TESIS
IID 2006
G83
V. 1.

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

"DISEÑO DE UN PLAN DE MEJORA PARA EL ÀREA DE PRODUCCIÒN EN UNA EMPRESA DE FABRICACIÒN DE EMBUTIDOS"

Este Jurado; una vez realizado el examen del presente trabajo ha evaluado su contenido con el resultado: 20 PUNTOS

J U R A D O E X A M I N A D O R

Firma:	Firma:	Firma:
Nombre: MAXIMILIANO GIUNTA	Nombre: MARTIN DORANTE	Nombre: Nelson BELARDI C.

REALIZADO POR	Guañarita, S. Lorena 14988361
	Mijares, G. Fernando J. 14992829
PROFESOR GUIA	Ing. Nelson Belardi.
FECHA	Octubre, 2006.

26354

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS VII
ÍNDICE DE FIGURAS IX
ÍNDICE DE GRÁFICOS X
ÍNDICE DE ANEXO XI
RESUMEN XII
INTRODUCCIÓN 1
CAPÍTULO I – EL PROBLEMA Y SU DELIMITACIÓN 3
1.1 Reseña histórica de la empresa. 3
1.2 Misión y Visión de la empresa. 4
1.2.1 Misión. 4
1.2.2 Visión. 4
1.3 Infraestructura de la empresa. 4
1.4 Productos Fabricados. 4
1.5 Planteamiento del problema. 5
1.6 Justificación de la Investigación. 6
1.7 Objetivos del Estudio. 6
1.7.1 Objetivo General. 6
1.7.2 Objetivos Específicos. 6
1.8 Alcance y Limitaciones. 7
CAPÍTULO II – MARCO TEÓRICO 8
2.1 Métodos de Recopilación de la Información. 8
2.1.1 Fuentes de Información Bibliográfica. 8
2.1.2 Observación directa. 8
2.1.3 Entrevistas no Estructuradas. 8
2.2 Diagrama de Flujo de Procesos. 9
2.3 Diagrama de Recorrido de Actividades (Diagrama de Circulación). 10
2.4 Teorema Central del Límite. 10
2.5 Muestreo 11

2.5.1 Importancia del Muestreo 11
2.5.2 Cálculo del Tamaño de Muestra 11
2.6 Estudio de Tiempos. 12
2.6.1 Calificación del Desempeño. 13
2.6.2 Suplementos 14
2.6.2.1 Tipos de Suplementos. 14
2.7 Diagramas Causa-Efecto. 14
2.8 Diagramas de Pareto. 14
2.9 Prueba de Hipótesis 15
2.9.1 "Valor p" o "p-valor" de una prueba de hipótesis 15
2.10 Simulación. 16
2.10.1 Elementos de la Simulación. 17
2.10.2 Módulos de Datos 18
2.11 Diagrama de Relación de Actividades. 19
2.12 Indicadores de Gestión. 19
2.12.1 Tipos de Indicadores. 19
CAPÍTULO III – MARCO METODOLÓGICO 20
3.1 Clasificación de la Investigación. 20
3.2 Diseño de las Fases Metodológicas. 21
CAPÍTULO IV – ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL 27
4.1 Descripción del Proceso. 27
4.2 Estudio de Tiempos. 32
4.2.1 Estudio de Tiempos – Etapa de Molinos y Etapa de Inyección y Tenderizado 32
4.2.2 Estudio de Tiempos – Etapa de Maceración (Tumbling) 33
4.2.3 Estudio de Tiempos – Etapa de Emulsificación (Cutter) 33
4.2.4 Estudio de Tiempos – Etapa de Cocción. 34
4.2.5 Etapa de Embutido y Empaque. 34
4.2.5.1 Caracterización de Productos 35
4.2.5.2 Calificación de los operarios. 35
4.2.5.3 Asignación del porcentaje de suplementos. 36

4.2.5.4 Tiempos Estándar en el Área de Embutido y Empaque. 37
4.3 Análisis de la problemática actual por medio de diagramas Causa-Efecto. 39
4.3.1 Problema. 39
4.3.2 Objetivo. 39
4.3.3 Identificación de las Causas. 39
4.3.4 Diagrama Causa – Efecto. 40
CAPÍTULO V – MODELO DE SIMULACIÓN DEL PROCESO PRODUTIVO 46
5.1 Modelos de Simulación. 46
5.2 Objetivo de la Simulación. 46
5.3 Componentes de la Simulación. 46
5.3.1 Entidades. 46
5.4 Recursos. 47
5.5 Parámetros. 47
5.6 Variables. 48
5.7 Llegada de Entidades 48
5.8 Distribuciones de Tiempos de Proceso. 49
5.9 Validación de los Modelos. 49
5.10 Resultados Planta El Llanito 50
5.11 Análisis de Resultados, Planta El Llanito. 54
5.12 Resultados Planta Paracotos. 55
5.13 Análisis de Resultados, Planta Paracotos. 57
CAPÍTULO VI – PROPUESTAS DE MEJORAS 58
6.1 Redistribución de las Plantas. 58
6.2 Nuevas Funciones 62
6.3 Reasignación de Responsabilidades. 63
6.4 Redistribución de los Operarios en las Actividades que Componen los Procesos de Embutido y Empaque. 63
6.5 Indicadores de Control de la Producción. 65
6.6 Análisis Costo Beneficio de las Propuestas de Mejora. 67
CAPÍTULO VII – CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 70

7.1 CONCLUSIONES. 70

7.2 RECOMENDACIONES. 71

BIBLIOGRAFÍA 73

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla Nº 1: Clasificación de Productos 5
Tabla Nº2: Clasificación de acciones que tienen lugar en un proceso determinado. 9
Tabla N°3: Elementos de una Simulación.....18
Tabla N°4: Elementos de una Simulación.....18
Tabla Nº5: Distancias recorridas por los productos dentro de la planta. 30
Tabla Nº6: Resumen de tiempos y estándares para el área de molino e inyección. 32
Tabla Nº7:. Tiempos de Maceración. 33
Tabla Nº8: Tiempos Promedio y Estándar para Área de Cutter. 33
Tabla Nº9: Tiempos de cocción en hornos.....34
Tabla Nº10: Calificación Westinghouse para el área de embutido (planta El Llanito) 35
Tabla Nº11: Calificación Westinghouse para el área de embutido (planta Paracotos).....36
Tabla Nº12: Calificación Westinghouse para el área de empaque (planta El Llanito).....36
Tabla Nº13: Calificación Westinghouse para el área de empaque (planta Paracotos).....36
Tabla Nº14: Suplementos asignados al área de embutido.....36
Tabla Nº15: Suplementos asignados al área de embutido.....37
Tabla Nº16: Tiempos y estándares para el área de embutido.....37
Tabla Nº17: Tiempos y estándares para el área de empaque 38
Tabla Nº 18: Frecuencias de paradas de línea en el área de embutido.....44
Tabla Nº 19: Frecuencias de paradas de línea en el área de empaque.....44
Tabla Nº20: Recursos Especificados en los Modelos de Simulación.....47
Tabla Nº21: Diferencia de Tiempos Promedios de Proceso por Lote Diario 51
Tabla Nº22: Tamaños de Cola Área de Empaque (Situación actual).....52
Tabla Nº23: Tamaños de Cola Área de Empaque (Recurso Modificado, sin fallas).....53
Tabla Nº24: Porcentaje de Reducción Tamaños de Cola (Planta el Llanito).....53
Tabla Nº25: Tamaños de Cola Área de Empaque (Situación Actual) 56
Tabla Nº26: Tamaños de Cola Área de Empaque (Recurso Modificado, sin fallas).....56
Tabla Nº27: Porcentaje de Reducción Tamaños de Cola (Planta Paracotos).....56
Tabla Nº28: Ponderación de cercanías por máquina, Planta El Llanito 58

Tabla Nº29: Ponderación de cercanías por máquina, Planta Paracotos 59
Tabla Nº30: Distancias recorridas bajo la nueva distribución 61
Tabla Nº31. Configuración de las líneas de embutido 64
Tabla Nº32. Configuración de las líneas de empaque. 64
Tabla Nº33:. Formato para el Control de la Producción Diario. 65
Tabla Nº34:. Formato para el Control de los Indicadores de Gestión de la Producción. 66
Tabla Nº35: Horas ahorradas en el proceso por lote diario (área de embutido) 67
Tabla Nº36: Horas ahorradas en el proceso por lote diario (área de empaque) 68
Tabla Nº37: Cálculo del monto por concepto de horas ahorradas 68
Tabla Nº38: Cálculo del costo por concepto de nuevos cargos 69

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N°1: Representación gráfica del principio de elaboración de diagramas de flujo de procesos....10
Figura N° 2: Representación del tiempo tipo....12
Figura N°3: Mapa de factores claves de éxito de la gestión....19
Figura N°4: Esquema general de la metodología empleada....26
Figura N°5: Molino....27
Figura N°6: Macerador....27
Figura N°7: Cutter....27
Figura N°8: Linea de Embutido....28
Figura N°9: Linea de Empaque....28
Figura N°10: Dibujo del proceso de producción de embutidos....28
Figura N°11: Diagrama de Flujo de Procesos para tres productos....29
Figura N°12: Muestra de Diagramas de Recorrido de Materiales elaborados....31
Figura N°13: Diagrama Causa-Efecto general de la problemática planteada....41
Figura N°14: Diagrama Causa – Efecto de paradas para la línea de Embutido....43
Figura N°15: Diagrama Causa – Efecto de paradas para la línea de Empaque....43
Figura N°16: Diagrama de Recorrido de Materiales (Distribución Propuesta)....60
Figura N°17:. Modelo de Pizarra de Control Propuesta....65

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico Nº 1: Pareto de las causas de paradas de línea en el área de embutido 44

Gráfico Nº 2: Pareto de las causas de paradas de línea en el área de embutido 45

Gráfico Nº 3: Comparación del comportamiento semanal de la línea con el estándar.....66

ÍNDICE DE ANEXO

ANEXO A: Resumen de los factores de calificación del Método Westinghouse. 74
ANEXO B: Suplementos Recomendados por ILO(internacional Labour Office)..... 75
ANEXO C: Diagramas de Flujo de Procesos 76
ANEXO D: Diagrama de Flujo de Materiales 85
ANEXO E: Clasificación de productos según sus características similares de proceso 93
ANEXO F: Formatos de Tiempos para el Área de Embutido 95
ANEXO G: Formatos de Tiempos para el Área de Empaque..... 107
ANEXO H: Tiempos Extraños Registrados 122
ANEXO I: Modelo De Simulación Planta El Llanito 125
ANEXO J: Escenarios de Producción, Planta El Llanito..... 133
ANEXO K: Distribuciones Estadísticas de los Tiempos de Proceso 134
ANEXO L: Distribuciones Discretas de los Tiempos de Proceso 138
ANEXO M: Distribuciones Estadísticas de los Tiempos Extraños del Área de Empaque y Embutido 140
ANEXO N: Histórico de la Producción Semanal..... 141
ANEXO O: Validación del Modelo de Simulación..... 142
ANEXO P: Diagrama de Relación de Cercanías de Máquinas. 143
ANEXO Q: Diagrama de Flujo de Materiales (Nueva Distribución). 139

UNIVERIDAD CATÓLICA ANDRÈS BELLO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

DISEÑO DE UN PLAN DE MEJORA PARA EL ÁREA DE PRODUCCIÓN EN UNA EMPRESA DE FABRICACIÓN DE EMBUTIDOS.

AUTORES:
FERNANDO MIJARES
LORENA GUAÑARITA
TUTOR:
ING. NELSON BELARDI
FECHA: 10,2006

RESUMEN

En las empresas alimenticias relacionadas con la fabricación de embutidos, se ha producido un aumento de la demanda en los últimos años, tanto como del segmento Light (bajos en grasa) como del segmento económico. Esto ha generado el crecimiento de las empresas del ramo, en el caso de la empresa CHARVENCA C.A. de una manera poco planificada. Por tal motivo, resultó altamente conveniente, el estudio de los procesos productivos que actualmente se llevan a cabo en dicha empresa, con la finalidad de desarrollar un plan que permita mejorar el área de fabricación de embutidos. Para ello se realizó el estudio de las plantas por medio de la elaboración de diagramas de flujo de procesos y de recorrido de materiales, con los cuales se analizó la disposición de las máquinas dentro de las plantas para su posterior reubicación. Posteriormente se estudió las actividades que componen los procesos productivos de una forma más detallada, efectuándose un estudio de tiempo que permitió el establecimiento de estándares de producción hasta el momento desconocidos y se determinó las distribuciones estadísticas correspondientes a las actividades de los procesos de fabricación. Seguidamente se analizó la problemática existente en las líneas de producción por medio de la elaboración de los diagramas causa efecto, los cuales fueron cuantificados a través de la metodología de Pareto. De esta manera se pudo identificar las causas que más influyen en el desenvolvimiento de las líneas. Luego se procedió a la representación del proceso por medio del modelo de simulación, a través del cual se pudo representar la realidad, identificando las etapas críticas que sean susceptibles a mejorar y que no se determinaron por medio de la metodología causa efecto. Finalmente se simuló el proceso bajo la situación propuesta, comprobando la disminución de los tiempos de procesamiento con lo que se comprobó la conveniencia de las mejoras planteadas. Finalmente se diseño un sistema piloto de indicadores de control que permita monitorear el desempeño de las líneas de producción.

INTRODUCCIÓN

La industria alimenticia Nacional, se caracteriza por la diversidad de tipos de empresas, desde las más pequeñas y artesanales, hasta las transnacionales más grandes, con alta capacidad de fabricación de productos. Entre ellas también se encuentran aquellas empresas que en sus inicios se caracterizaban por su carácter de empresa familiar, pero que con el pasar de los años han experimentado un crecimiento acelerado debido a que han sabido aprovechar las oportunidades que el mercado ofrece.

Tal es el caso de la empresa Charcutería Venezolana C.A. (CHARVENCA), quienes desde sus inicios como empresa de tipo artesanal, han experimentado cambios y expansiones que la han colocado en una posición altamente competitiva en la actualidad, siendo uno de los fabricantes más importantes de productos bajos en grasa, tales como el Jamón de Pavo, cuya demanda ha aumentado significativamente en los últimos años.

Cuando este tipo de empresas, atraviesa por etapas de crecimiento, en muchos de los casos las ampliaciones no se hacen de la mejor forma posible, generando esto oportunidades de estudio, sobre las cuales se pueden proponer cambios que permitan sacar un mejor provecho de los recursos disponibles en la empresa.

En tal sentido, resultó altamente conveniente para La Empresa la realización de un estudio que permitiese analizar la forma como se desempeña el área de manufactura, en búsqueda de alternativas que permitan un mejor aprovechamiento de los recursos y el logro de sus metas de producción en menos tiempo.

Para ello, el Presente Trabajo Especial de Grado contempla siete capítulos, en los cuales se trata la situación desde varios puntos de vista y se plantean soluciones viables para la empresa. Dichos capítulos se describen a continuación.

En el Capítulo I, se presenta un panorama general de la empresa, en el cual se incluye información institucional, se plantea la problemática, se enumeran los objetivos y se justifica el estudio.

En el segundo capítulo se presentan los conceptos teóricos que sustentan los análisis de diversas índoles y sus respectivos resultados. Dicha información proviene de la bibliografía especializada que fue consultada durante la realización del Trabajo Especial de Grado.

En el capítulo III se muestra el marco metodológico, el cual explica de manera clara, las diferentes fases por las que atravesó el estudio y su relación con los objetivos planteados, al igual que las herramientas utilizadas para el logro de cada uno de ellos. De igual forma se especifica el tipo de investigación utilizado en este caso.

En el Capítulo IV, se analiza a fondo la situación actual de la empresa, comenzando por el levantamiento y documentación de procesos, para luego seguir con el estudio de tiempo, el cual permite el establecimiento de estándares de trabajo, hasta el momento inexistentes en la empresa. De igual forma se analiza la problemática presentada el las líneas (paradas de línea) por medio del uso de la técnica del diagrama causa-efecto evaluados por diagramas de pareto.

El Capítulo V, corresponde a la información relacionada con el modelo de simulación, la forma como se constituye, los elementos que lo conforman, las variables estudiadas y los resultados que genera tanto para el análisis de la situación actual como para la evaluación de las acciones a proponer.

En el Capítulo VI, se presentan las propuestas de mejora que se plantean a la empresa, para que logre alcanzar los resultados simulados en el capítulo anterior. También se presentan otras mejoras adicionales a las simuladas, tales como la nueva distribución de planta y el diseño de un sistema piloto de indicadores de control de la producción.

Finalmente se presenta el análisis de costo de las alternativas propuestas, como complemento del plan de acción que se propone a la empresa para el logro de sus metas de una manera más eficiente.

CAPÍTULO I – EL PROBLEMA Y SU DELIMITACIÓN

En el presente capítulo se presenta una breve descripción de la empresa, incluyendo su evolución a lo largo del tiempo, desde su fundación hasta la actualidad. De igual manera se plantea la problemática existente que da pié a las razones que justifican la ejecución del presente trabajo especial de grado. Las limitaciones y el alcance da la investigación se especifican al final de éste capítulo.

1.1 Reseña histórica de la empresa.

La empresa CHARCUTERIA VENEZOLANA C.A. (Charvenca), se dedica a la elaboración de productos alimenticios, específicamente embutidos a base de carne de cerdo y res. Fue fundada en el año 1.963 por el Señor Eugenio Lodi, año en el cual, funcionaba como una pequeña empresa de tipo artesanal. Para el momento de su fundación, operaba únicamente con 5 obreros.

Charvenca, basaba su producción en los pedidos realizados por los clientes, debido a que no tenía gran capacidad de almacenamiento. Tan pronto se elaboraban los productos, estos eran despachados a los clientes que habían realizado la orden de pedido.

En el año 1.981, el Sr. Atilio Di Ciano (Gerente de Producción de la Empresa Oscar Mayer de Venezuela), y el Sr. Vicenzo Palma (Gerente de Ventas de la Empresa Oscar Mayer de Venezuela) deciden asociarse y comprar CHACUTERIA VENEZOLANA C.A. A partir de ese momento se comenzó a elaborar nuevos productos y se fue incrementando la producción diaria de la empresa, todo esto acompañado de amplificaciones, remodelaciones de la planta, así como la modernización en cuanto a equipos y nuevas líneas de producción.

Hoy día, la empresa cuenta con una nómina de 174 personas, entre obreros y empleados. Sin embargo, este crecimiento continua debido al gran auge en el mercado de los embutidos elaborados a base de carne de pollo y pavo.

1.2 Misión y Visión de la empresa.

1.2.1 Misión.

Desarrollar, producir, comercializar y hacer llegar al consumidor productos de excelente calidad, que satisfaga y supere las expectativas de sus clientes y consumidores a los fines de mantener su posición en el mercado y lograr paulatinamente incrementar la gama de consumidores, retroalimentándose con la experiencia de sus trabajadores y de esa manera contribuir con el mejoramiento de la calidad de vida de la comunidad y el desarrollo del país.

1.2.2 Visión.

Ser la empresa líder en el ramo de embutidos con la mayor participación de mercado y ser reconocida por los consumidores, por sus productos de excelente calidad.

1.3 Infraestructura de la empresa.

Charvenca se encuentra ubicada en la Urbanización El Llanito, Dto. Sucre, Edo. Miranda, donde fabrica la mayor parte de sus productos tales como: Jamones en todas sus variedades, bologñas, mortadelas y algunos embutidos madurados.

Adicionalmente cuenta con una segunda instalación de mayor tamaño ubicada en la zona Industrial de la Cumaca, Paracotos, Edo. Miranda, en la que sólo se produce salchicha tipo Wieners y se lleva a cabo el desposte de algunas carnes. Adicionalmente funciona como centro de almacenamiento de materias primas debido a la gran capacidad de las cavas allí instaladas.

La empresa cuenta además con su propia flota de camiones cava, con los cuales realiza el reparto de sus productos a nivel nacional y moviliza materias primas desde la planta de Paracotos a el Llanito.

1.4 Productos Fabricados.

Debido a la gran variedad de productos fabricados por la empresa, resulta conveniente enumerar y clasificar los embutidos según sus características. En tal sentido se tiene:

Jamones		Emulsionados			Otros Productos	
Jamones Cocidos	Jamones Ahumados	Mortadelas	Bologñas	Salchichas	Navideños	Madurados
Jamón de Espalda Charvenca	Jamón Visking	Mortadela Extra Charvenca	Bologña de Pollo	Salchicha Tipo Wieners	Jamón Planchado*	Salchichón Napoli*
Jamón de Pierna Charvenca	Jamón Tender con Hueso*	Mortadela Extra Paldi	Bologña de Pavo		Jamón Picnic*	Salchichón Milano*
Jamón Estándar Paldi	Jamón Tender sin Hueso*	Mortadela Especial	Salchicha Tipo Bologña		Jamón Baby Tender*	Chorizo Español*
Fiambre de Carne Charvenca	Pechuga de Pavo Ahumada "Campestre"	Mortadela Superior con Pistacho Charvenca	Salchicha Tipo Cotto Salami.			Coppa Bondiola*
Jamón Tipo Gran Biscotto	Pechuga de Pavo Ahumada con Piel					Lomo Embuchado*
Pechuga de Pavo					Ahumados	
Pechuga de Pollo					Chuleta ahumada*	
Pastrami de Pavo					Tocineta ahumada Charvenca*	

Tabla Nº 1: Clasificación de Productos
Fuente: Elaboración Propia

(*) Estos productos no fueron tomados en cuenta en el presente Trabajo Especial de Grado, por ser de muy baja producción o por no fabricarse durante el período de mediciones.

1.5 Planteamiento del problema.

La empresa a lo largo de su trayectoria, ha experimentado un crecimiento generalizado, debido al aumento de la demanda de los productos embutidos, razón por la cual se ha visto en la necesidad de ampliar sus instalaciones y capacidad de producción, mediante la adquisición de nuevas máquinas y la contratación de personal. Todos estos cambios se han realizado de una forma poco planificada, lo que se evidencia en la manera como se ejecutan los procesos productivos de las plantas de El Llanito y Paracotos. En tal sentido es común ver en las áreas de producción, retrasos frecuentes ocasionados por una descoordinación entre las mismas, lo que origina una falta de recursos en otras secciones de la planta, así como dificultades relacionadas con el poco espacio físico que entorpecen la manipulación de materiales (sobre todo en la Planta El Llanito) y un gran número de problemas que en líneas generales causan retrasos en la producción planificada.

Todas estas demoras son en su gran mayoría, causantes de la reprogramación de actividades y de la generación de sobretiempos que representan costos importantes para la empresa.

1.6 Justificación de la Investigación.

El aumento de la demanda de productos y específicamente aquellos pertenecientes al segmento "Light" (Productos de Pavo y Pollo), lo que se evidencia en la visión del consumidor en disminuir el contenido de grasa de los alimentos por motivos de salud, es un factor importante en el incremento de la capacidad de producción de la empresa y representa un cambio sustancial que la misma ha tenido que asumir mediante la ampliación de la planta de El Llanito y la inclusión de este tipo de productos en las líneas de fabricación.

Al incrementar la producción de todos los productos, la empresa se ha visto saturada tanto en espacio físico como en capacidad, razón por la cual resulta conveniente estudiar sus procesos productivos, con el fin de determinar las etapas que constituyan potenciales oportunidades de mejora, sobre las cuales se puedan elaborar propuestas que permitan agilizar los procesos y lograr un aprovechamiento óptimo de los recursos disponibles tanto en maquinaria como en mano de obra.

1.7 Objetivos del Estudio.

1.7.1 Objetivo General.

Diseñar un plan de mejora para el área de producción en una empresa de fabricación de embutidos.

1.7.2 Objetivos Específicos.

- ✓ Describir y analizar las actividades que componen el proceso de fabricación de embutidos actual, recopilando para ello la información que sea necesaria.
- ✓ Generar los Diagramas de Flujo para los procesos de fabricación de los embutidos.
- ✓ Realizar un estudio de tiempos de las actividades que componen el proceso productivo actual.
- ✓ Determinar el tiempo estándar de las operaciones que conforman el proceso de fabricación de los embutidos.
- ✓ Definir los indicadores de control de la producción que sean necesarios.
- ✓ Detectar tipos y frecuencias de demoras, con la finalidad de identificar la etapa crítica del proceso productivo.

- ✓ Generar y validar un modelo de simulación para el proceso de fabricación.
- ✓ Proponer mejoras en la(s) etapa(s) identificada(s) como críticas, así como aquellas que permitan el aumento de la capacidad y productividad de la planta.
- ✓ Evaluar las propuestas de soluciones a través del modelo de simulación.
- ✓ Seleccionar la o las alternativas más convenientes a través del modelo de simulación y análisis costo-beneficio.

1.8 Alcance y Limitaciones.

El presente Trabajo Especial de Grado contemplará el estudio de los indicadores de control de la producción asociados a la etapa central del proceso productivo, es decir, no se contempla el estudio a fondo de la etapa inicial de recepción y preparación de la materia prima (desposte), de la etapa final de almacenamiento y distribución de producto terminado o del control de calidad.

No obstante se contempla la elaboración de sugerencias fundamentadas en observaciones, que ayuden al mejoramiento en general de la planta en lo referente a las áreas de almacenamiento y aprovechamiento óptimo del espacio físico.

El estudio abarca los procesos de fabricación de los productos más importantes elaborados en las plantas de la Urb. El Llanito en Caracas y de la Zona Industrial de la Cumaca en Paracotos.

Una de las principales limitantes en la elaboración de la investigación, lo constituye la falta de información sobre el control de algunos procesos y del tiempo disponible para realizar las observaciones y mediciones necesarias del caso.

Del mismo modo no se contempló en ningún momento la implantación de las mejoras propuestas.

CAPÍTULO II – MARCO TEÓRICO

El presente capítulo contiene toda la información teórica recabada durante la investigación, que permite fundamentar todos los procedimientos y resultados obtenidos en el estudio. La misma pertenece principalmente a obras de conocidos autores relacionados con el campo de la Ingeniería Industrial.

2.1 Métodos de Recopilación de la Información.

2.1.1 Fuentes de Información Bibliográfica.

Es toda la información obtenida en libros, revistas o cualquier otro medio escrito, con el fin de sustentar la investigación con bases teóricas. Esto se lleva a cabo con la búsqueda del material de apoyo relacionado con el estudio, tomándose en cuenta la actualidad, debido a que es importante verificar nuevas tendencias y demás temas relacionados pertinentes a la investigación. Las fuentes documentales se pueden dividir en: documentos impresos y manuscritos.

2.1.2 Observación directa.

Mediante esta técnica es posible analizar el desarrollo del proceso productivo, así como también, evidenciar los problemas existentes en el mismo, oportunidades de mejora y actividades sin valores agregado; esto permite tener una percepción mas detallada y real del proceso, así como establecer las fases del proceso mayormente vinculadas con la problemática.

2.1.3 Entrevistas no Estructuradas.

Consiste en la obtención de información de manera verbal por parte del sujeto informante, tomando en cuenta que el mismo debe estar calificado a fin de brindar un verdadero aporte a la investigación. La entrevista no estructurada se trata de una serie de preguntas realizadas sin un orden preestablecido y persigue ahondar en un aspecto especial, de allí que no se hagan preguntas como en el cuestionario. Es eminentemente concreta, personal e inmediata, y las preguntas son formuladas y respondidas verbalmente.

2.2 Diagrama de Flujo de Procesos.

Esta herramienta es fundamental en levantamiento de la información referente a los procesos en estudio. Tiene una doble funcionalidad ya que además de constituir una forma esquematizada de explicar los procesos de manufactura estudiados, permiten el análisis de los mismos y la cuantificación de parámetros inherentes a los procesos tales como distancias recorridas, demoras entre otros.

Los diagramas de procesos son principalmente "representaciones gráficas de los pasos que se siguen en una secuencia de actividades que constituyen un proceso o procedimiento, identificados mediante símbolos de acuerdo con su naturaleza" (García R. 2005, p. 42)

En tal sentido se clasifica cada proceso mediante un símbolo universalmente aceptado para cada tipo de actividad como sigue:

Actividad	Símbolo	Resultado Predominante
Operación	○	Se produce o efectúa algo
Transporte	⇨	Se cambia de lugar o se mueve
Inspección	□	Se verifica cantidad o calidad
Demora	D	Se interfiere o retrasa el paso siguiente
Almacenaje	▽	Se guarda o protege

Tabla Nº2: Clasificación de acciones que tienen lugar en un proceso determinado.
Fuente: (García R. 2005, p. 45)

"El diagrama de Flujo de Procesos, combina el diagrama de operaciones y el de procesos. El diagrama de operaciones utiliza sólo un símbolo: el círculo, es decir el símbolo de operación. El diagrama de flujo de procesos utiliza los cinco símbolos del diagrama de procesos." (Meyer, F. 2000, p. 63)

"El orden en que deben realizarse las acciones indicadas en el diagrama está representado por la disposición de los símbolos ya expuestos en líneas verticales de recorrido. El material comprado o sobre el cual se efectúa trabajo durante el proceso, que se indica con líneas horizontales, es el material que alimenta las líneas de recorrido" (García R. 2005, p. 46). En la figura Nº 1 se aprecia una representación gráfica del diagrama de flujo de operaciones.

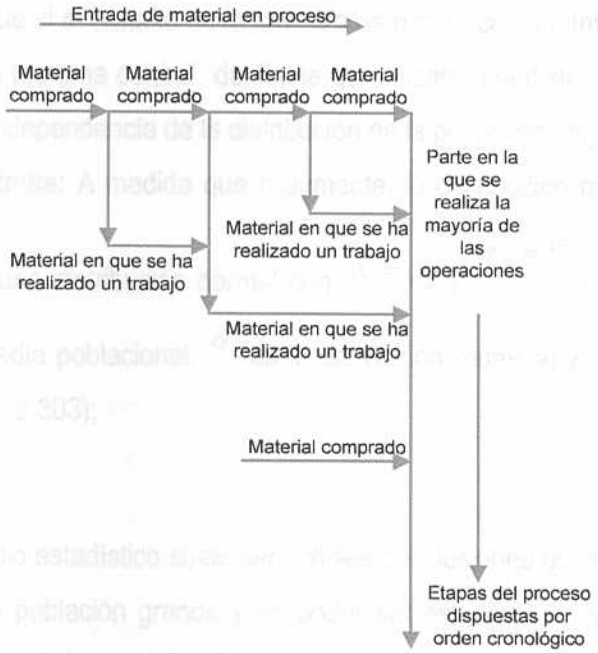


Figura Nº1: Representación gráfica del principio de elaboración de diagramas de flujo de procesos.
Fuente: (García R. 2005, p. 46)

2.3 Diagrama de Recorrido de Actividades (Diagrama de Circulación).

El *diagrama de circulación* es un plano o modelo a escala que se utiliza para complementar el análisis del proceso. Se elabora sobre un plano existente de las áreas de la planta (layout), en donde se indican las máquinas y demás instalaciones fijas; sobre este plano se dibujan las líneas de flujo que muestran el movimiento del material de una actividad a la siguiente, utilizando los mismos símbolos empleados en el diagrama de flujo de proceso.
(Meyer, F. 2000, p.49)

2.4 Teorema Central del Límite

Mediante este Teorema se afirma que para cualquier población, sea normal o no, la distribución muestral se aproximará a la normalidad con tal que el tamaño de la muestra sea grande.

En general se acepta que si el tamaño de la muestra es n = 30 como mínimo, es lo bastante grande para concluir que el teorema central del límite garantizará una distribución normal en el proceso de muestreo, con independencia de la distribución de la población original.

Teorema central del límite: A medida que n aumenta, la distribución muestral de medias muestrales se aproxima a una distribución normal con $\overline{\overline{X}} = \mu$ y $\sigma_{\bar{x}} = \sigma / \sqrt{n}$. donde $\overline{\overline{X}}$ es la media muestral, μ es la media poblacional, $\sigma_{\bar{x}}$ es la desviación muestral y σ es la desviación poblacional. (Webster, 1996, p.303),

2.5 Muestreo

El propósito de un estudio estadístico suele ser, extraer conclusiones acerca de la naturaleza de una población. Al ser la población grande y no poder ser estudiada en su integridad en la mayoría de los casos, las conclusiones obtenidas deben basarse en el examen de solamente una parte de ésta.

2.5.1 Importancia del Muestreo

"La teoría del muestreo intenta desarrollar métodos de selección de muestras y métodos de estimación que proporcionen, al más bajo costo posible, estimadores que sean lo suficientemente precisos para nuestro propósito. "(Cochran, W, 1974,p.29)

2.5.2 Cálculo del Tamaño de Muestra

Para obtener el tamaño de muestra se supuso una confianza γ = 0.95 (o 95%) y un error máximo permisible dado (absoluto (e)), que corresponde al 5% de la media (μ) de la muestra.

Una vez fijado estos dos elementos se establece una ecuación que relaciona a los mismos con el tamaño de la muestra n, la cual va a depender de uno o varios parámetros poblacionales desconocidos que deberán ser estimados mediante una muestra piloto.

El tamaño de muestra se calcula a través de:

$$n = \frac{Nk^2\sigma^2{}_c}{Ne^2 + K^2\sigma^2{}_c}$$

Donde:

n = Tamaño de la muestra.

N = Tamaño del Universo

K= Percentil 95

σ^2_c = Cuasivarianza poblacional.

e = Error máximo permisible

2.6 Estudio de Tiempos.

"El estudio de tiempo es una técnica usada para determinar con la mayor exactitud posible, con base en un número limitado de observaciones, el tiempo necesario para llevar a cabo una tarea determinada con arreglo a una norma de rendimiento preestablecido." (García R. 2005, p. 185).

Un estudio de tiempo se puede realizar para obtener distintos datos de interés, entre ellos destaca la necesidad de obtener un tiempo estándar de una operación o cuando se desea indagar sobre la situación actual de un proceso en busca de retrasos que se puedan eliminar. En tal sentido se define tiempo estándar como sigue:

Tiempo estándar: "Es el patrón que mide el tiempo requerido para terminar una unidad de trabajo, mediante el empleo de un método y equipo estándar, por un trabajador que posee la habilidad requerida, que desarrolla una velocidad normal que pueda mantener día tras día, sin mostrar síntomas de fatiga. (García R. 2005, p. 179)

Para desarrollar un estudio de tiempos es necesario ceñirse a una técnica preestablecida que permite lograr la obtención de tiempos estándar correctos cuya principal característica se describe en la figura Nº 2.

► Tiempo valorado al ritmo normal ◄	► Suplementos ◄		
	Personal	Descanso (fatiga)	Suplementario

Figura Nº 2: Representación del tiempo tipo.

Fuente: (García R. 2005, p. 184)

Técnicas de Medición. Existen dos técnicas comúnmente utilizadas para la medición de tiempos:

Método de lectura con retroceso a cero: Este método consiste en oprimir y soltar inmediatamente la corona de un reloj de "un golpe" cuando termina cada elemento, con lo que la aguja regresa a cero e inicia de inmediato su marcha. La lectura se hace en el mismo momento que se oprime la corona. (García, R. 2005, pág. 196)

Método continuo de lectura de reloj: Cuando se emplea este método, una vez que el reloj se pone en marcha permanece en funcionamiento durante todo el estudio, las lecturas se hacen de manera progresiva y sólo se detendrá una vez que el estudio haya concluido. El tiempo de cada elemento se obtendrá restando la lectura anterior de la lectura inmediata siguiente. (García, R. 2005, pág. 196)

2.6.1 Calificación del Desempeño.

Antes de realizar cualquier estudio de tiempos es fundamental realizar una calificación del operario en estudio.

El desempeño que se lleva a cabo pocas veces es igual a la definición exacta de estándar. Así, deben hacerse algunos ajustes al tiempo medio observado requerido por un operario calificado para hacer la tarea cuando trabaja a un paso promedio. Para obtener el tiempo requerido por un trabajador calificado, los analistas deben aumentar el tiempo si se trata de operarios superiores al estándar y disminuirlo si se seleccionaron operarios abajo del estándar. Sólo de ésta manera se puede establecer un estándar real para los operarios calificados. (Niebel, B. 2004, pág.409)

El sistema Westinghouse: Uno de los sistemas más antiguos y con mayor aprobación fue desarrollado por la Westinghouse Electric Corporation. Este método considera cuatro factores para evaluar el desempeño del operario: habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia. (Niebel B, 2004, p. 414)

En el Anexo A, se presenta una tabla resumen de los factores de calificación del método Westinghouse, incluyendo una breve definición de cada factor y el valor numérico asociado a cada clase de calificación.

2.6.2 Suplementos.

Después de calcular el tiempo normal, debe realizarse un paso más para llegar a un estándar justo. Este último paso es agregar un suplemento para tomar en cuenta las muchas interrupciones, demoras y disminuciones en el paso causada por fatiga en toda tarea asignada. (Niebel, B, 2004, p. 431)

2.6.2.1 Tipos de Suplementos.

Existen dos grandes grupos de suplementos, los constantes y los causados por fatiga variable, dentro de los constantes se encuentran los suplementos por necesidades personales que consideran suspensiones del trabajo para mantener el bienestar del empleado. De igual forma se encuentran los suplementos por fatiga básica los cuales toman en cuenta la energía consumida para llevar a cabo el trabajo y aliviar la monotonía.

En el Anexo B se observa la tabla de suplementos recomendados por la Oficina Internacional del Trabajo.

2.7 Diagramas Causa-Efecto.

Un *Diagrama Causa Efecto*, es la representación gráfica entre las características de varios elementos (causas) de un sistema que pueden contribuir a un problema (efecto) o proceso analizado; a través de este diagrama, se pueden organizar y representar las diferentes teorías que fundamentan o que se proponen acerca de las causas de un problema.

El diagrama Causa- Efecto persigue dos objetivos principales:

1) Identificar las causas que puedan tener relación con la presentación u origen del problema, y con los efectos que estas producen.

2) Visualizar de una manera muy rápida y clara, la relación que tiene cada una de las causas con las demás razones que inciden en el origen del problema.

2.8 Diagramas de Pareto.

El Diagrama de Pareto es una gráfica en donde se organizan diversas clasificaciones de datos por orden descendente, de izquierda a derecha por medio de barras sencillas después

de haber reunido los datos para calificar las causas. De modo que se pueda asignar un orden de prioridades.

En un análisis de Pareto, los artículos de interés se identifican y miden en una escala común y después se acomodan en orden ascendente, creando una distribución acumulada. Por lo común, 20% de los artículos clasificados representan 80% o más de la actividad total; en consecuencia, la técnica también se conoce como regla 80-20. (Niebel, B, 2004, p.23)

2.9 Prueba de Hipótesis.

"Una prueba de hipótesis es un procedimiento basado en la evidencia muestral y en la teoría de probabilidad que se emplea para determinar si la hipótesis es un enunciado razonable y no debe rechazarse o si no es razonable y debe ser rechazado". (Spiegel, M, 1991, p. 224)

La prueba de hipótesis que se considerará en este Trabajo Especial de Grado al momento de validar las distribuciones de probabilidad obtenidas a partir de la herramienta INPUT ANALYZER del programa de simulación ARENA 5.0, será la siguiente:

Sea $X_1, X_2, \ldots, Xn$ una muestra aleatoria de una cierta población continua:

Ho: la muestra ($X_1, X_2, \ldots, Xn$) proviene de una población con función de distribución dada.

Ha: la muestra ($X_1, X_2, \ldots, Xn$) no proviene de una población con función de distribución dada.

La estrategia de la prueba de hipótesis conduce a una decisión con respecto a una hipótesis estadística específica (Ho). La hipótesis esta basada en si hay o no suficientes evidencias para concluir que la hipótesis (Ho) es falsa. Una hipótesis estadística es una afirmación que especifica un valor numérico para un parámetro desconocido. (Hopkins, k, 1997, p.172).

2.9.1 "Valor p" o "p-valor" de una prueba de hipótesis

Al contrastar una cierta hipótesis la máxima probabilidad con la que se está dispuesto a correr el riesgo de cometer un error de Tipo I (se rechaza una hipótesis cuando debiera ser aceptada), se llama *nivel de significación del contraste*. Esta probabilidad denotada a menudo por α, se suele especificar antes de tomar la muestra. (Spiegel, M, 1991, p. 224)

El método clásico de las pruebas de hipótesis consisten en definir un estadístico del contraste y una región crítica, tomándose luego la decisión de rechazo o no de la hipótesis nula según si el estadístico de prueba cae o no en la región crítica.

Pero con el uso reciente de programas estadísticos computacionales, las decisiones con relación a una prueba de hipótesis se basan en el concepto del "valor p" o "p-valor" asociado con la prueba.

"Este valor p no es más que el menor nivel de significación α que nos conduce al rechazo de la hipótesis nula de acuerdo con los valores muestrales obtenidos". (Spiegel, M, 1991, p. 224)

Para el estudio de las distribuciones de probabilidad que representarán el comportamiento del tiempo invertido para realizar las actividades que componen el proceso productivo de la planta, se utiliza la siguiente condición la cual establecerá si la distribución obtenida es la correcta o no: Si $\alpha \geq p$, se rechaza la hipótesis nula.

El nivel de significación utilizado es de $\alpha = 0.05$ (o 5%) como regla de decisión, lo que representa que existe 5 oportunidades entre 100 de rechazar la hipótesis cuando debiera haberse aceptado, es decir, se tiene un 95% de confianza de que se ha aceptado la decisión correcta.

2.10 Simulación.

Se define como la imitación de la operación de un proceso o sistema real en un período de tiempo a través de evaluaciones numéricas.

En el sector manufacturero la simulación se utiliza para determinar los programas de producción, los niveles de inventario, la planeación de la capacidad, operaciones de programación entre otras. Por lo tanto la versatilidad de la simulación ha permitido desarrollar experimentos sobre modelos de sistemas reales de una gran diversidad de empresas y para una amplia gama de casos.

Los componentes necesarios para la simulación de un sistema son:

- *Modelo:* Representación de un sistema para su estudio.
- *Entidad:* El objeto de interés en el sistema.
- *Atributo:* Propiedades que posee la entidad.
- *Actividad:* Es un período de tiempo de duración conocida.
- *Estado:* Conjunto de variables que muestran las condiciones iniciales del sistema que son necesarias para describirlo en cualquier instante de tiempo.
- *Evento:* Es una ocurrencia instantánea que cambia el estado del sistema.

- *Variables endógenas:* son producidas por causas internas del sistema y cambia el estado del sistema.
- *Variables exógenas:* son las actividades y eventos que resultan de causas externas que afectan al sistema.

Algunas ventajas de la simulación por computadora son las siguientes:

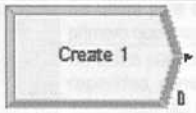
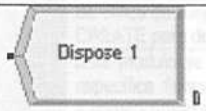
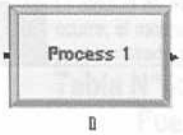
- Con el uso de la simulación no se interrumpen las operaciones reales del sistema.
- Por medio de la simulación se obtiene respuesta mas realista de un sistema que por medio de un análisis matemático.
- Flexibilidad para modelar las cosas tal como son (aunque sean complicadas).
- Permite representar incertidumbre, no-linealidad, no-estacionalidad.

Sin embargo, la simulación por computadora también posee ciertas desventajas que limitan su uso:

- No existe garantía alguna de que el modelo produzca buenas respuestas.
- No hay manera de probar que el desempeño de un modelo de simulación sea completamente confiable. Esto implica numerosas repeticiones de secuencias que se basan en ocurrencias generadas de manera aleatoria.
- Los sistemas complicados pueden ser muy costosos y dispendiosos.
- Las técnicas de simulación no se encuentran estandarizados, por lo que las respuestas a programas distintos pueden variar.

2.10.1 Elementos de la Simulación.

Los elementos que conforman una simulación se describen a continuación en la Tabla N°3.

Módulos	Símbolo	Descripción
CREATE		Es el punto de inicio de las entidades en un modelo de simulación. Las entidades dejan el módulo para comenzar su procesamiento en el sistema. En este modulo se especifica el tipo de entidad.
DISPOSE		Es el punto final de las entidades de un modelo de simulación.
PROCESS		Representa una transformación de las entidades en la simulación contiene opciones para tomar y liberar recursos. Hay una opción para utilizar un submodelo y especificar la lógica definida por el usuario. A la entidad se le asigna un tiempo de proceso. El costo del procesamiento de cada entidad se sumará a la categoría que se señale.

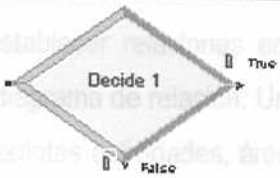
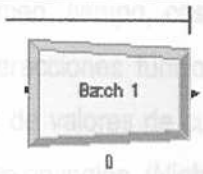
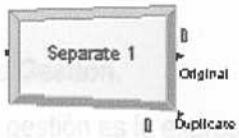
Módulos	Símbolo	Descripción
DECIDE		Representa una decisión. Las opciones permiten representar decisiones basadas en una o más condiciones o basadas en una o más probabilidades. Las condiciones se pueden basar en los valores de los atributos, las variables, el tipo de entidad o una expresión.
BATCH		Constituye el mecanismo para agrupar entidades. La agrupación puede ser temporal o permanente. Los lotes temporales deben ser desagrupados con un modulo SEPARATE. Los lotes se pueden formar con cualquier número de entidades (la cantidad esta especificada por el usuario), o se puede cotejar basada en un atributo. Las entidades que llegan a un modulo BATCH se colocan en una cola hasta que se acumule la cantidad especificada. Una vez acumulada, se crea una unidad que representa el lote.
SEPARATE		Se utiliza para: ▪ Copiar una entidad en múltiples entidades. ▪ Separar una entidad previamente agrupada en lote. Se debe especificar las reglas para asignar costos y tiempos a los duplicados. Cuando se separan lotes existentes, la entidad temporal que representa el lote se elimina y las entidades originales con las que se forma el lote se recuperan. Las entidades continúan secuencialmente desde el módulo en el mismo orden en las que se agrupan en el lote.
ASSIGN		Se utiliza para asignar nuevos valores a variables, atributos, tipos de entidades, dibujos entidades. Se pueden hacer asignaciones múltiples en un submodelo ASSIGN.
RECORD		Se utiliza para calcular valores relevantes en el modelo de simulación. Están disponibles varios valores estadísticos: ▪ Tiempo entre salidas. ▪ Estadísticos de las entidades (tiempos, costos). ▪ Observaciones generales. ▪ Estadísticos de conteo. Se pueden especificar conjuntos de contadores o valores calculados.

Tabla N°3: Elementos de una Simulación.
Fuente: Elaboración propia.

2.10.2 Módulos de Datos.

Los módulos de datos que contiene el software Arena 5.0 se describen en la Tabla N°4

Módulos de Datos	Descripción
ENTITY	Define los diferentes tipos de entidades y su dibujo inicial y la información de costos.
QUEUE	Se utiliza para cambiar la regla de clasificación de una cola específica. La regla por defecto es primero que entra primero que sale.
RESOURCE	Se utiliza para definir los recursos del sistema a simular. Los datos del recurso son: nombre, tipo, capacidad, nombre del horario, regla del horario, costos, estado del recurso, estado inicial, fallas, estadísticos del recurso.
SCHEDULE	Se utiliza en conjunto con un módulo RESOURCE para definir un horario operativo o con el modulo CREATE para definir un horario de llegada.
STATISTIC	Este modulo se utiliza para definir datos estadísticos recogidos durante la simulación, también especifica ficheros de datos de salida (output data files). Además genera datos estadísticos automáticamente después de cada corrida los cuales son guardados en un archivo de salida.
FAILURE	El modulo de FAILURE es diseñado para su uso con el modulo RESOURSE. Cuando una falla ocurre, el recurso completo (independientemente de su capacidad), falla. Las fallas son diseñadas para ser usado con recursos de capacidad sola o con recursos de capacidad múltiple.

Tabla N°4: Elementos de una Simulación.
Fuente: Elaboración propia.

2.11 Diagrama de Relación de Actividades.

Se pueden establecer relaciones entre diferentes áreas mediante una gráfica de forma especial llamada diagrama de relación. Una relación es un grado relativo de cercanía, deseada o requerida, entre distintas actividades, áreas, departamentos, cuartos, según lo determina el flujo de información (volumen, tiempo, costo, ruta) de una gráfica de recorrido, o de manera más cualitativa de las interacciones funcionales o la información subjetiva. En dicho diagrama se establece una escala de valores de cuatro (4) a Cero (0) basado en las vocales que definen la relación por su nombre en inglés. (Niebel, B, 2004, p.111)

2.12 Indicadores de Gestión.

Un indicador de gestión es la expresión cuantitativa del comportamiento o desempeño de una empresa o departamento, cuya magnitud, al ser comparada con algún nivel de referencia, podrá estar señalando una desviación sobre la cual se tomarán acciones correctivas o preventivas según sea el caso. (Rodríguez, F. 2002. p.35)

2.12.1 Tipos de Indicadores.

Se clasifican según los factores claves de éxito. Los indicadores de gestión deben reflejar el comportamiento de los signos vitales o factores claves (algunos autores los llaman factores críticos). Existen indicadores de efectividad, de eficacia (resultados, calidad, satisfacción del cliente, de impacto), de eficiencia (actividad, uso de capacidad, cumplimiento de programación, etc), de productividad.

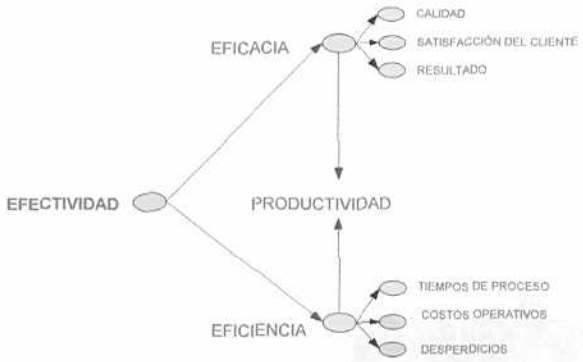


Figura N°3: Mapa de factores claves de éxito de la gestión
Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO III – MARCO METODOLÓGICO

En este Capítulo se especifica la metodología utilizada en el desarrollo del presente Trabajo Especial de Grado, de igual manera se explica detalladamente la forma en que se cataloga el estudio de acuerdo con los diferentes tipos de investigación. Se presenta una descripción de las actividades que se realizarán en cada una de las fases de la investigación, las cuales van dirigidas al cumplimiento de los objetivos específicos, y estos a su vez van enfocados hacia el logro del objetivo general del estudio.

3.1 Clasificación de la Investigación.

El presente Trabajo Especial de Grado se encuentra ubicado dentro de la Metodología del Proyecto Factible, apoyado en una Investigación Descriptiva de Campo. De acuerdo con la clasificación de los métodos de investigación que hace el autor Bisguera R. (1989), se cataloga de la siguiente forma: Investigación Aplicada (según el grado de abstracción), Investigación Orientada a las Decisiones (según la orientación), Investigación Bibliográfica y Metodológica (según las fuentes) y es una Investigación de Campo (según el lugar).

A continuación, se presenta el significado de los tipos de investigación mencionados anteriormente y el por qué la presente investigación se cataloga dentro de dichas categorías:

El Proyecto Factible consiste en la elaboración de una propuesta de un modelo operativo viable, o una solución posible a un problema de tipo práctico, para satisfacer necesidades de una situación o grupo social, la propuesta de tener apoyo bien sea de una investigación de campo o una de tipo documental y puede referirse a la formulación de políticas, programas, tecnologías o procesos. (Según la Universidad Pedagógica Experimental UPEL. 1998, p. 7).

La presente investigación tiene como objetivo principal establecer una propuesta viable de mejoras en el área de producción de una empresa de embutidos. Esta propuesta esta apoyada y sustentada en una investigación de campo mediante la cual se tomarán los datos y parámetros principales que influirán en la selección más apropiada para lograr el objetivo.

Se entiende por Investigación de Campo, el análisis sistemático de problemas con el propósito de describirlos, explicar sus causas y efectos, entender su naturaleza y factores contribuyentes a predecir su ocurrencia. Los datos de interés son recogidos de forma directa de

la realidad por el propio observador, en este sentido se trata de investigaciones a partir de los datos originales o primarios. (Según la Universidad Pedagógica Experimental UPEL. 1998, p. 7).

"La investigación descriptiva se limita a observar y describir los fenómenos. Se incluyen dentro de la investigación descriptiva los estudios de desarrollo, estudios de casos, encuestas, estudios correlacionales, estudios de seguimiento, análisis de tendencias, series temporales, estudios etnográficos, investigación histórica." (Bisguera. 1989, p. 65)

Para poder llevar a cabo este proyecto, es necesario hacer un estudio del problema y justificar la existencia del mismo. La fase de evaluación del proceso de producción de embutidos, se restringió a observar la etapa central del proceso productivo, es decir, no se contempla el estudio a fondo de la etapa inicial de recepción y preparación de la materia prima (desposte), de la etapa final de almacenamiento y distribución de producto terminado o del control de calidad, con el propósito de establecer las causas y efectos de la problemática planteada. En tal sentido, la presente investigación es de tipo Investigación Descriptiva de Campo.

"La Investigación Aplicada esta encaminada a la resolución de problemas prácticos, con un margen de generalización limitado. Su propósito es realizar aportes, el conocimiento científico es secundario." (Bisguera, 1989, p. 67)

El presente Trabajo Especial de Grado representa una Investigación Aplicada porque contiene una propuesta para mejorar el área de producción de una empresa de embutidos.

"La Investigación Bibliográfica, constituye una de las primeras etapas del método científico, consiste en una revisión bibliográfica del tema, para conocer el estado de la cuestión. A partir de aquí, se pueden formular hipótesis fundamentadas, que posteriormente se intentaran validar empíricamente." (Bisguera, 1989, p. 67)

En la primera fase de la investigación se realiza una revisión bibliográfica concerniente al estudio del proceso de producción de embutidos. En tal forma, se clasifica como una investigación bibliográfica.

3.2 Diseño de las Fases Metodológicas.

El presente Trabajo Especial de Grado se realiza a través de una serie de fases secuenciales, cada una de las cuales va dirigida al cumplimiento de objetivos específicos, y estos a su vez enfocados hacia el logro del objetivo general del estudio.

Objetivo 1	
Describir y analizar las actividades que componen el proceso de fabricación de embutidos actual, recopilando para ello la información que sea necesaria.	
Fases	**Metodología**
1. Familiarización con todos los procesos productivos que se llevan a cabo para la elaboración de los embutidos.	Se realizó un recorrido por toda la planta identificando cada uno de los procesos realizados desde la llegada de materia prima al área de producción, hasta su salida como producto terminado en el área de empaque.
2. Identificación de las áreas de operación.	*A través de la técnica de observación directa se identificaron las áreas involucradas* en el proceso de elaboración de embutidos y se detectó cuales eran las áreas más críticas del proceso.
4. Listado de operaciones que se llevan a cabo para cada uno de los productos.	Se detalló la secuencia de elaboración de cada uno de los productos con el objeto de elaborar una lista que registrara cada una de *las actividades realizadas.*
5. Diagramas de recorrido de materiales	Sobre el Layout de la planta actual, se trazó una ruta que representa el recorrido que realiza el material utilizado para la fabricación del producto con el objeto de revelar el tráfico cruzado, los regresos, recorridos innecesarios, etc.(Ver Anexos D).

Objetivo 2	
Generar los Diagramas de Flujo para los procesos de fabricación de los embutidos.	
Fases	**Metodología**
1. Identificación de los componentes utilizados.	*Se identificó todos los componentes necesarios para la fabricación de cada uno de* los embutidos y aquellos que son adquiridos (pistacho, tocino, ingredientes secos, etc) o preparados previamente dentro de la empresa (salmuera).
2. Determinación de las operaciones.	Se determinó las operaciones y secuencias requeridas para fabricar cada uno de los productos, tanto de componentes comprados como fabricados de la lista realizada anteriormente.
3. Elaboración de los diagramas.	Se procedió a identificar el componente básico, el que inicia el proceso de producción colocándolo en una línea horizontal en la parte superior. Posteriormente en una línea vertical que se extiende hacia abajo se coloca cada una de las operaciones que permiten elaborar cada uno de los productos, desde la primera operación hasta llegar a la última. (Ver Anexo C).

Objetivo 3	
Realizar un estudio de tiempos de las actividades que componen el proceso productivo actual.	
Fases	**Metodología**
1. Caracterización de los productos para el área de embutido y empaque.	Se realizó una clasificación de los productos según sus características y su secuencia de fabricación, obteniéndose ciertos grupos conformados por productos con características de procesamiento similares. Posteriormente a cada grupo le fue definido los elementos que conforman el proceso productivo de cada grupo.
2. Determinación del tamaño de la muestra piloto.	Para la toma de tiempos inicialmente se definió una muestra piloto de 30 observaciones, la cual permitió calcular el tamaño de muestra necesario para cada uno de los elementos definidos en la caracterización anterior, para esto se utilizó la fórmula de tamaño de muestra para la estimación de la media, la cual depende de ciertos parámetros. La muestra piloto se utiliza para estimar la varianza poblacional ya que es un parámetro desconocido.
3. Determinación del tamaño de muestra.	Una vez calculada la muestra piloto se utilizan métodos estadísticos que permiten calcular el tamaño de muestra. Para el caso en que el tamaño de muestra es menor que 30 (< 30), se utilizan todas las observaciones realizadas en la muestra piloto para el cálculo del tiempo normal y cuando el tamaño de muestra es mayor que 30 (> 30), se realizan las observaciones adicionales según sea el caso.
4. Levantamiento de la información.	Se procedió a realizar las observaciones necesarias para el número de productos que se determinó conveniente medir (unidad, grupos de cuatro, cinco o seis unid.) dichos grupos fueron establecidos a conveniencia, ya que en algunos casos el tiempo de procesamiento de una pieza resultaba cómodo de medir, mientras que en otros casos se midieron grupos de cinco o seis unidades. Por ejemplo el hecho de medir seis unidades lo determina la cantidad de piezas que contiene una caja.

Objetivo 4	
Determinar el tiempo estándar de las operaciones que conforman el proceso de fabricación de los embutidos.	
Fases	**Metodología**
1. Determinación del tiempo estándar para cada producto en el área de embutido y empaque	En base a las observaciones realizadas anteriormente, se procedió a calcular el tiempo estándar de cada elemento, a través de ciertas condiciones: (1) mediante el empleo de un método y equipo estándar, (2) un operador calificado y bien capacitado, (3) que trabaja a una velocidad o ritmo normal sin mostrar síntomas de fatiga. Finalmente para medir el tiempo estándar total se realiza una sumatoria del tiempo correspondiente a cada uno de los elementos involucrados en el proceso para un número específico de unidades según sea el caso.
2. Determinación del estándar de unidades producido por hora para cada producto fabricado en el área de embutido y empaque.	Este estándar se determinó mediante la identificación de la actividad más lenta de la serie que constituye el proceso de fabricación del producto, proyectado a una hora. Esto permite obtener una estimación de las unidades que se pueden fabricar por hora tanto en el área de embutido como en la de empaque.

Objetivo 5	
Definir los indicadores de control de la producción que sean necesarios o aquellos que se determine conveniente definir.	
Fases	**Metodología**
1. Identificación de las necesidades propias de cada área.	Para establecer los indicadores de gestión primero se determinó cuales eran las necesidades propias de las áreas críticas de estudio (área de empaque y embutido), seguidamente se evaluó que variables se encontraban asociadas a las metas del departamento de planificación que fueran cuantitativas.
2. Establecimiento de los indicadores de gestión.	Se estableció tres tipos de indicadores: • Productividad de mano de obra • Cumplimiento de Planificación • Piezas Defectuosas Cada uno de estos indicadores es una expresión cuantitativa, cuya magnitud al ser comparada con algún nivel de referencia (estándar), puede estar señalando una desviación sobre la cual se tomarán acciones correctivas o preventivas según el caso.

Objetivo 6	
Detectar tipos y frecuencias de demoras, con la finalidad de identificar la etapa crítica del proceso productivo.	
Fases	**Metodología**
1. Identificar el problema	Inicialmente se realizó un diagrama causa efecto general que representa la mayoría de los problemas que generan demoras en el proceso productivo. Se identificó que el problema principal a mejorar (lo que comúnmente se define como la cabeza del pescado).
2. Dibujar y marcar las espinas principales	Posteriormente se dibujó las espinas principales que representan las categorías de recursos o factores causales. No existen reglas sobre que categorías o causas se deben utilizar, pero las más comunes son las denominadas 4M (máquina, material, mano de obra, método).
3. Identificación de las causas	A través de la metodología de tormenta de ideas se detectó las causas que ocasionan retrasos en las líneas de fabricación de embutido. Las ideas generadas en este paso guiarán en la selección de las causas de raíz.
4. Elaboración de los diagramas Causa-Efecto	Una vez identificadas las causas raíces con la tormenta de ideas, se procedió a elaborar el diagrama Causa-Efecto general, el cual dio origen a establecer un diagrama Causa Efecto más específico y detallado para las áreas de empaque y embutido por ser estas las más críticas y en donde se concentran la mayor cantidad de problemas.
5. Evaluación de los Diagramas Causa-Efecto a través de Gráficas de Pareto	Seguidamente se elaboró una evaluación de los diagramas Causa-Efecto, a través de los gráficos de Pareto. Para esto se realizó una serie de observaciones que corresponden a las causas que originan paradas en el área de empaque y embutido por diversas razones. (Ver Anexo H)
4. Determinación del % de Ocurrencia y frecuencia acumulada.	El número de observaciones se ordenó de forma descendente, totalizándolos y calculando el porcentaje que representa cada causa del total. A partir de dichos valores se calculó la frecuencia acumulada de la siguiente manera: 1. Se colocó el porcentaje obtenido por la primera causa. 2. Se sumó dicho porcentaje con el valor obtenido por la segunda causa. 3. Se repitió el procedimiento hasta completar el 100%.

5. Elaboración de los gráficos de Pareto	Con la información obtenida de las fases anteriores se procedió a realizar los gráficos y se identificaron las causas que representan el 80% de los problemas que generan las paradas en el área de empaque y embutido, con el fin de tener una visión mas clara de las posibles mejoras.
Objetivo 7	
Generar y validar un modelo de simulación para el proceso de fabricación.	
Fases	**Metodología**
1. Generación de distribuciones de proceso y tiempos de máquinas.	A través del programa Arena 5.0, basado en el concepto de teoría de cola se ajustaron los tiempos de operación de cada una de las actividades que componen el proceso de empaque y embutido, con el fin de definir a que tipo de distribución estadística se aproxima, la cual permitió simular el proceso productivo (Ver Anexo K y Anexo L). Igualmente se determinó el tipo de distribución estadística a la cual se ajustan las fallas asociadas al modelo. (Ver Anexo M). Con respecto al tiempo de las máquinas (molinos, cutter, inyección y tenderizado), se tomó un promedio de operación de las mismas, para determinar un factor de velocidad de procesamiento de materia prima cárnica en cada máquina. (Ver tabla N°6 y tabla N°7)
2. Representación gráfica de los procesos que conforman el proceso de elaboración de embutido	Una vez detectados los pasos y operaciones que conforman el proceso de elaboración de embutidos a través de los diagramas de flujo de procesos realizados anteriormente, se extrapoló este esquema al modelo de simulación, con el fin de lograr una mejor visualización del proceso.
3. Generación del modelo de simulación	Se procedió a definir los elementos fundamentales del modelo, así como también, las restricciones del mismo.
4. Definición de escenarios simulados	El modelo se basó en 3 escenarios diferentes, definidos por el Departamento de Planificación de la empresa, en el cual se establece la producción semanal para cada producto y los kg programados. (Ver Anexo J)
5. Análisis de resultados del modelo de simulación	Se realizó un análisis sobre el tiempo promedio de proceso de cada tipo de producto en el área de empaque y embutido y se estudió los tamaños de cola en las áreas que fuera conveniente.
6. Validación del modelo de simulación	Para validar el modelo de simulación se tomaron en cuenta dos aspectos: 1) El número de piezas producidas semanalmente (data histórica), en comparación con un promedio semanal de piezas obtenidos a través de diversas corridas del modelo. 2) El tiempo de procesamiento se validó a través de un experto en el área de embutidos (Gerente de Operaciones), quien revisó detalladamente que la estructura del modelo representara el proceso productivo de la empresa.
Objetivo 8	
Proponer mejoras en la(s) etapa(s) identificada(s) como críticas, así como aquellas que permitan el aumento de la capacidad y productividad de la planta.	
Fases	**Metodología**
1. Redistribución de la Planta	Inicialmente se planteó una nueva distribución para la maquinaria de las plantas El Llanito y Paracotos. Para esto se elaboró los diagramas de relación de cercanías (Ver Anexo P), los cuales permiten cuantificar la importancia de proximidad entre la máquinas existente. Posteriormente sobre el nuevo Layout propuesto se realizaron los diagramas de recorrido de materiales (Ver Anexos Q), se comparó dichos diagramas con los mostrados anteriormente en la situación actual, para observar el porcentaje de disminución de distancia recorrida para cada tipo de producto.
2. Indicadores de Gestión de la producción	Se estableció un sistema de control de la producción, basado en tres indicadores los cuales permiten monitorear las áreas de empaque y embutido con el fin de garantizar la productividad, eficacia y eficiencia del proceso. Dichos indicadores fueron especificados anteriormente en el objetivo 5.

Objetivo 9	
Evaluar las propuestas de soluciones a través del modelo de simulación.	
Fases	**Metodología**
1. Nuevas Funciones	Una vez evaluado el modelo de simulación bajo los tres escenarios planteados, se propuso crear nuevas funciones que permitan solventar la ausencia constante de operarios de su puesto de trabajo. Para esto se evalúo el impacto que generaban dichas fallas en el modelo y el comportamiento del mismo al suprimir estas paradas de líneas constantes.
2. Reasignación de responsabilidades.	Para suprimir fallas específicas como agotamiento de mezcla y falla de las máquinas embutidoras, se sugirió reasignar responsabilidades a los operarios y crear un plan de mantenimiento preventivo.
3. Redistribución de operarios en las líneas de embutido y empaque	En esta fase se propuso un aumento de la cantidad de operarios que componen cada una de las actividades del proceso de embutido y empaque para cada tipo de producto, con esto se logro disminuir el numero de unidades en espera y el tiempo de proceso del mismo.
Objetivo 10	
Seleccionar la o las alternativas más convenientes a través del modelo de simulación y análisis costo-beneficio.	
Fases	**Metodología**
1. Evaluación costo-beneficio de las propuestas de mejoras.	Una vez analizadas las propuestas de mejoras se realizó un estudio costo-beneficio en donde se comparó el costo asociado al tiempo que se ahorra en el proceso productivo de cada tipo de producto con respecto al costo que incurre la creación de los nuevos cargos propuestos en las mejoras.

3.4 Esquema General de la Metodología Empleada.

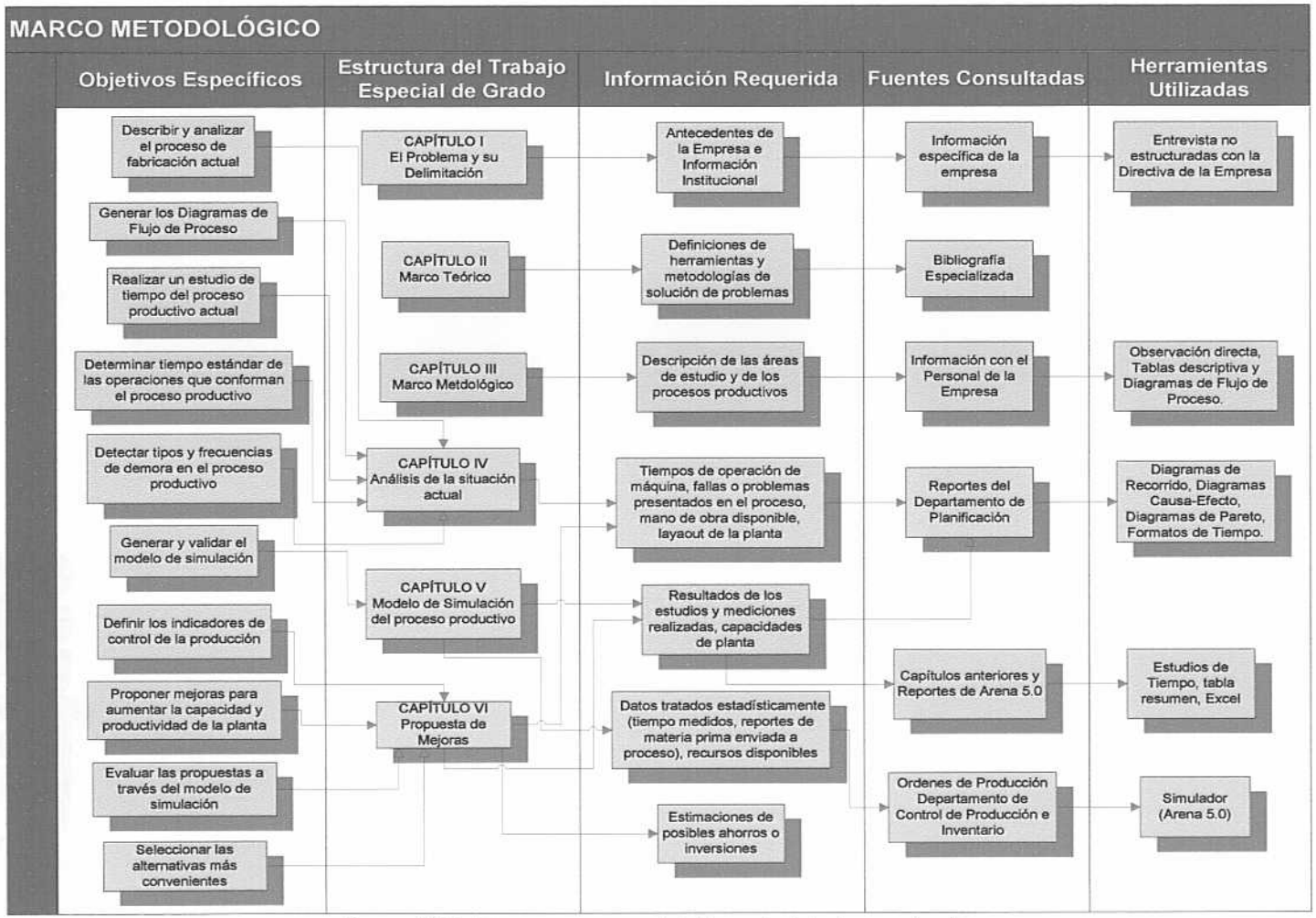


Figura N°4: Esquema general de la metodología empleada.
Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO IV – ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

En este capítulo se presenta toda la información que permite describir las condiciones de operación de la empresa. La misma proviene de los resultados arrojados por los distintos estudios y análisis realizados principalmente a los procesos de producción de las plantas de El Llanito y Paracotos.

4.1 Descripción del Proceso.

A continuación se presenta una breve descripción del proceso mediante la cual se explica de modo general los pasos necesarios para la fabricación de los distintos tipos de embutidos; posteriormente se presenta una explicación más detallada de los procesos producto por producto mediante los diagramas de flujo de procesos.

En primera instancia resulta necesario diferenciar entre jamones cocidos y productos emulsionados. En el caso de los jamones existe una clasificación según el tipo de carne que se utiliza, que puede ser de pierna o espalda de cerdo, carne de res de primera o de segunda. Los emulsionados se pueden elaborar a partir de carne de cualquier tipo y de cualquier calidad, con la salvedad de que la misma debe estar congelada.

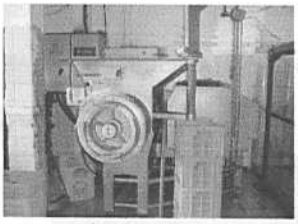


Figura Nº5: Molino

El siguiente paso es el procesamiento de la carne en los molinos, excepto el caso de los jamones de pierna, pavo y pollo, los cuales por contener una mayor cantidad de músculo entero, se inyecta con la salmuera, se tenderiza y posteriormente se macera, a diferencia de los jamones de espalda y fiambres cuya materia prima cárnica pasa por un proceso de molienda y luego de maceración. En las figuras Nº 5 y 6 se observa el área de molinos y un macerador en el proceso de descarga.

Figura Nº6: Macerador

Figura Nº7: Cutter

Los emulsionados como las mortadelas, bologñas y salchichas se elaboran a partir de materia prima cárnica congelada, la cual pasa por un proceso de molienda o troceado dependiendo del producto, para posteriormente pasar a un proceso de emulsificación en una máquina llamada Cutter, la misma se aprecia en la figura Nº7.

Figura Nº8: Línea de Embutido

Luego de la maceración o emulsificación según sea el caso, se lleva a cabo el proceso de embutido, mediante el cual se logra dar forma a las piezas, que no son más que tripas hechas de un material apropiado, rellenas con la carne procesada. Luego del proceso de embutido las piezas están listas para ser cocidas en presencia de vapor o humo si el producto es ahumado. En la figura Nº8, se observa la línea de embutido.

Finalmente las piezas pasan por un proceso de enfriamiento y empaque luego del cual el producto está listo para su distribución. En la figura Nº9 se muestra parte de la línea de empaque.

Figura Nº9: Línea de Empaque

A continuación se presenta un esquema general que representa a groso modo el proceso productivo.

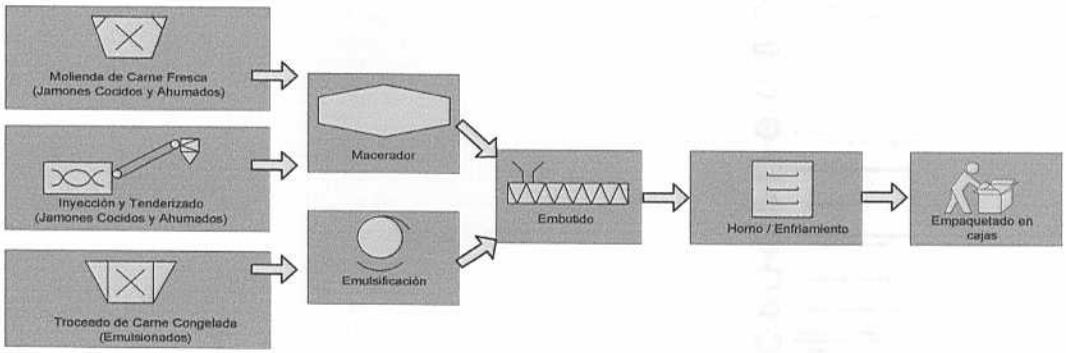


Figura N°10: Dibujo del proceso de producción de embutidos.

Fuente: Elaboración Propia.

La empresa fabrica una amplia gama de productos embutidos incluyendo ciertas variedades de jamones cocidos y emulsionados. Durante la permanencia en la Empresa y mediante la técnica de observación directa y entrevistas no estructuradas se recopiló la información necesaria para el levantamiento de los diagramas de flujo de procesos. Dichos diagramas se realizaron tomando en cuenta características similares de proceso de los distintos productos, de tal manera que se pudiera agrupar y representar varios productos con un mismo diagrama. A continuación se presenta uno de los diagramas de flujo de proceso realizados, la totalidad de los mismos se puede apreciar en el Anexo C

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS	No. 1
Planta: CHARVENCA	**Ubicación:** El Llanito
Productos: Jamón de Espalda Charvenca, Jamón Estándar Paldi y Fiambre de Carne Charvenca	

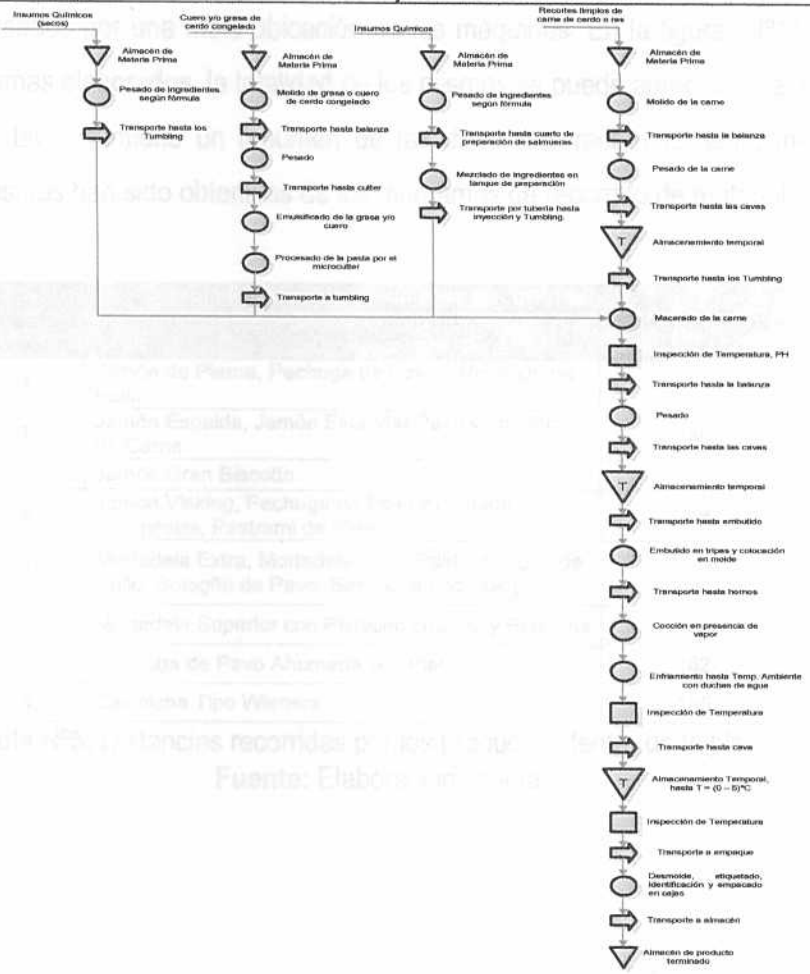


Figura Nº11: Diagrama de Flujo de Procesos para Tres Productos.
Fuente: Elaboración Propia

Con el fin de describir gráficamente los distintos procesos de fabricación, se procedió a actualizar los planos de las plantas de El Llanito y Paracotos, para posteriormente realizar los diagramas de recorrido de material sobre los mismos, totalizando las distancias que aproximadamente recorre el producto en proceso a lo largo de su fabricación. Algunos productos presentaban un recorrido variable debido a la existencia de distintos lugares donde se puede realizar la misma actividad, por ejemplo la maceración, en estos casos, se tomó como regla, contabilizar la distancia hasta el lugar más lejano de tal forma de obtener el máximo recorrido que pueda realizar un producto.

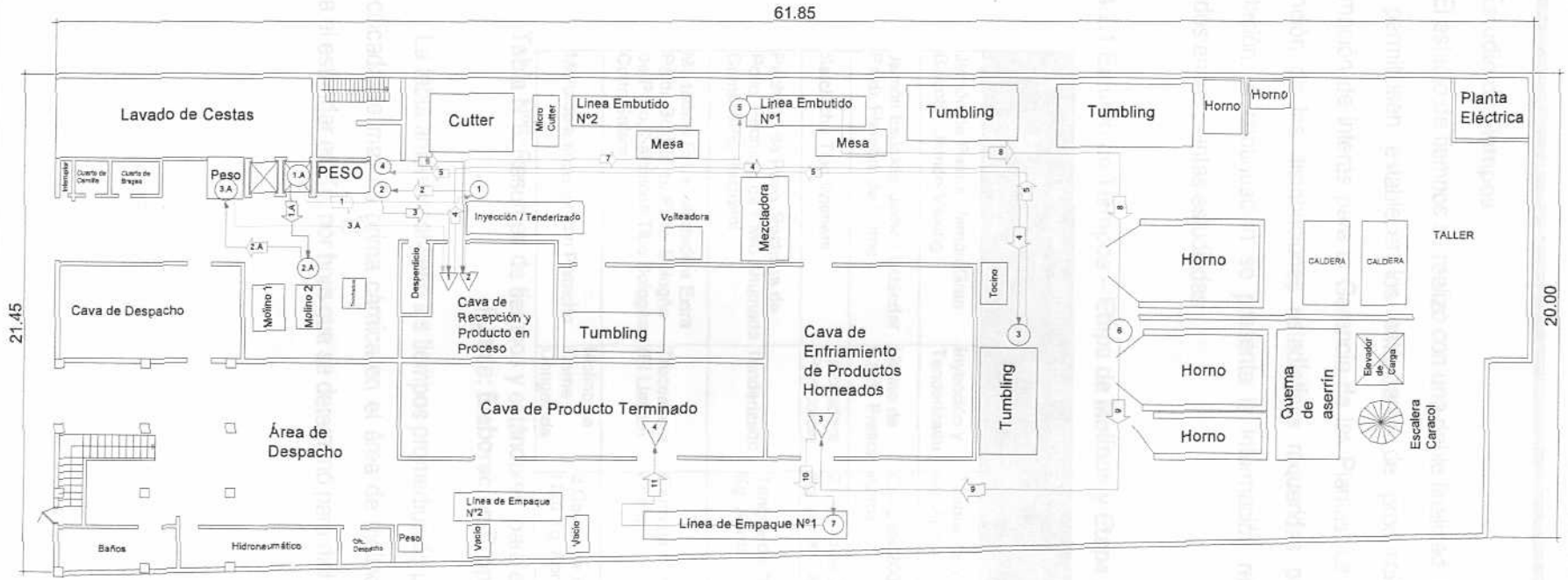
Los diagramas de recorrido incluyen los productos estudiados agrupados según trayectorias similares. La finalidad de los diagramas de recorrido es la de poner al descubierto, movimientos innecesarios causados por una mala ubicación de las máquinas. En la figura N°11 se muestra uno de los diagramas elaborados, la totalidad de los mismos se puede apreciar en el Anexo D

La siguiente tabla contiene un resumen de las distancias recorridas actualmente por los productos, las mismas han sido obtenidas de los diagramas de recorrido de material.

Tabla Resumen de Distancias Recorridas		
No. Diagrama	Productos Incluidos	Dist. Recorrida (mts.)
1	Jamón de Pierna, Pechuga de Pavo y Pechuga de Pollo	179
2	Jamón Espalda, Jamón Estándar Paldi y Fiambre de Carne	158
3	Jamón Gran Biscotto	144
4	Jamón Visking, Pechuga de Pavo Ahumada Campestre, Pastrami de Pavo	208
5	Mortadela Extra, Mortadela Extra Paldi, Bologña de Pollo, Bologña de Pavo, Salchicha tipo Bologña	149
6	Mortadela Superior con Pistacho Grande y Pequeña	185
7	Pechuga de Pavo Ahumada con Piel	162
8	Salchicha Tipo Wieners	155

Tabla N°5: Distancias recorridas por los productos dentro de la planta.
Fuente: Elaboración Propia

DIAGRAMA DE FLUJO DE MATERIALES.	No. 1
Planta: CHARVENCA	**Ubicación:** El Llanito
Productos: Jamón de Pierna, Pechuga de Pavo, Pechuga de Pollo	



TRANSPORTES				OPERACIONES			
Cod. Transporte	Dist. (mts.)	Cod. Transporte	Dist. (mts.)	Cod.	Descripción	Cod.	Descripción
1.A	5	5	35	1.A	Descargar elevador	4	Pesado
2.A	8	6	8	2.A	Molino de carne fresca	5	Embutido
3.A	10	7	17	3.A	Pesado	6	Cocción
1	12	8	17	1	Inyección y Tenderizado	7	Empaque
2	5	9	18	2	Pesado		
3	6	10	3	3	Macerado		
4	33	11	2				
Total Recorrido (mts)	179	Total Almacenajes:	4	Total Operaciones:	10		

Figura Nº12: Muestra de Diagramas de Recorrido de Materiales elaborados.
Fuente: Elaboración Propia

4.2 Estudio de Tiempos.

El estudio de tiempos se realizó con una doble finalidad. La primera, recopilar todos los datos que permitiesen establecer los estándares de producción adecuados, lo que constituye información de interés para la Gerencia de las Plantas. La segunda finalidad corresponde a la obtención de las distribuciones estadísticas requeridas para la elaboración del modelo de simulación. A continuación se presenta la información referente a los tiempos de proceso medidos en las plantas estudiadas

4.2.1 Estudio de Tiempos – Etapa de Molinos y Etapa de Inyección y Tenderizado

Tiempos Promedio y Estándar para Área de Molino e Inyección				
Productos	**Máquina Utilizada**	**Unidad de Medida**	**Tiempo Promedio (min)**	**Estándar (Kg./Hr.)**
Jamón de Pierna, Jamón Gran Biscotto, Jamón Visking	Inyección y Tenderizado	Tanque de 700 Kg. Aprox.	30,01	1400
Jamón Espalda, Jamón Estándar Paldi, Fiambre de Carne	Molino de Carne Fresca	Carro de 200 Kg. Aprox.	4,43	2706
Salchicha Tipo Wieners	Troceadora (Paracotos)	2 Cestas de 20 Kg. (40 Kg. Aprox)	2,4	1002
Pechuga de Pavo, Pechuga de Pollo, Pechuga de Pavo Ahumada Campestre, Pastrami	Tenderizado	Tanque de 700 Kg. Aprox.	9,22	4557
Mortadela Extra, Mortadela Extra Paldi, Bolgña de Pavo, Bologña de Pollo, Salchicha Tipo Bologña, Cotto Salami	Troceadora (El Llanito)	Carro de 60 Kg. Aprox.	1,94	1856
Mortadela superior con Pistacho	Molino de Carne Congelada	2 Carros de 60 Kg. (120 Kg. Aprox)	4,96	1451

Tabla Nº6: Resumen de tiempos y estándares para el área de molino e inyección.
Fuente: **Elaboración Propia**

La tabla anterior contiene los tiempos promedios de procesamiento para el tipo y cantidad especificada de materia prima cárnica en el área de molinos e inyección. De igual manera se indica el estándar en Kg. por hora que se determinó para dicha área.

4.2.2 Estudio de Tiempos – Etapa de Maceración (Tumbling)

Los tiempos observados en la siguiente tabla, referentes a la maceración, son estrictamente fijos, ya que corresponden a la receta de cada producto y durante el proceso es controlado por el programa automático del equipo macerador (Tumbling.)

Tiempos de Tumbling	
Producto	Tiempo (Hr.)
Jamones Cocidos	
Jamón de Pierna	16
Jamón de Espalda	16
Jamón Estándar Paldi	18
Fiambre de Res	16
Jamón T/Gran Biscotto	16
Jamones Ahumados	
Jamón Visking	16
Jamones de Pollo	
Pechuga de Pollo	16
Productos de Pavo	
Pechuga de Pavo	18
Pechuga de Pavo c/Piel Ahum.	12
Pechuga de Pavo Ahum Campestre	16
Pastrami de Pavo	16

Tabla Nº7:. Tiempos de Maceración.
Fuente: Elaboración Propia

4.2.3 Estudio de Tiempos – Etapa de Emulsificación (Cutter)

Tiempos Promedios y Estándar para Área de Cutter.			
Productos	Unidad de Medida	Tiempo Promedio (min)	Estándar (Kg./Hr.)
Bologña de Pollo, Bologña de Pavo	Carro de 200 Kg. Aprox	17,27	694,71
Salchicha tipo Bologña		19,74	607,83
Mortadela Extra, Mortadela Extra Paldi		10,29	1116.43
Mortadela Superior c/Pistacho		11,49	1043,98
Salchicha Tipo Wieners	Carro de 100 Kg. Aprox.	12,61	475,81

Tabla Nº8: Tiempos Promedio y Estándar para Área de Cutter.
Fuente: Elaboración Propia

En la tabla anterior se aprecian los tiempos promedio de procesamiento de la cantidad y tipo de carne especificado en el área de Cutter. La variación de los tiempos se debe a que la duración del proceso depende de ciertos valores de humedad y temperatura que debe alcanzar la emulsión para que el operario pueda detener la máquina. Sin embargo existe una relativa cercanía que permite establecer un tiempo promedio de procesamiento. De igual forma se utilizan

estos datos para determinar el factor de velocidad de procesamiento necesario para el modelo de simulación.

4.2.4 Estudio de Tiempos – Etapa de Cocción.

Al igual que la tabla de maceración, los tiempos de cocción están determinados por la receta establecida de cada producto y son controlados en algunos hornos por un programa automatizado o en el caso de los hornos más antiguos, son controlados por el operador de guardia.

Tiempos de Hornos		
Producto	Tiempo (Hr.)	
Jamones Cocidos	Cocción	Enfriamiento
Jamón de Pierna	6	1
Jamón de Espalda	5	1
Jamón Estándar Paldi	7	1
Fiambre de Res	6	1
Jamón T / Gran Biscotto	7	1
Jamones Ahumados		
Jamón Visking	3 ¼	3
Mortadelas		
Mortadela Extra	5	1
Mortadela Extra Paldi	5 ½	1
Mortadela Superior c/Pistacho Gde.	20	4
Mortadela Superior c/Pistacho Peq.	20	4
Emulsionados		
Salchicha Tipo Bologña	3 ½	3
Salchicha Tipo Cotto Salami	6	3
Salchicha Tipo Wieners	1 ¾	2
Productos de Pollo		
Pechuga de Pollo	4 ½	1
Bologña de Pollo	3 ½	3
Productos de Pavo		
Pechuga de Pavo	4 ½	1
Pechuga de Pavo c/Piel Ahum.	6	3
Pechuga de Pavo Ahum Campestre	7	3
Bologña de Pavo	3 ½	3
Pastrami de Pavo	2 ½	1

Tabla Nº9: Tiempos de cocción en hornos
Fuente: Elaboración Propia

4.2.5 Etapa de Embutido y Empaque.

En esta sección se presentan los resultados del estudio de tiempos realizado en las líneas de embutido y empaque de las Plantas de El Llanito y Paracotos. En la misma se incluyen todos los pasos previos a las mediciones tal como se muestra a continuación.

4.2.5.1 Caracterización de Productos.

Debido a la variedad de productos fabricados por las líneas de embutido y empaque; y con el fin de simplificar las mediciones de tiempos en dichas líneas, se procedió a realizar una caracterización de productos. Dicha caracterización permitió agruparlos según características de proceso similares, de tal manera que al momento de ejecutar las mediciones de tiempo no fuera necesario medir la totalidad de los productos existentes sino el más representativo de cada grupo.

Evidentemente la clasificación de productos en el área de embutido resulta distinta a la del área de empaque ya que las características de proceso son propias de cada área. En el Anexo E, se muestra la forma como se agruparon los productos, especificando la característica predominante de cada uno, los productos que conforman cada grupo y los elementos que componen el proceso. Estos elementos son las actividades que componen las etapas de embutido y empaque, las cuales son efectuadas en su gran mayoría por operarios debido al poco nivel de automatización de las líneas.

4.2.5.2 Calificación de los operarios.

El factor de desempeño se aplicó por separado para los trabajadores de las áreas de embutido y empaque de las plantas de El Llanito y Paracotos, ya que las condiciones de trabajo varían de una planta a otra y de un proceso a otro. En general el trabajo en la planta de El Llanito se caracteriza por ser más forzado que el de la planta Paracotos, principalmente por la mayor cantidad de productos que manejan las líneas en Caracas.

Debido a recomendaciones realizadas por el departamento de Recursos Humanos de la Empresa, se llevó a cabo la calificación de los operarios según el método Westinghouse. A continuación se muestran los resultados de las calificaciones realizadas:

Calificación Westinghouse			
Área evaluada: Embutido (Planta El Llanito)			
Factor	Código	Clase	Calificación
Habilidad	C1	Bueno	0,06
Esfuerzo	C1	Bueno	0,05
Condiciones	E	Aceptables	-0,03
		Suma aritmética	0,08
		Factor de desempeño	1,08

Tabla Nº10: Calificación Westinghouse para el área de embutido (planta El Llanito)
Fuente: Elaboración Propia

Calificación Westinghouse			
Área evaluada: Embutido (Planta Paracotos)			
Factor	Código	Clase	Calificación
Habilidad	C1	Bueno	0,06
Esfuerzo	E2	Aceptables	-0,18
Condiciones	E	Aceptables	-0,03
		Suma aritmética	-0,15
		Factor de desempeño	0,85

Tabla Nº11: Calificación Westinghouse para el área de embutido (planta Paracotos)
Fuente: Elaboración Propia

Calificación Westinghouse			
Área evaluada: Empaque (Planta El Llanito)			
Factor	Código	Clase	Calificación
Habilidad	C1	Bueno	0,06
Esfuerzo	D	Promedio	0,00
Condiciones	E	Aceptables	-0,03
		Suma aritmética	0,03
		Factor de desempeño	1,03

Tabla Nº12: Calificación Westinghouse para el área de empaque (planta El Llanito)
Fuente: Elaboración Propia

Calificación Westinghouse			
Área evaluada: Empaque (Planta Paracotos)			
Factor	Código	Clase	Calificación
Habilidad	C1	Promedio	0
Esfuerzo	D	Promedio	0,00
Condiciones	E	Aceptables	-0,03
		Suma aritmética	-0,03
		Factor de desempeño	0,97

Tabla Nº13: Calificación Westinghouse para el área de empaque (planta Paracotos)
Fuente: Elaboración Propia

4.2.5.3 Asignación del porcentaje de suplementos.

Los porcentajes de suplemento fueron asignados según las actividades realizadas en las áreas de embutido y empaque, sin importar la localidad o planta en estudio ya que esto no representa motivo de variación en cuanto a la asignación de suplementos. Los factores asignados se muestran a continuación:

Asignación de Suplementos		
Área evaluada: Embutido		
Tipo de Suplementos	Característica	Porcentaje
Suplementos constantes	Necesidades personales	6
	Fatiga básica	4
Suplementos variables	Suplemento por estar de pie	2
	Uso de fuerza muscular	2
	Condiciones atmosféricas	2
	Nivel de ruido (Intermitente - muy fuerte)	5
	Monotonía (nivel medio)	1
	Tedio (Muy Tedioso)	5
	Total % de Suplementos	27

Tabla Nº14: Suplementos asignados al área de embutido
Fuente: Elaboración Propia

Asignación de Suplementos		
Área evaluada: Embutido		
Tipo de Suplementos	Característica	Porcentaje
Suplementos constantes	Necesidades personales	6
	Fatiga básica	4
Suplementos variables	Suplemento por estar de pie	2
	Uso de fuerza muscular	2
	Condiciones atmosféricas	1
	Nivel de ruido (Intermitente - muy fuerte)	5
	Monotonía (nivel medio)	1
	Tedio (Muy Tedioso)	5
	Total % de Suplementos	26

Tabla Nº15: Suplementos asignados al área de embutido
Fuente: Elaboración Propia

4.2.5.4 Tiempos Estándar en el Área de Embutido y Empaque.

A continuación se presentan las tablas que contienen los resultados del estudio de tiempo en el área de embutido y empaque

Tiempos Estándar para Área de Embutido			
Categoría	Producto	Tiempo Estándar	Estándar (unid/hora)
Jamones Cocidos	Jamón de Pierna	3,87 (min/5unid)	249
	Jamón Estándar Paldi		
	Fiambre de Carne	2,68 (min/5unid)	361
	Jamón de Espalda		
	Jamón de Pollo		
	Pechuga de Pavo	2,88 (min/5unid)	310
	Jamón Gran Biscotto	3,13 (min/unid)	76
Productos Ahumados	Pechuga de Pavo Ahumada Campestre	4,22 (min/5 unid)	220
	Pechuga de Pavo Ahumada con Piel	6,07 (min/5 unid)	110
	Jamón Visking	4,06 (min/5 unid)	170
Emulsionados Ahumados	Salchicha Tipo Cotto Salami		
	Mortadela Tapara Pequeña	1,83 min/unid)	309
	Mortadela Tapara Grande	3,35 (min/unid)	72
	Salchicha Wieners	1,23 (min/tripa 8 Kg)	49 (tripas / hora)
Emulsionados	Mortadela Extra	1,18 (min/6 unid)	640
	Mortadela Extra Paldi		
	Bologña de Pollo	1,31(min/5 unid)	442
	Bologña de Pavo		
	Salchicha Tipo Bologña		
Otros	Pastrami de Pavo	0,99 (min/unid)	176

Tabla Nº16: Tiempos y estándares para el área de embutido
Fuente: Elaboración Propia

Tiempos Estándar para el Área de Empaque			
Categoría	Producto	Tiempo Estándar	Estándar (Unid / Hora)
Jamones Cocidos	Jamón de Pierna	2,9 (min/6 unid)	392
	Jamón Estándar Paldi		
	Fiambre de Carne		
	Jamón de Espalda		
	Jamón de Pollo		
	Pechuga de Pavo		
	Jamón Gran Biscotto	3,34 (min/unid)	70
Productos Ahumados	Pechuga de Pavo Ahumada Campestre	5,39 (min/6 unid)	207
	Pechuga de Pavo Ahumada con Piel		
	Jamón Visking		
Emulsionados Ahumados	Salchicha Tipo Cotto Salami		
	Salchicha Wieners	2,64 (min/paquete)	31
Emulsionados	Mortadela Extra	2,55 (min/6 unid)	513
	Mortadela Extra Paldi		
	Bologña de Pollo	2,95 (min/6unid)	328
	Bologña de Pavo		
	Salchicha Tipo Bologña		
Otros	Pastrami de Pavo	4,68	140

Tabla Nº17: Tiempos y estándares para el área de empaque
Fuente: Elaboración Propia

Las tablas anteriores contienen los tiempos estándar calculados para cada tipo de producto bien sea en la operación de embutido o empaque. En las mismas se aprecia el estándar calculado para el número de productos que se determinó conveniente medir (unidad, grupos de cuatro, cinco o seis unid.) dichos grupos fueron establecidos a conveniencia, ya que en algunos casos el tiempo de procesamiento de una pieza resultaba cómodo de medir, mientras que en otros casos se midieron grupos de cinco o seis unidades. Por ejemplo el hecho de medir seis unidades lo determina la cantidad de piezas que contiene una caja.

Adicionalmente se observa en las tablas el estándar de piezas por hora calculado para las líneas de embutido y empaque. El mismo se determina mediante la identificación de la actividad más lenta de la serie que constituye el proceso, proyectado a una hora.

Los formatos que contienen todos los datos de las mediciones realizadas se encuentran en los Anexos F (embutido), G (empaque) y H (tiempos extraños), en los mismos se aprecia para cada grupo de productos estudiados, las mediciones realizadas para cada muestra piloto, el tamaño de muestra calculado para cada elemento y las mediciones adicionales si fueron requeridas. De igual forma se destaca el tiempo estándar obtenido y la actividad más lenta de los procesos de embutido y empaque.

4.3 Análisis de la problemática actual por medio de diagramas Causa-Efecto.

Para tener una visión general de las causas que generan los problemas presentados en el área de producción de las plantas en estudio, se procedió a identificar las principales fallas clasificándolas en las cuatro categorías clásicas de un diagrama espina de pescado (Método, Mano de Obra, Maquinaria, Materiales). El problema a atacar así como el objetivo del diagrama se presenta a continuación.

4.3.1 Problema.

Retrasos en el proceso de fabricación de embutidos desde la llegada de materia prima previamente despostada al área de producción, hasta la salida del producto terminado del área de empaque.

4.3.2 Objetivo.

Lograr un proceso de fabricación más eficiente que permita disminuir o eliminar los retrasos y problemas que afectan la eficiencia y productividad del proceso.

4.3.3 Identificación de las Causas.

Aplicando la técnica de la Tormenta de Ideas, se obtuvieron las siguientes causas:

Método.

a) Ausencia de documentación de los procesos de fabricación de los productos.

b) Falta de coordinación y planificación de las actividades que generan retrasos en el área de embutido y empaque.

c) No existe un control del estatus de la orden de producción. Es decir la gerencia no puede saber si el producto fue embutido a tiempo o no, o si fue empacado a tiempo o no, a menos que entren a la planta y lo comprueben visualmente

Materiales.

d) Dificultades con los recursos utilizados en el proceso de embutido y empaque (moldes en mal estado o no están disponibles al momento de su requerimiento).

e) Manejo inadecuado de materiales (los dispositivos de transporte se encuentran en mal estado).

f) Flujo de materiales inadecuados (reflujo de material, falta de vías de circulación, entre otros)

Mano de Obra.

g) Retrasos por falta de personal en el área de embutido y empaque.

h) Bajo rendimiento de los trabajadores debido a falta de motivación, lesiones personales, condiciones de medio ambiente de trabajo.

i) Falta de capacitación, inducción, metodologías, normas de higiene y seguridad para los obreros.

Maquinaria.

j) Fallas de las máquinas de embutido (Embutidora y Engrapadora "Poly-Clip" presenta fallas principalmente con la calibración, presencia de aire indeseado dentro de las piezas, falta de aire comprimido que produce un mal funcionamiento de la máquina)

k) Fallas frecuentes de las máquinas del área de producción.

4.3.4 Diagrama Causa – Efecto.

Utilizando la metodología del diagrama Causa – Efecto o Espina de Pescado (Diagrama de Ishikawa) se lograron identificar las causas raíces del problema planteado anteriormente, como se muestra a continuación:

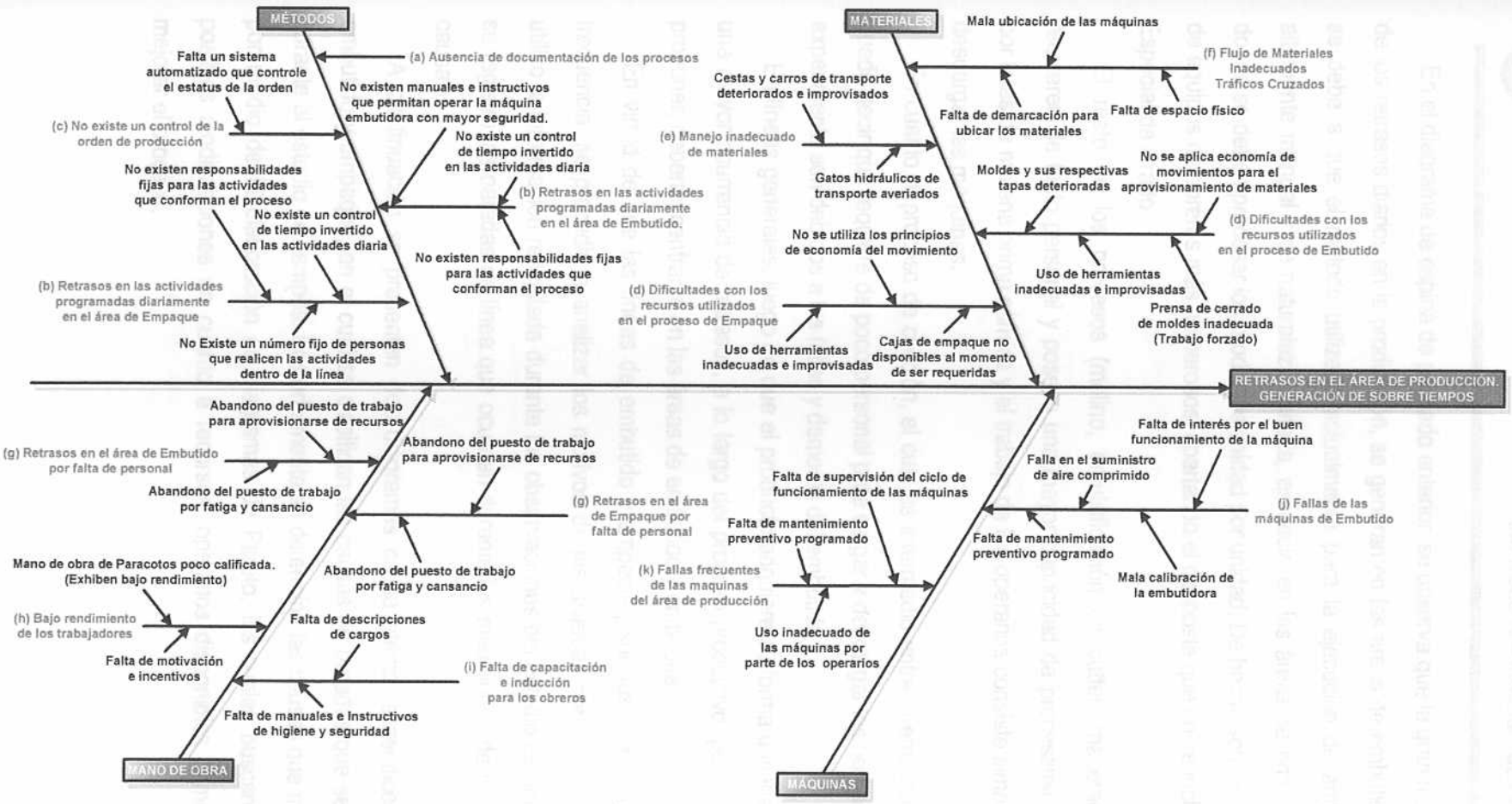


Figura Nº13: Diagrama Causa-Efecto general de la problemática planteada
Fuente: Elaboración Propia

En el diagrama de espina de pescado anterior, se observa que la gran mayoría de las causas de los retrasos diarios en la producción, se generan en las áreas de embutido y empaque. Esto se debe a que el método utilizado actualmente para la ejecución de ambas actividades, es altamente manual y de naturaleza unitaria, es decir, en las áreas de embutido y empaque, es donde se deben procesar los productos unidad por unidad. De hecho son las áreas que requieren de equipos de obreros más numerosos, apartando el desposte que no se incluyó en este Trabajo Especial de Grado.

El resto de los procesos (molino, emulsificación en cutter, maceración, inyección) no requieren de tanto personal y poseen una mayor capacidad de procesamiento ya que trabajan por lotes de materia prima cárnica y el trabajo de los operarios consiste simplemente en cargar y descargar las máquinas.

En cuanto al proceso de cocción, el cual es intermedio entre el embutido y el empaque, se puede decir que requiere de poco personal para cargar y descargar los hornos, y los retrasos que experimenta son debidos a las fallas y demoras del embutido.

En líneas generales, luego de que el producto adquiere su forma unitaria (pieza) se observa una mayor ocurrencia de retrasos, a lo largo del proceso productivo, por lo tanto las mejoras a proponer, deberán centrarse en las áreas de embutido y empaque.

En virtud de que las líneas de embutido y empaque, son las que se detienen con mayor frecuencia, se procedió a analizar los motivos de las diversas paradas de línea. Para ello se utilizó la información recopilada durante las observaciones del estudio de tiempos, en los cuales se registró las paradas de línea que ocurrían durante las mediciones de tiempo y su respectiva causa.

A continuación se presentan dos diagramas causa efecto, específicos para la línea de embutido y empaque, en el cual se clasifican las causas de paradas que se pudieron observar durante el estudio de tiempos. Posteriormente se determinó las causas que más afectan la línea, por medio de la elaboración de diagramas de Pareto, los cuales buscan orientar hacia las posibles modificaciones en cuanto a recursos, operarios disponibles o método, que permita mejorar el proceso.

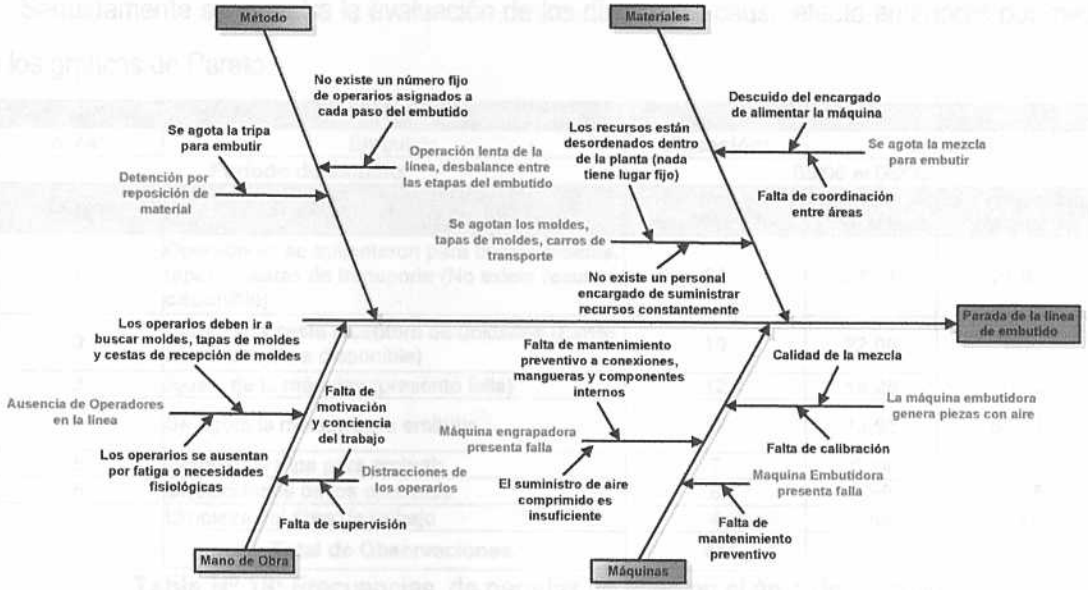


Figura Nº14: Diagrama Causa – Efecto de paradas para la línea de Embutido
Fuente: Elaboración Propia

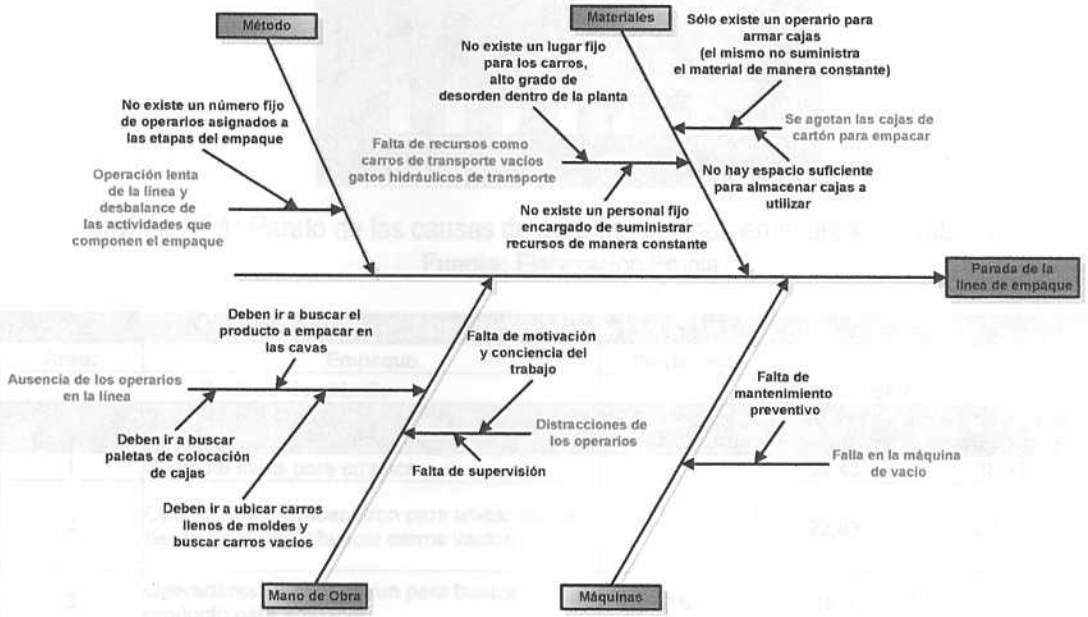


Figura Nº15: Diagrama Causa – Efecto de paradas para la línea de Empaque
Fuente: Elaboración Propia

Seguidamente se muestra la evaluación de los diagramas causa efecto anteriores por medio de los gráficos de Pareto.

Tabla de Paradas de Línea				
Área:	Embutido	**Ubicación:**	El Llanito	
Período de estudio:		05/06 al 06/06		
Causas	**Descripción de la Causa**	**No. Observaciones**	**% de Ocurrencia**	**% Frecuencia Acumulada**
1	Operadores se ausentaron para buscar moldes, tapas y cestas de transporte (No existe recurso disponible)	24	27,91	27,91
2	Cambio de cesta receptora de unidades (Existe cesta receptora disponible)	19	22,09	50
3	Ajuste de la máquina (presentó falla)	12	16,28	66,28
4	Se agotó la mezcla para embutir.	12	13,95	80,23
5	Cambio de tripa para embutir	7	8,14	88,37
6	Distracciones de los operarios	6	6,98	95,35
7	Limpieza del área de trabajo	4	4,65	100
	Total de Observaciones.	**86**		

Tabla Nº 18: Frecuencias de paradas de línea en el área de embutido
Fuente: Elaboración Propia

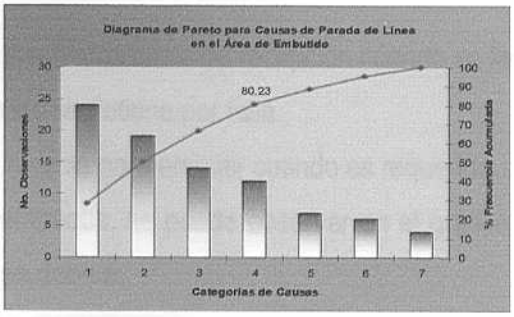


Gráfico Nº 1: Pareto de las causas de paradas de línea en el área de embutido
Fuente: Elaboración Propia

Tabla de Paradas de Línea				
Área:	Empaque	**Ubicación:**	El Llanito	
Período de estudio:		05/06 al 06/06		
Causas	**Descripción de la Causa**	**No. Observaciones**	**% de Ocurrencia**	**% Frecuencia Acumulada**
1	Se agotó cajas para empacar	28	30,43	30,43
2	Operadores se ausenatron para ubicar carros llenos de molde y buscar carros vacíos	21	22,83	53,26
3	Operadores se ausenatron para buscar producto para empacar	15	16,3	69,57
4	Buscar paletas para empacar	14	15,22	84,78
5	Ajuste de la máquina de vacío	8	8,7	93,48
6	Distracción del operario	6	6,52	100
	Total de Observaciones.	**92**		

Tabla Nº 19: Frecuencias de paradas de línea en el área de empaque
Fuente: Elaboración Propia

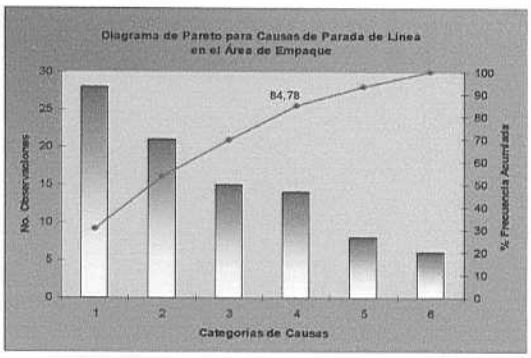


Gráfico Nº 2: Pareto de las causas de paradas de línea en el área de embutido
Fuente: Elaboración Propia

En el gráfico Nº1 se observa que el 80% de las causas que detienen la línea de embutido, se debe las siguientes causas:

1. Los operarios deben ausentarse de la mesa de trabajo para buscar los moldes, tapas o cestas de transporte.
2. Los operarios deben cambiar la cesta de recepción cuando se llena.
3. La máquina de embutido se detiene por falla.
4. No está disponible la mezcla para embutir cuando es requerida.

En cuanto a la línea de empaque, se puede observar en el gráfico Nº 2 que el 80% de las causas que detienen la línea se debe a:

1. Se agotan las cajas para empacar.
2. Los operadores abandonan el puesto de trabajo para ubicar los carros llenos de moldes y buscar carros vacíos.
3. Los operadores deben ir a buscar el producto a empacar dentro de la cava.
4. Los operarios deben ir a buscar paletas para la colocación de las cajas.

Al tener identificados las principales causas que detienen la línea, se tiene un panorama más claro de los aspectos a mejorar.

CAPÍTULO V – MODELO DE SIMULACIÓN DEL PROCESO PRODUTIVO

5.1 Modelos de Simulación.

En el presente capítulo se presenta toda la información relacionada con la construcción de los modelos de simulación de los procesos de fabricación de los embutidos, así como también se dan a conocer los resultados de los distintos experimentos diseñados en búsqueda de un proceso más eficiente.

Los modelos de simulación se realizaron en el Software Arena 5.0. Fue necesario elaborar un modelo para la Planta de El Llanito y otro para la Planta de Paracotos. La estructura de los modelos se puede apreciar en el Anexo I.

5.2 Objetivo de la Simulación.

Representar la realidad por medio de los modelos, para luego realizar diversas modificaciones sobre las líneas de embutido y empaque, analizando el impacto que puedan generar dichos cambios en cuanto a una disminución del tiempo de procesamiento de los productos. Dichos cambios o experimentos se centran en la eliminación de fallas presentes en la actualidad y en la modificación o redistribución de operarios dentro de las líneas, de ser esto necesario.

5.3 Componentes de la Simulación.

5.3.1 Entidades.

Luego de varios análisis se determinó los tipos de entidades más convenientes para cada modelo en particular. En el caso de la planta de El Llanito la entidad fundamental es la pieza, pese a que en la realidad se manejan otro tipo de entidades en las etapas anteriores al embutido (carros con pasta para embutir, lotes de carne, entre otros), se pudo hacer las equivalencias necesarias para representar la realidad.

De igual forma en el modelo de la Planta de Paracotos, la entidad utilizada fue el paquete de salchicha de peso aproximado 2 Kg.

5.4 Recursos.

Los recursos utilizados en la simulación corresponden principalmente a las máquinas y operarios necesarios para ejecutar el proceso. Dichos recursos son suficientes para dar respuesta a los planteamientos de la problemática presentada. A continuación se muestra un listado de los recursos especificados en cada modelo.

Recursos para el Proceso de Fabricación de Embutidos Actual			
Planta	Area	Nombre Recurso	Cantidad
El Llanito	Molinos	Molino Carne Fresca	1
		Molino Carne Congelada	1
		Máquina Troceadora	1
	Maceración	Tumbling	5
	Emulsificación	Cutter	1
	Cocción	Horno Jamones	3
		Horno Mortadela Tapara	2
	Inyección/Tenderizado	Máquina de Tenderizado	1
	Embutido	Máquina Embutidora Linea 1	1
		Maquina Emutidora Línea 2	1
		Operario Colocador en Molde Línea1	1
		Operario Colocador de Tapa Línea1	1
		Operario de Prensa Línea1	1
		Operario Colocador de Malla Línea2	1
		Operario Amarrador Línea2	2
		Operario Extra Embutido Línea 2	1
	Empaque	Operario Removedor de Tapa	1
		Operario Desmoldador	1
		Operario Pegador de Etiquetas	2
		Operario Máquina Codificadora	1
		Operario Embalador Línea1	1
		Operario Paso 1 Línea2	1
		Operario Paso 2 Línea2	1
		Operario Máquina de Vacío Línea2	2
		Operario Embalador Línea 2	1
		Operario Extra Empaque Línea2	1
Paracotos	Molinos	Máquina Troceadora	1
	Emulsificación	Cutter	1
	Embutido	Máquina Embutidora Salchichas	1
	Cocción	Horno	1
	Empaque	Máquina Peladora	1
		Operario Llenador de Paquetes	3
		Operario de Máquina Vacío	1
		Operario de Termoempaque	1
		Operario Colocador de Etiquetas	1

Tabla N°20: Recursos Especificados en los Modelos de Simulación
Fuente: Elaboración Propia

5.5 Parámetros.

Es importante recalcar que para ambos modelos se consideraron distintos parámetros tales como:

- Se realizaron un total de 20 replicaciones para cada corrida, en cada modelo.
- La duración de cada corrida fue de una semana en virtud de ser dicho lapso de tiempo el más conveniente para la elaboración de los diferentes escenarios de producción planteados. En el caso de la Planta de El Llanito la duración de la corrida es de seis días

por semana incluyendo el día sábado. En el caso de la Planta Paracotos la duración de la corrida es de cinco día por semana.

- La duración del día de simulación es de 24 horas para considerar el tiempo de trabajo de los hornos y los tumbling.
- Se consideró un horario para los trabajadores y para las máquinas de las Plantas EL Llanito y Paracotos de 7:00am a 5:00pm, con media hora de desayuno a las 9:00am y una hora de almuerzo a las 12:00pm. Los Hornos y los Tumbling operan las 24 horas del día.

5.6 Variables.

Las variables estudiadas en los modelos de simulación son principalmente el tiempo promedio de proceso de cada tipo de producto en las líneas de embutido y empaque. De igual forma se estudiaron los tamaños de cola en las áreas convenientes.

5.7 Llegada de Entidades

El Departamento de Planificación de la empresa elaboró tres (3) escenarios típicos que representan en gran medida la realidad de la producción de la Planta El Llanito. Cada uno de ellos presenta una producción igual de los productos con mayor salida (Jamones y Mortadelas), la cual está determinada por la cantidad de moldes disponibles y la capacidad de los hornos. La diferencia entre el escenario uno, dos y tres se encuentra en la fabricación de los productos Pechuga de Pavo Ahumada con Piel, Pechuga de Pavo Ahumada Campestre y Jamón Visking. Los dos primeros, constituyen productos que retrasan la línea debido a la naturaleza manual de sus procesos de embutido y empaque, razón por la cual, el día que se fabrica dichos productos, se debe suspender la fabricación de algún otro. El Jamón Visking es un producto con poca salida por lo que en algunos escenarios no se fabrica. En el Anexo J se observan las tres tablas donde se detallan los escenarios mencionados.

En el caso de la Planta de Paracotos, se plantea un escenario único de producción para el producto que se fabrica en dicha localidad (Salchicha Tipo Wieners), basado de igual forma en la capacidad del horno existente.

Es importante aclarar que en la realidad, pueden presentarse variaciones con lo expuesto en los escenarios típicos planteados, pero las mismas suceden debido a factores externos que influyen en el incumplimiento del plan semanal. Dichos factores por lo general están asociados a la disponibilidad de la materia prima cárnica, ya que los proveedores prometen una cantidad específica al momento de la compra pero cuando se recibe la mercancía viene en menor cantidad o sencillamente no llega.

5.8 Distribuciones de Tiempos de Proceso.

Para el cálculo del tipo de distribución estadística a la que se ajustan los tiempos de procesamiento de las entidades, se utilizaron los datos recolectados en los estudios de tiempos a los cuales se le realizó el ajuste de curva correspondiente por medio de la prueba Chi Cuadrado. En el caso que algún conjunto de datos no se adaptara a ninguna distribución se procedió al ajuste de los mismos a una distribución de tipo discreta. La totalidad de las distribuciones asignadas a cada actividad tanto de embutido como empaque, se pueden observar en el Anexo K. En el Anexo L se aprecia las actividades que fueron ajustadas a distribuciones discretas.

De igual manera se procedió al ajuste del tipo de distribución estadística, correspondiente al tipo de falla presentado en las líneas de embutido y empaque, tanto para el tiempo de ocurrencia como para el tiempo de reposición o arranque de la línea. En el Anexo M se observa la descripción de las fallas y el tipo de distribución a la cual se ajusta.

5.9 Validación de los Modelos.

Para validar el modelo, se tomaron en cuenta dos aspectos básicos, el número de entidades producidas a la semana y el tiempo de procesamiento de las mismas. En tal sentido se procedió a comparar los resultados de la simulación con un promedio de piezas producidas semanalmente, producto por producto, obtenido de la data histórica de tres meses (Ver anexo N). Para validar el aspecto del tiempo de procesamiento, se procedió a la revisión del modelo por parte de un experto en el área de la elaboración de embutidos, específicamente el Gerente de Operaciones de La Empresa.

En el Anexo O se muestra la tabla de resultados correspondiente al número de piezas resultantes de la simulación, comparada con el promedio semanal de piezas por producto,

obtenido de la data histórica anteriormente mencionada. En dicha tabla se observa que el porcentaje de error en cuanto al número de piezas obtenido en la simulación, con respecto a la data histórica, fue satisfactorio, registrándose en todos los casos un valor menor al 15% asimilado como tope.

5.10 Resultados Planta El Llanito

Se procedió a correr los modelos para cada escenario de producción, bajo la situación actual, es decir con las fallas (paradas de línea) asociadas a los recursos disponibles, con lo cual se generó la data correspondiente a los tiempos de proceso en las áreas de embutido y empaque. Posteriormente se realizaron las corridas de los distintos escenarios bajo las condiciones a proponer (sin las fallas asociadas a los recursos), con lo que se generó los datos correspondientes a los nuevos tiempos de proceso en embutido y empaque.

Una vez realizadas estas corridas se pudieron comparar los tiempos promedios de proceso de cada producto, para esto se utilizó el programa Ouput Analyzer de Arena 5.0, con el cual se realizó una prueba T para cada caso. Dicha prueba T o comparación de medias se ejecutó con un nivel de confianza del 95% y básicamente se trata de un contraste de hipótesis en el cual:

Hipótesis nula: Los tiempos promedios de proceso son iguales.

Hipótesis alterna: Los tiempos promedios de proceso no son iguales.

En caso que las modificaciones realizadas en las líneas de embutido y empaque sean significativas, se rechaza la hipótesis nula y se obtiene la diferencia de tiempos de proceso equivalente al tiempo que se podría ganar en cada caso. A continuación se presentan los resultados obtenidos en cada escenario.

Diferencias de Tiempos Promedio de Proceso por Lote Diario				
Área	Productos	Diferencia en (hrs)		
		Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3
Embutido	Jamon de Pierna	1,78 ± 0,023		
	Jamón de Pavo			
	Jamón Espalda			
	Jamón Estándar Paldi			
	Jamón de Pollo			
	Jamón Gran Biscotto	0,588 ± 0,0683		
	Jamón Visking	No se Fabrica	No se Fabrica	0,95 ± 0,0231
	Salchicha Tipo Cotto Salami	0,984 ± 0,279		
	Mortadela Extra	2,61 ± 0,065		
	Mortadela Extra Paldi			
	Mortadela Superior con Pistacho Gde. Y Peq	1,5 ± 0,105		
	Pechuga de Pavo Ahumada Campestre	0,772 ± 0,0285	1,338 ± 0,0465	0,67 ± 0,0465
	Pechuga de pavo Ahumada con Piel	No se Fabrica		
	Pastrami de Pavo	2,52 ± 0,033		
	Bologña de Pollo	1,24 ± 0,039		
	Bologña de Pavo			
	Salchicha Tipo Bologña			
Empaque	Jamon de Pierna	0,304 ± 0,015		
	Jamón de Pavo			
	Jamón Espalda			
	Jamón Estándar Paldi			
	Jamón de Pollo			
	Bologña de Pollo	0,511 ± 0,02		
	Bologña de Pavo			
	Salchicha Tipo Bologña			
	Mortadela Extra	0,203 ± 0,034		
	Mortadela Extra Paldi			
	Pastrami de Pavo	0.234 ± 0,0129		
	Jamón Gran Biscotto	0,513 ± 0,03		
	Pechuga de Pavo Ahumada Campestre	0,688 ± 0,041	0,22 ± 0,0357	0.08 ± 0.034
	Salchicha Tipo Cotto Salami			
	Pechuga de pavo Ahumada con Piel	No se Fabrica		
	Jamón Visking		No se Fabrica	

Tabla Nº21: Diferencia de Tiempos Promedios de Proceso por Lote Diario
Fuente: Elaboración Propia

En el área de empaque se analizó la variable tamaños de cola en cada escenario, esto debido a que las reducciones de tiempo de proceso no fueron significativas. Los resultados obtenidos para la situación actual fueron los siguientes.

Resultados Tamaños de Cola Área de Empaque (Situación Actual)								
Producto	Actividad	Promedio (piezas)			Máximo (Piezas)			Recurso Disponible
		Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3	Escenario 1, 2 y 3
Jamon de Pierna, Jamon de Pavo, Jamón Espalda, Jamón Estándar Paldi, Jamón de Pollo	Retirar tapa del molde	9.5			253			1
	Extraer pieza del molde	8.67			132			1
	Pegar etiquetas	0.04			5			2
	Identificar con código	0.02			17			1
	Embalar en cajas	0.01			9			1
Pechuga de Pavo Ahumada con Piel, Pechuga de Pavo ahumada con Piel, Jamón Visking, Salch. Tipo Cotto Salami.	Cortar extremos de la pieza	(1) 0.43	(2) 1.07	(3) 1.57	(1) 104	(2) 115	(3) 115	1
	Colocar en bolsa termoencogible	0	0	0.01	1	4	6	1
	Hacer Vacio	0	0.03	0.01	36	36	14	2
	Termoencoger el empaque	0	0.03	0.04	5	12	15	1
	Embalar en cajas	0	0.01	0.01	8	13	11	1
Jamón Gran Biscotto	Retirar tapa del molde	15			285			1
	Extraer pieza del molde	6.38			285			1
	Retirar plástico	0.05			19			2
	Colocar sello en caliente	0.15			88			1
	Colocar empaque termoencogible	0.13			131			1
	Hacer Vacio	1.6			203			2
	Termoencoger el empaque	0			5			1
	Embalar en cajas	0.2			32			1
Mortadela Extra, Mortadela Extra Paldi	Desmolde de las piezas	1.09			61			2
	Pegar etiquetas	0			1			2
	Identificar con código	0			2			1
	Embalar en cajas	0			4			1
Bología de Pollo, Bología de Pavo, Salchicha Tipo Bología	Descolgar piezas	0.33			54			1
	Pegar etiquetas	0			0			2
	Identificar con código	0			1			1
	Embalar en cajas	0			1			1
Pastrami de Pavo	Retirar tapa del molde	0.08			26			1
	Desmolde de las piezas	0.1			26			1
	Retirar papel pimienta	0			7			1
	Colocar en bolsa termoencogible	0			1			2
	Hacer Vacio	0			12			2
	Termoencoger el empaque	0			1			1
	Embalar en cajas	0			6			1
Nota	(1) Productos Fabricados: Pechuga de Pavo Ahumada Campestre, Cotto Salami							
	(2) Pechuga de Pavo Ahumada con Piel y Cotto Salami							
	(3) Pechuga de Pavo Ahumada con Piel, Pechuga de Pavo Ahumada Campestre, Jamón Visking y Cotto Salami							

Tabla Nº22: Tamaños de Cola Área de Empaque (Situación actual)
Fuente: Elaboración Propia

Seguidamente se presenta la tabla de resultados con los tamaños de cola reducidos luego de correr el modelo, aumentando los recursos disponibles (operarios), en las actividades con mayor tamaño de cola. Estos resultados también fueron obtenidos bajo la situación de fallas eliminadas en la línea.

Resultados Tamaños de Cola Área de Empaque (Recurso Modificado, sin fallas)								
Producto	Actividad	Promedio (piezas)			Máximo (Piezas)			Recurso Disponible
		Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3	Escenario 1, 2 y 3
Jamon de Pierna, Jamon de Pavo, Jamón Espalda, Jamón Estándar Paldi, Jamón de Pollo	Retirar tapa del molde	4.3			225			2
	Extraer pieza del molde	2.7			78			2
	Pegar etiquetas	0.05			17			2
	Identificar con código	0.14			48			1
	Embalar en cajas	2.3			87			1
Pechuga de Pavo Ahumada con Piel, Pechuga de Pavo ahumada con Piel, Jamón Visking, Salch. Tipo Cotto Salami.	Cortar extremos de la pieza	(1) 0.43	(2) 1.4	(3) 1.5	(1) 70	(2) 76	(3) 90	2
	Colocar en bolsa termoencogible	0.15	0.01	0.01	55	2	2	1
	Hacer Vacio	0	0.01	0	0	36	2	2
	Termoencoger el empaque	0	0.02	0.03	2	4	3	1
	Embalar en cajas	0	0.01	0.01	1	7	2	1
Jamón Gran Biscotto	Retirar tapa del molde	0			190			2
	Extraer pieza del molde	1.6			184			2
	Retirar plástico	0.2			167			2
	Colocar sello en caliente	3.8			183			1
	Colocar empaque termoencogible	0.14			110			2
	Hacer Vacio	2.2			153			2
	Termoencoger el empaque	0.02			5			1
	Embalar en cajas	0.26			30			1
Mortadela Extra, Mortadela Extra Paldi	Desmolde de las piezas	0.32			61			2
	Pegar etiquetas	0			7			2
	Identificar con código	0.04			19			1
	Embalar en cajas	0.24			54			1
Bologna de Pollo, Bologna de Pavo, Salchicha Tipo Bologna	Descolgar piezas	0.15			54			1
	Pegar etiquetas	0			1			2
	Identificar con código	0			2			1
	Embalar en cajas	0.03			13			1
Pastrami de Pavo	Retirar tapa del molde	0.01			26			1
	Desmolde de las piezas	0			20			1
	Retirar papel pimienta	0.01			17			1
	Colocar en bolsa termoencogible	0			3			2
	Hacer Vacio	0.01			13			2
	Termoencoger el empaque	0			1			1
	Embalar en cajas	0			7			1
Nota	(1) Productos Fabricados: Pechuga de Pavo Ahumada Campestre, Cotto Salami							
	(2) Pechuga de Pavo Ahumada con Piel y Cotto Salami							
	(3) Pechuga de Pavo Ahumada con Piel, Pechuga de Pavo Ahumada Campestre, Jamón Visking y Cotto Salami							

Tabla Nº23: Tamaños de Cola Área de Empaque (Recurso Modificado, sin fallas)
Fuente: Elaboración Propia

A continuación se presenta la tabla de porcentaje de reducción de tamaños de cola obtenido en el área de empaque, al comparar la situación actual, con la situación bajo las nuevas propuestas.

Porcentaje de Reducción de Tamaños de Cola				
Producto	Actividad	% Reducción de Cola		
		Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3
Jamon de Pierna, Jamon de Pavo, Jamón Espalda, Jamón Estándar Paldi, Jamón de Pollo	Retirar tapa del molde	11,07		
	Extraer pieza del molde	40,91		
Pechuga de Pavo Ahumada con Piel, Pechuga de Pavo ahumada con Piel, Jamón Visking, Salch. Tipo Cotto Salami.	Cortar extremos de la pieza	32,69	33,91	21,74
Jamón Gran Biscotto	Retirar tapa del molde	33,33		
	Extraer pieza del molde	35,44		
	Colocar empaque termoencogible	16,03		
	Hacer Vacio	24,63		

Tabla Nº24: Porcentaje de Reducción Tamaños de Cola (Planta el Llanito)
Fuente: Elaboración Propia

5.11 Análisis de Resultados, Planta El Llanito.

En primer lugar se debe aclarar la razón por la cual para algunos productos los resultados son los mismos en los tres escenarios. Esto se debe a que la diferencia entre el escenario 1, 2 y 3 se encuentra principalmente en la fabricación o no, de los productos Pechuga de Pavo Ahumada Campestre, Pechuga de Pavo Ahumada con Piel, Jamón Visking y Cotto Salami. El resto de los productos permanece constante en todos los escenarios, lo que genera siempre el mismo valor en diferencia de tiempos de proceso o en el tamaño de cola.

En la Tabla N°21 se observan disminuciones importantes en los tiempos de fabricación por lote diario en el área de embutido, entre las cuales se destaca la ganancia de tiempo que se pueda obtener sobre todo en los Jamones Cocidos, en las Mortadelas Extra, Extra Paldi y Superior con Pistacho, debido a que estos productos son los que se fabrican en mayor cantidad. En tal sentido, se estaría hablando de una reducción de tiempo aproximada de 1 hora con 46 minutos de ganancia en los Jamones, 2 horas con 37 minutos de ganancia en las Mortadelas Extra y 1 hora con 30 minutos de ganancia en las Mortadela Superior con Pistacho. En cuanto al resto de los productos, también se observan reducciones significativas de tiempo de proceso de embutido, cuya importancia es un tanto menor a los productos anteriores debido a que el volumen de producción semanal en estos casos es mucho más bajo.

Al analizar las reducciones de tiempo obtenidas al suprimir las paradas de línea en el área de empaque, se observaron resultados poco significativos, sobre todo en los productos con mayor presencia en la línea (Jamones Cocidos) cuya disminución equivale a un tiempo aproximado de 18 minutos. Esto se debe a que la naturaleza de las fallas presentadas en empaque no afectan tanto a la línea como en el caso del embutido, y la eliminación de las mismas no produce una mejora sustancial en el tiempo de proceso. Por lo tanto se procedió a estudiar el empaque bajo otro punto de vista, utilizando la variable tamaños de cola para lograr generar una reducción del número de unidades en espera que fueron observados durante el período de mediciones de tiempo en la fábrica.

En la Tabla N° 22 (Tamaños de cola para el área de empaque, situación actual), se observa el valor promedio de la cola para cada escenario y el valor máximo. El promedio se puede interpretar como un índice o valor referencial que no necesariamente se asemeja a la cantidad de unidades en espera observadas en la realidad, esto debido a que el mismo es un valor entre el

mínimo (que siempre es cero) y el valor máximo. En cuanto a este último, se puede interpretar como un valor representativo de la realidad para las ocasiones de mayor congestión en la línea.

De igual forma, se observó que las actividades que presentan mayor congestión por lote de procesamiento diario (resaltadas en amarillo), fueron las dos primeras que componen el proceso de empaque de los Jamones Cocidos (Retirar tapa de los moldes y Extraer Pieza del Molde), cuya importancia radica en el hecho de que constituyen los productos de mayor fabricación. Para el caso de los productos Pechuga de Pavo Ahumada Campestre, Pechuga de Pavo Ahumada con Piel, Jamón Visking y Cotto Salami, la actividad con mayor congestión fue la primera (Cortar los Extremos), sin importar la combinación de productos que se fabrique en los tres escenarios.

Finalmente en cuanto al producto Jamón Gran Biscotto, se presentó mayor congestión en las actividades de retirar tapa, extraer del molde, colocar empaque termoencogible y hacer vacío. Este producto tiene la particularidad de presentar un proceso de empaque largo y complejo, además de ocupar las dos líneas durante dicho proceso, es decir se fusiona la línea uno con la dos para formar una sola secuencia de actividades, por tal razón resulta importante lograr reducciones en el tiempo de proceso.

En la Tabla Nº23, se observan los nuevos valores de los tamaños de cola en el área de empaque para todos los productos, especificando la cantidad de recursos (operarios), colocados en cada actividad para lograr la disminución del número de piezas en espera.

5.12 Resultados Planta Paracotos.

En el caso de la Planta Paracotos, se estudió únicamente el área de empaque, ya que la misma está conformada por varios pasos, a diferencia del embutido que sólo está conformado por una actividad de naturaleza automática. Se realizó una primera corrida para generar los resultados correspondientes a los tamaños de cola del proceso de empaque. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Resultados Tamaños de Cola Área de Empaque (Situación Actual)				
Producto Salchicha Tipo Wieners	Actividad	Promedio (paquetes)	Máximo (paquetes)	Recurso Disponible
Embutido	Llenado de tripa en máquina	70,83	200	1
Empaque	Eliminación de la tripa con Máquina Peladora	3,79	200	1
	Colocación de las salchichas dentro de la bolsa termoencogible	8,96	512	3
	Hacer vacío	2,55	78	2
	Termoencoger empaque	0,05	3	1
	Pegado de Etiquetas y embalado en caja de cartón	0,19	15	1

Tabla Nº25: Tamaños de Cola Área de Empaque (Situación Actual)
Fuente: Elaboración Propia

Seguidamente se observan los resultados de los tamaños de cola en el área de empaque de Paracotos, arrojados por el modelo luego de haber modificado la cantidad de recurso disponible y de haber suprimido las fallas presentes en la línea.

Resultados Tamaños de Cola Área de Empaque (Recurso Modificado, sin fallas)				
Producto Salchicha Tipo Wieners	Actividad	Promedio (paquetes)	Máximo (paquetes)	Recurso Disponible
Embutido	Llenado de tripa en máquina	70,83	200	1
Empaque	Eliminación de la tripa con Máquina Peladora	3,68	200	1
	Colocación de las salchichas dentro de la bolsa termoencogible	3,85	252	4
	Hacer vacío	1,33	63	3
	Termoencoger empaque	0.05	4	1
	Pegado de Etiquetas y embalado en caja de cartón	0	0	2

Tabla Nº26: Tamaños de Cola Área de Empaque (Recurso Modificado, sin fallas)
Fuente: Elaboración Propia

Finalmente, se muestran los porcentajes de reducción de tamaños de cola, obtenidos luego de comparar la situación actual con la situación bajo las propuestas de mejora.

Porecentaje de Reducción Tamaños de Cola		
Producto Salchicha Tipo Wieners	Actividad	% Reducción de Cola
Empaque	Colocación de las salchicahas dentro de la bolsa termoencogible	50,78
	Hacer vacío	19,23
	Pegado de Etiquetas y embalado en caja de cartón	100

Tabla Nº27: Porcentaje de Reducción Tamaños de Cola (Planta Paracotos)
Fuente: Elaboración Propia

5.13 Análisis de Resultados, Planta Paracotos.

En la tabla N°25, se observa la cantidad de recurso disponible actual, así como también las actividades con mayor congestión. Estas fueron:

1. La colocación de las salchichas dentro de la bolsa.
2. Hacer vacío al empaque y el pegado de etiquetas
3. Embalaje de los paquetes en cajas de cartón.

En la tabla N°26 se observó una reducción significativa del número de unidades en espera, en las actividades identificadas como críticas (resaltadas en amarillo).

Las actividades con mayor porcentaje de reducción de colas (ver Tabla N°27), son la colocación de las salchichas dentro de la bolsa termoencogible, el pegado de etiquetas y embalado en cajas de cartón.

Una vez obtenidos los resultados correspondientes a las reducciones de tiempos de proceso y numero de entidades en espera, que resultaron ser significativas y que evidencian una posible mejora en cuanto a la obtención de un proceso de fabricación más eficiente, que permita cumplir con las metas establecidas sin necesidad de incurrir en sobre tiempos, se puede proceder al planteamiento de las acciones que la empresa debe emprender para comenzar las mejoras.

CAPÍTULO VI – PROPUESTAS DE MEJORAS

6.1 Redistribución de las Plantas.

Una primera propuesta de mejora que resultó evidentemente necesaria, lo constituye una redistribución de las máquinas en las líneas de producción, con el fin de mejorar el flujo de materiales, disminuyendo las distancias recorridas por los mismos y logrando una situación mucho más organizada en cuanto a la disposición de las máquinas y de la circulación del producto en proceso.

Para tal fin se procedió al uso de los diagramas de relación o de cercanías, en los cuales se estableció una escala para determinar el nivel de vinculación de una máquina con otra, y en base a tales resultados se procedió a reorganizar las máquinas sobre la base del espacio disponible.

A continuación se presentan los resultados de la ponderación realizada para el nivel de relación entre las máquinas de las plantas de El Llanito y Paracotos. Los diagramas de relación se pueden apreciar en el Anexo P.

Resultados Ponderación de Cercanías (Planta El Llanito)					
No.	Maquinas	Puntuación	No.	Maquinas	Puntuación
1	Peso 2	54	14	Horno 1	20
2	Linea embutido 1	42	15	Horno 2	20
3	Linea Embutido 2	42	16	Horno 3	20
4	Molino 2	33	17	Horno 4	20
5	Molino 1	30	18	Horno 5	20
6	Peso 1	27	19	Inyec.Tend	20
7	Micro Cutter	26	20	Tumbling 4	19
8	Linea Empaque 1	25	21	Mezcladora	18
9	Linea Empaque 2	25	22	Troceadora	18
10	Tumbling 1	25	23	Vacío 1	13
11	Tumbling 2	24	24	Volteadora	10
12	Tumbling 3	23	25	Vacío 2	9
13	Cutter	21	26	Tocino	8

Tabla N°28: Ponderación de cercanías por máquina, Planta El Llanito
Fuente: Elaboración Propia

Resultados Ponderación de Cercanías (Planta Paracotos)					
No.	Maquinas	Puntuación	No.	Maquinas	Puntuación
1	Peso 2	25	9	Troceadora	13
2	Cutter	23	10	Peso 1	8
3	Micro Cutter	21	11	Horno	6
4	Mezcladora	19	12	Máquina Hielo	6
5	Línea de Embutido de Mortadela	16	13	Peladora	4
6	Molino	15	14	Peso 3	4
7	Línea de Embutido de Salchicha	14	15	Máquina de Vacio	4
8	Línea de Empaque	14			

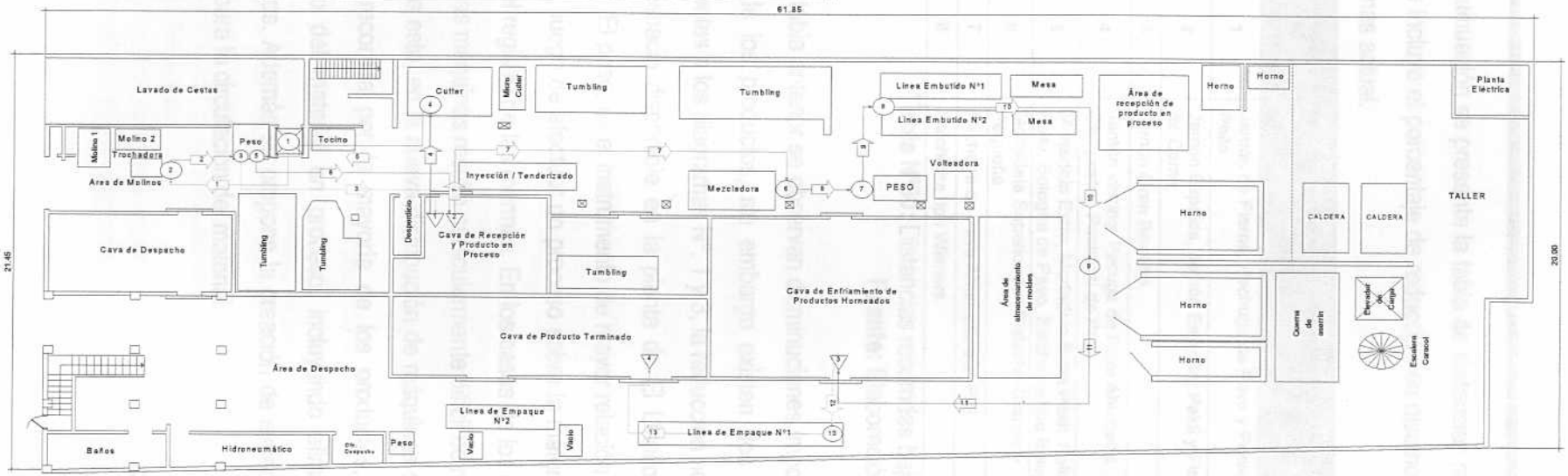
Tabla Nº29: Ponderación de cercanías por máquina, Planta Paracotos
Fuente: Elaboración Propia

Considerando los resultados anteriores se procedió a plantear la nueva distribución de las máquinas, en el caso de la Planta Paracotos, se consideró la inclusión de una nueva línea de fabricación de mortadelas debido a petición de La Gerencia de la Empresa. Del mismo modo se aprecia en esta planta una ampliación de la cava de producto terminado con una apertura de la misma para el despacho, así como la creación de una zona cerrada para el empaque y la nueva ubicación de las máquinas.

En la Planta de el Llanito se aprecia una nueva distribución de las máquinas, sobre todo en el área de embutido, molinos, cutter y maceración. Luego de haber planteado la nueva distribución de las maquinarias se procedió a graficar los nuevos recorridos de material producto por producto, para posteriormente realizar una comparación con los recorridos actuales a fin de evaluar el impacto de la nueva distribución en el proceso.

A continuación se presenta uno de los diagramas de recorrido bajo la distribución propuesta. , el resto de los diagramas de recorrido modificados se aprecia en el Anexo Q

DIAGRAMA DE FLUJO DE MATERIALES.	No. 5
Planta: CHARVENCA	**Ubicación:** El Llanito
Productos: Mortadela Extra, Mortadela Extra Paldi, Bologña de Pollo, Bologña de Pavo, Salchicha Tipo Bologña, Cotto Salami	



TRANSPORTES				OPERACIONES			
Cod. Transporte	Dist. (mts.)	Cod. Transporte	Dist. (mts.)	Cod.	Descripción	Cod.	Descripción
1	6.5	8	6	1	Descargar elevador	7	Pesado
2	4	9	5.5	2	Troceado de Carne	8	Embutido
3	11	10	10	3	Pesado	9	Cocción
4	5.5	11	18	4	Emulsificación	10	Empaque
5	11	12	3	5	Pesado		
6	11	13	2	6	Mezclado con Tocino		
7	18						
Total Recorrido (mts)	111.5	Total Almacenajes:		4	Total Operaciones:		10

Figura N16º: Diagrama de Recorrido de Materiales (Distribución Propuesta).
Fuente: Elaboración Propia

A continuación se presenta la tabla de distancias recorridas bajo la nueva distribución, en la misma se incluye el porcentaje de reducción de distancias logrado con respecto a la distribución de máquinas actual.

Tabla Resumen de Distancias Recorridas (Distribución Propuesta)			
No. Diagrama	Productos Incluidos	Dist. Recorrida (mts.)	% de Dist Reducida
1	Jamón de Pierna, Pechuga de Pavo y Pechuga de Pollo	175	2,23
2	Jamón Espalda, Jamón Estándar Paldi y Fiambre de Carne	119	24,68
3	Jamón Gran Biscotto	133,5	7,29
4	Jamón visking, Pecuga de Pavo Ahumada Campestre, Pastrami de Pavo	169,5	18,51
5	Mortadela Extra, Mortadela Extra Paldi, Bologña de Pollo, Bologña de Pavo, Salchicha tipo Bologña	111,5	25,17
6	Mortadela Superior con Pistacho Grande y Pequeña	162,5	12,16
7	Pechuga de Pavo Ahumada con Piel	141,5	12,65
8	Salchicha tipo Wieners	103	33,55

Tabla N°30: Distancias recorridas bajo la nueva distribución
Fuente: Elaboración Propia

En la tabla anterior se observan disminuciones importantes en las distancias recorridas en la mayoría de los productos, sin embargo existen dos excepciones, ya que en los productos pertenecientes a los diagramas N°. 1 y 3, la reducción no es altamente significativa. Esto se debe al poco espacio disponible en la planta de El Llanito y a la cantidad de pesos o balanzas existentes. El peso, es el instrumento de mayor relación con el resto de las máquinas ya que por lo general, luego de efectuar un proceso sobre la materia prima, se debe registrar su peso para efectos del registro de las mermas. En los casos de los diagramas N° 1 y N° 3, la distancia entre el peso y las máquinas resultó particularmente difícil de reducir.

Pese a esto, en la nueva distribución de máquinas se observa una mejora significativa de la distancia recorrida por la mayoría de los productos, además de observarse un flujo más organizado del material en proceso, incluyendo eliminación de flujos cruzados y regresos innecesarios. Además se propone la creación de espacios determinados para la colocación de moldes y para la circulación del material.

6.2 Nuevas Funciones

Para lograr la eliminación de las fallas que generan las paradas de línea, se propone la creación de nuevas funciones, que permitan dar solución al hecho de que los operarios abandonan su puesto de trabajo constantemente. En tal sentido se plantea la asignación de ciertas actividades a uno o más operarios que eventualmente y a juicio de La Empresa, podrán ser sacados de departamentos donde no estén generando mayor beneficio y sean colocados en este nuevo cargo. A continuación detallan los cargos propuestos.

Nombre del Cargo: Movilizadores de Carga	**Cantidad:** 2
Descripción: Personas encargadas de movilizar de un lugar a otro los recursos necesarios para la fabricación de los productos en el área de embutido y empaque.	
Responsabilidades: • Retirar de las líneas de empaque los carros llenos de moldes. • Velar por el suministro constante de moldes en el área de embutido. • Mantener los moldes de manera ordenada en las áreas de almacenamiento temporal dispuestas para tal fin y especificadas en la nueva distribución de planta. • Asegurar en las líneas de embutido, que siempre se encuentre disponible una segunda cesta receptora de moldes. • Velar por el suministro de producto por empacar en la línea de empaque.	
Fallas a eliminar con la creación del cargo: **Área de Embutido:** • Operadores se ausentaron para buscar moldes, tapas y cestas de transporte (No existe recurso disponible) • Cambio de cesta receptora de unidades (Existe cesta receptora disponible) **Área de Empaque:** • Operadores se ausentaron para ubicar carros llenos de molde y buscar carros vacíos • Operadores se ausentaron para buscar producto para empacar	

Nombre del Cargo: Auxiliar de Armador de Cajas	**Cantidad:** 1
Descripción: Persona encargada de asistir al armador de cajas y a las líneas de empaque en sus funciones.	
Responsabilidades: • Armar cajas para embalar el producto terminado a la par del armador de cajas original. • Asistir al armador de cajas en el traslado de las mismas, desde el área de ensamblaje hasta las líneas de empaque, asegurando un suministro constante de cajas. • Asistir a las líneas de empaque en el suministro de paletas para la colocación de las cajas de producto terminado.	
Fallas a eliminar con la creación del cargo: **Área de Empaque:** • Se agotaron cajas para empacar. • Operadores se ausentaron para buscar paletas.	

6.3 Reasignación de Responsabilidades.

- Para eliminar la falla de agotamiento de mezcla para embutir, presentada en dichas líneas, se sugiere asignar esta responsabilidad a los operarios de los Tumbling, quienes deberán garantizar la existencia permanente de un segundo carro lleno de pasta en el montacargas de la tolva de la máquina de embutido. Debido a que existen varios operarios de Tumbling, se propone que dicha responsabilidad sea rotativa durante los días de la semana, esto para evitar malos entendidos o faltas entre los operarios encargados.
- En cuanto a las fallas presentadas por las máquinas de embutido, se sugiere a la empresa la revisión de sus planes de mantenimiento preventivo, con lo cual debe elevar el nivel de confiabilidad de las máquinas y evitar paradas innecesarias y reparaciones improvisadas a mitad de jornada.

6.4 Redistribución de los Operarios en las Actividades que Componen los Procesos de Embutido y Empaque.

En el capítulo anterior se observó cómo la variación de los recursos disponibles (operarios) en las actividades con mayor congestionamiento, producía una disminución notable de tiempo de proceso y de unidades en espera, en las actividades que componen el proceso de embutido y empaque.

En tal sentido se especifica a continuación la configuración de líneas en cuanto a cantidad de operarios se recomienda implementar.

En el área de embutido no se consideró conveniente aumentar la cantidad de recursos en ninguna de las dos líneas, esto se sustenta en diversas corridas del modelo de simulación, en las cuales se observó que sólo al suprimir las fallas se obtenía una mejora sustancial, mientras que aumentar la cantidad de operarios no generaba mayor beneficio. De tal manera que la configuración de las líneas de embutido para todos los productos es la siguiente.

Tipo Linea	Actividad	Recurso Disponible
Linea 1	Máquina Embutidora	1
	Operario Colocador en Molde	1
	Operario Colocador de Tapa	2
	Operario de Prensa	1
Linea 2	Maquina Emutidora	1
	Operario Colocador de Malla	1
	Operario Amarrador	2
	Operario Extra Embutido	1

Tabla Nº31. Configuración de las líneas de embutido.
Fuente: Elaboración Propia.

En el caso del área de empaque, los resultados del estudio de las líneas por medio del modelo de simulación, permitieron establecer una nueva distribución de los obreros necesarios en las actividades del proceso, con las cuales se espera obtener las reducciones de tiempo de proceso y de unidades en espera expuestas en el capítulo anterior. A continuación se detalla la configuración sugerida para las líneas de empaque, especificando las actividades correspondientes al empaque de cada producto. Los renglones resaltados en color amarillo, corresponden a las actividades donde se propone aumentar la cantidad de operarios.

Producto	Actividad	Recurso Disponible Actual	Recurso Disponible Modificado
Jamon de Pierna, Jamon de Pavo, Jamón Espalda, Jamón Estándar Paldi, Jamón de Pollo	Retirar tapa del molde	1	2
	Extraer pieza del molde	1	2
	Pegar etiquetas	2	2
	Identificar con código	1	1
	Embalar en cajas	1	1
Pechuga de Pavo Ahumada con Piel, Pechuga de Pavo ahumada con Piel, Jamón Visking, Salch. Tipo Cotto Salami.	Cortar extremos de la pieza	1	2
	Colocar en bolsa termoencogible	1	1
	Hacer Vacio	2	2
	Termoencoger el empaque	1	1
	Embalar en cajas	1	1
Jamón Gran Biscotto	Retirar tapa del molde	1	2
	Extraer pieza del molde	1	2
	Retirar plástico	2	2
	Colocar sello en caliente	1	1
	Colocar empaque termoencogible	1	2
	Hacer Vacio	2	2
	Termoencoger el empaque	1	1
	Embalar en cajas	1	1
Mortadela Extra, Mortadela Extra Paldi	Desmolde de las piezas	2	2
	Pegar etiquetas	2	2
	Identificar con código	1	1
	Embalar en cajas	1	1
Bologna de Pollo, Bologna de Pavo, Salchicha Tipo Bologna	Descolgar piezas	1	1
	Pegar etiquetas	2	2
	Identificar con código	1	1
	Embalar en cajas	1	1
Pastrami de Pavo	Retirar tapa del molde	1	1
	Desmolde de las piezas	1	1
	Retirar papel pimienta	1	1
	Colocar en bolsa termoencogible	2	2
	Hacer Vacio	2	2
	Termoencoger el empaque	1	1
	Embalar en cajas	1	1

Tabla Nº32. Configuración de las líneas de empaque.
Fuente: Elaboración Propia.

6.5 Indicadores de Control de la Producción.

Durante la permanencia en La Empresa, se pudo constatar la necesidad de implementación de un sistema de indicadores de control. En tal sentido, al proponer mejoras que enfocadas al logro de reducciones de tiempo, se hace necesario contar con un sistema que permita monitorear el desempeño de las líneas de embutido y empaque. A tales efectos se plantea un pequeño sistema de control, el cual debe ser desarrollado y mejorado por La Empresa en un futuro.

Dicho sistema, consta de tres indicadores básicos, cuyo principal objetivo es generar la información de interés para La Gerencia, de la forma más rápida y sencilla posible, razón por la cual se propone un primer sistema manual, cuya información sea generada en pizarras acrílicas ubicadas en las áreas de embutido y empaque. De igual forma, estas pizarras servirán como herramienta de control para los mismos operarios de línea, ya que permitirá visualizar de forma clara, la producción del día y el estatus de la misma. A continuación se presenta el formato que se sugiere colocar en el pizarrón de control del área de embutido y empaque.

CONTROL DE PRODUCCION DIARIO							
Planificación Diaria			Reporte de Producción				
Nombre Producto	No. Lotes	No. Piezas	Hora Inicio	Hora Fin	Tiempo Invertido (min.)	Piezas Producidas	Piezas Dañadas
A							
B							
C							
D							

Figura Nº17:. Modelo de Pizarra de Control Propuesta.
Fuente: Elaboración Propia.

El mismo formato de pizarra, debe existir en papel, como medio de flujo de datos entre el área de producción y las oficinas, esto como primera opción, posteriormente se puede implementar un sistema computarizado. Al recibir la información la persona encargada de llevar el control de la producción en las oficinas, descargará los datos en la hoja de cálculo diseñada para tal fin cuyo formato se muestra a continuación.

Control de Producción Diario									
Planificación Diaria		Reporte de Producción					Indicadores		
Nombre Producto	No. Piezas	Hora Inicio	Hora Fin	Tiempo Invertido (min.)	Piezas Producidas	Piezas Dañadas	Productividad Mano de Obra = No. Piezas Producidas / Hrs. Trabajadas en la línea	% Cumplimiento Planificación = (Piezas Conformes / Piezas Planificadas)*100	% Piezas Defectuosas = (Piezas Defectuosas / Piezas Planificadas)*100
A	NP1	A1	B1	B1-A1	P1	D1	P1/(B1-A1)	P1/NP1	D1/NP1
B									
C									
D									
E									
F									

Tabla Nº33:. Formato para el Control de la Producción Diario.
Fuente: Elaboración Propia.

Los tres indicadores anteriores, permiten obtener una visión del desempeño de las líneas del área de producción. De tal manera que el indicador de Productividad de Mano de Obra, puede compararse a lo largo de la semana con el estándar de unidades por hora, calculado en los estudios de tiempo, para ello será necesario acumular los datos correspondientes a la producción de cada producto en los días de la semana. A continuación se presenta como ejemplo, el formato a utilizarse para el control del área de embutido.

Control de Producción Semanal Área de Embutido		Indicador Productividad Mano de Obra (Valor por día de la Semana)						
Categoría	Producto	Estándar (unid/hora)	Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sábado
Jamones Cocidos	Jamón de Pierna	249						
	Jamón Estándar Paldi							
	Fiambre de Carne	361						
	Jamón de Espalda							
	Jamón de Pollo							
	Pechuga de Pavo	310						
	Jamón Gran Biscotto	76						
Productos Ahumados	Pechuga de Pavo Ahumada Campestre	220						
	Pechuga de Pavo Ahumada con Piel	110						
	Jamón Visking	170						
Emulsionados Ahumados	Salchicha Tipo Cotto Salami							
	Mortadela Tapara Pequeña	309						
	Mortadela Tapara Grande	72						
	Salchicha Wieners	49 (tripas / hora)						
Emulsionados	Mortadela Extra	640						
	Mortadela Extra Paldi							
	Bologña de Pollo	442						
	Bologña de Pavo							
	Salchicha Tipo Bologña							
Otros	Pastrami de Pavo	176						

Tabla Nº34:. Formato para el Control de los Indicadores de Gestión de la Producción.
Fuente: Elaboración Propia.

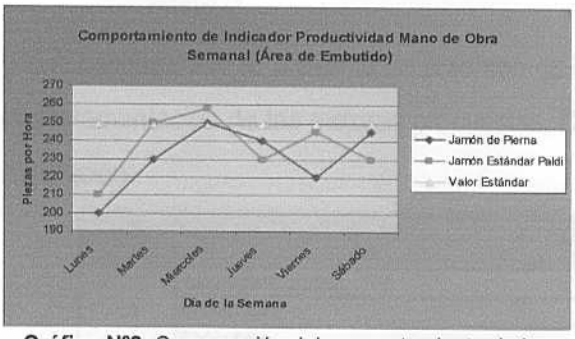


Gráfico Nº3: Comparación del comportamiento de la producción comparado con el estándar

Con la información acumulada semanalmente en el formato anterior, se podrá generar el gráfico de comportamiento de las líneas con respecto al estándar calculado. Esto permitirá un mejor control por parte de La Gerencia de Operaciones, teniéndose entonces un gráfico por cada estándar, tanto en el área de embutido como empaque. En el gráfico Nº3 se observa un caso hipotético, para los productos Jamón de Pierna y Jamón Estándar Paldi.

En relación al indicador "Porcentaje de Cumplimiento de Planificación", se buscará siempre que dicho valor se acerque al 100% mientras que en el caso del indicador "Porcentaje de Piezas Defectuosas", se buscará que dicho valor sea lo más cercano a cero.

Con estos tres indicadores, de fácil obtención, se puede comenzar el desarrollo de un mejor sistema de control de la producción que permita monitorear el desempeño del área de producción, bajo distintos puntos de vista (productividad, eficacia, y eficiencia), ante cambios o modificaciones como las propuestas en el presente Trabajo Especial de Grado.

6.6 Análisis Costo Beneficio de las Propuestas de Mejora.

Luego de realizadas las propuestas de mejora, se procede al análisis de las mismas en cuanto a la relación costo – beneficio. Al proponer la creación de tres (3) nuevos cargos que permitan agilizar el desempeño de las líneas de embutido y empaque, se procedió a justificar desde el punto de vista monetario, la incorporación de estos cargos. En tal sentido se tomó como referencia ciertos parámetros:

- Las jornadas de trabajo en la actualidad se extienden aproximadamente hasta las 7:30 pm, cuando debería ser hasta las 5:00 pm, con lo cual se incurre en un sobre tiempo de dos horas y media.
- La hora de trabajo normal se paga a Bs. 2.909 aproximadamente
- La hora de sobre tiempo se estima en Bs. 3.781 (calculada como 30% del salario mínimo)

A continuación se presenta un resumen de las horas de trabajo que pudieran ahorrarse con la implementación de las mejoras propuestas. Dichos tiempos provienen de los resultados de la simulación.

Horas de Proceso Ahorradas Por Lote Diario (Área Embutido)				
Líneas	Productos	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3
L1	Jamones Cocidos	1,78		
	Mortadelas	2,61		
	Bologñas	1,24		
Total Horas Ahorradas Línea 1		5,63		
L2	Jamón Gran Biscotto	0,588		
	Salchicha Tipo Cotto Salmi	0,984		
	Mortadela Superior Con Pistacho	1,5		
	Jamón Pastrami	2,52		
	Pechuga de Pavo Ahumada "Campestre" Pechuga de Pavo con Piel Ahumada	0,772	1,338	0,67
Total Horas Ahorradas Línea 2		6,364	6,93	6,262
Promedio Horas Ahorradas Línea 2		6,519		

Tabla Nº35: Horas ahorradas en el proceso por lote diario (área de embutido)
Fuente: Elaboración Propia.

Horas de Proceso Ahorradas Por Lote Diario (Área Empaque)				
Líneas	Productos	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3
L1 y L2	Jamones Cocidos	0,304		
	Mortadelas	0,203		
	Bologñas	0,511		
	Jamón Gran Biscotto	0,513		
	Jamón Pastrami	0,234		
	Pechuga de Pavo Ahumada "Campestre" Pechuga de Pavo con Piel Ahumada Salchicha Tipo Cotto Salmi Jamón Visking	(1) 0,688	(2) 0,222	(3) 0,08
Total Horas Ahorradas Línea 2		2,453	1,985	1,845
Promedio Horas Ahorradas Línea 2		2,094		
Nota	(1) Productos Fabricados: Pechuga de Pavo Ahumada Campestre, Cotto Salami			
	(2)Pechuga Ahumada Campestre, Pechuga de Pavo Ahumada con Piel y Cotto Salami			
	(3) Pechuga de Pavo Ahumada con Piel, Pechuga de Pavo Ahumada Campestre, Jamón Visking y Cotto Salami			

Tabla Nº36: Horas ahorradas en el proceso por lote diario (área de empaque)
Fuente: Elaboración Propia.

En las tablas anteriores se observan los resultados correspondientes a los tiempos ahorrados en las líneas de embutido y empaque. Dichas horas representan una cantidad de dinero que podría interpretarse como un beneficio para la empresa, ya que serían horas/hombre que dejarían de pagarse. En tal sentido se cuantificó dicho monto tal y como se muestra a continuación.

Monto por Concepto de Horas Ahorradas					
Área	Línea	Tiempo normal (Diario)		Sobretiempo (Diario)	
		Hrs	Monto	Hrs	Monto
Embutido	L1	3,13	Bs 9.105	2,5	Bs 9.453
	L2	4	Bs 11.636	2,5	Bs 9.453
		Bs. Por Tiempo Normal (Diario)	**Bs 20.741**	Bs. Por Sobre Tiempo (Diario)	**Bs 18.906**
	Total Bs/Hrs Hombre				Bs 39.647
	Número de Empleados Embutido				9
	Total Ahorro Bs. Por Líneas de Embutido (diario)				Bs 356.823
	Total Ahorro Bs. Por Líneas de Embutido (semanal)				**Bs 2.140.938**
Empaque	L1 y L2	0	0	2,094	Bs 7.928
		Bs. Por Tiempo Normal (Diario)	**0**	Bs. Por Sobre Tiempo (Diario)	**Bs 7.928**
	Total Bs/Hrs Hombre				Bs 7.928
	Número de Empleados Embutido				10
	Total Ahorro Bs. Por Líneas de Embutido (diario)				Bs 79.280
	Total Ahorro Bs. Por Líneas de Embutido (semanal)				**Bs 475.680**

Tabla Nº37: Cálculo del monto por concepto de horas ahorradas (área de embutido y empaque)
Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla N°37 se observa el total de horas ahorradas en ambas áreas, especificando la cantidad de horas ahorradas en sobre tiempo y en horas de trabajo normal. La suma de ambos renglones corresponde al total de horas ahorradas indicado en la tabla N° 35 y 36. De esta manera, se pudo calcular el monto correspondiente al ahorro de tiempo invertido en horas hombre por lote de proceso diario y por la producción semanal. Dicho valor representa un monto aproximado de Bs. 2.141.000. para el área de embutido y de Bs. 476.000 en el área de empaque. El monto total correspondiente al ahorro en horas semanales, en la Planta de El Llanito es de Bs. 2.617.000.

El costo semanal de la creación de los nuevos cargos, se cuantifica en la tabla N° 38

Costo de los nuevos puestos de Trabajo.			
Cargo	Cantidad	Salario Semanal	
Movilizador de Carga	2	Bs	256.000
Auxiliar de Armador de Cajas	1	Bs	128.000
Total Costo Base Nuevos Cargos (semanal)	Bs 384.000		
Factor de inclusión de Bonos y Beneficios	2,2		
Total Costo Nuevos Cargos (semanal)	Bs 844.800		

Tabla N°38: Cálculo del costo por concepto de nuevos cargos .
Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar en la tabla anterior, el costo semanal de la implementación de los nuevos cargos (Bs. 844.800 semanal), basado en la suposición de que los nuevos empleados tendrán asignado como pago el sueldo mínimo, más los bonos de alimentación, bonos de producción y beneficios de Ley, está muy por debajo en comparación con el monto correspondiente al ahorro en horas/hombres (Bs. 2.617.000 semanal) pagadas por concepto de sobretiempo y horas normales de trabajo en la actualidad. De esta manera, queda justificada la creación de los nuevos cargos.

Con respecto a las propuestas relacionadas con la redistribución de los operarios en las actividades que componen el proceso de embutido y empaque, para lograr la disminución de los tamaños de cola, se tiene que no se incurriría en costo alguno ya que se trata de una nueva configuración de las líneas con la misma cantidad de operarios.

En cuanto a la redistribución de las plantas y la creación del sistema de indicadores de control se tiene que dichas mejoras pueden ser llevadas a cabo con el mismo personal de la empresa, por esta razón no se especificaría algún otro costo de implementación o el mismo podría ser muy bajo.

CAPÍTULO VII – CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 CONCLUSIONES.

Al finalizar el presente Trabajo Especial de Grado, se pudo diseñar un plan de acción que permita a la empresa mejorar sus procesos de fabricación de embutidos, eliminando sobre tiempos, mediante la implementación de nuevos cargos, redistribución de actividades, redistribución del espacio físico y llevando un control de la producción por medio de un sistema de indicadores. Específicamente se lograron los siguientes resultados:

- Se logró documentar la gran mayoría de los procesos pertenecientes al área de producción, mediante la elaboración de diagramas de flujo de procesos y diagramas de recorrido de materiales para cada tipo de producto. Dichos diagramas además de representar información de interés para la empresa, permitieron asimilar las actividades que componen el proceso productivo, para su posterior representación en el modelo de simulación.
- Con la elaboración de los diagramas de recorrido de materiales, también se pudo determinar los movimientos innecesarios de material, así como también se cuantificó las distancias promedio recorridas por los productos en el área de producción.
- Se realizó un análisis de cercanías de máquinas por medio del uso de diagramas de relación de actividades en las plantas de El Llanito y Paracotos, lo cual permitió proponer una nueva distribución de las máquinas dentro de las áreas de producción. Esta nueva distribución de planta, fue evaluada nuevamente por medio de los diagramas de recorrido de material, lográndose obtener reducciones significativas del movimiento del material dentro de las plantas y un mayor nivel de organización dentro de las mismas.
- Se realizó un estudio de tiempo por medio del cual se pudo generar los estándares de producción de todos los productos estudiados, los cuales representan información de interés para la Gerencia de Operaciones ya que los mismos servirán como datos de apoyo al momento de planificar y controlar la producción. De igual forma el estudio de tiempo permitió generar la información necesaria para la representación del proceso de

fabricación a través del modelo de simulación (distribuciones estadísticas de tiempos de proceso).

- Se logró identificar las fallas en las líneas de las áreas de empaque y embutido, por medio de la elaboración de los diagramas causa efecto, posteriormente se cuantificó la influencia de dichas fallas sobre las líneas mediante el uso de los diagramas de pareto, con los cuales se identificaron las causas que representan el 80% de las paradas de línea. Tanto en las áreas de empaque como de embutido, se obtuvo que dicho porcentaje estaba conformado por cuatro (4) causas principales que generan retrasos.
- Se generó y validó un modelo de simulación el cual permitió representar la realidad del proceso productivo, poniendo al descubierto las actividades con mayor congestión y las áreas críticas a mejorar. Mediante dicho modelo se pudo evaluar el efecto sobre las líneas de embutido y empaque, de la redistribución de actividades, eliminación de fallas y aumento de operarios en algunos puestos, lográndose obtener beneficios significativos en cuanto a tiempo de procesos y reducciones de colas.
- Basado en los resultados de la simulación, se propuso la creación de tres (3) nuevos cargos que permitirán eliminar las paradas o fallas repetitivas de las líneas. Dichos cargos son: Dos (2) Movilizadores de carga y un (1) Auxiliar de Armador de Cajas. De igual forma se propuso la reasignación de responsabilidades relacionadas con el suministro de pasta a la línea de embutido, así como se planteó el mejoramiento del sistema de mantenimiento de las máquinas embutidoras.
- Se diseñó un sistema piloto de indicadores de control de la producción, como parte de las mejoras propuestas a la empresa, dicho sistema permitirá monitorear el desempeño de las líneas en cuanto a productividad, eficiencia, eficacia.

7.2 RECOMENDACIONES.

- Implementar a la brevedad posible el sistema de indicadores planteado, ya que el mismo resulta de vital importancia para monitorear el desempeño de las áreas de producción, a fin de compararlos con los estándares establecidos y verificar el resultado de las mejoras planteadas.

- Promover la automatización de dicho sistema de indicadores, por medio de la colocación de computadoras en las áreas de empaque y embutido, que permitan actualizar de manera más rápida y segura, el estatus del producto en proceso.
- Documentar mediante una descripción de cargos, las actividades a realizar por los obreros, incluyendo tanto los cargos actuales como los propuestos. De igual forma, velar por el cumplimiento de las labores asignadas.
- Canalizar las dificultades presentadas en el área de mantenimiento preventivo de las máquinas por medio de otro Trabajo Especial de Grado que permita crear un sistema de mantenimiento programado a las máquinas existentes en las plantas.
- Dotar a los operarios con herramientas y utensilios en buen estado, para eliminar deficiencias relacionadas con este punto. Específicamente deben cambiarse: Gatos hidráulicos, cesta de moldes improvisados, moldes deteriorados, paletas para almacenaje de cajas, entre otros.
- Evaluar la posibilidad de automatizar la prensa de cerrado de moldes, sustituyendo la que actualmente opera de forma manual por una asistida por un sistema neumático.
- Crear un departamento de Higiene y Seguridad Industrial, que permita mejorar las condiciones de seguridad para los trabajadores y que logre satisfacer los requerimientos establecidos por la Ley Orgánica de Prevención Salud y Seguridad del Medio Ambiente de Trabajo.
- Llevar a cabo la redistribución de las plantas propuesta en este Trabajo Especial de Grado, haciendo énfasis en las demarcaciones establecidas para la colocación del material y velar por el respeto del cumplimiento de las mismas.
- Ejecutar un plan de limpieza de las plantas, en el cual se identifique material inservible o chatarra, para su posterior desecho.

BIBLIOGRAFÍA

Libros:

- Niebel, B. (2004). "Ingeniería Industrial. Métodos Estándares y Diseño del Trabajo". Colombia. Alfa Omega Grupo Editor. Segunda Edición.
- García, R. (2005) "Estudio del Trabajo". México. McGraw-Hill. Segunda Edición
- Meyers Fred. (200). "Estudios de Tiempos y Movimientos para la Manufactura Agil". México. Prentice Hall. Segunda Edición.
- Kelton, W., Sadowski, R., Sadowski, D. (1998) "Simulation with Arena". Boston McGraw-Hill.
- Rodríguez, F. (2002). "Indicadores Integrales de Gestión". Colombia. McGraw-Hill.
- Serna, H. (2001). "Indices de Gestión". Colombia. Editores 3R.
- Beltrán, J. (1998). "Indicadores de Gestión".Colombia. Editores 3R.
- Webster, A.(1996). "Estadística Aplicada para Administración y Economía". España.Primera. Edición.
- Spiegel, M. (1976). "Teoría y Problemas de Probabilidad y Estadística". México. McGraw-Hill.
- Cochran, W. (1974). "Técnicas de muestreo". México. Editorial Continental. Segunda edición.
- Bisguera, R. (1989) "Métodos de Investigación Educativa". España. Ediciones Ceac.
- Universidad Pedagógica Experimental Libertador. (1998).Material de Clase de Metodología de la Investigación.