 | 0 | |
| 6 | Transporte de moldes | 0,044 | 0,95 | 0,0036 | 0,000 | 0 | 76% |
| 7 | Cocción | 50,000 | | 0,0036 | 0,191 | 1 | |
| 8 | Enfriado | 10,000 | | 0,0036 | 0,038 | 0 | |
| 9 | Desmoldeado | 0,025 | | 0,0036 | 0,000 | 0 | |
| 10 | Fileteado | 0,384 | | 0,0036 | 0,001 | 0 | |
| 11 | Pesado, etiquetado y sellado | 0,214 | | 0,0036 | 0,001 | 0 | |
| 12 | Almacenamiento | 0,068 | | 0,0036 | 0,000 | 0 | |
| Totales | | 600,999020 | | | 2,079 | 3 | |

Con relación a la situación propuesta, basada en la nueva distribución de actividades y demás consideraciones, se define que el proceso podría ser llevado a cabo por 3 operarios sin ningún problema, lo cual le otorgaría una eficiencia del 76%, el cual representa un aumento significativo a comparación del 50% obtenido en el estado situacional.

4.5.5 Diagramas de PERT

Teniendo en cuenta los cambios generados por la propuesta se realiza un nuevo análisis de balanceo de línea con la finalidad de conocer que tan fiable es la nueva distribución, para esto se toman a consideración las fórmulas expuestas en la tabla 3.

Tabla 29 *Calculo de numero de estación*

| Actividades | TE (s) | C | Ne |
|--------------------------------|--------|--------|------|
| A Macerado | 480,00 | | |
| B Eliminar exceso de grasa | 0,23 | | |
| C Moler carne | 0,83 | | |
| D Mezclar carne | 2,00 | | |
| E Preparación de moldes | 0,11 | | |
| F Transporte de moldes | 0,04 | | |
| G Cocción | 50,00 | 276,40 | 1,97 |
| H Enfriado | 10,00 | | |
| I Desmoldeado | 0,02 | | |
| J Fileteado | 0,42 | | |
| K Pesado, etiquetado y sellado | 0,19 | | |
| L Almacenamiento | 0,10 | | |
| Totales | 543,95 | | 2 |

En la ejecución de los cálculos se logra determinar que el número de estaciones teórico que debe contemplar la línea de producción es de 2, y al continuar con el análisis, se realiza la nueva diagramación del proceso, donde se identifica una sección del proceso que no depende de un cumplimiento lineal, siendo estas las actividades E y F. considerando esto cambios en el establecimiento de actividades predecesoras y sucesoras.

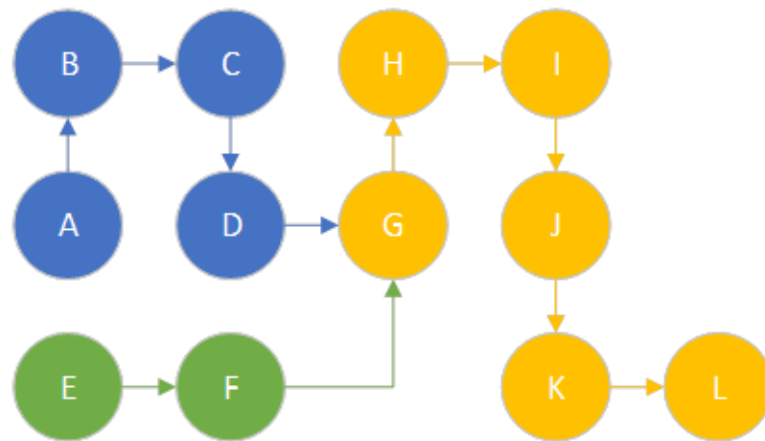


Figura 33 Diagrama de proceso propuesto.

Tabla 30 Cálculo de peso posicional propuesto

| Act. | TE (S) | Predecesor | Sucesor | Peso posicional |
|------|---------|------------|-------------------|-----------------|
| A | 480,000 | - | B,C,D,G,H,I,J,K,L | 543,795 |
| B | 0,234 | A | C,D,G,H,,I,J,K,L | 63,795 |
| C | 0,833 | B | D,G,H,,I,J,K,L | 63,561 |
| D | 2,000 | C | G,H,I,J,K,L | 62,73 |
| E | 0,112 | D | F,G,H,I,J,K,L | 60,88 |
| F | 0,038 | E | G,H,I,J,K,L | 60,77 |
| G | 50,000 | - | H,I,J,K,L | 60,73 |
| H | 10,000 | G | I,J,K,L | 10,73 |
| I | 0,020 | F, H | J,K,L | 0,73 |
| J | 0,417 | I | K,L | 0,71 |
| K | 0,194 | J | L | 0,29 |
| L | 0,097 | K | - | 0,097 |

Finalmente, en la asignación del balanceo, se logra determinar que se obtiene un total de 2 estaciones reales, con un desperdicio de 8,86 segundos como tiempo no asignado en el proceso, determinando una eficiencia mayor presentando una mejora considerable al reducir el tiempo desperdiciado y aumentar la eficiencia pasando de 54% al 98%.

Tabla 31 *Balanceo de línea*

| Estación de trabajo | Tarea | Tiempo | Tiempo acumulado | Tiempo no asignado |
|---------------------|-------|---------|------------------|--------------------|
| 1 - 2 | A | 480,000 | 480,000 | 72,809 |
| | B | 0,234 | 480,234 | 72,575 |
| | C | 0,833 | 481,067 | 71,742 |
| | D | 2,000 | 483,067 | 69,742 |
| | E | 0,112 | 483,179 | 69,630 |
| | F | 0,038 | 483,217 | 69,592 |
| | G | 50,000 | 533,217 | 19,592 |
| | H | 10,000 | 543,217 | 9,592 |
| | I | 0,020 | 543,237 | 9,572 |
| | J | 0,417 | 543,654 | 9,155 |
| | K | 0,194 | 543,848 | 8,961 |
| | L | 0,097 | 543,945 | 8,864 |

4.6 Lean Manufacturing

4.6.1 VSM futuro

Con toda esta información recopilada, se diseña el VSM, donde ya se contempla las mejoras descritas en el plan de mejoras y sus actividades. Y para su diagramación se considera la siguiente división por subprocesos:

Tabla 32 *División por subprocesos*

| No | Subproceso | Actividades |
|----|----------------------|------------------------------|
| 1 | Macerado | Macerado |
| 2 | Preparación de carne | Eliminar exceso de grasa |
| | | Moler carne |
| | | Mezclar carne |
| 3 | Cocción de carne | Preparación de moldes |
| | | Transporte de moldes |
| | | Cocción |
| | | Enfriado |
| | | Desmoldeado |
| 4 | Empaquetado | Fileteado |
| | | Pesado, etiquetado y sellado |
| | | Almacenamiento |

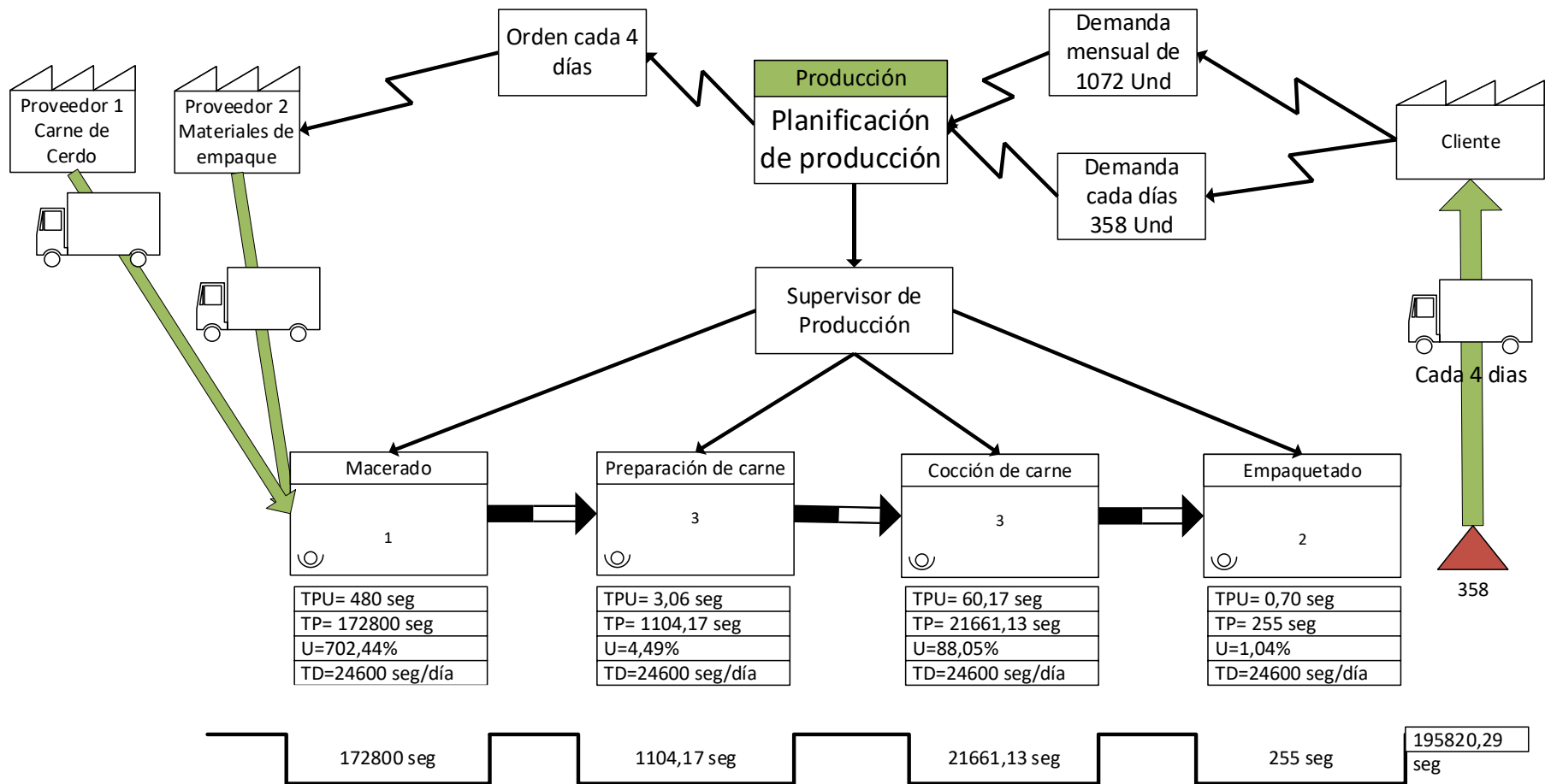


Figura 34 VSM propuesto

4.7 Análisis costo - beneficio

En la definición de la factibilidad de ejecución del presente proyecto de mejora, se contempla el desarrollo de un análisis de costo – beneficio, con la finalidad de conocer si se obtendrá beneficio financiero, para ello se identifica la ganancia que tendrá la empresa embutidora FUNORSAL con el desarrollo del estudio.

Como principal factor de beneficio se toma en cuenta la nivelación de la producción, al evitar que se pierda un aproximado de \$1.152 por concepto de las 256 unidades de sobreproducción y que como ya menciono son representación de pérdida, ya que no se pueden almacenar por mucho tiempo. Otro factor considerado dentro del beneficio económico de la línea de producción de jamón cocido se relaciona con la reducción de dos operarios, por lo cual el costo de mano de obra directa se reduce un total de \$850, siendo estos valores los beneficios económicos en relación con la línea de operaciones, como se muestra en la Tabla 33 a continuación:

Tabla 33 *Beneficios del proyecto*

| Descripción de beneficio | Valor |
|---------------------------------|--------------|
| Reducción de unidades perdidas | \$1.152 |
| Reducción de MOD | \$850 |
| Total | \$2.002 |

Por otro lado, con relación a los costos de inversión concernientes con el plan de mejora, se toma a consideración los valores de la Tabla 34:

Tabla 34 *Costos del proyecto*

| Descripción de beneficio | Valor |
|--|--------------|
| Desarrollar un plan de capacitaciones | \$250 |
| Estrategia de aumento de venta en un 30% | \$450 |
| Total | \$700 |

Una vez identificando tanto los beneficios como los costos del proyecto, se aplica la relación costo – beneficio, a través de la siguiente formulación:

$$B/C = \frac{\text{Beneficios Netos}}{\text{Costo de inversión}} \quad (5)$$

$$B/C = \frac{2.002}{700}$$

$$B/C = 2,86$$

Considerando las mejoras propuestas se obtiene un aumento en la productividad, misma que se muestra, a través del siguiente cálculo:

$$P = \frac{\textit{Producción}}{\textit{Costo MP} + \textit{Costo MOD} + \textit{Costo CI}} \quad (5)$$

$$P = \frac{1074 \textit{ u}}{127.7\$ + 1530\$ + 189.6\$}$$

$$P = 0.37 \textit{ u}/\$$$

En conclusión, se obtiene un coeficiente de 2,86, mismo que al superar la unidad demuestra que existe mayor beneficio en su implementación, además de existir un aumento del 0.37 u/\$ en la productividad; por lo que el proyecto es rentable

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

Finalmente, bajo el contexto del presente trabajo investigativo, se puede resaltar que la empresa embutidora FUNORSAL muestra una operatividad de manera empírica, a pesar de tener un tiempo considerable en el mercado, esta no se maneja bajo un procesamiento estandarizado y con el manejo de información documentada, dado que los datos aplicados en el presente estudio fueron recopilados directamente de la línea de producción,

En este caso, con el análisis de la línea de producción de jamón cocido da una productividad general de 0,29, esto en función de la producción obtenida los costos relacionados con su elaboración, adicionalmente, en la comparativa del promedio de la demanda mensual que mantiene este producto, y la producción real de la línea se identifica una sobreproducción de 250 unidades, considerando que el estimado del precio de venta por cada unidad es de \$4,50, generando una pérdida aproximada de \$1.152 por producto perdido.

Por otro lado, se establece que el estudio de trabajo desarrollado bajo el análisis y esquematización del diagrama de análisis de proceso identificó que la línea productiva muestra una duración de 58,67 horas, siendo esta la base para la aplicación de la metodología Westinghouse en la consideración de los factores que involucran el área de trabajo evaluada, teniendo finalmente una eficiencia del 50% la cual se encuentra relacionada con número de operarios que para el caso situacional es de 4 trabajadores.

Así mismo, dentro del análisis de la eficiencia que muestra la distribución de actividades en la línea de producción, se obtiene una eficiencia del 54% con un desperdicio de tiempo no asignado de 488 segundos

Por lo tanto, cabe recalcar que, en la proposición de mejoras, se estipula una redistribución de las actividades del proceso y colaboradores inmersos, prescindiendo de actividades como el desprese y deshuese de la carne, así como la disposición de aplicar planes de producción para regular la fabricación de jamón cocido, y también la consideración del desarrollo de estrategias con el fin de aumentar las ventas a mediano plazo, con el propósito de que la producción no solo se regule con la disminución de unidades elaboradas, sino que se normalice a conforme incremente la demanda.

Por último, para determinar si dichas propuestas de mejora impactan favorablemente en la empresa embutidora FUNORSAL, se realiza un nuevo análisis de la línea de producción, considerando los cambios establecidos en el plan de mejora, en estos se obtiene que la efectividad relacionada con el estudio de trabajo y número de colaboradores del 76%, siendo suficiente el trabajo con 3 operadores en el proceso.

Mientras que con el análisis basado en el balanceo de la nueva distribución de la línea se obtiene un aumento en la eficiencia al 98% y una reducción de tiempos no asignado a 8,86 segundos, esto con relación a los beneficios y factibilidad técnica dentro del proceso productivo. Por otro lado, en relación a la factibilidad económica de la ejecución del plan de mejoras se establece que el análisis relacional de costo – beneficio presento un coeficiente de 2,86, determinando que el proyecto es factible.

RECOMENDACIONES

Por otro lado, en el campo de las recomendaciones se insita a que la empresa embutidora FUNORSAL implemente cada una de las propuestas de mejora establecidas en el plan, con la finalidad de que los resultados del estado situacional propuesto se cumplan, teniendo en cuenta tanto los beneficios técnicos como económicos para la línea de producción.

También se sugiere que, la parte administrativa, mantengan una familiarización con la metodología de evaluación aplicada en la línea de producción, apostando así por un control y estandarización de este proceso. Adicional se recomienda mantener una planificación para evaluar y capacitar al equipo de colaboradores, considerando cualquier novedad que se presente, apostando así por una filosofía de mejora continua.

Finalmente, es recomendable que la empresa embutidora FUNORSAL ejecute una evaluación similar a las otras líneas de producción de las que dispone, dado que al igual que la línea evaluada, estas mantienen un funcionamiento empírico y desordenado, esto con la finalidad de mejorar su productividad y lograr la reducción de desperdicios en el proceso.

REFERENCIAS CONSULTADAS

- Alvarado, K., & Pumisacho, V. (2017). Prácticas de mejora continua, con enfoque Kaizen, en empresas. *Intangible Capital*, 479-497. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/549/54950452008.pdf>
- Arbós, L. C. (2012). *Gestión de la producción. Modelos Lean Management*. Madrid: Colección Monografías, serie Administración y Marketing.
- Baena, A. (30 de Junio de 2017). Investigación descriptiva, correlacional o cualitativa. *Revista de Ciencias del Ejercicio y la Salud*, 17. Recuperado de <http://www.scielo.sa.cr/pdf/pem/v15n1/1659-4436-pem-15-01-00031.pdf>
- Belleza-Soriano, E. M. (2017). *Aplicación de estudio de trabajo para mejorar la productividad en la línea de producción de salchicas en la empresa Frigo PYG SAC, Chorrillos, Lima, 2017*. Lima: Universidad César Vallejo. Recuperado el 28 de Enero de 2023, de [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/14430/Belleza SEM.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/14430/Belleza_SEM.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Blanco-León, X., & Sánchez-Quintero, S. T. (2022). Implementación de herramientas Lean Manufacturing para optimizar los procesos de la empresa GIGANAV CONNECTIONS S.A.S. *Revista de la Universidad Tecnológica de Santander*, 2-81.
- Cardena, P., Rendon, R., & Aguilar, J. (2017). Métodos cuantitativos, métodos cualitativos o su combinación en la investigación. *Revista Mexicana de Ciencias*, 1603-1617.
- Cevallos, C. (2023). Matriz general Electric: Un método técnico y cuantitativo para el análisis estratégico de las unidades estratégicas de negocios. *Revista de la ESPE*, 1-6.
- Chimborazo-Rocha, G. F. (2017). *Balance de líneas de procesos productivos*. Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi. Recuperado el Febrero de 2023, de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/3870/1/T-UTC-0411.pdf>
- extranet.who.int. (Marzo de 2023). *15. Mejora continua de procesos*. Obtenido de <https://extranet.who.int/lqsi/sites/default/files/attachedfiles/LQMS%2015%20Process%20improvement.pdf>

- Fontalvo-Herrera, T., Hoz-Granadillo, E. d., & morelos-Gómez, J. (2017). Productividad y sus factores: incidencia en el mejoramiento organizacional. *Dimensión Empresarial*, 15(2), 47-60.
- García, P. M., Quispe, A. C., & Ráez, G. L. (2003). Mejora continua de la calidad en los procesos. *Industrial Data*, 6(1), 89-94. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/816/81606112.pdf>
- González-Calle, M., Maldonado-Matute, J., & Sinmaleza-Quezada, K. (Julio de 2019). Cadena de valor de las empresas de producción y procesamiento de cárnicos de la ciudad de Cuenca. *Boletín de Coyuntura*(Num. 22), 8-11. Recuperado el 28 de Enero de 2023, de <https://revistas.uta.edu.ec/erevista/index.php/bcoyu/article/view/717/687>
- Grasso-Vignieri, L. A., & Veroes-Restrepo, C. A. (2016). *Mejoras en la eficiencia de un sistema de producción de embutidos de jamón, mediante la modificación de la distribución en planta de sus líneas de producción de una empresa con sede en Caracas para el año 2016*. Caracas: Universidad Católica Andrés Bello. Recuperado el Febrero de 2023, de <http://biblioteca2.ucab.edu.ve/anexos/biblioteca/marc/texto/AAT4705.pdf>
- Guillermo Wyngaard. (Marzo de 2023). *Módulo 4: Producción*. Recuperado de http://accioneduca.org/admin/archivos/clases/material/definicion-de-tiempo-en-procesos-productivos_1563983705.pdf
- Hernandez, R. (2014). *Metodología de la Investigacion*. Mexico D.F.: Interamericana Editores.
- Hernández, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación* . México: McGrawHill.
- isotools excelence. (Marzo de 2023). *¿Qué es la ISO 9001?* Recuperado de <https://www.isotools.org/normas/calidad/iso-9001/>
- Jiménez-Bermúdez, L. F. (2023). *Método de Wstinghouse en la empresa America Securitu localizada en el Municipio de Cúcuta para reducir el tiempo de fabricación de las puertas de seguridad*. Pamplona: Universidad de Pamplona. Recuperado el Enero de 2023, de http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/bitstream/20.500.12744/2037/1/Jimenez_2016_TG.pdf
- Jordán-Vaca, J. E., Jordán-Vaca, D. M., Verdesoto-Valestegui, O. S., & Ludeña-Yaguache, S. J. (2017). Gestión por procesos como herrameinta clave para el

- mejoramiento continuo en empresas comerciales caso MP. *Revista Sur Academi*, 47-58.
- Molina-Páez, M. F. (2020). *Estudio de métodos y tiempos en una empresa de productividad avícola*. Bogotá: Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Recuperado el Enero de 2023, de <https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/bitstream/handle/20.500.12010/18248/ESTUDIO%20DE%20M%C3%89%20TODOS%20Y%20TIEMPOS%20EN%20UNA%20EMPRESA%20DE%20PRODUCTIVIDAD%20AV%C3%8D%20COLA.pdf?sequence=1&isAllowed=y#page=50&zoom=100,109,804>
- Moreno, J., Reina, A., & Suarez, I. (2020). *Plan de Mejoramiento para la minimización de mudas en el proceso de manufactura de Inarplas*. Bogota: Universidad El Bosque. Recuperado de <https://repositorio.unbosque.edu.co/bitstream/handle/20.500.12495/9014/Mor%20eno%20Urian%20Jose%20Leonardo%202021.pdf?sequence=112>
- OIT. (1995). *Introducción al estudio del trabajo. Publicado con la dirección de George Kannawaty. Cuarta edición revisada*. Ginebra: Oficina Internacional del Trabajo. Recuperado el Febrero de 2023, de <https://teacherke.files.wordpress.com/2010/09/introduccion-al-estudio-del-trabajo-oit.pdf>
- Ortega, M., & Vaca, H. (2018). Filosofía lean y gerencia de operaciones: El caso. *Revista Jorunal de la ESPE*, 157-160.
- Palacios-Acero, L. C. (2009). *Ingeniería de métodos movimientos y tiempos*. Bogotá: Coe ediciones. Recuperado el Febrero de 2023, de <https://fdiazca.files.wordpress.com/2020/06/ingeniericcc81a-de-mecc81todos-movimientos-y-tiempos.pdf>
- Palate-Cunalata, W. B. (2019). *Modelo de gestión por procesos basados en la norma ISO 9001-2015 para la empresa "C.C. Laboratorios Pharmavital CIA. LTDA"*. Ambato: Universidad Técnica de Ambato.
- Paredes-Rodríguez, A. M. (2017). Aplicación de la herramienta Value Stream Mapping a una empresa embaladora de productos de vidrio. *Entramado*, 262-277.
- Proaño-Pachecho, S. A. (2022). *Propuesta de mejora de la productividad en una línea de cárnicos cocidos mediante un estudio de trabajo y aplicación de herramientas Lean Manufacturing*. Quito: Universidad Politécnica Salesiana

- Ecuador. Recuperado el 05 de Febrero de 2023, de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/23941/1/MSQ480.pdf>
- Prokopenko, J. (2023). *La gestión de la productividad. Manual práctico*. Recuperado de https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/38639804/Libro-Productividad-Prokopenko-libre.pdf?1441160835=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DGestion_de_la_productividad.pdf&Expires=1675387064&Signature=KAx2YVL0vP1p7A6FxnPSXjTV4Jjuie--rrTbLrg7-oc
- Ramírez-Méndez, G. G., Magaña-Medina, D. E., & Ojeda-López, R. N. (2022). Productividad, aspectos que benefician a la organización. Revisión. *Trascender, Contabilidad y Gestión*, vol. 7(num. 20), 189-208. Recuperado el Febrero de 2023, de <https://www.scielo.org.mx/pdf/tcg/v7n20/2448-6388-tcg-7-20-189.pdf>
- Salazar-López, B. (Junio de 2019). *Ingeniería de métodos*. Recuperado de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/ingenieria-de-metodos/que-es-la-ingenieria-de-metodos/>
- Socconini, L. (2019). *Lean Manufacturing paso a paso. El sistema de gestión empresarial japonés que revolucionó la manufactura y los servicios*. Barcelona: Marge Books.
- Torrecilla-García, J. A. (Febrero de 2023). Introducción al estudio de trabajo.
- Trueba, I. (2001). *El método pert. (Program evaluation (program evaluation and review and review technique)*. Recuperado de http://ocw.upm.es/pluginfile.php/474/mod_label/intro/Planificacion-de-proyectos.-Metodo-PERT.pdf
- Vargas-Hernández, J. G., Muratalla-Bautista, G., & Jiménez-Castillo, M. (2016). Lean Manufacturing ¿una herramienta de mejora de un sistema de producción? *Ingeniería Industrial. Revista Actualidad y Nuevas Tendencias*, V(17), 153-174. Recuperado el 29 de Enero de 2023, de <https://www.redalyc.org/pdf/2150/215049679011.pdf>
- Vargas-Hernández, J. G., Muratalla-Bautista, G., & Jiménez-Castillo, M. T. (2018). Sistemas de producción competitivos mediante la implementación de la herramienta Lean Facturing. *Revista digital de Ciencias Administrativas FCE - UNLP*. Recuperado el 28 de Enero de 2023, de <https://revistas.unlp.edu.ar/CADM/article/download/2883/4944?inline=1>

Zaratiegui, J. (2020). *La gestión por procesos: su papel e importancia en la empresa.*

Recuperado el 28 de Enero de 2023, de

<https://www.mincotur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/330/12jrza.pdf>

ANEXOS

Anexo 1 Gráfica de la Facturación de los últimos años “Embutidora FUNORSAL”

A continuación, se muestra una gráfica de la facturación de la “Embutidora FUNORSAL” de los años 2020 y 2021:



Facturación anual 2022: \$ 315661,12



Facturación anual 2021: \$ 288663,8

Anexo 2 Facturación de los últimos años

| r | 0.25 | 0.20 | 0.15 | 0.10 | 0.05 | 0.025 | 0.01 | 0.005 |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
| 1 | 1.000 | 1.376 | 1.963 | 3.078 | 6.314 | 12.706 | 31.821 | 63.657 |
| 2 | 0.816 | 1.061 | 1.386 | 1.886 | 2.920 | 4.303 | 6.965 | 9.925 |
| 3 | 0.765 | 0.978 | 1.250 | 1.638 | 2.353 | 3.182 | 4.541 | 5.841 |
| 4 | 0.741 | 0.941 | 1.190 | 1.533 | 2.132 | 2.776 | 3.747 | 4.604 |
| 5 | 0.727 | 0.920 | 1.156 | 1.476 | 2.015 | 2.571 | 3.365 | 4.032 |
| 6 | 0.718 | 0.906 | 1.134 | 1.440 | 1.943 | 2.447 | 3.143 | 3.707 |
| 7 | 0.711 | 0.896 | 1.119 | 1.415 | 1.895 | 2.365 | 2.998 | 3.499 |
| 8 | 0.706 | 0.889 | 1.108 | 1.397 | 1.860 | 2.306 | 2.896 | 3.355 |
| 9 | 0.703 | 0.883 | 1.100 | 1.383 | 1.833 | 2.262 | 2.821 | 3.250 |
| 10 | 0.700 | 0.879 | 1.093 | 1.372 | 1.812 | 2.228 | 2.764 | 3.169 |
| 11 | 0.697 | 0.876 | 1.088 | 1.363 | 1.796 | 2.201 | 2.718 | 3.106 |
| 12 | 0.695 | 0.873 | 1.083 | 1.356 | 1.782 | 2.179 | 2.681 | 3.055 |
| 13 | 0.694 | 0.870 | 1.079 | 1.350 | 1.771 | 2.160 | 2.650 | 3.012 |
| 14 | 0.692 | 0.868 | 1.076 | 1.345 | 1.761 | 2.145 | 2.624 | 2.977 |
| 15 | 0.691 | 0.866 | 1.074 | 1.341 | 1.753 | 2.131 | 2.602 | 2.947 |
| 16 | 0.690 | 0.865 | 1.071 | 1.337 | 1.746 | 2.120 | 2.583 | 2.921 |
| 17 | 0.689 | 0.863 | 1.069 | 1.333 | 1.740 | 2.110 | 2.567 | 2.898 |
| 18 | 0.688 | 0.862 | 1.067 | 1.330 | 1.734 | 2.101 | 2.552 | 2.878 |
| 19 | 0.688 | 0.861 | 1.066 | 1.328 | 1.729 | 2.093 | 2.539 | 2.861 |
| 20 | 0.687 | 0.860 | 1.064 | 1.325 | 1.725 | 2.086 | 2.528 | 2.845 |
| 21 | 0.686 | 0.859 | 1.063 | 1.323 | 1.721 | 2.080 | 2.518 | 2.831 |
| 22 | 0.686 | 0.858 | 1.061 | 1.321 | 1.717 | 2.074 | 2.508 | 2.819 |
| 23 | 0.685 | 0.858 | 1.060 | 1.319 | 1.714 | 2.069 | 2.500 | 2.807 |
| 24 | 0.685 | 0.857 | 1.059 | 1.318 | 1.711 | 2.064 | 2.492 | 2.797 |
| 25 | 0.684 | 0.856 | 1.058 | 1.316 | 1.708 | 2.060 | 2.485 | 2.787 |
| 26 | 0.684 | 0.856 | 1.058 | 1.315 | 1.706 | 2.056 | 2.479 | 2.779 |
| 27 | 0.684 | 0.855 | 1.057 | 1.314 | 1.703 | 2.052 | 2.473 | 2.771 |
| 28 | 0.683 | 0.855 | 1.056 | 1.313 | 1.701 | 2.048 | 2.467 | 2.763 |
| 29 | 0.683 | 0.854 | 1.055 | 1.311 | 1.699 | 2.045 | 2.462 | 2.756 |
| 30 | 0.683 | 0.854 | 1.055 | 1.310 | 1.697 | 2.042 | 2.457 | 2.750 |

Anexo 3 Mediciones preliminares

| No. | ACTIVIDAD | CICLOS (HORAS) | | | | | | | | | | Desv. Est. | Prom. | Coef. de var. |
|-----|----------------------------------|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------------|---------|---------------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | | | |
| 1 | Desprese de chanchos | 0,023 | 0,023 | 0,022 | 0,022 | 0,023 | 0,022 | 0,022 | 0,022 | 0,023 | 0,022 | 0,0005 | 0,0195 | 0,03 |
| 2 | Deshuese de la pierna del chanco | 4,867 | 4,333 | 4,300 | 4,217 | 4,383 | 4,017 | 4,833 | 4,050 | 4,033 | 4,783 | 0,3336 | 4,2567 | 0,08 |
| 3 | Macerado | 48,00 | 48,00 | 48,00 | 48,00 | 48,00 | 48,00 | 48,00 | 48,00 | 48,00 | 48,00 | 0,0000 | 48,0000 | 0,00 |
| 4 | Eliminar exceso de grasa | 0,017 | 0,029 | 0,022 | 0,019 | 0,032 | 0,023 | 0,029 | 0,028 | 0,019 | 0,017 | 0,0055 | 0,0234 | 0,23 |
| 5 | Moler carne | 0,083 | 0,083 | 0,083 | 0,083 | 0,083 | 0,083 | 0,083 | 0,083 | 0,083 | 0,083 | 0,0000 | 0,0833 | 0,00 |
| 6 | Mesclar carne | 0,200 | 0,200 | 0,200 | 0,200 | 0,200 | 0,200 | 0,200 | 0,200 | 0,200 | 0,200 | 0,0000 | 0,2000 | 0,00 |
| 7 | Preparación de moldes | 0,011 | 0,012 | 0,012 | 0,012 | 0,013 | 0,010 | 0,011 | 0,011 | 0,011 | 0,011 | 0,0008 | 0,0112 | 0,08 |
| 8 | Transporte de moldes | 0,004 | 0,004 | 0,004 | 0,004 | 0,002 | 0,003 | 0,004 | 0,004 | 0,004 | 0,002 | 0,0008 | 0,0038 | 0,21 |
| 9 | Cocción | 5,000 | 5,000 | 5,000 | 5,000 | 5,000 | 5,000 | 5,000 | 5,000 | 5,000 | 5,000 | 0,0000 | 5,0000 | 0,00 |
| 10 | Enfriado | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,0000 | 1,0000 | 0,00 |
| 11 | Desmoldeado | 0,002 | 0,003 | 0,001 | 0,002 | 0,002 | 0,002 | 0,002 | 0,001 | 0,002 | 0,002 | 0,0004 | 0,0020 | 0,19 |
| 12 | Fileteado | 0,045 | 0,037 | 0,046 | 0,033 | 0,041 | 0,043 | 0,039 | 0,043 | 0,043 | 0,035 | 0,0042 | 0,0417 | 0,10 |
| | Pesado, etiquetado y sellado | 0,016 | 0,022 | 0,016 | 0,013 | 0,022 | 0,013 | 0,027 | 0,018 | 0,016 | 0,013 | 0,0046 | 0,0194 | 0,24 |
| | Almacenamiento | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,0000 | 0,0097 | 0,00 |