



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL**

**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN PROCESOS DE AUTOMATIZACIÓN**

**TEMA:**

---

**“DISTRIBUCIÓN DE INSTALACIONES EN LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA TENERÍA SAN JOSÉ CÍA. LTDA.”**

---

Trabajo de Graduación Modalidad: Proyecto de Investigación, presentado previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial en Procesos de Automatización.

**ÁREA:** Industrial y Manufactura

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:** Diseño, Materiales y Producción

**AUTOR:** Calapiña Caguana Oscar Fabricio

**TUTOR:** Ing. Israel Ernesto Naranjo Chiriboga, Mg.

**Ambato – Ecuador**

Octubre – 2020

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En calidad de tutor del Trabajo de Titulación con el tema: “DISTRIBUCIÓN DE INSTALACIONES EN LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA TENERÍA SAN JOSÉ CÍA. LTDA”, desarrollado bajo la modalidad Proyecto de Investigación por el señor Oscar Fabricio Calapiña Caguana, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, me permito indicar que el estudiante ha sido tutorado durante todo el desarrollo del trabajo hasta su conclusión, de acuerdo a lo dispuesto en el Artículo 15 del Reglamento para obtener el Título de Tercer Nivel, de Grado de la Universidad Técnica de Ambato, y el numeral 7.4 del respectivo instructivo

Ambato, Octubre 2020



Firmado electrónicamente por:  
**ISRAEL ERNESTO  
NARANJO  
CHIRIBOGA**

---


Ing. Israel Ernesto Naranjo Chiriboga, Mg.

**TUTOR**

## **AUTORÍA**

El presente Proyecto de Investigación titulado: “DISTRIBUCIÓN DE INSTALACIONES EN LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA TENERÍA SAN JOSÉ CÍA. LTDA” es absolutamente original, auténtico y personal. En tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, Octubre 2020



Oscar Fabricio Calapiña Caguana  
CC: 180474000-7  
AUTOR

## **APROBACIÓN TRIBUNAL DE GRADO**

En calidad de par calificador del Informe Final del Trabajo de Titulación presentado por el señor Oscar Fabricio Calapiña Caguana, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, bajo la Modalidad Proyecto de Investigación, titulado “DISTRIBUCIÓN DE INSTALACIONES EN LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA TENERÍA SAN JOSÉ CÍA. LTDA”, nos permitimos informar que el trabajo ha sido revisado y calificado de acuerdo al Artículo 17 del Reglamento para obtener el Título de Tercer Nivel, de Grado de la Universidad Técnica de Ambato, y al numeral 7.6 del respectivo instructivo. Para cuya constancia suscribimos, conjuntamente con la señora Presidenta del Tribunal.

Ambato, Octubre 2020



Firmado electrónicamente por:  
**ELSA PILAR  
URRUTIA**

-----  
Ing. Elsa Pilar Urrutia Urrutia Mg.  
PRESIDENTA DEL TRIBUNAL



Firmado electrónicamente por:  
**VÍCTOR MANUEL  
PEREZ RODRIGUEZ**

-----  
Ing. Mg. Víctor Manuel Pérez Rodríguez  
DOCENTE CALIFICADOR



Firmado electrónicamente por:  
**CHRISTIAN  
JOSE MARINO  
RIVERA**

-----  
Ing. Mg. Christian José Mariño Rivera  
DOCENTE CALIFICADOR

## **DERECHOS DE AUTOR**

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga uso de este Trabajo de Titulación como un documento disponible para la lectura, consulta y procesos de investigación.

Cedo los derechos de mi Trabajo de Titulación en favor de la Universidad Técnica de Ambato, con fines de difusión pública. Además, autorizo su reproducción total o parcial dentro de las regulaciones de la institución.

Ambato, Octubre 2020



---

Oscar Fabricio Calapiña Caguana

CC: 180474000-7

AUTOR

## **DEDICATORIA**

*Dedico en especial a mis padres, Hugo y Martha por haberme forjado como persona de bien, de corazón gracias por brindarme todo lo necesario para que yo me supere en la vida.*

*A mi esposa Jessica y mi hijo Sebastian por ser el motivo que me impulsa a seguir luchando por mis sueños.*

*A mis hermanos Christian y David, los tengo siempre presente gracias por su apoyo y cariño.*

*A mi familia, en especial a quienes que me supieron brindar su apoyo cuando más necesitaba.*

***Oscar Fabricio Calapiña Caguana***

## **AGRADECIMIENTO**

*A Dios por guiarme por un buen camino, darme fuerzas y voluntad para no desmayar antes las adversidades.*

*A mis amigos tanto de infancia como los que adquirí durante mi vida universitaria, gracias por su apoyo.*

*A mi tutor académico Ing. Israel Naranjo que con su experiencia y conocimiento me guio para realizar con éxito este proyecto.*

*A la empresa Tenería San José CIA LTDA, por darme la oportunidad y confianza de realizar este proyecto de investigación.*

***Oscar Fabricio Calapiña Caguana***

## ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
AUTORÍA.....	iii
APROBACIÓN TRIBUNAL DE GRADO.....	iv
DERECHOS DE AUTOR.....	v
DEDICATORIA .....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS .....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
RESUMEN EJECUTIVO .....	xv
ABSTRACT.....	xvi
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPITULO I.....	2
MARCO TEÓRICO.....	2
1.1 Tema de Investigación.....	2
1.2 Antecedentes Investigativos .....	2
1.2.1 Contextualización del problema.....	2
1.2.2 Estado del Arte.....	4
1.2.3 Justificación.....	7
1.2.4 Fundamentación teórica .....	8
Análisis ABC .....	8
Diagramas y gráficos de procesos .....	8
Estudio de tiempos.....	10
Capacidad de Producción.....	13
Método de Guerchet.....	14
Ubicación de Instalaciones .....	15
Proceso Analítico Jerárquico .....	16
Expert Choice .....	17
Distribución de Instalaciones.....	18
Método SLP .....	21



Análisis Carga-Distancia .....	23
Simulación de Eventos Discretos .....	23
Software Flexsim 2019 .....	25
1.3    Objetivos.....	27
1.3.1 General.....	27
1.3.2 Específicos .....	27
CAPÍTULO II .....	28
METODOLOGÍA .....	28
2.1    Materiales .....	28
2.2    Métodos .....	29
2.2.1 Modalidad de la Investigación .....	29
2.2.2 Población y Muestra.....	30
2.2.3 Recolección de Información .....	30
2.2.4 Procesamiento y Análisis de Datos .....	30
CAPÍTULO III.....	31
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	31
3.1    Análisis y discusión de los resultados .....	31
3.1.1 Datos generales de la empresa .....	31
3.1.2 Productos.....	35
3.1.3 Análisis ABC de productos.....	38
3.1.4 Descripción de Procesos de Producción de la Empresa.....	41
3.1.5 Análisis del proceso productivo .....	60
3.1.6 Estudio de tiempos .....	79
3.1.7 Cálculo de requerimiento de superficie.....	85
3.1.8 Localización de la nueva empresa.....	96
3.1.9 Distribución de instalaciones .....	101
3.1.10 Análisis Carga-Distancia.....	109
3.1.11 Simulación.....	113
3.1.12 Selección de la propuesta de distribución .....	132
Discusión de resultados .....	137
CAPITULO IV.....	138

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	138
4.1 Conclusiones.....	138
4.2 Recomendaciones .....	140
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	141
ANEXOS.....	145
Anexo 1: Escalas de ponderación de ritmo de trabajo y suplementos .....	145
Anexo 2: Layout actual de la empresa .....	147
Anexo 3: Diagramas sinóptico procesos de producción TSJ .....	148
Anexo 4: Diagramas de recorrido procesos de producción TSJ.....	161
Anexo 5: Cursogramas analíticos .....	167
Anexo 6: Estudio de tiempos.....	173
Anexo 7: Calculo del coeficiente de evolución.....	194
Anexo 8: Layout alternativas de distribución.....	196
Anexo 9: Datos de Flexsim .....	198
Anexo 10: Diagramas de Recorrido nueva planta de producción .....	214

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Escalas de puntuación Proceso AHP .....	17
<b>Tabla 2:</b> Ventajas y desventajas de la simulación .....	24
<b>Tabla 3:</b> Teclas de conexión de puertos .....	26
<b>Tabla 4:</b> Materiales utilizados para la elaboración del proyecto.....	28
<b>Tabla 5:</b> Resumen del personal de la empresa .....	30
<b>Tabla 6:</b> Área total de la empresa.....	34
<b>Tabla 7:</b> Descripción de Productos.....	36
<b>Tabla 8:</b> Historial de ventas de los últimos tres meses Tenerife San José .....	39
<b>Tabla 9:</b> Porcentaje de participación acumulada.....	39
<b>Tabla 10:</b> Segmentación de productos .....	40
<b>Tabla 11:</b> Procesos de acabado para los tipos de cuero segmento A .....	60
<b>Tabla 12:</b> Nomenclatura para el análisis del proceso productivo .....	61
<b>Tabla 13:</b> Cursograma analítico actual cuero semi terminado.....	75
<b>Tabla 14:</b> Resumen cursograma analítico actual proceso de salado .....	76
<b>Tabla 15:</b> Resumen cursograma analítico actual producto Fendi .....	76
<b>Tabla 16:</b> Resumen cursograma analítico actual producto Nubuck.....	77
<b>Tabla 17:</b> Resumen cursograma analítico actual producto Vitello .....	77
<b>Tabla 18:</b> Resumen cursograma analítico actual producto Nuvola.....	78
<b>Tabla 19:</b> Resumen cursograma analítico actual proceso de terminado .....	78
<b>Tabla 20:</b> Número de observaciones .....	80
<b>Tabla 21:</b> Actividades operación salado .....	81
<b>Tabla 22:</b> Tiempos proceso salado.....	81
<b>Tabla 23:</b> Suplementos proceso de salado .....	82
<b>Tabla 24:</b> Tiempos estándar .....	83
<b>Tabla 25:</b> Elementos estáticos área ribera.....	85
<b>Tabla 26:</b> Elementos estáticos área curtido.....	86
<b>Tabla 27:</b> Elementos estáticos área recurtido.....	87
<b>Tabla 28:</b> Elementos estáticos área acondicionado.....	87
<b>Tabla 29:</b> Elementos estáticos área acabados .....	88
<b>Tabla 30:</b> Elementos estáticos área terminado .....	89
<b>Tabla 31:</b> Coeficiente de evolución K para cada área de trabajo.....	90
<b>Tabla 32:</b> Requerimiento básico de superficie área ribera .....	90
<b>Tabla 33:</b> Requerimiento básico de superficie área curtido .....	91
<b>Tabla 34:</b> Requerimiento básico de superficie área curtido.....	91
<b>Tabla 35:</b> Requerimiento básico de superficie área acondicionado .....	92
<b>Tabla 36:</b> Requerimiento básico de superficie área acabados.....	93
<b>Tabla 37:</b> Requerimiento básico de superficie área terminado .....	94
<b>Tabla 38:</b> Departamentos auxiliares.....	95
<b>Tabla 39:</b> Factores de Ubicación.....	96

<b>Tabla 40:</b> Matriz de ponderación .....	98
<b>Tabla 41:</b> Tipos de distribución aplicables al estudio .....	101
<b>Tabla 42:</b> Restricciones para la distribución de instalaciones.....	102
<b>Tabla 43:</b> Codificación de áreas.....	103
<b>Tabla 44:</b> Motivos de cercanía.....	103
<b>Tabla 45:</b> Requerimiento de espacio.....	105
<b>Tabla 46:</b> Lineamientos de construcción Parque Industrial Ambato .....	107
<b>Tabla 47:</b> Distancia entre departamentos .....	109
<b>Tabla 48:</b> Secuencia de fabricación productos clase A.....	110
<b>Tabla 49:</b> Distancia recorrida en la secuencia de proceso producto Fendi .....	110
<b>Tabla 50:</b> Distancia recorrida en la secuencia de proceso producto Nubuck.....	111
<b>Tabla 51:</b> Distancia recorrida en la secuencia de proceso producto Vitello .....	111
<b>Tabla 52:</b> Distancia recorrida en la secuencia de proceso producto Nuvola .....	112
<b>Tabla 53:</b> Distancia mensual recorrida.....	112
<b>Tabla 54:</b> Distribuciones probabilística de cada máquina .....	119
<b>Tabla 55:</b> Distancia total recorrida [m] en 3 meses de simulación .....	127
<b>Tabla 56:</b> Tiempo de transportación [h] en 3 meses de simulación.....	128
<b>Tabla 57:</b> Capacidad de Producción de bandas de cuero .....	129
<b>Tabla 58:</b> Utilización de maquinaria.....	130
<b>Tabla 59:</b> Resumen Indicadores .....	132
<b>Tabla 60:</b> Cursograma analítico propuesto cuero semi terminado.....	134
<b>Tabla 61:</b> Resumen cursograma analítico propuesto producto fendi.....	135
<b>Tabla 62:</b> Resumen proceso de acabado tipo Nubuck .....	135
<b>Tabla 63:</b> Resumen proceso de acabado tipo Vitello .....	136
<b>Tabla 64:</b> Resumen proceso de acabado tipo Nuvola .....	136

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Representación gráfica de la clasificación ABC .....	8
<b>Figura 2:</b> Simbología de procesos Norma ASME .....	9
<b>Figura 3:</b> Ejemplos de diagramas y gráficos de procesos .....	10
<b>Figura 4:</b> Tabla Criterio de General Electric .....	11
<b>Figura 5:</b> Esquema Jerárquico.....	16
<b>Figura 6:</b> Interfaz Expert Choice .....	18
<b>Figura 7:</b> Diagrama de relaciones.....	22
<b>Figura 8:</b> Valores de relación SLP.....	22
<b>Figura 9:</b> Ciclo de un estudio de simulación .....	25
<b>Figura 10:</b> Clasificación de objetos de Flexsim .....	26
<b>Figura 11:</b> Ubicación de la empresa.....	32
<b>Figura 12:</b> Organigrama funcional.....	33
<b>Figura 13:</b> Subdivisiones de la empresa.....	35
<b>Figura 14:</b> Diagrama ABC.....	40
<b>Figura 15:</b> Pieles saladas colocadas en pallets.....	41
<b>Figura 16:</b> Pesaje previo al remojo .....	42
<b>Figura 17:</b> Bombo de Remojo-Pelambre .....	43
<b>Figura 18:</b> Descarnado de pieles pelambradas.....	43
<b>Figura 19:</b> Deshilachado de cueros pelambreadas.....	44
<b>Figura 20:</b> Dividido de pieles.....	44
<b>Figura 21:</b> Pesaje de pieles divididas.....	45
<b>Figura 22:</b> Bombos de curtido .....	46
<b>Figura 23:</b> Ecurrido de Wet Blue .....	46
<b>Figura 24:</b> Partido de pieles enteras.....	47
<b>Figura 25:</b> Clasificado de Wet Blue.....	47
<b>Figura 26:</b> Rebajado de calibre de Wet Blue .....	48
<b>Figura 27:</b> Pesaje previo al recurtido .....	48
<b>Figura 28:</b> Bombos de recurtido .....	49
<b>Figura 29:</b> Desvenado .....	50
<b>Figura 30:</b> Secado vacío.....	50
<b>Figura 31:</b> Secado aéreo.....	51
<b>Figura 32:</b> Ablandado en Mollisa .....	51
<b>Figura 33:</b> Estirado en Toggling .....	51
<b>Figura 34:</b> Lijado .....	52
<b>Figura 35:</b> Pulidora .....	52
<b>Figura 36:</b> Humectadora .....	53
<b>Figura 37:</b> Bombo de Batanado .....	53
<b>Figura 38:</b> Pintado manual.....	54
<b>Figura 39:</b> Pigmentadora de Carrusel .....	55

<b>Figura 40:</b> Pigmentadora Roller.....	55
<b>Figura 41:</b> Máquina Impresora .....	56
<b>Figura 42:</b> Cabina de secado.....	56
<b>Figura 43:</b> Prensa Rotativa Continua.....	57
<b>Figura 44:</b> Prensa de Plancha.....	57
<b>Figura 45:</b> Cepillado .....	58
<b>Figura 46:</b> Acetinadora .....	58
<b>Figura 47:</b> Medido .....	59
<b>Figura 48:</b> Empaquetado.....	59
<b>Figura 49:</b> Diagrama sinóptico proceso fabricación de cuero semi terminado.....	67
<b>Figura 50:</b> Objetivo del estudio .....	98
<b>Figura 51:</b> Alternativas del estudio.....	99
<b>Figura 52:</b> Ponderación de los criterios .....	99
<b>Figura 53:</b> Alternativa ganadora .....	99
<b>Figura 54:</b> Diagrama de relaciones .....	104
<b>Figura 55:</b> Diagrama de relaciones entre actividades .....	106
<b>Figura 56:</b> Layout Propuesta 1.....	107
<b>Figura 57:</b> Layout Propuesta 2.....	108
<b>Figura 58:</b> Configuración de unidades software Flexsim .....	113
<b>Figura 59:</b> Background del modelo de simulación .....	114
<b>Figura 60:</b> Modificación de apariencia de un elemento en Flexsim .....	115
<b>Figura 61:</b> Diseño del modelo de simulación situación actual .....	115
<b>Figura 62:</b> Bosquejo área húmeda en el software Flexsim .....	116
<b>Figura 63:</b> Media y desviación estándar de un grupo de datos.....	117
<b>Figura 64:</b> Generación de números aleatorios .....	117
<b>Figura 65:</b> Documento texto plano .....	118
<b>Figura 66:</b> Parámetros para la simulación.....	118
<b>Figura 67:</b> Tabla de tiempo primer turno.....	120
<b>Figura 68:</b> Miembros pertenecientes al primer horario. ....	120
<b>Figura 69:</b> Vista de modelo de simulación con conexiones.....	121
<b>Figura 70:</b> Tabla Global Productos.....	122
<b>Figura 71:</b> Configuración de cola para medición de WIP .....	125
<b>Figura 72:</b> Configuración de cola para medición de WIP .....	126
<b>Figura 73:</b> Comportamiento WIP 1 .....	131
<b>Figura 74:</b> Comportamiento WIP 2 .....	132

## RESUMEN EJECUTIVO

El presente proyecto de investigación muestra un nuevo diseño de distribución de instalaciones para la empresa Tenería San José CIA LTDA plasmada en un nuevo edificio, esto como estrategia de mejora y crecimiento corporativo. La investigación cuenta con varias etapas de las cuales destaca la diferenciación de productos, levantamiento de información del proceso productivo, desarrollo de estudio de tiempos, aplicación de metodologías de distribución de instalaciones y simulación.

En virtud a la gran cantidad de productos ofertados por la empresa se opta por realizar un análisis ABC para segmentar los artículos en base a su importancia, dando como resultado que el cuero tipo Fendi, Nubuck, Vitello y Nuvola son considerados importantes con el 81 por ciento de aportación del total de productos.

La generación de las propuestas de mejora se realiza a través del método Planeación Sistemática de la Distribución (SLP), que son evaluadas posteriormente mediante el análisis Carga-Distancia como método teórico; estas a su vez son llevadas a la simulación en el Software Flexsim donde se valora las variables como distancias recorridas por los operadores, tiempo destinado al transporte de materiales, tiempo de ocupación de maquinaria, trabajo en proceso (WIP) y capacidad productiva, esto en un tiempo de simulación de tres meses.

Finalmente, el estudio propone un nuevo diseño de distribución de instalaciones donde se reduce en un 35,50 por ciento las distancias recorridas entre estaciones de trabajo, el costo de transporte de materiales disminuye en un 60,75 por ciento, la utilización de la máquina considerada el cuello de botella incrementa en un 1,11 por ciento, el trabajo en proceso se reduce en 69 cueros promedio en el área húmeda y la capacidad de producción presenta un crecimiento en un 1,79 por ciento que representa un aumento de 5 bandas de cuero diarias.

**Palabras Claves:** SLP, análisis carga-distancia, distribución de instalaciones, simulación en Flexsim.

## ABSTRACT

The Project of investigation shows a new Facility Layout for the company Tenería San José CIA. LTDA in a new building, this as a strategy for improvement and corporate growth. The investigation has several stages of which it emphasizes the differentiation of products, information survey of the productive process, development of study of times, application of methodologies of distribution of facilities and simulation.

Because of to the many number of products offered by the company, ABC analysis was selected as tool to segment the articles based on importance, the results was that Fendi, Nubuck, Vitello and Nuvola are considered important with 81 percent of contribution of total products.

The generation of improvement proposals is done through the Systemic Layout Planning (SLP) method, which are later evaluated through the Load-Distance analysis as a theoretical method; these in turn are taken to the simulation in the Flexsim software where variables such as distances traveled by operators, time spent on transporting materials, machinery occupation time, work in process (WIP) and production capacity are evaluated, this in a simulation time of three months.

Finally, the study proposes a new facility layout where the distances traveled between work stations are reduced by 35.50 percent, the cost of transporting materials is reduced by 60.75 percent, the use of the machine considered the bottleneck increases by 1.11 percent, the work in process is reduced by 69 average hides in the wet area and the production capacity presents a growth of 1.79 percent which represents an increase of 5 leather belts per day.

**Key words:** SLP, Load-Distance analysis, Facility Layout, simulation in Flexsim.



## INTRODUCCIÓN

El presente proyecto de investigación nace de la necesidad de mejorar la productividad de la empresa Tenería San José CIA. LTDA, mediante una propuesta de distribución de instalaciones en un nuevo edificio que ayude a optimizar la operación de sus actividades, procesos y servicios auxiliares manteniendo los recursos humanos y tecnológicos.

Este estudio utiliza metodologías, técnicas y softwares de Ingeniería Industrial para encontrar solución a la problemática planteada; la generación de alternativas de Layout se realiza a través del método Planeación Sistemática de la Distribución (SLP), para su posterior evaluación mediante el Análisis Carga-Distancia, el simulador de procesos Flexsim se utiliza como herramienta analítica para fundamentar la toma de decisiones en la selección de alternativas apoyada en datos cuantitativos, este proyecto muestra una propuesta moderna e innovadora, bajo criterios técnicos, científicos y legales que hace factible en un futuro la reinstalación de la empresa en un parque industrial.

El Capítulo I correspondiente a Marco Teórico describe los antecedentes investigativos acerca del tema, el contexto a nivel mundo de la investigación, la necesidad y justificación del proyecto, fundamentación teórica de métodos, conceptos, técnicas y términos empleados, por último se encuentra los objetivos planteados.

El Capítulo II trata de la metodología, detalla los materiales, modalidad de investigación y planes de recolección, procesamiento, análisis de la información empleada en el proyecto.

El Capítulo III presenta el desarrollo de la propuesta que implica la aplicación de conceptos, métodos y metodologías detalladas en los capítulos anteriores, con el fin realizar el diseño de instalaciones para la nueva planta de producción de la empresa y con ello cumplir con los objetivos expuestos.

El Capítulo IV trata las conclusiones y recomendaciones obtenidas de los resultados del proyecto.

## **CAPITULO I**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **1.1 Tema de Investigación**

“DISTRIBUCIÓN DE INSTALACIONES EN LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA TENERÍA SAN JOSÉ CIA. LTDA.”

#### **1.2 Antecedentes Investigativos**

##### **1.2.1 Contextualización del problema**

A nivel mundial las empresas han ido incorporando el concepto de la Industria 4.0 ante la problemática de producir productos únicos y personalizados bajo los estrictos requerimientos de los clientes, es así como el diseño de distribución de instalaciones tiene una visión amplia de este concepto basada en los principios de integración, flexibilidad y agrupamiento [1], como caso de éxito, en Asia existen empresas que realizan construcciones de plantas industriales aportando estudios especializados en el tema e identificando las mejoras que llevaría una correcta distribución de instalaciones, las que se resumen en criterios como, mejor utilización de maquinaria, elevado aprendizaje de mano de obra, disminución del riesgo de inversión de capital, satisfacción laboral y supervisión especializada [2].

En Latinoamérica principalmente en México, Argentina y Brasil la evolución industrial va en aumento, las pequeñas y medianas empresas deben acoplarse a un nuevo sistema donde la flexibilidad de producción y tiempo de entrega son aspectos que generan una ventaja competitiva [3], ahí recae la importancia de mantener una

planta ordenada desde el punto de vista de diseño de layout. La distribución de planta se puede considerar un objetivo a largo plazo que toda empresa debe tomar en cuenta, debido a las variaciones de la demanda a través del tiempo [4], por ejemplo los resultados de un estudio realizado en Brasil demuestran que al aplicar la metodología Systematic Layout Planning (SLP) se logra minimizar el trabajo en proceso, mejora la utilización de mano de obra y optimiza el área de producción [5].

En Ecuador el concepto de distribución de instalaciones está aún en desarrollo, pocas son las empresas que aplican estos conocimientos para la mejora de sus procesos productivos, entre estas se encuentra Bioalimentar que desde 2016 ha ido mejorando su planta de producción ubicada en Pelileo Tungurahua, en la actualidad es considerada una de las mejores plantas del pacífico sur, su costo de instalación fue aproximadamente de 30 millones de dólares, lo que ayudó a mejorar la capacidad productiva de todas sus líneas de productos [6]. Los síntomas que presenta una ineficiente distribución en cualquier industria se puede notar en la simultaneidad de cuellos de botella, puestos de trabajos ociosos, congestión y deficiente utilización del espacio, alto índice de accidentabilidad, ansiedad y malestar de la mano de obra, aparte de ello la dificultad en la programación, control y supervisión de operaciones del personal [7].

La empresa Tenería San José es una empresa familiar fundada en 1979, que creció artesanalmente en base a los requerimientos que iba presentando el mercado, lo que conllevó a la construcción de una planta que en su momento fue adecuada; ahora después de 40 años de su utilización esta planta ha quedado obsoleta y presenta varias problemáticas que poco favorecen al proceso de producción, dentro de los problemas más perceptibles se identifica el alto riesgo de accidentabilidad laboral debido a que las rutas de acceso y de tránsito se encuentran congestionadas por acumulación de material, herramientas y desechos resultantes del proceso de fabricación, el exceso de transportes con distancias largas en las actividades del proceso productivo, influyendo al costo de producción y disminuyendo la productividad de la planta.

Por otra parte, el poco conocimiento en cuanto a planificación de distribución de instalaciones por parte de la gerencia; la estructura arquitectónica de la empresa al

igual de la disposición de recursos y maquinaria de gran tamaño que imposibilita el reordenamiento en la misma planta, además la ubicación actual dificulta ampliar las instalaciones y sin duda las ordenanzas municipales que obligan a las empresas con alto impacto ambiental a salir de la urbe y reinstalarse en parques industriales, lo que conlleva a pensar que la mejor opción es diseñar una nueva planta en un sitio adecuado para su funcionamiento en base a los requerimientos actuales en materia de producción y ambiente.

### **1.2.2 Estado del Arte**

Mediante la investigación en distintas fuentes de información, se puede identificar los avances obtenidos en materia de distribución de instalaciones, por ejemplo:

Según Da Silva al aplicar el método de distribución de instalaciones Planeación Sistemática de la Distribución SLP, en un estudio realizado en una empresa de utensilios en Brasil, se obtuvo una reducción de 195,90 metros en el proceso productivo que representa un 70,11% de mejora, de igual manera se redujo 3,72 minutos el tiempo destinado para el transporte lo que representa una reducción del 66,80% [8].

En otras revisiones bibliográficas se muestran resultados positivos en cuanto a reducción de costos, como lo menciona Potadar en su investigación realizada en la India, al aplicar el método SLP en una empresa fabricante de bocinas de mediana escala se pudo percibir un decremento del 11,63% correspondiente al costo de movimiento de materiales, lo que llevaría a un ahorro de 20.633,4 Rupias al mes, el costo mensual por movimiento de materiales al finalizar la aplicación se redujo a 156.739,3 Rupias por mes [9].

Conforme con Suhardi al aplicar el método SLP y el software de simulación ARENA se logra evaluar el rendimiento de dos alternativas para una planta textil de ropa interior femenina en el país de Indonesia, la primera alternativa presenta una distancia recorrida de 35,36 metros con un costo de movimiento de materiales de 39'308.989 rupias mes; mientras que en la segunda alternativa la distancia recorrida es de 33,81

metros con un costo de movimiento de materiales de 37'125.452 rupias mes, comparado con el costo actual de 48'165.568,4 rupias mes se obtuvo una reducción importante donde la segunda alternativa fue la óptima [10].

De acuerdo con Febriandini, en su investigación realizada en una empresa de cosméticos de Malasia se pudo identificar los problemas que surgen al realizar una planta de producción con un conocimiento ineficiente en planificación de diseño de instalaciones; entre los mayores síntomas y que mayor incidencia tiene con la rentabilidad de la empresa fue el alto costo de movimiento de materiales entre departamentos que ascendía a 45.793 RM por mes; mediante un estudio que propone dos alternativas de distribución basadas en la aplicación del método SLP, se obtiene los siguientes resultados, con la primera alternativa se genera un ahorro del 40% que equivale a 18.209 RM por mes, mientras que con la segunda alternativa se genera un ahorro de 47% igual a 21.333 RM por mes [11].

Acorde con Zakirah, en su estudio realizado en un centro de distribuciones se identifica problemas por deficiencias en el diseño de su bodega, como elevado tiempo de carga en los productos terminados al momento de trasladarlos hacia los camiones; antes de aplicar la mejora en la distribución de instalaciones el tiempo que tomaba para realizar esta actividad era de 6 horas (360 minutos), con la aplicación de la metodología SLP y después del ordenamiento de la bodega se redujo a 200 minutos lo que representa 44% de reducción de esta actividad [12].

Según De la Cruz García, los resultados obtenidos en la empresa Calzado PIONERO al aplicar la distribución de instalaciones fueron favorables en cuanto a minimizar el costo de movimiento de materiales, se logra reducir \$ 0,55 en la fabricación de cada par de zapatos, lo que representa un ahorro promedio diario de \$ 82,50 [13].

De acuerdo con López Córdova, en su estudio realizado en la empresa GAMO'S se logra obtener mejoras al optimizar la distribución de instalaciones con la ayuda de la herramienta FLOW PLANNER, según los datos históricos en la planta actual el costo de fabricación anual del zapato tipo TREKKING es de \$ 2.198,67 y se tiene un 47%

de viaje, mientras tanto con la propuesta, el costo de fabricación se redujo a \$ 1.978,66 y el viaje a 34% [14].

Conforme con Chalus Analuisa, el estudio de distribución de planta realizada en la empresa de Calzado BOOM'S con ayuda del software WINQSB permitió minimizar costos, arrojando los siguientes resultados, un ahorro anual de \$ 33.369,60 en el costo de fabricación además que la utilidad de la empresa ascendió a \$ 23.040, los costos invertidos en la modificación de instalaciones se puede recuperar en 8 meses y 19 días [15].

Según Yuccha Cuno y su estudio realizado en la empresa de calzado CASS, mediante la aplicación de la técnica de distribución por proceso SLP, la ayuda de métodos manuales como el Carga-Distancia y softwares especializados en solución de problemas de investigación operativa como WinQSB se obtuvo la reducción de 232,50 metros en la distancia total recorrida equivalente 5,17 minutos en el tiempo total de fabricación [16].

De acuerdo con Chisaguano Jorge al aplicar métodos de distribución de instalaciones SLP y metodologías de Lean Manufacturing que ayuda a la reducción de desperdicios en el proceso productivo, se logra incrementar la capacidad de producción en la empresa CALZAFER CIA. LTDA en un 9,37% lo que equivale a 35 pares de zapatos diarios en incremento [17].

Conforme con Lascano Edison y su proyecto realizado en la CARROCERÍAS PÉREZ de Ambato, mediante la distribución de planta propuesta se logra reducir el costo de movimiento de materiales a 218,13 USD lo que equivale a la cuarta parte del costo actual, igualmente se reduce 11,13 horas en el estándar de tiempo con lo cual la capacidad anual de producción se eleva a 26 unidades [18].

Según López Esteban, al mejorar la distribución actual y definir un patrón de flujo de materiales en la empresa DAV-SPORT mediante el método de Muther conocido como SLP se obtiene una reducción de 7,66 dólares en el costo de manejo de materiales por cada 60 pares diarios producidos [19].

### 1.2.3 Justificación

En la actualidad la industria del cuero ha mermado su participación en el mercado por la aparición de productos sustitutos como el cuero sintético que en costos de adquisición es inferior al cuero natural. El proyecto tiene **importancia** por motivo que la empresa Tenería San José Cía. Ltda. con el fin de aumentar su productividad se ha planteado realizar un estudio focalizado en la distribución física de las instalaciones.

La **necesidad** de la empresa es generar alternativas de mejora visualizadas en una nueva planta de producción, haciendo uso eficiente de los recursos, materia prima, maquinaria y espacio físico lo que justifica esta investigación, al utilizar herramientas de simulación de procesos que permiten generar dichas alternativas sin necesidad de construirlas físicamente, en base a metodologías de planificación de manufactura.

Los **beneficiarios** directos de este proyecto se consideran a todos los miembros de la organización, encabezado por la gerencia que identificará las mejoras que se puede realizar en un proyecto a largo plazo, los jefes de producción que tomarán a la simulación como herramienta de planificación y de esa manera optimizar tanto el flujo de materiales como distancias en los transportes; el personal operativo obtendrá mayor seguridad y aliviará la carga de trabajo, mientras que los clientes con la reducción de los tiempos de entrega. Los beneficiarios indirectos son los moradores ubicados alrededor de la planta actual de producción puesto que, al trasladarle a otro lugar el ecosistema se reestablecería.

El proyecto es **factible** en virtud que se cuenta con el apoyo de la gerencia de la empresa facilitando al acceso de información, personal académico especializado en el tema, herramientas tecnológicas de simulación que ayuda a la modificación de las instalaciones sin necesidad de implementar físicamente, la existencia de numerosas fuentes bibliográficas que brindan directrices confiables para desarrollar con éxito esta investigación, además que no requiere inversiones económicas con alto costo.

## 1.2.4 Fundamentación teórica

### Análisis ABC

El análisis ABC también conocida como la ley del menos significativo consiste en clasificar los artículos del inventario en base al impacto que tienen en el valor global ya sea por demanda, frecuencia de uso y su valor económico de aportación, se fundamenta en la ley de Pareto 80-20, donde 80% del valor inventario corresponde al 20% de los artículos y el 80% de los artículos corresponde el 20% del valor del inventario [20], este análisis es útil para la toma de decisiones y se clasifican según sus prioridades o segmentos estableciéndose como A (los de mayor importancia), B (importancia secundaria) y C (poca importancia).

Existen varios rangos de clasificación pero el más común es de 0 a 80% Grupo A, 81% a 95% Grupo B, 96% a 100% Grupo C, la Figura 1 muestra la representación gráfica de la clasificación ABC.

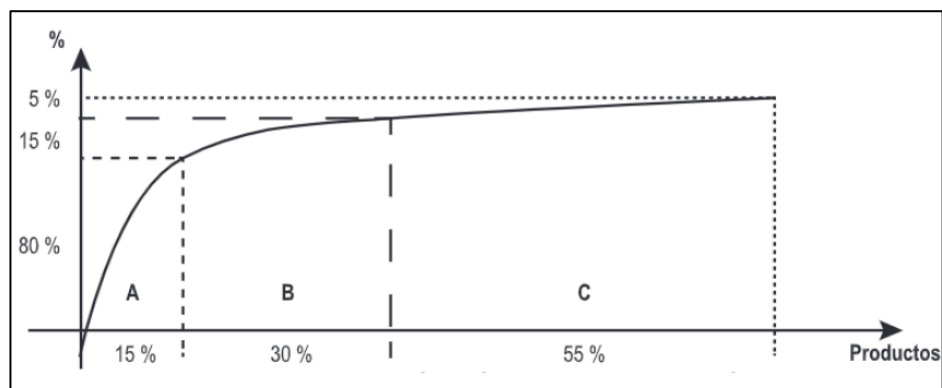







Figura 1: Representación gráfica de la clasificación ABC [21].

### Diagramas y gráficos de procesos

Los diagramas de procesos son representaciones gráficas que detallan los pasos a seguir en un secuencia de actividades, de un proceso o procedimiento con una simbología establecida, a más de ello se incluye información como distancias recorridas, tiempo requerido y cantidad utilizada que será de vital importancia para la etapa de análisis de datos, como ayuda para identificar y eliminar actividades que no generan valor, estas actividades se clasifican en cinco que se muestra en la Figura 2 a continuación [22].



Símbolos	Descripción
	Operación: indica las principales fases del proceso, método o procedimiento tales como: piezas, materia prima, producto y modificaciones durante la operación.
	Inspección: sirve para comprobar si una operación se ejecutó correctamente en lo que se refiere a calidad y cantidad.
	Transporte: indica el movimiento de los trabajadores, materiales y equipo de un lugar a otro.
	Demora: indica demora en el desarrollo de las actividades
	Almacenar: indica Disposición de un objeto bajo vigilancia en un almacén y se cuida de que no sea trasladado sin autorización.

**Figura 2:** Simbología de procesos Norma ASME [22].

Este tipo de esquemas se pueden dividir en dos categorías, primero diagramas que indican movimiento ya sea de material, operarios y equipos, segundo gráficos que describen la sucesión de hechos en el orden que ocurren.

### **Ejemplos de Gráficos:**

- Gráfico de sucesión de hechos
- Cursograma sinóptico del proceso
- Cursograma sinóptico del operario
- Cursograma sinóptico del material
- Cursograma sinóptico del equipo
- Diagrama bimanual
- Gráficos con escala de tiempo

### **Ejemplos de Diagramas:**

- Diagrama de actividades múltiples
- Simograma
- Diagrama de recorrido
- Diagrama de hilos
- Ciclograma
- Cronociclograma
- Diagrama de relaciones

En la Figura 3 se muestra ejemplos de gráficos y diagramas de procesos [22].

DATOS EMPRESA		Código						
		Fecha						
		Versión						
<b>CURSOGRAMA ANALÍTICO</b>								
OBJETO: Describir el nombre del producto a ser planeado en el diagrama	Actividad	Propuesta						
	Operación	11						
	Transporte	13						
	Demora							
	Inspección							
ACTIVIDAD: realizar una descripción general de las actividades que se realizarán para el producto nombrado	Almacenamiento							
METODO: Actual - propuesto	Tiempo minutos	3804 Seg						
LUGAR: Departamento de producción	Coste							
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	DISTANCIA (m)	TIEMPO (min)	●	○	◻	◼	▲
1) Llega y se dirige a logística		8.50 mts	22 seg					
2) Solicita llaves	1 und		60 seg					
3) Se dirige a B		23 mts	30 seg					
4) Abre e ingresa			60 seg					
5) Sale y se dirige a 1		23 mts	30 seg					
6) Solicita portafolio	10 und		300 seg					
7) Se devuelve a B y toma aprendices		23 mts	30 seg					
8) Se devuelve a 1 con aprendices		23 mts	45 seg					
9) Recoge equipos	10 und		300 seg					
10) Se dirige a B y dejan equipos	10 und	23 mts	48 seg					
11) Sale y se dirige a 7		6.30 mts	10 seg					
12) Recoge material en 7	29 und		180 seg					
13) Se devuelve a B y descarga material	29 und	6.30 mts	20 seg					
14) Sale y se dirige a 4		20 mts	26 seg					
15) Solicita equipos	8 und		480 seg					
16) Sale de 4 y se dirige a B		20 mts	27 seg					

Cursograma Analítico



Diagrama de Recorrido

Figura 3: Ejemplos de diagramas y gráficos de procesos [22].

### Estudio de tiempos

Es una técnica para determinar con exactitud, en base a un número limitado de observaciones, el tiempo necesario para realizar una tarea determinada bajo una norma de rendimiento preestablecido. Un estudio de tiempos se realiza cuando [23].

- Quejas de trabajadores sobre el tiempo para realizar una operación.
- Demoras que pueden ocasionar atrasos de entregas.
- Pretensión de fijar un estándar en un sistema de incentivos.
- Rendimientos bajos, tiempos muertos de máquinas y operarios [23].

Los pasos básicos para la realización del estudio de tiempos son:

- Selección de la operación bajo estudio.
- Recolección de información.
- Descomposición de la operación en elementos de trabajo.
- Efectuar el estudio de tiempos.
- Hacer la extensión del estudio de tiempos.
- Determinar el número de ciclos recomendados a cronometrar.
- Calificar y normalizar el desempeño del operador.
- Aplicar suplementos o tolerancias.

- Verificación y publicación [24].
- Publicar el estándar de tiempos.

### **Selección del operador**

Se considera un paso esencial para el estudio, cuando se desee elegir un operador es necesario considerar los siguientes aspectos.

- Seleccionar al operador con habilidad promedio.
- Nunca seleccionar a un operador que trunque el estudio
- No seleccionar operadores nerviosos.
- Elegir preferencialmente a operadores expertos [23].

### **Número de observaciones**

La precisión del estudio depende del número de observaciones que se realice, entre más ciclos observados mayor precisión se obtiene en los resultados [24], existe varios métodos para determinar el número de observaciones, entre estos se encuentra el método estadístico, Abaco de Lifson, tabla de Westinghouse, criterio de la General Electric [23], siendo este último el procedimiento que se utiliza en este estudio, el número de ciclos para obtener un tiempo medio representativo se determina mediante la Figura 4.

<b>Tiempo de ciclo (minutos)</b>	<b>Número recomendado de ciclos</b>
0.10	200
0.25	100
0.50	60
0.75	40
1.00	30
2.00	20
2.00-5.00	15
5.00-10.00	10
10.00-20.00	8
20.00-40.00	5
40.00 o más	3

**Figura 4:** Tabla Criterio de General Electric [25].

## **Valorización del ritmo de trabajo**

Valorar el ritmo de trabajo consiste en comparar el ritmo real del trabajador con el ritmo tipo que logra tener un operador normal, se denomina operador normal al operador experimentado y competente que trabaja en condiciones que normalmente prevalece en la estación de trabajo, esto quiere decir que el trabajador normal es quien realiza su operación a un ritmo ni muy rápido ni muy lento sino más bien a término medio [23], a este ritmo se le atribuye un valor de 100, que en descripción del desempeño quiere decir que el operario es activo y capaz, obrero calificado medio, pagado a destajo que logra con tranquilidad el nivel de calidad y precisión fijada, el valor [26]. En el Anexo 1 se presenta la tabla para la valoración del ritmo de trabajo.

## **Suplementos**

Los suplementos al igual que la valoración del ritmo de trabajo son los temas más discutidos en un estudio de tiempos, se define como suplemento u holgura al tiempo que se le concede al operador con el objetivo de compensar atrasos, demoras y eventos contingentes que son regulares de la tarea, los cuales se categorizan en tres grupos.

- Suplementos por retrasos personales.
- Suplementos por retrasos de fatiga.
- Suplementos por retrasos especiales [23].

En el Anexo 1 se presenta la tabla para la valoración de suplementos.

## **Tiempo Estándar**

El tiempo estándar es el tiempo determinado para la realización de una operación, considerando suplementos ya sea por necesidades personales, demoras inevitables y la fatiga que pudiera presentar el trabajador durante la realización de esta actividad [23]. Para calcular el tiempo estándar primero se debe calcular el tiempo promedio por cada elemento que se obtiene mediante la Ecuación 1; el tiempo normal se determina con la Ecuación 2 y finalmente el tiempo estándar se calcula con la Ecuación 3.

$$T_m = \frac{\sum X_i}{n} \quad (1)$$

$$T_n = T_m (F_d) \quad (2)$$

$$T_s = T_n (1+S) \quad (3)$$

Donde:

$T_m$ : Tiempo promedio.

$X_i$ : Lectura de tiempo  $i$ .

$n$ : Número de lecturas.

$T_n$ : Tiempo normal.

$F_d$ : Valorización de ritmo de trabajo en porcentaje.

$T_s$ : Tiempo estándar.

$S$ : Ponderación de suplementos en porcentaje.

### **Capacidad de Producción**

La capacidad de producción en una empresa corresponde al número de productos que puede fabricar en un periodo de tiempo determinado, teniendo en cuenta recursos disponibles por la empresa ya sean humanos, tecnológicos, económicos y físicos [27], la capacidad de producción se calcula mediante la Ecuación 4.

$$C_p = \frac{1}{T_s} \quad (4)$$

Donde:

$C_p$ : Capacidad de producción.

$T_s$ : Tiempo estándar.

## Método de Guerchet

Evalúa la superficie necesaria para una planta de producción, y está formada por la sumatoria de tres superficies parciales que al final proporciona el espacio total requerido (ST) que se calcula mediante la Ecuación 5 [28].

$$ST=N (SS+SG+SE) \quad (5)$$

Las superficies parciales del criterio de Guerchet son [29]:

- Superficie estática (SS). Representa el área que ocupa una máquina o un mueble en específico y se calcula mediante la Ecuación 6.

$$SS=LxA \text{ (Largo x Ancho)} \quad (6)$$

- Superficie gravitacional (SG). Representa el área que utiliza el material y el obrero para la realización de las operaciones de manufactura alrededor de los puestos de trabajo y se calcula mediante la Ecuación 7, donde N es el número de lados efectivos por los cuales las máquinas o muebles son utilizadas.

$$SG=N \times SS \quad (7)$$

- Superficie evolutiva (SE). Representa al área necesaria para la circulación de material, elementos móviles y se calcula mediante la Ecuación 8.

$$SE=K (SS+SG) \quad (8)$$

Donde K se conoce como coeficiente de evolución, este coeficiente va ser diferente para cada área de trabajo y representa la relación entre las alturas de los elementos móviles y elementos estáticos como se indica en la Ecuación 8.

$$K=\frac{h_{EM}}{2 \times h_{EE}} \quad (8)$$

La media ponderada de las alturas de elementos móviles ( $h_{EM}$ ) y media ponderada de las alturas de elementos estáticos ( $h_{EE}$ ), se calcula mediante la ecuación 9 y 10 respectivamente.

$$h_{EM} = \frac{\sum_{i=1}^m A_i \times n \times h}{\sum_{i=1}^m A_i \times n} \quad (9)$$

$$h_{EE} = \frac{\sum_{i=1}^s SS_i \times n \times h}{\sum_{i=1}^s SS_i \times n} \quad (10)$$

Donde:

$h_{EM}$ : Altura media ponderada de los elementos móviles.

$h_{EE}$ : Altura media ponderada de los elementos estáticos.

$A_i$ : Área estática de cada elemento móvil.

$SS_i$ : Área estática de cada elemento estático.

$n$ : Número de elementos móviles o estáticos.

$h$ : Altura de elementos móviles o estáticos.

$m$ : Variedad de elementos móviles.

$s$ : Variedad de elementos estáticos.

### **Ubicación de Instalaciones**

Ubicación o localización de instalaciones es un proceso estratégico de selección de sitios geográficos para realizar las operaciones de la fábrica, las opciones de localización pueden tener un impacto crucial en la cadena de valor de la empresa y debe ser analizado con el objeto de reducir costos, mantención o mejora de calidad, velocidad de respuesta, los factores dominantes al momento de elegir un nueva localización en industrias manufactureras son:

- Clima laboral favorable.
- Proximidad a los mercados.
- Calidad de vida.
- Proximidad a proveedores y recursos.
- Costos de servicios públicos.

Mientras para industrias de servicios:

- Proximidad a los clientes.
- Costos de transporte.
- Localización de competidores [30].

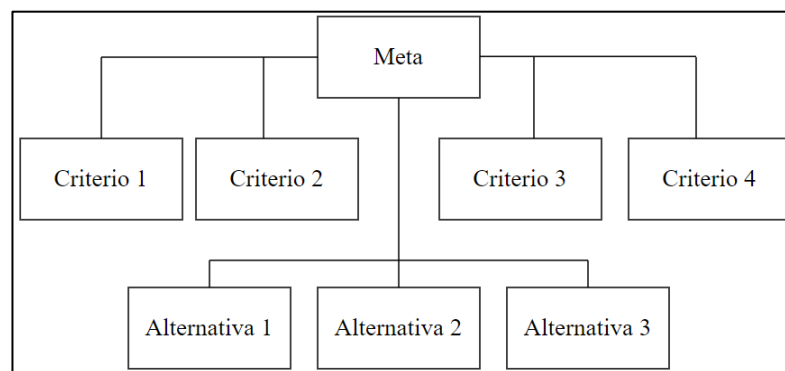
### Proceso Analítico Jerárquico

El método AHP por su nombre en inglés, Analytic Hierarchy Process es una herramienta para toma de decisiones, se basa en la idea de un problema complejo de multicriterio que se puede resolver mediante la jerarquización de los problemas planteados. Se requieren evaluaciones subjetivas respecto a la importancia relativa de cada uno de los criterios y además su preferencia con respecto a cada una de las alternativas de decisión. El resultado del AHP es una jerarquización con prioridades que muestran la preferencia global para cada una de las alternativas de decisión [31].

### Etapas del modelo AHP

- **Modelización**

En esta etapa se realiza la jerarquización del problema, se define objetivo, criterios empleados y alternativas planteadas; el problema se estructura en tres niveles, en el nivel 1 se encuentra el objetivo, en el nivel 2 se encuentra los criterios que pueden ser medibles subjetivamente y en el nivel 3 se encuentra las alternativas, en la Figura 5 se muestra el esquema jerárquico.



**Figura 5:** Esquema Jerárquico [31].



## - Valoración

En este paso se ordena y pondera el interés de cada uno de los criterios en la selección de alternativas, en pocas palabras el decisor mide la importancia de cada uno de los criterios mediante comparaciones pareadas con valores del 1 al 9, en la Tabla 1 se muestra la correlación entre valoración numérica y cualitativa.

**Tabla 1:** Escalas de puntuación Proceso AHP [31]

Puntuación	Significado
1	Igual importancia
2	Entre igual importancia e importancia moderada
3	Importancia moderada
4	Entre importancia moderada e importancia grande
5	Importancia grande
6	Entre importancia grande e importancia muy grande
7	Importancia muy grande
8	Entre importancia muy grande e importancia extrema
9	Importancia extrema

## - Análisis de consistencia

La propiedad de consistencia solo se obtiene en un caso ideal, ya que existe una subjetividad innata del decisor, esta se intenta hacer lo más objetiva posible en el proceso, ya que los elementos de la matriz pareada se comparan sucesivamente. El grado de inconsistencia se mide con el ratio de inconsistencia (CR), si es aceptable se continúa con el proceso de decisión, pero si no lo es, se debe modificar los juicios sobre las comparaciones pareadas, para una matriz de 3x3 se considera un ratio de inconsistencia del 5% [32].

## Expert Choice

Es un software de toma de decisiones utilizado para el análisis, síntesis, justificación y evaluación de problemas complejos, cada elemento se compara con otro respecto a un criterio, de manera que hace mirar a sus componentes en forma aislada, reduciendo a términos más sencillos. Aunque no se puede garantizar una respuesta correcta, se puede garantizar que la decisión está basada en un exhaustivo análisis, y sintetizando la información relevante, el conocimiento y experiencia [33].

Entre las principales aplicaciones en la industria se encuentra la asignación de recursos, evaluación de personal, administración de la producción, evaluación de proveedores y formulación de estrategias de marketing. El interfaz del programa se muestra en la Figura 6.

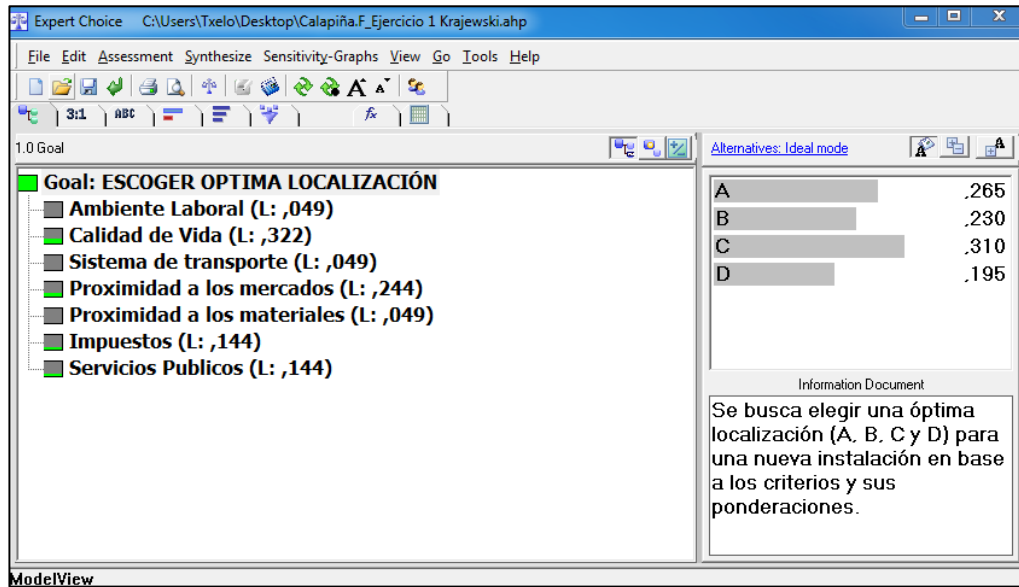


Figura 6: Interfaz Expert Choice

## Distribución de Instalaciones

La distribución de instalaciones o también conocida como distribución de layout es un concepto relacionado con la disposición de maquinarias, bodegas, estaciones de trabajo y pasillos sean estos nuevos o existentes con la finalidad de organizar el método de trabajo de manera que asegure la fluidez de materiales, personas e información dentro de un sistema productivo [34].

## Objetivos de la distribución de instalaciones

La meta general al aplicar esta técnica es lograr un orden lógico en las áreas de trabajo que resulte económico producir, de la misma manera brindar todas las seguridades a los trabajadores y terceros, los objetivos se mencionan a continuación:

- Reducción de riesgo de accidentabilidad y daños a la salud, eliminación de herramientas en zonas de tránsito, pasillos peligrosos, mala ventilación entre otros.

- Mejora en el ambiente laboral y satisfacción del obrero, mediante presencia de áreas verdes, ambientes ventilados e iluminados.
- Optimización del uso del espacio para las distintas áreas, con la disminución de los excesivos recorridos y con la reubicación de almacenes.
- Reducción del manejo de materiales, al agrupar las operaciones se acortan las distancias.
- Reducción del trabajo en proceso (WIP), al tener una secuencia lógica se reduce el tiempo de permanencia e inventarios temporales entre procesos.
- Maximización del uso de maquinaria, mano de obra, se identifica los tiempos ociosos, muertos e improductivos tanto de maquinaria como mano de obra con los cuales se busca el mejor aprovechamiento de estos recursos.
- Acortamiento del tiempo de fabricación, al reducir las distancias y recorridos excesivos en el proceso de producción se reduce el tiempo empleado en estas actividades obligando a mantener un flujo continuo.
- Reducción del trabajo administrativo, si el proceso sigue un flujo bien determinado facilita la programación del trabajo.
- Supervisión fácil y efectiva, la identificación de fallos, retrasos y problemas en la producción se incrementa.
- Disminución de la congestión o confusión, mediante la agrupación de operaciones se vitan cruces de procesos eliminando la congestión y confusión.
- Mayor facilidad de ajuste a los cambios de condiciones, con una empresa ordenada, seccionada sus áreas de trabajo se acoplan fácilmente a cambios en la demanda lo que represente una expansión y reducción de planta [35].

### **Principios de la distribución de instalaciones**

Estos principios van en conjunto a los objetivos planeados en la distribución de planta, y estas se aplican en base a las políticas dadas por la gerencia o según el grado de importancia que dé el planificador.

- **Integración en conjunto.** Consiste en la integración del hombre, materiales, máquinas y actividades auxiliares, realicen un trabajo sincronizado en cierto sentido que se convierta la fábrica en una sola máquina.

- **Mínima distancia recorrida.** Al tener varias alternativas de distribución siempre es mejor aquella que brinde el menor recorrido interdepartamental por ende el traslado de materiales entre operaciones será más corta.
- **Circulación o flujo de materiales.** En igualdad de condiciones es mejor una distribución que ordene las áreas de trabajo en un orden lógico de modo que cada operación esta una tras la otra complementando al principio de la mínima distancia recorrida.
- **Espacio cúbico.** En teoría la distribución de instalaciones trata del ordenamiento de maquinaria, hombre y servicios auxiliares los cuales ocupan tres dimensiones, lo que significa que se debe aprovechar el espacio libre existente.
- **Satisfacción y seguridad.** La satisfacción del personal operativo es un factor importante, con ello la empresa gana reducción de estrés laboral, aumento de la moral de los operadores y reducción de costos de producción.
- **Principio de la flexibilidad.** Una distribución es efectiva cuando los cambios ya sea de sus infraestructura, diseño de producto o cualquiera que interfiera en la empresa se lo realice de la manera óptima y reduciendo costos [36].

### **Tipos de distribución**

La distribución de instalaciones va a depender del tipo de producción de la empresa, estos se detallan a continuación:

- **Distribución de posición fija.** Esta distribución es usada cuando el producto es demasiado grande y de difícil manejo para moverlo a las distintas fases del proceso.
- **Distribución basada al producto.** Se utiliza en las conocidas líneas de ensamble donde la maquinaria, los servicios auxiliares se disponen unos a continuación de otros de forma que el producto fluya a través de una estación de trabajo hacia otra de acuerdo a la secuencia de producción formando una cadena.
- **Distribución basada en el proceso.** Este tipo de distribución las máquinas y servicios auxiliares se agrupan en función de sus características funcionales,

además son adecuadas cuando se produce un bajo volumen de productos de diferentes características de diseño y cuando el volumen de pedidos sufre cambios bruscos.

- **Distribución por grupos autónomos de trabajo.** La principal característica de este tipo de distribución es que se agrupa por familias de productos, se utiliza cuando los volúmenes de producción de una parte en particular no es suficiente para justificar la distribución por producto, mientras que si se agrupan por familias se la puede realizar por este tipo de distribución, de esta manera cada grupo o familia funcionara de forma autónoma [37].

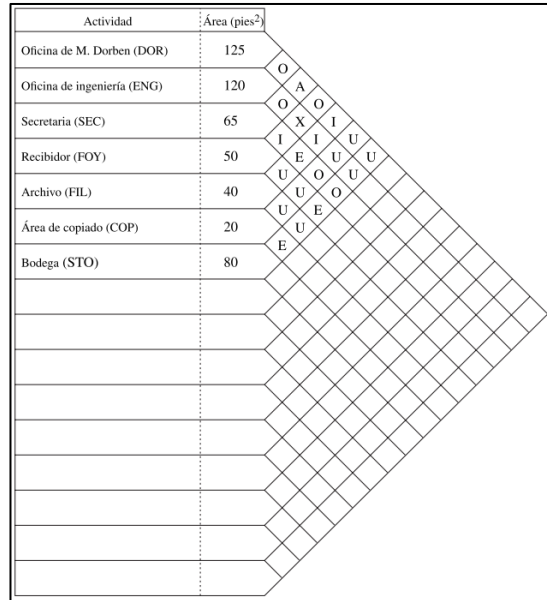
### **Naturaleza de los problemas de distribución de instalaciones**

- **Proyecto de una planta de completamente nueva.** Este caso de distribución se presenta cuando la planta inicia un nuevo tipo de producción, cuando se expansiona o se traslada a una nueva área, es poco común este caso.
- **Expansión o traslado a una planta ya existente.** En este caso a diferencia de la anterior la estructura del edificio ya se encuentra y limita la libertad de acción del especialista de distribución, en lo que se debe enfocar es abandonar viejas prácticas y métodos de trabajo obsoletos y lanzarse a mejorar dichos métodos.
- **Reordenamiento de una distribución ya existente.** Al igual que el anterior caso en este ya se cuenta con la estructura de la planta, lo que también es buena ocasión para adoptar nuevos métodos, equipos y herramientas eficientes.
- **Ajustes menores en distribuciones ya existentes.** Este consiste en variar las condiciones de operación, como diseño de piezas, fabricación de piezas adicionales, alta demanda de productos, lo que lleva a la reordenación de las áreas de trabajo [36].

### **Método SLP**

Planeación sistemática de la distribución de Muther, tiene como objetivo ubicar áreas productivas con grandes relaciones lógicas y de frecuencia cercana entre sí, este procedimiento cuenta con 6 pasos:

**Primer Paso:** Diseño del Diagrama de relaciones, en esta etapa se determina las relaciones entre las diferentes áreas, mediante un formato especial llamado Diagrama de Relaciones (Figura 7), este representa el grado relativo de acercamiento que se requiere o se desee establecer.



**Figura 7:** Diagrama de relaciones [25].

**Segundo Paso:** Definición de Necesidades de Espacio, en esta etapa se determina las necesidades de espacio en unidades de superficie cuadráticas, estos se pueden estimar en base a los requerimientos actuales o proyectados bajo estándares legales, además de esta información también se define el tipo y forma deseada.

**Tercer Paso:** Elaboración del diagrama de relaciones entre actividades, en esta etapa se realiza una representación gráfica de las diferentes actividades desde las más importantes hasta que no necesitan importancia, para esto el analista se debe basar en la tabla de valores de relación SLP que se presenta en la Figura 8.

Relación	Valores más cercanos	Valor	Líneas en el diagrama	Color
Absolutamente necesario	<b>A</b>	4	≡≡≡≡	Rojo
Especialmente importante	<b>E</b>	3	≡≡≡	Amarillo
Importante	<b>I</b>	2	≡≡	Verde
Ordinario	<b>O</b>	1	≡	Azul
Sin importancia	<b>U</b>	0	—	
No deseable	<b>X</b>	-1	⚡	Café

**Figura 8:** Valores de relación SLP [25].

**Cuarto Paso:** Determinación de relaciones de espacio en la distribución, los analistas al tener una distribución que cumplan con sus expectativas el siguiente paso es compactarlas en el plano, esta tarea no es tan fácil como parece debido a que el especialista debe tomar en cuenta las restricciones de espacio y sitios de servicio que harán modificar el plano.

**Quinto Paso:** Evaluar una distribución alterna, las alternativas que puedan brindar las mismas bondades a nuestros problemas distribución pueden ser muchas pero el analista debe optar por la mejor en base a factores alineadas con los objetivos del estudio.

**Sexto Paso:** Selección e instalación de la distribución [25].

### **Análisis Carga-Distancia**

Mediante este análisis se evalúa distribuciones alternas de un estudio de distribución de instalaciones en base a la suma de la distancia actual multiplicada por la carga en unidades de cada alternativa. En ciertas ocasiones se aplica la variante del costo del manejo de materiales multiplicando directamente por el número de cargas [34].

### **Simulación de Eventos Discretos**

La simulación se refiere a un conjunto de métodos y aplicaciones que buscan emular el comportamiento de sistemas reales mediante un software de computadora apropiado. La simulación de eventos discretos se define como el conjunto de relaciones lógicas, matemáticas y probabilísticas que integran el comportamiento de un sistema bajo estudio cuando se presenta un evento determinado, por ejemplo se realiza un muestreo del número de personas que llegan a un banco en un lapso específico, se puede simular esta variable con ecuaciones ligadas a distribuciones de probabilidad que reflejen dicho comportamiento [38].

## Elementos de la simulación

Los elementos relevantes que conforman un modelo de simulación son:

- **Entidad**, representación de los flujos de entrada y salida.
- **Estado del Sistema**, condición que guarda el sistema en un momento determinado.
- **Evento**, es un cambio en el estado actual del sistema.
- **Localizaciones**, lugares donde las entidades se detienen para ser transformada o esperar para serlo.
- **Recursos**, son los elementos diferentes a las localizaciones que son necesarios para llevar a cabo una operación.
- **Atributos**, es una característica de una entidad.
- **Variables**, son condiciones cuyos valores se crean y modifican por medio de ecuaciones matemáticas y relaciones lógicas.
- **Reloj de la simulación**, es el contador de tiempo de simulación [38].

## Ventajas y desventajas

La simulación de eventos discretos presenta ventajas y desventajas que se precisa tomar en cuenta al decidir si es apta para resolver un problema determinado, estas se detalla en la Tabla 2.

**Tabla 2:** Ventajas y desventajas de la simulación [38].

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"><li>- Herramienta perfecta para medir el impacto de los cambios en un proceso sin necesidad de implementar</li><li>- Puede utilizarse como medio de capacitación de toma de decisiones</li><li>- Economía, en relación al hacer cambios en procesos reales</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- No es una herramienta de optimización</li><li>- La simulación resulta costosa en problemas sencillos</li><li>- Requiere bastante tiempo para su realización</li></ul>



## Pasos para un estudio de simulación

La realización de un estudio de simulación requiere una serie de actividades y análisis que se resumen en tres, que se muestra en la Figura 9.

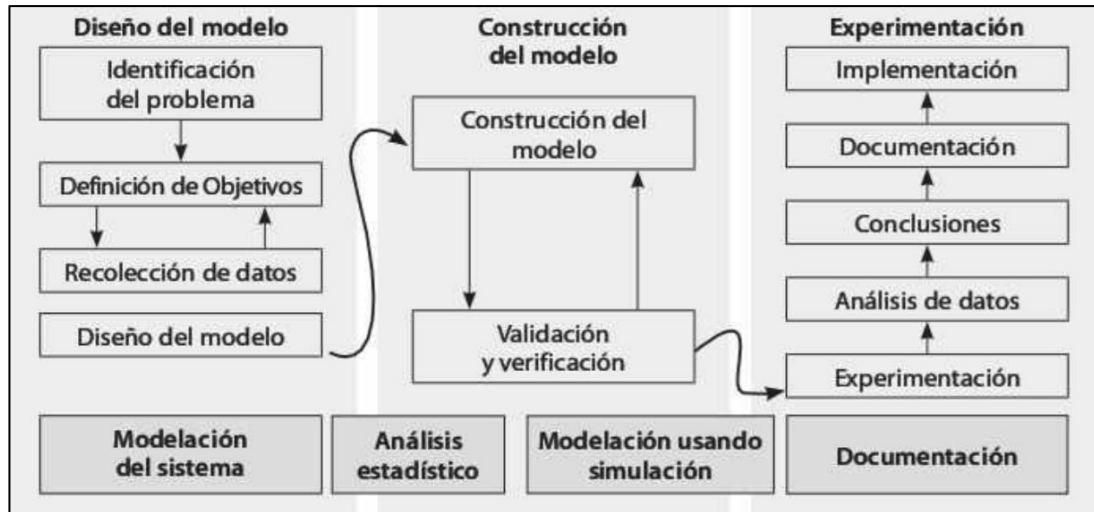


Figura 9: Ciclo de un estudio de simulación [38].

## Software Flexsim 2019

Flexsim es un simulador de eventos discretos que permite modelar, visualizar y analizar procesos industriales simples y complejos gracias a su entorno 3D; un modelo creado en este software simplemente es un flujo de entidades (Flowitems) a través de localizaciones como colas (Queue), procesos (Processors) complementada por recursos (Taskexecuter).

## Terminología

**Modelo de simulación:** grupo de objetos que representan un proceso industrial.

**Flowitems:** son objetos que se mueven a través del modelo, pueden representar productos, partes, ensambles, papeles, contenedores.

**Objeto:** recurso o entidad con comportamiento propio, atributos y variables, entre las principales se tiene, (Figura 10).

- FixedResources, objetos que crean, procesan o reciben flowitems, entre estos se tiene a queue, processors, separator, combiner, sources y sink.
- TaskExecuters, objetos móviles que desempeñan tareas asignadas, operators, transporter y robots.

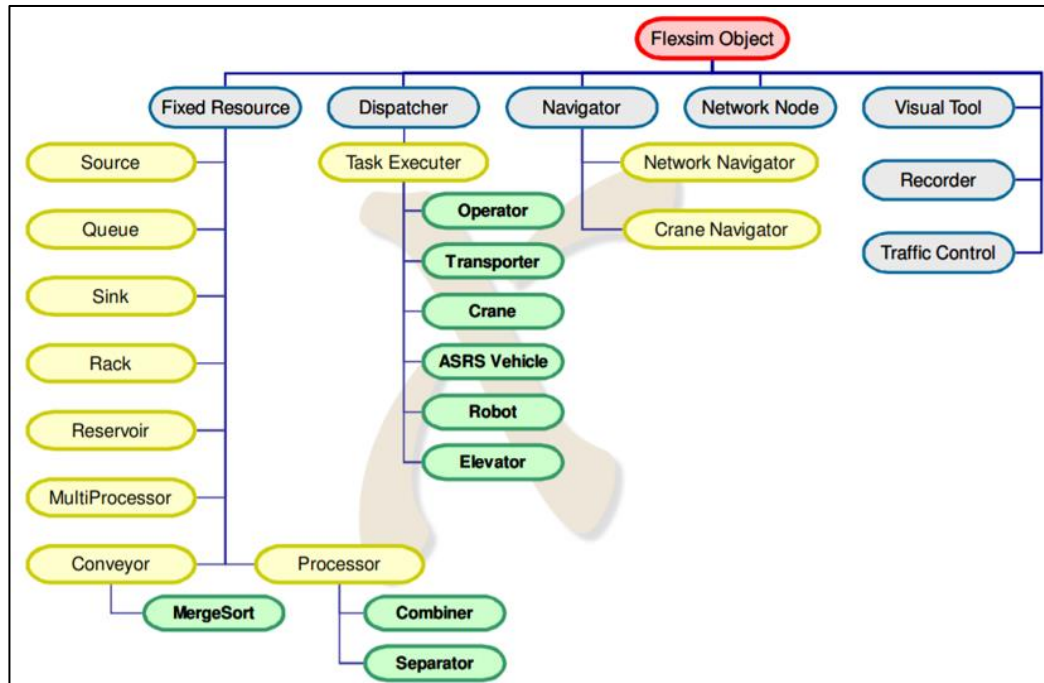


Figura 10: Clasificación de objetos de Flexsim [39].

**Ports:** cada objeto tiene un número ilimitado de puertos y se clasifican en 3 tipos, Inputs Ports, Outputs Ports y Central Ports, los dos primeros se utiliza para definir el flujo de las entidades, mientras que el tercero se utiliza para referenciar especialmente a objetos móviles como operadores. Las teclas para la conexión de puertos se indican en la Tabla 3.

Tabla 3: Teclas de conexión de puertos [39].

	Entrada y Salida	Central
<b>Desconectar</b>	Q	W
<b>Conectar</b>	A	S
<b>Ver</b>	V	C

**Tiggers:** es un desencadenador que se activa al ejecutarse un evento determinado de un objeto.

## **ExpertFit**

Es un software que viene conjuntamente con el paquete Flexsim, sirve para determinar de manera automática y precisa la distribución de probabilidad que representa un conjunto de datos; cuenta con 40 tipos de distribuciones, 30 diagramas de alta calidad, 4 pruebas de ajuste de bondad técnicamente correcta. ExpertFit es muy utilizado en el campo de la simulación debido a que se puede obtener fácilmente los parámetros de una distribución de probabilidad en el formato del software de simulación que se desee obtener [40].

## **Experimenter**

Es una herramienta estadística de Flexsim que permite simular el modelo mediante diferentes escenarios cambiando ciertas variables claves en cada uno de ellos con varias réplicas por escenario recolectando datos, aparte de ello tiene el optimizador el cual creará automáticamente escenarios que posteriormente los probará, tratando de encontrar el escenario que mejor se adapte al estudio [41]

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 General**

Diseñar la distribución de instalaciones de la planta de producción de la empresa Tenería San José CIA LTDA.

### **1.3.2 Específicos**

- Realizar el levantamiento de información del proceso productivo.
- Desarrollar un estudio de tiempos del proceso de producción.
- Aplicar metodologías de distribución de instalaciones.
- Simular el funcionamiento de la distribución actual y propuestas mediante el Software FLEXSIM.
- Seleccionar el mejor modelo de distribución mediante indicadores obtenidos en la simulación.

## CAPÍTULO II

### METODOLOGÍA

#### 2.1 Materiales

Los materiales utilizados en el desarrollo de la propuesta se detallan en la Tabla 4, que se muestra a continuación.

**Tabla 4:** Materiales utilizados para la elaboración del proyecto

<b>Material</b>	<b>Utilidad</b>
Cámara Fotográfica/Filmadora	Capturas digitales de puestos de trabajo, localidades externas, utilizadas para la descripción del proceso productivo, anexos y otros.
Medidor láser de distancias	Marca Bosch, modelo DLE 50 Profesional, utilizado para realizar mediciones de longitud con exactitud.
Flexómetro	Marca Stanley, para realizar mediciones de longitudes cortas o donde el haz de luz del medidor electrónico no funcione.
Paquete de Microsoft Office 2016	Realización de informes, registros, diseño de diagramas de flujos, de relación, organigramas entre otros.
AutoCAD 2016	Diseño de planos actual y propuesto, bosquejo de maquinaria y equipos.
SketchUp 2017	Creación de objetos 3D con visualización realista admisibles para el software de simulación Flexsim formato .3ds y .skp
Expert Choice V11	Evaluar y determinar en base a criterios cualitativos el lugar ideal donde se realiza el estudio de distribución de instalaciones.

Continuación. **Tabla 4:** Materiales utilizados para la elaboración del proyecto

<b>Material</b>	<b>Utilidad</b>
Flexsim 2019	Simulación de modelos actuales y propuestos, obtención de indicadores de productividad.
Cronómetro	Equipo especializado para el estudio de tiempos, ya sea vuelta a cero y acumulado.
Ficha de Registro de Tiempos	Formato para el registro de tiempos en cada operación del proceso de producción de cuero industrial terminado.

## **2.2 Métodos**

### **2.2.1 Modalidad de la Investigación**

El presente proyecto de investigación tiene una modalidad aplicada dado que consiste en emplear conocimientos obtenidos durante toda la carrera para solucionar problemáticas de distribución de instalaciones en el proceso productivo de la empresa TENERÍA SAN JOSÉ CIA LTDA.

#### **Investigación Bibliográfica o Documental**

Para el desarrollo del presente trabajo se hace uso de la investigación bibliográfica-documental puesto que se debe recurrir a fuentes primarias y secundarias como por ejemplo tesis de grado, artículos científicos, libros, periódicos y revistas referentes al tema.

#### **Investigación de Campo**

Para la recolección de información es necesario utilizar la investigación de campo con el fin de observar el fenómeno de estudio in situ específicamente en el proceso de producción de pieles, que sirvan para el cumplimiento de los objetivos planteados en el presente trabajo de investigación.

### 2.2.2 Población y Muestra

La población considerada para el estudio son todos los trabajadores de la empresa Tenería San José CIA LTDA que se detalla en la Tabla 5 a continuación:

**Tabla 5:** Resumen del personal de la empresa

SECCIÓN	PERSONAL
Gerente	1
Supervisor	2
Ventas	1
Administrativo	9
Planta 1	17
Planta 2	10
Mantenimiento	4
<b>Total</b>	<b>44</b>

No es necesario muestra debido a que la población es menor a 100 personas.

### 2.2.3 Recolección de Información

La recolección de información se realiza en días laborales (lunes a viernes) de 8:00 am a 17:00 pm, para ello se utilizará técnicas de recolección de información como:

- **Observación Directa.** Mediante esta técnica se levanta información relevante del proceso productivo, haciendo uso de fichas de observación y registros.
- **Entrevista.** Mediante esta técnica se identifica aspectos claves necesarios para el desarrollo del trabajo de investigación, los cuales se los realizara a expertos en el tema como supervisores y personal operativo.

### 2.2.4 Procesamiento y Análisis de Datos

El procesamiento y análisis de datos se realiza de la siguiente manera:

1. Recolección de la información necesaria para el desarrollo del proyecto.
2. Revisión minuciosa para desechar datos innecesarios.
3. Integración de toda la información para establecer la disposición de las instalaciones.
4. Análisis e interpretación de factibilidad del proyecto

## **CAPÍTULO III**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **3.1 Análisis y discusión de los resultados**

##### **3.1.1 Datos generales de la empresa**

###### **Tenería San José CIA LTDA**

Tenería San José es una empresa familiar fundada en 1979 dedicada al procesamiento de pieles destinadas principalmente a artículos de cuero como calzado, vestimenta y marroquinería. La planta de producción se encuentra formada por varias áreas de producción entre estas se tiene el área de ribera, curtido, recurtido, acondicionado, acabados y terminado.

###### **Misión**

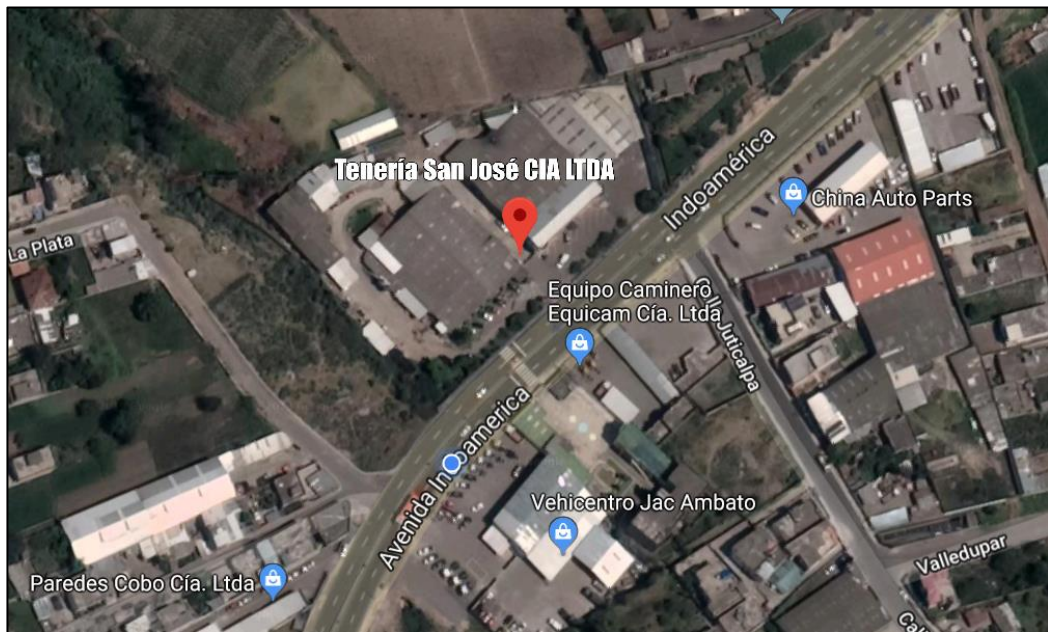
Otorgar a nuestros clientes cueros terminados de alta calidad, haciendo uso de nuestra capacidad, experiencia y tecnología en el tratamiento industrial de pieles, con visión humanista y ambientalista en lo que se refiere a los procesos de producción, creando e innovando nuestros artículos contribuyendo al crecimiento económico del país.

###### **Visión**

Para el 2025 ser una de las empresas líderes del centro del país en el sector industrial del cuero, priorizando la calidad de nuestros artículos mediante la experimentación e innovación de nuestros procesos.

## Ubicación

Tenería San José CIA LTDA se encuentra ubicada en la parroquia Izamba Av. Indoamérica km 4 ½ vía a Quito, a 200 metros antes del ex redondel de la focas, en la Figura 11 se puede apreciar la ubicación de la empresa con la utilización de la aplicación de Mapas de Google.



**Figura 11:** Ubicación de la empresa  
Fuente: Google Mapas

## Organigrama de la empresa

La empresa Tenería San José cuenta con tres niveles jerárquicos:

- **Nivel Directivo y Ejecutivo**

Encabezado por el directorio y gerente general, entre sus principales funciones es la toma de decisiones, coordinación de actividades, brindar directrices e instrucciones, definición de objetivos y metas. El directorio está conformado por el presidente de la compañía y el gerente general.



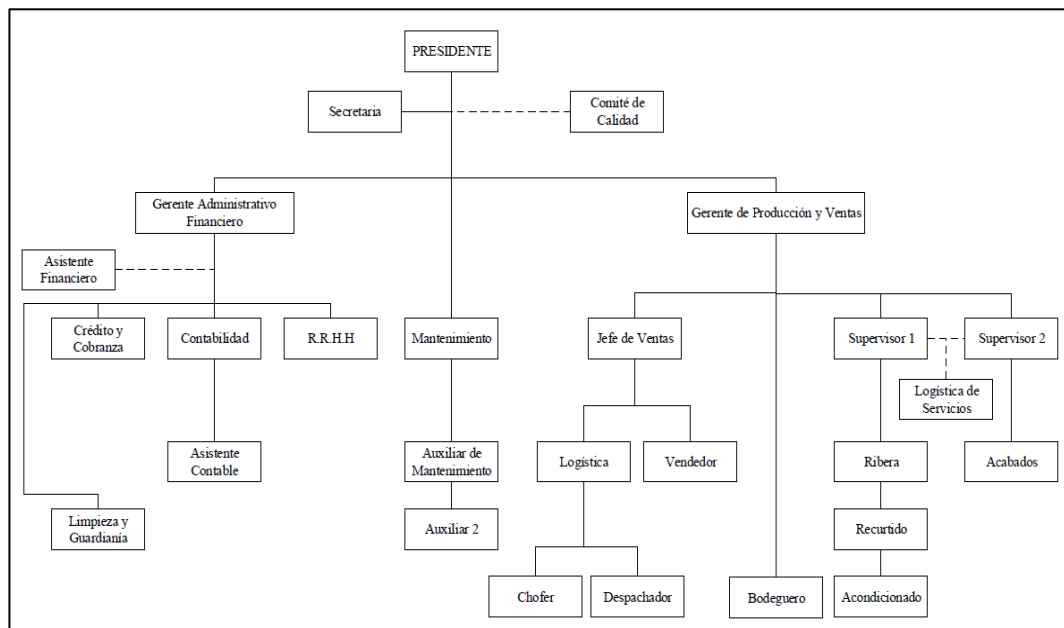
- **Nivel Asesor**

Está formada por las contralorías de la empresa, gerencia administrativa y gerencia de producción.

- **Nivel Operativo**

Se conforma por el personal operativo de las diferentes áreas de producción.

En la Figura 12 se detalla el organigrama funcional:



**Figura 12:** Organigrama funcional  
Fuente: Manual de Operaciones Tenería San José

### Distribución actual de la Empresa

La empresa Tenería San José cuenta con dos plantas de producción, en la primera planta se encuentran varias áreas de trabajo que se detallan a continuación:

- Área de Ribera
- Área de Curtido
- Área de Recurtido
- Área de Acondicionado

Mientras que en la segunda planta se encuentran las áreas de:

- Área de Acabados
- Área de Terminado

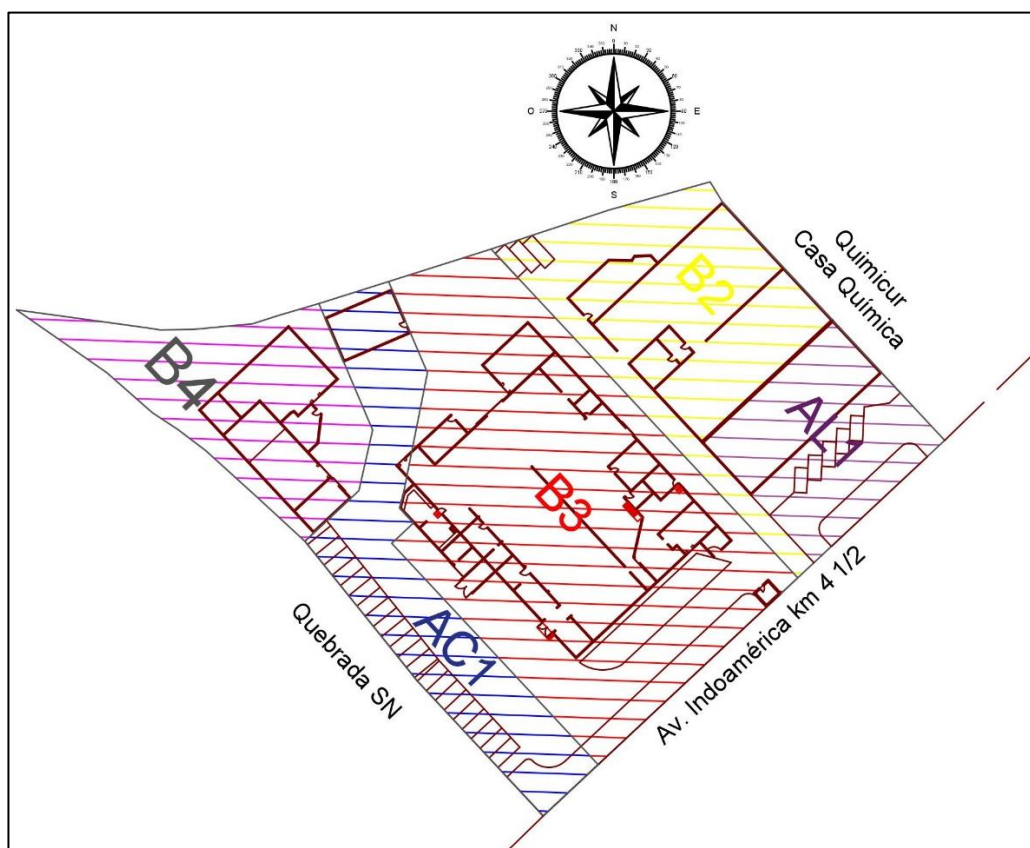
Además de las áreas de trabajo se puede identificar otras localidades que conforman la empresa como bodegas, planta de tratamiento de aguas, oficinas, parqueaderos, áreas verdes, vías de tránsito vehicular y peatonal, en el Anexo 2 se muestra el layout de la distribución actual.

De acuerdo al proyecto Complejo Plaza Norte realizada en el año 2007, el área total de la empresa es de 8.114,38 metros cuadrados, sin tomar en cuenta las bodegas y oficinas de la casa química Quimicur que conforman dicho proyecto, en la Tabla 6 y Figura 13 se puede apreciar detalladamente las subdivisiones de la empresa.

**Tabla 6:** Área total de la empresa  
**Fuente:** Proyecto Complejo Plaza Norte [42].

Sección	Áreas Comprendidos	Área [m <sup>2</sup> ]
B4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lijado y Batanado</li> <li>• Bombos de servicios</li> <li>• Bodega de servicios</li> <li>• Áreas verdes</li> </ul>	1.170,85
AC1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Operaciones de Acabado</li> <li>• Estacionamiento visitantes</li> <li>• Planta de tratamiento de aguas</li> <li>• Áreas de circulación vehicular</li> <li>• Áreas verdes</li> </ul>	1.232,79
B3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planta I</li> <li>• Servicios Higiénicos</li> <li>• Bodega de Químicos</li> <li>• Mecánica</li> <li>• Área de Caldero</li> <li>• Áreas de circulación vehicular</li> <li>• Estacionamiento Exclusivos</li> <li>• Guardianía</li> <li>• Áreas verdes</li> </ul>	3.127,90
B2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planta II</li> <li>• Áreas de circulación vehicular</li> <li>• Casa guardianía</li> </ul>	1.483,73
AL1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Oficinas</li> <li>• Estacionamientos exclusivos</li> </ul>	1.099,11
	<b>TOTAL</b>	<b>8.114,38</b>

En la sección B4, se identifica también secciones de secado para servicios externos en la planta alta del edificio con un área de 105,71 m<sup>2</sup>, de la misma manera en la sección B3 se encuentra las oficinas de supervisión de producción que está en planta alta con un área de 75,68 m<sup>2</sup>.







**Figura 13:** Subdivisiones de la empresa  
**Fuente:** Proyecto Complejo Plaza Norte [42].


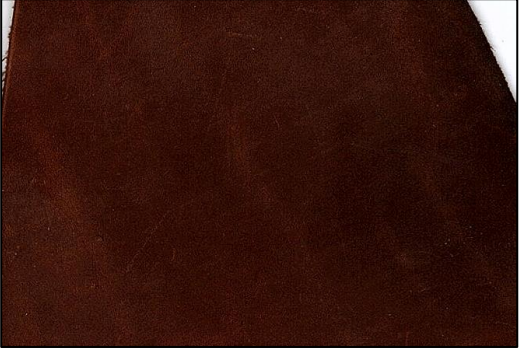


### 3.1.2 Productos

La empresa tiene una variedad de artículos que ofrece al mercado, los cuales varían en cuanto a los acabados que se apliquen y tonalidades de pigmentos; se puede identificar dos grandes grupos de productos; en el primero se encuentran los productos que se fabrican de manera ocasional durante el año, pocas cantidades y “bajo pedido”. Mientras que, el segundo grupo se fabrica regularmente todo el año, con lotes medianos y grandes a los que se podría denominar como el grupo “importante” de productos. El presente estudio se enfoca especialmente en el segundo grupo detallado en la Tabla 7.

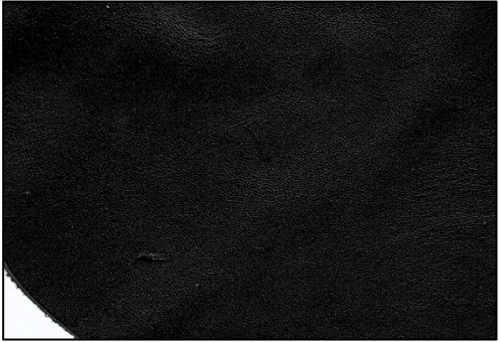
Tabla 7: Descripción de Productos

Producto	Descripción
<p data-bbox="555 297 660 331"><b>Armani</b></p> 	<p data-bbox="924 394 1390 584">Es un tipo de cuero utilizado exclusivamente para calzado masculino formal, en el ámbito de marroquinería es utilizado para elaboración de bolsas.</p>
<p data-bbox="568 719 647 752"><b>Fendi</b></p> 	<p data-bbox="924 853 1390 1003">Este es un tipo de cuero destinado para líneas de calzado deportivo, en marroquinería también es utilizado para elaboración de bolsas.</p>
<p data-bbox="568 1178 647 1211"><b>Forro</b></p> 	<p data-bbox="924 1290 1390 1440">Este tipo de cuero con flor suelta es empleado para calzado formal, pero su utilización es más para la parte interna del mismo.</p>
<p data-bbox="544 1599 671 1632"><b>Gabbana</b></p> 	<p data-bbox="924 1711 1390 1861">Es un tipo de cuero graso utilizado para calzado formal; su característica especial es su acabado brillante y sedoso.</p>

Continuación 1. **Tabla 7:** Descripción de Productos

<b>Producto</b>	<b>Descripción</b>
<p data-bbox="539 297 676 331"><b>Gamuzón</b></p> 	<p data-bbox="924 394 1390 591">Este tipo de cuero a diferencia de los otros productos se utiliza la parte de carnaza, es utilizado para calzado deportivo.</p>
<p data-bbox="517 734 699 768"><b>Hidrofugado</b></p> 	<p data-bbox="924 775 1390 1077">Es un tipo de cuero no permite el paso de líquidos, a diferencia de los demás tiene un mayor calibre, utilizado principalmente para la elaboración de zapatos de uso industrial.</p>
<p data-bbox="552 1171 663 1205"><b>Nubuck</b></p> 	<p data-bbox="924 1245 1390 1491">Este tipo de cuero se utiliza tanto como para calzado y marroquinería, su característica principal es el tacto sedoso que posee la flor, los cueros deben ser alta selección.</p>
<p data-bbox="555 1615 660 1648"><b>Nuvola</b></p> 	<p data-bbox="924 1693 1390 1895">Es un tipo de cuero utilizado para calzado formal, entre sus principales características se encuentra un acabado liso, sedoso y brillante.</p>

Continuación 2. **Tabla 7:** Descripción de Productos

Producto	Descripción
<p style="text-align: center;"><b>Picaso</b></p> 	<p>Es un tipo de cuero utilizado para calzado formal elegante de oficina, entre sus características es la sedosidad al tacto</p>
<p style="text-align: center;"><b>Vitello</b></p> 	<p>Este tipo de cuero es muy utilizado para calzado casual donde resalta el grano natural de la piel, considerado como cuero plena flor.</p>

### 3.1.3 Análisis ABC de productos

El análisis ABC consiste en diferenciar los productos mediante una técnica de segmentación, el proyecto se enfoca en los productos que mayor rentabilidad de a la empresa. Para la realización de esta técnica el departamento de ventas ha proporcionado información de los precios de venta de cada artículo y las ventas realizada en un trimestre.

En la Tabla 8 se detalla los artículos que oferta la empresa, la cantidad de ventas realizada en un mes con el costo unitario de venta, y la valorización obtenida al aplicar la Ecuación 11.

$$\text{Valorización} = \text{Cantidad Vendida (dcm2)} * \text{Costo Unitario (\$/dcm2)} \quad (11)$$

**Tabla 8:** Historial de ventas de los últimos tres meses Tenaría San José**Fuente:** Departamento de Ventas

CÓDIGO	PRODUCTO	CANTIDAD VENDIDA [dcm2]	PRECIO UNITARIO [\$/dcm2]	VALORIZACIÓN [\$]
TSJ-1	Armani	85376	\$ 0,29	\$24.759,04
TSJ-2	Fendi	811072	\$ 0,28	\$227.100,16
TSJ-3	Forro	106723	\$ 0,15	\$16.008,45
TSJ-4	Gabbana	128064	\$ 0,30	\$38.419,20
TSJ-5	Gamuzón	42692	\$ 0,18	\$7.684,56
TSJ-6	Hidrofugado	21344	\$ 0,28	\$5.976,32
TSJ-7	Nubuck	384191	\$ 0,31	\$119.099,21
TSJ-8	Nuvola	234784	\$ 0,28	\$65.739,52
TSJ-9	Picaso	64032	\$ 0,31	\$19.849,92
TSJ-10	Vitello	256128	\$ 0,29	\$74.277,12
		<b>2134406</b>		<b>\$598.913,50</b>

Una vez calculado la valorización de cada artículo se procede a calcular el porcentaje de participación y participación acumulada que se obtiene aplicando la Ecuación 12 y Ecuación 13 respectivamente, que se especifica en la Tabla 9.

$$\% \text{Participación} = \frac{\text{Valorización } i}{\sum \text{Valorización}} * 100 \quad (12)$$

$$\% \text{Participación Acumulada} = \% \text{ Participación}_i + \% \text{ Participación}_{i-1} \quad (13)$$

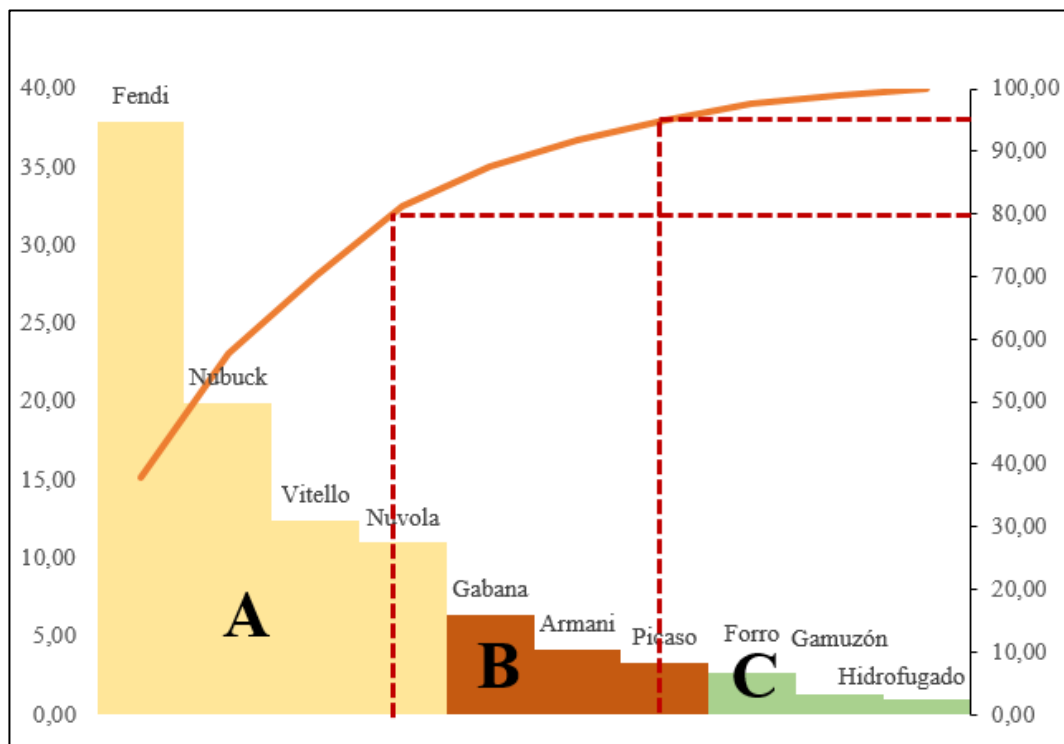
**Tabla 9:** Porcentaje de participación acumulada

CÓDIGO	PRODUCTO	VALORIZACIÓN [\$]	% PARTICIPACIÓN	% PARTICIPACIÓN ACUMULADA
TSJ-2	Fendi	\$227.100,16	37,92	37,92
TSJ-7	Nubuck	\$119.099,21	19,89	57,80
TSJ-10	Vitello	\$74.277,12	12,40	70,21
TSJ-8	Nuvola	\$65.739,52	10,98	81,18
TSJ-4	Gabbana	\$38.419,20	6,41	87,60
TSJ-1	Armani	\$16.008,45	4,13	91,73
TSJ-9	Picaso	\$24.759,04	3,31	95,05
TSJ-3	Forro	\$19.849,92	2,67	97,72
TSJ-5	Gamuzón	\$7.684,56	1,28	99,00
TSJ-6	Hidrofugado	\$5.976,32	1,00	100,00
		<b>\$598.913,50</b>	<b>100,00</b>	

Finalmente se identifica la segmentación en base al criterio ABC, donde en el grupo A aparecen los productos que en participación acumulada se encuentra en el intervalo 0 a 80%, grupo B 81% al 95% y grupo C del 95% al 100%. La segmentación de productos se encuentra en la Tabla 10 y Figura 14 que se observa a continuación.

**Tabla 10:** Segmentación de productos

CÓDIGO	PRODUCTO	PARTICIPACIÓN ACUMULADA	TIPO DE PRODUCTO
TSJ-2	Fendi	37,92 %	A
TSJ-7	Nubuck	57,80 %	A
TSJ-10	Vitello	70,21 %	A
TSJ-8	Nuvola	81,18 %	A
TSJ-4	Gabbana	87,60 %	B
TSJ-1	Armani	91,73 %	B
TSJ-9	Picasso	95,05 %	B
TSJ-3	Forro	97,72 %	C
TSJ-5	Gamuzón	99,00 %	C
TSJ-6	Hidrofugado	100,00 %	C



**Figura 14:** Diagrama ABC



### 3.1.4 Descripción de Procesos de Producción de la Empresa

La empresa Tenería San José cuenta con dos plantas de producción divididas de manera desproporcionada, en la primera planta se identifica las áreas de ribera, curtido, recurtido y acondicionado, mientras tanto que en la segunda planta se encuentra la área de acabados y terminado. A su vez se observa varias bodegas; en primera planta se concentra las bodegas de materia prima y bodegas de químicos de curtido, recurtido y demás; en el caso de la segunda planta se encuentran las bodegas de pigmentos químicos y de material terminado.

#### Proceso de salado de pieles

Como proceso previo se tiene el salado de pieles frescas, estas son traídas desde camales, proveedores locales y nacionales a cantidades distintas, el promedio de recepción de la empresa es de 3000 pieles por mes. Una vez descargadas las pieles se procede a recortar partes innecesarias de estas como es el caso de cuellos, colas y carnazas, para luego ser clasificadas de acuerdo a criterios de calidad, como pieles de primera, segunda y tercera, siendo las de primera aquellas que tengan menos desperfectos en la parte de la flor. Ya terminado la selección de pieles en pelo se salan para ser almacenarlas en bodega de materia prima en pallets de 50 pieles, este proceso es necesario para evitar la descomposición de las mismas, en la Figura 15 se muestra el almacenamiento de pieles saladas.



**Figura 15:** Pieles saladas colocadas en pallets

El proceso de transformación de pieles frescas a cuero industrial comienza cuando se recibe una orden de producción en bodega de materia prima para liberar un lote de 150 pieles saladas y termina cuando las bandas de cuero en cajas salen a la venta o ingresan a bodega de material acabado. A continuación se explica los procesos que se realizan por área de trabajo.

### **Procesos Área de Ribera**

En esta área la función principal es desprender vellos, grasas, cebos y carnazas de las pieles crudas y dejarlas listas para la curtición, además se caracteriza su alto consumo de agua que es utilizado sobre todo para hidratar, limpiar y desinfectar las pieles, entre los químicos empleados se encuentra cal y sulfuro de sodio, tanto el proceso de remojo y de pelambre se lo realiza en el mismo bombo:

**Pesaje 1.** Una vez recibida la orden de producción se procede a ingresar las pieles al proceso de fabricación, el bombo de remojo y pelambre tiene un límite de peso de 3000 kg, en promedio cada piel pesa 20 kg, en la Figura 16 se muestra este proceso.



**Figura 16:** Pesaje previo al remojo

**Remojo.** El propósito es hidratar la piel, eliminar sales, elementos como sangre, estiércol, lodos y suciedad en general, para ello se realiza dos lavados donde se utiliza una gran cantidad de agua, entre los químicos principales que se usan en este proceso son hidróxido de sodio e hipoclorito de sodio.

**Pelambre.** Su objetivo es disolver el pelo de las pieles utilizando químicos como cal, sulfuro de sodio, utiliza un gran volumen de agua y sus efluentes aportan la mayor carga orgánica, en la Figura 17 se muestra los bombos de remojo y pelambre.



**Figura 17:** Bombo de Remojo-Pelambre

**Descarnado.** En este proceso se realiza el desprendimiento de cebos, grasa y carnaza que aún se mantienen en las pieles mediante la acción mecánica de la máquina descarnadora, los residuos resultantes de este proceso ocupan una gran cantidad de espacio, en la Figura 18 se muestra la realización de este proceso.



**Figura 18:** Descarnado de pieles pelambradas

**Deshilachado.** En esta parte del proceso se recortan partes innecesarias de las pieles como es el caso de colas, cuellos y faldas como se muestra en la Figura 19.



**Figura 19:** Deshilachado de cueros pelambreadas

**Dividido.** El objetivo es separar la flor de la carnaza que posee la piel, mediante la acción mecánica de la máquina divididora, además se verifica el cumplimiento de calibres, al final la parte flor de la piel espera para ser pesada, mientras que la carnaza es retirada para otros fines, en la Figura 20 se muestra el proceso de dividido.



**Figura 20:** Dividido de pieles

### **Procesos Área de Curtido**

En esta área la función principal es la obtención del cuero comercial Wet Blue, esta versión de cuero semi-terminado da características como resistencia al paso del tiempo, además estabiliza el colágeno de la piel; esta al igual que el área de ribera utiliza una gran cantidad de agua y químicos como el ácido fórmico, ácido sulfúrico y el cromo, los procesos de esta área se detallan a continuación, el desencalado, purgado, piquelado, purgado y curtido se realizan en el mismo bombo:

**Pesaje 2.** Se pesa la parte flor de las pieles antes de que ingrese a los Bombos de curtido, como se observa en la Figura 21, estas pieles pesan en promedio 18 Kg.



**Figura 21:** Pesaje de pieles divididas

**Desencalado.** Tiene el objetivo de remover la cal y el sulfuro de sodio resultante del remojo y pelambre, que puedan alterar el proceso de curtición, además que se utiliza gran cantidad de agua.

**Purgado.** Esta es una etapa enzimática donde se logra el aflojamiento de las fibras de colágeno, deshinchamiento de las pieles, aflojamiento del repelo y una limpieza de la piel de sustancias que no han sido eliminados en operaciones anteriormente realizadas.

**Piquelado.** Es un proceso de preparación para la curtición mediante la utilización de ácidos sulfúricos y fórmicos con el fin de bajar el pH y garantizar la eliminación de álcalis de la piel que harían precipitar el curtiente, además se añade sales como cloruro de sodio, formiato de sodio para evitar el hinchamiento ácido de las pieles.

**Curtido.** Es el proceso de transformación de piel a cuero comercial está dada por la estabilización del colágeno mediante agentes curtientes minerales o vegetales, siendo la sales de cromo las más utilizadas, en esta última etapa el consumo de agua medianamente alto, al final de este proceso se obtiene el Wet Blue también conocida piel curtida al cromo o azul húmedo donde la característica principal es la resistencia a la descomposición y al paso del tiempo. En la Figura 22 se muestra los bombos de curtido donde se realiza todos estos procesos.



**Figura 22:** Bombos de curtido

### **Procesos Área de Recurtido**

El objetivo de esta área es brindar características esenciales que ayudará posteriormente en la etapa de acabados, entre estas están el calibre, elasticidad, color, resistencia, soltura de flor, facilidad de grabado entre otros, mediante la aplicación de químicos recurtientes el consumo de agua aún es alto sobre todo en los procesos de recurtido, teñido, engrase, y fijado que se lo realiza en el mismo bombo. A continuación se detallan dichos procesos:

**Ecurrido.** Es una operación mecánica utilizada para eliminar el exceso de humedad del Wet Blue mediante la acción de dos rodillos rodantes, en la Figura 23 se muestra el proceso de escurrido.



**Figura 23:** Ecurrido de Wet Blue

**Recorte.** Este proceso es manual y La finalidad es partir los cueros en 2 bandas, debido a que es más fácil trabajar en sus posteriores operaciones con medios cueros que con

cueros enteros debido a su gran tamaño, en la Figura 24 se muestra el proceso de recorte o partido de pieles



**Figura 24:** Partido de pieles enteras

**Clasificado.** Esto se la realiza con el fin de estratificar las pieles en base a criterios de calidad como cueros de primera, segunda y tercera, ya que en base a este nivel se le asignará el tipo de cuero que se lo realizará, en la Figura 25 se muestra los cueros clasificados.



**Figura 25:** Clasificado de Wet Blue

**Rebajado.** Es una operación para dar un espesor definido y homogeneidad en base a los requerimientos de los clientes, los desechos resultantes de esta operación tiene una semejanza al aserrín que es alta en cromo 3, en la Figura 26 se muestra el proceso de rebajado.



**Figura 26:** Rebajado de calibre de Wet Blue

**Pesaje 3.** Los cueros Wet Blue deben ser pesados antes de que ingrese a los bombos de recurtido debido a que estos se manejan con un máximo de pesaje como sucede en los bombos de curtido y de ribera, en la Figura 27 se muestra la balanza utilizada para este proceso, estos cueros pesan en promedio 2 Kg.



**Figura 27:** Pesaje previo al recurtido

**Neutralizado.** El objetivo del neutralizado es eliminar el exceso de ácido presente en el cuero además que ayuda a que los elementos químicos utilizados posteriormente tengan mayor penetración.

**Recurtido.** Esta etapa es de esencial importancia debido a que brinda características especiales al cuero en función del artículo que se desea obtener, lo que generalmente proporcionan los recurtientes es llenura, firmeza de flor, resistencia al grabado, elasticidad e intensidad de color.



**Teñido.** El objetivo del teñido es darle color al cuero, el cual es atravesando todo el espesor, es de mucha importancia para que no sea tan esforzada la pigmentación en la etapa de acabados.

**Engrasado.** La finalidad de esta etapa es darle características de resistencia, suavidad al tacto y elasticidad mediante la lubricación de las fibras de cuero, se utiliza grasas naturales de origen animal o vegetal, sintéticas de derivados de petróleo.

**Fijado.** Esta la parte final del recurtido, consiste en bajar el pH, con la finalidad de cerrar los poros de la flor y a su vez se impregne todos los químicos utilizados en el proceso. En la Figura 28 se muestra los bombos de recurtido, donde se realiza todos estos procesos.



**Figura 28:** Bombos de recurtido

### **Procesos Área de Acondicionado**

En esta área prepara al cuero para su etapa final de acabados, la utilización de agua en esta área es nula pero se utilizan mayores máquinas de tracción mecánica para eliminar la humedad contenida en los cueros, a continuación se muestra los procesos que se realiza en esta área.

**Desvenado.** Realiza el proceso de escurrido por acción mecánica mediante la presión de dos rodillos apretadores que al hacer contacto con los cueros elimina el exceso de líquido que se encuentran en estas, en la Figura 29 se muestra el proceso de desvenado.



**Figura 29:** Desvenado

**Secado al vacío.** Consiste en un sistema de dos planchas que se superponen entre sí, la primera plancha tiene una superficie lisa de acero inoxidable que funciona como calefactor y comunica por conducción la temperatura para evaporar el agua del cuero, mientras que la segunda se cierra herméticamente produciendo el efecto de vacío que en breves minutos evapora los líquidos secando el cuero, en la Figura 30 se muestra el proceso de secado al vacío.



**Figura 30:** Secado vacio

**Secado Aéreo.** Este secado se hace en temperatura ambiente, las bandas de cueros se cuelgan en un mecanismo que cubre la mitad del espacio aéreo de la primera planta con ello se logra secar por completo el cuero, en la Figura 31 se muestra el secadero aéreo.



**Figura 31:** Secado aéreo

**Ablandado.** Consiste en dar suavidad a los cueros que se salieron del secado aéreo, mediante la acción mecánica de la máquina Mollisa mediante vibración que se puede observar en la Figura 32.



**Figura 32:** Ablandado en Mollisa

**Togging.** Este proceso consiste en estirar el cuero al máximo para ganar área y soltura de flor, a su vez que también reduce el calibre, en la Figura 33 se muestra este proceso.



**Figura 33:** Estirado en Togging

**Lijado.** Esta parte del proceso se encarga de corregir las imperfecciones que se encuentran en la superficie de los cueros tanto como la flor como la carnaza reduciendo el calibre de las bandas brindándoles suavidad al tacto, en la Figura 34 se muestra el proceso de lijado.



**Figura 34:** Lijado

**Pulido.** Este proceso se utiliza para acondicionar la flor del cuero brindando un acabado brillante mediante la acción de cepillos, en la Figura 35 se muestra la máquina pulidora.



**Figura 35:** Pulidora

**Humectado.** Este proceso se aplica a cueros que perdieron toda cantidad de humedad, suavidad y textura en la flor y es necesario una re-humectación urgente o cuando la empresa adquiere cueros semi-terminados ya sea en Wet Blue o recurtido, no es muy usual este proceso, ni la utilización de esta máquina, en la Figura 36 se muestra la máquina humectadora.



**Figura 36:** Humectadora

**Batanado.** Este proceso se lo realiza en bombos de batanado como se indica en la Figura 37, también conocidas como zarandas, consiste en ablandar los cueros mediante la acción de golpes que van relacionados por las caídas que sufre por giros a altas revoluciones por minuto, con esto se logra la soltura de la flor y pérdida de rigidez del cuero.



**Figura 37:** Bombo de Batanado

## Procesos Área de Acabado

Conjuntamente con el área de terminado, denominada el “área seca” de la empresa, debido a que no se utiliza agua, se encarga de realizar los acabados en los cueros como pintado, prensado y cepillado. Estos procesos que se describen a continuación se aplican en base al tipo de cuero que se desea obtener.

**Pintado.** Se encarga de dar color a las pieles, en la empresa se utiliza varios métodos para este proceso, los que se detallan a continuación:

- **Pintado manual.** Las bandas son tendidas en mesas inclinadas para posteriormente ser pintadas mediante una pistola o soplete de manera uniforme, luego son secadas en tendederos en una cabina, estos se aplican cuando la demanda cueros es baja y se producen en lotes pequeños, en la Figura 38 se muestra este método de pintura.



**Figura 38:** Pintado manual

- **Pintado con Pigmentadora de Carrusel.** Este proceso consiste en ingresar las bandas de cueros por la parte frontal de la máquina, ésta cuenta con dos etapas, en la primera se realiza el pintado mediante pistolas neumáticas de manera circular lo que asemeja a un carrusel, en la segunda etapa se encuentra el horno que ayuda a secar el pigmento añadida a la banda, en la mayoría de artículos es necesario realizar este proceso varias veces o “manos” de pigmento, como actividad previa a este pintado se realiza la preparación de pigmentos en un tanque adyacente a la máquina, este proceso se lo realiza

cuando se trabaja en lotes grandes, en la Figura 39 se muestra la maquina Pigmentadora de Carrusel.



**Figura 39:** Pigmentadora de Carrusel

- **Pintado con Pigmentadora Roller.** Esta máquina tiene similitud con la Pigmentadora de Carrusel sobre todo la disposición de sus etapas y tamaño, su diferencia radica en el acabado que otorga; este tipo de pintado se caracteriza por cubrir con una capa uniforme toda el área de la banda de cuero dándole una acabado liso, estos se los aplica a cueros de baja calidad sobre todo aquellos que tienen excesivos defectos en la flor, un ejemplo de artículo que se realiza en esta máquina es el tipo charol, en la Figura 40 se muestra la máquina Pigmentadora Roller.



**Figura 40:** Pigmentadora Roller

- **Pintado con Máquina Impresora.** Este método de pintura es similar al Pigmentado Roller debido a que coloca una capa uniforme superficial sobre la

flor del cuero, con la diferencia que esta máquina realiza figuras con los pigmentos, por razón a esto no es muy utilizada dado que pocos son los productos que requieren este tipo de acabado, en la Figura 41 se muestra la máquina impresora.



**Figura 41:** Máquina Impresora

**Secado en Cabina.** Este secado es el proceso que le sigue al pintado manual, consiste en colgar las bandas de cuero en tendederos, este secado es realizado a temperatura ambiente para ello se utiliza una cabina de madera, en la Figura 42 se muestra la cabina de secado.



**Figura 42:** Cabina de secado

**Prensado.** Este proceso brinda un acabado superficial a los cueros como grabados, alisados y adquisición de brillo, este dependerá del requerimiento del cliente, en la empresa cuenta con dos tipos de prensas, rotativa y en tipo plancha.



- **Prensa Rotativa Continua.** Este tipo de prensa se utiliza para dar un acabado superficial liso y no grabados, sobretodo en cueros tipo Vitello, además en comparación de la prensa tipo plancha su proceso es más rápida, también conocida como prensa San Blas, en la Figura 43 se muestra el proceso de prensado.



**Figura 43:** Prensa Rotativa Continua

- **Prensa tipo Plancha.** Este tipo de prensa es utilizado para realizar grabados en la flor del cuero, para ello utiliza matrices que se van cambiando en función del tipo de cuero, en la Figura 44 se muestra este tipo de prensa.



**Figura 44:** Prensa de Plancha

**Cepilladora.** Este proceso no es muy común para todos los productos, consiste en cepillar la parte de la flor para brindarle un acabado brillante y sedoso, se lo realiza en dos métodos a máquina y manual, en la Figura 45 se puede observar los métodos de cepillado.



**Figura 45:** Cepillado

**Acetinadora.** Este proceso al igual que el cepillado no es muy común para todos los productos, consiste en darle un acabado superficial a los cueros brindándole un aspecto sedoso al tacto, en la Figura 46 se muestra esta máquina.



**Figura 46:** Acetinadora

## Área de Terminado

Esta área es la más pequeña de todas, consiste sanear, medir y empaquetar los cueros para su venta o almacenamiento.

**Saneado.** Este proceso consiste en inspeccionar las bandas de piel y recortar las partes o áreas dañadas presentes en estas, se lo realiza previo al medido para que no de valores irrelevantes e inconsistentes.

**Medido.** La finalidad de este proceso es medir el área total de las bandas de cuero, la unidad de medida en la que trabaja la empresa es decímetros cuadrados [ $\text{dm}^2$ ], las

bandas de cuero ingresan por la parte frontal de la máquina, esta a su vez posee un sensor que mide el área total, al final cada banda se sella y se registra en la computadora y en los cueros el número de decímetros cuadrados que posee, una banda posee en promedio  $160 \text{ dm}^2$ , en la Figura 47 se muestra la maquina medidora.



**Figura 47:** Medido

**Empaquetado.** Una vez medido se enrolla las bandas y se las pone en cajas para ser guardadas en bodega de material terminado o se envía directamente al cliente, en la Figura 48 se muestra las cajas de cueros.



**Figura 48:** Empaquetado

### 3.1.5 Análisis del proceso productivo

El cursograma sinóptico es una herramienta de visualización de procesos donde destaca la información relevante de actividades principales como operaciones, inspecciones, transportes, almacenamientos y operaciones combinadas utilizando simbología ASME, de esa manera describir de forma ordenada y secuencial las etapas necesarias para el elaboración de cuero comercial terminado.

El proceso de manufactura hasta la etapa de ablandado en Mollisa es el mismo al igual que en los procesos del área de terminado, pero en el área de acabados el proceso de producción será diferente en base al producto que se desee obtener, para esto se utiliza el grupo de artículos resultantes del análisis ABC realizado anteriormente, estos son el cuero tipo Fendi, Nubuck, Vitello y Nuvola que conforman el grupo A, en la Tabla 11 se muestra los procesos de acabado de cada tipo de cuero.

**Tabla 11:** Procesos de acabado para los tipos de cuero segmento A

Tipo de Cuero	Procesos de Acabado
Fendi	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lijado.</li> <li>- Pintado de flor en Pigmentadora Roller.</li> <li>- Prensado floter en plancha grande.</li> <li>- Batanado o zarandeado.</li> <li>- Estirado en Toggling.</li> <li>- Pintado de flor en Pigmentadora de Carrusel.</li> <li>- Lacado de flor en Pigmentadora de Carrusel.</li> </ul>
Nubuck	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cepillado en máquina</li> <li>- Cepillado manual</li> <li>- Pintado de flor en Pigmentadora de Carrusel.</li> </ul>
Vitello	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lijado</li> <li>- Pintado de flor en Pigmentadora de Carrusel</li> <li>- Prensado liso en San Blas</li> <li>- Batanado o zarandeado</li> <li>- Estirado en Toggling</li> <li>- Pintado de flor en Pigmentadora de Carrusel</li> </ul>
Nuvola	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lijado</li> <li>- Pintado de carnaza en Pigmentadora de Carrusel.</li> <li>- Pintado de flor en Pigmentadora de Carrusel.</li> <li>- Pintado de flor en Máquina Impresora</li> <li>- Lubricado de flor en Pigmentadora de Carrusel.</li> <li>- Lacado de flor en Pigmentadora de Carrusel.</li> <li>- Prensado en plancha mediana.</li> </ul>

Para este análisis se utiliza una nomenclatura para distinguir los procesos bajo estudio, la primera letra hace referencia al proceso que pertenece, la segunda y si existiese tercera letra hace referencia al tipo de actividad que se realiza, estos códigos se detallan en la Tabla 12.

**Tabla 12:** Nomenclatura para el análisis del proceso productivo

Primera letra		Segunda y tercera letra	
Procesos	Código	Actividades	Código
Salado	S	Operación	O
Cuero Semi Terminado	X	Combinada	OI
Fendi	F	Inspección	I
Nubuck	K	Transporte	T
Vitello	V	Espera	E
Nuvola	N	Almacenaje	A
Terminado	T		

- **Proceso de Salado**

Es un proceso esporádico que no influye en el proceso de fabricación pero que es necesario explicarlo, este se realiza en bodega de materia prima cerca de los bombos de ribera, a continuación se detalla las actividades que se realizan en este proceso:

**Almacenamiento SA1:** Recepción y descarga de pieles frescas de camiones.

**Traslado ST1:** Traslado al lugar de recorte de rabos.

**Operación SO1:** Recorte de rabos, colas y carnazas.

**Inspección SI1:** Clasificado de pieles frescas de acuerdo a criterios de calidad, pieles de primera, segunda y tercera.

**Operación SO2:** Salado de Pieles frescas.

**Operación SO3:** Perchado de pieles en pallets.

**Traslado ST1:** Traslado al lugar de almacenamiento.

**Almacenamiento SA2:** Almacenamiento de pieles saladas en bodega.

- **Proceso de fabricación de cuero semi terminado hasta ablandado**

Este es el proceso principal y por ende el que más tiempo requiere para su fabricación, a continuación se detalla las actividades principales de este proceso.

**Transporte XT1:** Llevado de pieles desde bodega de materia prima a pesaje.

**Operación XO1:** Pesaje de 150 pieles.

**Transporte XT2:** Puesta de pieles saladas dentro del bombo de pelambre y remojo.

**Operación XO2:** Proceso de remojo, lavado y humectación de la piel.

**Operación XO3:** Proceso de pelambre, depilado de pieles.

**Operación XO4:** Perchado de las pieles salientes del proceso remojo-pelambre.

**Transporte XT3:** Colocar en plataforma de la máquina descarnadora.

**Operación XO5:** Realización del proceso de descarte, quitar la endodermis.

**Operación XO6:** Recortar hilachas o pedazos de carne que aún se mantiene en la piel.

**Transporte XT4:** Colocar en plataforma de la máquina divididora.

**Operación e Inspección XOI1:** Separar la parte flor y carnaza de la piel, revisión calibre.

**Operación XO7:** Pesaje de la flor previo al curtido.

**Transporte XT5:** Colocar en bombo de curtido.

**Operación XO8:** Desencalado, lavado y eliminación de cal presentes en las pieles.

**Operación XO9:** Purgado, aflojamiento de las fibras de colágeno.

**Operación XO10:** Piquelado, bajado de pH mediante químicos ácidos para obtener mejor curtido.

**Operación XO11:** Curtido, mediante cromo para obtener cuero comercial Wet Blue.

**Operación XO12:** Perchado del Wet Blue en caballete.

**Transporte XT6:** Trasladar cerca de la máquina escurridora.

**Operación XO13:** Escurrido de pieles enteras.

**Operación XO14:** Partido de piel entera en dos bandas.

**Inspección XI1:** Clasificado de bandas de piel de acuerdo a criterios de calidad.

**Transporte XT7:** Trasladar a plataforma de rebajado.

**Operación e Inspección XOI2:** Reducción y revisión de calibre de bandas.

**Operación XO15:** Recorte de hilachas del rebajado.

**Transporte XT8:** Traslado a pesaje.

**Operación XO16:** Pesaje previo a la re-curtición

**Transporte XT9:** Colocar en bombos de re-curtición.

**Operación XO17:** Neutralizado, eliminación de exceso de ácido.

**Operación XO18:** Recurtido, añadidura de características especiales al cuero

**Operación XO19:** Teñido, añadidura de color penetrante en todas las capas del cuero.

**Operación XO20:** Engrase, añadidura de elasticidad y suavidad al tacto.

**Operación XO21:** Fijación, cerrado de poros e impregnación de químicos.

**Operación XO22:** Perchado de bandas recurtidas.

**Transporte XT10:** Traslado hacia la maquina desvenadora.

**Operación XO23:** Desvenado, escurrido de bandas.

**Transporte XT11:** Traslado de bandas escurridas a secado vacío.

**Operación XO24:** Tendido de bandas de cuero escurridas.

**Operación XO25:** Secado al vacío.

**Transporte XT12:** Colocación de bandas en secadero aéreo.

**Operación XO26:** Secado aéreo, temperatura ambiente.

**Transporte XT13:** Traslado de bandas secas a Mollisa.

**Operación XO27:** Ablandado en Mollisa.

- **Procesos de Acabado para cuero Tipo Fendi**

**Transporte FT1:** Traslado a la zona lijado.

**Operación FO1:** Lijado de flor.

**Transporte FT2:** Traslado a Pigmentadora Roller.

**Operación FO2:** Mezcla de Pigmentos

**Operación FO3:** Pintado de flor con Pigmentadora de Roller 2 manos.

**Inspección FI1:** Verificación de uniformidad.

**Espera FE1:** Impregnación.

**Transporte FT3:** Traslado a prensadora.

**Operación FO4:** Cambio de matriz.

**Operación FO5:** Prensado.

**Inspección FI2:** Verificación de prensado.

**Transporte FT4:** Traslado a Batanadora.

**Operación FO6:** Batanado.

**Transporte FT5:** Traslado a Toggling.

**Operación FO7:** Colocar en maquina Toggling.

**Operación FO8:** Estirado de cueros en Toggling.

**Transporte FT6:** Traslado a Pigmentadora de Carrusel.

**Operación FO9:** Mezcla de pigmentos.

**Operación FO10:** Pintado flor con Pigmentadora de Carrusel 3 manos.

**Inspección FI3:** Inspección de pigmentado.

**Operación FO11:** Mezcla de lacas.

**Operación FO12:** Lacado flor con Pigmentadora de Carrusel 3 manos.

**Inspección FI4:** Inspección de lacado.

**Transporte FT7:** Traslado al área terminado.

- **Procesos de Acabado para cuero Tipo Nubuck**

**Transporte KT1:** Traslado a máquina Cepilladora.

**Operación KO1:** Cepillado en máquina.

**Transporte KT2:** Traslado a mesa de cepillado manual.

**Operación KO2:** Cepillado manual.

**Inspección KI1:** Verificación de textura de flor.

**Transporte KT3:** Traslado a Pigmentadora de Carrusel.

**Operación KO3:** Mezcla de pigmentos.

**Operación KO4:** Pintado flor con Pigmentadora de Carrusel 3 manos.

**Inspección KI1:** Inspección de pigmentado.

**Transporte KT4:** Traslado al área terminado.

- **Procesos de Acabado para cuero Tipo Vitello**

**Transporte VT1:** Traslado a lijadora.

**Operación VO1:** Lijado carnaza.

**Transporte VT2:** Traslado a Pigmentadora de Carrusel.



**Operación VO2:** Mezcla de pigmentos.

**Operación VO3:** Pintado flor en Pigmentadora de Carrusel 3 manos.

**Inspección VI1:** Inspección de pigmentado.

**Transporte VT3:** Traslado a Prensa continua lisa.

**Operación VO4:** Cambio de Rodillo.

**Operación VO5:** Prensado Liso.

**Inspección VI1:** Inspección de prensado.

**Transporte VT4:** Traslado a bombo batanado.

**Operación VO6:** Batanado de cueros.

**Transporte VT5:** Traslado a Toggling.

**Operación VO7:** Colocar en maquina Toggling.

**Operación VO8:** Estirado de cueros en Toggling.

**Transporte VT6:** Traslado a Pigmentadora de Carrusel.

**Operación VO9:** Mezcla de pigmentos.

**Operación VO10:** Pintado flor con Pigmentadora de Carrusel 4 manos.

**Inspección VI3:** Inspección de pigmentado.

**Transporte VT7:** Traslado al área terminado.

- **Procesos de Acabado para cuero Tipo Nuvola**

**Transporte NT1:** Traslado a lijadora.

**Operación NO1:** Lijado carnaza.

**Transporte NT2:** Traslado a Pigmentadora de Carrusel.

**Operación NO2:** Mezcla de pigmentos.

**Operación NO3:** Pintado fondo a carnaza Pigmentadora de Carrusel 1 mano.

**Inspección NI1:** Inspección de pigmentado.

**Operación NO4:** Mezcla de pigmentos.

**Operación NO5:** Pintado flor con Pigmentadora de Carrusel 3 mano.

**Inspección NI2:** Inspección de pigmentado.

**Transporte NT3:** Traslado a máquina impresora.

**Operación NO6:** Mezcla de pigmentos.

**Operación NO7:** Pintado en Máquina Impresora.

**Inspección NI3:** Inspección de pigmentado.

**Transporte NT4:** Traslado a Pigmentadora de Carrusel.

**Operación NO8:** Mezcla de pigmentos.

**Operación NO9:** Pigmentado flor con aceite en Pigmentadora de Carrusel 2 manos.

**Inspección NI4:** Inspección de pigmentado.

**Operación NO10:** Mezcla de lacas.

**Operación NO11:** Pigmentado a flor con laca en Pigmentadora de Carrusel 2 manos.

**Inspección NI5:** Inspección de pigmentado.

**Transporte NT5:** Traslado a prensa mediana.

**Operación VO12:** Cambio de matriz.

**Operación NO13:** Prensado.

**Inspección NI6:** Inspección de prensado.

**Transporte NT6:** Traslado al área terminado.

- **Proceso de terminado**

**Almacenamiento TA1:** almacenamiento temporal.

**Operación e Inspección TOI1:** Saneado de cueros.

**Transporte TT1:** Transporte a máquina medidora.

**Operación e Inspección TOI2:** Medición, registro y sellado en máquina medidora.


**Transporte TT2:** Transporte a mesa de empaquetado.

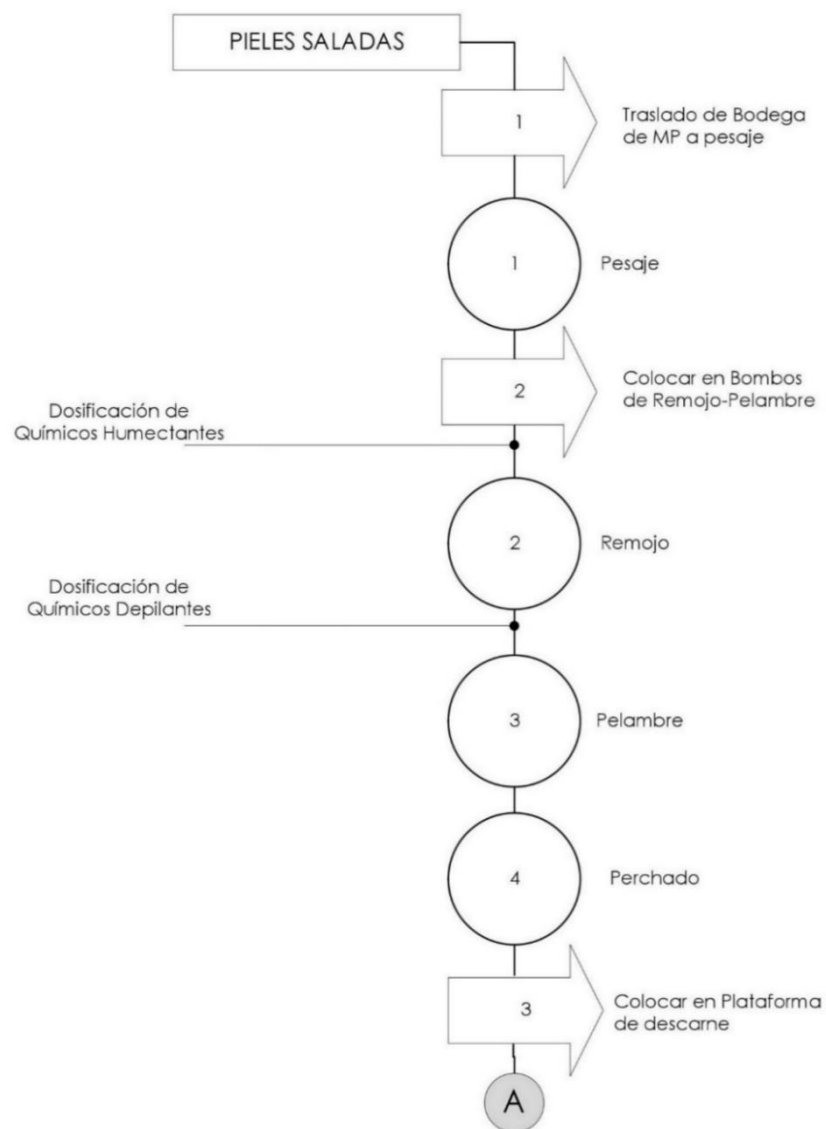
**Operación TO1:** Empaquetado de bandas de cuero en cajas.

**Transporte TT3:** Transporte a bodega de material terminado.


**Almacenamiento TA2:** Almacenamiento de cajas.

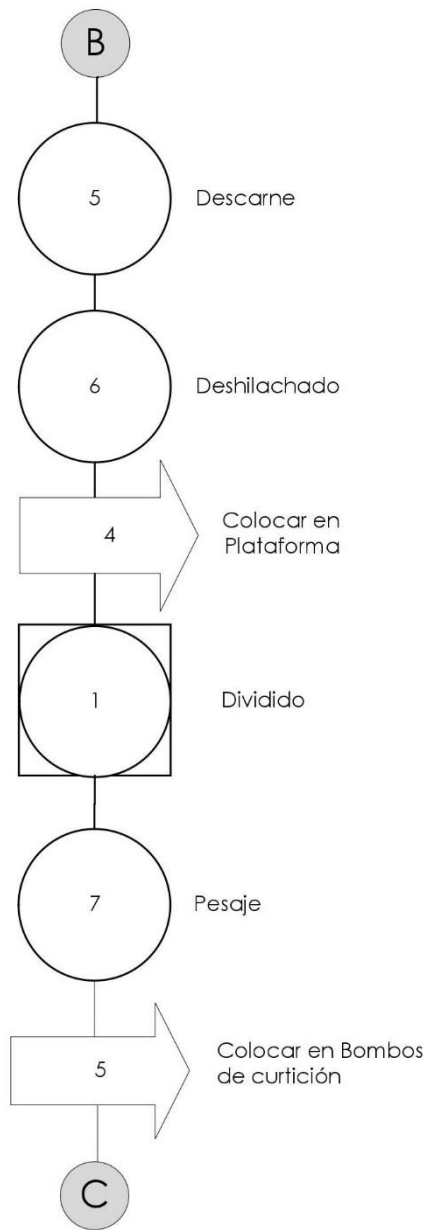
En la Figura 49 se muestra el diagrama de sinóptico del proceso de fabricación de cuero semi terminado, los diagramas restantes correspondientes a los procesos de la empresa se presentan en el Anexo 3.

<b>CURSOGRAMA SINÓPTICO</b>	<b>Hoja:</b> 1/7	 <b>Tenería San José Cía Ltda.</b>
<b>Diagrama Núm. 2</b>	<b>Método:</b> Actual <input checked="" type="checkbox"/> Propuesto	
<b>Elaborado por:</b> Fabricio Calapiña	<b>Fecha de elaboración:</b> 12/12/2019	
<b>Proceso:</b> <i>Fabricación de cuero semi terminado</i>	<b>Revisado por:</b> Ing. Israel Naranjo	


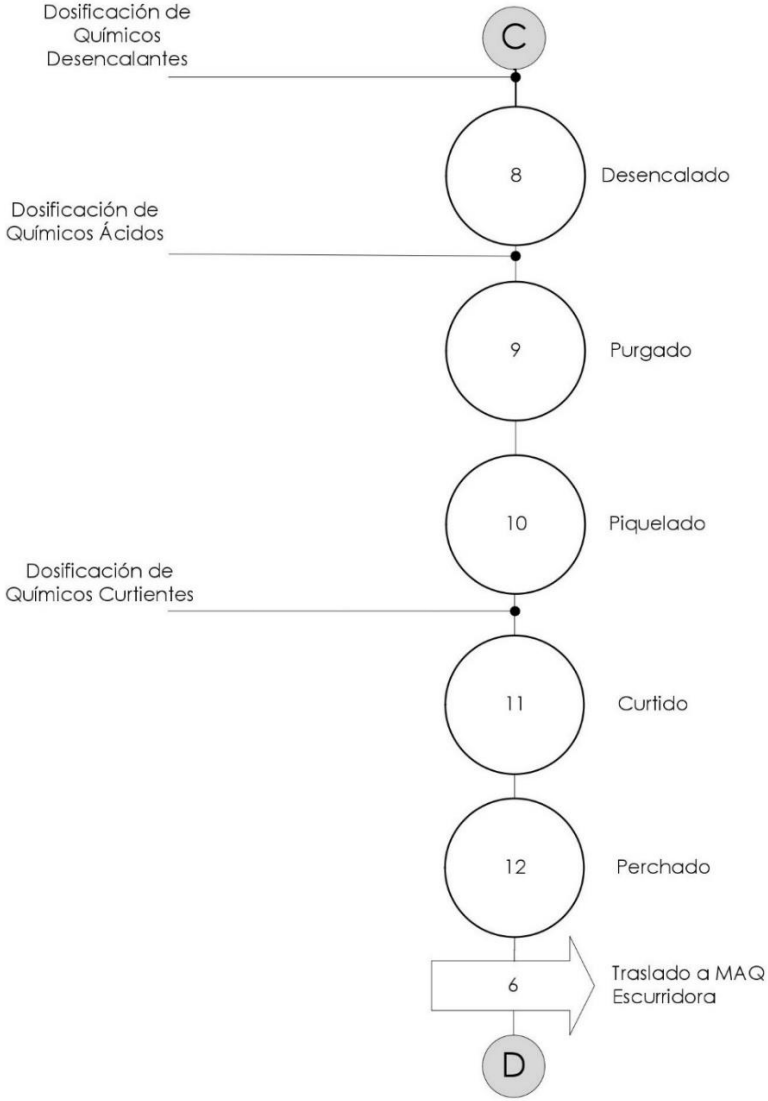


**Figura 49:** Diagrama sinóptico proceso fabricación de cuero semi terminado


<b>CURSOGRAMA SINÓPTICO</b>	<b>Hoja:</b> 2/7	 <b>Tenería San José Cía Ltda.</b>
<b>Diagrama Núm. 2</b>	<b>Método:</b> Actual <input checked="" type="checkbox"/> Propuesto	
<b>Elaborado por:</b> Investigador	<b>Fecha de elaboración:</b> 12/12/2019	
<b>Proceso:</b> <i>Fabricación de cuero semi terminado</i>	<b>Revisado por:</b> Ing. Israel Naranjo	

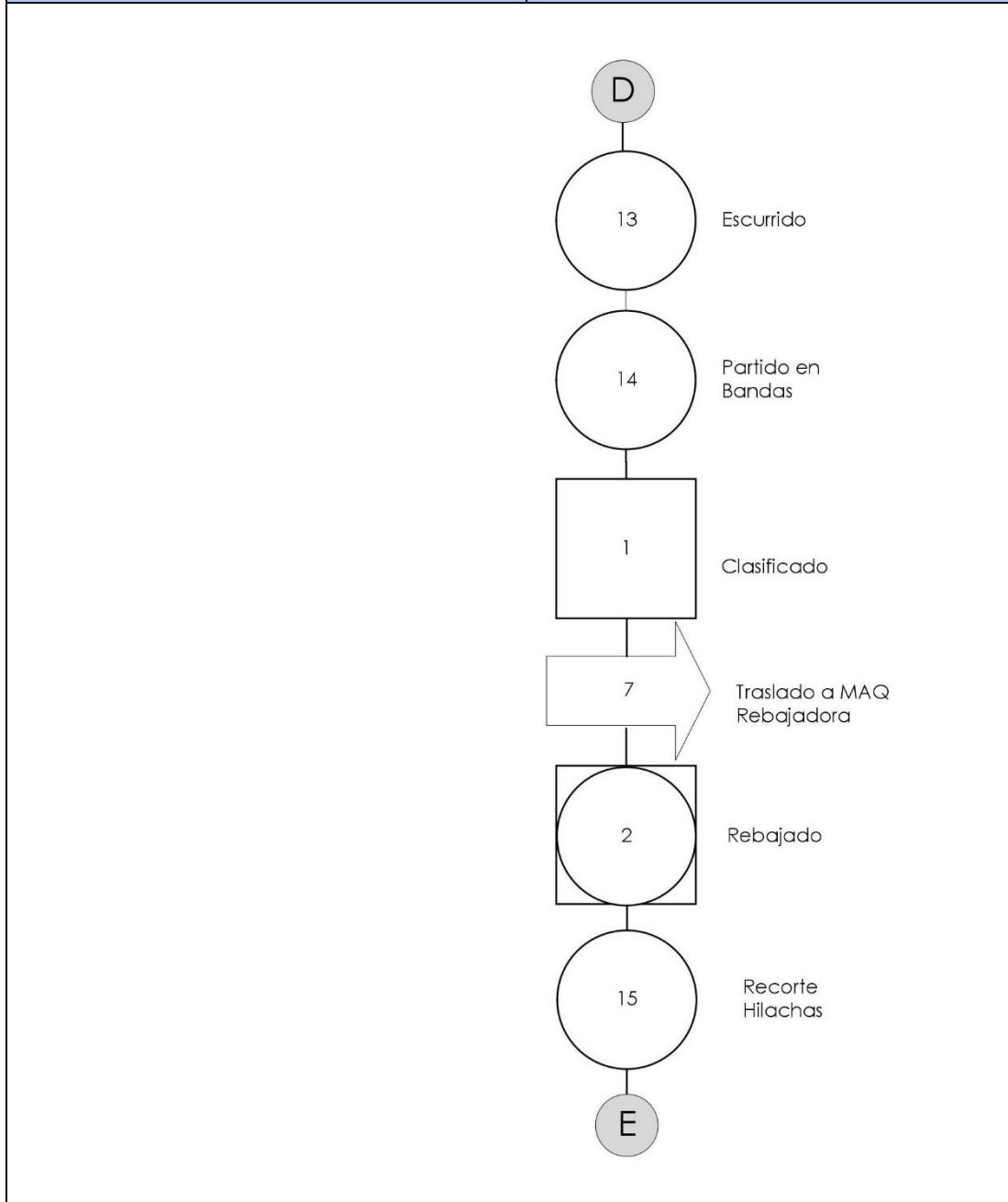


Continuación 1. **Figura 49:** Diagrama sinóptico proceso fabricación de cuero semi terminado


<b>CURSOGRAMA SINÓPTICO</b>	<b>Hoja:</b> 3/7	
<b>Diagrama Núm. 2</b>	<b>Método:</b> Actual <b>X</b> Propuesto	
<b>Elaborado por:</b> Investigador	<b>Fecha de elaboración:</b> 12/12/2019	
<b>Proceso:</b> <i>Fabricación de cuero semi terminado</i>	<b>Revisado por:</b> Ing. Israel Naranjo	
		

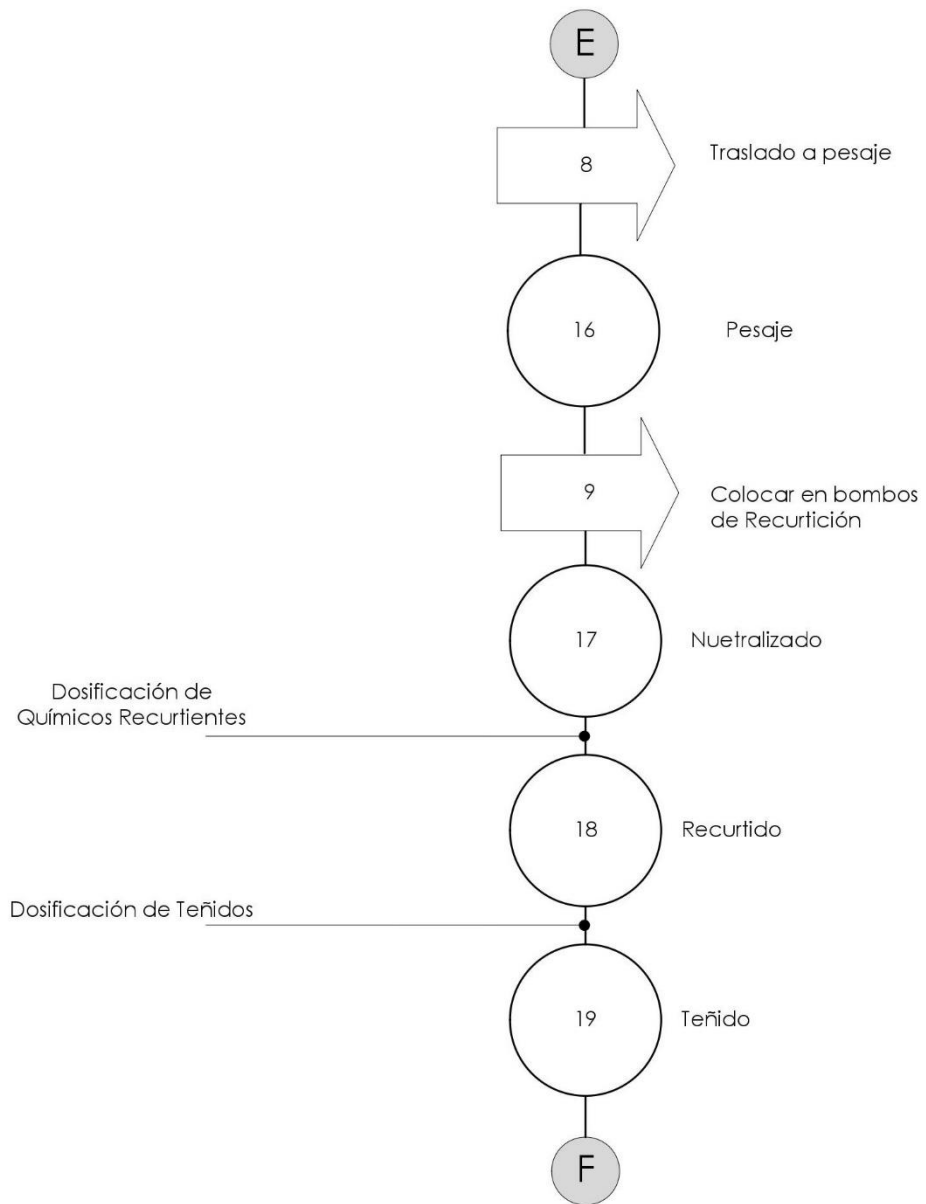
Continuación 2. **Figura 49:** Diagrama sinóptico proceso fabricación de cuero semi terminado

<b>CURSOGRAMA SINÓPTICO</b>	<b>Hoja:</b> 4/7	 <b>Tenería San José Cía Ltda.</b>
<b>Diagrama Núm. 2</b>	<b>Método:</b> Actual <input checked="" type="checkbox"/> Propuesto	
<b>Elaborado por:</b> Investigador	<b>Fecha de elaboración:</b> 12/12/2019	
<b>Proceso:</b> <i>Fabricación de cuero semi terminado</i>	<b>Revisado por:</b> Ing. Israel Naranjo	




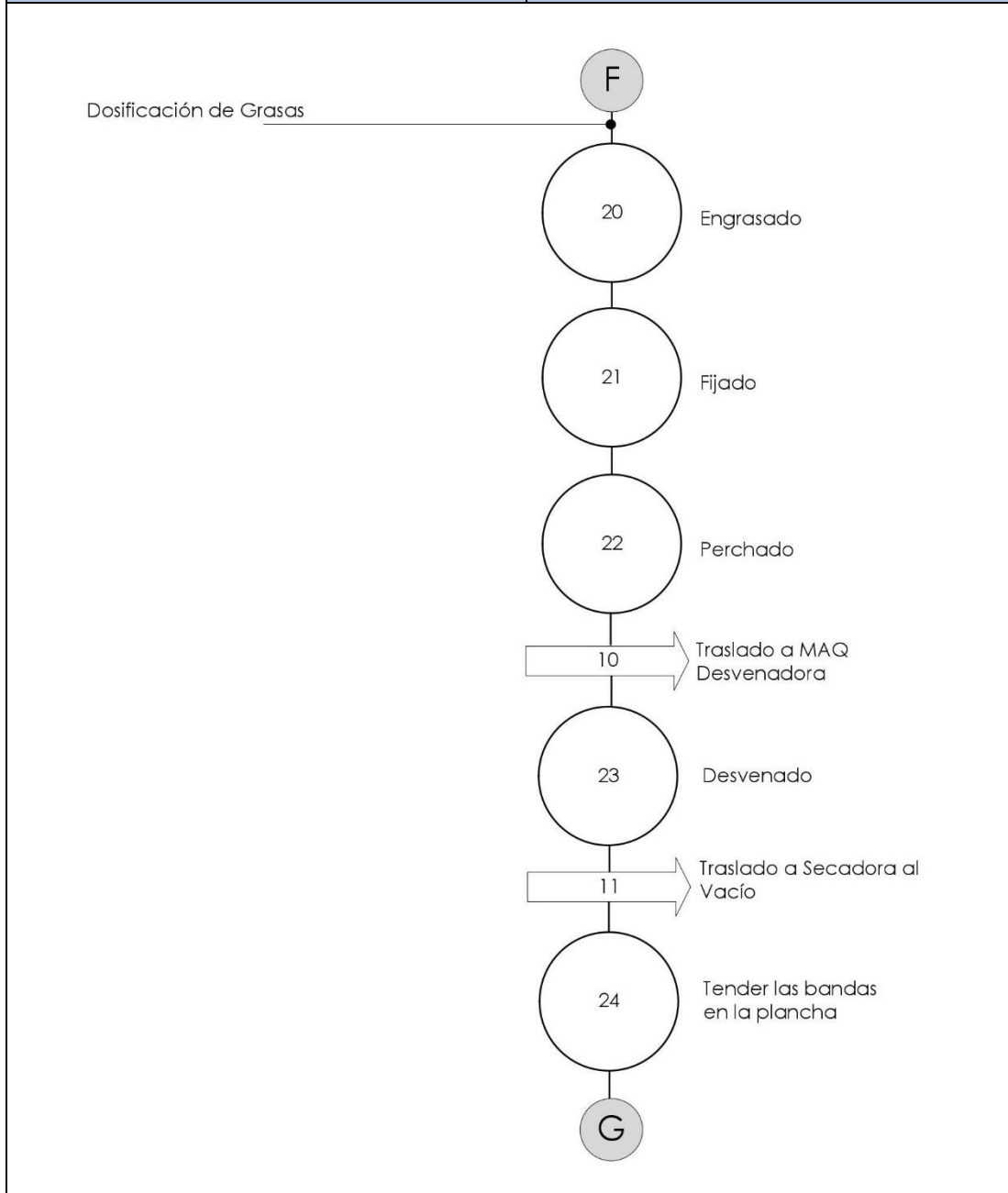
Continuación 3. **Figura 49:** Diagrama sinóptico proceso fabricación de cuero semi terminado

<b>CURSOGRAMA SINÓPTICO</b>	<b>Hoja:</b> 5/7	 <b>Tenería San José Cía Ltda.</b>
<b>Diagrama Núm. 2</b>	<b>Método:</b> Actual <input checked="" type="checkbox"/> Propuesto	
<b>Elaborado por:</b> Investigador	<b>Fecha de elaboración:</b> 12/12/2019	
<b>Proceso:</b> <i>Fabricación de cuero semi terminado</i>	<b>Revisado por:</b> Ing. Israel Naranjo	




Continuación 4. **Figura 49:** Diagrama sinóptico proceso fabricación de cuero semi terminado

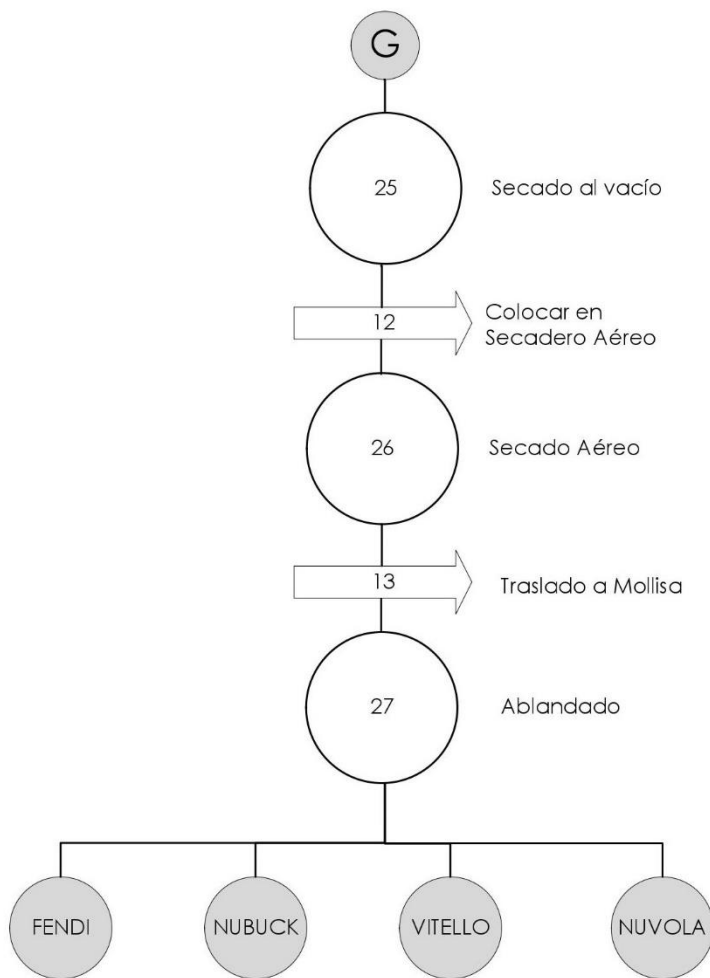
<b>CURSOGRAMA SINÓPTICO</b>	<b>Hoja:</b> 6/7	 <b>Tenería San José Cía Ltda.</b>
<b>Diagrama Núm. 2</b>	<b>Método:</b> Actual <input checked="" type="checkbox"/> Propuesto	
<b>Elaborado por:</b> Investigador	<b>Fecha de elaboración:</b> 12/12/2019	
<b>Proceso:</b> <i>Fabricación de cuero semi terminado</i>	<b>Revisado por:</b> Ing. Israel Naranjo	



Continuación 5. **Figura 49:** Diagrama sinóptico proceso fabricación de cuero semi terminado



<b>CURSOGRAMA SINÓPTICO</b>	<b>Hoja:</b> 7/7	 Tenería San José Cía Ltda.
<b>Diagrama Núm. 2</b>	<b>Método:</b> Actual <input checked="" type="checkbox"/> Propuesto	
<b>Elaborado por:</b> Investigador	<b>Fecha de elaboración:</b> 12/12/2019	
<b>Proceso:</b> <i>Fabricación de cuero semi terminado</i>	<b>Revisado por:</b> Ing. Israel Naranjo	



Continuación 6. **Figura 49:** Diagrama sinóptico proceso fabricación de cuero semi terminado

## **Diagramas de Recorrido**

El diagrama sinóptico muestra datos relevantes de las actividades que realiza en el proceso de producción pero no muestra el flujo del proceso; el diagrama de recorrido ayuda a registrar los movimientos en este caso del material en el mismo orden y en el lugar exacto donde se los realiza, la información necesaria para hacer este diagrama es el layout de la empresa conjuntamente con el diagrama sinóptico, en el Anexo 4 se muestra los diagramas de recorrido de todos los productos en estudio

## **Cursograma analítico**

El cursograma analítico es una herramienta de visualización de información de procesos de producción aún más detallado que el cursograma sinóptico, ya que añade mayor información como tiempo necesario para cada actividad y distancia recorrida entre cada operación.

En la Tabla 13 se muestra el cursograma analítico de la situación actual del proceso de fabricación de cuero semi terminado que está formado por 34 actividades, las cuales 17 son operaciones, 2 son operaciones combinadas, 1 inspección, 13 transportes y 1 almacenamiento, que va desde el pesaje de pieles saladas hasta ablandado en Mollisa, el tiempo necesario para el procesamiento de 2 lotes es de 6298,61 minutos lo que representa 104,97 horas de trabajo con una distancia recorrida de 11987,30 metros y un tiempo destinado para el transporte de 418,77 minutos que representa el 6,65% del total de horas de producción; este recorrido es calculado para 2 lotes de 150 pieles (600 bandas), en ciertas actividades de transporte se llevan 1 piel lo que requiere que se realicen 300 viajes; existe varias actividades que utilizan horarios no productivos eso quiere decir la noche y fin de semanas, entre estas se tiene el remojo y pelambre con 48 horas de proceso, el curtido con 19 horas de proceso, el secado aéreo con 24 horas de proceso, en el cursograma analítico solo toma en cuenta las horas productivas.

Al almacenaje no se asigna un valor de tiempo determinado, debido a que su permanencia es variable, como puede durar horas y días.

Tabla 13: Cursograma analítico actual cuero semi terminado

TENERÍA SAN JOSÉ CIA LTDA						
CURSOGRAMA ANALÍTICO				Operario/Material/Equipo		
Diagrama	2 de 7		RESUMEN			
Proceso	Fabricación de cuero semi terminado		Actividad	Actual	Propuesto	Economía
Entrada	Piel salada		Operación	17		
Salida	Cuero Ablandado		Combinada	2		
Área	RIB, CURT, RECURT, ACOND		Inspección	1		
Método	Actual		Transporte	13		
Lugar	Planta I		Espera	0		
Elaborado	Investigador		Almacén	1		
Aprobado	Ing. Israel Naranjo		DISTANCIA	11.987,30		
Fecha	20/12/2019		TIEMPO	6.298,61		







  

Descripción	Cantidad [u]	Distancia [m]	Tiempo [min]	Símbolo						NOTAS
				●	□	■	➔	■	▼	
Almacenaje Bodega MP	300		0,00							
Transporte a pesaje	300	9,30	2,87							Usa coche
Pesaje	300		4,72							
Colocar Bombo Rem-Pel	300	18,55	10,30							Usa coche
Remojo y Pelambre	300		840,00							Min Product
Perchado	300		100,06							
Colocar Plataforma	300	953,76	144,50							Uno por Uno
Descarne	300		272,72							
Deshilachado	300		141,32							
Colocar Plataforma	300	640,76	48,54							Uno por Uno
Dividido	300		267,12							
Pesaje	300		20,59							
Colocar en Bombo de Curtido	300	34,38	14,32							Usa coche
Curtido	300		480,00							Min Product
Perchado	300		28,22							
Transporte	300	68,39	4,38							Usa coche
Ecurrido	300		137,98							
Partido en bandas	300		30,56							
Clasificado	600		102,82							
Transporte Rebajado	600	2100,00	49,44							Uno por uno
Rebajado	600		780,96							
Traslado a pesaje	600	6,30	4,28							
Pesaje	600		11,20							
Colocar en bombo de Re-Curt	600	58,34	24,30							
Recurtido	600		480,00							
Perchado	600		105,40							
Transporte	600	99,52	9,21							Usa coche
Desvenado	600		573,86							
Transporte	600	3066,58	40,88							4 bandas
Secado al Vacío	600		897,20							
Colocar en Sec Aéreo	600	1566,00	20,88							Uno por uno
Secado Aéreo	600		480,00							Min Product
Transporte	600	3365,42	44,87							Uno por uno
Ablandado	600		125,10							

En las Tablas 14 al 19 se muestra los resúmenes de los cursogramas analíticos perteneciente a los demás procesos, donde destaca información como número y clasificación de actividades, tiempos y distancia recorrida, además de observaciones generales. En el Anexo 5 se presentan los cursogramas analíticos completos.

### Proceso de salado







**Tabla 14:** Resumen cursograma analítico actual proceso de salado

<b>RESUMEN PROCESO FABRICACIÓN DE CUERO SEMI TERMINADO</b>					
<b>ACTIVIDAD</b>		<b>NUMERO</b>	<b>DISTANCIA (m)</b>	<b>TIEMPO (min)</b>	<b>Observaciones</b>
<b>Operación</b>		3		104,43	Tiempo tomado para dos lotes de 150 pieles saladas
<b>Combinada</b>		0		0	
<b>Inspección</b>		1		21,40	
<b>Transporte</b>		2	15,33	20,76	
<b>Espera</b>		0		0	
<b>Almacenaje</b>		2		32,97	
<b>TOTAL</b>		<b>8</b>	<b>15,33</b>	<b>179,56</b>	

El proceso de salado que está conformado por 8 actividades, 3 de estas son operaciones, 1 inspección, 2 transportes y 2 almacenajes, el tiempo total para obtener un lote de 150 pieles saladas es de 179,56 minutos y recorre una distancia de 15,33 metros.

### Proceso de acabado cuero Tipo Fendi







**Tabla 15:** Resumen cursograma analítico actual producto Fendi

<b>RESUMEN PROCESO DE ACABADOS PRODUCTO FENDI</b>					
<b>ACTIVIDAD</b>		<b>NUMERO</b>	<b>DISTANCIA (m)</b>	<b>TIEMPO (min)</b>	<b>Observaciones</b>
<b>Operación</b>		10		700,37	Tiempo tomado para 1 lote de 100 bandas
<b>Combinada</b>		0		0	
<b>Inspección</b>		3		29,57	
<b>Transporte</b>		7	403,08	5,35	
<b>Espera</b>		1		55,21	
<b>Almacenaje</b>		0		0	
<b>TOTAL</b>		<b>21</b>	<b>403,08</b>	<b>790,50</b>	

El acabado tipo Fendi está formado por 21 actividades, de estas 10 son operaciones, 3 inspecciones visuales, 7 transportes entre áreas, y 1 espera, dando como resultado un tiempo de proceso de 790,50 minutos equivalente a 13,17 horas de trabajo productivo con una distancia recorrida de 403,08 metros por lote.

### Proceso de acabado cuero Tipo Nubuck







Tabla 16: Resumen cursograma analítico actual producto Nubuck

RESUMEN PROCESO DE ACABADOS PRODUCTO NUBUCK					
ACTIVIDAD		NUMERO	DISTANCIA (m)	TIEMPO (min)	Observaciones
Operación		4		109,19	Tiempo tomado para 1 lote de 100 bandas
Combinada		0		0	
Inspección		2		20,21	
Transporte		4	161,27	2,21	
Espera		0		0	
Almacenaje		0		0	
<b>TOTAL</b>		<b>10</b>	<b>161,27</b>	<b>131,61</b>	

El acabado tipo Nubuck está formado por 10 actividades, 4 de estas son operaciones, 2 inspecciones visuales, 4 transportes entre áreas, dando como resultado un tiempo de proceso de 131,61 minutos equivalente a 2,19 horas de trabajo productivo con una distancia recorrida de 161,27 metros por lote.

### Proceso de acabado cuero Tipo Vitello







Tabla 17: Resumen cursograma analítico actual producto Vitello

RESUMEN PROCESO DE ACABADOS PRODUCTO VITELLO					
ACTIVIDAD		NUMERO	DISTANCIA (m)	TIEMPO (min)	Observaciones
Operación		10		666,90	Tiempo tomado para 1 lote de 100 bandas
Combinada		0		0	
Inspección		3		30,81	
Transporte		7	404,46	5,38	
Espera		0		0	
Almacenaje		0		0	
<b>TOTAL</b>		<b>20</b>	<b>404,46</b>	<b>703,09</b>	

El acabado tipo Vitello está formado por 20 actividades, 4 de estas son operaciones, 3 inspecciones visuales, 7 transportes entre áreas, dando como resultado un tiempo de proceso de 703,09 minutos equivalente a 11,71 horas de trabajo productivo con una distancia recorrida de 404,46 metros por lote.

### Proceso de acabado cuero Tipo Nuvola







**Tabla 18:** Resumen cursograma analítico actual producto Nuvola

<b>RESUMEN PROCESO DE ACABADOS PRODUCTO NUVOLO</b>					
<b>ACTIVIDAD</b>		<b>NUMERO</b>	<b>DISTANCIA (m)</b>	<b>TIEMPO (min)</b>	<b>Observaciones</b>
<b>Operación</b>		13		257,58	Tiempo tomado para 1 lote de 100 bandas
<b>Combinada</b>		0		0	
<b>Inspección</b>		6		53,82	
<b>Transporte</b>		6	248,31	3,29	
<b>Espera</b>		0		0	
<b>Almacenaje</b>		0		0	
<b>TOTAL</b>		<b>25</b>	<b>248,31</b>	<b>314,69</b>	

El acabado tipo Nuvola está formado por 25 actividades, 13 de estas son operaciones, 6 inspecciones visuales, 6 transportes entre áreas, dando como resultado un tiempo de proceso de 314,69 minutos equivalente a 5,24 horas de trabajo productivo con una distancia recorrida de 248,31 metros por lote.

### Proceso de terminado

**Tabla 19:** Resumen cursograma analítico actual proceso de terminado

<b>RESUMEN PROCESO DE TERMINADO</b>					
<b>ACTIVIDAD</b>		<b>NUMERO</b>	<b>DISTANCIA (m)</b>	<b>TIEMPO (min)</b>	<b>Observaciones</b>
<b>Operación</b>		1		19,25	Tiempo tomado para 1 lote de 50 bandas
<b>Combinada</b>		2		18,59	
<b>Inspección</b>		0		0	
<b>Transporte</b>		3	20,60	0,24	
<b>Espera</b>		0		0	
<b>Almacenaje</b>		2		0	
<b>TOTAL</b>		<b>8</b>	<b>20,60</b>	<b>38,09</b>	

El proceso de terminado se conforma de 8 actividades, de las cuales consta 1 operación, 2 operaciones combinadas, 3 transportes, teniendo como resultado un tiempo de proceso de 38,09 minutos equivalente a 0,63 horas de trabajo productivo con una distancia recorrida de 20,60 metros por lote, no se asigna valor a los almacenamientos debido a que estos pueden permanecer horas, días y hasta semanas en este sitio

### **3.1.6 Estudio de tiempos**

Es una técnica de medición de trabajo, diseñada para registrar ritmos y tiempos de trabajo correspondientes a elementos que conforman una actividad establecida en condiciones definidas, con el objetivo de determinar el tiempo requerido para efectuar dicha tarea bajo una norma.

El estudio de tiempos se realiza en base de los procesos de cada área de producción que se detallan a continuación:

- Salado
- Remojo y Pelambre
- Descarne
- Dividido
- Curtido
- Ecurrido
- Rebajado
- Recurtido
- Desvenado
- Secado
- Ablandado
- Lijado
- Pigmentado Roller
- Pigmentado Carrusel
- Pigmentado en Impresora
- Prensado
- Prensado Liso
- Cepillado
- Batanado
- Estirado
- Terminado

### **Selección del operario**

El número de operarios utilizados para cada actividad varía de 2 a 5 trabajadores de los cuales se selecciona para el estudio de tiempos al operario con mayor experiencia

## Número de observaciones

El número de observaciones se realiza en base al criterio de la tabla de General Electric presentado en la Figura 4 del capítulo 1 correspondiente al marco teórico, la Tabla 20 se muestra el número de observaciones recomendadas para el estudio de tiempos en base al tiempo de ciclo de cada proceso.

**Tabla 20:** Número de observaciones

Nº	Proceso	Tiempo de ciclo	Numero de Observaciones
1	Salado	1,19 min/piel	30
2	Remojo y Pelambre	857,91 min/lote	3
3	Descarne	2,17 min/piel	20
4	Dividido	1,18 min/piel	30
5	Curtido	494,86 min/lote	3
6	Ecurrido	1,17 min/piel	60
7	Rebajado	1,27 min/banda	30
8	Recurtido	491,40 min/lote	3
9	Desvenado	1,21 min/banda	30
10	Secado	5,98 min/lote	10
11	Ablandado	1,13 min/banda	30
12	Lijado	0,60 min/banda	60
13	Pigmentado Roller	1,15 min/banda	30
14	Pigmentado Carrusel	26,84 min/lote	5
15	Pigmentado en Imp.	1,01 min/banda	30
16	Prensado	0,96 min/banda	30
17	Prensado Liso	0,64 min/banda	60
18	Cepillado	1,08 min/banda	30
19	Batanado	242,63 min/lote	3
20	Estirado	2,42 min/banda	20
21	Terminado	43,95 min/lote	3

## Cálculo del desempeño

La empresa se caracteriza en especializar a los operarios en cada puesto de trabajo, además no ha contratado nuevo personal en la parte operativa, por lo cual el valor asignado para el ritmo de trabajo es de 100, este valor se establece en base a la tabla presentada en el Anexo 1, escala de ponderación del ritmo de trabajo.


## Descripción de actividades

Ya reunido toda la información necesaria para la realización del estudio de tiempos se procede a descomponer en elementos de trabajo, esto se realiza para cada área de




productiva, a continuación se detalla en la Tabla 21 las actividades realizadas en el proceso de salado.

**Tabla 21:** Actividades operación salado

 Tenería San José Cía Ltda.		<b>Descripción de actividades</b>
<b>Proceso:</b> Salado <b>Ingreso:</b> Pieles crudas <b>Salida:</b> Pieles saladas <b>Maquinaria:</b> Ninguna		
<b>Nomenclatura</b>	<b>Detalle</b>	
A	Descargar pieles del camión	
B	Mover pieles a zona de recorte de rabos	
C	Recorte de rabos y colas	
D	Clasificación de pieles en base a calidad del producto	
E	Colocar sal en la carnaza de la piel	
F	Apilar pieles en lotes	
G	Colocar en bodega de materia prima	

El número de observaciones recomendadas es de 30; conociendo el valor del ritmo de trabajo (100%) se puede obtener el tiempo normal de cada actividad mediante la Ecuación 2, en la Tabla 22 se presenta el cálculo del tiempo normal.

**Tabla 22:** Tiempos proceso salado

 Tenería San José Cía Ltda.		<b>Estudio de Tiempos</b>							
<b>Proceso:</b> Salado <b>Ingreso:</b> Pieles crudas <b>Salida:</b> Pieles saladas <b>Maquinaria:</b> Ninguna <b>Tiempo:</b> Minutos <b>Unidad:</b> 1 piel							<b>Nota:</b> Los tiempos		
Actividad	Ciclos					Total	$\bar{X}$	V	TN
	1	2	3	29	30				
A	0,183	0,223	0,229	0,208	0,189	6,44	0,21	100%	0,21
B	0,098	0,120	0,123	0,134	0,105	3,54	0,12	100%	0,12
C	0,200	0,201	0,182	0,191	0,178	5,36	0,18	100%	0,18
D	0,169	0,130	0,115	0,160	0,187	4,62	0,15	100%	0,15
E	0,398	0,382	0,362	0,363	0,562	12,61	0,42	100%	0,42
F	0,118	0,128	0,105	0,133	0,136	3,61	0,12	100%	0,12
G	0,021	0,022	0,019	0,021	0,021	0,60	0,02	100%	0,02
							Tiempo de Ciclo		1,23
							T.MAN		1,23
							T.MAQ		0
<i><math>\bar{X}</math>: Tiempo promedio; V: Valoración; TN: Tiempo Normal; T.MAN: Tiempo manual; T.MAQ: Tiempo de máquina</i>									

## Suplementos

Los suplementos se asignan mediante la tabla valor de ponderación de suplementos presentada en el Anexo 1, cabe destacar que todos los operarios son hombres, la determinación de las holguras para el proceso de salado se detallan a continuación en la Tabla 23.

**Tabla 23:** Suplementos proceso de salado

Suplementos		
Operación: Salado	Asignación	
Suplemento	Denominación	Valor
Constante	Necesidades personales	5
	Fatiga	4
Variable	Trabajo de pie	2
	Carga de peso	9
<b>Total</b>		20

El suplemento total para el proceso de salado es del 20%, entre los puntos más relevantes se considera una tolerancia del 9% para la carga de peso debido a que la piel salada cruda pesa aproximadamente 20kg.

## Tiempo Estándar

El tiempo estándar se calcula mediante la Ecuación 3 presentada en el capítulo I de marco teórico, a continuación se calcula el tiempo estándar para el proceso de salado.

$$T_s = TN + TN * S$$

$$T_s = 1,23 + (1,23)(0,20)$$

$$T_s = 1,47 \text{ [min/piel]}$$

$$T_s = 0,73 \text{ [min/banda]}$$

El cálculo del tiempo estándar para las otras operaciones se presenta en el Anexo 6, en la Tabla 24 se resume el valor de estos tiempos donde se puede observar el cuello de botella que restringe la capacidad de producción de la empresa. Para identificar el cuello de botella es necesario llevarlas a la misma unidad a todos los tiempos estándar, la equivalencia de 1 piel es igual a 2 bandas de cuero.

**Tabla 24:** Tiempos estándar

Nº	Proceso	Tiempo Estándar	Tiempo Estándar
1	Salado	1,47 min/piel	0,73 min/banda
2	Remojo y Pelambre	860,65 min/lote	1,43 min/banda
3	Descarne	2,60 min/piel	1,30 min/banda
4	Dividido	1,41 min/piel	0,70 min/banda
5	Curtido	497,53 min/lote	0,83 min/banda
6	Ecurrido	1,34 min/piel	0,67 min/banda
7	Rebajado	1,42 min/banda	1,42 min/banda
8	Recurtido	496,12 min/lote	0,82 min/banda
9	Desvenado	1,38 min/banda	1,38 min/banda
10	Secado	6,22 min/lote	1,55 min/banda
11	Ablandado	1,17 min/banda	1,17 min/banda
12	Lijado	0,68 min/banda	0,68 min/banda
13	Pigmentado Roller	1,17 min/banda	1,17 min/banda
14	Pigmentado Carrusel	28,66 min/lote	0,28 min/banda
15	Pigmentado en Imp.	1,03 min/banda	1,03 min/banda
16	Prensado	1,07 min/banda	1,07 min/banda
17	Prensado Liso	0,71 min/banda	0,71 min/banda
18	Cepillado	1,19 min/banda	1,19 min/banda
19	Batanado	242,94 min/lote	2,42 min/banda
20	Estirado	2,53 min/banda	2,53 min/banda
21	Terminado	47,70 min/lote	0,95 min/banda

### Capacidad de producción

La capacidad de producción se determina mediante el cuello de botella, para esto el proceso con el valor numérico más alto en el tiempo estándar es el Estirado en Toggling con 2,53 min/banda, que a breves rasgos sería la restricción del sistema, esta apreciación es errónea y esto se debe a que esta máquina al igual que el Bombo de Batanado cubre solamente una parte de la demanda de bandas de cuero producidas por la empresa, por ejemplo los productos Nubuck y Nuvola no requieren el uso de estos procesos lo que disminuye la carga para estas máquinas. La máquina que marca el ritmo de producción es el Secado al Vacío con un tiempo estándar de 1,55 min/banda.

#### - Capacidad diaria

La capacidad de producción se determina mediante la Ecuación 4.

$$C_p = \frac{1}{T_s}$$

$$C_p = \frac{1}{1,55 \text{ [min/banda]}}$$

$$C_p=0,645 \text{ [banda/min]}$$

$$C_p=0,591 \left[ \frac{\text{banda}}{\text{min}} \right] \times \left[ \frac{60 \text{ min}}{\text{h}} \right] \times \left[ \frac{8 \text{ h}}{\text{día}} \right]$$

$$C_p=309,67 \left[ \frac{\text{banda}}{\text{día}} \right]$$

$$C_p=154,83 \left[ \frac{\text{cueros}}{\text{día}} \right]$$

- **Capacidad semanal**

$$C_p=309,67 \left[ \frac{\text{banda}}{\text{día}} \right] \times \left[ \frac{5 \text{ días}}{\text{semana}} \right]$$

$$C_p=1548,38 \left[ \frac{\text{banda}}{\text{semana}} \right]$$

$$C_p=774,19 \left[ \frac{\text{cueros}}{\text{semana}} \right]$$

- **Capacidad mensual**

$$C_p=1548,38 \left[ \frac{\text{banda}}{\text{semana}} \right] \times \left[ \frac{4 \text{ semanas}}{\text{mes}} \right]$$

$$C_p=6193,54 \left[ \frac{\text{banda}}{\text{mes}} \right]$$

$$C_p=3096,77 \left[ \frac{\text{cueros}}{\text{mes}} \right]$$

- **Capacidad trimestre**

$$C_p=6193,54 \left[ \frac{\text{banda}}{\text{mes}} \right] \times \left[ \frac{3 \text{ meses}}{\text{trimestre}} \right]$$

$$C_p=18580,64 \left[ \frac{\text{banda}}{\text{trimestre}} \right]$$

$$C_p=9290,32 \left[ \frac{\text{cueros}}{\text{trimestre}} \right]$$

### 3.1.7 Cálculo de requerimiento de superficie

Esta superficie total está formada por la superficie de producción y superficie auxiliar, la primera hace referencia al espacio utilizado por la maquinaria y todos los componentes necesarios en el proceso productivo, mientras que la superficie auxiliar son los espacios que complementan a la empresa como oficinas, bodegas, mecánica, servicios higiénicos, enfermería, áreas verdes, estacionamientos entre otros.

#### - Cálculo de la superficie de producción

Para determinar la superficie de producción se aplica del método de Guerchet que es un método cuantitativo y consiste en sumar tres superficies parciales, para realizar este cálculo es necesario detallar los elementos fijos o estáticos y los elementos móviles que conforman la empresa.

#### Descripción de elementos estáticos o fijos (EF)

Al mencionar elementos estáticos se refiere a la maquinaria, puntos de espera, plataformas u otros dispositivos, que tienen un lugar fijo en el proceso productivo, a continuación desde la Tabla 25 hasta la Tabla 30 se enlista los elementos estáticos por cada área de trabajo además de detalles en general de cada maquinaria o equipo, cabe destacar que las medidas sobre todo de maquinaria incluye elementos auxiliares que forman parte de esta, motores, guardas de seguridad, gradas de ascenso entre otros.

Tabla 25: Elementos estáticos área ribera

ÁREA RIBERA		
Elemento	Dimensión [a*I*h] metros	Detalles
Bombo 1	3 x 3 x 3	- Capacidad de 3000 kg. - Capacidad 150 pieles. - Efluentes aguas alcalinas. - Tensión 380V 60 Hz
Bombo 2	3 x 3 x 3	- Capacidad de 3000 kg. - Capacidad 150 pieles. - Efluentes aguas alcalinas. - Tensión 380V 60 Hz
Descarnadora	6 x 2,7 x 2,3	- Capacidad 1 piel. - Efluentes grasa animal. - Tensión 380V 50 Hz

Continuación. **Tabla 25:** Elementos estáticos área ribera

<b>ÁREA RIBERA</b>		
<b>Elemento</b>	<b>Dimensión [a*l*h] metros</b>	<b>Detalles</b>
Divididora	6,2 x 4 x 2	- Capacidad 1 piel. - Tensión 380V 50 Hz
Balanza digital	1,3 x 1,2 x 0,1	- Capacidad 700 kg Max
Plataforma descarnar	3,6 x 2,6 x 0,9	- Cerca máquina descarnadora.
Plataforma deshilachado	2,2 x 1,9 x 0,6	- Proceso de deshilachado de pieles descarnadas.
Plataforma dividido	3,5 x 2,4 x 0,4	- Sirve de acople la estatura del operador
Gradas de depósito B1	1,5 x 0,7 x 1,2	- Gradas independientes para alcanzar la boca del bombo
Gradas de depósito B2	1,5 x 0,7 x 1,2	- Gradas independientes para alcanzar la boca del bombo
Zona de apilado de pieles	1 x 2 x 0,1	- Para colocar las pieles después de descargar de bombos

**Tabla 26:** Elementos estáticos área curtido

<b>ÁREA CURTIDO</b>		
<b>Elemento</b>	<b>Dimensión [a*l*h] metros</b>	<b>Detalles</b>
Bombo 3	3 x 2,4 x 2,9	- Capacidad de 1200 kg. - Efluentes aguas ácidas. - Tensión 380V 60 Hz.
Bombo 4	2,4 x 2 x 2,5	- Capacidad de 1100 kg. - Efluentes aguas ácidas. - Tensión 380V 60 Hz.
Bombo 5	2,4 x 2 x 2,5	- Capacidad de 1100 kg. - Efluentes aguas ácidas. - Tensión 380V 60 Hz.
Bombo 6	2,4 x 2 x 2,5	- Capacidad de 1150 kg. - Efluentes aguas ácidas. - Tensión 380V 60 Hz.
Escurreidora	5,35 x 3 x 2,4	- Capacidad de 1 piel - Tensión 380V 50 Hz.
Rebajadora	4 x 2 x 1,9	- Capacidad de 1 banda. - Efluente hilachas altas en cromo - Tensión 380V 50 Hz.
Área de clasificado	6 x 8,6 x 2,5	- Contiene varias áreas más como las de clasificado y espera.
Balanza digital	1 x 2 x 0,1	- Capacidad 700 kg Max

**Tabla 27:** Elementos estáticos área recurtido

<b>ÁREA RECURTIDO</b>		
<b>Elemento</b>	<b>Dimensión [a*l*h] metros</b>	<b>Detalles</b>
Bombo 7	2,1 x 2 x 2,75	- Capacidad de 500 kg. - Efluentes aguas teñidas. - Tensión 380V 60 Hz.
Bombo 8	2,1 x 2 x 2,75	- Capacidad de 500 kg. - Efluentes aguas teñidas. - Tensión 380V 60 Hz.
Bombo 9	1,8 x 3 x 3,5	- Capacidad de 360 kg. - Efluentes aguas teñidas. - Tensión 380V 60 Hz.
Bombo 10	1,5 x 2,5 x 3	- Capacidad de 200 kg. - Efluentes aguas teñidas. - Tensión 380V 60 Hz.
Bombo 11	1 x 2,5 x 3	- Capacidad de 250 kg. - Efluentes aguas teñidas. - Tensión 380V 60 Hz.
Balanza digital	1,1 x 1,1 x 0,1	- Capacidad 700 kg Max
Gradas de depósito B7	1,2 x 0,7 x 0,7	- Gradas independientes para alcanzar la boca del bombo
Gradas de depósito B8	1,2 x 0,7 x 0,7	- Gradas independientes para alcanzar la boca del bombo
Gradas de depósito B11	1,2 x 0,7 x 0,7	- Gradas independientes para alcanzar la boca del bombo
Calentador de agua	2,4 x 1 x 1,6	- Cerca de los bombos de recurtido.

**Tabla 28:** Elementos estáticos área acondicionado

<b>ÁREA ACONDICIONADO</b>		
<b>Elemento</b>	<b>Dimensión [a*l*h] metros</b>	<b>Detalles</b>
Desvenadora	5 x 1,5 x 2,2	- Capacidad de 1 banda. - Tensión 220V 60 Hz.
Secado al vacío	10 x 2,5 x 1,6	- Capacidad de 4 bandas. - Tensión 220V 60 Hz.
Secado aéreo	1,3 x 1,3 x 3,5	- Capacidad de 800 bandas. - Tensión 220V 60 Hz.
Mollisa	4,3 x 2,9 x 1,4	- Capacidad de 1 banda. - Tensión 380V 60 Hz.
Toggling	7,1 x 5,1 x 2,8	- Capacidad de 50 bandas.
Humectadora	4,1 x 1,6 x 1,7	- Capacidad de 1 banda.
Lijadora	4,2 x 4,2 x 1,4	- Capacidad de 1 bandas. - Efluente polvo de lijado. - Tensión 220V 60 Hz.

Continuación. **Tabla 28:** Elementos estáticos área acondicionado

<b>ÁREA ACONDICIONADO</b>		
<b>Elemento</b>	<b>Dimensión [a*l*h] metros</b>	<b>Detalles</b>
Batanadora	3,2 x 3,9 x 3,5	- Capacidad de 100 bandas. - Tensión 220V 60 Hz.
Pulidora	2,6 x 1,8 x 1,7	- Capacidad de 1 bandas. - Efluente polvo de lijado. - Tensión 220V 60 Hz.
Base secadero aéreo	1,2 x 1,3 x 3,5	- Cerca de Mollisa
Ingreso secadero aéreo	2 x 1,5 3,5	- Cerca de secadora vacío
Tanque de recirculación Vacío	2,75 x 5 x 3,10	- Cerca de la secadora al vacío.
Mesa del área pulido	1,1 x 3 x 0,9	- Cerca de pulidora.
Depósito de conejos	1,3 x 0,6 x 0,45	- Cerca de Toggling.
Depósito de lijas	0,6 x 1 x 1,3	- Cerca de lijadora.

**Tabla 29:** Elementos estáticos área acabados

<b>ÁREA ACABADOS</b>		
<b>Elemento</b>	<b>Dimensión [a*l*h] metros</b>	<b>Detalles</b>
Pigmentadora de carrusel	6,15 x 19,50 x 2,5	- Capacidad de 4 bandas. - Tensión 220V 60 Hz - Energía neumática
Pigmentadora Roller	14,3 x 2,9 x 2,3	- Capacidad de 1 banda. - Tensión 220V 60 Hz - Energía neumática
Máquina Impresora	2,50 x 2,40 x 1,60	- Capacidad de 1 banda. - Tensión 220V 60 Hz - Energía neumática
Pintadora manual	7 x 1,7 x 1,9	- Capacidad de 1 banda. - Tensión 220V 60 Hz - Energía neumática
Prensa grande	3 x 1,7 x 2,9	- Capacidad de 1 banda. - Tensión 220V 60 Hz - Energía hidráulica
Prensa mediana	2,5 x 1,5 x 2,4	- Capacidad de 1 banda. - Tensión 220V 60 Hz - Energía hidráulica
Prensa rotativa	2,50 x 2,30 x 2,30	- Capacidad de 1 banda. - Tensión 220V 60 Hz - Energía hidráulica
Cepilladora	2,50 x 0,9 x 1,30	- Capacidad de 1 banda. - Tensión 220V 60 Hz.
Acetinadora	2,40 x 1 x 1,50	- Capacidad de 1 banda. - Tensión 220V 60 Hz.
Cabina de secado	5 x 7,7 x 2,50	- Capacidad de 100 bandas.
Mesa de cepillado	1,2 x 5 x 0,9	- Cerca cabina de secado
Depósito de Pigmentos	1,2 x 1,2 x 2	- Cerca del pintado manual.
Dispositivo Hidráulico P M	1,2 x 2,5 x 1,5	- Cerca de Prensa Mediana.
Dispositivo Hidráulico P G	1,5 x 1,7 x 1,5	- Cerca de Prensa Grande



Continuación. **Tabla 29:** Elementos estáticos área acabados

<b>ÁREA ACABADOS</b>		
<b>Elemento</b>	<b>Dimensión [a*l*h] metros</b>	<b>Detalles</b>
Área de grúa	2,1 x 2,5 x 2	- Cerca depósito de planchas grandes.
Depósito de P M	0,9 x 1,5 x 1,35	- Cerca de Prensa Mediana.
Depósito de P G	1,1 x 1,5 x 2,3	- Cerca de Prensa Grande
Deposito rodillos P C	1,5 x 2,3 x 1,6	- Cerca de prensa rotativa

**Tabla 30:** Elementos estáticos área terminado

<b>ÁREA TERMINADO</b>		
<b>Elemento</b>	<b>Dimensión [a*l*h] metros</b>	<b>Detalles</b>
Medidora	2,5 x 4 x 1,4	- Capacidad de 1 banda. - Tensión 220V 60 Hz - Energía neumática
Computador de mesa	1,2 x 1,5 x 1,8	- Cerca de medidora.
Archiveros	1,2 x 0,8 x 2	- Cerca de medidora.
Mesa saneado y empaque	6,7 x 1,4 x 0,9	- Cerca de medidora.
Depósito de cajas de EMP	1,7 x 1,2 x 2	- Cerca de mesa de saneado.

### Descripción de elementos móviles

Entre los elementos móviles que se identifica en la empresa se encuentran coches de transportación, grúas, operarios y otros; debido a la gran y diversa cantidad de estos elementos se opta por asignar un valor de 1,67 metros a la altura media pondera ( $h_{EM}$ ), con esto no es necesario su cálculo, el dato de estatura se obtuvo de la página online datos mundial [43].

### Cálculo del coeficiente de evolución (K)

El coeficiente de evolución K representa la relación entre las alturas medias ponderadas de los elementos móviles y elementos estáticos, este valor es diferente para cada área de producción dado que las alturas de las máquinas son variadas una de otras, además esta coeficiente sirve para determinar la superficie de evolución y se calcula mediante la Ecuación 8, en la Tabla 31 se resume los coeficientes utilizados para cada área, en el Anexo 7 se detalla el procedimiento para obtener estos valores.

**Tabla 31:** Coeficiente de evolución K para cada área de trabajo

Área de Producción	K
Ribera	0,45
Curtido	0,35
Recurtido	0,33
Acondicionado	0,38
Acabados	0,36
Terminado	0,62

### Superficies parciales y la superficie total de producción

La superficie estática (SS), la superficie gravitatoria (SG) y la superficie de evolución o evolutiva (SE) se calculan con las Ecuaciones 5, 6 y 7 que al sumar forman la superficie total de producción (ST) que se calcula con la Ecuación 4 presentadas en el capítulo I correspondiente al marco teórico; a continuación en la Tabla 32 se detalla el cálculo del requerimiento básico de superficie del área de ribera.

**Tabla 32:** Requerimiento básico de superficie área ribera

K=0,45 Maquinarias/Equipos /Muebles/ Zonas	ÁREA DE RIBERA									
	Dimensiones (m)				CANT	N	SS	SG	SE	ST
	s	L	A	H						
Bombo 1,2 y servicios	3,00	3,00	3,00	3,00	3	1	9,00	9,00	8,07	78,22
Descarnadora		6,00	2,70	2,30	1	1	16,20	16,20	14,53	46,93
Divididora		6,20	4,00	2,00	1	2	24,80	49,60	33,37	107,77
Plataforma descarnado		3,60	2,60	0,90	1	1	9,36	9,36	8,40	27,12
Plataforma deshilachado		2,20	1,90	0,60	1	2	4,18	8,36	5,62	18,16
Plataforma dividido		3,50	2,40	0,40	1	1	8,40	8,40	7,53	24,33
Gradas de ascenso		1,50	0,70	1,20	2	1	1,05	1,05	0,94	6,08
Balanza digital		1,30	1,20	0,10	1	0	1,56	0,00	0,70	2,26
Zona de Perchado		1,00	2,00	0,10	3	0	2,00	0,00	0,90	8,69
<b>TOTAL</b>										<b>319,57</b>

La superficie actual destinada para el área de ribera es de 177,19 m<sup>2</sup>, en tanto con el criterio de Guerchet la superficie básica recomendada para el correcto desenvolvimiento de las actividades y procesos realizados en esta área es 319,57 m<sup>2</sup>, lo que quiere decir un incremento del 80,35% con respecto a la disposición actual, cabe mencionar que el incremento se debe también a la agregación de un bombo de remojo-pelambre que antes se ubicaba en la zona de servicios de maquila, además de un mecanismo de movimiento de pieles de los bombos de ribera a descarnado. De la misma manera se procede a realizar el mismo procedimiento para el cálculo del

requerimiento básico de superficie del área de curtido, que se especifica en la Tabla 33 que se muestra a continuación.

**Tabla 33:** Requerimiento básico de superficie área curtido

K=0,35 Maquinarias/Equipos /Muebles/ Zonas	ÁREA DE CURTIDO									
	Dimensiones (m)				CANT	N	SS	SG	SE	ST
	s	L	A	H						
Bombo 3	2,40	3,00	2,40	2,90	1	1	7,20	7,20	4,97	19,37
Bombo 4, 5, 6, servicios	2,00	2,40	2,00	2,50	4	1	4,80	4,80	3,31	51,65
Escurreadora		5,35	3,00	2,40	1	2	16,05	32,10	16,61	64,76
Rebajadora		4,00	2,00	1,90	1	1	8,00	8,00	5,52	21,52
Balanza 2		1,00	2,00	0,10	1	1	2,00	2,00	1,38	5,38
Área clasificado		6,00	8,60	2,50	1	0	51,60	0,00	17,80	69,40
<b>TOTAL</b>										<b>232,09</b>

La superficie actual que utiliza el área de curtido es de 280,49 m<sup>2</sup>, mientras que la superficie recomendada mediante el criterio de Guerchet es de 232,09 m<sup>2</sup>, lo que implica una reducción de 17,25% de superficie, eso se debe a que la distribución actual no tuvo una planificación adecuada, además de que no lleva una secuencia lógica dando como resultado la existencia de varios espacios vacíos, otro problema que se presenta es la inclusión de otras máquinas pertenecientes a otros procesos y áreas, los cuales fueron instaladas sin ningún estudio previo enfocado a la distribución de instalaciones, al igual que en ribera también se añade un bombo.

Ahora a continuación, en la Tabla 34 se muestra el cálculo de la superficie básica requerida para el área de recurtido.

**Tabla 34:** Requerimiento básico de superficie área curtido

K=0,33 Maquinarias/Equipos /Muebles/ Zonas	ÁREA DE RECURTIDO									
	Dimensiones (m)				CANT	N	SS	SG	SE	ST
	s	L	A	H						
Bombo 7,8	2,00	2,10	2,00	2,75	2	1	4,20	4,20	2,76	22,32
Bombo 9	3,00	1,80	3,00	3,50	1	1	5,40	5,40	3,55	14,35
Bombo 10	2,50	1,50	2,50	3,00	1	1	3,75	3,75	2,47	9,97
Bombo 11	2,50	1,00	2,50	3,00	1	1	2,50	2,50	1,64	6,64
Gradas de ascenso		1,20	0,70	0,70	3	1	0,84	0,84	0,55	6,70
Calentador de agua		2,40	1,00	1,60	1	0	2,40	0,00	0,79	3,19
Balanza 3		1,10	1,10	0,10	1	0	1,21	0,00	0,40	1,61
<b>TOTAL</b>										<b>64,78</b>

En la distribución actual, la superficie que utiliza el área de recurtido es de 95,10 m<sup>2</sup>, mientras que el espacio sugerido es de 64,78 m<sup>2</sup>, lo que significa una reducción del 31,18%, esto se debe a la inexistencia de seccionamiento de áreas, mala planificación al construir, instalación de maquinaria sin secuencia lógica, lo que conlleva a aparición de espacios vacíos e ineficientes.

Continuando con el estudio en la Tabla 35 se detalla el cálculo del requerimiento básico de superficie del área de acondicionado.

**Tabla 35:** Requerimiento básico de superficie área acondicionado

K=0,38	ÁREA DE ACONDICIONADO										
	Maquinarias/Equipos /Muebles/ Zonas	Dimensiones (m)				CANT	N	SS	SG	SE	ST
		s	L	A	H						
Desvenadora		5,00	1,50	2,20	1	1	7,50	7,50	5,68	20,68	
Secadora vacío		10,00	2,50	1,60	1	2	25,00	50,00	28,39	103,39	
Mollisa		4,30	2,90	1,40	1	1	12,47	12,47	9,44	34,38	
Toggling		7,10	5,10	2,80	1	1	36,21	36,21	27,41	99,83	
Humectadora		4,10	1,60	1,70	1	2	6,56	13,12	7,45	27,13	
Lijadora		4,20	4,20	1,40	1	2	17,64	35,28	20,03	72,95	
Batanadora	3,00	3,20	3,90	3,50	1	1	12,48	12,48	9,45	34,41	
Pulidora		2,60	1,80	1,70	1	2	4,68	9,36	5,31	19,35	
Base secadero aéreo		1,30	1,20	3,50	1	0	1,56	0,00	0,59	2,15	
Ingreso secadero aéreo		2,00	1,50	2,00	1	0	3,00	0,00	1,14	4,14	
Tanque de Recirc.		2,75	5,00	3,10	1	0	13,75	0,00	5,20	18,95	
Mesa de pulido		1,10	3,00	0,90	1	1	3,30	3,30	2,50	9,10	
Depósito de conejos		1,30	0,60	0,45	1	1	0,78	0,78	0,59	2,15	
depósito de lijas		0,60	1,00	1,30	1	1	0,60	0,60	0,45	1,65	
<b>TOTAL</b>										<b>450,27</b>	

El espacio que ocupa actualmente el área de acondicionado está formado por varias zonas, a causa de no tener un criterio de seccionamiento planificado y ordenamiento en maquinaria, esta superficie tiene un área actual de 574,04 m<sup>2</sup>, mientras con el método de Guerchet recomienda una superficie de 450,27 m<sup>2</sup> que en porcentaje se ve reducida en un 21,56%.

De igual forma se realiza el cálculo del requerimiento básico del área de acabados que se muestra en la Tabla 36.

**Tabla 36:** Requerimiento básico de superficie área acabados

K=0,36 Maquinarias/Equipos /Muebles/ Zonas	ÁREA DE ACABADOS									
	Dimensiones (m)				CANT	N	SS	SG	SE	ST
	e	L	A	H						
Pigmentadora de Carrusel		19,50	6,15	2,50	1	2	119,93	239,85	129,87	489,65
Pigmentadora Roller		14,30	2,90	2,30	1	2	41,47	82,94	44,91	169,32
Maquina Impresora		2,50	2,40	1,60	1	2	6,00	12,00	6,50	24,50
Pintadoras Manuales		7,00	1,70	1,90	1	1	11,90	11,90	8,59	32,39
Prensa Grande		3,00	1,70	2,90	1	2	5,10	10,20	5,52	20,82
Prensa Mediana		2,50	1,50	2,40	1	2	3,75	7,50	4,06	15,31
Prensa Rotativa		2,50	2,30	2,30	1	2	5,75	11,50	6,23	23,48
Cepilladora		2,50	0,90	1,30	1	2	2,25	4,50	2,44	9,19
Acetinadora		2,40	1,00	1,50	1	1	2,40	2,40	1,73	6,53
Cabina de Secado		7,70	5,00	2,50	1	0	38,50	0,00	13,90	52,40
Mesa de cepillado		1,20	5,00	0,90	1	1	6,00	6,00	4,33	16,33
Depósito de pigmentos		1,20	1,20	2,00	1	0	1,44	0,00	0,52	1,96
Dispositivo hidráulico PM		1,20	2,50	1,50	1	0	3,00	0,00	1,08	4,08
Dispositivo hidráulico PG		1,50	1,70	1,50	1	0	2,55	0,00	0,92	3,47
Área de grúa		2,10	2,50	2,00	1	0	5,25	0,00	1,90	7,15
Depósito de matrices PM		0,90	1,50	1,35	1	0	1,35	0,00	0,49	1,84
Depósito de matrices PG		1,10	1,50	2,30	1	0	1,65	0,00	0,60	2,25
Depósito de rodillos PC		1,50	2,30	1,60	1	0	3,45	0,00	1,25	4,70
<b>TOTAL</b>										<b>885,35</b>

El espacio utilizado por el área de acabados en la distribución actual es de 617,10 m<sup>2</sup>, el cual es menor al recomendado calculado que es de 885,35m<sup>2</sup>, lo que implica un incremento de 43,46%, esto ocurre debido a que en esta área se concentra la mayor cantidad de máquinas grandes como es el caso de las pigmentadoras de carrusel y Roller, que al sumar solo estas dos superficies ocupan el 75% del espacio destinado para el área de acabados, cabe destacar que no se considera la bodega de material terminado dado a que se considera una superficie auxiliar.

Por último se realiza el cálculo del requerimiento básico de superficie del área de terminado, que se muestra a continuación en la Tabla 37, cabe destacar que el espacio destinado a bodega de material terminado no se toma en cuenta en esta área ya que estos sitios se consideran como superficies auxiliares que se estima más adelante.

**Tabla 37:** Requerimiento básico de superficie área terminado

K=0,62	ÁREA DE TERMINADO									
	Dimensiones (m)				CANT	N	SS	SG	SE	ST
	s	L	A	H						
Medidora		2,50	4,00	1,40	1	2	10,00	20,00	18,74	48,74
Computador de mesa		1,20	1,50	1,80	1	0	1,80	0,00	1,12	2,92
Archiveros		1,20	0,80	2,00	2	0	0,96	0,00	0,60	3,12
Mesa saneado y empaque		6,70	1,40	0,90	1	1	9,38	9,38	11,72	30,48
Depósito de cajas		1,70	1,20	2,00	1	0	2,04	0,00	1,27	3,31
<b>TOTAL</b>										<b>88,58</b>

En la situación actual el área de terminado ocupa un espacio de 100,64 m<sup>2</sup>, mientras que el recomendado es de 88,58 m<sup>2</sup>, lo que equivale a una reducción del 11,98%, es esto debe mayormente a que en la distribución actual esta área no tiene delimitada su espacio productivo.

En definitiva la superficie básica total recomendada para el área productiva es de 2040,64 m<sup>2</sup> que en comparación a la actual 1844,56 m<sup>2</sup>, conlleva un aumento de 196,08 m<sup>2</sup>.

#### - Estimación de superficie auxiliar

Esta superficie es complementaria al proceso de producción e incluye áreas como bodegas, laboratorios, salas de calderos, estacionamientos entre otros departamentos; en el presente estudio por requerimiento de la empresa se mantiene el espacio utilizado actualmente por cada uno de estos, pero se considera ciertas excepciones y modificaciones sugeridas por la gerencia que se menciona a continuación.

- Ampliar al doble la bodega de materia prima, esto se debe a que las demandas de cuero en temporadas del año sufre variaciones, por ejemplo en temporadas de ingreso a clases la demanda de cuero es alta y por consecuencia el nivel de existencias en la bodega de materia prima en mediana con tendencia a baja, mientras que a finales de año la demanda de cuero es baja y el nivel de existencias es alta dando como resultado un espacio insuficiente para aglomerar gran cantidad de cuero.

- Unificar bodegas de químicos, en la distribución actual se identifica un espacio aceptable para bodegas de químicos, pero estas se encuentran dispersas por toda la planta de producción.
- Eliminar bodegas utilizadas y localidades utilizadas por maquila.

Una vez mencionadas las variaciones que se desea realizar se enlista en la Tabla 38 los departamentos con sus respectivas áreas.

**Tabla 38:** Departamentos auxiliares

Departamento	Área actual	Área Propuesta
Bodega de materia prima	74,70	150,00
Bodega de químicos	121,54	152,90
Bodega de químicos de curtido y recurtido	31,36	
Laboratorio 1	29,87	29,87
Garaje Grúa	14,31	14,31
Bodega de sal	24,20	24,20
Planta de Tratamiento de aguas Residuales	175,90	175,90
Sistema de precipitación de aguas con cromo	12,72	12,72
Sistema de Clarificación de aguas teñidas	25,16	25,16
Sala de calderos	29,80	29,80
Mecánica	66,30	66,30
Servicios Higiénicos	23,60	23,60
Enfermería	16,34	16,34
Bodega de insumos	10,40	10,40
Casa Guardianía	73,28	73,28
Bodega Material terminado	30,00	30,00
Oficinas	360,00	360,00
Parqueaderos	210,92	210,92
Caja eléctrica	14,28	14,28
Garita	10,88	10,88
<b>TOTAL</b>	<b>1355,56</b>	<b>1430,86</b>

Actualmente la superficie auxiliar ocupa un área de 1355,56 m<sup>2</sup> y con las modificaciones realizadas estas asciende a un valor de 1430,86 m<sup>2</sup>, lo que sumada con la superficie de producción calculada en el punto anterior da un total de 3471,50 m<sup>2</sup>, que es el área recomendada para la nueva planta de producción sin contar de vías de acceso y áreas verdes, estas dependen del sitio a construir.

### 3.1.8 Localización de la nueva empresa

La localización de instalaciones es considerada una decisión estratégica y consiste en la seleccionar un lugar idóneo entre varias alternativas, el escogimiento se basa en criterios que generalmente son alineados a costos, tiempos de respuesta, rentabilidad y cercanía a determinados lugares que al final seduzcan al momento de adquirir algún emplazamiento. Entre las principales causas de reubicación de una empresa se identifica el agotamiento de materias primas, búsqueda de personal profesional y capacitado, seccionamiento industrial, normativas ambientales y ordenanzas municipales.

En esta parte del estudio se busca seleccionar el lugar óptimo para el estudio de distribución de instalaciones de la nueva planta de producción; la principal razón de reubicación de la empresa está alineada a ordenanzas municipales donde indica que las empresas de alto impacto ambiental deben obligatoriamente reubicarse en parques industriales, por consiguiente las alternativas para el proyecto quedan limitadas a dos opciones, la primera el Parque Industrial Ambato (PIA) y la segunda el Parque Industrial Santa Rosa que se evalúa acorde a los beneficios que se pueda obtener. A continuación en la Tabla 39 se menciona los factores de ubicación que se toma en cuenta para la selección del lugar.

**Tabla 39:** Factores de Ubicación

Factor	Descripción	Puntuación
Cercanía a los proveedores	Existen proveedores tanto de pieles frescas como de químicos, los cuales para mejorar la velocidad de respuesta deben estar lo más cerca posible a la nueva planta. - Los proveedores de pieles se concentran en la parte norte de Ambato, - en cambio los proveedores de químicos se encuentran en la parte central de la ciudad.	10
Cercanía a los clientes	Existe variedad en cuanto a ubicación de clientes pero sería primordial ubicarse en una zona céntrica y de conocimiento común.	5
Cercanía a la competencia	Aunque no es muy común, tener cerca a los competidores es una estrategia empresarial a tomar en cuenta, las curtiembres se encuentran mayormente en las parroquias de Augusto Martínez e Izamba [44].	5



Continuación. **Tabla 39:** Criterios de Ubicación

Factor	Descripción	Puntuación
Líneas de transporte	<p>El lugar debe tener líneas de buses frecuentes para el desplazamiento de visitantes, empleados entre otros.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Actualmente en el PIA existe una línea de bus que se interna en esta y está cubierta por la Compañía Unión Ambateña.</li> <li>- En el PI Santa Rosa no existe rutas de buses que se internen en este.</li> </ul>	10
Rutas de acceso	<p>Las rutas de acceso deben ser de buena calidad, asfaltadas, señalizadas y que se conecte a vías principales sin restricción de peso.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- En el PIA las rutas son la mayoría de asfalto aunque también se encuentra rutas empedradas, la vía principal que conecta es la E35.</li> <li>- En el PI Santa Rosa todas las vías son de asfalto aunque el inconveniente que presenta son las rutas principales, ya que una de ella tiene una pendiente pronunciada lo que sería una problemática para el transporte pesado, la vía se conecta a la Manuelita Sáenz.</li> </ul>	15
Servicios básicos	<p>Este se puede decir que es uno de los factores más preponderante debido ya que los recursos utilizados por la empresa son altos.</p> <p>Primero, las líneas eléctricas deben ser bifásicas y trifásicas para el funcionamiento de maquinaria.</p> <p>Segundo, agua potable para uso general, comedor, vestidores, servicios higiénicos.</p> <p>Tercero agua de regadío o vertientes, esto para el uso industrial en áreas como ribera, curtido y recurtido.</p> <p>Cuarto sistema de drenaje especializado para empresas de alto impacto ambiental.</p>	15
Costo de terreno	<p>También es uno de los criterios más importantes a considerar.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- En el PIA el costo es de 150 el metro cuadrado promedio.</li> <li>- En PI santa Rosa el costo es de 90 el metro cuadrado promedio.</li> </ul> <p>*(Datos consultados por el investigador)</p>	20
Normativas Ambientales	<p>En el PIA no existe limitación del tipo de empresas, en cambio en el PI Santa Rosa solo se puede construir aquellas que tengan un mediano impacto ambiental, aquellas que son de alto impacto deben tener la aprobación anticipada de la municipalidad de Ambato [45].</p>	15
Normativas de Construcción	<p>El COS del Parque Industrial Ambato es de 60% [46], mientras que el COS del Parque Industrial Santa Rosa es del 50% [45].</p>	5

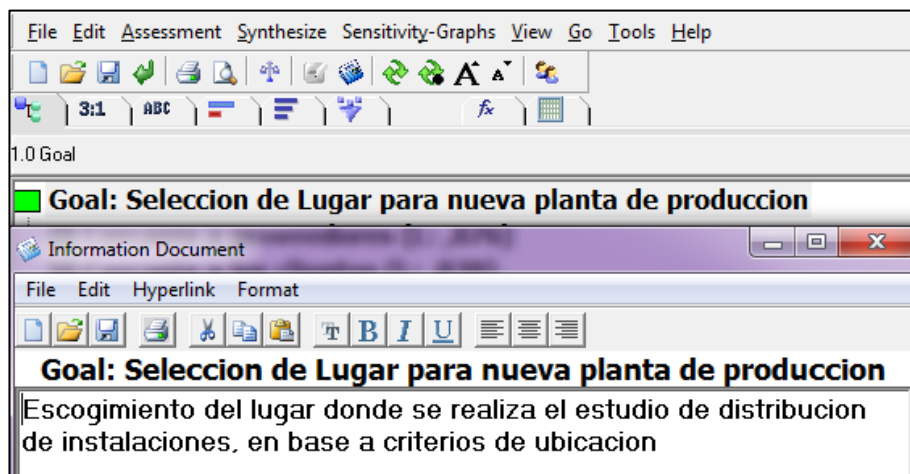
La suma de las puntuaciones son igual a 100 puntos, en la Tabla 40 se muestra la puntuación de cada factor en base a cada alternativa, tanto los factores como las ponderaciones fueron analizados conjuntamente con la gerencia.

**Tabla 40:** Matriz de ponderación

FACTOR DE LOCALIZACIÓN	PONDERACIÓN DEL FACTOR	Puntuación del factor para cada localización	
		Parque Industrial Ambato	Parque Industrial Santa Rosa
1 Cercanía a los proveedores	10	7	5
2 Cercanía a los clientes	5	5	5
3 Cercanía a la competencia	5	8	3
4 Líneas de transporte	10	8	6
5 Rutas de acceso	15	7	5
6 Servicios básicos	15	6	5
7 Costo del terreno	20	3	8
8 Normativas ambientales	15	6	5
9 Normativas de construcción	5	6	5
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>		

### Aplicación de Expert Choice

Una vez obtenido la matriz de ponderación se procede a ingresar la información al software de toma de decisiones, entre los datos que son necesarios para la solución del problema se encuentra el objetivo del estudio que se presenta en la Figura 50.



**Figura 50:** Objetivo del estudio

Las alternativas que en este caso, se limitan a dos se muestran en la Figura 51.

Alternativa	Puntuación
Parque Industrial Amt	.564
Parque Industrial San	.436

Figura 51: Alternativas del estudio

Los criterios de calificación con sus respectivas ponderaciones que se observa en la Figura 52.

Criterio	Ponderación (L)
Cercanía a proveedores	.076
Cercanía a los clientes	.039
Cercanía a la competencia	.039
Lineas de transporte	.076
Rutas de acceso	.151
Servicios basicos	.151
Costo de terreno	.277
Normativas ambientales	.151
Normativas de construcción	.039

Figura 52: Ponderación de los criterios

### Obtención de resultados

Con el botón de “synthesis results” se obtiene la solución al objetivo planteado, en la Figura 53 se presenta la alternativa ganadora.

Alternativa	Puntuación
Parque Industrial Ambato (PIA)	.564
Parque Industrial Santa Rosa	.436

Figura 53: Alternativa ganadora

## Interpretación de resultados

El lugar factible para la realización del estudio de distribución de instalaciones es el parque industrial de Ambato (PIA) dado que obtiene un 56,4% de aprobación, mientras que el parque Industrial Santa Rosa obtiene una aprobación de 43,6%, con un índice de inconsistencia con tendencia a cero.

## Consideraciones de Construcción

El parque Industrial Ambato (PIA) se rigiere bajo la ordenanza municipal 300.68.1, donde menciona que el COS (Coeficiente de ocupación del suelo, entendiéndose por este como el porcentaje máximo permisible entre la relación existente entre el área construida en planta baja y el área del inmueble) debe ser de un máximo del 60% [46], esto se interpreta que el área calculada de 3470,90 m<sup>2</sup> representa tal porcentaje, entonces en realidad el tamaño real del terreno se calcula con la Ecuación 14.

$$0,6Dt+0,4Dt=Dt \quad (14)$$

Donde, Dt es la dimensión total del terreno y (0,6Dt) es igual a 3471,50 m<sup>2</sup> calculado anteriormente.

$$3471,50+0,4Dt=Dt$$

$$3471,50=0,6Dt$$

$$Dt = \frac{3471,50}{0,6}$$

$$Dt=5785,83 \text{ m}^2$$

El tamaño del terreno es de 5785,83 m<sup>2</sup>, donde el 60% será ocupado para la construcción del edificio y el 40% será utilizado para las vías de acceso y áreas verdes. En síntesis se presencia una reducción en espacio del 28,70% respecto al área del terreno actual, esto se debe principalmente a la eliminación de espacios ocupados por la maquila.

### 3.1.9 Distribución de instalaciones

La distribución de instalaciones o planta consiste en la ordenación lógica de los equipos y áreas de trabajo que intervienen para la creación o transformación de un bien, estos tipos problemas son inevitables, debido que al colocar un simple equipo al interior de la instalación ya presenta un problema de distribución, entonces el objetivo final es encontrar una distribución óptima que se apegue a las necesidades actuales.

Los tipos de distribución como se menciona en el apartado de fundamentación teórica se aplica en base a la naturaleza en que se realiza el trabajo, actualmente la empresa a breve rasgos se acerca a una distribución por proceso, dado que las máquinas se agrupan por la función que realizan creando así áreas de trabajo, también se observa que no se encuentran delimitadas y seccionadas es más existen equipos pertenecientes a otras áreas que se incluyen en otra diferente. En la Tabla 41 a continuación se selecciona el tipo adecuado para la propuesta de distribución y su respectiva justificación.

**Tabla 41:** Tipos de distribución aplicables al estudio

Tipo de Distribución	Validez	Justificación
Por Producto	No aplica	Este tipo de distribución hace referencia a una línea de ensamble donde se van añadiendo piezas al ritmo que se va moviendo el producto, además hacen uso de bandas transportadoras que minimizan el manejo de materiales, lo que en la empresa es todo lo contrario.
Por Proceso	<b>Aplica</b>	La distribución orientada al proceso es la única admisible para el estudio dado que presenta varias características como, mayor manipulación de materiales, elevado WIP, congestión en de rutas, especialización de obreros.
Posición Fija	No aplica	Por el hecho de que el producto fluye por la fábrica se descarta una distribución de posición fija.
Célula de manufactura	No aplica	Este tipo de distribución es más aplicable cuando se posee varios productos que comparten maquinaria, para ir agrupando en familias, en el caso de planta uno que cubre las áreas de ribera, curtido, recurtido y parte del acondicionado su aplicabilidad no es admisible dado que el proceso de manufactura es el mismo y siguen la misma secuencia. Pero en cambio en el área de acabados se la puede realizar al contar con varios productos, pero en el estudio se enfoca nada más que en cuatro artículos aunque son los más representativos no tiene suficiente peso para realizar este tipo de distribución.

## Restricciones para la distribución

Durante la recolección de datos se pudo identificar varias restricciones en las diferentes áreas de trabajo que se deben tomar en cuenta para la realización de las propuestas de distribución, estas se mencionan a continuación en la Tabla 42.

**Tabla 42:** Restricciones para la distribución de instalaciones

	Observaciones	Recomendaciones
Área de Ribera	Alto consumo de agua fría.	Colocar tomas de agua fría cercanas para los 3 bombos de remojo y pelambre.
	Descarga de aguas alcalinas, con mezcla de vello bobino.	Instalar drenaje exclusivo para esta área.
	Descarga de gran cantidad efluentes sólidos (grasas) resultantes del descarnado.	Se debe colocar la máquina en un lugar estratégico, donde la descarga de grasas no ocupe tanto espacio, ni operarios para realizar dicha labor.
	Descarga de gran cantidad de carnaza de la máquina divididora.	Colocar esta máquina cerca de una puerta de acceso, debido a que una parte de la carnaza se vende a terceros y necesita una ruta rápida hacia el exterior sin que interfiera con los demás procesos.
Área de Curtido y Recurtido	Alto consumo de agua fría y caliente.	Centralizar el calefactor de agua caliente
	Descarga de gran cantidad de efluentes solidos altos en cromo del rebajado.	Colocar cerca de una ruta de salida para que la descarga no interfiera con los demás procesos
	Descarga de aguas con cromo	Instalar drenaje exclusivo para esta área.
	Descarga de aguas con teñidos	Instalar drenaje exclusivo para esta área.
Área acondicionado	Descarga de gran cantidad de polvo de lijadora	Colocar cerca de una ruta de salida para que la descarga no interfiera con los demás procesos
	Descarga de gran cantidad de polvo de pulidora	Colocar cerca de una ruta de salida para que la descarga no interfiera con los demás procesos

Si existe la necesidad de realizar una planta alta, las máquinas como bombos y prensas, se deben colocar al nivel del piso debido a las vibraciones que generan, esta misma consideración se debe establecer con las máquinas que generan gran cantidad de efluentes sólidos con el fin de alivianar las actividades de descarga.

## Técnicas de distribución por proceso

Las técnicas utilizadas en el proyecto para la distribución por proceso son el Método SLP que se enfoca en crear alternativas de distribución y el Análisis Carga-Distancia que evalúa las alternativas generadas.

### Método SLP

#### Paso 1. Diagrama de las relaciones

Las áreas seleccionadas para el estudio se menciona en la Tabla 43; existen sitios que no se toman en cuenta debido a que su ubicación no tiene un impacto relevante.

**Tabla 43:** Codificación de áreas

Código	Área	Código	Área
1	Bodega de Materia Prima	16	Lijadora
2	Bombos de ribera	17	Batanadora
3	Descarnadora	18	Prensa Rotativa
4	Divididora	19	Pigmentadora Roller
5	Bombos de curtido	20	Pigmentadora Carrusel
6	Escurridora	21	Pintadero
7	Área de clasificado WB	22	Cabina de secado
8	Rebajadora	23	Máquina Impresora
9	Bombos de Recurtido	24	Prensa Mediana
10	Desvenadora	25	Prensa Grande
11	Secado Vacío y Aéreo	26	Acetinadora
12	Mollisa	27	Cepilladora
13	Humectadora	28	Terminado
14	Pulidora	29	Bodega de Material Terminado, oficinas
15	Togging	30	Bodega de Químicos

Siguiendo con el estudio, en la Tabla 44 se detalla los motivos que se utiliza para designar la cercanía de las áreas.

**Tabla 44:** Motivos de cercanía

Número	Criterio
1	Secuencia de proceso
2	Tipo de trabajo y seguridad
3	Tipo de Efluente
4	Higiene y estética
5	Compartimento de recursos e información

A continuación se muestra en la Figura 54 el diagrama de relaciones entre las diferentes áreas de trabajo.

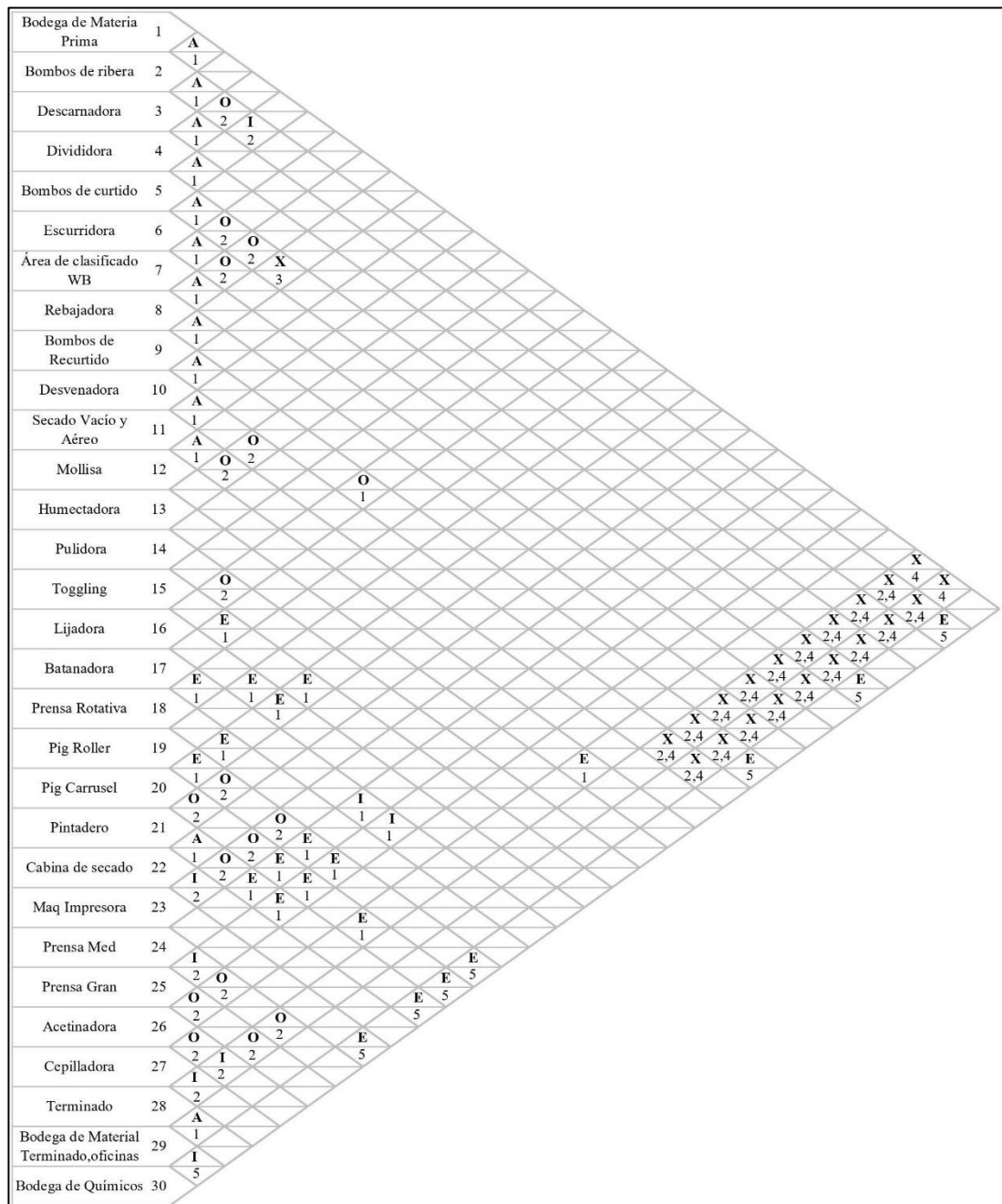


Figura 54: Diagrama de relaciones

## Paso 2: Requerimientos de espacio.

Los valores de espacio requerido para cada estación de trabajo se calcularon anteriormente mediante el criterio de Guerchet, en la Tabla 45 se detalla estos valores.

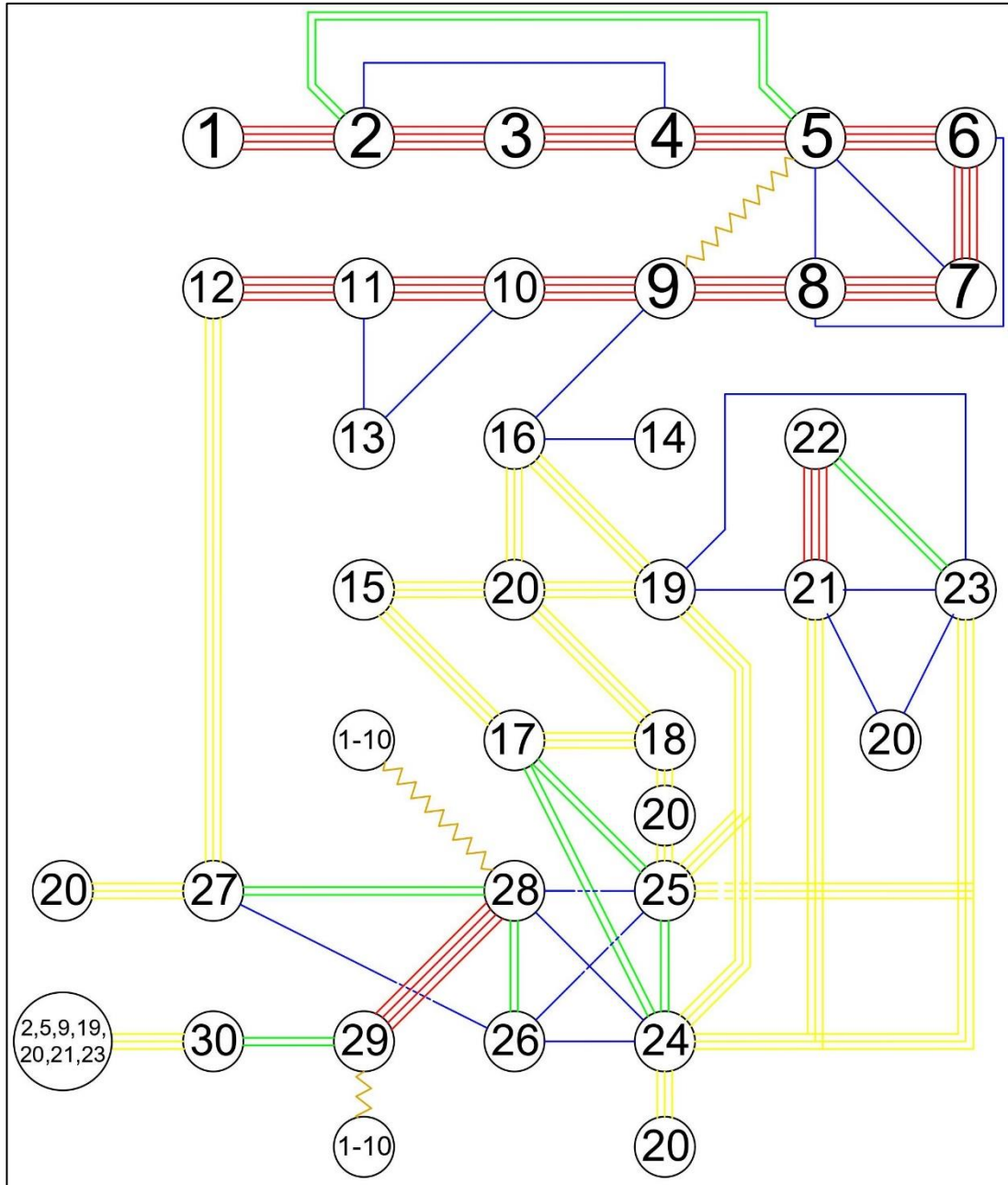


**Tabla 45:** Requerimiento de espacio

Código	Área	Superficie [m <sup>2</sup> ]
1	Bodega de Materia Prima	173,60
2	Bombos de ribera	78,22
3	Descarnadora	46,93
4	Divididora	107,77
5	Bombos de curtido	71,02
6	Escurridora	64,76
7	Área de clasificado WB	69,40
8	Rebajadora	21,52
9	Bombos de Recurtido	53,28
10	Desvenadora	20,68
11	Secado Vacío y Aéreo	107,53
12	Mollisa	34,38
13	Humectadora	27,13
14	Pulidora	19,35
15	Toggling	99,83
16	Lijadora	72,95
17	Batanadora	34,31
18	Prensa Rotativa	23,48
19	Pigmentadora Roller	169,32
20	Pigmentadora Carrusel	489,65
21	Pintadero	32,39
22	Cabina de secado	52,40
23	Máquina Impresora	24,50
24	Prensa Mediana	15,31
25	Prensa Grande	20,82
26	Acetinadora	6,53
27	Cepilladora	9,19
28	Terminado	88,58
29	Bodega de Material Terminado, oficinas	390,00
30	Bodega de Químicos	152,90

**Paso 3:** Diagrama de relaciones entre actividades

Este diagrama de relaciones muestra el grado de cercanía de cada departamento en relación con los demás, se alimenta del diagrama realizado en el primer paso y utiliza la simbología detallada en la Figura 8 del apartado de Marco Teórico que establece las relaciones con código A son representadas con 4 líneas de color rojo, E con 3 líneas de color amarillo, I con 2 líneas de color verde, O con 1 línea de color azul y X con líneas zigzag de color marrón. En la Figura 55 se muestra el diagrama de relaciones entre actividades.



**Figura 55:** Diagrama de relaciones entre actividades

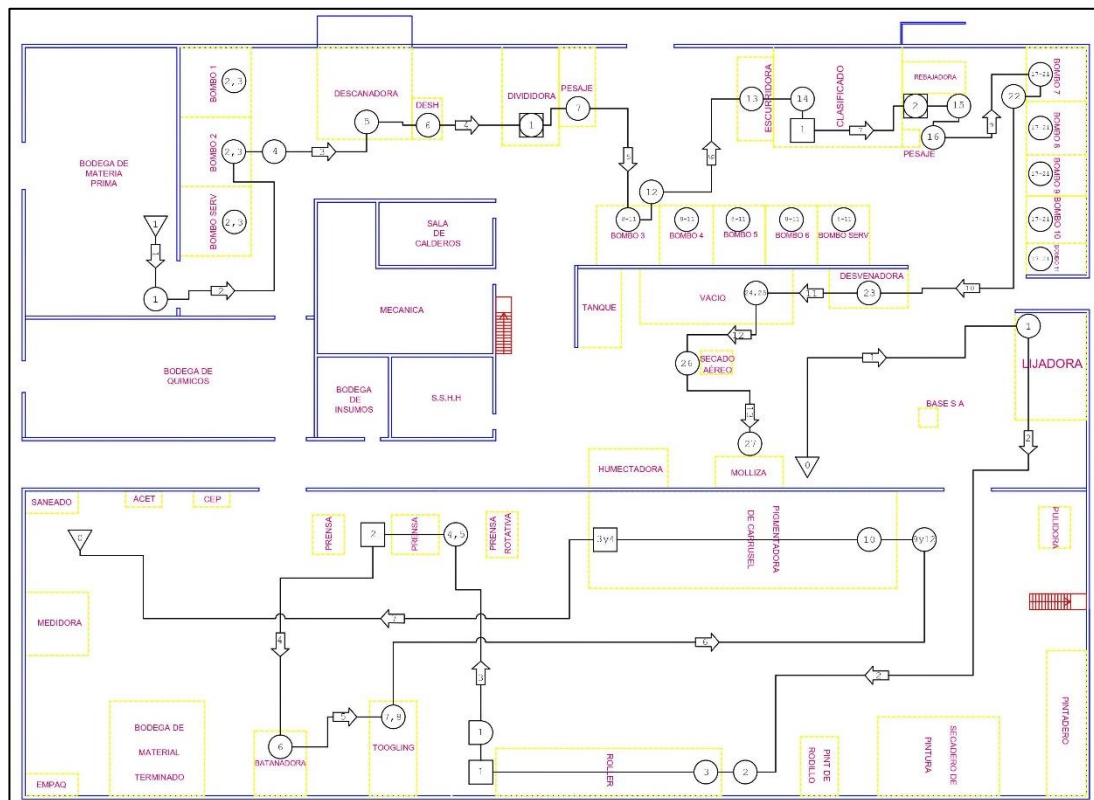
**Paso 4:** relaciones de espacio para la distribución.

Este paso consiste en ubicar las áreas bajo estudio en el plano considerando todas las restricciones detalladas en la Tabla 42 y respetando el grado de cercanía entre actividades obtenidas en el diagrama de relaciones. En la Tabla 46 se muestra los lineamientos de construcción propios del lugar de instalación en este caso el Parque Industrial Ambato que se deben cumplir con obligatoriedad.

**Tabla 46:** Lineamientos de construcción Parque Industrial Ambato  
**Fuente:** La ordenanza que regula el Funcionamiento del Parque Industrial Ambato [46].

Lineamiento	Detalle
Tipo de Lote	E
Frontales	10 metros
Lateral hacia la entrada principal	8 metros
Lateral hacia el costado contrario	4 metros
Posterior	14 metros
Estacionamientos obligatorios	7 espacios

En la Figura 56 se muestra el Layout de la propuesta 1 para la nueva planta de producción, los departamentos auxiliares se encuentran cerca de la puerta de ingreso, el flujo de material se asemeja a una “U” que va de izquierda a derecha, de arriba abajo, las oficinas se encuentran en una segunda planta sobre el área de acabados.



**Figura 56:** Layout Propuesta 1

**Paso 5:** Evaluar una distribución alterna.

En este paso se crea otra tentativa de distribución, en la Figura 57 se muestra el Layout de la propuesta 2, los departamentos auxiliares se colocan en la parte inferior derecha

y el flujo de material se asemeja a una “U” que va de derecha izquierda de arriba abajo.

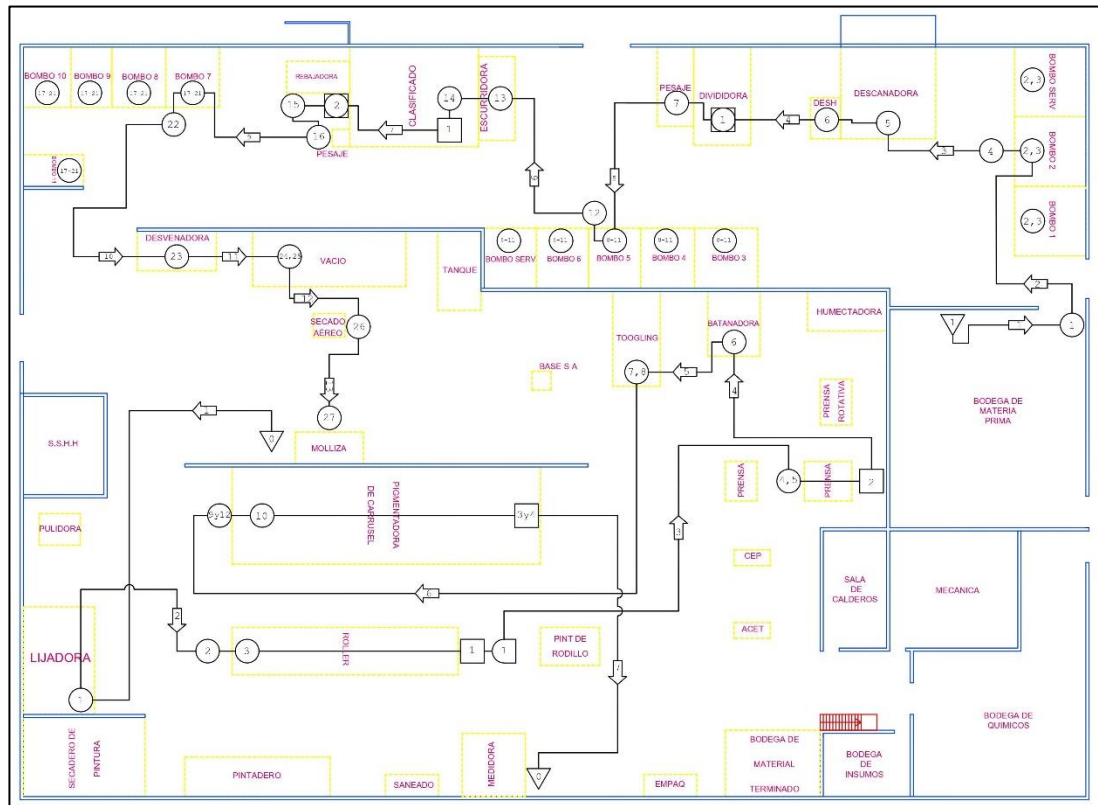


Figura 57: Layout Propuesta 2

En el Anexo 8 se muestra el diseño de los Layout completos de las dos alternativas de distribución.

**Paso 6:** Selección de distribución.

Entre los principios de la distribución de instalaciones se encuentra la mínima distancia recorrida que es fundamental al momento de seleccionar la distribución óptima en este estudio, para esto se utiliza herramientas manuales (análisis carga-distancia) y de software (Flexsim 2019).

### 3.1.10 Análisis Carga-Distancia

Para realizar el análisis carga-distancia es necesario conocer los transportes realizados por el personal operativo en el proceso productivo; como se explica anteriormente para obtener cuero terminado comercial debe recorrer dos etapas, la primera etapa comienza desde que las pieles se liberan de bodega de materia prima hasta ablandado en Mollisa procesos que se repiten para todos los productos, mientras que la segunda etapa son los acabados que son diferentes para cada artículo.

La nomenclatura utilizada para identificar las áreas productivas se encuentra en la Tabla 42, las distribuciones llevadas al análisis son el Layout Actual de la Empresa (Anexo 2), Layout Propuesta 1 (Figura 56), Layout Propuesta 2 (Figura 57). Para determinar la distancia recorrida entre departamentos, se emplea la distancia rectilínea, que mide la distancia entre dos puntos con una serie de giros de 90°, que es lo que se asemeja más a la realidad de los movimientos que el operario realiza al desplazarse entre cada una de estas.

En la Tabla 47 se indica las distancias recorridas entre departamentos para cada alternativa, cabe destacar que los artículos en estudio son los pertenecientes al grupo A del análisis ABC (Fendi, Nubuck, Vitello, Nuvola).

**Tabla 47:** Distancia entre departamentos

Movimientos	Actual [m]	Propuesta 1[m]	Propuesta 2 [m]
1-2	10,40	13,70	16,20
2-3	5,15	7,70	14,00
3-4	3,10	3,80	3,80
4-5	8,35	12,30	9,90
5-6	27,00	13,15	13,90
6-7	3,00	3,00	3,00
7-8	3,00	3,00	3,00
8-9	20,05	12,15	15,52
9-10	15,35	14,95	13,10
10-11	2,80	2,30	2,30
11-12	8,70	5,20	6,00
12-16	64,90	21,00	28,75
12-27	105,00	39,30	30,10
16-19	111,80	42,50	15,40
16-20	87,30	17,30	15,00
19-25	15,50	18,80	41,30
25-17	107,90	19,60	16,30
17-15	53,25	16,90	16,65
15-20	64,45	51,60	51,60
20-28	41,50	39,00	36,00

Continuación **Tabla 47:** Distancia entre departamentos

Movimientos	Actual [m]	Propuesta 1[m]	Propuesta 2 [m]
<b>27-20</b>	28,50	65,50	42,60
<b>20-18</b>	39,50	10,20	27,50
<b>18-17</b>	108,80	24,80	16,30
<b>20-23</b>	19,25	30,65	27,25
<b>20-24</b>	34,30	21,50	21,50
<b>24-28</b>	24,30	21,50	45,50
<b>28-29</b>	14,80	5,00	5,00

En la Tabla 48 se muestra las secuencias para la fabricación de los productos clase A de la empresa.

**Tabla 48:** Secuencia de fabricación productos clase A

Producto	Secuencia
Fendi	1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-16-19-25-17-15-20-28-29
Nubuck	1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-27-20-28-29
Vitello	1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-16-20-18-17-15-20-28-29
Nuvola	1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-16-20-23-20-24-28-29

En la Tabla 49 se detalla la distancia recorrida del producto Fendi.

**Tabla 49:** Distancia recorrida en la secuencia de proceso producto Fendi

Producto	Descripción de Proceso	Secuencia de proceso	Actual	Propuesta 1	Propuesta 2
Fendi	Desde bodega de materia prima, pasando por bombos de ribera, descarnadora, divididora, bombos de curtido, escurridora, área de clasificado, rebajado, bombos de recurtido, desvenado, secado vacío y aéreo, finalmente por ablandado en Mollisa	1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12	106,90	91,25	100,72
	Desde ablandado, pasando por lijadora, Pigmentadora Roller, prensa grande, Batanadora, Togglng, Pigmentadora de carrusel, área de terminado y finalmente bodega de material acabado	12-16-19-25-17-15-20-28-29	474,10	214,40	211,00
<b>Total</b>			<b>581,00</b>	<b>305,65</b>	<b>311,72</b>

En la Tabla 50 se detalla la distancia recorrida del producto Nubuck.

**Tabla 50:** Distancia recorrida en la secuencia de proceso producto Nubuck

Producto	Descripción de Proceso	Secuencia de proceso	Actual	Propuesta 1	Propuesta 2
Nubuck	Desde bodega de materia prima, pasando por bombos de ribera, descarnadora, divididora, bombos de curtido, escurridora, área de clasificado, rebajado, bombos de recurtido, desvenado, secado vacío y aéreo, finalmente por ablandado en Mollisa	1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12	106,90	91,25	100,72
	Desde ablandado, pasando por Cepilladora, Pigmentadora de carrusel, área de terminado y finalmente bodega de material acabado	12-27-20-28-29	189,80	148,80	113,70
<b>Total</b>			296,70	240,05	214,42

En la Tabla 51 se detalla la distancia recorrida del producto Vitello.

**Tabla 51:** Distancia recorrida en la secuencia de proceso producto Vitello

Producto	Descripción de Proceso	Secuencia de proceso	Actual	Propuesta 1	Propuesta 2
Vitello	Desde bodega de materia prima, pasando por bombos de ribera, descarnadora, divididora, bombos de curtido, escurridora, área de clasificado, rebajado, bombos de recurtido, desvenado, secado vacío y aéreo, finalmente por ablandado en Mollisa	1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12	106,90	91,25	100,72
	Desde ablandado, pasando por lijadora, Pigmentadora de carrusel, prensa rotativa, Batanadora, Toggling, Pigmentadora de carrusel, área de terminado y finalmente bodega de material acabado	12-16-20-18-17-15-20-28-29	474,50	185,80	196,80
<b>Total</b>			581,40	277,05	297,52

En la Tabla 52 se detalla la distancia recorrida del producto Nuvola.

**Tabla 52:** Distancia recorrida en la secuencia de proceso producto Nuvola

Producto	Descripción de Proceso	Secuencia de proceso	Actual	Propuesta 1	Propuesta 2
Nuvola	Desde bodega de materia prima, pasando por bombos de ribera, descarnadora, divididora, bombos de curtido, escurridora, área de clasificado, rebajado, bombos de recurtido, desvenado, secado vacío y aéreo, finalmente por ablandado en Mollisa	1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12	106,90	91,25	100,72
	Desde ablandado, pasando por lijadora, Pigmentadora de carrusel, máquina impresora, Pigmentadora de carrusel, prensa mediana, área de terminado y finalmente bodega de material acabado	12-16-20-23-20-24-28-29	264,10	147,60	170,25
<b>Total</b>			<b>371,00</b>	<b>238,85</b>	<b>270,97</b>

En la Tabla 53 se muestra la distancia mensual calculada para cada producto en la situación actual y propuestas, la información de la demanda se obtiene al realizar un promedio de las ventas de los últimos tres meses presentado en el análisis ABC.

**Tabla 53:** Distancia mensual recorrida

Producto	Demanda Mensual [bandas]	Actual	Propuesta 1	Propuesta 2
Fendi	1690	981890,00	516548,50	526806,80
Nubuck	800	237360,00	192040,00	171536,00
Vitello	534	310467,60	147944,70	158875,68
Nuvola	489	181419,00	116797,65	132504,33
<b>TOTAL</b>		<b>1'711.136,60</b>	<b>973.330,85</b>	<b>989.722,81</b>

La Propuesta 1 realiza la menor distancia recorrida con 973.330,85 [banda. m] en comparación a la actual 1'711.136,60 [banda. m] y con la Propuesta 2 con 989.722,81 [banda. m].



### 3.1.11 Simulación

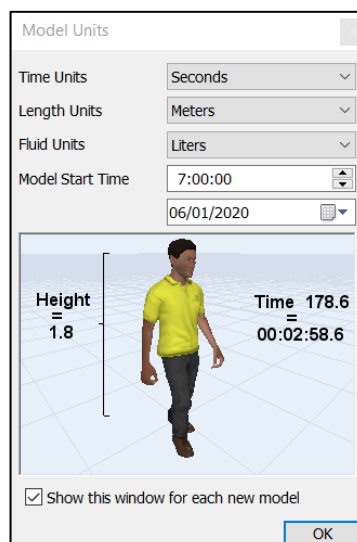
La simulación consiste en realizar una representación ficticia de la realidad con el fin de comprender y en ciertos casos predecir el comportamiento de un sistema, con ello mejorar las estrategias de operación; para esto es necesario conocer a la perfección el sistema real, como se menciona en el Capítulo I correspondiente a marco teórico los pasos necesarios para un estudio de simulación se resumen en tres.

- Diseño del Modelo
- Construcción del modelo
- Experimentación

#### - Diseño del Modelo

Esta etapa consiste en la creación del boceto como se encuentra en la vida real, para ello se utiliza softwares de diseño como AutoCAD en 2D, 3D, SketchUp, para luego importar al software Flexsim, a continuación se detalla el procedimiento que se sigue para realizar los diseños de los modelos de simulación.

**Primero:** Abrir el software Flexsim y configurar las unidades, como se observa en la Figura 58.



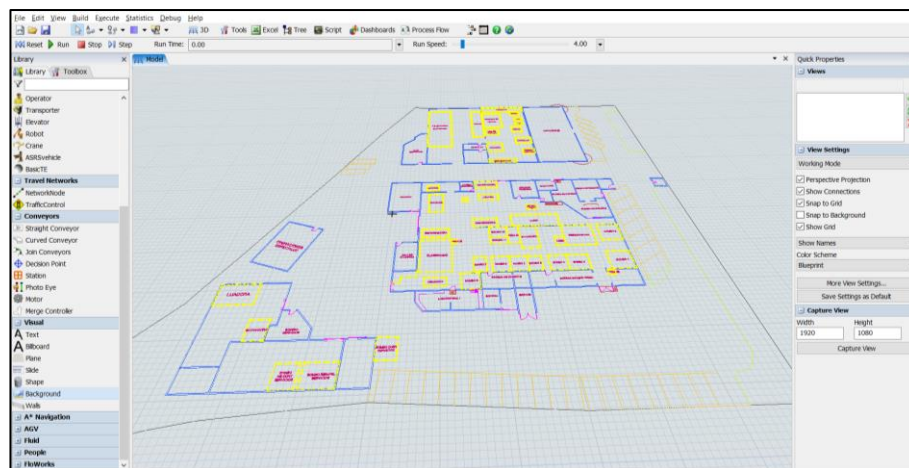
**Figura 58:** Configuración de unidades software Flexsim

La unidad de tiempo será en segundos, unidad de longitud en metros, unidad de fluido en litros, la hora de arranque del modelo es a la 7h00 am del día lunes 6 de enero de 2020, la altura de los operarios es de 1,80 m.

**Segundo:** Se agrega un Background al modelo de simulación, en formato .dwg, entre algunas consideraciones que se debe tomar en cuenta son:

- Las unidades que se utiliza en la etapa de diseño del plano deben ser en metros y a escala 1:1.
- Utilizar capas para la realización del plano, al momento de importar al software Flexsim se selecciona las capas que se desean ocultar o mostrar.

A continuación en la Figura 59 se indica el background importado en el espacio de trabajo del software Flexsim.



**Figura 59:** Background del modelo de simulación

**Tercero:** Agregar aspectos visuales que conforman la empresa para dar realismo a la simulación, como paredes, techos y más; como recomendación no agregar objetos que no tienen relevancia en el estudio, con esto ayuda a alivianar la carga del procesador y de la tarjeta gráfica del computador, a continuación se detalla el procedimiento para importar un objeto 3D a Flexsim.

- Crear los aspectos visuales en algún software de diseño en este caso AutoCAD 3D, guardar en la extensión compatible con SketchUp.

- Importar este objeto al software SketchUp; dentro de este se puede aplicar colores o diseños arquitectónicos, guardar en la extensión .skp o .3ds con una versión inferior del 2013.
- Importar a Flexsim con el objeto Shape ubicado en la librería visual que se encuentra en la parte izquierda; ingresar propiedades del elemento, pestaña general, Appearance, 3D Shapes y seleccionar el diseño (Figura 60).

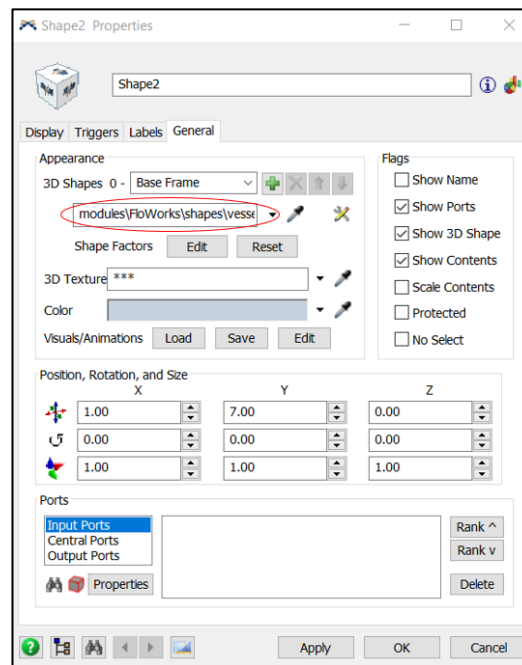


Figura 60: Modificación de apariencia de un elemento en Flexsim

Estos pasos se realiza para cada uno de los elementos que se desea importar, en la Figura 61 se muestra el modelo de simulación con todos los objetos ya importados.

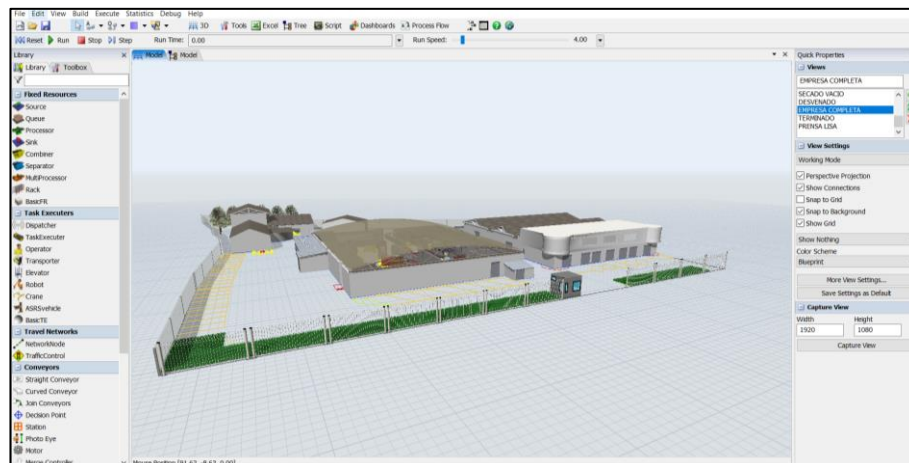
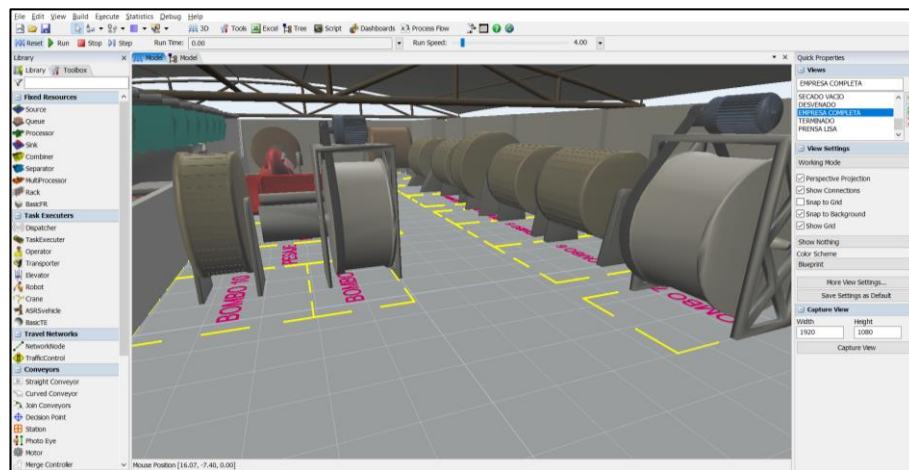


Figura 61: Diseño del modelo de simulación situación actual

**Cuarto:** Colocar maquinaria y puntos de espera; los elementos que principalmente se utiliza son source, processor, separator, combiner, queue y sink; cabe mencionar que debido a motivos del estudio las máquinas deben asemejarse al tamaño real, el procedimiento para importar los diseños 3D de las máquinas es el mismo que se utiliza en el paso 3. A continuación en la Figura 62 se muestra el bosquejo del área húmeda de la empresa.



**Figura 62:** Bosquejo área húmeda en el software Flexsim

#### - **Construcción del modelo**

Al finalizar la etapa del diseño del modelo se obtiene la plantilla lista para insertar datos de las variables aleatorias, conexiones entre localizaciones y jornadas de trabajo. A continuación se detalla los pasos para llevar a cabo esta etapa.

**Primero:** Obtener la distribución probabilística de cada máquina y punto de espera que se requiera, los pasos se detalla a continuación.

Encontrar la media y desviación estándar del grupo de datos de tiempo de operación de la máquina seleccionada, para ello se utiliza información del estudio de tiempos, la forma recomendable de obtener dichos datos es mediante la herramienta de Excel, que se encuentra en la pestaña “Datos/Análisis de datos/Estadística descriptiva”, como se muestra en la Figura 63.

	A	B	C	D	E	F
1	MUESTRA					
2	45.26		Columna1			
3	57.17					
4	44.38		Media	50.1905		
5	55.85		Error típico	0.657486949		
6	51.54		Mediana	49.235		
7	56.63		Moda	44.85		
8	39.86		Desviación estándar	7.20240866		
9	49.22		Varianza de la muestra	51.8746905		
10	45.09		Curtosis	2.803818287		
11	52.85		Coefficiente de asimetría	1.239764805		
12	51.4		Rango	42.65		
13	48.78		Mínimo	38.14		
14	43.35		Máximo	80.79		
15	58.98		Suma	6022.86		
16	58.1		Cuenta	120		
17	49.65		Nivel de confianza(95.0%)	1.301889826		
18	43.32					

Figura 63: Media y desviación estándar de un grupo de datos

Generar datos aleatorios, de la misma manera se utiliza la herramienta de Excel, que se encuentra en la pestaña “Datos/Análisis de datos/Generación de números aleatorios”, el número de variables es 1, la cantidad de números aleatorios es 1000, el tipo de distribución es Normal donde se coloca la media y desviación que se obtuvo en el paso 1, en la Figura 64 se muestra los datos aleatorios que se obtuvo.

	A	B	C	D	E	F
1	MUESTRA					ALEATORIOS
2	45.26		Columna1			46.31706
3	57.17					49.0828261
4	44.38		Media	50.1905		51.1795679
5	55.85		Error típico	0.657486949		65.6756131
6	51.54		Mediana	49.235		52.3615414
7	56.63		Moda	44.85		53.6846138
8	39.86		Desviación estándar	7.20240866		57.7283354
9	49.22		Varianza de la muestra	51.8746905		59.5675832
10	45.09		Curtosis	2.803818287		52.5415506
11	52.85		Coefficiente de asimetría	1.239764805		54.8291591
12	51.4		Rango	42.65		46.1755927
13	48.78		Mínimo	38.14		45.6153812
14	43.35		Máximo	80.79		42.9729375
15	58.98		Suma	6022.86		50.063493
16	58.1		Cuenta	120		50.2315474
17	49.65		Nivel de confianza(95.0%)	1.301889826		53.9700378
18	43.32					42.0038651
19	50.63					43.7239256
20	38.44					46.0540226

Figura 64: Generación de números aleatorios

Esos datos aleatorios se coloca un nuevo libro sin encabezados y se guarda como “Texto (delimitado por tabulaciones) (\*.txt)”, cabe destacar que el separador de decimales debe ser el punto, el documento de texto plano se debe mostrar como en la Figura 65.

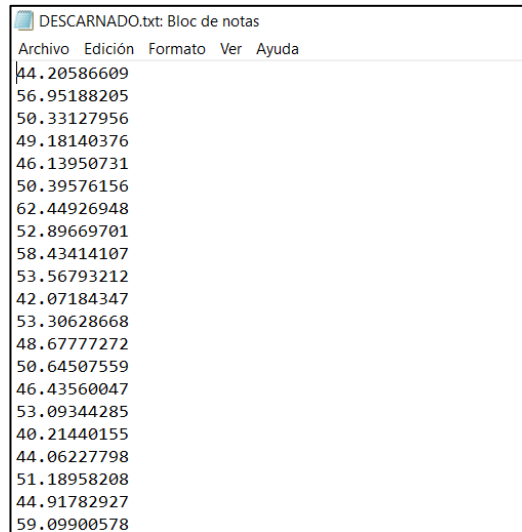


Figura 65: Documento texto plano

Ahora, se abre el software Flexsim y con la ayuda de la herramienta ExpertFit se busca la distribución que mejor se ajuste a los números aleatorios generados anteriormente; primero se ingresa los datos en la pestaña “Data”, luego se ajusta a un modelo de distribución en la pestaña “Models” al dar clic en “Automated Fiting” y se elige aquel que tiene mayor puntuación, por último se obtiene los parámetros para la simulación en la pestaña “Applications”, como se observa en la Figura 66.

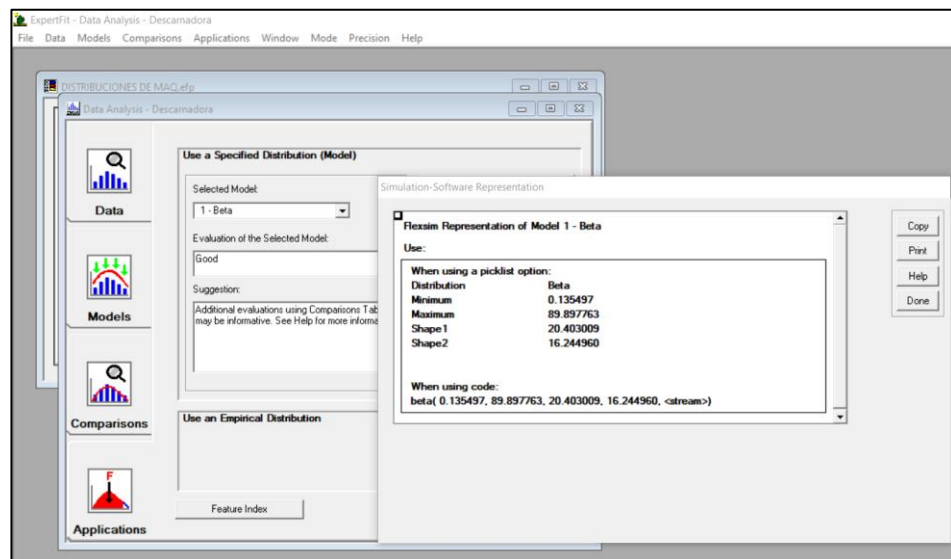


Figura 66: Parámetros para la simulación

Estos pasos se repiten para cada máquina o punto de espera que se utiliza en el proceso de producción, en la Tabla 54 se resume las distribuciones probabilísticas de cada máquina y punto de espera.

**Tabla 54:** Distribuciones probabilística de cada máquina

Máquina	Distribución
Descarnadora	beta( 0.135497, 89.897763, 20.403009, 16.244960, < stream >)
Deshilachado	beta( 0.603236, 47.286043, 26.340054, 17.830972, < stream >)
Divididora	beta( 24.652233, 58.391049, 32.638569, 22.908132, < stream >)
Escurridora	beta( 0.637553, 48.062664, 30.759101, 23.097241, < stream >)
Partido	beta( 3.532809, 9.952094, 25.828869, 36.668398, < stream >)
Rebajado	beta( 14.517008, 77.826511, 64.916148, 62.245935, < stream >)
Desvenadora	beta( 17.116163, 135.055030, 23.699609, 41.584088, < stream >)
Setup Sec vacio	loglogistic(0.0, 124.403676, 63.257618, < stream >)
Sec al vacío	lognormal2(0.0, 232.556307, 0.022498, < stream >)
Ablandado	beta( 0.731500, 24.754866, 28.088410, 28.961488, < stream >)
Lijadora	lognormal2( 0.000000, 26.782085, 0.057156, < stream >)
Pig de Carrusel	lognormal2( 16.597468, 4.324739, 0.033211, < stream >)
Pig Roller	beta( 14.000913, 39.106575, 38.473985, 34.973249, < stream >)
Máq Impresora	beta( 3.873556, 22.774468, 52.883045, 52.900883, < stream >)
Impregnado	beta( 1238.426518, 4817.822085, 60.183764, 47.099206, < stream >)
Prensa	lognormal2( 0.000000, 48.461888, 0.022322, < stream >)
Prensa Lisa	johnsonbounded( 20.885807, 34.796077, 0.061137, 3.339711, < stream >)
Estirado	beta( 125.630493, 166.187172, 11.989469, 13.911771, < stream >)
Saneado	beta( 0.143283, 18.844353, 40.967728, 35.099323, < stream >)
Medidora	beta( 6.761334, 16.438037, 15.749769, 15.609115, < stream >)
Empaque	erlang( 9.636896, 0.077285, 183.000000, < stream >)

**Segundo:** Asignación de turnos de trabajo

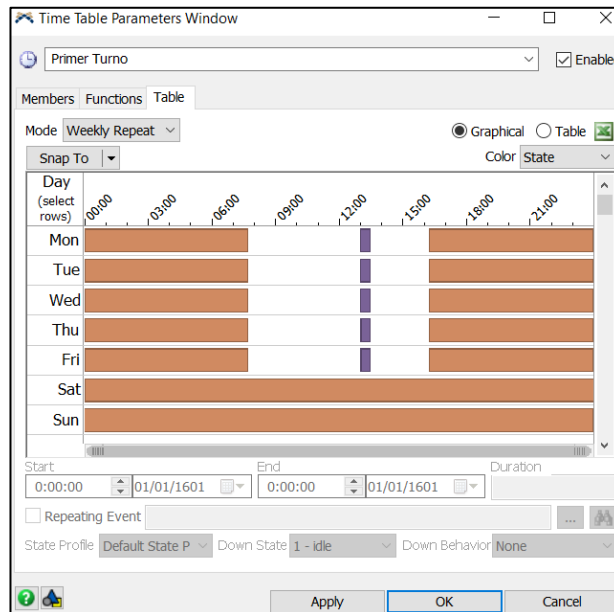
La empresa actualmente trabaja en dos turnos:

- Primer turno: 7h45 hasta 16h15 con 30 minutos de almuerzo desde 13h00 hasta 13h30, aplicable al personal operativo de planta I y planta II.
- Segundo turno: 9h45 hasta 18h15 con 30 minutos de almuerzo desde 13h00 hasta 13h30, aplicable al personal administrativo además de los operarios encargados de bombos de curtido y recurtido.
- La semana laboral es de lunes a viernes.

Por motivos de estudio no se realiza horas extra, el procedimiento para crear horarios de trabajo en la simulación es la siguiente:

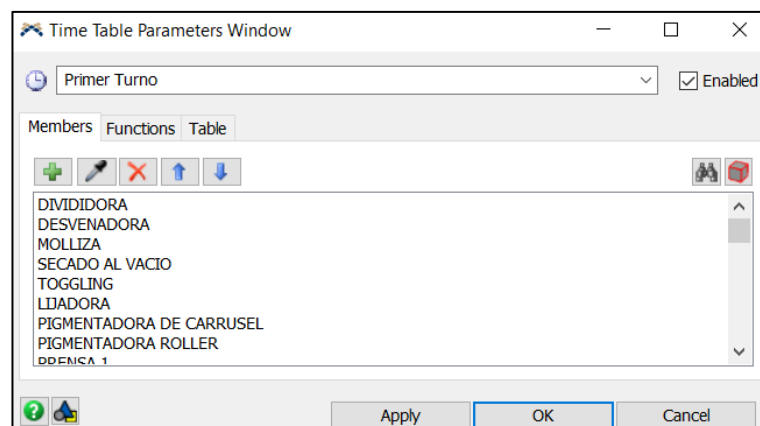
1. Una vez abierto el software se cliquea en la pestaña “Toolbox” que se encuentra en la parte izquierda debajo del menú principal, en el signo “+” se busca la función “Time Table”.

2. En este paso en la pestaña “Table” se coloca los tiempos y los estados que tendrán los elementos, como recomendación se programa por semana como se observa en la Figura 67.



**Figura 67:** Tabla de tiempo primer turno.

3. Ahora se añade los objetos en la pestaña “Members” como operarios, máquinas cubiertas por este horario, se debe observar como la Figura 68.



**Figura 68:** Miembros pertenecientes al primer horario.

Esto se repite para el número de horarios de trabajo que se tenga.

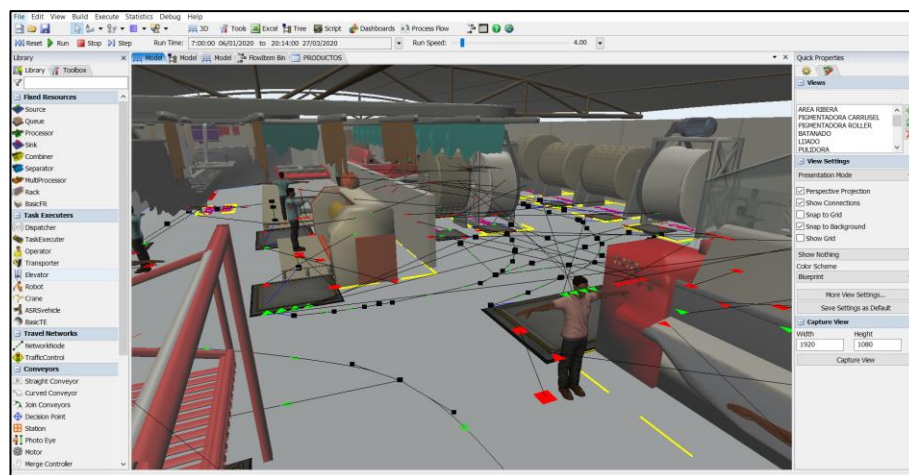


**Tercero:** Establecimiento de paradas programadas; este punto no se lo puede determinar debido a que no se tiene información acerca de duración, frecuencia y tipo de mantenimiento realizado.

**Cuarto:** Conexiones entre localizaciones.

- En la Tabla 3 perteneciente al Capítulo I se explica cómo unir los elementos de un modelo de simulación.
- Se utiliza “NetworkNodes” para establecer las rutas que tiene los operarios.
- En el flujo del proceso ningún objeto del modelo tiene prioridad entonces se envía al “first available”.
- La empresa produce en lotes o “batches”, esto se configura en las colas o “queues”, por ejemplo en la zona de ribera no se envía a los bombos de remojo y pelambre hasta que se pesen 150 pieles.
- La rapidez de los operadores con carga en zona húmeda se calcula en base a la información del cursograma analítico.
- La velocidad con carga en la zona seca es de 4,5 Km/h o 1,25 m/seg [47].
- El operador encargado de movilizar la carga de los bombos de ribera a descarnado en las propuestas toma una rapidez de 2,00 m/seg, velocidad referencial que simula el mecanismo de cadena para transportar pieles.

Una vez terminado el modelo de simulación se debe observar como en la Figura 69.



**Figura 69:** Vista de modelo de simulación con conexiones.

**Quinto:** Definición de Tablas Globales; en este estudio sirve para establecer los tipos de artículos que se van a producir, en la Figura 70 se muestra la tabla global llamada productos.

	PROBABILIDAD	PUERTO
FENDI	46	1
NUBUCK	25	2
VITELLO	15	3
NUVOLA	14	4

**Figura 70:** Tabla Global Productos

Los valores de la columna uno suman 100% y representa el porcentaje de aportación de cada artículo, por ejemplo el producto Fendi aporta el 46% de la producción de la empresa, estos porcentajes son obtenidos del historial de ventas presentada en el análisis ABC, la columna dos representa el puerto por donde fluyen las entidades.

**Sexto:** Definición de variables a experimentar, dado la naturaleza del estudio de simulación, las variables a medir son:

**Distancia total recorrida (Dt)**, distancia total recorrida de los operadores destinados a transportar carga y se calcula con la Ecuación 15.

$$DR = \sum_{i=0}^n RcO_i + \sum_{i=0}^n RsO_i \quad (15)$$

Donde:

DR: Distancia total recorrida [m]

RcO<sub>i</sub>: Recorrido del operador<sub>i</sub> con carga [m]

RsO<sub>i</sub>: Recorrido del operador<sub>i</sub> sin carga [m]

El recorrido del operador<sub>i</sub> con carga se calcula mediante la Ecuación 16 y el recorrido del operador<sub>i</sub> sin carga se calcula mediante la Ecuación 17.

$$RcO_i = TRcO_i * VO_i \quad (16)$$

$$RsO_i = TRsO_i * VO_i \quad (17)$$

Donde:

TRcO<sub>i</sub>: Tiempo de recorrido del operador<sub>i</sub> con carga [seg]

TRsO<sub>i</sub>: Tiempo de recorrido del operador<sub>i</sub> sin carga [seg]

VO<sub>i</sub>: Rapidez del operador<sub>i</sub>

**Costo de transporte del modelo de simulación**, este costo se calcula mediante la Ecuación 18.

$$C_T = \left( \sum_{i=0}^n TRcO_i + \sum_{i=0}^n TRsO_i \right) * CO_i \quad (18)$$

Donde:

C<sub>T</sub>: Costo de transporte del modelo [\$]

TRcO<sub>i</sub>: Tiempo de recorrido del operador<sub>i</sub> con carga [horas]

TRsO<sub>i</sub>: Tiempo de recorrido del operador<sub>i</sub> sin carga [horas]

CO<sub>i</sub>: Costo por hora operador<sub>i</sub> [\$/hora]

El costo por hora de cada operador se calcula en base al salario básico unificado en Ecuador que actualmente se encuentra en 400 dólares americanos por mes. A continuación se calcula este rubro mediante la Ecuación 19.

$$CO_i = \frac{\text{Salario Básico Unificado}}{\text{horas laboradas por mes}} \quad (19)$$

$$CO_i = \frac{\frac{400 \$}{\text{mes}}}{\frac{8 \text{ horas}}{\text{día}} * \frac{5 \text{ días}}{\text{semana}} * \frac{4 \text{ semanas}}{\text{mes}}}$$

$$CO_i = \frac{\frac{400\$}{\text{mes}}}{\frac{160 \text{ horas}}{\text{mes}}}$$

$$CO_i = 2,5 \text{ [$/h]}$$

**Capacidad de producción**, para este indicador no es necesario de una ecuación este se mide directamente en la cola de bodega de Material terminado.

**Utilización de Maquinaria**, este representa el porcentaje de utilización de la maquinaria, para calcular la utilización de secadero aéreo, bombos de ribera, curtido, recurtido y batanado se utiliza la Ecuación 20.

$$Um_i = \frac{T_{\text{setup}_i} + T_{\text{processing}_i}}{T_{\text{sim}}} * 100\% \quad (20)$$

Para calcular la utilización de la maquinaria restante se utiliza la Ecuación 21.

$$Um_i = \frac{T_{\text{setup}_i} + T_{\text{processing}_i}}{28800 * \text{Dias simulados}} * 100\% \quad (21)$$

Donde:

$Um_i$ : Porcentaje de utilización maquinaria<sub>i</sub>

$T_{\text{setup}_i}$ : Tiempo de setup de maquinaria<sub>i</sub>

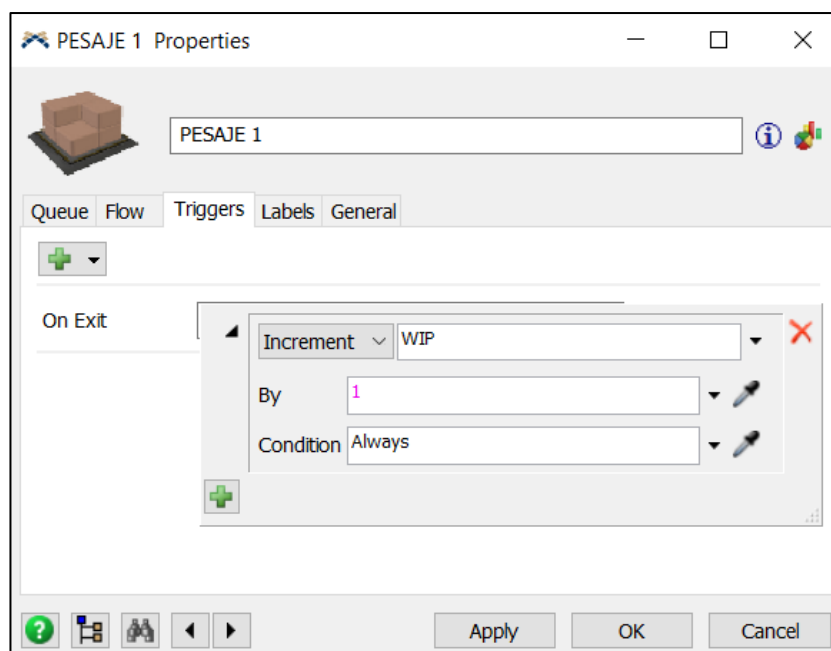
$T_{\text{processing}_i}$ : Tiempo de procesamiento de maquinaria<sub>i</sub>

$T_{\text{sim}}$ : Tiempo de simulación

**Trabajo en Proceso (WIP)**, son aquellos elementos que ingresaron al proceso productivo pero que aún no están listos para ser vendidos, el objetivo al mejorar la distribución de instalaciones es minimizar este indicador. En el modelo de simulación se crea dos indicadores que miden la variación del WIP, el primero se mide desde que las pieles sale de materia prima hasta que ingresan en ablandado en Mollisa, el segundo mide desde que sale del ablandado en Mollisa hasta que sale de la cola previo al empaquetado.

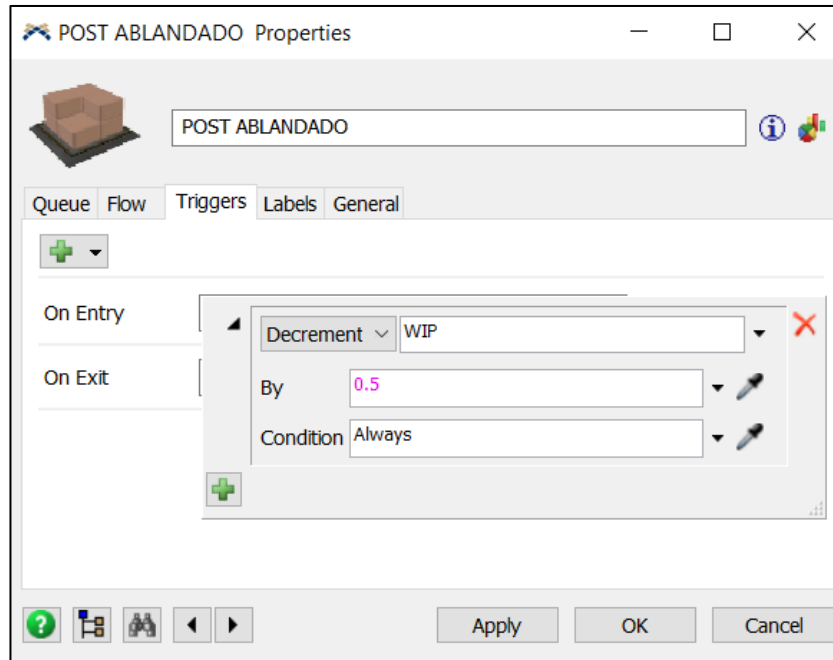
La lógica para medir el primer indicador del WIP es que cada vez que sale una piel fresca de bodega de materia prima se incrementa en 1 el trabajo en proceso y cada vez que entre una banda a la cola posterior al ablandado se resta en 0,5 pieles. A continuación se muestra los pasos para crear este indicador.

- Primero se crea una “Tracked Variable” con nombre WIP.
- Seguidamente se dirige a las propiedades de la cola previo al ingreso a los bombos de Ribera que en este caso es el pesaje 1, se crean un “trigger” “On Exit/Data/Set Tracked Variables” y se configura para que incremente en 1 y se envíe a la variable WIP como se muestra en la Figura 71.



**Figura 71:** Configuración de cola para medición de WIP

- A continuación se dirige a las propiedades de la cola posterior del ablandado que en este caso es el post ablandado, se crean un “trigger” “On Entry/Data/Set Tracked Variables” y se configura para que tenga un decremento de 0,5 y se envíe a la variable WIP como se muestra en la Figura 72.



**Figura 72:** Configuración de cola para medición de WIP

De igual manera se realiza para el segundo indicador WIP, en este caso la lógica es que cada vez que sale una banda sale de la cola posterior al ablandado se incrementa en 1 el trabajo en proceso y cada vez que entre una sale de la cola previo al empaquetado se resta en 1 banda.

- **Experimentación**

En la Tabla 55 se muestra los resultados de la distancia total recorrida en metros de los modelos de simulación con un tiempo de 3 meses.

**Tabla 55:** Distancia total recorrida [m] en 3 meses de simulación

Producto	Operador	Actual	Propuesta 1	Propuesta 2
Semi Terminado	OP_BMP A BRIB	1282,79	2163,33	2618,34
	OP_BRIB A DESC	66759,77	<b>140651,60</b>	<b>129345,99</b>
	OP_DESC A DIVI	44850,63	31304,75	31303,97
	OP_DIVI A BCURT	2399,94	3404,49	2612,51
	OP_BCURT A ESCUR	4625,95	2277,59	3416,82
	OP_REB A BRECURT	1971,73	2268,97	3022,09
	OP_BRECURT A DESV	3366,31	4018,25	3020,54
	OP_DESV A SECVA	179215,43	70291,67	70494,43
Fendi	* OP_ABL A LIJA	13997,57	4094,45	6918,63
	OP_LIJA A ROLLER	15477,19	6216,56	2339,13
	OP_PIG ROLL A PREN G	2481,76	2045,38	5547,11
	OP_PREN G A BATAN	14484,32	2916,63	1644,44
	* OP_BATA A TOG	8559,39	2937,65	2428,19
	* OP_TOGG A PIG CARR	12176,65	8558,52	8872,04
	* OP_PIG CARR A TERM	11831,56	11712,86	5922,95
	* OP_TERM A BMATER	3940,94	1619,20	1175,39
Nubuck	OP_ABL A CEP	7663,44	3449,28	3147,25
	OP_CEP A PIGM CARR	2256,65	5130,47	4076,01
	* OP_PIG CARR A TERM	11831,56	11712,86	5922,95
	* OP_TERM A BMATER	3940,94	1619,20	1175,39
Vitello	* OP_ABL A LIJA	13997,57	4094,45	6918,63
	* OP_LIJA A PIG CARR	7019,86	1209,03	1072,61
	OP_PIG CARR A PREN ROT	1654,21	35,58	1214,20
	OP_PREN ROT A BATAN	4835,43	1122,65	576,62
	* OP_BATA A TOG	8559,39	2937,65	2428,19
	* OP_TOGG A PIG CARR	12176,65	8558,52	8872,04
	* OP_PIG CARR A TERM	11831,56	11712,86	5922,95
	* OP_TERM A BMATER	3940,94	1619,20	1175,39
Nuvola	* OP_ABL A LIJA	13997,57	4094,45	6918,63
	* OP_LIJA A PIG CARR	7019,86	1209,03	1072,61
	OP_PIG CARR A MAQ IMPRE	1475,30	1792,18	585,15
	OP_MAQ IMP A PIG CARR	756,76	1218,50	1199,15
	OP_PIG CARR A PREN MED	1806,82	873,33	695,30
	OP_PREN MED A TERM	1082,13	982,07	1809,51
	* OP_TERM A BMATER	3940,94	1619,20	1175,39
	<i>*Operadores comunes, se suman valores únicos</i>	<b>SUMA</b>	<b>609.074,18</b>	<b>392.848,70</b>

Las dos propuestas en comparación con el modelo actual presentan una mejora, la primera reduce 216.225,48 metros lo que representa una disminución del 35,50%, la segunda propuesta reduce 193.577,28 metros lo que representa una reducción del 31,78%.

En la Tabla 56 se muestra los resultados del tiempo destinado para la transportación en horas de los modelos de simulación con un tiempo de 3 meses.

**Tabla 56:** Tiempo de transportación [h] en 3 meses de simulación

Producto	*	Operador	Actual	Propuesta 1	Propuesta 2
Semi Terminado		OP_BMP A BRIB	11,88	20,03	24,24
		OP_BRIB A DESC	168,59	<b>0</b>	<b>0</b>
		OP_DESC A DIVI	56,63	39,53	39,53
		OP_DIVI A BCURT	16,67	23,64	18,14
		OP_BCURT A ESCUR	4,94	2,43	3,65
		OP_REB A BRECURT	13,69	15,76	20,99
		OP_BRECURT A DESV	5,19	6,20	4,66
		OP_DESV A SECVA	39,83	15,62	15,67
		OP_SECAER A ABLAN	42,91	17,90	26,76
Fendi	*	OP_ABL A LIJA	3,11	0,91	1,54
		OP_LIJA A ROLLER	3,44	1,38	0,52
		OP_PIG ROLL A PREN G	0,55	0,45	1,23
		OP_PREN G A BATAN	3,22	0,65	0,37
	*	OP_BATA A TOG	1,90	0,65	0,54
	*	OP_TOGG A PIG CARR	2,71	1,90	1,97
	*	OP_PIG CARR A TERM	2,63	2,60	1,32
	*	OP_TERM A BMATER	0,88	0,36	0,26
Nubuck		OP_ABL A CEP	1,70	0,77	0,70
		OP_CEP A PIGM	0,50	1,14	0,91
	*	OP_PIG CARR A TERM	2,63	2,60	1,32
	*	OP_TERM A BMATER	0,88	0,36	0,26
Vitello	*	OP_ABL A LIJA	3,11	0,91	1,54
	*	OP_LIJA A PIG CARR	1,56	0,27	0,24
		OP_PIG CARR A PREN ROT	0,37	0,01	0,27
		OP_PREN ROT A BATAN	1,07	0,25	0,13
	*	OP_BATA A TOG	1,90	0,65	0,54
	*	OP_TOGG A PIG CARR	2,71	1,90	1,97
	*	OP_PIG CARR A TERM	2,63	2,60	1,32
	*	OP_TERM A BMATER	0,88	0,36	0,26
Nuvola	*	OP_ABL A LIJA	3,11	0,91	1,54
	*	OP_LIJA A PIG CARR	1,56	0,27	0,24
		OP_PIG CARR A MAQ IMPRE	0,33	0,40	0,13
		OP_MAQ IMP A PIG CARR	0,17	0,27	0,27
		OP_PIG CARR A PREN MED	0,40	0,19	0,15
		OP_PREN MED A TERM	0,24	0,22	0,40
	*	OP_TERM A BMATER	0,88	0,36	0,26
	<i>Costo de Transporte ( 2,5 \$/h )</i>		<b>SUMA</b>	<b>385,10</b>	<b>153,54</b>
<i>*Operadores comunes, se suman valores únicos</i>		<b>Costo Trimestre</b>	<b>\$962,75</b>	<b>\$383,85</b>	<b>\$411,45</b>
		<b>Costo Mes</b>	<b>\$320,92</b>	<b>\$127,95</b>	<b>\$137,15</b>

Igualmente las dos propuestas generan ahorro en cuanto a costo de transporte de materiales, la primera configuración presenta un ahorro de \$192,97 mientras que la segunda configuración tiene un ahorro de \$183,77 por mes en comparación con el costo del modelo actual. El tiempo ocupado por el operador que moviliza la carga de



Bombo de Ribera hacia descarnado en los modelos propuestos es de cero debido a que simula un mecanismo transportador de pieles el cual no genera costo.

Continuando con los resultados de la experimentación en la Tabla 57 se presenta la capacidad de producción en bandas de cuero realizada por los tres modelos de simulación durante 3 meses, también se compara con la capacidad teórica presentada en el estudio de tiempos y se obtiene el error porcentual.

**Tabla 57:** Capacidad de Producción de bandas de cuero

Modelo	Trimestral	Mensual	Semanal	Diaria
Actual	16700	5566	1518	309
Propuesta 1	17000	5666	1545	314
Propuesta 2	16800	5600	1527	311
Teórica	18580	6193	1548	309
<b>Error Actual</b>	<b>10,12%</b>	<b>10,12%</b>	<b>1,94%</b>	<b>0,00%</b>
<b>Error Propuesta1</b>	<b>8,50%</b>	<b>8,51%</b>	<b>0,19%</b>	<b>1,62%</b>
<b>Error Propuesta2</b>	<b>9,58%</b>	<b>9,58%</b>	<b>1,36%</b>	<b>0,65%</b>
<i>*Datos promedios de producción de 3 meses de simulación</i>				

La capacidad de producción en el modelo actual es de 16700 bandas de cuero, mientras en el modelo propuesta 1 se obtiene una capacidad de 17000 bandas lo que conlleva a un incremento porcentual de 1,79%, el modelo de distribución propuesta 2 presenta una capacidad producción de 16800 bandas lo que implica un crecimiento porcentual de 0,60% con referencia al modelo actual.

Con la propuesta 1 se presencia un aumento de 5 bandas de cuero diarias, 27 bandas semanales, 100 bandas mensuales y 300 bandas trimestrales; con la propuesta 2 se observa un aumento de 2 bandas diarias, 9 bandas semanales, 34 bandas mensuales y 100 bandas trimestrales, los errores porcentuales respecto a la capacidad teórica calculada en el estudio de tiempos es aceptable debido a que es menor del 15% en todos los modelos de simulación.

En la Tabla 58 se muestra el porcentaje de utilización de la maquinaria durante los 3 meses de simulación, el objetivo al medir este indicador es optimizar el uso de la maquinaria y hacerla más eficiente con respecto al estado actual.

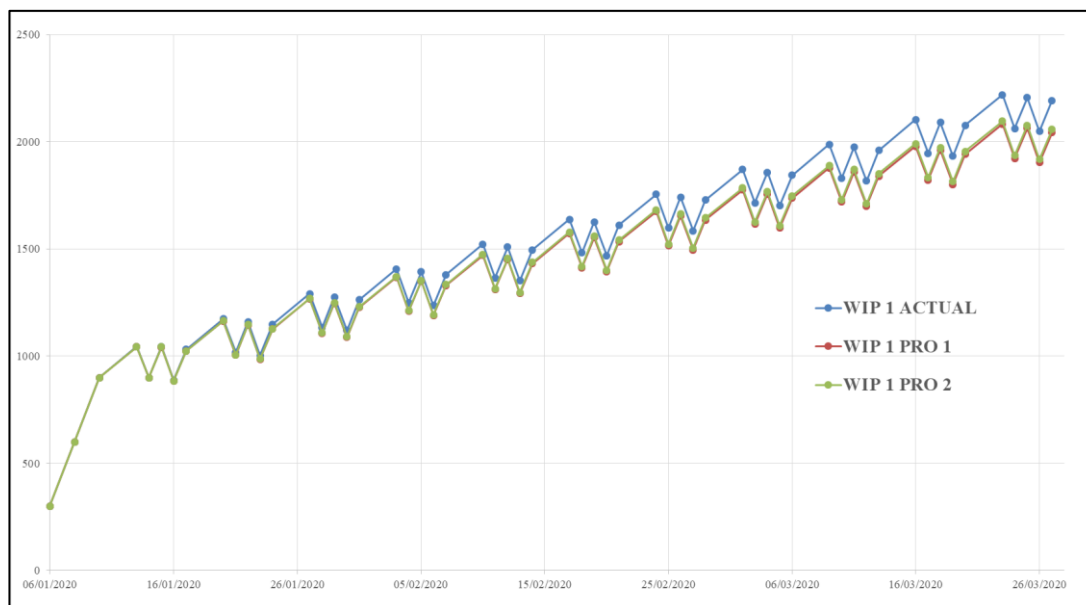
**Tabla 58:** Utilización de maquinaria

Máquina	Utilización		
	Actual	Propuesta 1	Propuesta 2
BOMBO 1	86,42%	86,38%	86,35%
BOMBO 2	86,41%	86,35%	86,38%
DESCARNADORA	30,50%	30,50%	30,50%
DIVIDIDORA	27,03%	27,03%	27,03%
BOMBO 3	33,65%	33,62%	33,62%
BOMBO 4	33,59%	33,56%	33,56%
BOMBO 5	33,53%	33,50%	33,47%
BOMBO 6	33,45%	33,41%	33,41%
ESCURRIDO	16,36%	16,36%	16,36%
REBAJADORA	55,32%	55,32%	55,32%
BOMBO 7	13,90%	13,90%	13,90%
BOMBO 8	23,30%	23,30%	23,30%
BOMBO 10	13,90%	13,90%	13,90%
BOMBO 11	4,50%	4,50%	4,50%
DESVENADORA	70,37%	70,40%	70,37%
SECADO AL VACÍO	<b>91,33%</b>	<b>92,44%</b>	<b>91,94%</b>
SECADERO AÉREO	66,39%	66,84%	66,75%
MOLLIZA	12,52%	12,73%	12,71%
LIJADORA	19,88%	20,19%	20,04%
PIGMENTADORA DE CARRUSEL	25,93%	26,40%	26,28%
PIGMENTADORA ROLLER	12,58%	12,74%	12,74%
PIGMENTADORA DE RODILLO	1,70%	1,77%	1,70%
TOGGLING	85,79%	87,25%	87,09%
BATANADORA	86,67%	87,50%	88,33%
PRENSA GRANDE	22,17%	22,66%	22,58%
PRENSA MEDIANA	6,17%	6,45%	6,17%
PRENSA ROTATIVA	2,93%	2,93%	3,04%
CEPILLADORA	2,49%	2,55%	2,49%
MEDIDORA	11,23%	11,43%	11,30%

Como se puede apreciar no existe gran variación en cuanto a la utilización de maquinaria entre los tres modelos; los punto más relevante son los incrementos de 1,11% (5h 19min 40,8seg) y 0,61% (2h 55min 40,8seg) de utilización del secado al vacío en la propuesta 1 y 2 respectivamente, que es considerado el cuello de botella.

Al observar los porcentajes de utilización se puede creer que la maquinaria no es utilizada eficientemente, lo que es una idea errónea, puesto que la empresa presta servicios de maquila de la mayoría de sus máquinas a microempresarios que cubren el tiempo no utilizado por la empresa para la fabricación de sus productos.

Siguiendo con los resultados de la experimentación en la Figura 73 se muestra el comportamiento del WIP 1 que mide el Trabajo en Proceso desde Bombos de Ribera hasta ablandado en Mollisa.

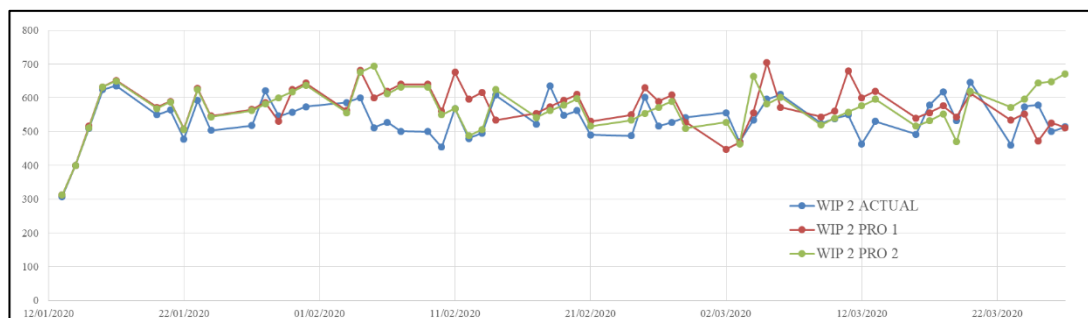


**Figura 73:** Comportamiento WIP 1

Este indicador tiene un comportamiento creciente con el transcurrir de los días y esto se debe al cuello de botella (secado al vacío) presente en esta sección; el elevado trabajo en proceso que aparece en la simulación se apega a la realidad, donde el clasificado Wet Blue funciona como una pequeña bodega que almacena por varios días las bandas de cueros y las va liberando en cantidades pequeñas, esta práctica según el supervisor de producción planta 1 es muy recomendable ya que sirve como amortiguador para cumplir con los pedidos asignados, además que un cuero curtido ocupa menos espacio y es menos pesado que una piel cruda .

Lo que difiere de la realidad sucede cuando esta área llega a un nivel alto de existencias se deja de ingresar pieles al área de ribera, lo que no sucede en la simulación, (el número de pieles arribadas a bodega es de 900 pieles/semana) a esto se debe la tendencia de la gráfica, el WIP promedio en la situación actual es de 1515 cueros, mientras que en la propuesta 1 el WIP promedio desciende 1446 cueros, al igual que lo hace en la propuesta 2 con un promedio de 1453 cueros, no existe una reducción significativa pero si existe mejora en los modelos propuestos.

En la Figura 74 se muestra el comportamiento del WIP 2 correspondiente al área de acabados.



**Figura 74:** Comportamiento WIP 2

El comportamiento del WIP 2 tiende a estar dentro del rango de 400 a 700 pieles en los tres modelos, este indicador depende directamente de las cueros ingresadas de la planta 1 (Bodega MP a Mollisa), si existe mayor ingreso de planta 1 mayor será el trabajo en proceso en el área de acabados esto se debe a que los productos considerados lentos (Fendi y Vitello) representan el 61% de los productos simulados que a su vez utilizan las máquinas Batanadora y Toggling consideradas cuellos de botella en esta sección; el WIP promedio en el modelo actual se encuentra 537 bandas, el WIP promedio de la propuesta 1 se encuentra 571 bandas y el WIP promedio de la propuesta 2 se encuentra en 569 bandas.

En el Anexo 9 se presenta con detalle los datos utilizados para obtener estos indicadores.

### 3.1.12 Selección de la propuesta de distribución

La selección de la propuesta distribución se realiza a partir los indicadores obtenidos en la simulación, a continuación en la Tabla 59 se muestra el resumen de estos datos.

**Tabla 59:** Resumen Indicadores

Indicador	Actual	Propuesta 1	Propuesta 2	Beneficio	
				Propuesta1	Propuesta2
Distancia total recorrida por mes [m]	203.024,73	130.949,56	138.498,96	-35,50%	-31,78%
Costo de transporte por mes [\$]	320,92	125,95	137,15	-60,75%	-57,26%
Capacidad de producción por mes [bandas]	5566	5666	5600	+1,79%	+0,60%
WIP 1 promedio [cueros]	1515	1446	1453	-69	-62
WIP 2 promedio [bandas]	537	571	569	+34	+32
Utilización de Maquinaria[%] (Cuello de Botella)	91,33%	92,44%	91,94%	+1.11%	+0.61%

\*Signo (+) Incremento, Signo(-) Disminución

Como se puede observar en la columna beneficio, la obtención de mejoras en todos los indicadores es similares en las dos propuestas, pero cabe recalcar que los mejores beneficios son otorgados por la PROPUESTA 1 concordando con la evaluación teórica realizada anteriormente mediante el análisis Carga-Distancia.

- **Distribución para la nueva planta de producción**

En la Tabla 60 se muestra el cursograma analítico propuesto para el proceso de fabricación de cuero semi terminado este ha reducido en 1 actividad de transporte en comparación de la situación actual; está conformado por 33 actividades, las cuales 17 son operaciones, 2 operaciones combinadas, 1 inspección, 12 transportes y 1 almacenamiento, el tiempo necesario para el procesamiento de 2 lotes de 150 pieles saladas (600 bandas) es de 6116,22 minutos lo que representa 101,93 horas productivas con una distancia recorrida de 8993,36 metros para la misma cantidad de lotes. Se observa una economía en la distancia recorrida de 2993,94 metros, además presenta una reducción en el tiempo de producción de 182,39 minutos versus la situación actual, eso implica una disminución en el porcentaje del tiempo destinado para el transporte de 6,65% (actual) a 3,86% (propuesto).

Como se puede notar la actividad de transporte “Colocar en Plataforma de descarnado” tiene una distancia recorrida de 2009,43 metros (300 viajes de 6,70 metros) que es 1055,67 metros más en comparación con la situación actual esto se debe principalmente a que la superficie destinada para el área de ribera se ve aumentada por el criterio de Guerchet en 142,38 m<sup>2</sup> y por ende aumenta la distancia en los transportes entre áreas. El tiempo designado para esta actividad de transporte es de 16,83 minutos (3,36 segundos por piel) que es realizado por un mecanismo implementado en la simulación por pedido de gerencia que consta de una cadena transportadora de pieles que salen de los bombos de pelambre dirigidas al descarnado que es muy común en las curtiembres modernas.

Tabla 60: Cursograma analítico propuesto cuero semi terminado

TENERÍA SAN JOSÉ CIA LTDA						
CURSOGRAMA ANALÍTICO				Operario/Material/Equipo		
Diagrama	2 de 7	RESUMEN				
Proceso	Fabricación de cuero semi terminado	Actividad	Actual	Propuesto	Economía	
Entrada	Piel salada	Operación	17	17	0	
Salida	Cuero Ablandado	Combinada	2	2	0	
Área	RIB, CURT, RECURT, ACOND	Inspección	1	1	0	
Método	Actual	Transporte	13	12	1	
Lugar	Planta I	Espera	0	0	0	
Elaborado	Investigador	Almacén	1	1	0	
Aprobado	Ing. Israel Naranjo	DISTANCIA	11987,30	8.993,36	2993,94	
Fecha	20/12/2019	TIEMPO	6298,61	6.116,22	182,39	







  

Descripción	Cantidad [u]	Distancia [m]	Tiempo [min]	Símbolo						NOTAS	
				●	■	■	➔	◐	▼		
Almacenaje Bodega MP	300		0,00								
Transporte a pesaje	300	10,00	3,09								Usa coche
Pesaje	300		4,72								
Colocar Bombo Rem-Pel	300	30,29	16,83								Usa coche
Remojo y Pelambre	300		840,00								Min Product
Perchado	300		100,06								
Colocar Plataforma	300	<b>2009,43</b>	<b>16,74</b>								Imp Mecanis
Descarne	300		272,72								
Deshilachado	300		141,32								
Colocar Plataforma	300	447,25	33,88								Uno por Uno
Dividido	300		267,12								
Pesaje	300		20,59								
Colocar en Bombo de Curtido	300	48,89	20,37								Usa coche
Curtido	300		480,00								Min Product
Perchado	300		28,22								
Transporte	300	33,65	2,15								Usa coche
Escurreido	300		137,98								
Partido en bandas	300		30,56								
Clasificado	600		102,82								
Transporte Rebajado	600	2100,00	49,44								Uno por uno
Rebajado	600		780,96								
Pesaje	600		11,20								
Colocar en bombo de Re-Curt	600	66,92	27,88								
Recurtido	600		480,00								
Perchado	600		105,40								
Transporte	600	118,50	10,97								Usa coche
Desvenado	600		573,86								
Transporte	600	1182,40	15,76								4 bandas
Secado al Vacío	600		897,20								
Colocar en Sec Aéreo	600	1566,00	20,88								Uno por uno
Secado Aéreo	600		480,00								Min Product
Transporte	600	1380,03	18,40								Uno por uno
Ablandado	600		125,10								

En las Tabla 61 al 64 se muestra los resúmenes de los cursogramas analíticos de los procesos de acabado; los procesos de salado y terminado no tienen una mejora importante por esto es necesario su análisis.

### Proceso de acabado cuero Tipo Fendi




**Tabla 61:** Resumen cursograma analítico propuesto producto fendi

<b>RESUMEN PROCESO DE ACABADOS PRODUCTO FENDI</b>				
Tiempo tomado para 1 lote de 100 bandas				
ACTIVIDAD		ACTUAL	PROPUESTO	ECONOMÍA
Operación		10	10	0
Combinada		0	0	0
Inspección		3	3	0
Transporte		7	7	0
Espera		1	1	0
Almacenaje		0	0	0
Distancia (m)		403,08	182,13	<b>220,95</b>
Tiempo (min)		790,50	787,56	<b>2,94</b>

Este proceso de acabado presenta una reducción en distancia de 220,95 metros, a su vez reduce 2,94 minutos en el tiempo de proceso para un lote de 100 bandas.

### Proceso de acabado cuero Tipo Nubuck







**Tabla 62:** Resumen proceso de acabado tipo Nubuck

<b>RESUMEN PROCESO DE ACABADOS PRODUCTO NUBUCK</b>				
Tiempo tomado para 1 lote de 100 bandas				
ACTIVIDAD		ACTUAL	PROPUESTO	ECONOMÍA
Operación		4	4	0
Combinada		0	0	0
Inspección		2	2	0
Transporte		4	4	0
Espera		0	0	0
Almacenaje		0	0	0
Distancia (m)		161,27	143,94	<b>17,33</b>
Tiempo (min)		131,61	131,39	<b>0,22</b>

En este proceso de acabado se obtiene una economía en distancia de 17,33 metros, y de 0,22 minutos en el tiempo de proceso para un lote de 100 bandas.

## Proceso de acabado cuero Tipo Vitello






**Tabla 63:** Resumen proceso de acabado tipo Vitello

<b>RESUMEN PROCESO DE ACABADOS PRODUCTO VITELLO</b>				
Tiempo tomado para 1 lote de 100 bandas				
ACTIVIDAD		ACTUAL	PROPUESTO	ECONOMÍA
Operación		10	10	0
Combinada		0	0	0
Inspección		3	3	0
Transporte		7	7	0
Espera		0	0	0
Almacenaje		0	0	0
Distancia (m)		404,46	148,38	<b>256,08</b>
Tiempo (min)		703,09	699,70	<b>3,39</b>

En este proceso de acabado se observa un ahorro de 256,08 metros en distancia y de 3,39 minutos en tiempo de proceso para un lote de 100 bandas.

## Proceso de acabado cuero Tipo Nuvola

**Tabla 64:** Resumen proceso de acabado tipo Nuvola

<b>RESUMEN PROCESO DE ACABADOS PRODUCTO NUVOLO</b>				
Tiempo tomado para 1 lote de 100 bandas				
ACTIVIDAD		ACTUAL	PROPUESTO	ECONOMÍA
Operación		13	13	0
Combinada		0	0	0
Inspección		6	6	0
Transporte		6	6	0
Espera		0	0	0
Almacenaje		0	0	0
Distancia (m)		248,31	136,72	<b>111,59</b>
Tiempo (min)		314,69	313,22	<b>1,47</b>

En este proceso de acabado al igual que los anteriores no presenta reducción de actividades pero se tiene un ahorro en recorrido de 111,59 metros y 3,39 minutos en tiempo de proceso para un lote de 100 bandas.

### - Diagrama de recorrido para la nueva planta de producción

En el Anexo 10 se presenta el diagrama de recorrido para la propuesta de distribución.



## **Discusión de resultados**

La finalidad de este proyecto es diseñar la distribución de instalaciones para la nueva planta de producción de la empresa Tenería San José CIA. LTDA., analizando la situación actual de sus procesos, productos y disposición de espacios, a través de métodos, técnicas y softwares de ingeniería industrial.

El diseño inadecuado de las instalaciones de la empresa conlleva a una pérdida en su capacidad productiva, principalmente debido a las distancias muy largas entre departamentos, inapropiado seccionamiento de áreas e ineficiente utilización de la maquinaria.

Las metodologías que se utiliza para el análisis de distribución de instalaciones es el método SLP conocido como el método de Muther que se emplea principalmente para generar 2 alternativas de distribución que son evaluadas con la herramienta teórica Carga-Distancia y el Software de Simulación Flexsim.

Actualmente la empresa produce un promedio de 5566 bandas de cuero por mes (Producción simulada), con la aplicación de los métodos anteriormente mencionados se logra incrementar 1,79% en la capacidad productiva que representa 100 bandas en incremento mensual. Además, se nota un ahorro en varios indicadores; en el método actual se obtiene una distancia recorrida de 203.024,73 metros/mes, mientras que en la propuesta se obtiene 130.949,56 metro/mes de distancia recorrida que equivale una reducción del 35,50%, el costo de transporte de materiales se reduce en un 60,75%, la principal razón es la implementación en la simulación de un mecanismo de traslado de pieles representado por un operador en el área de ribera.

La máquina que marca el ritmo de trabajo es el Secado al Vacío que se ve condicionada al mejorar la distribución de instalaciones, su utilización aumenta en 1,11% con respecto a la situación actual equivalente a un tiempo de 1h 46min 33,6seg por mes, además el trabajo en proceso promedio del área húmeda (Bodega de materia prima hasta ablandado) se ve reducida en 69 unidades de cuero que no es representativo pero presenta mejoras.

## CAPITULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1 Conclusiones

- Al tener varios productos ofertados por la empresa se opta por realizar un Análisis ABC para segmentar en tres categorías de acuerdo a su importancia, dando como resultado que los artículos Fendi, Nubuck, Vitello y Nuvola (A) son los considerados importantes con el 81,18% de aportación, los artículos Gabbana, Armani, Picaso (B) son los considerados de importancia media con el 13,87% y los artículos, Forro, Gamuzón e Hidrofugado (C) son los considerados de importancia baja con el 4,95% de aportación.
- Para la producción de dos lotes de 150 pieles hasta la etapa de ablandado es necesario la intervención de 6.298,61 minutos, con un tiempo designado para el transporte de 418,77 minutos (6,65% del tiempo de producción) y una distancia recorrida de 11.987,30 metros; en el área de acabados para la producción de cuero tipo Fendi es necesario la intervención de 790,50 minutos con una distancia recorrida de 403,08 metros, para un tipo Nubuck se necesita 131,61 minutos con una distancia recorrida de 161,27 metros, para un tipo Vitello se necesita 703,09 minutos con una distancia recorrida de 404,46 metros, por último para un tipo Nuvola es necesario 314,07 minutos con una distancia recorrida de 248,31 metros todas para un lote de 100 bandas.
- Mediante el desarrollo de un estudio de tiempos se pudo determinar que la actividad que marca el ritmo de trabajo es el Secado en Vacío ubicada en la sección de acondicionado que opera a un tiempo estándar de 6,22 min/lote que equivale a 1,55 min/banda limitando a una capacidad de producción teórica de 6193 banda/mes.

- Al aplicar el método de Guerchet se determina que el área para la superficie de producción es de 2040,64 m<sup>2</sup> lo que conlleva un aumento en 196,08 m<sup>2</sup>, los cuales 142,38 m<sup>2</sup> son incrementados en el área de ribera; al evaluar la superficie auxiliar se estima un valor 1430,86 m<sup>2</sup> que significa 75,30 m<sup>2</sup> en aumento con respecto a la situación actual, la misma que es aumentada en bodega de materia prima por requerimiento de gerencia, por ende la superficie destinada para el edificio de la nueva planta de producción es de 3471,50 m<sup>2</sup> sin contar con áreas verdes y vías de acceso.
- Haciendo uso de la decisión multicriterio y el Software Expert Choice se logra seleccionar el sitio óptimo para la propuesta de construcción de la nueva planta de producción; el Parque Industrial de Ambato (PIA) obtiene 56,40% de aprobación versus su competidora el Parque Industrial de Santa Rosa con el 43,60% de aprobación, con un índice de inconsistencia de 0,00 valor admisible dado que es menor al 0,10; el Coeficiente de ocupación del suelo máximo (COS) en el Parque Industrial de Ambato es del 60% lo que el tamaño final del terreno ascendería a 5785,83 m<sup>2</sup> que equivale a una reducción del 28,70% respecto al área del terreno actual, donde 2314,33 m<sup>2</sup> son destinados a áreas verdes y rutas de acceso.
- La metodología de distribución de instalaciones que mejor se apega a la naturaleza de los procesos productivos de la empresa es la distribución basada al proceso; con la técnica de distribución por proceso SLP se genera dos alternativas que cumplen con el grado de relación entre actividades, requerimientos de espacios y restricciones en la construcción del edificio que son evaluadas mediante el análisis carga-distancia dando como resultado un indicador para la Propuesta 1 de 973.330,85 [banda.m], mientras que con la Propuesta 2 se obtiene un indicador de 989.722,81 [banda.m], siendo la primera alternativa la que recorre menor distancia.
- Al hacer uso del software Flexsim para la simulación de los modelos bajo estudio se pudo obtener indicadores que marcan el paso para seleccionar la mejor propuesta de distribución; en base a estos resultados la propuesta de distribución que otorga mayores beneficios es la alternativa 1 con una distancia recorrida de 130.949,56 metros mensuales que equivale a un ahorro del 35,50%, además con un costo de transporte de \$125,95 por mes que representa

una reducción del 60,75%, mientras que la capacidad es de 5666 bandas por mes lo que figura un incremento de 1,79%, el trabajo en proceso promedio en el área húmeda se ve reducida en 69 cueros y la utilización de la máquina secado al vacío (Cuello de botella) presencia un aumento de 1,11% todos estos datos respecto al modelo de simulación actual.

- Con la aplicación de la Propuesta 1 de distribución, la producción de dos lotes de 150 pieles hasta la etapa de ablandado sería necesario la intervención de 6.116,22 minutos, con un tiempo designado para el transporte de 236,39 minutos (3,86% del tiempo de producción) 182,38 minutos y 2993,94 metros menos en comparación de la situación actual; en el área de acabados para la producción de cuero tipo Fendi sería necesario la intervención de 787,56 minutos con una distancia recorrida de 182,13 metros, para un tipo Nubuck sería necesario 131,39 minutos con una distancia recorrida de 143,94 metros, para un tipo Vitello se necesita 699,70 minutos con una distancia recorrida de 148,39 metros, por último para un tipo Nuvola es necesario 313,22 minutos con una distancia recorrida de 136,72 metros todas calculadas para un lote de 100 bandas.

## **4.2 Recomendaciones**

- El tamaño del terreno calculado en el proyecto es el área mínima que la empresa puede adquirir para realizar su reinstalación.
- Señalizar las áreas respectivas mediante la Norma técnica Ecuatoriana INEN 439:984, además de cumplir con las especificaciones señaladas en el Decreto Ejecutivo 2393, Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente.
- Actualizar el estudio de riesgos de cada puesto de trabajo.
- En lo posterior realizar un estudio hombre-máquina para mejorar la utilización de la maquinaria incluyendo la demanda de maquila.
- Realizar un estudio ergonómico de cada puesto de trabajo, con el fin de mejorar el ambiente laboral.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] L. O. Alpala, M. D. M. e va Alemany, Di. H. Peluffo, F. A. Bolaños, A. M. Rosero, and J. C. Torres, “Methodology for the design and simulation of industrial facilities and production systems based on a modular approach in an ‘industry 4.0’ context,” *Dyna*, vol. 85, no. 207, pp. 243–252, Jan. 2019.
- [2] B. Chakraborty and S. Das, “Development of Plant Layout for Improving Organizational Effectiveness by Hybridizing GT, TOPSIS and SLP,” 2020, pp. 515–525.
- [3] F. Ballina, “Ventajas competitivas de la flexibilidad numérica en micro, pequeñas y medianas empresas del distrito federal,” *Probl. Desarro.*, vol. 46, no. 183, pp. 165–188, Oct. 2015.
- [4] F. Peñaloza Arredondo, J. C. Hernández Razo, and G. A. Llamas Pérez, “Diseño de distribución eficiente de planta para el aumento de la productividad en la empresa Grupo T&M,” *Jóvenes en la Cienc.*, vol. 4, no. 1, pp. 537–540, 2018.
- [5] M. Flessas, V. Rizzardi, G. L. Tortorella, D. Fettermann, and G. A. Marodin, “Layout performance indicators and systematic planning: A case study in a Southern Brazilian restaurant,” *Br. Food J.*, vol. 117, no. 8, pp. 2098–2111, Aug. 2015.
- [6] E. Regional, “La planta de balanceados más moderna del país se inauguró en Pelileo,” *El Telégrafo*, Ambato, 2019.
- [7] P. A. Gosende, “Evaluación de la Distribución Espacial de Plantas Industriales mediante un índice de Desempeño,” *Rev. Adm. Empres.*, vol. 56, no. 5, pp. 533–546, Oct. 2016.
- [8] J. M. N. Da Silva, E. M. de A. Vieira, M. G. L. Torres, A. N. de M. Costa, and L. C. Santos, “Planejamento Sistemático do Layout: Aplicação em uma indústria de panelas esmaltadas,” *Espacios*, vol. 36, no. 9, pp. 17–17, 2015.
- [9] O. V. Potadar and G. S. Kadam, “Development of facility layout for medium-scale industry using systematic layout planning,” *Lect. Notes Mech. Eng.*, pp. 473–483, 2019.
- [10] B. Suhardi, E. Juwita, and R. D. Astuti, “Facility layout improvement in sewing department with Systematic Layout planning and ergonomics approach,” *Cogent Eng.*, vol. 6, no. 1, Jan. 2019.

- [11] I. F. Febriandini and Yuniaristanto, “Re-design Facility Layout using Systematic Layout Planning Method: A Case Study : Biopro Cosmeceutical Sdn. Bhd.,” in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2019, vol. 495, no. 1.
- [12] T. Zakirah, R. Emeraldi, O. M. Handi, D. Danil, and T. P. Kasih, “Warehouse layout and workflow designing at PT. PMS using systematic layout planning method,” in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2018, vol. 195, no. 1.
- [13] J. López Arboleda and N. De la Cruz García, “Distribución de planta para la optimización de los procesos de producción de calzado en la Empresa ‘Pionero,’” Universidad Técnica de Ambato, 2014.
- [14] J. P. Reyes Vásquez and M. F. López Córdova, “Distribución de planta en las instalaciones de la Empresa Gamo’s,” Universidad Técnica de Ambato, 2014.
- [15] V. Pérez Rodríguez and G. V. Chaluis Analuisa, “Distribución de planta de la Empresa de Calzado Boom’s de la Ciudad de Ambato,” Universidad Técnica de Ambato, 2015.
- [16] E. Yuccha and I. Naranjo, “Distribución de instalaciones para la nueva planta de producción de la empresa de CALZADO CASS,” Universidad Tecnica de Ambato, 2019.
- [17] J. Chisaguano and F. Tigre, “Optimización de los procesos de producción de calzado en la industria manufacturas de cuero CALZAFER CIA. LTDA.,” Universidad Tecnica de Ambato, 2017.
- [18] C. J. Mariño Rivera and E. S. Lascano Martínez, “Distribución de planta en la empresa Carrocerías Pérez,” Universidad Técnica de Ambato, 2019.
- [19] E. López and C. Rosero, “Distribución de planta para la optimización del manejo de materiales en la empresa de calzado DAV-SPORT de la Ciudad de Ambato,” Universidad Técnica de Ambato, 2014.
- [20] R. Macías Acosta, A. León Resendiz, and C. L. Limón Lozano, “Análisis de la cadena de suministro por clasificación ABC: el caso de una empresa mexicana,” *Rev. Académica y Negocios*, vol. 4, no. 2, pp. 83–94, 2019.
- [21] S. Olivos Aarón and J. W. Penagos Vargas, “Modelo de Gestión de Inventarios: Conteo Cíclico por Análisis ABC,” *Ingeniare*, no. 14, p. 107, 2013.
- [22] J. Jaramillo and Y. López, “La lúdica como apoyo al proceso de enseñanza-

- aprendizaje en la universidad de San Buenaventura- Medellín: Temáticas, diagramas del proceso y Kanban,” *Investig. Form. en Ing.*, vol. 1, no. May, pp. 296–307, 2019.
- [23] R. García, “Estudio del trabajo: Ingeniería de metodos y investigacion de metodos.” p. 459, 2005.
- [24] F. E. Meyers, *Estudios de tiempos y movimientos para la manufactura ágil*, 2a ed. México, 2000.
- [25] B. Niebel and A. Freivalds, *Ingeniería Industrial, Métodos, estándares y diseño del trabajo*, 12 va. México, 2009.
- [26] OIT, *Introducción al Estudio del Trabajo*, 4 ta. Ginebra, 1996.
- [27] O. Gómez, “Los costos y procesos de producción, opción estratégica de productividad y competitividad en la industria de confecciones infantiles de Bucaramanga,” *EAN*, p. 15, 2011.
- [28] N. H. Cruz Villarraga, “La formación a través de la lúdica en el diseño de áreas de trabajo,” *Notas Cl.*, vol. 1, 2017.
- [29] G. Adolfo and F. Rivera, “Estado del arte sobre métodos y técnicas de localización y distribución aplicadas en instalaciones de manufactura y servicios.”
- [30] L. Krajewski, L. Ritzman, and M. Malhotra, *Administración de Operaciones Procesos y cadenas de valor*, 8va ed. México, 2008.
- [31] L. J. Escrivá, “Aplicación Del Proceso Analítico Jerárquico (AHP) Al Dimensionamiento De Sistemas Renovables.” *Ecuela Técnica Superior Ingenieros Industriales Valencia, Valencia*, p. 84, 2015.
- [32] J. María and M. Jiménez, “El Proceso Analítico Jerárquico (AHP). Fundamentos, metodología y aplicaciones.”
- [33] A. Castro, L. García, E. Sifuentes, and M. Linares, “Estudio del Estado del arte de las aplicaciones de Analytic Hierarchy Process | Castro | Cultura Científica y Tecnológica,” *Univ. Autónoma Ciudad Juárez*, vol. 2, 2013.
- [34] G. M. T. Bermudez, L. A. R. Rojas, and J. F. O. Rodriguez, *Modelos de optimización de la distribución en planta*. IEEE Computer Society, 2014.
- [35] J. Platas and M. Cervantes, “Distribución de Planta,” in *Planeación, diseño y layout de instalaciones: un enfoque por competencias*, G. E. Patria, Ed. México, 2017.

- [36] R. Muther, *Distribución en planta*, 2da ed., vol. 2. Barcelona, 1970.
- [37] D. De la Fuente and I. Fernández, *Distribución en planta*. Madrid, 2005.
- [38] E. García, H. García, and L. Cárdenas, *Simulación y Análisis con ProModel*, 2da. México, 2013.
- [39] J. Toucet, *Entrenamiento Avanzado Simulador Flexsim*, 1ra ed. Guadalajara, 2008.
- [40] A. Law, “ExpertFit,” *averill-law.com*, 2020. [Online]. Available: <http://www.averill-law.com/distribution-fitting/>. [Accessed: 22-Mar-2020].
- [41] K. Pérez and J. P. Reyes Vásquez, “Modelo de simulación para medir la productividad en el proceso de elaboración de calzado de La Empresa STROCALZA,” Universidad Técnica de Ambato, 2019.
- [42] L. Sevilla and C. Valencia, “Proyecto Conjunto Bajo Régimen de Propiedad Horizontal Complejo Plaza Norte,” Ambato, 2007.
- [43] D. Mundial, “Tallas medias de hombres y mujeres,” 2017. [Online]. Available: <https://www.datosmundial.com/estatura-promedio.php>.
- [44] M. Masabanda, C. Eche garay, and V. Delgado, “Análisis y localización de curtiembre en el cantón Ambato, como parte de patrimonio cultural en el Ecuador,” *Rev. Ciencias Segur. y Def.*, vol. II, no. 4, p. 43, 2017.
- [45] Ilustre Municipio de Ambato, *Protocolización de ordenanza del parque comercial e industrial Santa Rosa*. Ambato, Ecuador, 2014, p. 38.
- [46] Ilustre Municipio de Ambato, *La ordenanza sustitutiva que regula el funcionamiento del Parque Industrial Ambato*. Ambato, Ecuador, 2008, p. 18.
- [47] R. Chavarría, C. Ingeniero, and T. Eléctrico, “NTP 177: La carga física de trabajo: definición y evaluación Physical work load: definition and measurement La charge physique de travail: définition et evaluation Redactor.”



## ANEXOS

### Anexo 1: Escalas de ponderación de ritmo de trabajo y suplementos

**Tabla:** Escala de ponderación Ritmo de trabajo

Escalas				Descripción del desempeño	Velocidad de marcha comparable <sup>1</sup>	
60-80	75-100	100-133	0-100 (norma británica)		(m/h)	(km/h)
0	0	0	0	Actividad nula		
40	50	67	50	Muy lento; movimientos torpes, inseguros; el operario parece medio dormido y sin interés en el trabajo	2	3,2
60	75	100	75	Constante, resuelto, sin prisa, como de obrero no pagado a destajo, pero bien dirigido y vigilado; parece lento, pero no pierde tiempo adrede mientras lo observan	3	4,8
80	100	133	<b>100 (Ritmo tipo)</b>	Activo, capaz, como de obrero calificado medio, pagado a destajo; logra con tranquilidad el nivel de calidad y precisión fijado	4	6,4
100	125	167	125	Muy rápido; el operario actúa con gran seguridad, destreza y coordinación de movimientos, muy por encima de las del obrero calificado medio	5	8,0
120	150	200	150	Excepcionalmente rápido; concentración y esfuerzo intenso sin probabilidad de durar por largos períodos; actuación de «virtuoso», sólo alcanzada por unos pocos trabajadores sobresalientes	6	9,6

<sup>1</sup> Partiendo del supuesto de un operario de estatura y facultades físicas medias, sin carga, que camine en línea recta, por terreno llano y sin obstáculos.

**Tabla: Valores de ponderación suplementos**

Instituto de Administración Científica de las Empresas Curso de "Técnicas de organización" Ejemplo de un sistema de suplementos por descanso en porcentajes de los tiempos normales.			
1. Suplementos constantes		Hombres	Mujeres
Suplementos por necesidades personales		5	7
Suplementos base por fatiga		4	4
2. Suplementos variables		Hombres	Mujeres
A. Suplemento por trabajar de pie		2	4
B. Suplemento por postura anormal			
Ligeramente incómoda		0	1
Incómoda (inclinado)		2	3
Muy incómoda (echado, estirado)		7	7
C. Uso de la fuerza o de la energía muscular (levantar, tirar o empujar)			
Peso levantado por kilogramo			
2.5		0	1
5		1	2
7.5		2	3
10		3	4
12.5		4	6
15		5	8
17.5		7	10
20		9	13
22.5		11	16
25		13	20 (máx)
30		17	—
33.5		22	—
D. Mala iluminación			
Ligeramente por debajo de la potencia calculada		0	0
Bastante por debajo		2	2
Absolutamente insuficiente		5	5
E. Condiciones atmosféricas (calor y humedad)			
Índice de enfriamiento en el termómetro húmedo de – Suplemento			
Kata (milicalorías/cm <sup>2</sup> /segundo)			
16		0	
14		0	
12		0	
10		3	
8		10	
6		21	
5		31	
4		45	
3		64	
2		100	
F. Concentración intensa	Hombres	Mujeres	
Trabajos de cierta precisión	0	0	
Trabajos de precisión o fatigosos	2	2	
Trabajos de gran precisión o muy fatigosos	5	5	
G. Ruido.			
Continuo	0	0	
Intermitente y fuerte	2	2	
Intermitente y muy fuerte	5	5	
Estridente y fuerte			
H. Tensión mental			
Proceso bastante complejo	1	1	
Proceso complejo o atención dividida entre muchos objetos	4	4	
Muy complejo	8	8	
I. Monotonía			
Trabajo algo monótono	0	0	
Trabajo bastante monótono	1	1	
Trabajo muy monótono	4	4	
J. Tedio			
Trabajo algo aburrido	0	0	
Trabajo aburrido	2	1	
Trabajo muy aburrido	5	2	



**Anexo 3:** Diagramas sinóptico procesos de producción TSJ

Diagrama sinóptico proceso de fabricación de cuero semi terminado

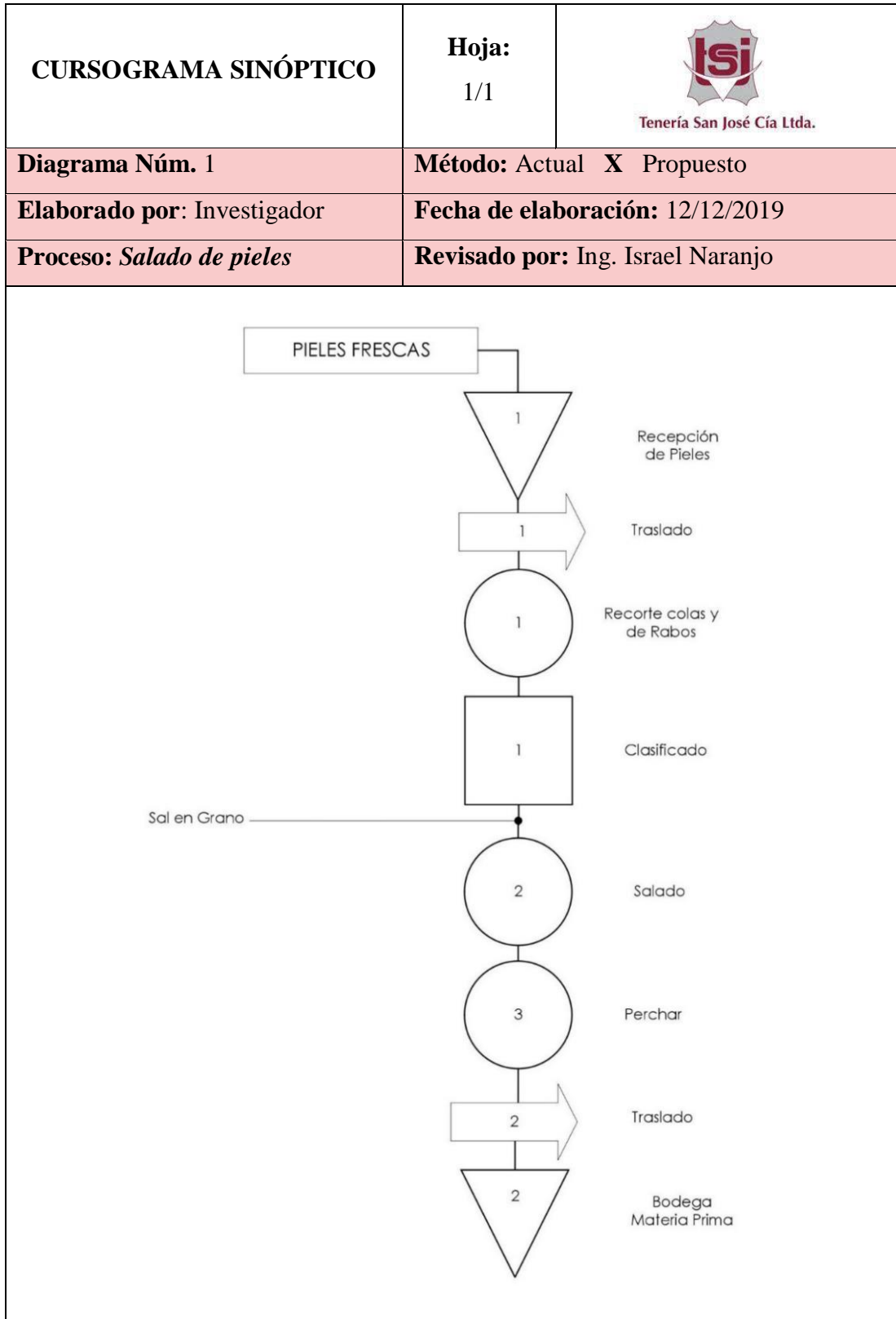
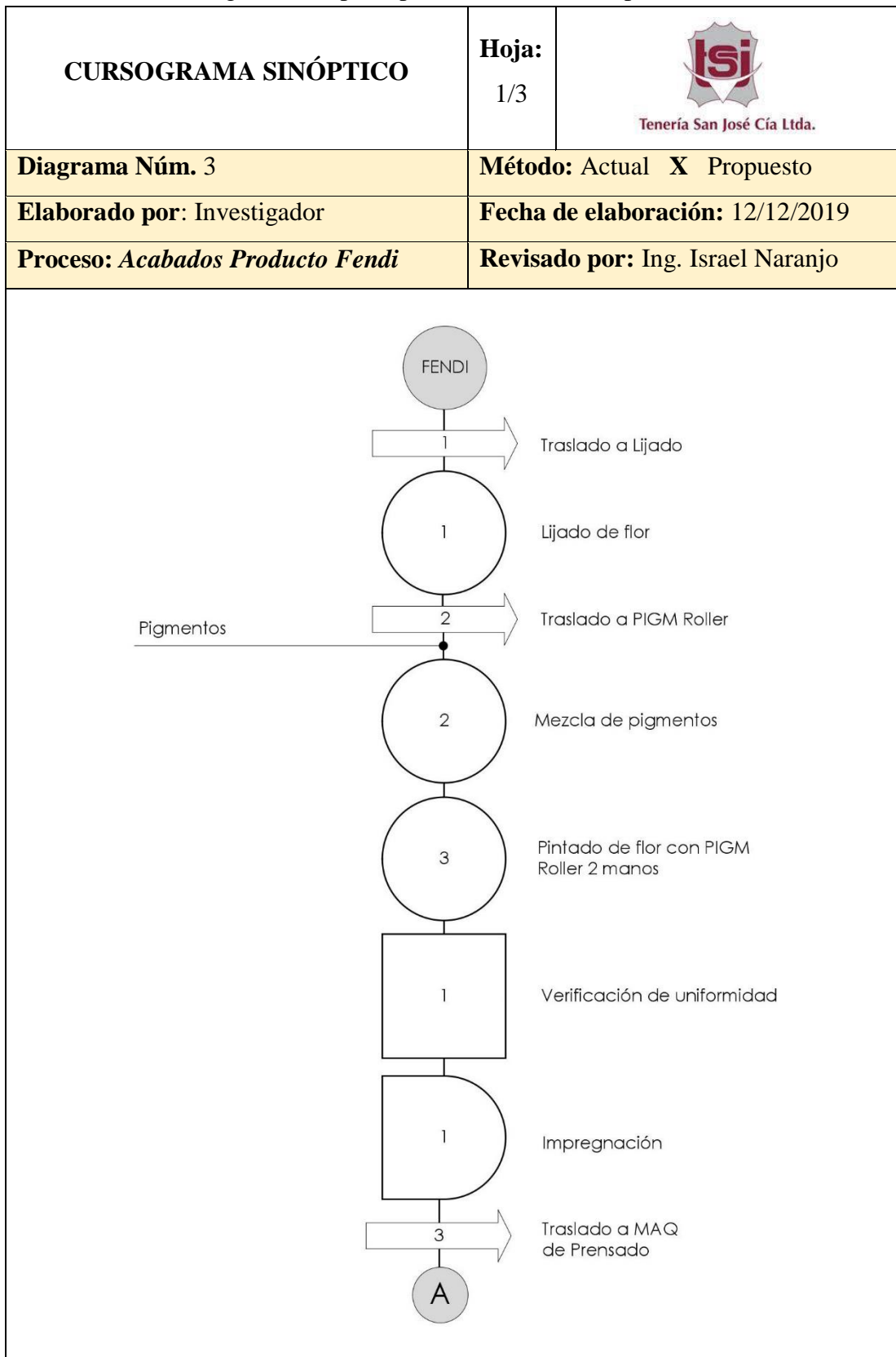

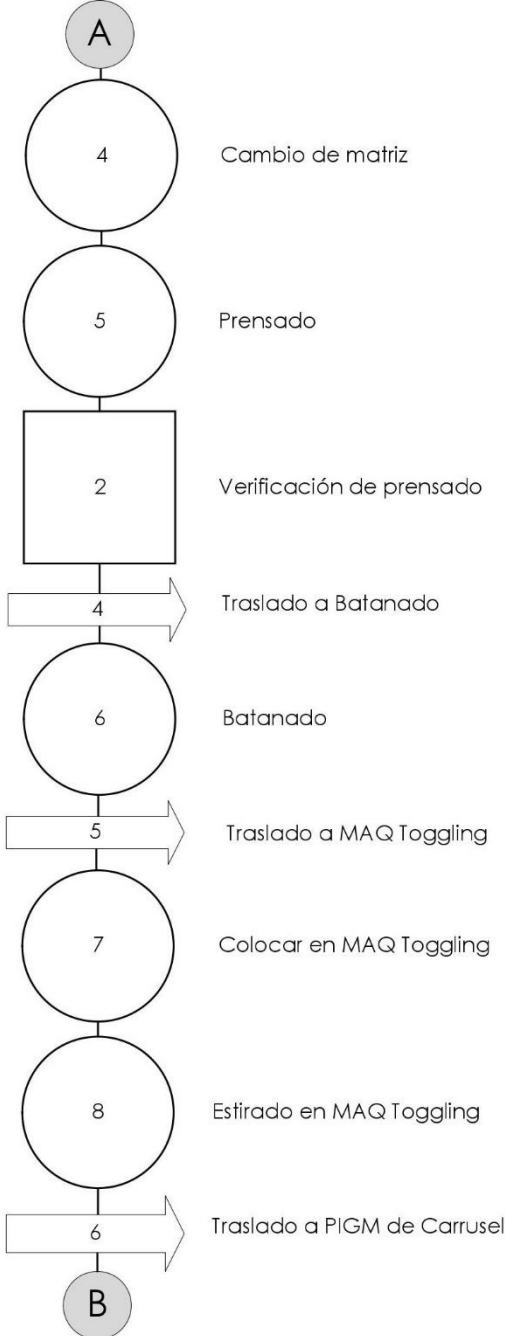



Diagrama sinóptico proceso de acabado tipo Fendi



<b>CURSOGRAMA SINÓPTICO</b>	<b>Hoja:</b> 2/3	 <b>Tenería San José Cía Ltda.</b>
<b>Diagrama Núm. 3</b>	<b>Método:</b> Actual <b>X</b> Propuesto	
<b>Elaborado por:</b> Investigador	<b>Fecha de elaboración:</b> 12/12/2019	
<b>Proceso:</b> <i>Acabados Producto Fendi</i>	<b>Revisado por:</b> Ing. Israel Naranjo	
 <pre> graph TD     A((A)) --- 4((4))     4 --- 5((5))     5 --- 2[2]     2 --- 4a[4]     4a --- 6((6))     6 --- 5a[5]     5a --- 7((7))     7 --- 8((8))     8 --- 6a[6]     6a --- B((B))     </pre>		

<b>CURSOGRAMA SINÓPTICO</b>	<b>Hoja:</b> 3/3	 Teneía San José Cía Ltda.
	<b>Diagrama Núm. 3</b>	
<b>Elaborado por:</b> Investigador	<b>Fecha de elaboración:</b> 12/12/2019	
<b>Proceso:</b> <i>Acabados Producto Fendi</i>	<b>Revisado por:</b> Ing. Israel Naranjo	

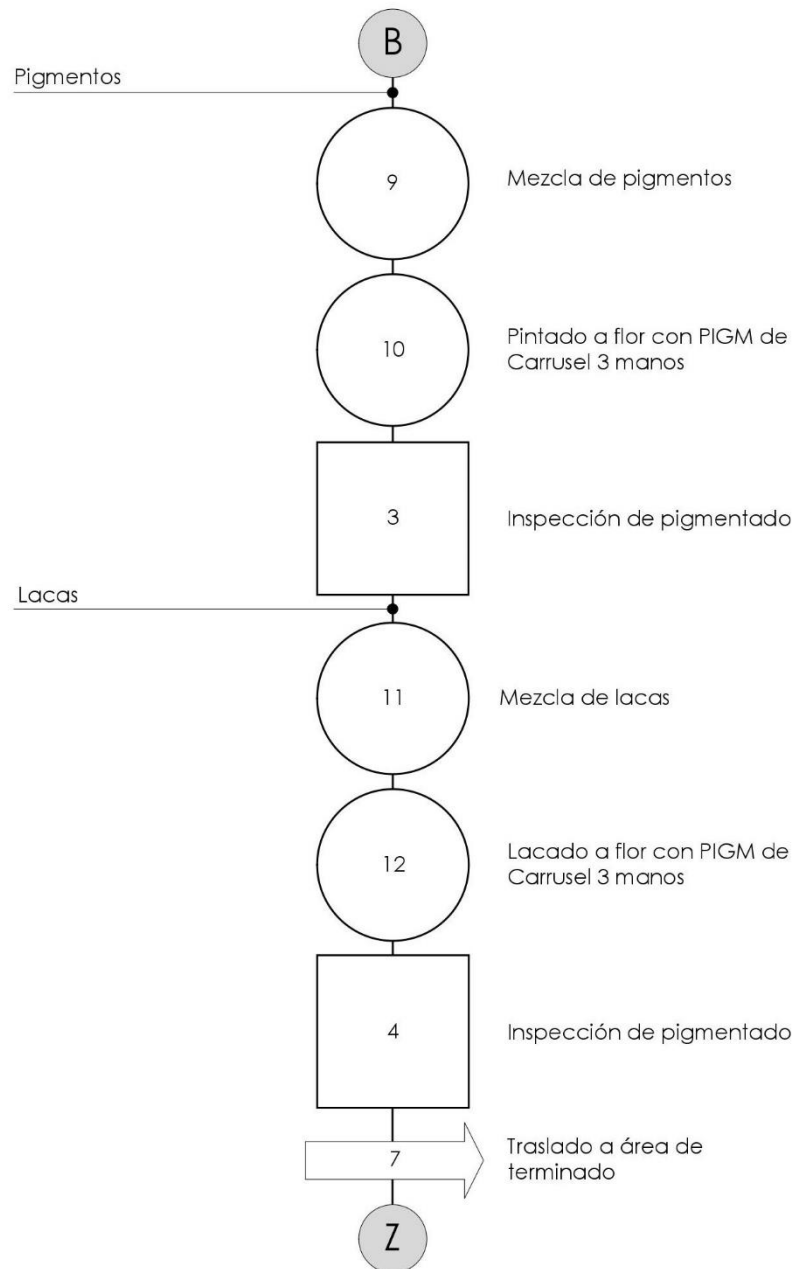



Diagrama sinóptico proceso de acabado tipo Nubuck

<b>CURSOGRAMA SINÓPTICO</b>	<b>Hoja:</b>	
	1/1	
<b>Diagrama Núm. 4</b>	<b>Método:</b> Actual <input checked="" type="checkbox"/> Propuesto	
<b>Elaborado por:</b> Investigador	<b>Fecha de elaboración:</b> 12/12/2019	
<b>Proceso:</b> <i>Acabados Producto Nubuck</i>	<b>Revisado por:</b> Ing. Israel Naranjo	

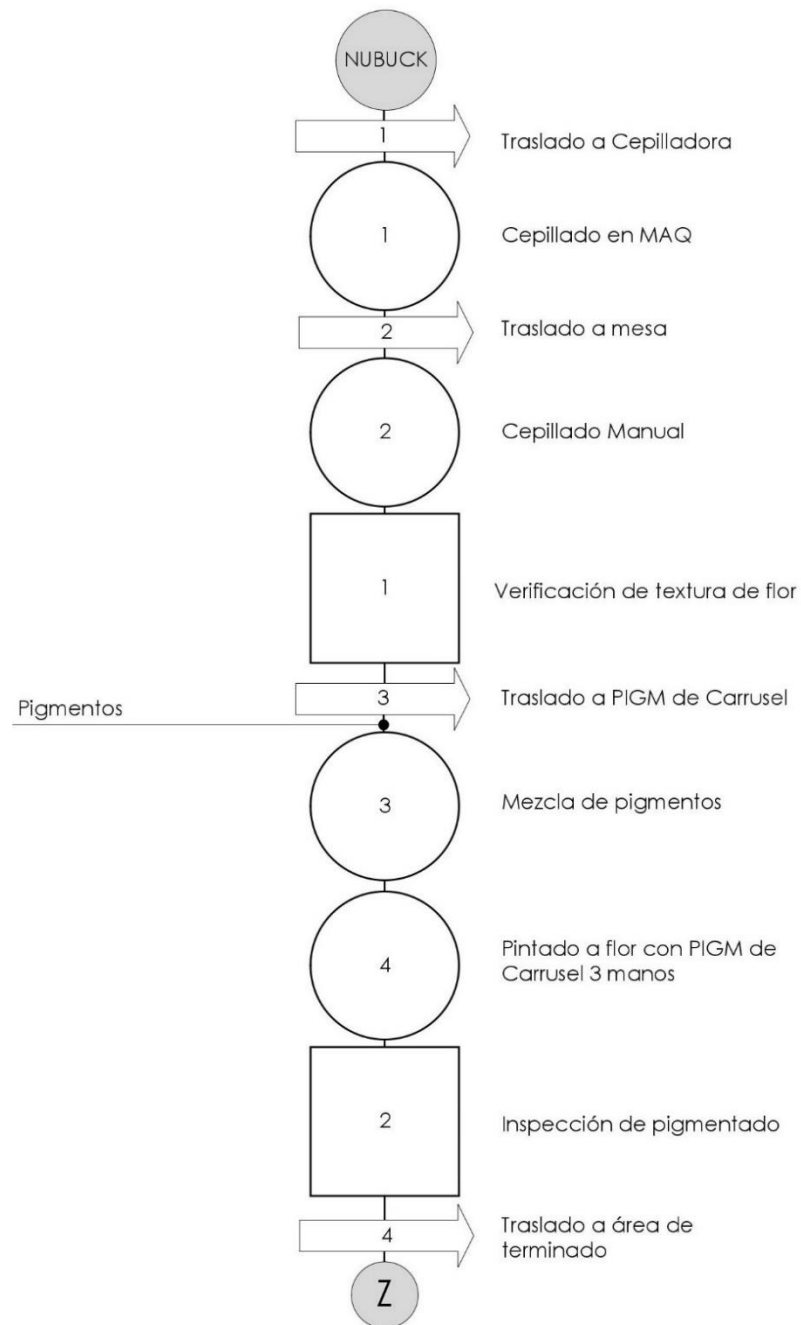
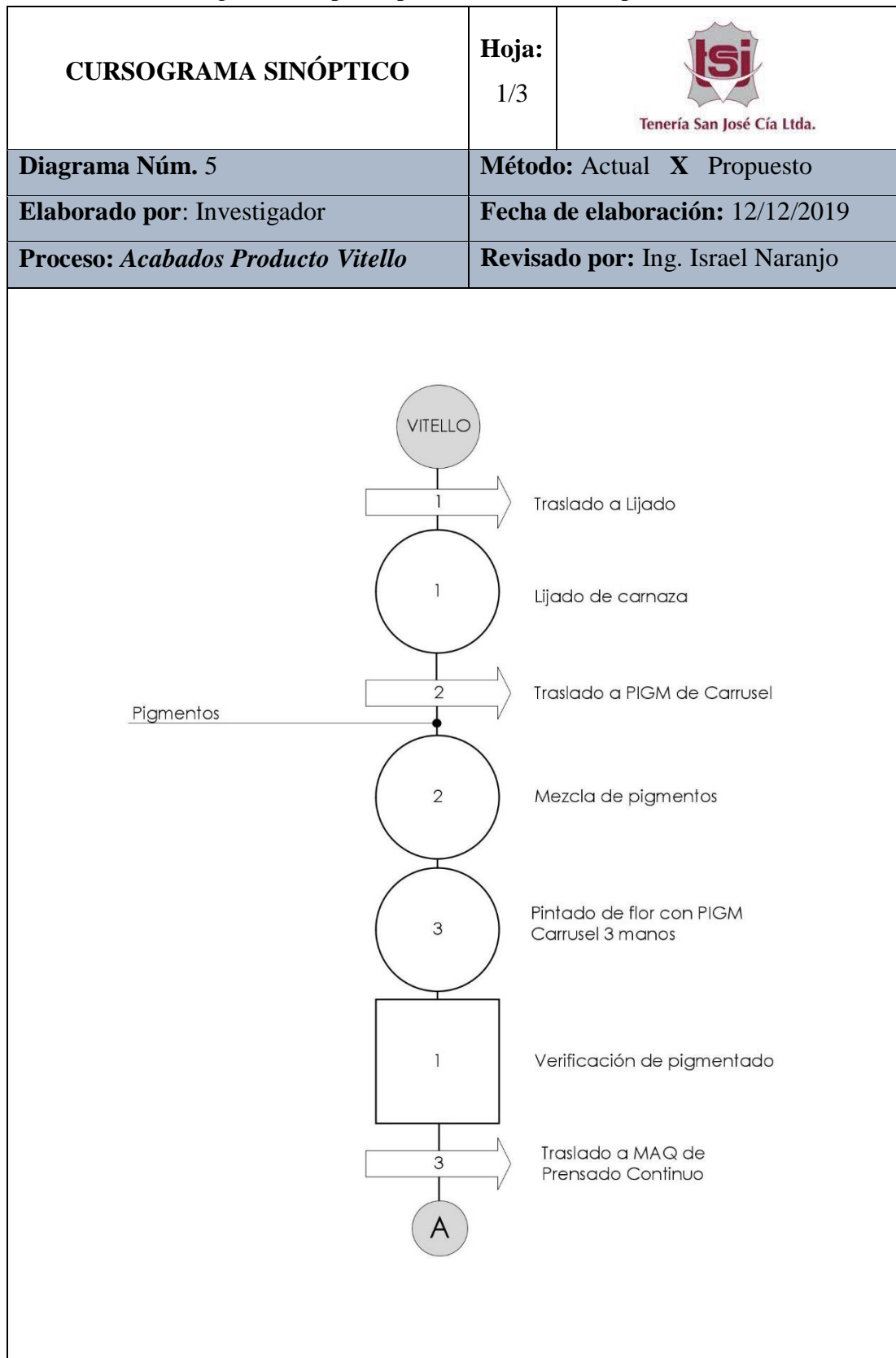

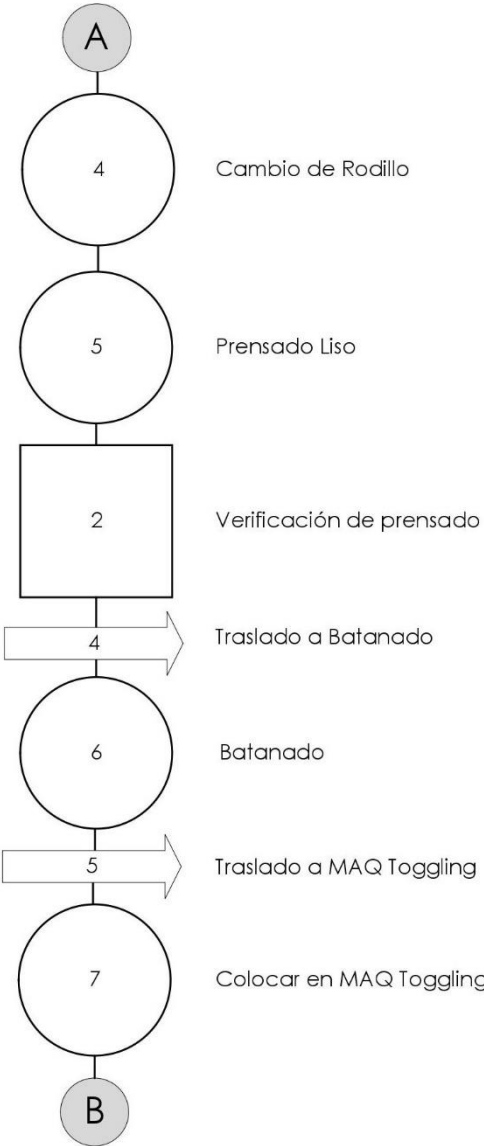




Diagrama sinóptico proceso de acabado tipo Vitello



<b>CURSOGRAMA SINÓPTICO</b>	<b>Hoja:</b> 2/3	 <b>Tenería San José Cía Ltda.</b>
<b>Diagrama Núm. 5</b>	<b>Método:</b> Actual <input checked="" type="checkbox"/> Propuesto	
<b>Elaborado por:</b> Investigador	<b>Fecha de elaboración:</b> 12/12/2019	
<b>Proceso:</b> <i>Acabados Producto Vitello</i>	<b>Revisado por:</b> Ing. Israel Naranjo	
 <pre> graph TD     A((A)) --- 4((4))     4 --- 5((5))     5 --- 2[2]     2 --- 4a[4]     4a --- 6((6))     6 --- 5a[5]     5a --- 7((7))     7 --- B((B))     style A fill:#ccc     style B fill:#ccc     style 4a fill:#fff,stroke:#000     style 5a fill:#fff,stroke:#000   </pre>		


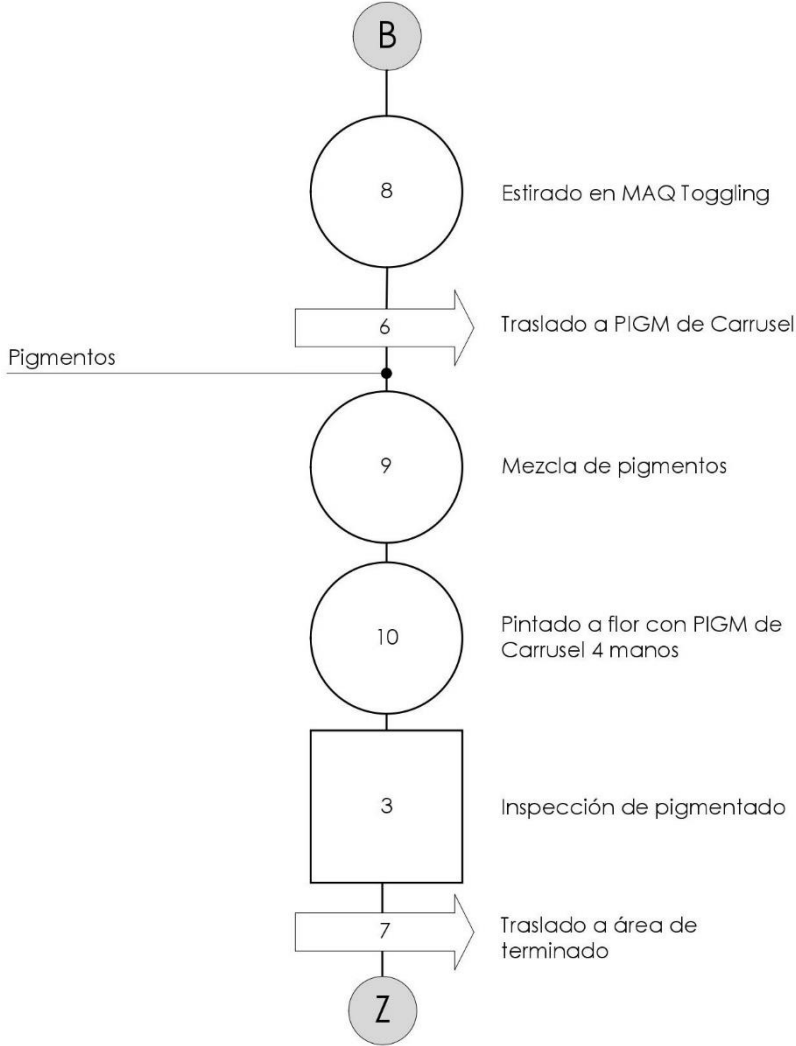
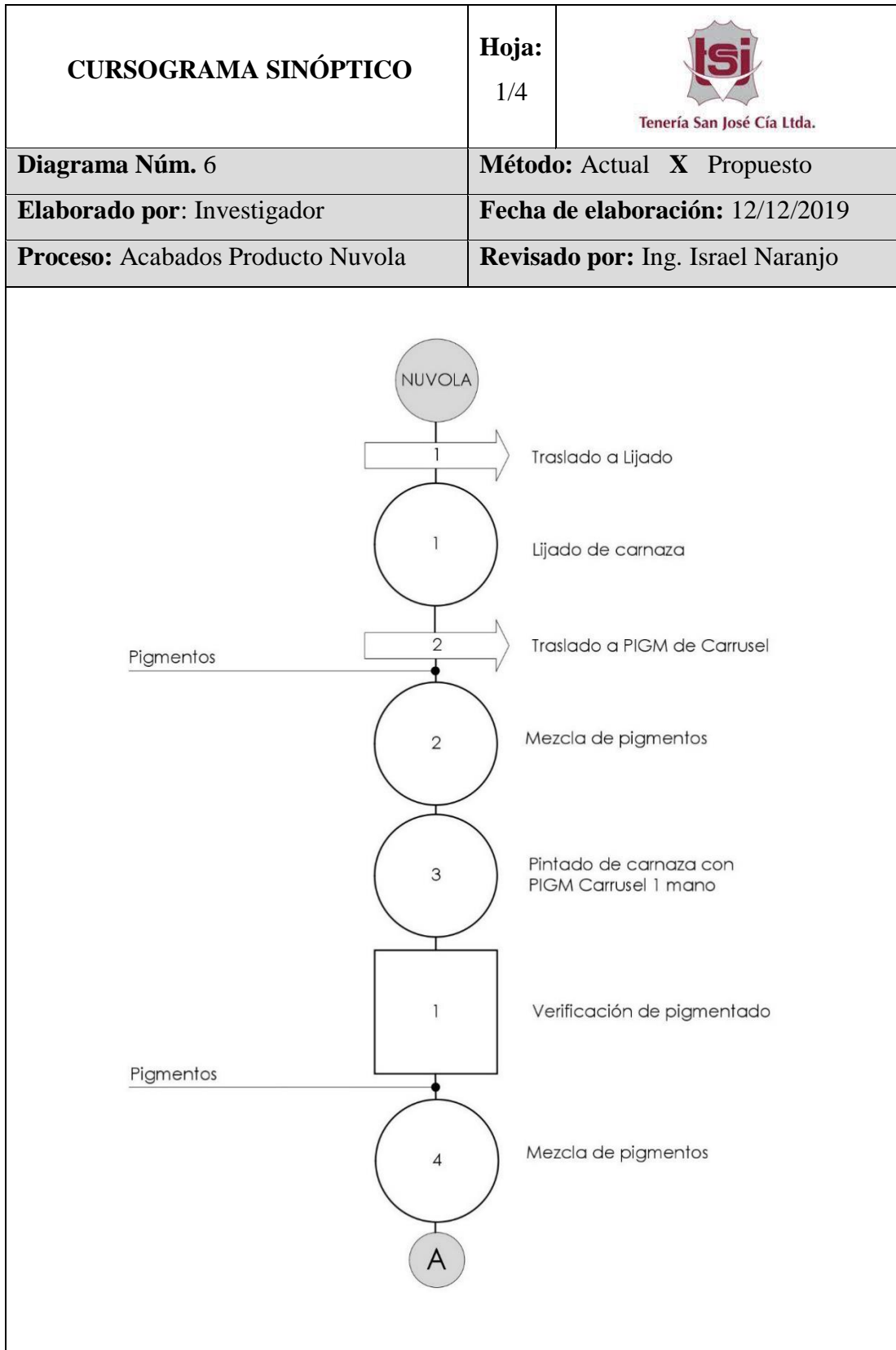

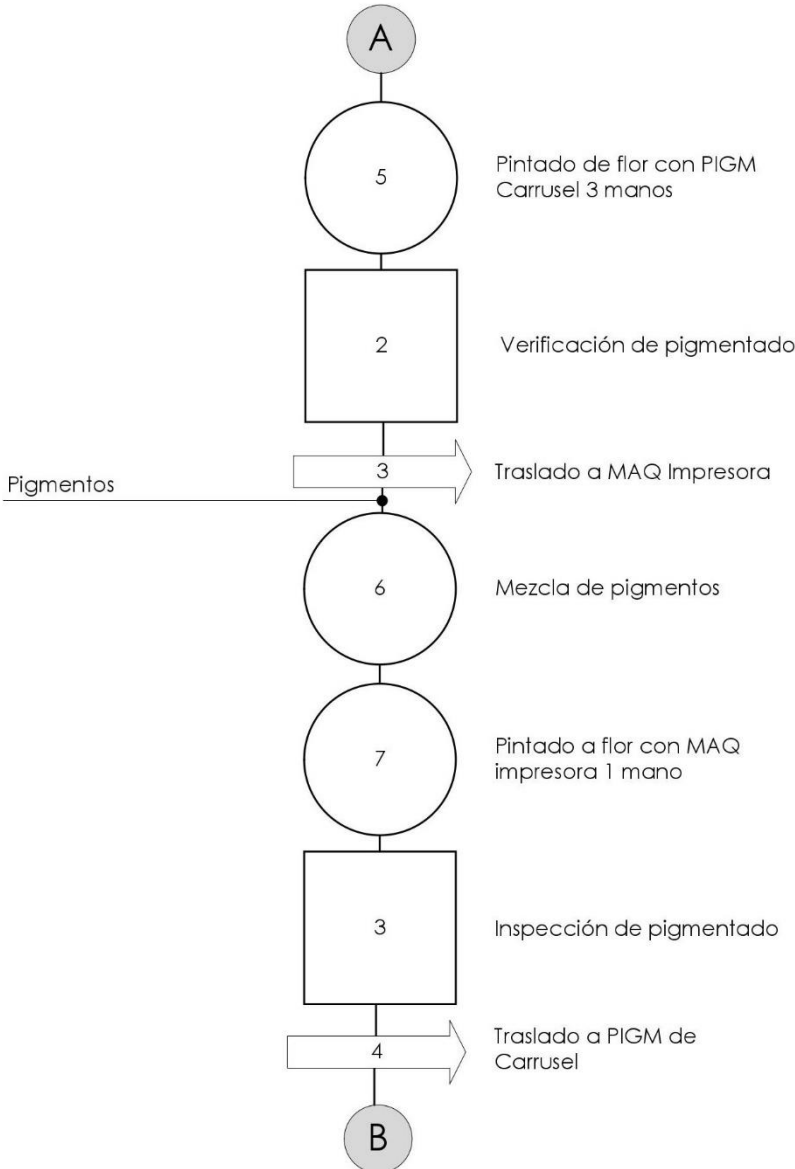

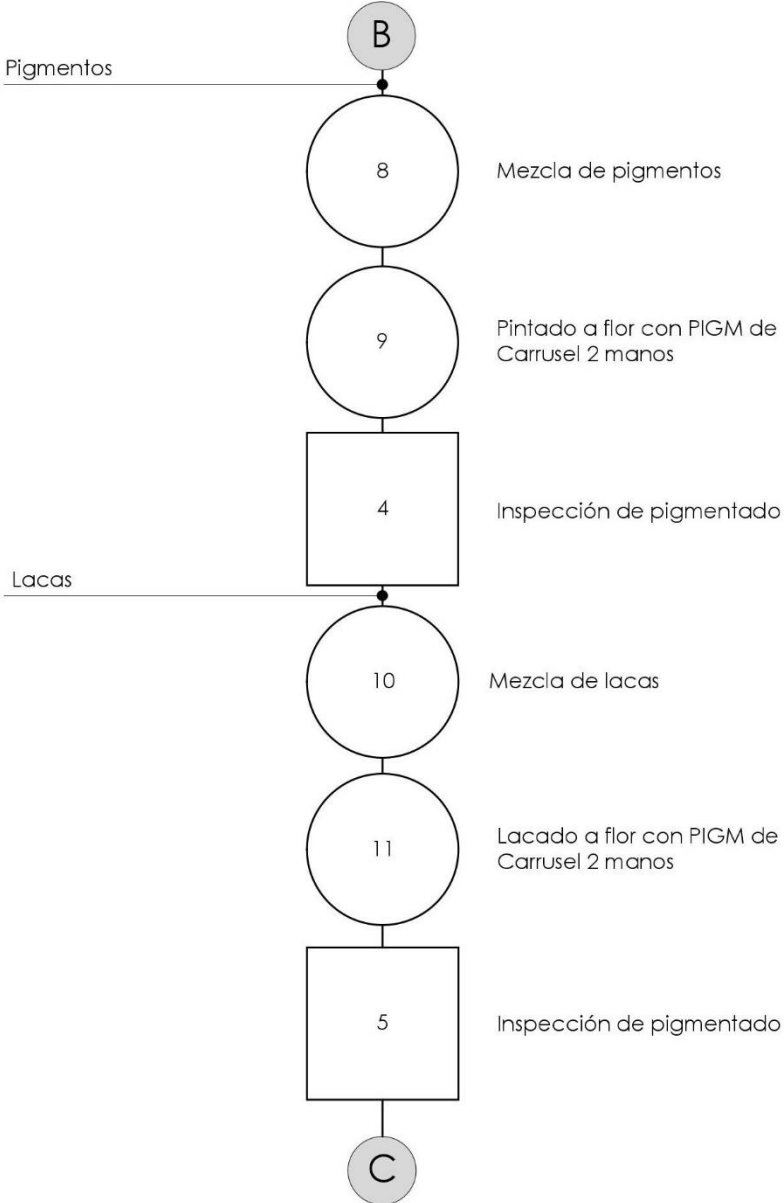
<b>CURSOGRAMA SINÓPTICO</b>	<b>Hoja:</b> 3/3	 <b>Tenería San José Cía Ltda.</b>
<b>Diagrama Núm. 5</b>	<b>Método:</b> Actual <input checked="" type="checkbox"/> Propuesto	
<b>Elaborado por:</b> Investigador	<b>Fecha de elaboración:</b> 12/12/2019	
<b>Proceso:</b> <i>Acabados Producto Vitello</i>	<b>Revisado por:</b> Ing. Israel Naranjo	
 <pre> graph TD     B((B)) --- 8((8))     8 --- 6[6]     6 --&gt; 9((9))     Pigmentos --&gt; 9     9 --- 10((10))     10 --- 3[3]     3 --- 7[7]     7 --&gt; Z((Z))     </pre>		

Diagrama sinóptico proceso de acabado tipo Nuvola



<b>CURSOGRAMA SINÓPTICO</b>	<b>Hoja:</b> 2/4	 <b>Tenería San José Cía Ltda.</b>
<b>Diagrama Núm. 6</b>	<b>Método:</b> Actual <input checked="" type="checkbox"/> Propuesto	
<b>Elaborado por:</b> Investigador	<b>Fecha de elaboración:</b> 12/12/2019	
<b>Proceso:</b> Acabados Producto Nuvola	<b>Revisado por:</b> Ing. Israel Naranjo	
 <pre> graph TD     A((A)) --- 5((5))     5 --- 2[2]     2 --- 3[3]     3 --- 6((6))     6 --- 7((7))     7 --- 3[3]     3 --- 4[4]     4 --- B((B))          Pigmentos --&gt; 3          style 3 fill:none,stroke:none     style 4 fill:none,stroke:none </pre> <p>The flowchart details the following steps:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>5</b> (Circle): Pintado de flor con PIGM Carrusel 3 manos</li> <li><b>2</b> (Square): Verificación de pigmentado</li> <li><b>3</b> (Arrow): Traslado a MAQ Impresora</li> <li><b>6</b> (Circle): Mezcla de pigmentos</li> <li><b>7</b> (Circle): Pintado a flor con MAQ impresora 1 mano</li> <li><b>3</b> (Square): Inspección de pigmentado</li> <li><b>4</b> (Arrow): Traslado a PIGM de Carrusel</li> </ul>		

<b>CURSOGRAMA SINÓPTICO</b>	<b>Hoja:</b> 3/4	 <b>Teneía San José Cía Ltda.</b>
<b>Diagrama Núm. 6</b>	<b>Método:</b> Actual <input checked="" type="checkbox"/> Propuesto	
<b>Elaborado por:</b> Investigador	<b>Fecha de elaboración:</b> 12/12/2019	
<b>Proceso:</b> Acabados Producto Nuvola	<b>Revisado por:</b> Ing. Israel Naranjo	
 <pre> graph TD     B((B)) --&gt; 8((8))     8 --- 9((9))     9 --- 4[4]     4 --- 10((10))     10 --- 11((11))     11 --- 5[5]     5 --- C((C))          P[Pigmentos] --- 8     L[Lacas] --- 10 </pre> <p>The flowchart illustrates the finishing process for 'Producto Nuvola'. It begins at node B, leading to step 8 (Mezcla de pigmentos), which receives 'Pigmentos' as input. This is followed by step 9 (Pintado a flor con PIGM de Carrusel 2 manos), step 4 (Inspección de pigmentado), step 10 (Mezcla de lacas) which receives 'Lacas' as input, step 11 (Lacado a flor con PIGM de Carrusel 2 manos), step 5 (Inspección de pigmentado), and finally ends at node C.</p>		


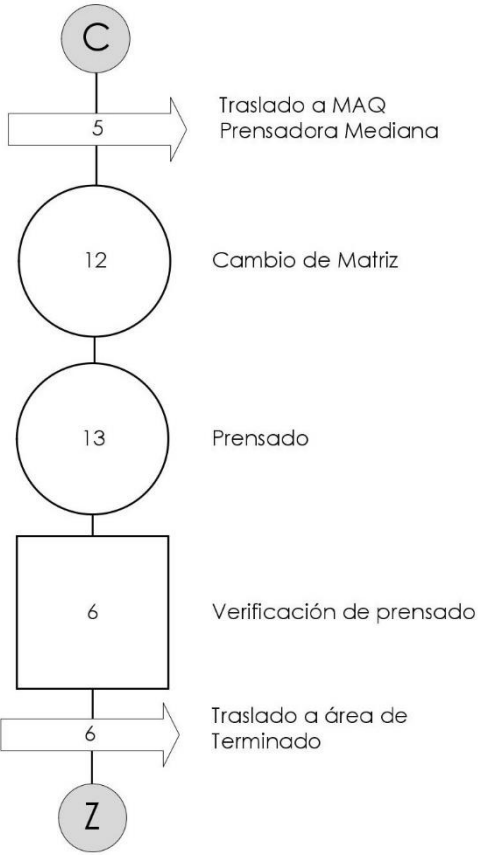
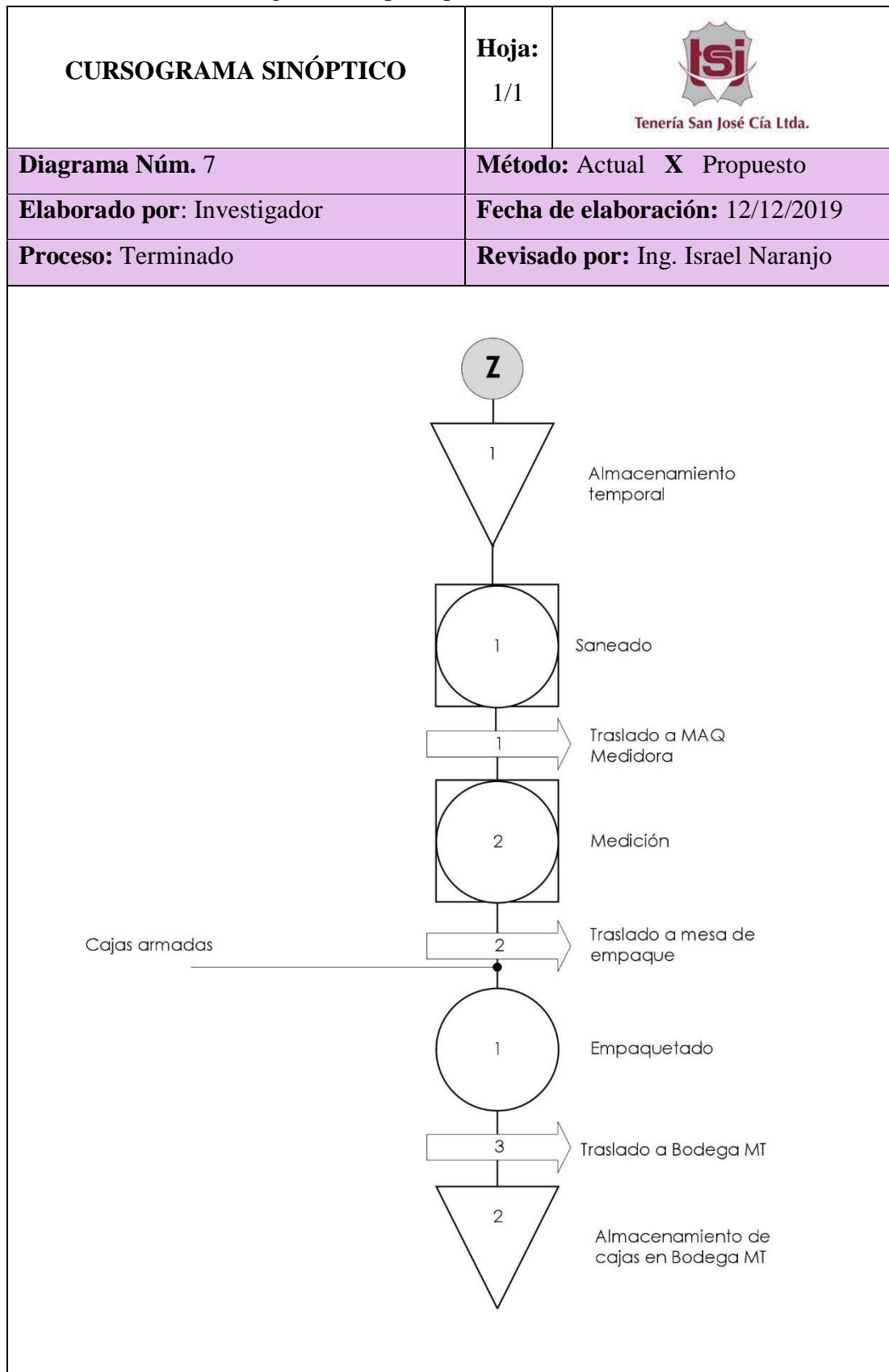
<b>CURSOGRAMA SINÓPTICO</b>	<b>Hoja:</b> 4/4	 <b>Tenería San José Cía Ltda.</b>
<b>Diagrama Núm. 6</b>	<b>Método:</b> Actual <input checked="" type="checkbox"/> Propuesto	
<b>Elaborado por:</b> Investigador	<b>Fecha de elaboración:</b> 12/12/2019	
<b>Proceso:</b> Acabados Producto Nuvola	<b>Revisado por:</b> Ing. Israel Naranjo	
 <pre> graph TD     C((C)) -- 5 --&gt; A[Traslado a MAQ Prensadora Mediana]     A --&gt; B((12))     B --- C1((13))     C1 --- D[Verificación de prensado]     D -- 6 --&gt; E[Traslado a área de Terminado]     E --&gt; Z((Z)) </pre>		

Diagrama sinóptico proceso de terminado





Anexo 4: Diagramas de recorrido procesos de producción TSJ

Diagrama de recorrido Proceso salado

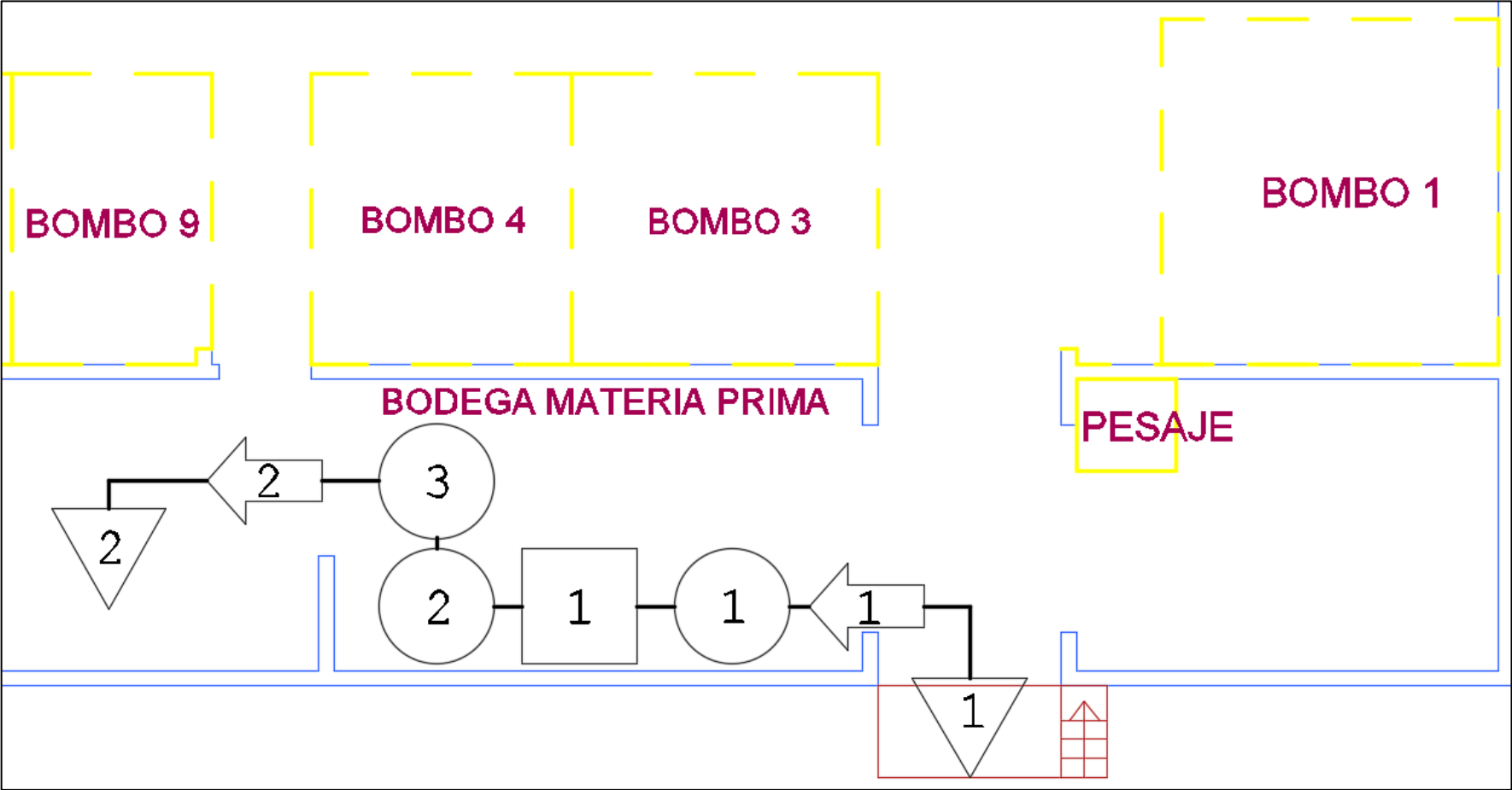


Diagrama de recorrido proceso fabricación de cuero semi terminado

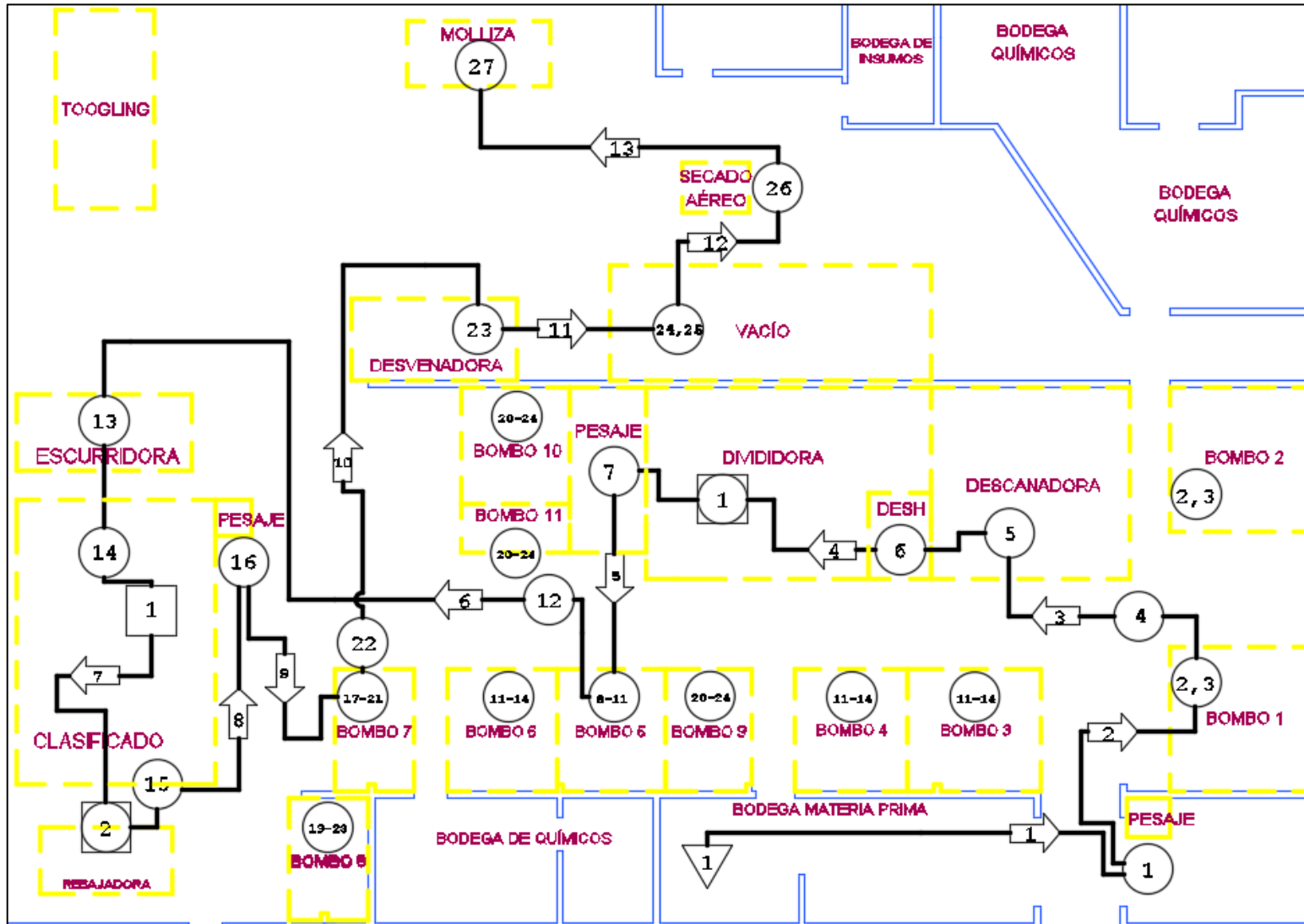


Diagrama de recorrido proceso de acabado tipo Fendi

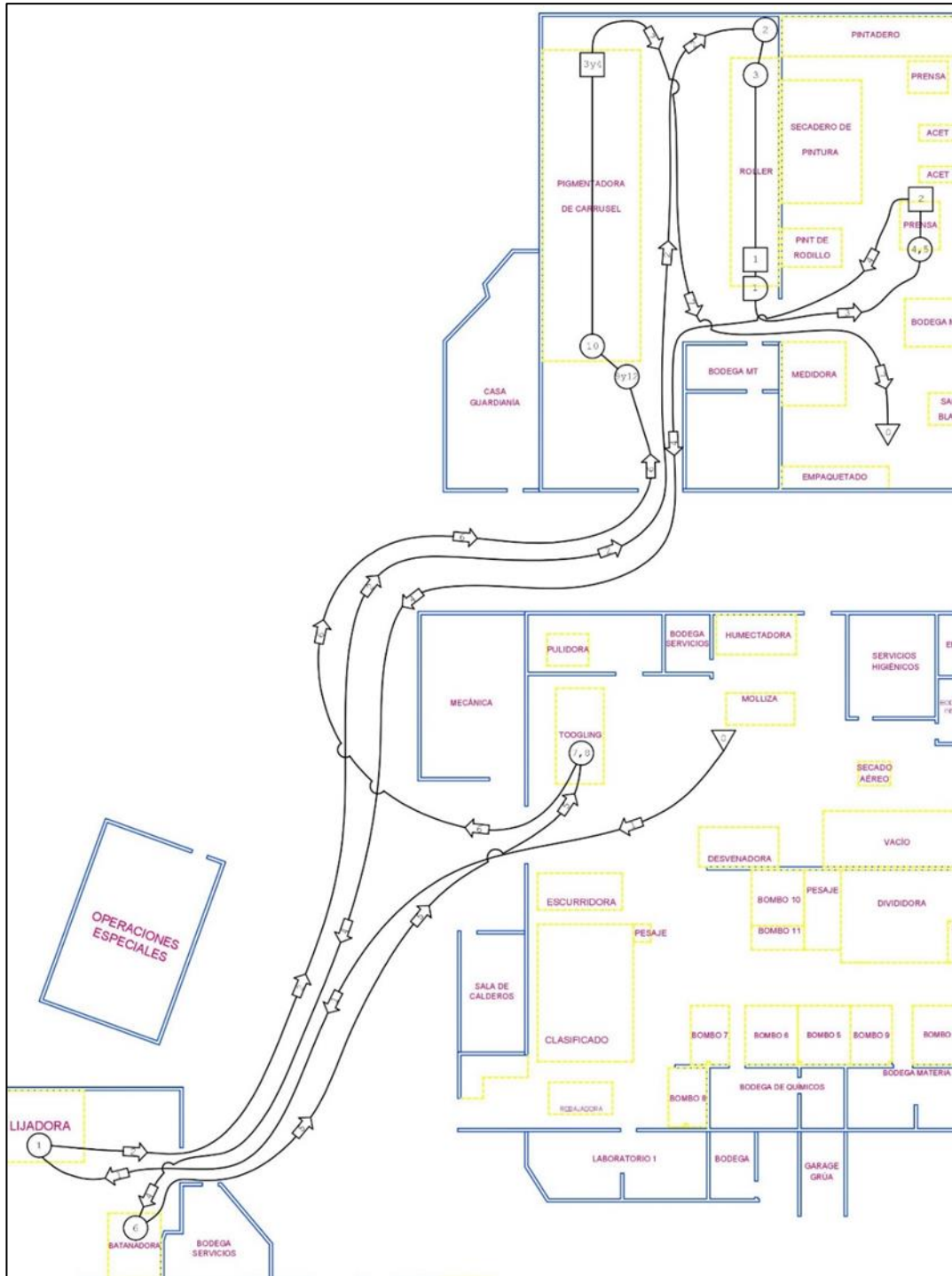


Diagrama de recorrido proceso de acabado tipo Nubuck

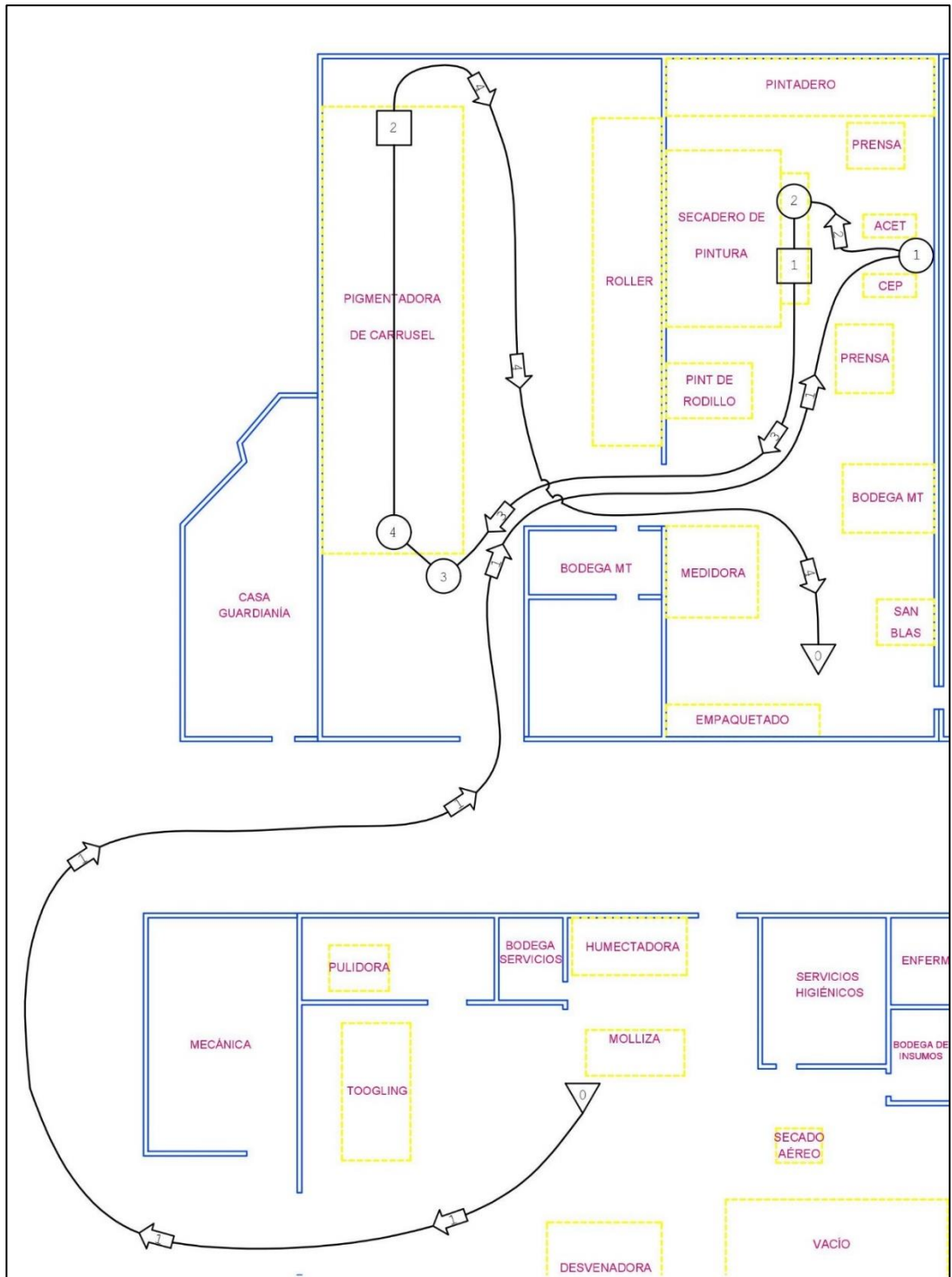


Diagrama de recorrido proceso de acabado tipo Vitello

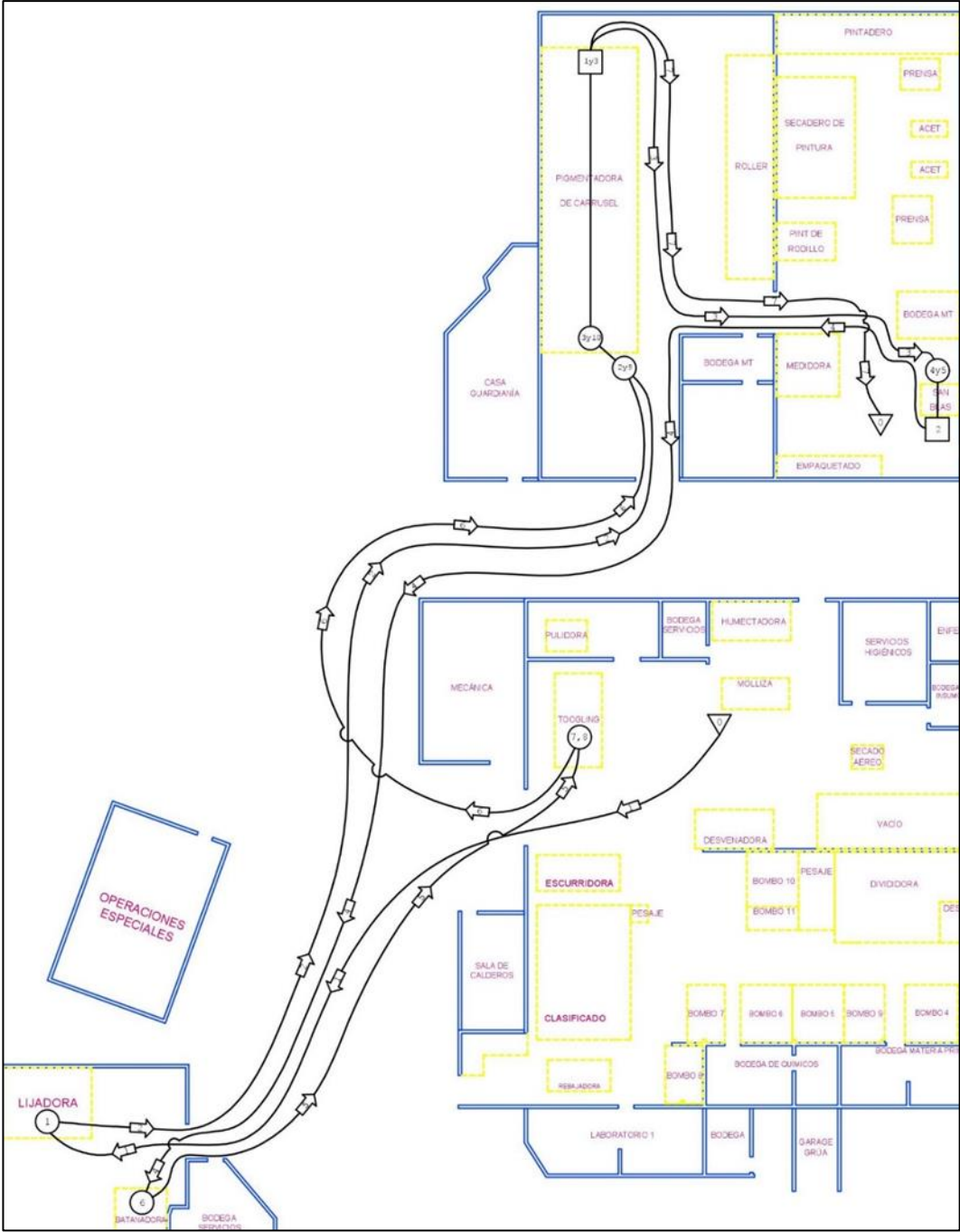
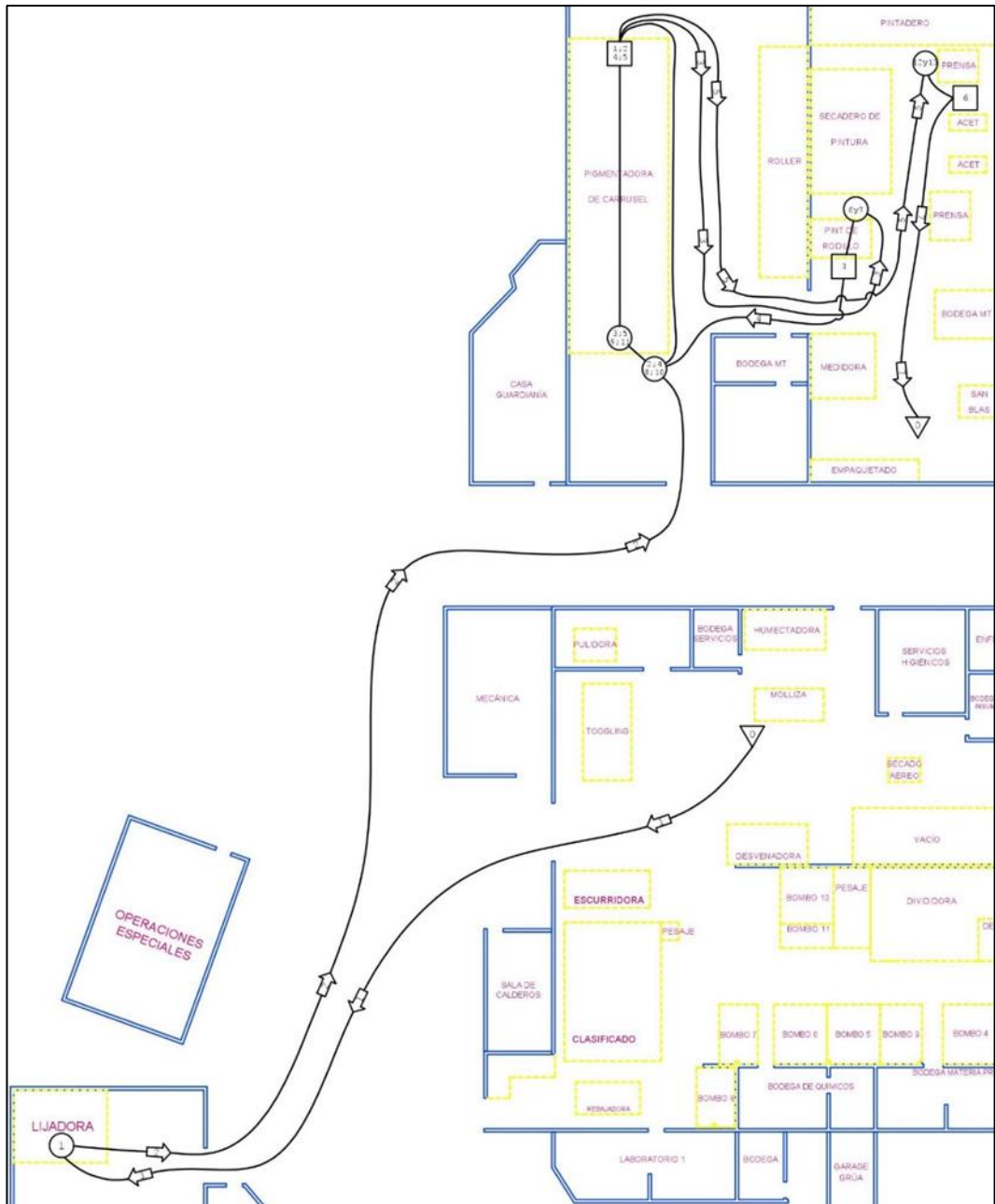


Diagrama de recorrido proceso de acabado tipo Nuvola



## Anexo 5: Cursogramas analíticos

### Proceso de salado

TENERÍA SAN JOSÉ CIA LTDA										
CURSOGRAMA ANALÍTICO			Operario/Material/Equipo							
Diagrama	1 de 7		RESUMEN							
Proceso	<b>SALADO</b>		Actividad	Actual	Propuesto	Economía				
Entrada	Piel fresca		<b>Operación</b>	3						
Salida	Piel salada		<b>Combinada</b>	0						
Área	Bodega de materia prima		<b>Inspección</b>	1						
Método	Actual		<b>Transporte</b>	2						
Lugar	Planta I		<b>Espera</b>	0						
Elaborado	Investigador		<b>Almacén</b>	2						
Aprobado	Ing. Israel Naranjo		<b>DISTANCIA</b>	15,33						
Fecha	20/12/2019		<b>TIEMPO</b>	179,56						
Descripción	Cantidad	Distancia	Tiempo	Símbolo			NOTAS			
	[u]	[m]	[min]	●	□	■		➔	●	▼
Recepción de Pieles	150		32,97							
Traslado	150	6,40	17,75							Uno a Uno
Recorte de colas y rabos	150		28,60							
Clasificado	150		21,40							
Salado	150		58,21							
Perchado	150		17,63							
Traslado	150	8,93	3,011							Usa coche
Almacenaje Bodega MP	150		0,00							

Proceso de acabado tipo Fendi

TENERÍA SAN JOSÉ CIA LTDA						
CURSOGRAMA ANALÍTICO				Operario/Material/Equipo		
Diagrama	3 de 7	RESUMEN				
Proceso	Acabados producto Fendi	Actividad	Actual	Propuesto	Economía	
Entrada	Cuero ablandado	Operación	●	10		
Salida	Cuero con acabados	Combinada	□	0		
Área	Acondicionado, Acabados	Inspección	■	3		
Método	Actual	Transporte	➔	7		
Lugar	Planta I y Planta II	Espera	●	1		
Elaborado	Investigador	Almacén	▼	0		
Aprobado	Ing. Israel Naranjo	DISTANCIA	403,08			
Fecha	20/12/2019	TIEMPO	790,50			

Descripción	Cantidad	Distancia	Tiempo	Símbolo						NOTAS
	[u]	[m]	[min]	●	□	■	➔	●	▼	
Traslado a Lijado	100	54,89	0,73							Usa coche
Lijado de flor	100		37,73							
Traslado a PIGM Roller	100	97,34	1,29							Usa coche
Mezcla de Pigmentos	100		5,23							
Pintado de Flor 2 manos	100		46,66							
Verificación de uniformidad	100		9,98							
Impregnación	100		55,21							
Traslado a Prensadora	100	15,81	0,21							Usa coche
Cambio de Matriz	100		5,46							
Prensado	100		75,18							
Verificación de prensado	100		9,56							
Traslado batanado	100	92,21	1,22							Usa coche
Batanado	100		240							
Traslado a Toggling	100	41,79	0,55							Usa coche
Cargar en Toggling	100		98,76							
Estirado	100		153,12							
Traslado a PIGM Carrusel	100	60,12	0,81							Usa coche
Mezcla de Pigmentos	100		3,21							
Pintado de Flor 3 manos	100		35,02							
Inspección de Pigmentado	100		10,03							
Traslado a terminado	100	40,92	0,54							Usa coche



Proceso acabado tipo Nubuck

TENERÍA SAN JOSÉ CIA LTDA						
CURSOGRAMA ANALÍTICO				Operario/Material/Equipo		
Diagrama	4 de 7		RESUMEN			
Proceso	Acabados producto Nubuck		Actividad	Actual	Propuesto	Economía
Entrada	Cuero ablandado		Operación	●	4	
Salida	Cuero con acabados		Combinada	□	0	
Área	Acabados		Inspección	■	2	
Método	Actual		Transporte	➔	4	
Lugar	Planta I		Espera	◐	0	
Elaborado	Investigador		Almacén	▼	0	
Aprobado	Ing. Israel Naranjo		DISTANCIA	161,27		
Fecha	20/12/2019		TIEMPO	131,61		

Descripción	Cantidad	Distancia	Tiempo	Símbolo						NOTAS	
	[u]	[m]	[min]	●	□	■	➔	◐	▼		
Traslado a cepilladora	100	90,11	1,2								Usa coche
Cepillado en MAQ	100		20,53	●							
Traslado a mesa	100	3,71	0,12								Uno a uno
Cepillado Manual	100		50,43	●							
Verificación de textura	100		10,23								
Traslado a PIGM Carrusel	100	26,51	0,35								Usa coche
Mezcla de Pigmentos	100		3,21	●							
Pintado de Flor 3 manos	100		35,02	●							
Inspección de Pigmentado	100		9,98								
Traslado a terminado	100	40,94	0,54								Usa coche

Proceso acabado tipo Vitello

TENERÍA SAN JOSÉ CIA LTDA						
CURSOGRAMA ANALÍTICO				Operario/Material/Equipo		
Diagrama	5 de 7	RESUMEN				
Proceso	Acabados producto Vitello	Actividad	Actual	Propuesto	Economía	
<b>Entrada</b>	Cuero ablandado	<b>Operación</b>	●	10		
<b>Salida</b>	Cuero con acabados	<b>Combinada</b>	□	0		
<b>Área</b>	Acondicionado, Acabados	<b>Inspección</b>	■	3		
<b>Método</b>	Actual	<b>Transporte</b>	➔	7		
<b>Lugar</b>	Planta I y Planta II	<b>Espera</b>	◐	0		
<b>Elaborado</b>	Investigador	<b>Almacén</b>	▼	0		
<b>Aprobado</b>	Ing. Israel Naranjo	<b>DISTANCIA</b>	404,46			
<b>Fecha</b>	20/12/2019	<b>TIEMPO</b>	703,09			

Descripción	Cantidad	Distancia	Tiempo	Símbolo						NOTAS
	[u]	[m]	[min]	●	□	■	➔	◐	▼	
Traslado a Lijado	100	54,89	0,73							Usa coche
Lijado de flor	100		37,73							
Traslado a PIGM Carrusel	100	74,32	0,99							Usa coche
Mezcla de Pigmentos	100		5,23							
Pintado de Flor 3 manos	100		35,02							
Verificación de pigmento	100		9,56							
Traslado a Prensa San Blas	100	33,76	0,45							Usa coche
Cambio de Rodillo	100		2,12							
Prensado Liso	100		43,01							
Verificación de prensado	100		11,13							
Traslado batanado	100	98,64	1,31							Usa coche
Batanado	100		240							
Traslado a Toggling	100	41,79	0,55							Usa coche
Cargar en Toggling	100		98,76							
Estirado	100		153,12							
Traslado a PIGM Carrusel	100	60,12	0,81							Usa coche
Mezcla de Pigmentos	100		5,23							
Pintado de Flor 4 manos	100		46,68							
Inspección de Pigmentado	100		10,12							
Traslado a terminado	100	40,94	0,54							Usa coche







Proceso acabado tipo Nuvola

TENERÍA SAN JOSÉ CIA LTDA						
CURSOGRAMA ANALÍTICO				Operario/Material/Equipo		
Diagrama	6 de 7		RESUMEN			
Proceso	Acabados producto Nuvola		Actividad	Actual	Propuesto	Economía
Entrada	Cuero ablandado		Operación	13		
Salida	Cuero con acabados		Combinada	0		
Área	Acondicionado, Acabados		Inspección	6		
Método	Actual		Transporte	6		
Lugar	Planta I y Planta II		Espera	0		
Elaborado	Investigador		Almacén	0		
Aprobado	Ing. Israel Naranjo		DISTANCIA	248,31		
Fecha	20/12/2019		TIEMPO	314,69		







  

Descripción	Cantidad	Distancia	Tiempo	Símbolo						NOTAS
	[u]	[m]	[min]							
Traslado a Lijado	100	54,89	0,73							Usa coche
Lijado de carnaza	100		37,73							
Traslado a PIGM Carrusel	100	74,32	0,99							Usa coche
Mezcla de Pigmentos	100		5,23							
Pintado de carnaza 1 mano	100		11,63							
Verificación de pigmento	100		8,56							
Mezcla de Pigmentos	100		5,23							
Pintado de Flor 3 manos	100		35,02							
Verificación de pigmento	100		9,23							
Traslado a MAQ Impresora	100	34,32	0,45							Usa coche
Mezcla de Pigmentos	100		4,96							
Pintado de Flor 1 mano IMP	100		22,08							
Inspección de Pigmentado	100		10,23							
Traslado a PIGM Carrusel	100	17,55	0,23							Usa coche
Mezcla de Pigmentos	100		5,11							
Pintado de flor 2 manos	100		23,34							
Inspección de Pigmentado	100		10,12							Usa coche
Mezcla de lacas	100		4,46							
Lacado a flor 2 manos	100		22,15							
Inspección de Pigmentado	100		6,45							
Traslado a Prensa MED	100	42,05	0,56							Usa coche
Cambio de matriz	100		5,46							
Prensado	100		75,18							
Verificación de prensado	100		9,23							
Traslado a terminado	100	25,18	0,33							Usa coche

Proceso Terminado

TENERÍA SAN JOSÉ CIA LTDA						
CURSOGRAMA ANALÍTICO				Operario/Material/Equipo		
Diagrama	7 de 7	RESUMEN				
Proceso	Terminado	Actividad	Actual	Propuesto	Economía	
Entrada	Cuero con acabados	Operación		1		
Salida	Cuero en cajas	Combinada		2		
Área	Terminado	Inspección		0		
Método	Actual	Transporte		3		
Lugar	Planta II	Espera		0		
Elaborado	Investigador	Almacén		2		
Aprobado	Ing. Israel Naranjo	DISTANCIA	20,60			
Fecha	20/12/2019	TIEMPO	38,09			

Descripción	Cantidad	Distancia	Tiempo	Símbolo						NOTAS	
	[u]	[m]	[min]								
Almacenamiento temporal	50		0								
saneado	50		9,315								
Traslado a MAQ medidora	50	11,43	0,105								Usa coche
Medición	50		9,275								
Traslado mesa empaque	50	3,26	0,055								Uno por uno
Empaquetado	50		19,255								
Traslado bodega MT	50	5,91	0,08								
Almacenamiento	50		0								


## Anexo 6: Estudio de tiempos

### Proceso Salado

Toma de Tiempo para un Lote de 150 Piele [min]																																		
Actividad	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	T24	T25	T26	T27	T28	T29	T30	Σ	TM	TN	
A	0,183	0,223	0,229	0,229	0,252	0,213	0,177	0,264	0,207	0,220	0,255	0,259	0,195	0,195	0,184	0,228	0,195	0,183	0,210	0,254	0,185	0,253	0,181	0,179	0,177	0,240	0,260	0,211	0,208	0,189	6,44	0,21	0,21	
B	0,098	0,120	0,123	0,123	0,136	0,115	0,095	0,142	0,112	0,119	0,113	0,117	0,130	0,127	0,133	0,119	0,107	0,111	0,129	0,117	0,124	0,095	0,102	0,137	0,106	0,125	0,098	0,129	0,134	0,105	3,54	0,12	0,12	
C	0,200	0,201	0,182	0,214	0,210	0,141	0,240	0,176	0,205	0,136	0,157	0,144	0,143	0,215	0,210	0,178	0,165	0,167	0,148	0,153	0,208	0,145	0,189	0,173	0,142	0,142	0,222	0,184	0,191	0,178	5,36	0,18	0,18	
D	0,169	0,130	0,115	0,139	0,151	0,222	0,095	0,104	0,176	0,127	0,149	0,202	0,133	0,198	0,113	0,175	0,214	0,150	0,214	0,123	0,125	0,150	0,218	0,195	0,111	0,109	0,170	0,106	0,160	0,187	4,63	0,15	0,15	
E	0,398	0,382	0,362	0,385	0,362	0,399	0,314	0,380	0,334	0,565	0,538	0,336	0,519	0,551	0,386	0,453	0,328	0,461	0,445	0,482	0,364	0,490	0,420	0,474	0,368	0,374	0,336	0,487	0,363	0,562	12,62	0,42	0,42	
																																	1,09	1,09

## Proceso remojo y pelambre


Toma de Tiempo para un Lote de 300 Pielas [min]							
Actividad	T1	T2	T3	$\Sigma$	TM	V	TN
A	2,870	2,930	2,630	8,43	2,81	100%	2,81
B	4,720	4,610	4,550	13,88	4,63	100%	4,63
C	10,450	11,020	9,960	31,43	10,48	100%	10,48
D	840	840	840	2520	840,00	N/A	840
TC							<b>857,91</b>
T.MAN							17,91
T.MAQ							840

 Tenería San José Cía Ltda.	<b>Descripción de actividades</b>
<b>Proceso:</b> Remojo y pelambre <b>Ingreso:</b> Pielas saladas <b>Salida:</b> Pielas pelambreadas <b>Maquinaria:</b> Bombo	
<b>Nomenclatura</b>	<b>Detalle</b>
A	Traslado de lotes de pieles a pesaje
B	Pesaje de pieles
C	Colocar pieles en bombo de remojo pelambre
D	Remojo y pelambre

Suplementos		
Operación: Rem-Pel	Asignación	
Suplemento	Denominación	Valor
Constante	Necesidades personales	5
	Fatiga	4
Variable	Trabajo de pie	2
	Carga de peso	9
<b>Total</b>		20
<b>TN</b>		857,91
<b>T.MAN</b>		17,21
<b>T.MAQ</b>		840
<b>TIEMPO ESTÁNDAR</b>		
$T_s = T.MAN + T.MAN * S + T.MAQ$ $T_s = 17,21 + (17,21)(0,20) + 840$ $T_s = 860,65 \text{ [min/lote]}$ $T_s = 2,86 \text{ [min/piel]}$ $T_s = 1,43 \text{ [min/banda]}$		

## Proceso Descarne


Toma de Tiempo para 1 Piel [min]																								
Actividad	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	Σ	TM	V	TN
A	0,402	0,403	0,420	0,411	0,443	0,388	0,380	0,413	0,441	0,403	0,435	0,418	0,444	0,398	0,421	0,410	0,430	0,399	0,409	0,390	8,26	0,41	100%	0,41
B	0,461	0,499	0,330	0,370	0,415	0,502	0,420	0,349	0,513	0,407	0,397	0,475	0,388	0,425	0,451	0,484	0,516	0,425	0,317	0,385	8,53	0,43	100%	0,43
C	0,909	1,019	0,937	0,952	0,842	0,990	0,951	0,964	0,844	0,819	0,995	0,931	0,928	0,883	1,002	0,805	1,008	0,872	0,945	0,870	18,47	0,92	100%	0,92
D	0,417	0,387	0,382	0,413	0,435	0,411	0,420	0,421	0,424	0,385	0,381	0,436	0,424	0,391	0,414	0,401	0,384	0,435	0,410	0,388	8,16	0,41	100%	0,41
																						TC	<b>2,17</b>	
																						T.MAN	2,17	
																						T.MAQ	0	

 Teneira San José Cía Ltda.	<b>Descripción de actividades</b>
<b>Proceso:</b> Descarnado <b>Ingreso:</b> Pieles pelambreadas <b>Salida:</b> Pieles sin grasa <b>Maquinaria:</b> Descarnadora	
<b>Nomenclatura</b>	<b>Detalle</b>
A	Perchado de pieles salidas del bombo
B	Colocar en plataforma de descarne
C	Remoción de grasas de las pieles
D	Recorte de grasas restantes

Suplementos		
Operación: Descarne	Asignación	
Suplemento	Denominación	Valor
Constante	Necesidades personales	5
	Fatiga	4
Variable	Trabajo de pie	2
	Carga de peso	9
<b>Total</b>		20
<b>TN</b>		2,17
<b>T.MAN</b>		2,17
<b>T.MAQ</b>		0
<b>TIEMPO ESTÁNDAR</b>		
$T_s = T.MAN + T.MAN * S + T.MAQ$		
$T_s = 2,17 + (2,17)(0,20) + 0$		
$T_s = 2,60 \text{ [min/piel]}$		
$T_s = 1,30 \text{ [min/banda]}$		

## Proceso Dividido

Toma de Tiempo para 1 Piel [min]																																		
Actividad	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	T24	T25	T26	T27	T28	T29	T30	Σ	TM	V	TN
A	0,163	0,150	0,220	0,160	0,140	0,190	0,170	0,130	0,200	0,140	0,180	0,170	0,180	0,180	0,250	0,220	0,160	0,190	0,160	0,250	0,180	0,180	0,240	0,130	0,230	0,220	0,250	0,230	0,180	0,190	5,633	0,188	100%	0,19
B	0,890	0,970	1,120	0,830	0,890	0,700	0,880	0,730	0,810	0,760	0,870	0,820	0,920	0,870	0,990	0,820	0,760	1,020	0,990	1,120	0,950	0,940	0,820	0,990	0,940	0,690	0,730	0,990	0,960	1,090	26,860	0,895	100%	0,90
C	0,069	0,090	0,130	0,100	0,080	0,110	0,100	0,110	0,080	0,120	0,120	0,120	0,120	0,080	0,110	0,120	0,090	0,120	0,100	0,090	0,070	0,120	0,080	0,080	0,090	0,100	0,100	0,100	0,130	0,080	3,009	0,100	100%	0,10
																												TC	<b>1,18</b>					
																												T.MAN	1,18					
																												T.MAQ	0					


 Tenería San José Cía Ltda.	<b>Descripción de actividades</b>
<b>Proceso:</b> Dividido <b>Ingreso:</b> Pieles sin grasa <b>Salida:</b> Pieles divididas <b>Maquinaria:</b> Divididora, bascula	
<b>Nomenclatura</b>	<b>Detalle</b>
A	Colocar en plataforma de dividido
B	Separar carnaza y flor
C	Tomar la piel parte flor y pesar en bascula

Suplementos		
Operación: Dividido	Asignación	
Suplemento	Denominación	Valor
Constante	Necesidades personales	5
	Fatiga	4
Variable	Trabajo de pie	2
	Carga de peso	9
<b>Total</b>		20
<b>TN</b>		1,18
<b>T.MAN</b>		1,18
<b>T.MAQ</b>		0
<b>TIEMPO ESTÁNDAR</b>		
$T_s = T.MAN + T.MAN * S + T.MAQ$ $T_s = 1,18 + (1,18)(0,20) + 0$ $T_s = 1,41 \text{ [min/piel]}$ $T_s = 0,70 \text{ [min/banda]}$		



## Proceso de Curtido


Toma de Tiempo para un Lote de 300 Pielés [min]							
Actividad	T1	T2	T3	$\Sigma$	TM	V	TN
A	14,730	16,360	13,496	44,59	14,86	100%	14,86
B	480	480	480	1440	480	N/A	480,00
<b>TC</b>							<b>494,86</b>
T.MAN							14,86
T.MAQ							480

 Tenería San José Cía Ltda.	<b>Descripción de actividades</b>
<b>Proceso:</b> Curtido <b>Ingreso:</b> Pieles divididas, parte flor <b>Salida:</b> Cuero Wet Blue <b>Maquinaria:</b> Bombos de curtido	
<b>Nomenclatura</b>	<b>Detalle</b>
A	Colocar pieles en bombos de curtido
B	Proceso de Curtido (Piquelado, Purgado y otros)

Suplementos		
Operación: Curtido	Asignación	
Suplemento	Denominación	Valor
Constante	Necesidades personales	5
	Fatiga	4
Variable	Trabajo de pie	2
	Carga de peso	7
<b>Total</b>		18
<b>TN</b>		494,86
<b>T.MAN</b>		14,86
<b>T.MAQ</b>		480
<b>TIEMPO ESTÁNDAR</b>		
$T_s = T.MAN + T.MAN * S + T.MAQ$ $T_s = 14,86 + (14,86)(0,18) + 480$ $T_s = 497,53 \text{ [min/lote]}$ $T_s = 1,66 \text{ [min/piel]}$ $T_s = 0,83 \text{ [min/banda]}$		

## Proceso de Ecurrido


Toma de Tiempo para 1 Piel [min]																																																												
Actividad	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	T24	T25	T26	T27	T28	T29	T30	Σ	TM	V	TN																										
A	0,094	0,133	0,096	0,138	0,099	0,127	0,122	0,124	0,102	0,130	0,101	0,116	0,135	0,127	0,142	0,147	0,122	0,139	0,148	0,115	0,096	0,139	0,129	0,126	0,128	0,137	0,120	0,126	0,134	0,137	3,728	0,124	100%	0,12																										
B	0,014	0,014	0,022	0,018	0,020	0,021	0,014	0,018	0,014	0,022	0,014	0,022	0,021	0,018	0,014	0,015	0,016	0,021	0,014	0,017	0,020	0,016	0,020	0,019	0,019	0,016	0,021	0,015	0,015	0,014	0,524	0,017	100%	0,02																										
C	0,460	0,428	0,479	0,478	0,555	0,461	0,523	0,556	0,550	0,447	0,535	0,498	0,412	0,618	0,613	0,526	0,591	0,529	0,406	0,408	0,447	0,487	0,504	0,628	0,622	0,439	0,627	0,480	0,404	0,548	15,256	0,509	100%	0,51																										
D	0,102	0,158	0,108	0,160	0,126	0,159	0,139	0,127	0,124	0,122	0,129	0,100	0,141	0,154	0,110	0,135	0,147	0,159	0,148	0,116	0,156	0,122	0,117	0,153	0,112	0,113	0,131	0,137	0,102	0,125	3,929	0,131	100%	0,13																										
E	0,342	0,537	0,526	0,333	0,441	0,333	0,434	0,276	0,546	0,396	0,358	0,311	0,266	0,421	0,467	0,536	0,345	0,303	0,538	0,369	0,432	0,334	0,317	0,350	0,307	0,422	0,399	0,300	0,347	0,372	11,659	0,389	100%	0,39																										
																											TC	1,17																																
																											T.MAN	1,17																																
																											T.MAQ	0																																

 <p>Tenería San José Cía Ltda.</p>		<p align="center"><b>Descripción de actividades</b></p>	
<p><b>Proceso:</b> Ecurrido  <b>Ingreso:</b> Cuero Wet Blue húmedo  <b>Salida:</b> bandas de cuero clasificadas  <b>Maquinaria:</b> Ecurridora</p>			
<b>Nomenclatura</b>		<b>Detalle</b>	
A		Perchado de cueros salidos del bombo	
B		Llevado de cueros a ecurridora	
C		Ecurrido de cueros	
D		Recorte en bandas	
E		Clasificado en base a criterios de calidad	

Suplementos		
Operación: Ecurrido	Asignación	
Suplemento	Denominación	Valor
Constante	Necesidades personales	5
	Fatiga	4
Variable	Trabajo de pie	2
	Carga de peso	4
<b>Total</b>		15
<b>TN</b>		1,17
<b>T.MAN</b>		1,17
<b>T.MAQ</b>		0
<b>TIEMPO ESTÁNDAR</b>		
$T_s = T.MAN + T.MAN * S + T.MAQ$ $T_s = 1,17 + (1,17)(0,15) + 0$ $T_s = 1,34 \text{ [min/piel]}$ $T_s = 0,67 \text{ [min/banda]}$		

## Proceso de Rebajado


Toma de Tiempo para 1 Banda [min]																																		
Actividad	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	T24	T25	T26	T27	T28	T29	T30	Σ	TM	V	TN
A	0,082	0,113	0,110	0,083	0,082	0,080	0,085	0,103	0,083	0,110	0,081	0,130	0,080	0,081	0,116	0,092	0,108	0,087	0,118	0,092	0,093	0,084	0,110	0,114	0,129	0,119	0,122	0,092	0,081	0,124	2,986	0,100	100%	0,10
B	1,302	1,172	1,109	1,110	1,023	1,018	0,912	1,118	0,918	0,973	1,286	1,060	0,937	1,024	1,108	1,133	1,064	1,213	1,241	1,280	1,273	1,246	1,205	1,162	1,287	1,090	1,214	1,107	1,197	1,254	34,036	1,135	100%	1,13
C	0,007	0,013	0,020	0,015	0,010	0,014	0,014	0,011	0,013	0,018	0,009	0,016	0,020	0,020	0,011	0,017	0,012	0,010	0,015	0,012	0,022	0,010	0,009	0,016	0,013	0,019	0,017	0,008	0,011	0,008	0,412	0,014	100%	0,01
D	0,019	0,033	0,028	0,029	0,022	0,024	0,029	0,026	0,026	0,027	0,034	0,026	0,022	0,02	0,025	0,03	0,026	0,022	0,025	0,031	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,03	0,794	0,026	100%	0,03
																												TC	1,27					
																												T.MAN	1,27					
																												T.MAQ	0					

 Tenería San José Cía Ltda.	<b>Descripción de actividades</b>
<b>Proceso:</b> Rebajado <b>Ingreso:</b> bandas de cuero clasificadas <b>Salida:</b> bandas con calibre definido <b>Maquinaria:</b> Rebajadora	
<b>Nomenclatura</b>	<b>Detalle</b>
A	Llevado de cueros clasificados al rebajado
B	Rebajado de calibre del cuero
C	Traslado de cueros a pesaje
D	Clasificado en base a criterios de calidad

Suplementos		
Operación: Rebajado	Asignación	
Suplemento	Denominación	Valor
Constante	Necesidades personales	5
	Fatiga	4
Variable	Trabajo de pie	2
	Carga de peso	1
<b>Total</b>		12
<b>TN</b>		1,27
<b>T.MAN</b>		1,27
<b>T.MAQ</b>		0
<b>TIEMPO ESTÁNDAR</b>		
$T_s = T.MAN + T.MAN * S + T.MAQ$ $T_s = 1,27 + (1,27)(0,12) + 0$ $T_s = 1,42 \text{ [min/banda]}$		

## Proceso de Recurtido


Toma de Tiempo para un Lote de 600 bandas [min]							
Actividad	T1	T2	T3	$\Sigma$	TM	V	TN
A	11,560	12,130	10,500	34,19	11,40	100%	11,40
B	480	480	480	1440,00	480,00	100%	480,00
<b>TC</b>							<b>491,40</b>
T.MAN							11,40
T.MAQ							480

 Tenería San José Cía Ltda.	<b>Descripción de actividades</b>
<b>Proceso:</b> Recurtido <b>Ingreso:</b> bandas con calibre definido <b>Salida:</b> bandas con color <b>Maquinaria:</b> Bombos de recurtido	
<b>Nomenclatura</b>	<b>Detalle</b>
A	Colocar pieles en bombos de curtido
B	Recurtido (Teñido, engrase)

Suplementos		
Operación: Recurtido	Asignación	
Suplemento	Denominación	Valor
Constante	Necesidades personales	5
	Fatiga	4
Variable	Trabajo de pie	2
	Carga de peso	1
<b>Total</b>		12
<b>TN</b>		491,40
<b>T.MAN</b>		14,40
<b>T.MAQ</b>		480
<b>TIEMPO ESTÁNDAR</b>		
$T_s = T.MAN + T.MAN * S + T.MAQ$ $T_s = 14,40 + (14,40)(0,12) + 480$ $T_s = 496,12 \text{ [min/lote]}$ $T_s = 0,82 \text{ [min/banda]}$		

## Proceso Desvenado


Toma de Tiempo para 1 Banda [min]																																		
Actividad	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	T24	T25	T26	T27	T28	T29	T30	Σ	TM	V	TN
A	0,176	0,240	0,292	0,225	0,236	0,162	0,295	0,277	0,278	0,247	0,169	0,272	0,256	0,232	0,271	0,181	0,197	0,151	0,249	0,266	0,291	0,184	0,233	0,277	0,164	0,234	0,195	0,295	0,284	0,156	6,985	0,233	100%	0,23
B	0,008	0,014	0,008	0,011	0,011	0,009	0,013	0,012	0,008	0,010	0,010	0,014	0,011	0,009	0,010	0,014	0,013	0,013	0,010	0,014	0,013	0,011	0,008	0,008	0,012	0,014	0,010	0,015	0,015	0,338	0,011	100%	0,01	
C	0,956	0,952	0,980	0,829	0,948	0,932	1,071	1,047	0,912	0,959	0,817	1,132	1,030	0,962	0,907	0,912	0,851	0,819	1,058	0,907	1,039	0,803	0,824	0,812	0,950	1,028	0,947	0,920	1,082	0,962	28,348	0,945	100%	0,94
D	0,024	0,027	0,027	0,02	0,029	0,028	0,024	0,021	0,021	0,021	0,023	0,025	0,025	0,027	0,029	0,024	0,023	0,025	0,027	0,022	0,021	0,023	0,026	0,025	0,023	0,022	0,024	0,027	0,022	0,024	0,726	0,024	100%	0,02
																												TC			1,21			
																												T.MAN			1,21			
																												T.MAQ			0			

 Tenería San José Cía Ltda.	<b>Descripción de actividades</b>
<b>Proceso:</b> Desvenado <b>Ingreso:</b> Cueros teñidos húmedos <b>Salida:</b> Cueros teñidos escurridos <b>Maquinaria:</b> Desvenadora	
<b>Nomenclatura</b>	<b>Detalle</b>
A	Perchar los cueros de los bombos de Recurtido
B	Traslado de cueros perchados en coche
C	Ecurrir o desvenar los cueros
D	Perchar cueros en mulas

Suplementos		
Operación: Desvenado	Asignación	
Suplemento	Denominación	Valor
Constante	Necesidades personales	5
	Fatiga	4
Variable	Trabajo de pie	2
	Carga de peso	1
	Postura anormal	1
<b>Total</b>		13
<b>TN</b>		1,21
<b>T.MAN</b>		1,21
<b>T.MAQ</b>		0
<b>TIEMPO ESTÁNDAR</b> $T_s = T.MAN + T.MAN * S + T.MAQ$ $T_s = 1,21 + (1,21)(0,13) + 0$ $T_s = 1,38 \text{ [min/banda]}$		

## Proceso de secado


Toma de Tiempo para 4 Banda [min]														
Actividad	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	Σ	TM	V	TN
A	2,008	2,01	2,03	2,06	2,01	2,03	2,04	2,05	2,03	2,01	20,278	2,028	100%	2,03
B	3,828	3,869	3,846	3,898	3,843	3,878	3,939	3,779	3,672	3,761	38,312	3,831	N/A	3,83
C	0,130	0,11	0,09	0,098	0,12	0,11	0,12	0,14	0,16	0,09	1,168	0,117	100%	0,12
													TC	<b>5,98</b>
													T.MAN	2,14
													T.MAQ	3,83

 <p>Tenería San José Cía Ltda.</p>		<b>Descripción de actividades</b>
<p><b>Proceso:</b> Secado  <b>Ingreso:</b> Cueros escurridos  <b>Salida:</b> Cueros semi secos  <b>Maquinaria:</b> Secadora al Vacío</p>		
Nomenclatura	Detalle	
A	Colocar cueros en plancha	
B	Secado al vacío	
C	Tender en secado aéreo	

Suplementos		
Operación: Dividido	Asignación	
Suplemento	Denominación	Valor
Constante	Necesidades personales	5
	Fatiga	4
Variable	Trabajo de pie	2
	Carga de peso	1
<b>Total</b>	12	
<b>TN</b>	5,98	
<b>T.MAN</b>	2,14	
<b>T.MAQ</b>	3,83	
<b>TIEMPO ESTÁNDAR</b>		
$T_s = T.MAN + T.MAN * S + T.MAQ$ $T_s = 2,14 + (2,14)(0,12) + 3,83$ $T_s = 6,22 \text{ [min/lote]}$ $T_s = 1,55 \text{ [min/banda]}$		

## Proceso de Ablandado

Toma de Tiempo para 1 Banda [min]																																		
Actividad	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	T24	T25	T26	T27	T28	T29	T30	Σ	TM	V	TN
A	0,800	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	24,000	0,800	N/A	0,80
B	0,096	0,105	0,097	0,115	0,102	0,138	0,13	0,1	0,125	0,099	0,117	0,097	0,114	0,131	0,113	0,122	0,095	0,149	0,119	0,101	0,14	0,12	0,09	0,11	0,09	0,11	0,12	0,1	0,14	0,08	3,357	0,112	100%	0,11
C	0,209	0,208	0,201	0,213	0,221	0,212	0,188	0,241	0,21	0,232	0,221	0,209	0,212	0,195	0,23	0,251	0,241	0,224	0,202	0,201	0,19	0,2	0,19	0,22	0,25	0,19	0,26	0,23	0,22	0,24	6,512	0,217	100%	0,22
																												TC	1,13					
																												T.MAN	0,33					
																												T.MAQ	0,80					


 Tenería San José Cía Ltda.	<b>Descripción de actividades</b>
<b>Proceso:</b> Ablandado <b>Ingreso:</b> Cueros secados al vacío <b>Salida:</b> Cueros ablandados <b>Maquinaria:</b> Mollisa	
<b>Nomenclatura</b>	<b>Detalle</b>
A	Secado natural
B	Llevado a Mollisa
C	Ablandado

Suplementos		
Operación: Ablandado	Asignación	
Suplemento	Denominación	Valor
Constante	Necesidades personales	5
	Fatiga	4
Variable	Trabajo de pie	2
	Carga de peso	1
	Ruido	2
<b>Total</b>		14
<b>TN</b>		1,13
<b>T.MAN</b>		0,33
<b>T.MAQ</b>		0,80
<b>TIEMPO ESTÁNDAR</b> $T_s = T.MAN + T.MAN * S + T.MAQ$ $T_s = 0,33 + (0,33)(0,15) + 0,8$ $T_s = 1,17 \text{ [min/banda]}$		

## Proceso de Lijado

Toma de Tiempo para 1 Banda [min]																																
Actividad	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	T24	T25	T26	T27	T28	T29	T30	T31	T32
A	0,010	0,013	0,012	0,010	0,018	0,013	0,010	0,017	0,015	0,014	0,010	0,018	0,010	0,013	0,014	0,017	0,019	0,013	0,015	0,010	0,014	0,011	0,018	0,014	0,013	0,016	0,011	0,016	0,018	0,015	0,012	0,011
B	0,377	0,372	0,381	0,496	0,4	0,37	0,494	0,468	0,503	0,473	0,429	0,453	0,494	0,445	0,405	0,443	0,491	0,497	0,443	0,432	0,4	0,39	0,46	0,48	0,46	0,45	0,43	0,48	0,41	0,47	0,41	0,5
C	0,135	0,165	0,136	0,174	0,142	0,164	0,132	0,162	0,121	0,174	0,169	0,122	0,135	0,138	0,149	0,137	0,175	0,164	0,156	0,165	0,14	0,17	0,17	0,14	0,13	0,13	0,15	0,13	0,12	0,17	0,16	0,15

Toma de Tiempo para 1 Banda [min]																															
T33	T34	T35	T36	T37	T38	T39	T40	T41	T42	T43	T44	T45	T46	T47	T48	T49	T50	T51	T52	T53	T54	T55	T56	T57	T58	T59	T60	Σ	TM	V	TN
0,017	0,011	0,016	0,019	0,013	0,010	0,011	0,011	0,016	0,014	0,014	0,014	0,016	0,013	0,019	0,013	0,015	0,012	0,017	0,017	0,011	0,010	0,016	0,010	0,012	0,016	0,015	0,019	0,838	0,014	100%	0,01
0,45	0,37	0,5	0,4	0,39	0,46	0,47	0,5	0,5	0,42	0,48	0,5	0,42	0,39	0,44	0,37	0,37	0,37	0,46	0,39	0,42	0,38	0,36	0,5	0,44	0,43	0,46	0,503	26,359	0,439	100%	0,44
0,15	0,15	0,12	0,18	0,16	0,16	0,13	0,17	0,17	0,15	0,12	0,16	0,13	0,13	0,12	0,17	0,15	0,18	0,13	0,13	0,14	0,12	0,14	0,15	0,12	0,12	0,18	0,165	8,864	0,148	100%	0,15
																											TC	<b>0,60</b>			
																											T.MAN	0,60			
																											T.MAQ				


 Tenería San José Cía Ltda.	<b>Descripción de actividades</b>
<b>Proceso:</b> Lijado <b>Ingreso:</b> Cueros ablandados <b>Salida:</b> Cueros lijados carnaza o flor <b>Maquinaria:</b> Lijadora	
Nomenclatura	Detalle
A	Llevado de Mollisa a Lijado en coche
B	Lijado de flor o carnaza
C	Perchado de cueros en coche

Suplementos		
Operación: Dividido	Asignación	
Suplemento	Denominación	Valor
Constante	Necesidades personales	5
	Fatiga	4
Variable	Trabajo de pie	2
	Monotonía	1
	Tedio	2
<b>Total</b>		14
<b>TN</b>		0,60
<b>T.MAN</b>		0,60
<b>T.MAQ</b>		0
<b>TIEMPO ESTÁNDAR</b>		
$T_s = T.MAN + T.MAN * S + T.MAQ$ $T_s = 0,60 + (0,60)(0,14) + 0$ $T_s = 0,68 \text{ [min/banda]}$		



## Proceso Pigmentado Roller


Toma de Tiempo para 1 Banda [min]																																		
Actividad	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	T24	T25	T26	T27	T28	T29	T30	Σ	TM	V	TN
A	0,019	0,024	0,022	0,025	0,019	0,020	0,020	0,022	0,023	0,024	0,025	0,020	0,019	0,026	0,022	0,023	0,025	0,025	0,022	0,021	0,020	0,019	0,025	0,022	0,021	0,020	0,023	0,024	0,022	0,023	0,666	0,022	100%	0,02
B	0,052	0,053	0,053	0,057	0,049	0,053	0,052	0,051	0,056	0,054	0,050	0,056	0,053	0,057	0,052	0,055	0,049	0,054	0,057	0,056	0,056	0,057	0,053	0,049	0,051	0,053	0,055	0,058	0,056	0,049	1,607	0,054	100%	0,05
C	0,467	0,436	0,435	0,443	0,467	0,465	0,490	0,423	0,436	0,433	0,435	0,459	0,425	0,438	0,453	0,483	0,486	0,454	0,437	0,429	0,411	0,488	0,470	0,420	0,477	0,416	0,472	0,482	0,484	0,451	13,563	0,452	N/A	0,45
D	0,090	0,079	0,072	0,076	0,060	0,083	0,078	0,074	0,072	0,087	0,089	0,078	0,060	0,066	0,060	0,070	0,090	0,065	0,071	0,067	0,060	0,080	0,083	0,082	0,078	0,075	0,085	0,086	0,088	0,080	2,284	0,076	100%	0,08
E	0,552	0,578	0,516	0,511	0,554	0,508	0,560	0,530	0,571	0,572	0,537	0,558	0,528	0,532	0,585	0,539	0,557	0,561	0,551	0,505	0,517	0,572	0,548	0,496	0,584	0,590	0,515	0,507	0,491	0,518	16,244	0,541	N/A	0,54
																												TC	<b>1,15</b>					
																												T.MAN	0,15					
																												T.MAQ	1,0					

 Tenería San José Cía Ltda.		<b>Descripción de actividades</b>	
<b>Proceso:</b> Pigmentado en Roller <b>Ingreso:</b> Cueros lijados la flor <b>Salida:</b> Cueros pintados <b>Maquinaria:</b> Máquina Roller			
<b>Nomenclatura</b>		<b>Detalle</b>	
A		Llevado de cueros a máquina Roller	
B		Mezcla de pigmentos	
C		Pintado de cueros	
D		Inspección visual del acabado superficial	
E		Impregnación	

Suplementos		
Operación: Pig Roller	Asignación	
Suplemento	Denominación	Valor
Constante	Necesidades personales	5
	Fatiga	4
Variable	Trabajo de pie	2
	Monotonía	1
<b>Total</b>		<b>12</b>
<b>TN</b>		<b>1,15</b>
<b>T.MAN</b>		<b>0,15</b>
<b>T.MAQ</b>		<b>1,00</b>
<b>TIEMPO ESTÁNDAR</b>		
$T_s = T.MAN + T.MAN * S + T.MAQ$ $T_s = 0,15 + (0,15)(0,12) + 1$ $T_s = 1,17 \text{ [min/banda]}$		

## Proceso Pigmentado Carrusel


Toma de Tiempo para un Lote de 100 bandas [min]									
Actividad	T1	T2	T3	T4	T5	$\Sigma$	TM	V	TN
A	1,11	1,02	1,13	1,23	0,96	5,45	1,09	100%	1,09
B	3,21	4,23	5,26	3,51	3,01	19,22	3,84	100%	3,84
C	11,67	11,50	11,60	11,63	11,71	58,11	11,62	N/A	11,62
D	10,03	9,98	9,06	11,12	11,23	51,42	10,28	100%	10,28
<b>TC</b>									<b>26,84</b>
T.MAN									15,22
T.MAQ									11,62

	<b>Descripción de actividades</b>
<b>Proceso:</b> Pigmentado Carrusel <b>Ingreso:</b> bandas estiradas o lijadas <b>Salida:</b> bandas lacadas o con pigmentos <b>Maquinaria:</b> Pigmentadora de Carrusel	
<b>Nomenclatura</b>	<b>Detalle</b>
A	Llevado de cueros a Pigmentadora carrusel
B	Mezcla de pigmentos
C	Pintado, lacado de flor o carnaza
D	Inspección visual del acabado

Suplementos		
Operación: Pig Carrusel	Asignación	
Suplemento	Denominación	Valor
Constante	Necesidades personales	5
	Fatiga	4
Variable	Trabajo de pie	2
	Monotonía	1
<b>Total</b>		12
<b>TN</b>		26,84
<b>T.MAN</b>		15,22
<b>T.MAQ</b>		11,62
<b>TIEMPO ESTÁNDAR</b>		
$T_s = T.MAN + T.MAN * S + T.MAQ$ $T_s = 15,22 + (15,22)(0,12) + 11,62$ $T_s = 28,66$ [min/lote] $T_s = 0,28$ [min/banda]		

## Proceso Pigmentado con Máquina Impresora

Toma de Tiempo para 1 Banda [min]																																		
Actividad	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	T24	T25	T26	T27	T28	T29	T30	Σ	TM	V	TN
A	0,007	0,005	0,009	0,005	0,009	0,006	0,007	0,005	0,008	0,008	0,006	0,005	0,009	0,007	0,005	0,010	0,005	0,006	0,010	0,005	0,008	0,005	0,007	0,007	0,007	0,010	0,007	0,006	0,007	0,008	0,210	0,007	1,000	0,007
B	0,050	0,049	0,053	0,056	0,049	0,049	0,050	0,051	0,051	0,053	0,054	0,055	0,053	0,049	0,055	0,049	0,051	0,052	0,059	0,053	0,052	0,054	0,052	0,052	0,057	0,053	0,049	0,048	0,051	0,058	1,567	0,052	1,000	0,052
C	0,221	0,225	0,241	0,229	0,200	0,209	0,233	0,231	0,221	0,220	0,226	0,204	0,244	0,244	0,205	0,217	0,233	0,243	0,203	0,195	0,211	0,207	0,227	0,218	0,242	0,241	0,236	0,228	0,205	0,211	6,673	0,222	N/A	0,222
D	0,123	0,081	0,095	0,087	0,118	0,130	0,097	0,088	0,096	0,113	0,130	0,107	0,095	0,093	0,125	0,133	0,112	0,098	0,131	0,134	0,108	0,132	0,107	0,114	0,099	0,092	0,111	0,124	0,120	0,116	3,309	0,110	1,000	0,110
E	0,620	0,628	0,618	0,638	0,638	0,634	0,591	0,635	0,628	0,639	0,639	0,623	0,622	0,612	0,600	0,625	0,605	0,637	0,603	0,632	0,628	0,649	0,610	0,594	0,646	0,591	0,606	0,593	0,637	0,648	18,669	0,622	N/A	0,622
																												TC	1,014					
																												T.MAN	0,170					
																												T.MAQ	0,845					

 Tenería San José Cía Ltda.	<b>Descripción de actividades</b>	
	<p><b>Proceso:</b> Pigmentado con Impresora  <b>Ingreso:</b> Cueros con acabados  <b>Salida:</b> Cueros con acabados  <b>Maquinaria:</b> Máquina Impresora</p>	
<b>Nomenclatura</b>	<b>Detalle</b>	
A	Llevado de cueros a máquina impresora	
B	Mezcla de pigmentos	
C	Pintado de flor de cuero	
D	Inspección visual del acabado superficial	
E	Impregnación	


Suplementos		
Operación: Pig Impresora	Asignación	
Suplemento	Denominación	Valor
Constante	Necesidades personales	5
	Fatiga	4
Variable	Trabajo de pie	2
	Monotonía	1
<b>Total</b>	12	
<b>TN</b>	1,014	
<b>T.MAN</b>	0,170	
<b>T.MAQ</b>	0,845	
<b>TIEMPO ESTÁNDAR</b>		
$T_s = T.MAN + T.MAN * S + T.MAQ$ $T_s = 0,17 + (0,17)(0,12) + 0,845$ $T_s = 1,03 \text{ [min/banda]}$		



## Proceso Prensado liso

Toma de Tiempo para 1 Banda [min]																																
Actividad	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	T24	T25	T26	T27	T28	T29	T30	T31	T32
A	0,007	0,007	0,010	0,010	0,008	0,010	0,008	0,009	0,006	0,008	0,006	0,007	0,008	0,009	0,007	0,007	0,006	0,007	0,010	0,007	0,006	0,007	0,009	0,007	0,008	0,007	0,007	0,007	0,007	0,009	0,009	0,010
B	0,021	0,027	0,026	0,019	0,024	0,021	0,027	0,023	0,018	0,026	0,025	0,022	0,023	0,019	0,019	0,019	0,020	0,029	0,022	0,024	0,020	0,022	0,025	0,023	0,023	0,021	0,027	0,022	0,025	0,022	0,020	0,027
C	0,430	0,414	0,484	0,445	0,518	0,394	0,506	0,420	0,422	0,424	0,401	0,424	0,480	0,437	0,431	0,453	0,481	0,504	0,445	0,451	0,512	0,421	0,421	0,507	0,437	0,517	0,463	0,480	0,465	0,479	0,500	0,426
D	0,111	0,181	0,195	0,202	0,134	0,117	0,172	0,112	0,157	0,180	0,197	0,091	0,162	0,185	0,139	0,104	0,127	0,123	0,181	0,177	0,135	0,196	0,109	0,186	0,144	0,134	0,189	0,192	0,102	0,121	0,194	0,184


Toma de Tiempo para 1 Banda [min]																															
T33	T34	T35	T36	T37	T38	T39	T40	T41	T42	T43	T44	T45	T46	T47	T48	T49	T50	T51	T52	T53	T54	T55	T56	T57	T58	T59	T60	Σ	TM	V	TN
0,010	0,010	0,006	0,010	0,007	0,007	0,010	0,007	0,007	0,006	0,008	0,006	0,008	0,009	0,007	0,008	0,010	0,007	0,010	0,010	0,006	0,010	0,009	0,009	0,007	0,007	0,007	0,008	0,478	0,008	100%	0,01
0,023	0,024	0,023	0,029	0,019	0,024	0,019	0,019	0,020	0,021	0,022	0,023	0,028	0,029	0,018	0,028	0,024	0,020	0,026	0,027	0,021	0,021	0,021	0,020	0,028	0,021	0,021	0,027	1,375	0,023	100%	0,02
0,473	0,489	0,473	0,413	0,499	0,421	0,493	0,476	0,446	0,465	0,463	0,456	0,518	0,513	0,448	0,470	0,410	0,500	0,395	0,459	0,476	0,438	0,480	0,481	0,434	0,421	0,418	0,438	27,457	0,458	100%	0,46
0,124	0,106	0,180	0,121	0,146	0,191	0,166	0,114	0,101	0,187	0,156	0,204	0,141	0,209	0,190	0,155	0,168	0,130	0,171	0,176	0,107	0,148	0,119	0,109	0,182	0,165	0,120	0,143	9,163	0,153	100%	0,15
																TC												0,64			
																T.MAN												0,64			
																T.MAQ															

	<b>Descripción de actividades</b>	
	<p><b>Proceso:</b> Prensado liso  <b>Ingreso:</b> Cueros con acabados  <b>Salida:</b> Cueros con acabados  <b>Maquinaria:</b> Prensa Rotativa San Blas</p>	
<b>Nomenclatura</b>	<b>Detalle</b>	
A	Llevado de cueros a prensa lisa	
B	Cambio de rodillo	
C	Prensado de flor	
D	Inspección visual de flor	

Suplementos		
Operación: Prensado	Asignación	
Suplemento	Denominación	Valor
Constante	Necesidades personales	5
	Fatiga	4
Variable	Trabajo de pie	2
	Monotonía	1
<b>Total</b>	12	
<b>TN</b>	0,64	
<b>T.MAN</b>	0,64	
<b>T.MAQ</b>	0	
<b>TIEMPO ESTÁNDAR</b>		
$T_s = T.MAN + T.MAN * S + T.MAQ$ $T_s = 0,64 + (0,64)(0,12) + 0$ $T_s = 0,71 \text{ [min/banda]}$		

## Proceso de Cepillado


Toma de Tiempo para 1 Banda [min]																																		
Actividad	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	T24	T25	T26	T27	T28	T29	T30	Σ	TM	V	TN
A	0,017	0,115	0,269	0,205	0,174	0,327	0,307	0,174	0,303	0,303	0,286	0,154	0,161	0,280	0,266	0,181	0,201	0,176	0,276	0,268	0,190	0,279	0,145	0,283	0,157	0,179	0,200	0,298	0,141	0,216	6,530	0,218	100%	0,218
B	0,205	0,433	0,297	0,225	0,367	0,371	0,260	0,259	0,216	0,405	0,321	0,354	0,437	0,356	0,340	0,297	0,353	0,201	0,251	0,284	0,348	0,182	0,314	0,342	0,309	0,345	0,310	0,400	0,257	0,203	9,242	0,308	100%	0,308
C	0,001	0,004	0,003	0,002	0,005	0,008	0,007	0,006	0,008	0,006	0,008	0,002	0,002	0,004	0,005	0,007	0,005	0,005	0,002	0,005	0,006	0,009	0,005	0,006	0,002	0,005	0,002	0,004	0,005	0,006	0,144	0,005	100%	0,005
D	0,504	0,548	0,573	0,582	0,435	0,385	0,516	0,304	0,458	0,526	0,443	0,445	0,371	0,379	0,320	0,368	0,552	0,551	0,458	0,407	0,545	0,327	0,392	0,323	0,424	0,370	0,438	0,516	0,495	0,499	13,451	0,448	100%	0,448
E	0,102	0,103	0,094	0,107	0,092	0,110	0,106	0,099	0,094	0,107	0,111	0,106	0,108	0,101	0,093	0,108	0,110	0,097	0,097	0,096	0,101	0,102	0,110	0,106	0,112	0,097	0,099	0,101	0,108	0,103	3,081	0,103	100%	0,103
																												TC	1,082					
																												T.MAN	1,082					
																												T.MAQ						

 Tenería San José Cía Ltda.		<b>Descripción de actividades</b>
<b>Proceso:</b> Cepillado <b>Ingreso:</b> Cueros con acabados <b>Salida:</b> Cueros con acabados <b>Maquinaria:</b> Cepilladora		
<b>Nomenclatura</b>	<b>Detalle</b>	
A	Llevado de cueros a cepillado	
B	Cepillado en maquina	
C	Poner los cueros en mesa	
D	Cepillado manual	
E	Inspección visual de carnaza	

Suplementos		
Operación: Cepillado	Asignación	
Suplemento	Denominación	Valor
Constante	Necesidades personales	5
	Fatiga	4
Variable	Trabajo de pie	2
<b>Total</b>	<b>11</b>	
<b>TN</b>	<b>1,08</b>	
<b>T.MAN</b>	<b>1,08</b>	
<b>T.MAQ</b>	<b>0</b>	
<b>TIEMPO ESTÁNDAR</b>		
$T_s = T.MAN + T.MAN * S + T.MAQ$ $T_s = 1,08 + (1,08)(0,11) + 0$ $T_s = 1,19 \text{ [min/banda]}$		

## Proceso de batanado


Toma de Tiempo para un Lote de 100 bandas [min]							
Actividad	T1	T2	T3	$\Sigma$	TM	V	TN
A	1,710	1,560	1,630	4,90	1,63	100%	1,63
B	1,09	0,880	1,030	3,00	1,00	100%	1,00
C	240	240	240	720,00	240,00	N/A	240,00
<b>TC</b>							<b>242,63</b>
T.MAN							2,63
T.MAQ							240

 Tenería San José Cía Ltda.	<b>Descripción de actividades</b>
<b>Proceso:</b> Batanado <b>Ingreso:</b> bandas con acabados <b>Salida:</b> bandas con flor suelta <b>Maquinaria:</b> Bombos de batanado	
<b>Nomenclatura</b>	<b>Detalle</b>
A	Colocar cueros en bombo de batanado
B	Determinar tiempo de rodaje
C	Batanado de cueros

Suplementos		
Operación: Batanado	Asignación	
Suplemento	Denominación	Valor
Constante	Necesidades personales	5
	Fatiga	4
Variable	Trabajo de pie	2
	Carga de peso	1
<b>Total</b>		12
<b>TN</b>		242,63
<b>T.MAN</b>		2,63
<b>T.MAQ</b>		240
<b>TIEMPO ESTÁNDAR</b> $T_s = T.MAN + T.MAN * S + T.MAQ$ $T_s = 2,63 + (2,63)(0,12) + 240$ $T_s = 242,94 \text{ [min/lote]}$ $T_s = 2,42 \text{ [min/banda]}$		

## Proceso de Estirado

Toma de Tiempo para 1 Piel [min]																								
Actividad	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	Σ	TM	V	TN
A	0,008	0,009	0,01	0,009	0,009	0,013	0,009	0,008	0,012	0,013	0,01	0,01	0,012	0,012	0,011	0,011	0,01	0,012	0,008	0,01	0,207	0,010	100%	0,01
B	0,988	1,007	0,823	0,818	0,975	1,084	0,813	0,895	0,976	0,96	0,702	1,046	0,922	0,757	0,721	1,091	0,889	1,045	0,773	0,879	18,162	0,908	100%	0,91
C	1,531	1,532	1,574	1,485	1,443	1,554	1,496	1,517	1,426	1,517	1,588	1,42	1,53	1,434	1,438	1,48	1,505	1,571	1,421	1,472	29,934	1,497	100%	1,50
																						TC	<b>2,42</b>	
																						T.MAN	0,92	
																						T.MAQ	1,50	


 Tenería San José Cía Ltda.	<b>Descripción de actividades</b>
<b>Proceso:</b> Estirado <b>Ingreso:</b> Cueros con acabados <b>Salida:</b> Cueros estirados <b>Maquinaria:</b> Toggling	
Nomenclatura	Detalle
A	Llevado de cueros a Toggling
B	Colocar cueros con pinzas
C	Estirar cueros en Toggling

Suplementos		
Operación: Estirado	Asignación	
Suplemento	Denominación	Valor
Constante	Necesidades personales	5
	Fatiga	4
Variable	Trabajo de pie	2
	Monotonía	1
<b>Total</b>		12
<b>TN</b>		2,42
<b>T.MAN</b>		0,92
<b>T.MAQ</b>		1,50
<b>TIEMPO ESTÁNDAR</b> $T_s = T.MAN + T.MAN * S + T.MAQ$ $T_s = 0,92 + (0,92)(0,12) + 1,50$ $T_s = 2,53 \text{ [min/banda]}$		



## Proceso de terminado

Toma de Tiempo para un lote de 50 bandas [min]							
Actividad	T1	T2	T3	$\Sigma$	TM	V	TN
A	5,313	5,3465	6,2662	16,925	5,642	100%	5,642
B	8,023	7,9951	9,5445	25,563	8,521	100%	8,521
C	0,095	0,0936	0,0942	0,282	0,094	100%	0,094
D	9,163	12,598	7,3495	29,110	9,703	100%	9,703
E	0,073	0,0862	0,0749	0,235	0,078	100%	0,078
F	17,922	21,972	19,519	59,413	19,804	100%	19,804
G	0,109	0,1036	0,1106	0,323	0,108	100%	0,108
<b>TC</b>							<b>43,950</b>
T.MAN							34,247
T.MAQ							9,703

 Tenería San José Cía Ltda.	Descripción de actividades
<b>Proceso:</b> Terminado <b>Ingreso:</b> Cueros con acabados <b>Salida:</b> Paquetes de cuero <b>Maquinaria:</b> Medidora	
Nomenclatura	Detalle
A	Perchar cueros para saneo
B	Saneado de cueros
C	Traslado a medidora
D	Medido de cueros en decímetros cuadrados
E	Traslado a mesa de empaque
F	Empaque de cueros
G	Traslado a bodega de material terminado

Suplementos		
Operación: Terminado	Asignación	
Suplemento	Denominación	Valor
Constante	Necesidades personales	5
	Fatiga	4
Variable	Trabajo de pie	2
<b>Total</b>		11
<b>TN</b>		43,95
<b>T.MAN</b>		34,24
<b>T.MAQ</b>		9,70
<b>TIEMPO ESTÁNDAR</b>		
$T_s = T.MAN + T.MAN * S + T.MAQ$ $T_s = 34,24 + (34,24)(0,11) + 9,70$ $T_s = 47,70$ [min/lote] $T_s = 0,95$ [min/banda]		

**Anexo 7: Calculo del coeficiente de evolución**

Maquinarias/Equipos/Muebles/ Zonas		Dimensiones (m)				n	[1]	[2]	
		∞	L	A	h				
<b>K=</b>		<b>0,45</b>		<b>ÁREA DE RIBERA</b>					
Bombo 1, 2, servicios		3,00	3,00	3,00	3,00	3	81,00	27,00	
Descarnadora			6,00	2,70	2,30	1	37,26	16,20	
Divididora			6,20	4,00	2,00	1	49,60	24,80	
Plataforma descarnado			3,60	2,60	0,90	1	8,42	9,36	
Plataforma deshilachado			2,20	1,90	0,60	1	2,51	4,18	
Plataforma dividido			3,50	2,40	0,40	1	3,36	8,40	
Gradas de ascenso			1,50	0,70	1,20	2	2,52	2,10	
Balanza digital			1,30	1,20	0,10	1	0,16	1,56	
Zona de Perchado			1,00	2,00	0,10	3	0,60	6,00	
SUMATORIA							185,43	99,60	
<b>K=</b>		<b>0,35</b>		<b>ÁREA DE CURTIDO</b>					
Bombo 3		2,40	3,00	2,40	2,90	1	20,88	7,20	
Bombo 4,5,6 y servicios		2,00	2,40	2,00	2,50	4	48,00	19,20	
Ecurridora			5,35	3,00	2,40	1	38,52	16,10	
Rebajadora			4,00	2,00	1,90	1	15,20	8,00	
Balanza 2			1,00	2,00	0,10	1	0,20	2,00	
Área clasificado			6,00	8,60	2,50	1	129,00	51,60	
SUMATORIA							251,80	104,00	
<b>k=</b>		<b>0,33</b>		<b>ÁREA DE RECURTIDO</b>					
Bombo 7,8		2,00	2,10	2,00	2,75	2	23,10	8,40	
Bombo 9		3,00	1,80	3,00	3,50	1	18,90	5,40	
Bombo 10		2,50	1,50	2,50	3,00	1	11,25	3,75	
Bombo 11		2,50	1,00	2,50	3,00	1	7,50	2,50	
Gradas de ascenso			1,20	0,70	0,70	3	1,76	2,52	
Calentador de agua			2,40	1,00	1,60	1	3,84	2,40	
Balanza 3			1,10	1,10	0,10	1	0,12	1,21	
SUMATORIA							66,48	26,20	
<b>k=</b>		<b>0,38</b>		<b>ÁREA DE ACONDICIONADO</b>					
Desvenadora			5,00	1,50	2,20	1	16,50	7,50	
Secadora vacío			10,00	2,50	1,60	1	40,00	25,00	
Mollisa			4,30	2,90	1,40	1	17,46	12,50	
Toggling			7,10	5,10	2,80	1	101,4	36,20	
Humectadora			4,10	1,60	1,70	1	11,15	6,56	
Lijadora			4,20	4,20	1,40	1	24,70	17,60	
Batanadora		3,00	3,20	3,90	3,50	1	43,68	12,50	
Pulidora			2,60	1,80	1,70	1	7,956	4,68	
Base secadero aéreo			1,30	1,20	3,50	1	5,46	1,56	
Ingreso secadero aéreo			2,00	1,50	2,00	1	6,00	3,00	
Tanque de recirculación			2,75	5,00	3,10	1	42,63	13,80	
Mesa de pulido			1,10	3,00	0,90	1	2,97	3,30	
Depósito de conejos			1,30	0,60	0,45	1	0,35	0,78	
Depósito de lijas			0,60	1,00	1,30	1	0,78	0,60	
SUMATORIA							321,00	146,00	

Maquinarias/Equipos/Muebles/ Zonas	k=	Dimensiones (m)				n	[1]	[2]
		∞	L	A	h			
	<b>0,36</b>	<b>ÁREA DE ACABADOS</b>						
Pigmentadora de Carrusel		19,50	6,15	2,50	1	299,80	120,00	
Pigmentadora Roller		14,30	2,90	2,30	1	95,38	41,50	
Maquina Impresora		2,50	2,40	1,60	1	9,60	6,00	
Pintadoras Manuales		7,00	1,70	1,90	1	22,61	11,9	
Prensa Grande		3,00	1,70	2,90	1	14,79	5,10	
Prensa Mediana		2,50	1,50	2,40	1	9,00	3,75	
Prensa Rotativa		2,50	2,30	2,30	1	13,23	5,75	
Cepilladora		2,50	0,90	1,30	1	2,92	2,25	
Acetinadora		2,40	1,00	1,50	1	3,60	2,40	
Cabina de Secado		7,70	5,00	2,50	1	96,25	38,50	
Mesa de cepillado		1,20	5,00	0,90	1	5,40	6,00	
Depósito de pigmentos		1,20	1,20	2,00	1	2,88	1,44	
Dispositivo hidráulico P M		1,20	2,50	1,50	1	4,50	3,00	
Dispositivo hidráulico P G		1,50	1,70	1,50	1	3,82	2,55	
Área de grúa		2,10	2,50	2,00	1	10,50	5,25	
Depósito de matrices P M		0,90	1,50	1,35	1	1,82	1,35	
Depósito de matrices P G		1,10	1,50	2,30	1	3,79	1,65	
Depósito de rodillos P C		1,50	2,30	1,60	1	5,52	3,45	
SUMATORIA						605,40	262,00	
	<b>0,62</b>	<b>ÁREA DE TERMINADO</b>						
Medidora		2,50	4,00	1,40	1	14,00	10,00	
Computador de mesa		1,20	1,50	1,80	1	3,24	1,80	
Archiveros		1,20	0,80	2,00	2	3,84	1,92	
Mesa saneado y empaque		6,70	1,40	0,90	1	8,44	9,38	
Depósito de cajas		1,70	1,20	2,00	1	4,08	2,04	
SUMATORIA						33,60	25,10	

## Anexo 8: Layout alternativas de distribución

### Propuesta 1



## Propuesta 2



## Anexo 9: Datos de Flexsim

### Datos Modelo Actual

	Operador	[1] Tiempo sin Carga	[2] Tiempo con Carga	[3] Velocidad Max	([1]+[2])/3600 Tiempo Total (h)	([1]+[2])*[3] Distancia Recorrida
De Bodega de materia prima hasta ablandado	OP_BMP A BRIB	20492,42	22267,13	0,03	11,88	1282,79
	OP_BRIB A DESC	303435,92	303471,07	0,11	168,59	66759,77
	OP_DESC A DIVI	101926,48	101940,02	0,22	56,63	44850,63
	OP_DIVI A BCURT	29912,78	30085,82	0,04	16,67	2399,94
	OP_BCURT A ESCUR	8848,73	8943,37	0,26	4,94	4625,95
	OP_REB A BRECURT	24495,31	24797,93	0,04	13,69	1971,73
	OP_BRECURT A DESV	9302,30	9399,44	0,18	5,19	3366,31
	OP_DESV A SECVA	71683,87	71688,48	1,25	39,83	179215,43
	OP_SECAER A ABLAN	77238,04	77243,27	1,25	42,91	193101,64
FENDI	* OP_ABL A LIJA	5576,81	5621,24	1,25	3,11	13997,57
	OP_LIJA A ROLLER	6151,47	6230,28	1,25	3,44	15477,19
	OP_PIG ROLL A PREN G	986,08	999,33	1,25	0,55	2481,76
	OP_PREN G A BATAN	5756,55	5830,91	1,25	3,22	14484,32
	* OP_BATA A TOG	3403,60	3443,91	1,25	1,90	8559,39
	* OP_TOGG A PIG CARR	4846,13	4895,19	1,25	2,71	12176,65
	* OP_PIG CARR A TERM	4715,93	4749,32	1,25	2,63	11831,56
	OP_TERM A BMATER	1571,35	1581,41	1,25	0,88	3940,94
NUBUCK	OP_ABL A CEP	3029,16	3101,59	1,25	1,70	7663,44
	OP_CEP A PIGM CARR	891,64	913,68	1,25	0,50	2256,65
	* OP_PIG CARR A TERM	4715,93	4749,32	1,25	2,63	11831,56
	* OP_TERM A BMATER	1571,35	1581,41	1,25	0,88	3940,94
VITELLO	* OP_ABL A LIJA	5576,81	5621,24	1,25	3,11	13997,57
	* OP_LIJA A PIG CARR	2761,55	2854,34	1,25	1,56	7019,86
	OP_PIG CARR A PREN ROT	648,02	675,34	1,25	0,37	1654,21
	OP_PREN ROT A BATAN	1894,44	1973,91	1,25	1,07	4835,43
	* OP_BATA A TOG	3403,60	3443,91	1,25	1,90	8559,39
	* OP_TOGG A PIG CARR	4846,13	4895,19	1,25	2,71	12176,65
	* OP_PIG CARR A TERM	4715,93	4749,32	1,25	2,63	11831,56
	* OP_TERM A BMATER	1571,35	1581,41	1,25	0,88	3940,94
NUVOLA	* OP_ABL A LIJA	5576,81	5621,24	1,25	3,11	13997,57
	* OP_LIJA A PIG CARR	2761,55	2854,34	1,25	1,56	7019,86
	OP_PIG CARR A MAQ IMPH	576,15	604,09	1,25	0,33	1475,30
	OP_MAQ IMP A PIG CARR	295,45	309,95	1,25	0,17	756,76
	OP_PIG CARR A PREN ME	705,40	740,06	1,25	0,40	1806,82
	OP_PREN MED A TERM	422,44	443,27	1,25	0,24	1082,13
	* OP_TERM A BMATER	1571,35	1581,41	1,25	0,88	3940,94
<b>TOTAL</b>					<b>385,10</b>	<b>609074,18</b>

\*operarios repetidos, solo se suma una vez

Datos utilizados para calcular la utilización de la maquinaria, situación actual.

Tsim	7046040		segundos
Días simulados	60	1728000	segundos
MÁQUINA	Tiempo Ocioso	Tiempo de Proceso	Tiempo de Setup
BOMBO 1	956881,56	6089158,44	0,00
BOMBO 2	957724,30	6088315,70	0,00
DESCARNADORA	1200495,44	527001,02	0,00
DIVIDIDORA	1261014,25	466996,75	0,00
BOMBO 3	4674957,37	2371082,63	0,00
BOMBO 4	4679467,86	2366572,14	0,00
BOMBO 5	4683483,51	2362556,49	0,00
BOMBO 6	4689477,67	2356562,33	0,00
ESCURRIDO	1445316,43	282693,74	0,00
REBAJADORA	772015,38	955995,62	0,00
BOMBO 7	6066840,00	979200,00	0,00
BOMBO 8	5404440,00	1641600,00	0,00
BOMBO 10	6066840,00	979200,00	0,00
BOMBO 11	6729240,00	316800,00	0,00
DESVENADORA	512011,67	1215999,33	0,00
SECADO AL VACIO	117501,03	911704,72	666522,45
SECADERO AEREO	348727,99	4678091,02	0,00
MOLLIZA	1511679,62	216331,38	0,00
LIJADORA	1384428,47	343582,53	0,00
PIGMENTADORA DE CARRUSEL	1279916,52	448094,48	0,00
PIGMENTADORA ROLLER	1497986,50	217346,02	0,00
PIGMENTADORA DE RODILLO	1698659,61	29351,39	0,00
TOGGLING	245507,51	1482503,49	0,00
BATANADORA	5548440,00	1497600,00	0,00
PRENSA 1	1344980,72	383030,17	0,00
PRENSA 2	1621362,70	106648,30	0,00
PRENSA ROTATIVA CONTINUA	1677425,47	50585,53	0,00
CEPILLADORA	1675154,98	43000,00	0,00
MEDIDORA	1533987,55	194023,45	0,00

## Reporte de Producción Situación actual

DIA	CAJAS	BANDAS	SEMANAL	MENSUAL	TRIMESTRAL	
14/01/2020	4	200	900	4100	16700	
15/01/2020	4	200				
16/01/2020	4	200				
17/01/2020	6	300	1700			
20/01/2020	8	400				
21/01/2020	6	300				
22/01/2020	8	400				
23/01/2020	4	200	1500			
24/01/2020	8	400				
27/01/2020	6	300				
28/01/2020	4	200				
29/01/2020	8	400				
30/01/2020	6	300				
31/01/2020	6	300	1600			
03/02/2020	6	300				
04/02/2020	6	300				
05/02/2020	8	400				
06/02/2020	6	300				
07/02/2020	6	300				
10/02/2020	8	400		1500		
11/02/2020	4	200				
12/02/2020	8	400				
13/02/2020	6	300				
14/02/2020	4	200				
17/02/2020	8	400	6300			
18/02/2020	4	200				
19/02/2020	8	400				
20/02/2020	6	300				
21/02/2020	6	300				
24/02/2020	8	400		1600		
25/02/2020	4	200				
26/02/2020	8	400				
27/02/2020	6	300				
28/02/2020	6	300				
02/03/2020	6	300	1500			
03/03/2020	8	400				
04/03/2020	4	200				
05/03/2020	6	300				
06/03/2020	6	300				
09/03/2020	8	400		1600		
10/03/2020	6	300				
11/03/2020	6	300				
12/03/2020	8	400				
13/03/2020	4	200	6300			
16/03/2020	8	400				
17/03/2020	4	200				
18/03/2020	6	300				
19/03/2020	8	400				
20/03/2020	4	200		1500		
23/03/2020	10	500				
24/03/2020	4	200				
25/03/2020	6	300	1700			
26/03/2020	8	400				
27/03/2020	6	300				
MAX	10	500			1700	6300
MIN	4	200		900	4100	16700
PROM	6,2	309,3	1518,2	5566,7	16700	



## Datos Modelo Propuesta 1

	Operador	[1] Tiempo sin Carga	[2] Tiempo con Carga	[3] Velocidad Max	([1]+[2])/3600 Tiempo Total (h)	([1]+[2])*[3] Distancia Recorrida
De Bodega de materia prima hasta ablandado	OP_BMP A BRIB	35755,70	36355,28	0,03	20,03	2163,33
	OP_BRIB A DESC	35160,67	35165,13	2,00	0,00	140651,60
	OP_DESC A DIVI	71140,35	71153,97	0,22	39,53	31304,75
	OP_DIVI A BCURT	42328,51	42783,65	0,04	23,64	3404,49
	OP_BCURT A ESCUR	4358,61	4401,37	0,26	2,43	2277,59
	OP_REB A BRECURT	28283,57	28440,64	0,04	15,76	2268,97
	OP_BRECURT A DESV	11131,58	11192,03	0,18	6,20	4018,25
	OP_DESV A SECVA	28115,64	28117,70	1,25	15,62	70291,67
	OP_SECAER A ABLAN	32220,25	32222,71	1,25	17,90	80553,71
FENDI	* OP ABL A LIJA	1631,88	1643,68	1,25	0,91	4094,45
	OP LIJA A ROLLER	2470,91	2502,34	1,25	1,38	6216,56
	OP PIG ROLL A PREN G	812,59	823,72	1,25	0,45	2045,38
	OP PREN G A BATAN	1159,08	1174,23	1,25	0,65	2916,63
	* OP BATA A TOG	1168,95	1181,17	1,25	0,65	2937,65
	* OP TOGG A PIG CARR	3406,66	3440,15	1,25	1,90	8558,52
	* OP PIG CARR A TERM	4668,93	4701,36	1,25	2,60	11712,86
	OP TERM A BMATER	645,56	649,80	1,25	0,36	1619,20
NUBUCK	OP ABL A CEP	1364,73	1394,69	1,25	0,77	3449,28
	OP CEP A PIGM CARR	2027,77	2076,60	1,25	1,14	5130,47
	* OP PIG CARR A TERM	4668,93	4701,36	1,25	2,60	11712,86
	* OP TERM A BMATER	645,56	649,80	1,25	0,36	1619,20
VITELLO	* OP ABL A LIJA	1631,88	1643,68	1,25	0,91	4094,45
	* OP LIJA A PIG CARR	472,31	494,92	1,25	0,27	1209,03
	OP_PIG CARR A PREN ROT	13,44	15,03	1,25	0,01	35,58
	OP_PREN ROT A BATAN	439,30	458,83	1,25	0,25	1122,65
	* OP BATA A TOG	1168,95	1181,17	1,25	0,65	2937,65
	* OP TOGG A PIG CARR	3406,66	3440,15	1,25	1,90	8558,52
	* OP PIG CARR A TERM	4668,93	4701,36	1,25	2,60	11712,86
	* OP TERM A BMATER	645,56	649,80	1,25	0,36	1619,20
NUVOLA	* OP ABL A LIJA	1631,88	1643,68	1,25	0,91	4094,45
	* OP LIJA A PIG CARR	472,31	494,92	1,25	0,27	1209,03
	OP_PIG CARR A MAQ IMPRE	700,82	732,93	1,25	0,40	1792,18
	OP_MAQ IMP A PIG CARR	476,15	498,65	1,25	0,27	1218,50
	OP_PIG CARR A PREN MED	340,98	357,69	1,25	0,19	873,33
	OP_PREN MED A TERM	383,73	401,92	1,25	0,22	982,07
	* OP TERM A BMATER	645,56	649,80	1,25	0,36	1619,20
<b>TOTAL</b>					<b>153,54</b>	<b>392848,70</b>

\*operarios repetidos, solo se suma una vez

Datos utilizados para calcular la utilización de la maquinaria, propuesta 1

Tsim	7046040		segundos
Dias simulados	60	1728000	segundos
MÁQUINA	Tiempo Ocioso	Tiempo de Pro	Tiempo de Setup
BOMBO 1	959476,99	6086563,01	0,00
BOMBO 2	961490,60	6084549,40	0,00
DESCARNADORA	1200917,52	527001,02	0,00
DIVIDIDORA	1261014,25	466996,75	0,00
BOMBO 3	4677098,30	2368941,70	0,00
BOMBO 4	4681215,62	2364824,38	0,00
BOMBO 5	4685651,62	2360388,38	0,00
BOMBO 6	4691975,77	2354064,23	0,00
ESCURRIDO	1445317,03	282693,74	0,00
REBAJADORA	772015,38	955995,62	0,00
BOMBO 7	6066840,00	979200,00	0,00
BOMBO 8	5404440,00	1641600,00	0,00
BOMBO 10	6066840,00	979200,00	0,00
BOMBO 11	6729240,00	316800,00	0,00
DESVENADORA	511467,42	1216543,58	0,00
SECADO AL VACIO	118702,39	864626,99	732730,83
SECADERO AEREO	348915,87	4709896,65	0,00
MOLLIZA	1507956,57	220054,43	0,00
LIJADORA	1379074,12	348936,88	0,00
PIGMENTADORA DE CARRUSEL	1271765,08	456245,92	0,00
PIGMENTADORA ROLLER	1493682,65	220074,11	0,00
PIGMENTADORA DE RODILLO	1697344,33	30666,67	0,00
TOGGLING	220310,28	1507700,72	0,00
BATANADORA	5534040,00	1512000,00	0,00
PRENSA 1	1336373,88	391637,01	0,00
PRENSA 2	1616507,14	111503,86	0,00
PRENSA ROTATIVA CONTINUA	1677425,47	50585,53	0,00
CEPILLADORA	1676636,47	44000,00	0,00
MEDIDORA	1530493,29	197517,28	0,00

## Reporte de Producción propuesta 1

DIA	CAJAS	BANDAS	SEMANAL	MENSUAL	TRIMESTRAL
14/01/2020	4	200	900	4100	
15/01/2020	4	200			
16/01/2020	4	200			
17/01/2020	6	300	1700		
20/01/2020	8	400			
21/01/2020	6	300			
22/01/2020	8	400			
23/01/2020	4	200			
24/01/2020	8	400			
27/01/2020	6	300	1500		
28/01/2020	6	300			
29/01/2020	6	300			
30/01/2020	6	300			
31/01/2020	6	300			
03/02/2020	8	400		1600	6500
04/02/2020	4	200			
05/02/2020	8	400			
06/02/2020	6	300			
07/02/2020	6	300	1700		
10/02/2020	8	400			
11/02/2020	4	200			
12/02/2020	8	400			
13/02/2020	6	300	1600		
14/02/2020	8	400			
17/02/2020	6	300			
18/02/2020	6	300			
19/02/2020	6	300			
20/02/2020	6	300			
21/02/2020	8	400	1600		
24/02/2020	6	300			
25/02/2020	4	200			
26/02/2020	8	400			
27/02/2020	6	300			
28/02/2020	8	400		1500	6400
02/03/2020	8	400			
03/03/2020	6	300			
04/03/2020	4	200			
05/03/2020	4	200			
06/03/2020	8	400	1600		
09/03/2020	8	400			
10/03/2020	6	300			
11/03/2020	4	200			
12/03/2020	8	400			
13/03/2020	6	300		1600	
16/03/2020	8	400			
17/03/2020	6	300			
18/03/2020	6	300			
19/03/2020	6	300			
20/03/2020	6	300	1700		
23/03/2020	8	400			
24/03/2020	6	300			
25/03/2020	8	400			
26/03/2020	4	200			
27/03/2020	8	400			
MAX	8	400	1700	6500	17000
MIN	4	200	900	4100	17000
PROM	6,3	314,8	1545,5	5666,7	17000

## Datos Modelo Propuesta 2

	Operador	[1] Tiempo sin Carga	[2] Tiempo con Carga	[3] Velocidad Max	Tiempo Total (h)	([1]+[2])*[3] Distancia Recorrida
De Bodega de materia prima hasta ablandado	OP_BMP A BRIB	43283,41	43994,52	0,03	24,24	2618,34
	OP_BRIB A DESC	32335,15	32337,85	2,00	0,00	129345,99
	OP_DESC A DIVI	71140,35	71150,44	0,22	39,53	31303,97
	OP_DIVI A BCURT	32492,46	32820,30	0,04	18,14	2612,51
	OP_BCURT A ESCUR	6535,07	6606,56	0,26	3,65	3416,82
	OP_REB A BRECURT	37623,49	37928,67	0,04	20,99	3022,09
	OP_BRECURT A DESV	8381,56	8399,22	0,18	4,66	3020,54
	OP_DESV A SECVA	28196,87	28198,68	1,25	15,67	70494,43
	OP_SECAER A ABLAN	48173,04	48177,77	1,25	26,76	120438,52
Fendi	* OP ABL A LIJA	2756,21	2778,70	1,25	1,54	6918,63
	OP LIJA A ROLLER	929,52	941,79	1,25	0,52	2339,13
	OP PIG ROLL A PREN G	2204,82	2232,87	1,25	1,23	5547,11
	OP PREN G A BATAN	653,35	662,21	1,25	0,37	1644,44
	* OP BATA A TOG	966,21	976,34	1,25	0,54	2428,19
	* OP TOGG A PIG CARR	3531,86	3565,77	1,25	1,97	8872,04
	* OP PIG CARR A TERM	2360,91	2377,45	1,25	1,32	5922,95
	OP TERM A BMATER	468,41	471,90	1,25	0,26	1175,39
NUBUCK	OP ABL A CEP	1243,94	1273,86	1,25	0,70	3147,25
	OP CEP A PIGM CARR	1611,09	1649,72	1,25	0,91	4076,01
	* OP PIG CARR A TERM	2360,91	2377,45	1,25	1,32	5922,95
	* OP TERM A BMATER	468,41	471,90	1,25	0,26	1175,39
VITELLO	* OP ABL A LIJA	2756,21	2778,70	1,25	1,54	6918,63
	* OP_LIJA A PIG CARR	412,43	445,66	1,25	0,24	1072,61
	OP_PIG CARR A PREN ROT	475,66	495,70	1,25	0,27	1214,20
	OP_PREN ROT A BATAN	225,64	235,66	1,25	0,13	576,62
	* OP BATA A TOG	966,21	976,34	1,25	0,54	2428,19
	* OP TOGG A PIG CARR	3531,86	3565,77	1,25	1,97	8872,04
	* OP PIG CARR A TERM	2360,91	2377,45	1,25	1,32	5922,95
	* OP TERM A BMATER	468,41	471,90	1,25	0,26	1175,39
NUVOLA	* OP ABL A LIJA	2756,21	2778,70	1,25	1,54	6918,63
	* OP_LIJA A PIG CARR	412,43	445,66	1,25	0,24	1072,61
	OP PIG CARR A MAQ IMPRE	228,50	239,62	1,25	0,13	585,15
	OP_MAQ IMP A PIG CARR	468,26	491,06	1,25	0,27	1199,15
	OP_PIG CARR A PREN MED	271,06	285,18	1,25	0,15	695,30
	OP_PREN MED A TERM	706,64	740,97	1,25	0,40	1809,51
	* OP TERM A BMATER	468,41	471,90	1,25	0,26	1175,39
<b>TOTAL</b>					<b>164,58</b>	<b>415496,90</b>

\*operarios repetidos, solo se suma una vez

Datos utilizados para calcular la utilización de la maquinaria, propuesta 2

Tsim	7046040		segundos
Dias simulados	60	1728000	segundos
<b>MÁQUINA</b>	<b>Tiempo Ocioso</b>	<b>Tiempo de Pro</b>	<b>Tiempo de Setup</b>
BOMBO 1	961881,82	6084158,18	0,00
BOMBO 2	959991,16	6086048,84	0,00
DESCARNADORA	1200917,52	527001,025	0,00
DIVIDIDORA	1261014,25	466996,748	0,00
BOMBO 3	4677343,92	2368696,08	0,00
BOMBO 4	4681461,81	2364578,19	0,00
BOMBO 5	4687519,74	2358520,26	0,00
BOMBO 6	4692043,33	2353996,67	0,00
ESCURRIDO	1445316,93	282693,74	0,00
REBAJADORA	772015,378	955995,622	0,00
BOMBO 7	6066840	979200	0,00
BOMBO 8	5404440	1641600	0,00
BOMBO 10	6066840	979200	0,00
BOMBO 11	6729240	316800	0,00
DESVENADORA	512088,207	1215922,79	0,00
SECADO AL VACIO	118620,192	845003,343	743782,9489
SECADERO AEREO	348923,738	4703549,52	0,00
MOLLIZA	1508328,5	219682,505	0,00
LIJADORA	1381748,85	346262,154	0,00
PIGMENTADORA DE CARRUSEL	1273949,22	454061,781	0,00
PIGMENTADORA ROLLER	1492685,55	220074,111	0,00
PIGMENTADORA DE RODILLO	1698659,61	29351,3888	0,00
TOGGLING	223089,623	1504921,38	0,00
BATANADORA	5519640	1526400	0,00
PRENSA 1	1337773,35	390237,544	0,00
PRENSA 2	1621362,7	106648,303	0,00
PRENSA ROTATIVA CONTINUA	1675514,63	52496,3733	0,00
CEPILLADORA	1676781,64	43000	0,00
MEDIDORA	1532664,98	195345,593	0,00

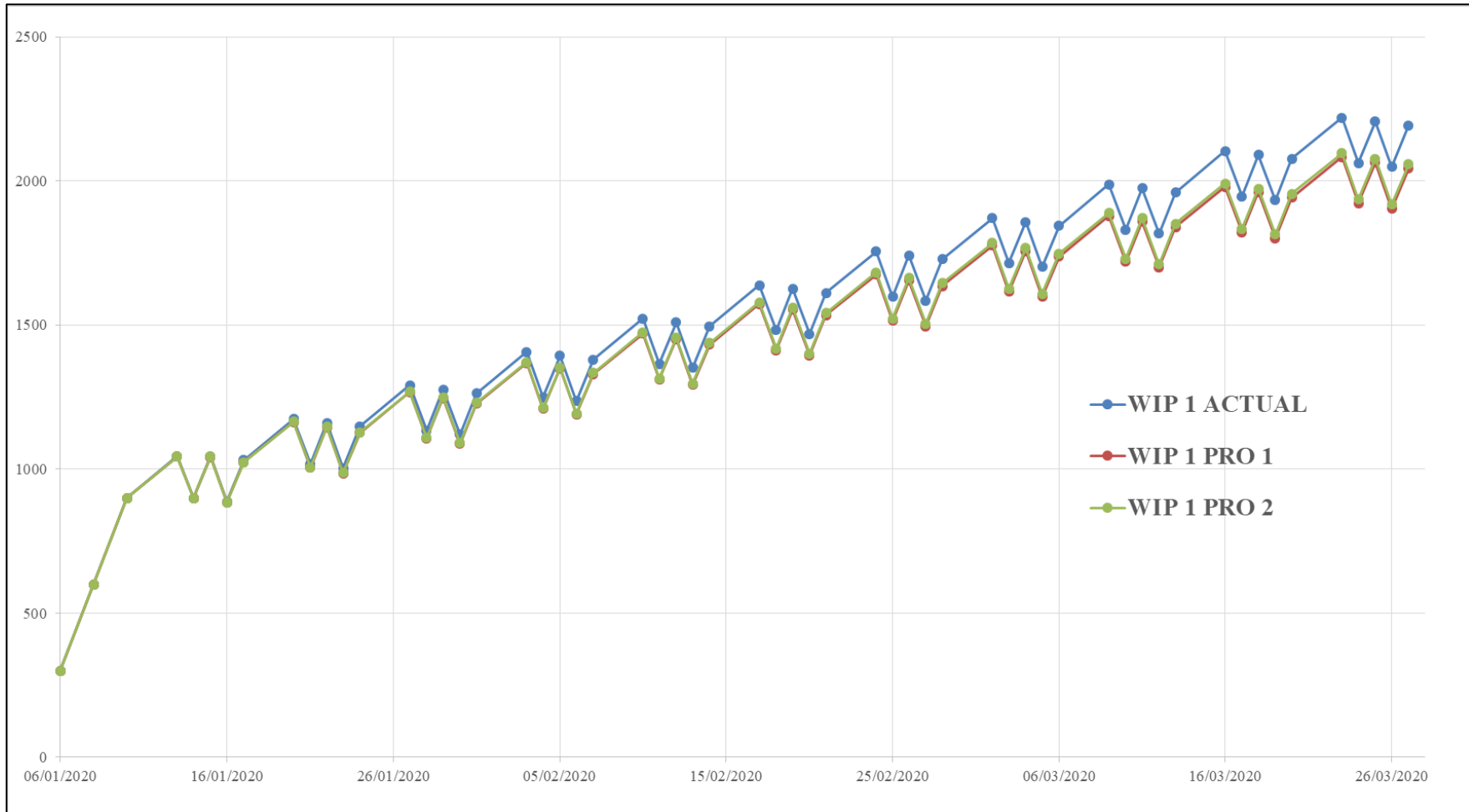
## Reporte de Producción propuesta 2

DIA	CAJAS	BANDAS	SEMANAL	MENSUAL	TRIMESTRAL
14/01/2020	4	200	900	4100	16800
15/01/2020	4	200			
16/01/2020	4	200			
17/01/2020	6	300	1700		
20/01/2020	8	400			
21/01/2020	6	300			
22/01/2020	8	400			
23/01/2020	4	200			
24/01/2020	8	400			
27/01/2020	6	300	1500		
28/01/2020	6	300			
29/01/2020	6	300			
30/01/2020	6	300			
31/01/2020	6	300			
03/02/2020	8	400		1600	
04/02/2020	4	200			
05/02/2020	6	300			
06/02/2020	8	400			
07/02/2020	6	300			
10/02/2020	8	400	1600		
11/02/2020	6	300			
12/02/2020	8	400			
13/02/2020	6	300			
14/02/2020	4	200			
17/02/2020	8	400		1700	
18/02/2020	6	300			
19/02/2020	6	300			
20/02/2020	6	300			
21/02/2020	8	400			
24/02/2020	6	300	1600		
25/02/2020	6	300			
26/02/2020	6	300			
27/02/2020	6	300			
28/02/2020	8	400			
02/03/2020	6	300		1500	
03/03/2020	6	300			
04/03/2020	4	200			
05/03/2020	8	400			
06/03/2020	6	300			
09/03/2020	8	400	1600		
10/03/2020	6	300			
11/03/2020	6	300			
12/03/2020	6	300			
13/03/2020	6	300			
16/03/2020	8	400		1500	
17/03/2020	6	300			
18/03/2020	6	300			
19/03/2020	8	400			
20/03/2020	2	100			
23/03/2020	8	400	1600		
24/03/2020	6	300			
25/03/2020	6	300			
26/03/2020	6	300			
27/03/2020	6	300			
MAX	8	400		1700	6500
MIN	2	100	900	4100	16800
PROM	6,2	311,1	1527,3	5600,0	16800

Datos WIP 1, actual, propuesta 1 y 2

Fecha	WIP1 ACTUAL	WIP1 PRO 1	WIP1 PRO 2	Fecha	WIP1 ACTUAL	WIP1 PRO 1	WIP1 PRO 2
06/01/2020	300	300	300	18/02/2020	1482	1413	1419
08/01/2020	600	600	600	19/02/2020	1626	1553,5	1560,5
10/01/2020	900	900	900	20/02/2020	1468,5	1394,5	1401
13/01/2020	1045,5	1043,5	1043,5	21/02/2020	1612	1534,5	1541,5
14/01/2020	900	900	900	24/02/2020	1755,5	1675	1683
15/01/2020	1045	1042	1044	25/02/2020	1598,5	1515	1523
16/01/2020	888	884	884	26/02/2020	1742	1655	1664
17/01/2020	1032	1024	1024,5	27/02/2020	1585,5	1495,5	1504,5
20/01/2020	1174,5	1164	1165,5	28/02/2020	1728,5	1636	1645
21/01/2020	1018	1005	1006	02/03/2020	1871,5	1776	1785,5
22/01/2020	1161	1146	1147	03/03/2020	1715	1616	1626,5
23/01/2020	1004	986	987,5	04/03/2020	1858,5	1757	1767,5
24/01/2020	1148	1126,5	1128	05/03/2020	1701,5	1598	1608,5
27/01/2020	1290,5	1267	1269	06/03/2020	1845	1738	1748,5
28/01/2020	1134	1107	1109	09/03/2020	1988	1878	1889,5
29/01/2020	1277	1247	1249,5	10/03/2020	1831	1719,5	1730
30/01/2020	1120,5	1088	1091	11/03/2020	1974,5	1860	1870,5
31/01/2020	1263	1228	1231	12/03/2020	1817,5	1700	1711,5
03/02/2020	1406,5	1368,5	1371,5	13/03/2020	1960	1840	1851,5
04/02/2020	1249,5	1209	1212	16/03/2020	2104	1980	1992
05/02/2020	1393,5	1350	1352,5	17/03/2020	1947	1821,5	1833,5
06/02/2020	1236	1190	1193,5	18/03/2020	2090,5	1962	1974
07/02/2020	1380	1330	1334	19/03/2020	1933,5	1802	1814,5
10/02/2020	1523	1470	1475	20/03/2020	2077	1943	1955
11/02/2020	1366	1312	1315,5	23/03/2020	2219,5	2083	2096,5
12/02/2020	1509,5	1452	1456	24/03/2020	2063	1923,5	1936,5
13/02/2020	1352	1292	1297	25/03/2020	2206,5	2063,5	2077,5
14/02/2020	1496	1432,5	1437,5	26/03/2020	2049,5	1904	1918
17/02/2020	1638,5	1572,5	1579	27/03/2020	2193	2044	2058
				<b>WIP PROM</b>	<b>1515,45</b>	<b>1446,85</b>	<b>1453,27</b>

Gráfico WIP 1

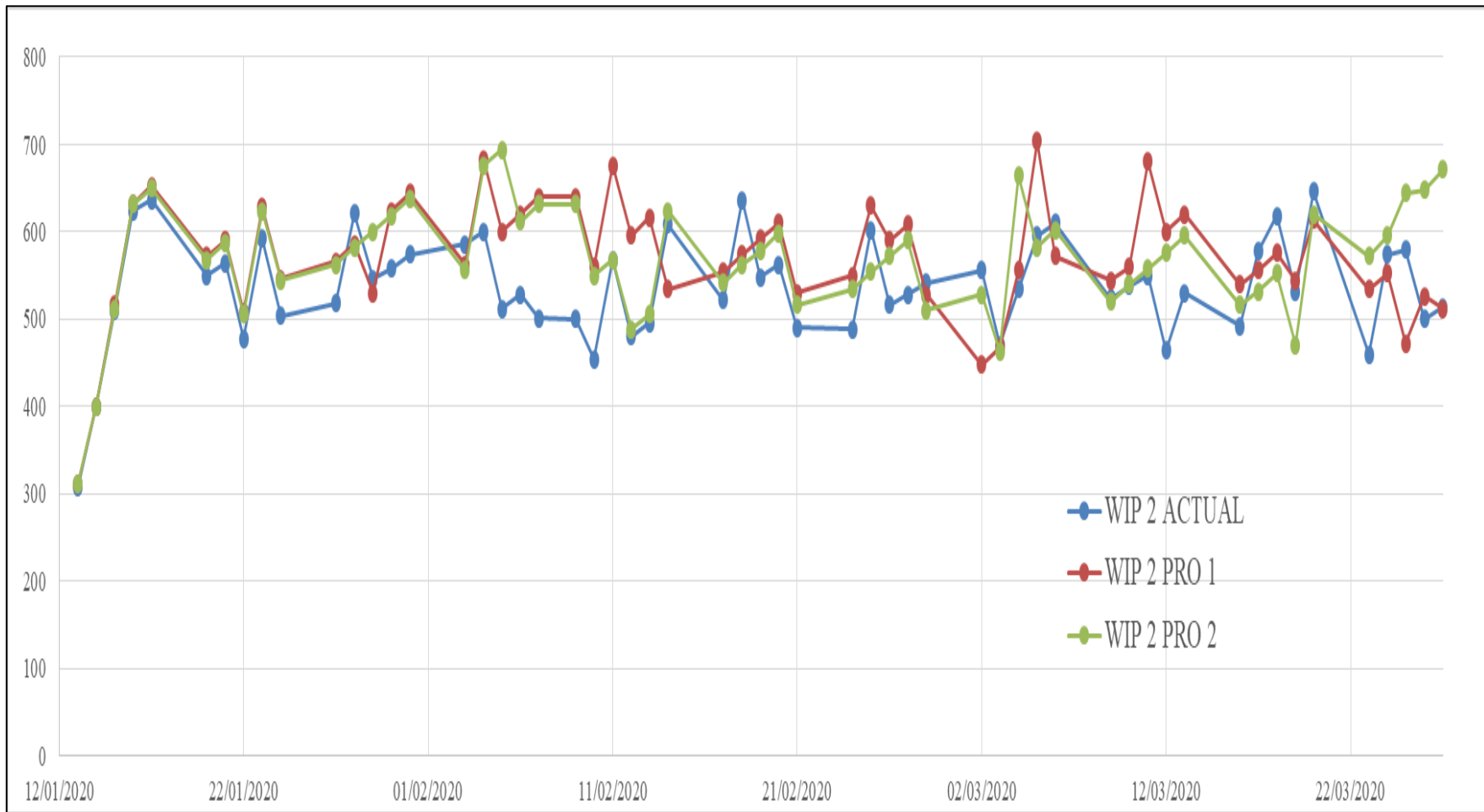




Datos WIP 2, actual, propuesta 1 y 2

Fecha	WIP2 ACTUAL	WIP2 PRO 1	WIP2 PRO 2	Fecha	WIP2 ACTUAL	WIP2 PRO 1	WIP2 PRO 2
13/01/2020	308	312	312	19/02/2020	548	592	578
14/01/2020	400	400	400	20/02/2020	562	610	598
15/01/2020	510	516	512	21/02/2020	490	530	516
16/01/2020	624	632	632	24/02/2020	488	550	534
17/01/2020	636	652	650	25/02/2020	602	630	554
20/01/2020	550	572	568	26/02/2020	516	590	572
21/01/2020	564	590	588	27/02/2020	528	608	590
22/01/2020	478	508	506	28/02/2020	542	528	510
23/01/2020	592	628	624	02/03/2020	556	448	528
24/01/2020	504	546	544	03/03/2020	470	468	463
27/01/2020	518	566	562	04/03/2020	534	556	664
28/01/2020	621	586	582	05/03/2020	596	704	582
29/01/2020	546	530	600	06/03/2020	610	572	602
30/01/2020	558	624	618	09/03/2020	524	544	520
31/01/2020	574	644	638	10/03/2020	538	560	540
03/02/2020	586	562	556	11/03/2020	550	680	558
04/02/2020	600	682	676	12/03/2020	464	600	576
05/02/2020	512	600	694	13/03/2020	530	620	596
06/02/2020	528	620	612	16/03/2020	492	540	516
07/02/2020	501	640	632	17/03/2020	578	556	532
09/02/2020	500	640	632	18/03/2020	618	576	552
10/02/2020	454	560	550	19/03/2020	532	544	470
11/02/2020	568	676	568	20/03/2020	646	614	620
12/02/2020	480	596	488	23/03/2020	460	534	572
13/02/2020	496	616	506	24/03/2020	574	552	596
14/02/2020	608	534	624	25/03/2020	579	472	644
17/02/2020	522	554	542	26/03/2020	500	526	648
18/02/2020	636	574	562	27/03/2020	514,00	512,00	671,00
				<b>WIP PROM</b>	<b>537,7678571</b>	<b>571</b>	<b>569,285714</b>

Gráfico WIP 2

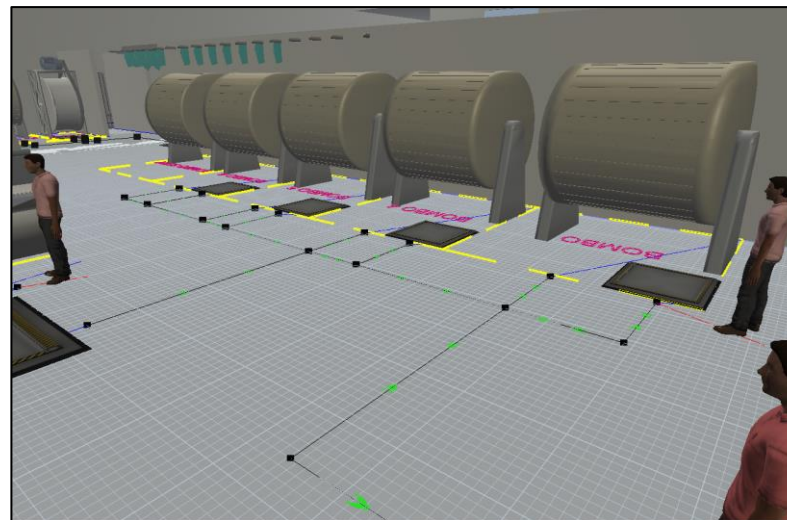


## Vistas del modelo de simulación

Área Ribera



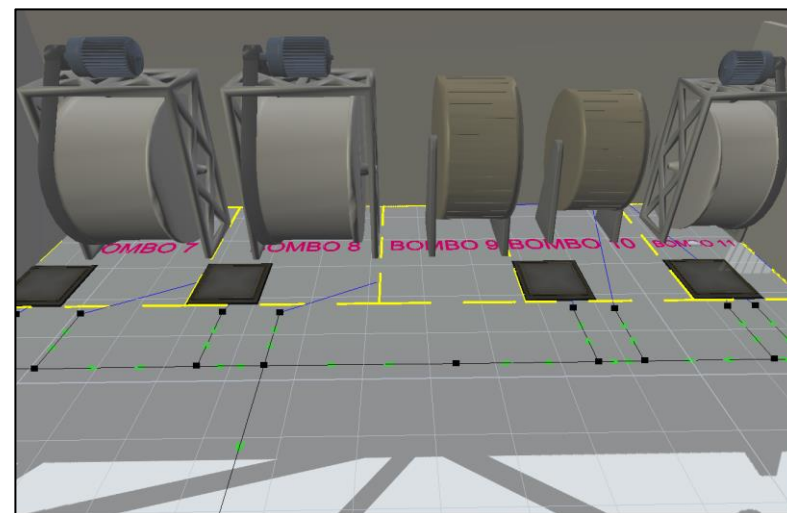
Área Curtido



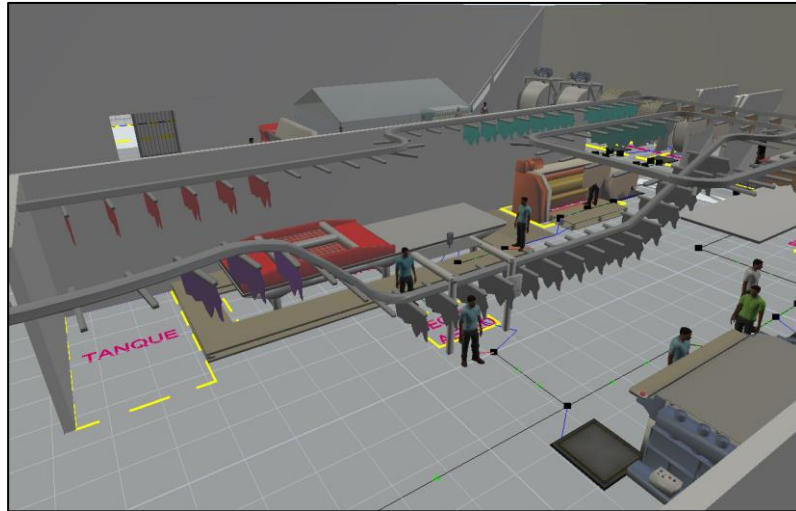
Área de clasificado Wet Blue



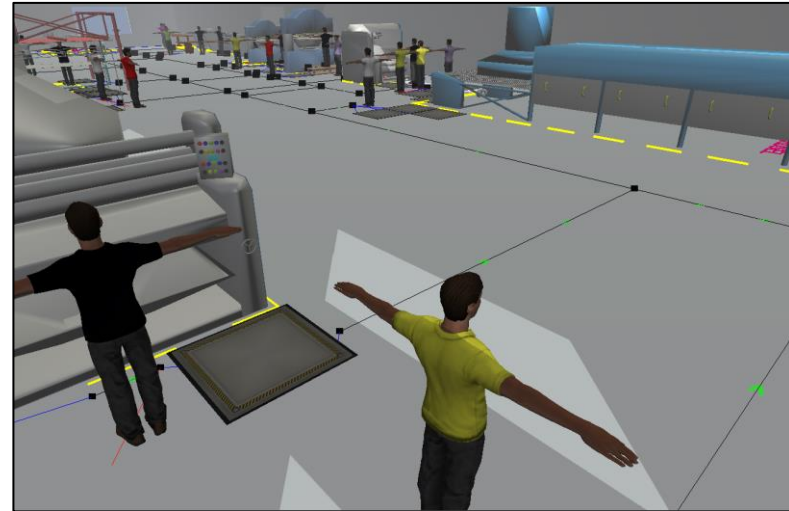
Área Recurtido



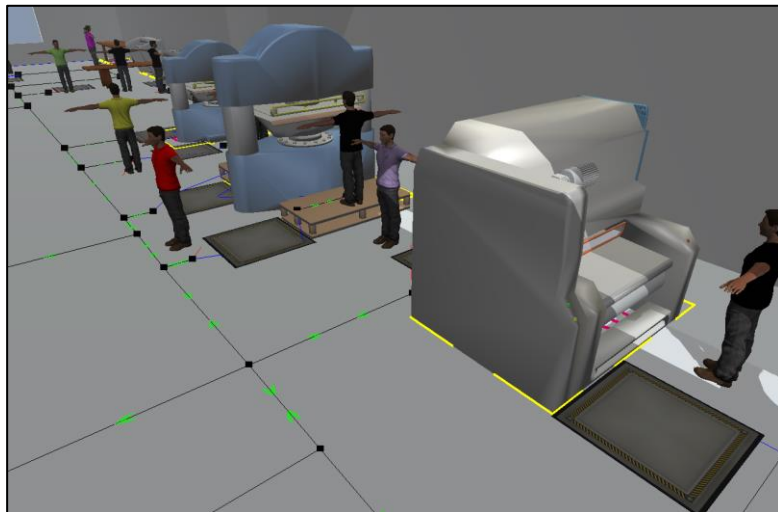
Área de Acondicionado



Área Acabados



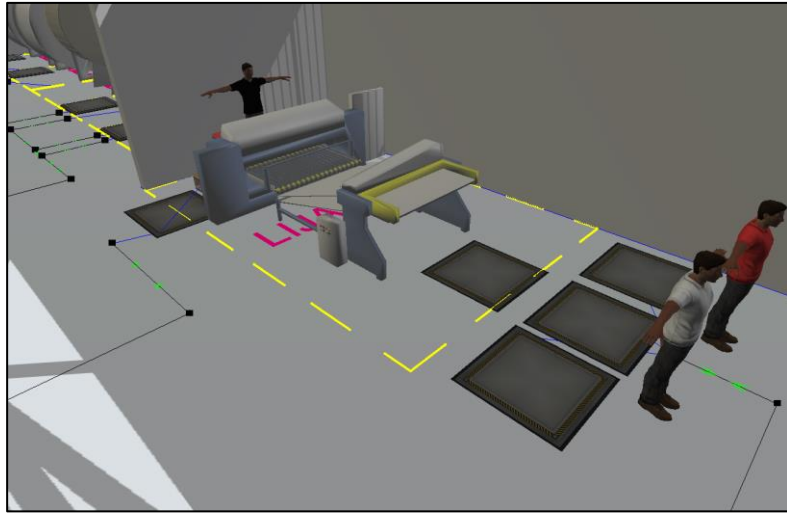
Área de Prensas



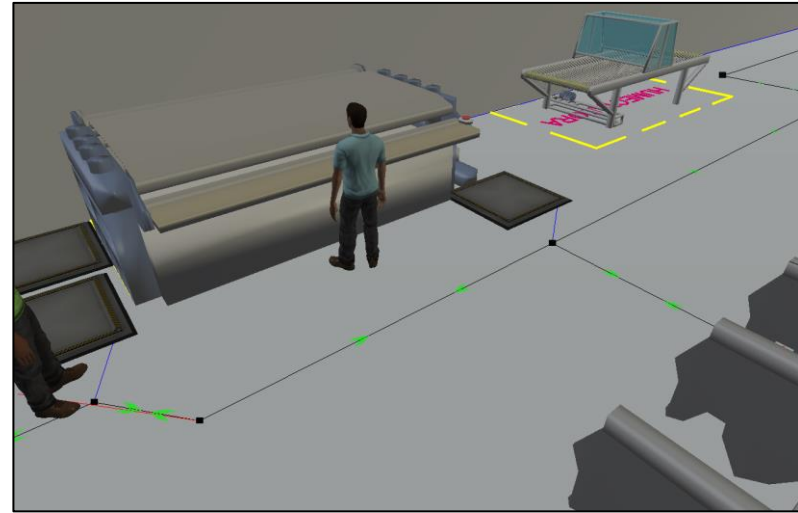
Togging y Batanado



Lijadora



Mollisa y Humectadora



Empresa Completa



**Anexo 10:** Diagramas de Recorrido nueva planta de producción

Diagrama de recorrido proceso fabricación de cuero semi terminado

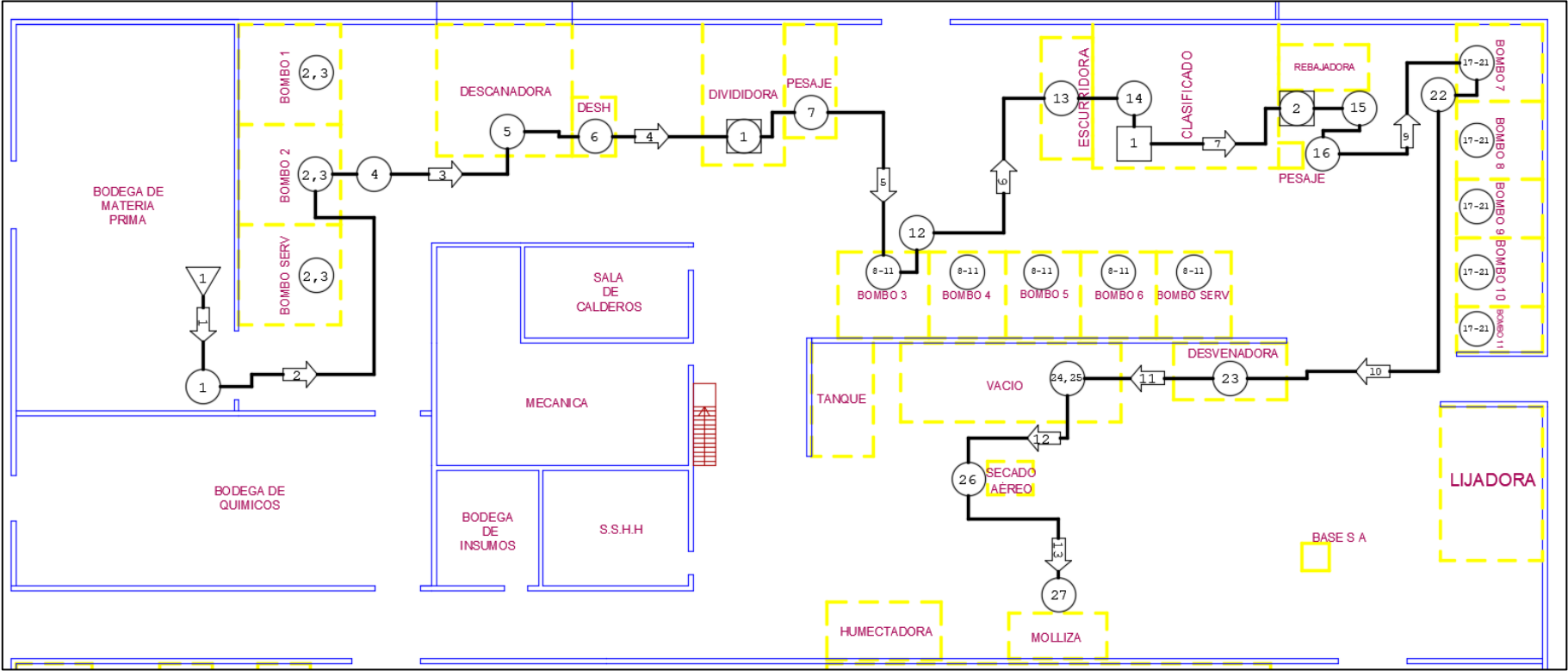


Diagrama de recorrido proceso de acabado tipo Fendi

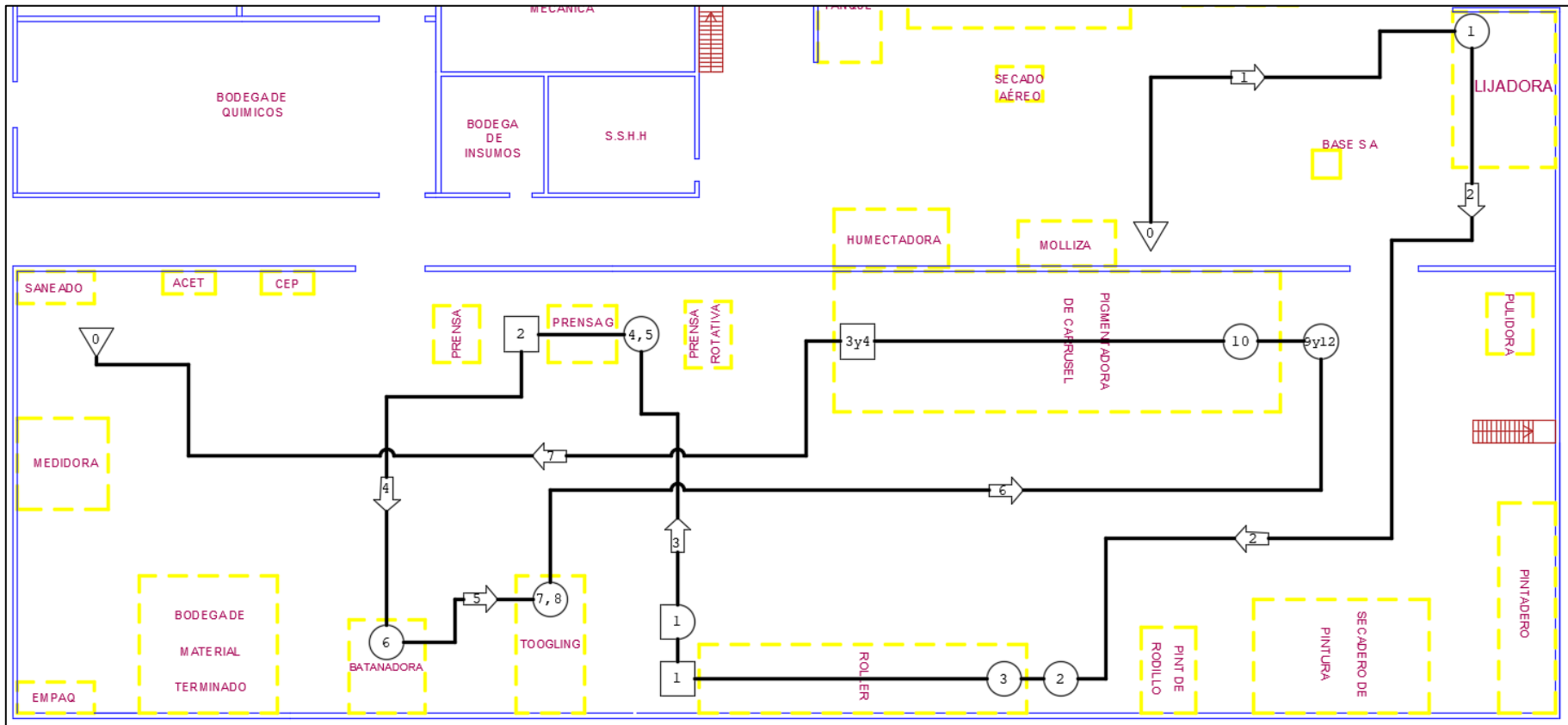


Diagrama de recorrido proceso de acabado tipo Nubuck

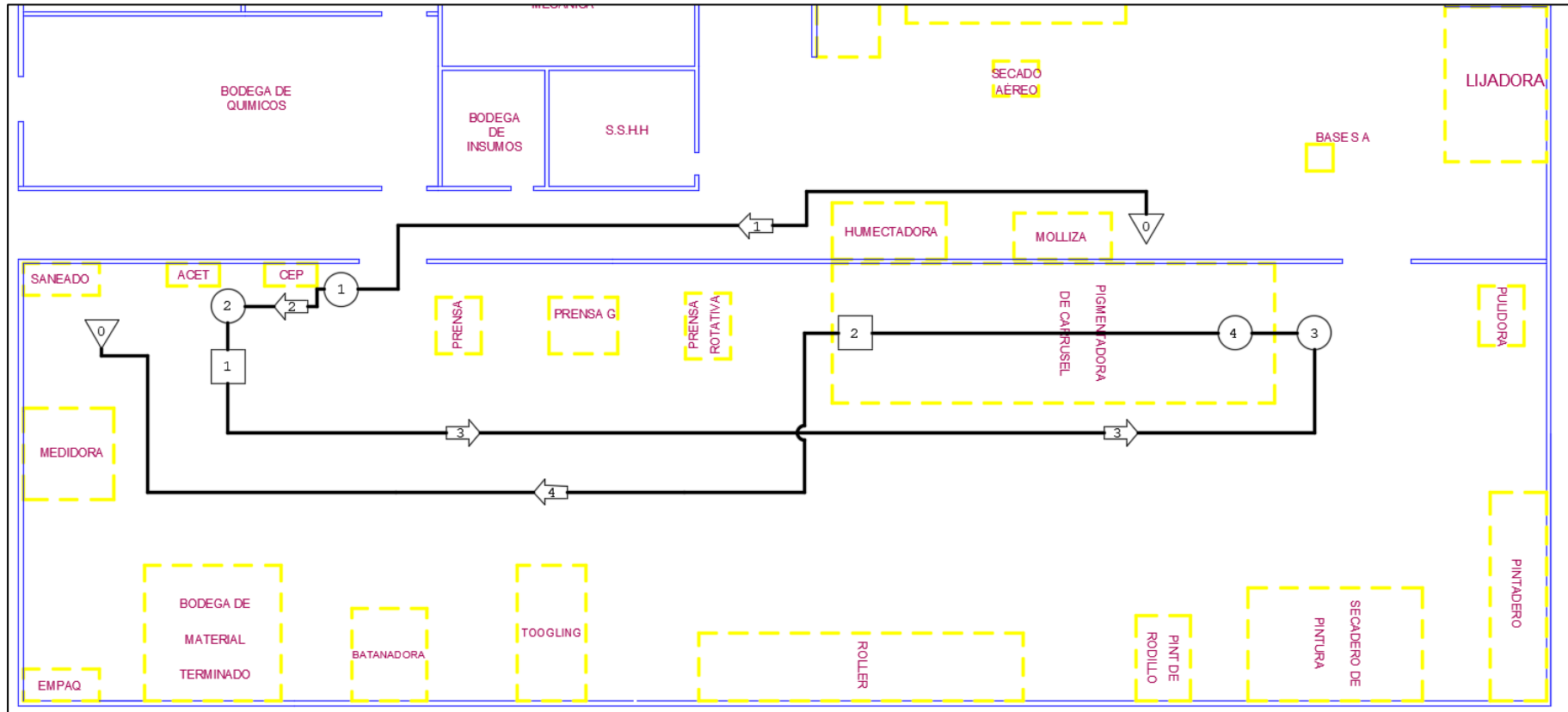
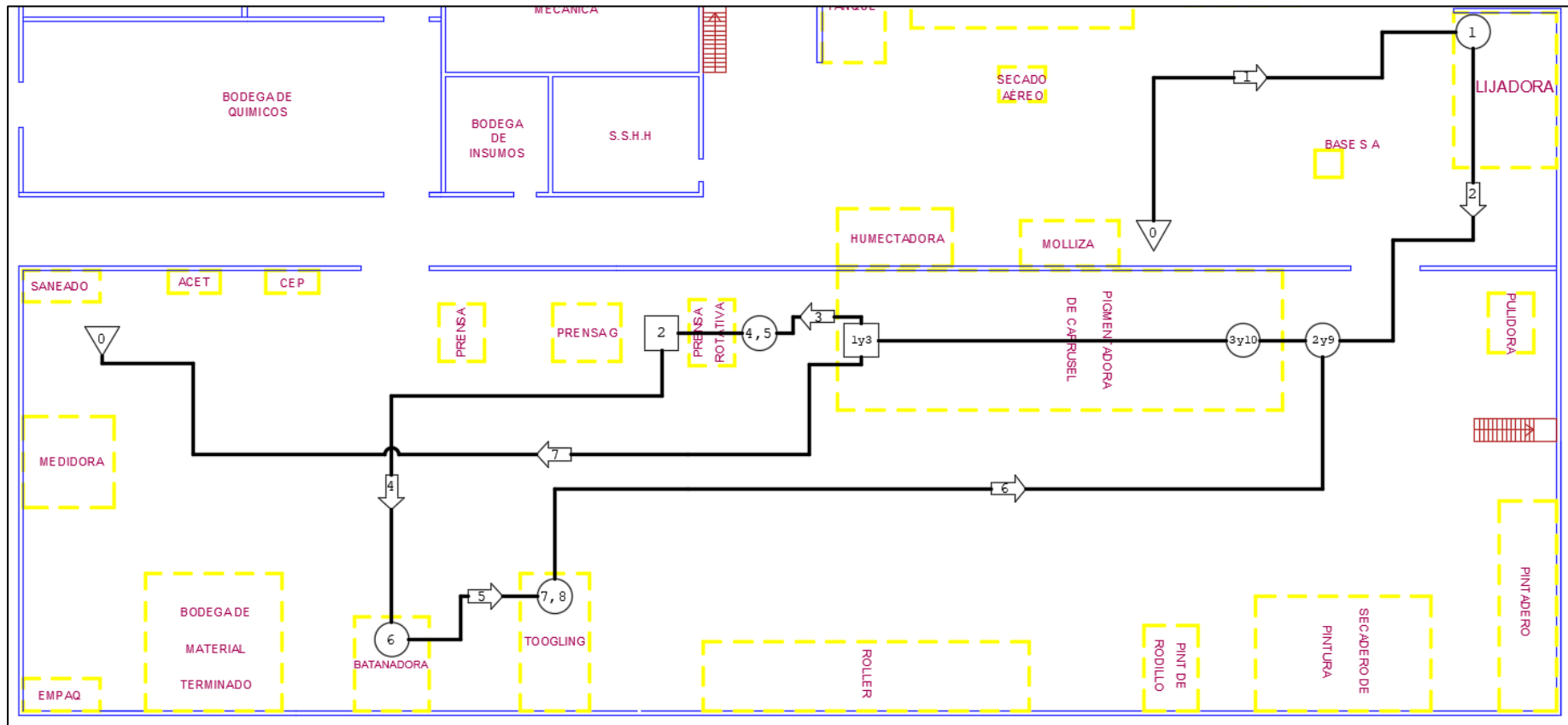




Diagrama de recorrido proceso de acabado tipo Vitello



### Diagrama de recorrido proceso de acabado tipo Nuvola

