



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

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

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

Tema:

**ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS DE LOS PROCESOS DE
PRODUCCIÓN EN EL TRATAMIENTO DE PIELES EN CURTIDURÍA
PICO**

Trabajo de Titulación 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: Pablo Sebastián Castillo Gavilanes

TUTOR: Ing. Jessica Paola López Arboleda Mg.

Ambato – Ecuador

marzo – 2023

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del Trabajo de Titulación con el tema: ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS DE LOS PROESOS DE PRODUCCIÓN EN EL TRATAMIENTO DE PIELES EN CURTIDURÍA PICO, desarrollado bajo la modalidad Proyecto de Investigación por el señor Pablo Sebastián Castillo Gavilanes, 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, marzo 2023

Ing. Jessica Paola López Arboleda, Mg.

TUTOR

AUTORÍA

El presente Proyecto de Investigación titulado: ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS DE LOS PROESOS DE PRODUCCIÓN EN EL TRATAMIENTO DE PIELES EN CURTIDURÍA PICO, 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, marzo 2023



Pablo Sebastián Castillo Gavilanes

CC: 1804430872

AUTOR

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, marzo 2023



Pablo Sebastián Castillo Gavilanes

CC: 1804430872

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

En calidad de par calificador del Informe Final del Trabajo de Titulación presentado por el señor Pablo Sebastián Castillo Gavilanes, 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: ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS DE LOS PROESOS DE PRODUCCIÓN EN EL TRATAMIENTO DE PIELES EN CURTIDURÍA PICO, 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, marzo 2023

Ing. Pilar Urrutia Mg.

PRESIDENTA DEL TRIBUNAL

PhD. Víctor Guachimposa

PROFESOR CALIFICADOR

Ing. Edisson Jordán Mg.

PROFESOR CALIFICADOR

DEDICATORIA

Para Dios por haberme dado el regalo de la vida y concederme la sabiduría con la cual pude alcanzar esta meta. Para mis Padres y hermanos quienes me brindaron el apoyo incondicional en todas las noches de desvelo alentándome a seguir un paso a la vez sin rendirme.

Pablo Sebastián Castillo Gavilanes

AGRADECIMIENTO

A mi Padre y Madre amados los siempre estuvieron preocupados por mí inculcándome buenos valores y enseñándome lecciones de vida.

A mis hermanos quienes siempre confiaron en mí y hoy se encuentran frente a mí.

A la Ing. Jessica López por tener la paciencia en este período de tiempo que hemos compartido en el mismo que me ha brindado todos sus conocimientos.

Pablo Sebastián Castillo Gavilanes

ÍNDICE DE CONTENIDOS

PORTADA.....	I
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	II
AUTORÍA.....	III
DERECHOS DE AUTOR	IV
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	V
DEDICATORIA	VI
AGRADECIMIENTO	VII
ÍNDICE DE CONTENIDOS	VIII
ÍNDICE DE TABLAS	XI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XV
RESUMEN EJECUTIVO	XVII
ABSTRACT.....	XVIII
INTRODUCCIÓN	XIX
CAPÍTULO I.....	1
MARCO TEÓRICO.....	1
1.1 Tema de investigación.....	1
1.2 Antecedentes Investigativos.....	1
1.2.1 Contextualización del problema	2
1.2.2 Fundamentación teórica.....	5
1.3 Objetivos	16
1.3.1 Objetivo General.....	16
1.3.2 Objetivos Específicos	16
CAPÍTULO II	17
METODOLOGÍA	17
2.1 Materiales.....	17
2.2 Métodos.....	18
2.2.1 Modalidad de la investigación	18
2.2.2 Población y muestra.....	18
2.2.3 Recolección de información	19
2.2.4 Procesamiento y análisis de datos.....	20
CAPÍTULO III.....	21

RESULTADOS Y DISCUSIÓN	21
3.1 Análisis y discusión de los resultados	21
3.2 Análisis y diagnóstico de la situación actual de Curtiduría Pico	21
3.2.1 Información general de la empresa.....	22
3.2.2 Layout de la distribución actual de la empresa.....	23
3.2.3 Producto ofertado por la empresa	24
3.3 Producción de la empresa.....	25
3.3.1 Maquinaria	25
3.3.2 Proceso productivo	25
Área de Ribera	25
Área de curtido.....	29
3.4 Descripción la situación actual del proceso productivo.....	33
3.4.1 Área de ribera.....	33
3.4.2 Área de curtido.....	37
3.5 Producto más representativo de la empresa	40
3.6 Diagrama de recorrido de Curtiduría Pico	40
3.7 Estudio de tiempos y movimientos	41
3.7.1 Selección de la metodología de medición.....	41
3.7.2 Cálculo del número de observaciones.....	42
3.7.3 Cálculo del tiempo normal	43
3.7.4 Cálculo de los suplementos	45
3.7.5 Cálculo del tiempo estándar	46
3.7.6 Capacidad de producción del proceso.....	62
3.8 Propuesta de mejora	65
3.8.1 Metodología SMED	65
3.8.2 Redistribución de la instalación	78
3.8.2.1 Cálculo de la superficie requerida para la instalación	78
3.8.2.2 Redistribución de la instalación.....	83
3.8.2.3 Análisis SLP de las instalaciones.....	84
3.8.2.4 Redistribución de planta	87
3.9 Cursogramas analíticos propuestos	98
3.10 Simulación del sistema productivo	106

3.10.1 Simulación de la situación actual.....	106
3.10.2 Simulación propuesta de mejora 1 - SMED.....	109
3.10.3 Simulación propuesta de mejora 2 – SMED + Redistribución de instalaciones 112	
CAPÍTULO IV.....	115
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	115
4.1 Conclusiones.....	115
4.2 Recomendaciones	117
MATERIALES DE REFERENCIA	119
BIBLIOGRAFÍA.....	119
ANEXOS.....	125

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Simbología ASME para diagramas en el estudio de tiempos	5
Tabla 2. Etapas para realizar un estudio de tiempos	9
Tabla 3. Número recomendado de ciclos de observación, según General Electric. .	10
Tabla 4. Ritmo de trabajo según la escala de valoración británica	10
Tabla 5. Materiales, equipos e instrumentos empleados en la investigación.....	17
Tabla 6. Etapas del proceso productivo de la Curtiduría Pico.	19
Tabla 7. Técnicas y herramientas para la recolección de la información.	19
Tabla 8. Información de contacto de Curtiduría Pico.	22
Tabla 9. Codificación de colores empleados en el Layout de la empresa.....	24
Tabla 10. Características del Wet Blue.	31
Tabla 11. Encabezado para el levantamiento de los procesos.....	33
Tabla 12. Levantamiento del proceso de recepción de materia prima.	34
Tabla 13. Levantamiento del proceso de salado.	34
Tabla 14. Levantamiento del proceso de remojo y pelambre.	35
Tabla 15. Levantamiento del proceso de descarnado.....	36
Tabla 16. Levantamiento del proceso de dividido.	36
Tabla 17. Levantamiento del proceso de curtido.	37
Tabla 18. Levantamiento del proceso de escurrido.....	37
Tabla 19. Secuencia de los movimientos.	40
Tabla 20. Número de observaciones recomendado – Wet Blue.	43
Tabla 21. Método de nivelación propuesto por a Westinghouse Electric.....	44
Tabla 22. Índice de desempeño en los procesos productivos.....	45
Tabla 23. Suplementos de trabajo en la producción de Wet Blue.	45
Tabla 24. Parámetros y expresiones empleadas para calcular el tiempo estándar. ...	46
Tabla 25. Descripción de los elementos de la recepción de materia prima.	46
Tabla 26. Tiempo normal del proceso de recepción de materia prima.	47
Tabla 27. Descripción de los elementos del proceso de salado.	47
Tabla 28. Tiempo normal del proceso de salado.....	48
Tabla 29. Descripción de los elementos del proceso de remojo y pelambre.	48
Tabla 30. Tiempo normal del proceso de remojo y pelambre.....	49
Tabla 31. Descripción de los elementos del proceso de descarnado.....	50

Tabla 32. Tiempo normal del proceso de descarnado.....	50
Tabla 33. Descripción de los elementos del proceso de dividido.	51
Tabla 34. Tiempo normal del proceso de dividido.	51
Tabla 35. Descripción de los elementos del proceso de curtido.	52
Tabla 36. Tiempo normal del proceso de curtido.	52
Tabla 37. Descripción de los elementos del proceso de escurrido.....	53
Tabla 38. Tiempo normal del proceso de escurrido.....	53
Tabla 39. Resumen del tiempo estándar del proceso productivo.....	54
Tabla 40. Cursograma analítico actual del proceso de recepción de materia prima.	55
Tabla 41. Cursograma analítico actual del proceso de salado.....	56
Tabla 42. Cursograma analítico actual del proceso de remojo y pelambre.....	57
Tabla 43. Cursograma analítico actual del proceso de descarnado.....	58
Tabla 44. Cursograma analítico actual del proceso de dividido.	59
Tabla 45. Cursograma analítico actual del proceso de curtido.	60
Tabla 46. Cursograma analítico actual del proceso de escurrido.....	61
Tabla 47. Resumen del tiempo estándar del proceso productivo.....	62
Tabla 48. Capacidad de producción de la línea de producción - pieles.	63
Tabla 49. Capacidad de producción de la línea de producción - bandas.	64
Tabla 50. Actividades del proceso productivo – Wet Blue.....	65
Tabla 51. Actividades internas y actividades externas del proceso.	66
Tabla 52. Transformación de actividades internas en externas.....	68
Tabla 53. Reducción de los tiempos de las actividades internas y externas.	69
Tabla 54. Proceso de salado - método propuesto 1.....	71
Tabla 55. Proceso de remojo y pelambre - método propuesto 1.....	71
Tabla 56. Proceso de descarnado - método propuesto 1.	72
Tabla 57. Proceso de dividido - método propuesto 1.....	72
Tabla 58. Proceso de curtido 1.....	73
Tabla 59. Proceso de escurrido – método propuesto 1.....	73
Tabla 60. Resumen del tiempo estándar – método propuesto 1.....	74
Tabla 61. Capacidad de producción de la línea de producción – pieles, método propuesto 1.....	76
Tabla 62. Capacidad de producción de la línea de producción – bandas, método propuesto 1.....	76

Tabla 63. Elementos fijos o estáticos del área de ribera.	80
Tabla 64. Elementos fijos o estáticos del área de curtido.	80
Tabla 65. Coeficientes de evolución (k) para cada área de producción.	81
Tabla 66. Superficie básica requerida para el área de ribera.	82
Tabla 67. Superficie básica requerida para el área de curtido.	82
Tabla 68. Tipos de distribución aplicables al área de producción de Curtiduría Pico.	83
Tabla 69. Áreas y proceso del sistema productivo – codificación.	84
Tabla 70. Razones de cercanía.	84
Tabla 71. Simbología del método SLP.	85
Tabla 69. Áreas y proceso del sistema productivo – codificación.	85
Tabla 73. Codificación de colores empleados en el Layout propuesto.	87
Tabla 74. Secuencia de los movimientos propuestos.	88
Tabla 75. Proceso de remojo y pelambre - método propuesto 2.	89
Tabla 76. Proceso de descarnado - método propuesto 2.	90
Tabla 77. Proceso de curtido – método propuesto 2.	90
Tabla 78. Proceso de escurrido – método propuesto 2.	91
Tabla 79. Resumen del tiempo estándar – método propuesto 2.	91
Tabla 80. Capacidad de producción de la línea de producción – pieles, método propuesto 2.	94
Tabla 81. Capacidad de producción de la línea de producción – bandas, método propuesto 2.	94
Tabla 82. Cursograma analítico mejorado del proceso de recepción de materia prima.	99
Tabla 83. Cursograma analítico mejorado del proceso de salado.	100
Tabla 84. Cursograma analítico mejorado del proceso de remojo y pelambre.	101
Tabla 85. Cursograma analítico mejorado del proceso de descarnado.	102
Tabla 86. Cursograma analítico mejorado del proceso de dividido.	103
Tabla 87. Cursograma analítico mejorado del proceso de curtido.	104
Tabla 88. Cursograma analítico mejorado del proceso de escurrido.	105
Tabla 89. Capacidad de producción calculada vs capacidad de producción simulada, situación actual.	108

Tabla 90. Capacidad de producción calculada vs capacidad de producción simulada, situación propuesta 1.....	111
Tabla 91. Capacidad de producción calculada vs capacidad de producción simulada, situación propuesta 2.....	114

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Cursograma sinóptico	6
Figura 2. Cursograma analítico ejemplo	7
Figura 3. Diagrama de recorrido ejemplo	8
Figura 4. Diagrama de relaciones – SLP.....	14
Figura 5. Valores de relaciones – SLP	15
Figura 6. Entorno gráfico del Software Flexsim.....	15
Figura 7. Logotipo de Curtiduría Pico.	22
Figura 8. Ubicación de la empresa: a) Instalaciones físicas, b) Vista satelital.	23
Figura 9. Layout de la distribución actual de Curtiduría Pico.	24
Figura 10. Cuero Wet Blue.	25
Figura 11. Recepción de pieles.	26
Figura 12. Salado de pieles.	26
Figura 13. Operario realizando el proceso de pelambre.	27
Figura 14. Proceso de descarnado.....	28
Figura 15. Clasificado 2 de las pieles.	28
Figura 16. Operarios realizando el dividido de las pieles.	29
Figura 17. Curtido de las pieles.	30
Figura 18. Diagrama de flujo para la fabricación de Wet Blue.	32
Figura 18. Diagrama del proceso para la fabricación del cuero Wet Blue.	39
Figura 20. Diagrama de recorrido del cuero Wet Blue.	41
Figura 21. Capacidad de producción de bandas de Wet Blue en Curtiduría Pico. ...	64
Figura 22. Tiempos de procesamiento situación actual vs situación propuesta 1 - SMED.....	74
Figura 23. Capacidad de producción en bandas de Wet Blue, método propuesto 1 - SMED.....	77
Figura 24. Comparativa de la capacidad de producción en bandas de Wet Blue, método actual vs propuesto 1 - SMED.	77
Figura 25. Diagrama de relaciones – área de producción Curtiduría Pico.	86
Figura 26. Layout de la distribución propuesta para Curtiduría Pico.	87
Figura 27. Diagrama de recorrido propuesto para Curtiduría Pico.....	88

Figura 28. Tiempos de procesamiento situación actual vs situación propuesta 2 – (SMED + Redistribución de planta).....	92
Figura 29. Capacidad de producción en bandas de Wet Blue, método propuesto 2 (SMED + Redistribución de instalaciones).....	94
Figura 30. Comparativa de la capacidad de producción en bandas de Wet Blue, método actual vs método propuesto 2 (SMED + Redistribución de instalaciones)...	95
Figura 31. Comparativa del tiempo estándar, método actual vs métodos propuestos 1 y 2.....	96
Figura 32. Comparativa de la capacidad de producción en bandas de Wet Blue, método actual vs métodos propuestos 1 y 2.....	97
Figura 33. Modelamiento de la situación actual de la empresa.	106
Figura 34. Comportamiento simulado de la situación actual de la empresa.....	107
Figura 35. WIP de la situación actual de la empresa.	108
Figura 36. Modelamiento de la propuesta de mejora 1 - SMED.	109
Figura 37. Comportamiento simulado de la propuesta de mejora 1.	110
Figura 38. WIP de la situación actual de la propuesta 1.	111
Figura 39. Modelamiento de la propuesta de mejora 2 – SMED + Redistribución de instalaciones.	112
Figura 40. Comportamiento simulado de la propuesta de mejora 2.	113
Figura 40. WIP de la situación actual de la propuesta 2.	114

RESUMEN EJECUTIVO

El presente proyecto de investigación tiene como finalidad la ejecución de un estudio de tiempos y movimientos en el proceso productivo de la empresa Curtiduría Pico para el tratamiento de pieles Wet Blue; con el objetivo de mejorar el proceso de producción de la organización.

El diagnóstico de la situación actual del proceso productivo y de las diversas actividades operativas, permite evidenciar que existen tiempos de procesamiento que pueden ser optimizados mediante la estandarización de las operaciones y de la reducción de distancias recorridas por los trabajadores y el material. El estudio de tiempos y movimientos a través del cronometraje acumulativo se lleva a cabo con el fin de minimizar y optimizar el tiempo de las actividades para tratamiento de pieles en Curtiduría Pico.

Finalmente, a nivel global mediante el desarrollo de las propuestas planteadas con la aplicación de la metodología SMED se logra una mejora aproximada del 8.76% en los niveles de productividad, mientras que al aplicar la segunda propuesta de mejora (SMED + Redistribución de planta) la capacidad de producción incrementa en un 20.34% aproximadamente.

Palabras clave: Wet Blue, curtiduría, estudio de tiempos y movimientos, SMED, Redistribución de instalaciones, productividad.

ABSTRACT

The purpose of this research project is to carry out a study of times and movements in the production process of the Pico Tannery for the treatment of Wet Blue leather, with the objective of improving the organization's production process.

The diagnosis of the current situation of the production process and of the various operational activities shows that there are processing times that can be optimized through the standardization of operations and the reduction of distances traveled by workers and material. The study of times and movements through cumulative timing is carried out in order to minimize and optimize the time of the activities for the treatment of skins in Pico Tannery.

Finally, at a global level, through the development of the proposals proposed with the application of the SMED methodology, an approximate improvement of 8.76% in productivity levels is achieved, while by applying the second improvement proposal (SMED + Plant Redistribution) the production capacity increases by approximately 20.34%.

Keywords: Wet Blue, tannery, times and movements study, SMED, facility redistribution, productivity.

INTRODUCCIÓN

El proyecto de investigación titulado: “ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN EN EL TRATAMIENTO DE PIELES EN CURTIDURÍA PICO”, tuvo como propósito fundamental mejorar el proceso productivo de la organización.

En el mundo actual en el que vivimos, las diversas organizaciones de los distintos sectores comerciales y/o industriales se desenvuelven y llevan a cabo sus actividades en entornos mercantiles altamente competitivos; lo que provoca que las organizaciones incurran en la búsqueda de la mejora continua de sus operaciones. El estudio de tiempos y movimientos como una metodología para mejorar los procesos de manufactura y/ o de servicio permite que las empresas aumenten sus niveles de productividad.

En virtud de aquello, el proyecto de investigación es de gran interés para la empresa Curtiduría Pico, pues al aplicar métodos adecuados en sus instalaciones como el estudio de tiempos se puede estandarizar sus procesos y aumentar la capacidad de producción que presenta la organización asignando el tiempo que un operario debe dedicar a una o varias actividades dentro del proceso de producción.

Es importante realizar un estudio de tiempos, ya que permite conocer el estado actual de los procesos en la producción. Y por consiguiente presenta beneficios significativos enfocados en la organización y estandarización de operaciones, eliminando los procesos y tiempos improductivos o no necesarios al momento de ejecutar una tarea en el proceso de producción, factores que son relevantes y que no dan valor agregado al producto.

De igual manera la investigación tiene impacto positivo para la empresa Curtiduría Pico y sus procesos, debido a que el tiempo empleado en una actividad presenta una relación directa con los niveles de productividad, uso de materia prima, combustibles, entre otras. En conclusión, al realizar un estudio de tiempos se puede mejorar el estado económico de la organización al incurrir en menos costos y generar más ingresos por minimizar tiempos o tareas innecesarias en el proceso de manufactura.

Para concluir la investigación fue factible, porque se podrá realizar el estudio del problema planteado en las instalaciones de la empresa Curtiduría Pico, lo cual facilitará el desarrollo de la investigación complementándola con la utilización de equipos y recursos necesarios para su ejecución, así como recursos bibliográficos. Por otra parte, se cuenta con el apoyo de docentes especializados en campo de estudio planteado y con la información que se podrá recolectar en la empresa.

A través de este estudio, se desarrolló una propuesta con la que se logre el mejoramiento de los procesos de producción en el tratamiento de pieles en Curtiduría Pico.

Mediante la aplicación de la metodología SMED se pretende reducir los tiempos de procesamiento y de ciclo del proceso productivo ya sea convirtiendo operaciones internas en externas o eliminando actividades que no agregan valor al producto, de tal manera que obtenga mayores de productividad.

Por otra parte, se analiza la situación actual de la distribución de las instalaciones del área de producción de la organización y de sus procesos con la finalidad de identificar los posibles defectos o interrupciones en el flujo de los materiales, de modo que se pueda desarrollar una distribución de planta eficiente en la que los materiales fluyan continuamente a la hora de fabricar el cuero Wet Blue.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Tema de investigación

“ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN EN EL TRATAMIENTO DE PIELES EN CURTIDURÍA PICO”

1.2 Antecedentes Investigativos

En la actualidad todo tipo de industrias han puesto su visión en la búsqueda de herramientas para la mejora continua, de modo que se mantengan competitivas y flexibles con respecto a las exigencias que demanden los mercados para cumplir con las expectativas de los clientes y satisfacer sus necesidades [1].

De acuerdo con lo antes mencionado, en el estudio realizado por Hidalgo y Meléndez [2], direccionan su estudio en la Curtiduría Hidalgo en la que implementaron un caso de estudio de tiempos y movimientos para incrementar la productividad de la empresa. De tal manera que en esta investigación lograron identificar las variables que retrasan la producción, que disminuyen la calidad de los productos y negativamente afectan a los costos de operación a causa de los desperdicios exagerados de los recursos. Luego de su análisis los autores lograron estandarizar y controlar los tiempos de operación alcanzando una mejora en la productividad incrementándola a un 73,74%.

Por otro lado, en la investigación realizada por Graus y Zavela [3], enfocan su estudio en el área de producción de la empresa Curtiduría León de Juda E.I.R.L., en la que mediante a la implementación de un estudio de tiempos y movimientos lograron aplicar mejoras en la productividad de la empresa, de modo que los autores establecieron los estándares de tiempo para el proceso de fabricación, reduciendo con esto el tiempo de uso horas-hombre de 3,66 horas-hombre a 2,43 horas-hombre. Del mismo modo en este análisis se incrementó en un 33,41% la utilización de las horas-hombre por pie cuadrado de cuero; dando como resultado que se mejore los niveles de productividad en un 12.77%.

En el trabajo desarrollado por Bernate y Betancourt [4], en la Curtiembre del Cerrito (Colombia); los autores diagnosticaron variables productivas para la mejora de los procesos y están se centran en la medición y en el método de producción con índices de cumplimiento de 27% y 39% respectivamente. Esta investigación mostro que la empresa no contaba con tiempos de producción para ningún producto y esto en conjunto con la carencia de procesos estandarizados y/o formalizados. Posteriormente a la aplicación de su propuesta de mejora en las operaciones productivas de esta empresa, los autores incrementaron los niveles de productividad hasta 576 unidades por mes.

Finalmente, Pinto [5] en su estudio realizado en la empresa Curtiembre S.A.S. (Bucaramanga), desarrolla un estudio de tiempos y movimientos, en conjunto con técnicas como DOFA, 5S's y teoría de restricciones para incrementar la productividad de esta empresa. De modo que al aplicar las mejoras en el sistema productivo el autor mejoro la efectividad de la producción pasando de una producción de 120 hojas de cuero por hora a 135 hojas de cuero por hora. Este impacto positivo para la empresa se fundamentó en la creación de manuales de procedimiento para generar procesos documentados y estandarizados para aumentar la efectividad de las actividades.

1.2.1 Contextualización del problema

La Organización Internacional del Trabajo (OIT) señala que los tiempos de improductividad que se presentan en las organizaciones son inherentes a los trabajadores y a la direcciones, a nivel mundial los tiempos improductivos son un problema de relevancia en industrias manufactureras o de servicio pues la gran mayoría de obreros realizan tareas o trabajos por obligación y por consiguiente ejecutan dichas actividades con lo necesario por lo que pierden el interés en el sobresalir de la empresa u organización [6].

Por otra parte, a nivel internacional se sabe que empresas conocidas como Toyota, General Electric, Ford, entre otras han alcanzado a reducir los tiempos de improductividad que se encontraron en sus procesos, logrando que estos tiempos sean casi nulos, pues cuentan con la colaboración de la alta dirección así como del personal que se encuentra distribuido en cada una de las áreas y en cada uno de los procesos de producción. Así mismo en este tipo de industrias los procesos son controlados y

estandarizado por lo que se logra la optimización en la producción y maximizando su capacidad, por otra parte estos beneficios se dan debido a que los empleados son especializados en ciertas tareas y/o actividades de manera que practican eficacia y eficiencia en cada actividad que les son encomendadas [7].

Desde otra perspectiva, las empresas se han comprometido con la búsqueda de la mejora continua para sus procesos, de modo que puedan subsistir en el mercado. A través del estudio de tiempos y movimientos se han podido generar nuevas formas y metodologías para realizar un trabajo, de tal manera, que los productos o servicios finales sean prestados sin demoras a los clientes, gracias a la eliminación de operaciones ajenas a la productividad [8].

En el Ecuador gran porcentaje de organizaciones presentan en sus procesos actividades infructuosas, es decir actividades que no generan ningún impacto positivo para las empresas, debido a que comúnmente estas actividades se relacionan con tiempos improductivos, dando paso a que los niveles de capacidad productiva sean muy bajos [9]. Por lo que, para compensar estos factores negativos las organizaciones han optado por aplicar estudios de tiempos y movimientos en sus procesos productivos para mejorar sus operaciones y garantizar la optimización de los recursos materiales y humanos [10].

Al hablar de un contexto general de las industrias, en gran parte de ellas existen problemas relacionados con el retraso en la entrega de los pedidos de los clientes, debido a la presencia de tiempos ajenos a la producción y de los cuellos de botella en las operaciones; lo que dificulta que la producción se desarrolle y avance de una forma normal [11].

Por otra parte, el crecimiento empírico de la organización ha causado que en las instalaciones de las empresas existan distancias largas recorridas por los trabajadores, materiales, herramientas y productos; generando niveles de productividad bajos y costos de producción muy altos. Estos aspectos altamente negativos aparecen en las organizaciones en donde no se han realizado estudios adecuados sobre los métodos de trabajo y por ende los trabajadores realizan operaciones y movimientos innecesarios dando origen a tiempos improductivos, provocando que la capacidad productiva de las empresas se vea reducido [12].

De igual manera en las organizaciones dedicadas al tratamiento de pieles y cueros es evidente presenciar la cantidad de tiempos improductivos en sus procesos; generados a causa de una mala distribución de planta, a la utilización de métodos de trabajado deficientes y la poca importancia que se le da a los principios ergonómicos en los mobiliarios que emplean los operarios, limitando con aquello la capacidad de producción de las empresas e incumpliendo con los pedidos de los clientes [13].

Curtiduría Pico es una empresa orgullosamente ambateña fundada por el ingeniero Alonso Pico en el año 1993, inicialmente se ubicaba en la Av. Bolivariana y se dedicaba a la fabricación de cuero para el mercado nacional. En el año 2004 adquiere nueva maquinaria con la finalidad de crecer y mantenerse competitiva en el mercado, en este mismo año la empresa comenzó a fabricar Wet Blue (conocido así por el color azul claro que obtiene el cuero cuando se le aplica las sustancias propias de la curtición, normalmente, sales y ácidos de cromo) para su exportación. En el año 2014 se incrementaron sus niveles de producción y comercialización, para el año 2015 la empresa duplicaba sus ventas y exportaciones, por lo que la empresa busca adaptarse a los requerimientos más exigentes de los mercados nacionales y extranjeros. Hoy en día Curtiduría Pico pone a disposición de sus clientes los siguientes tipos de cueros: cuero Wet Blue, Cuero Serraje y el cuero Nobuk.

Sin embargo, este crecimiento se ha venido dando de forma empírica en la manera de realizar sus procesos productivos. Actualmente, la empresa se ve afectada de forma directa en su planificación de la producción, porque la Curtiduría Pico no cuenta con un estudio de tiempos y movimientos para la optimización de sus procesos y actividades productivas; lo que ha causado que se generen cuellos de botella, tiempos improductivos, tiempos de ocio exagerados o tiempos muertos; factores que se han convertido en obstáculos que impiden que la empresa pueda alcanzar una mejora de la productividad de sus operaciones, derivándose en bajos niveles de competitividad dentro de su mercado, puesto que existe desorden en su área de producción, a la par de que los operarios realizan desplazamientos muy largos entre las distintas etapas del proceso productivo, causando que la capacidad de producción del procesamiento de pieles sea reducido y todo esto en conjunto se plasme en pérdidas económicas para la empresa.

1.2.2 Fundamentación teórica

Estudio del trabajo

Se trata de la evaluación de las condiciones de un sitio de trabajo, de modo que se generen la oportunidad para aprovechar el esfuerzo humano, con el fin de obtener eficiencia en el uso de los recursos. Esta evaluación se refiere al lugar donde se desempeña el operario y a las condiciones que está expuesto como fatiga, ruido, iluminación, temperatura, orden y limpieza [14].







Diagramas para el estudio de trabajo

Son esquemas que representan de forma gráfica la secuencia de un proceso y permiten tener una idea clara de cómo se realiza un determinado método de trabajo [15].

Símbolos empleados

Para todos los esquemas gráficos presentados anteriormente se emplea a simbología ASME para la visualización grafica de los procesos, véase la Tabla 1 [16].

Tabla 1. Simbología ASME para diagramas en el estudio de tiempos [16].

Actividad	Símbolo	Detalle
Operación		Representa un cambio sobre el terminado del producto
Inspección		Se basa en la revisión o comprobación de algún criterio
Transporte		Indica el traslado físico de punto a punto siendo de un trabajador producto o materiales.
Espera		Representa un tiempo de espera de un evento.
Almacenamiento		Indica cuando un objeto es ingresado en un almacén para ser tratado en tiempo futuro.
Operación combinada		Muestra la existencia de varias actividades en el mismo tiempo.

Cursograma sinóptico

Es una herramienta que representa de forma sistemática la secuencia de las operaciones de un proceso que son ejecutadas por un trabajador. En este tipo de diagramas se representan las operaciones, inspecciones y materiales usados en el proceso; esta herramienta permite el análisis de errores y mejoras que se pueden presentar en un proceso [17], su representación se muestra en la Figura 1.

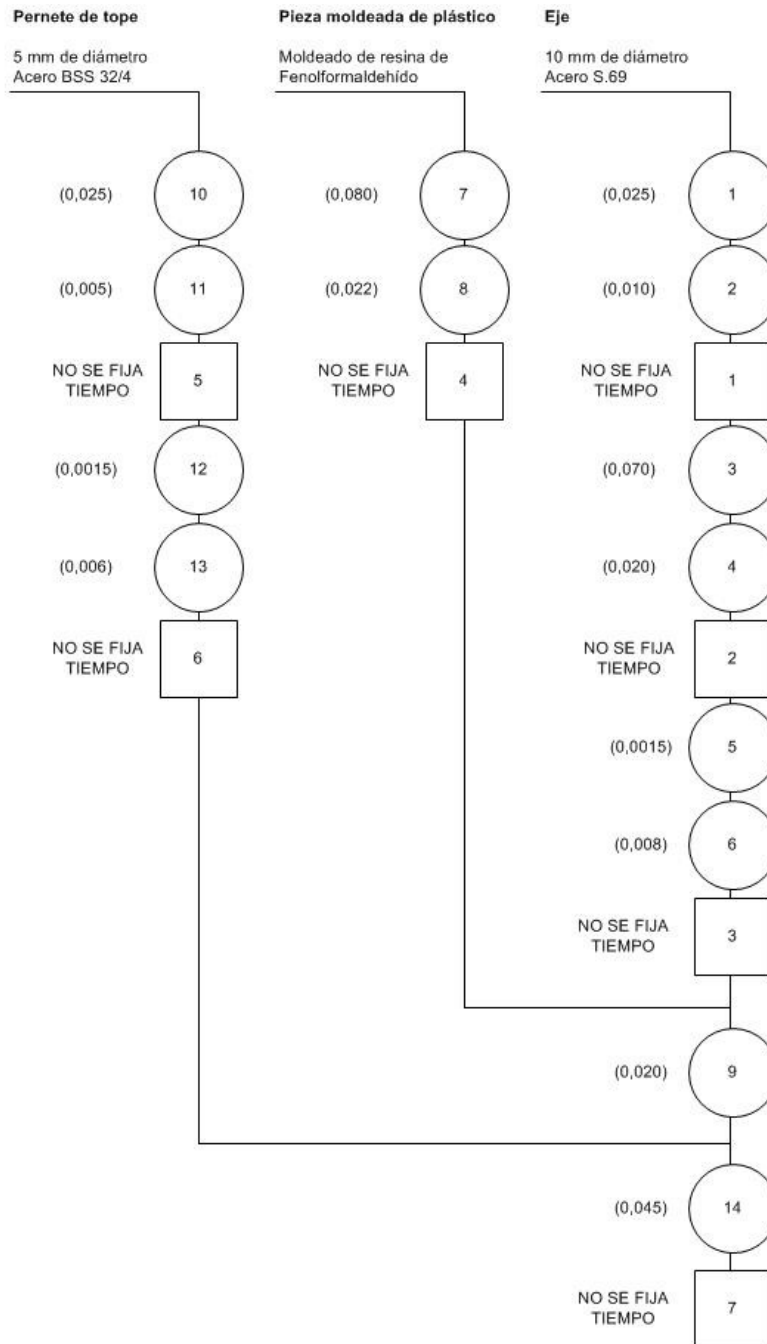


Figura 1. Cursograma sinóptico [18].

Cursograma analítico

Indican la secuencia lógica de las tareas interrelacionadas de los procesos de producción, desde la llegada de la materia prima hasta la entrega de productos finales. Este tipo de diagrama se utiliza para la identificación de actividades y/o periodos no productivos como retrasos, esperas, almacenamientos y traslados de un artículo dentro de la producción, su esquema se presenta en la Figura 2 [19].

CURSOGRAMA ANALÍTICO DIAGRAMA DE PROCESOS DE FLUJO													
DEPENDENCIA:					CÓDIGO PRODUCTO:								
PROGRESO:													
FECHA:			PREPARADO POR:			PÁGINA:		DE:					
INICIO:					TERMINACION:								
DETALLES DEL PROCESO		HOMBRE: <input type="checkbox"/>		OPERACION	TRANSPORTE	INSPECCIÓN	ESPERA	ALAMACENAJE	OBSERVACIONES	ELIMINAR	COMBINAR	CAMBIAR	SIMPLIFICAR
ACTUAL: <input type="checkbox"/>	PROPUESTO: <input checked="" type="checkbox"/>	MATERIAL: <input type="checkbox"/>											
01	Almacén de Materia Prima (Frutas y conservantes)												
02	Fruta es transportada al área de despulpe.												
03	Almacén de Envase.												
04	Envase es transportado al área de llenado.												
05	Fruta es despulpada en el área de despulpe.												
06	Pulpa de fruta es transportada al área de centrifugado.												
07	Pulpa de fruta es centrifugada en el área de centrifugado.												
08	Jugo de Fruta es transportado al área de pasteurización.												
09	Jugo de Fruta es pasteurizado en el área de pasteurización.												
10	Jugo de Fruta es transportado al área de llenado.												
11	Jugo de Fruta es envasado y tapado en el área de llenado.												
12	Envase lleno es transportado al almacén de producto terminado.												
13	Envase lleno es almacenado en el almacén de Producto terminado.												

Figura 2. Cursograma analítico ejemplo[6].

Diagrama de recorrido

En la Figura 3, se muestra un diagrama de recorrido y es un modelo en donde se pueden visualizar de forma precisa donde y como se realizan las tareas en unión con la

representación de la distribución de la planta de una empresa. Este tipo de diagramas detalla la trayectoria de los materiales, operarios, equipos o información [17].

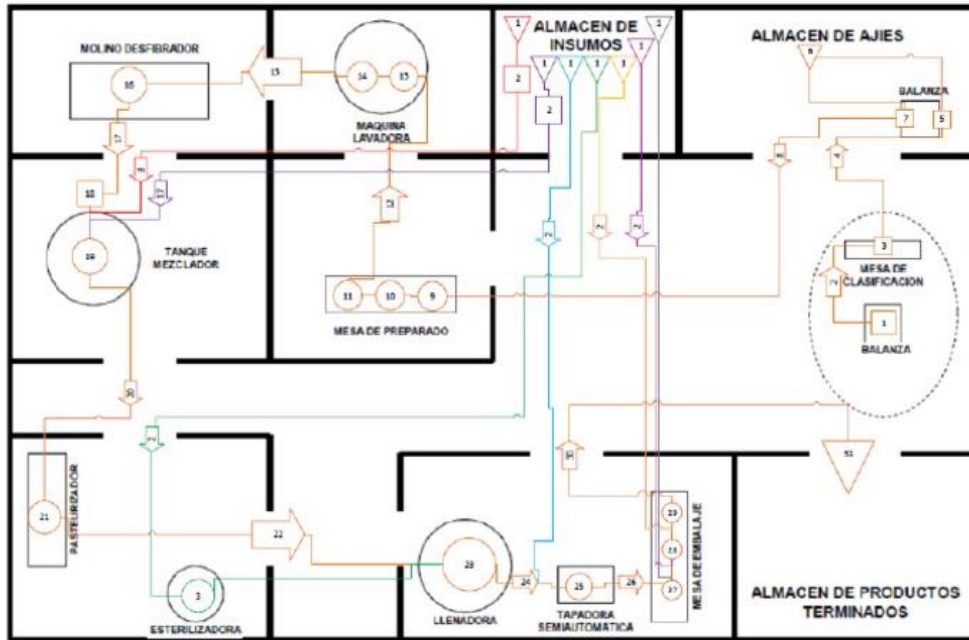


Figura 3. Diagrama de recorrido ejemplo [19].

Estudio de tiempos y movimientos

Es una técnica empleada para la medición del trabajo y tiene por objetivo hallar la forma en la que se realice un trabajo de forma más eficiente, partiendo desde la percepción de tiempos y movimientos ineficientes la realizar una tarea [20].

Por una parte el estudio de tiempos ayuda a la verificación del estudio de movimientos con respecto a la aplicación de un nuevo método de trabajo; en el que existirá una reducción de tiempos. Su resultado sirve para establecer un estándar de toda la producción y de sus actividades [21].

Pasos para llevar a cabo un estudio de tiempos

Para realizar de manera adecuada y estructurada un estudio de tiempos se sigue la siguiente secuencia de pasos, que se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. Etapas para realizar un estudio de tiempos [22].

Nº	Etapas	Detalle
1	Selección de la operación a estudiar	Se establece las actividades a medir. Además se selecciona al operador con un desempeño promedio y se comprueba el método actual de trabajo.
2	Registrar la información	Se basa en el conocimiento de la información pertinente a las tareas que realiza el operario y a las condiciones en las que se desenvuelve, con la finalidad de registrar dicha información.
3	Comprobación el método	En esta fase se normaliza el procedimiento de forma escrita, en el que se detalla el método de trabajo para realizar una determinada operación.
4	Descomposición de las tareas en elementos	Finalmente se descompone las tareas en elementos con el propósito de facilitar su observación, su medición y su análisis.

Para por efectuar un estudio de tiempos es necesario recurrir a la utilización de un equipamiento mínimo compuesto de un cronometro, un tablero de anotación y de una calculadora. Para el estudio de tiempos con cronometro en primer lugar se debe especificar el tamaño de la muestra para el estudio y se lo ejecuta de acuerdo con el número de observaciones [23]. Para el estudio de tiempos con cronometro existen dos métodos, como se detalla a continuación:

- **Cronometraje vuelta a cero:** en este método se realiza una medición y al terminarla se registra la medición, para que posteriormente se vuelva a cero el cronometro; esta forma de medición es más demorosa y presenta menor grado de exactitud [23].
- **Cronometraje acumulativo:** al emplear este método, al iniciar la medición de las actividades el cronometro ya no es reiniciado, sino que se deja que siga su conteo progresivo pero cada vez que se culmine la medición de un elemento se debe marcar su final mientras el tiempo se siga acumulando. Para obtener la medidad de cada elemento se realizan restas con la anterior medición acumulativa. Este método es considerado más exacto frente al método anterior, debido a que no se tiene pérdidas de tiempo al tener que volver a cero al instrumento de medida [23].

Número de observaciones

En la Tabla 3, se muestra el criterio de la General Electric para realizar el muestro de numero de observación que se deberán realizar en el estudio de tiempos [24].

Tabla 3. Número recomendado de ciclos de observación, según General Electric [24].

Tiempo de ciclo (minutos)	Número de observaciones recomendadas
0.10	200
0.25	100
0.50	60
0.75	40
1.00	30
2.00	20
2.00 a 5.00	15
5.00 a 10.00	10
10.00 a 20.00	8
20.00 a 40.00	5
40 o más	3

Valoración del ritmo

Según la escala de valoración británica (obsérvese la Tabla 4), se puede definir un ritmo tipo de un trabajador según la descripción de su desempeño, por lo general para una apreciación promedia el trabajador debería encajar en un valor de 100, y este valor es usado para ser multiplicado por el tiempo observado para obtener el tiempo normal [25].

Tabla 4. Ritmo de trabajo según la escala de valoración británica [25].

0-100	Descripción del desempeño	Velocidad de marcha [km/h]
0	Actividad nula.	
50	Es un obrero muy lento, realiza movimientos torpes e inseguros, el operador parece estar medio dormido.	3.2
75	Constante, resuelto y sin prisa, como un operador no pagado a destajo, pero es vigilado y dirigido.	4.8
100 (ritmo tipo)	Obrero calificado promedio; es activo y capaza, pagado a destajo.	6.4
125	Muy rápido; el operador realiza las actividades con mucha seguridad, coordinación y destreza, está en gran porcentaje arriba de un operador calificado promedio.	8.0
150	Extremadamente rápido; esfuerzo y concentración intensos, probabilidad de durar periodos largos casi nula. Actuación que es alcanzada por muy pocos trabajadores.	9.6

Suplementos

La energía y esfuerzo que necesiten los trabajadores para llevar a cabo una actividad debe reducirse siempre al mínimo, mediante la aplicación y el perfeccionamiento de los nuevos métodos y procedimientos de trabajo. No obstante, al haber ideado métodos más prácticos el trabajo aun requerirá un esfuerzo humano, por lo tanto, se deben proveer suplementos que compensen la fatiga y el descanso [26].

Para esta investigación se empleará el criterio de suplementos emitida por la Organización Internacional del Trabajo, como se muestra en el Anexo 1 de este documento.

Tiempo normal

Este valor se calcula a través de un tiempo promedio observado por el índice de desempeño. Este resultado es el tiempo empleado por un operador para realizar una actividad sin considerar sus suplementos [27]. Para su cálculo se emplea la ecuación 1.

$$Tn = \overline{TO} \times ID \quad (1)$$

Tn = Tiempo normal

\overline{TO} = Tiempo observado promedio

ID = Índice de desempeño.

Tiempo estándar

Es el valor necesario y justo que emplea un trabajador capacitado y calificado que trabaja a un ritmo normal, tomando en cuenta sus suplementos para ejecutar una variedad de tareas de un proceso productivo, en la ecuación 2 se presenta su expresión para hallar su valor numérico [28].

$$Ts = Tn \times \left(1 + \frac{\sum \text{Suplementos}}{100} \right) \quad (2)$$

Mejoramiento de los procesos de producción

El mejoramiento de los procesos de producción consiste en la optimización de la efectividad y de la eficiencia de las actividades, de modo que se mejore también sus controles operacionales. Por otra parte, al mencionar el mejoramiento de los procesos se habla de cambiar y/o modificar un proceso de tal manera que se lo vuelva más efectivo, eficiente y adaptable con la ideología de cumplir o superar las expectativas de los clientes [29].

Mediante el mejoramiento continuo de los procesos se logra que las organizaciones y sus sistemas sean más productivos y a la vez competitivos dentro de sus respectivos mercado [29].

Es por esta razón, que las empresas deben analizar sus procesos, de manera que se puedan detectar anomalías o inconvenientes para poder mejorarlos o corregirlos. A través del mejoramiento de los procesos las organizaciones pueden crecer dentro de su mercado e incluso liderarlos; puesto que al implementar esta técnica las empresas consiguen mejoras a corto plazo con resultados visibles como: el incremento de los niveles de productividad, la adaptabilidad de los procesos a los avances tecnológicos y la eliminación de procesos repetitivos [29].

Distribución de instalaciones

La distribución de instalaciones, de planta o también denominada distribución de Layout, es una terminología estrechamente ligada con la disposición de bodegas, maquinas, estaciones de trabajo, pasillo y entre otros; con el propósito de organizar de mejor manera el método de trabajo, de tal manera que se asegure una fluidez de los materiales, de la información y de las personas dentro de un entorno de producción [30].

El principal objetivo de una distribución de planta es la de identificar un orden lógico y secuencial de las operaciones, de modo que:

- Se reduzcan los riesgos y daños a la salud de los trabajadores mediante la eliminación de equipos, materiales o herramientas en zonas de circulación como pasillos.
- Se mejoren las condiciones ambientales de los puestos de trabajo.
- Se optimice la utilización del espacio para los distintos puestos de trabajo, a partir de la reducción de los recorridos excesivos en la producción.
- Reducción del trabajo en proceso (WIP), al tener una secuencia lógica de las operaciones se reduce el tiempo de permanencia e inventarios temporales entre los proceso o estaciones de trabajo.
- Optimización del tiempo de procesamiento.
- Disminución de la confusión o congestión al eliminar entre cruce de operaciones o procesos [31].

Metodología SMED

SMED (Single-Minute Exchange of Die) es una metodología con un conjunto de técnicas que hace posible realizar la preparación del equipamiento y las operaciones de cambio por debajo de 10 minutos (en el rango de un simple dígito). El Método SMED fue desarrollado originalmente para mejorar las preparaciones de prensas y máquinas herramienta, pero sus principios se aplican a los cambios en todo tipo de procesos. Puede no ser posible alcanzar el rango de un simple dígito para todas las preparaciones, pero, aun así, se reducen drásticamente los tiempos de preparación en casi todos los casos (beneficios para la empresa y los trabajadores) [32].

SMED es una herramienta eficaz para eliminar los desechos y aumentar la productividad, eficiencia, rentabilidad y competitividad de la empresa, sea esta de manufactura o de servicios. Su implementación permite que los negocios optimicen sus procesos, funcionen más rápido y produzcan productos de mejor calidad. Esta técnica brinda a las organizaciones los siguientes beneficios [33].

- Aumento de la flexibilidad para producir diversos productos.
- Reducción de los desperdicios.
- Aumento de la productividad.
- Reducción de los defectos causados por los arranques de proceso.

- Reducción de los tiempos de entrega [33].

Para el desarrollo de la metodología se deben ejecutar los siguientes pasos o fases:

- Analizar la actividad sobre la que se va a centrar el taller SMED.
- Separar lo interno de lo externo.
- Organizar actividades externas.
- Convertir lo interno en externo.
- Reducir los tiempos de actividades internas y externas.
- Realizar el seguimiento [33].

Método SLP

Systematic Layout Planning por sus siglas en inglés o Planeación Sistemática de la Distribución es un método que permite ubicar a las áreas productivas de una organización con una gran relación lógica y de frecuencia de cercanía entre sí [34]. Esta metodología cuenta con seis pasos:

- **Fase I:** en esta fase se realiza el diseño del diagrama de relaciones, para identificar y determinar las relaciones existentes entre las diferentes áreas de trabajo. Este diagrama representa el nivel relativo de cercanía que se requiere establecer en la distribución. En la Figura 4 se presenta la esquematización de este tipo de diagramas [35].

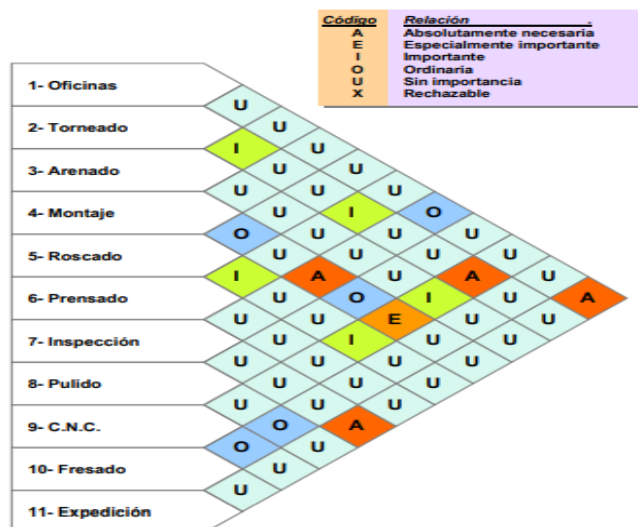


Figura 4. Diagrama de relaciones – SLP [13].

- **Fase II:** aquí se definen las necesidades de espacio en unidades o superficies cuadradas [35].
- **Fase III:** esta etapa se elabora el diagrama de relaciones entre las actividades, mediante una representación gráfica en la que se detallan las actividades de mayor importancia hasta las de menos importancia. En la Figura 5, se muestra la simbología y valoración necesaria para la ejecución de este paso [36].

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

Figura 5. Valores de relaciones – SLP [36].

- **Fase IV:** se compactan las fases anteriores en el plano de la organización, además el analista debe considerar las restricciones de espacio de la planta [37].
- **Fase V:** aquí se evalúan las alternativas de distribución y se debe identificar aquella que brinde mayores beneficios al proceso de producción.
- **Fase VI:** se instala la distribución [37].

Software Flexsim

En un software de simulación de eventos con el que se modela, analiza y visualiza los procesos industriales de cualquier índole gracias a su entorno de simulación 3D.

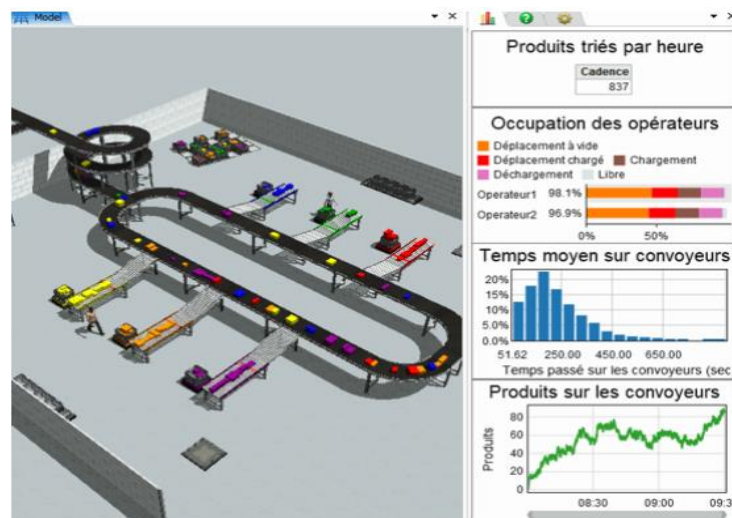


Figura 6. Entorno gráfico del Software Flexsim.

Además, permite visualizar y probar cambios en las operaciones, en la logística y en el manejo de los materiales; evitando: altos costos, tiempos extensos de experimentación debido a los cambios en el entorno real y su análisis por prueba y error. En la Figura 6, se puede observar el entorno gráfico de este software [38].

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

- Determinar los tiempos y movimientos para el mejoramiento de los procesos de producción en el tratamiento de pieles en Curtiduría Pico.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Diagnosticar las actividades y procesos de producción que se realizan en el tratamiento de pieles en Curtiduría Pico.
- Establecer los movimientos y tiempos de operación de los procesos de producción en el tratamiento de pieles en Curtiduría Pico.
- Plantear una propuesta que permita el mejoramiento de los procesos de producción en el tratamiento de pieles en Curtiduría Pico.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1 Materiales

Para el desarrollo de la investigación se emplearon los siguientes materiales, técnicas, equipos e instrumentos, véase la Tabla 5.

Tabla 5. Materiales, equipos e instrumentos empleados en la investigación.

Detalle	Imagen	Descripción
Computador		Empleado para la recolección, análisis, procesamiento e interpretación de la información.
Microsoft Word		Software utilizado para el análisis y procesamiento de los datos e información.
Microsoft Excel		Software utilizado para el análisis y procesamiento de los datos e información.
AutoCad		Software usado para el diseño del Layout de la empresa.
Cronómetro		Instrumento empleado para la toma de tiempos del proceso productivo.
Decámetro		Instrumento usado para obtener las dimensiones de la empresa, la distancia entre operaciones y entre otras dimensiones de interés.
Cámara Fotográfica		Utilizada para evidenciar ciertos aspectos relevantes para el estudio.
Software Flexsim		Software utilizado para la simulación y evaluación de la propuesta de mejora.

2.2 Métodos

2.2.1 Modalidad de la investigación

Para estudiar el problema presente en la empresa Curtiduría Pico se emplearon las siguientes modalidades de investigación:

Investigación Bibliográfica – Documental

Este tipo de investigación se empleó debido a que se va a utilizar fuentes bibliográficas de fuentes confiables, es decir: artículos científicos, libros, revistas, entre otros; para recopilar parámetros y criterios de desde distintos puntos de vista de autores que analizaron casos similares al tema propuesto, con el fin de brindar un apoyo sustentable a la investigación. Así como también fuentes documentales empresariales.

Investigación de campo

La investigación se sustentó en esta modalidad porque se llevó a cabo IN SITU, es decir en las instalaciones de la empresa Curtiduría Pico, para obtener información relevante de los procesos de producción de cueros y de su entorno/ambiente de trabajo, mediante la aplicación de observaciones, apuntes, fotografías.

2.2.2 Población y muestra

Población

Actualmente, en el proceso de tratamiento de pieles y cueros de la empresa Curtiduría Pico se involucran 9 operarios.

Muestra

Como el valor numérico de la población representa una cantidad inferior a 100, se toma como muestra al cien por ciento de la población y por tal razón no será necesario aplicar algún método de muestreo en esta investigación. Por otro lado, los procesos que se analizaran en el presente estudio se exhiben en la Tabla 6.

Tabla 6. Etapas del proceso productivo de la Curtiduría Pico.

Proceso	Actividad	Operarios	Observación
Recepción de materia prima	Los operarios desembarcan todas las pieles que se usará como materia prima	2	
Remojo	Se lavan las pieles para eliminar residuos de sangre y suciedad que estas pieles contienen	3	
Pelambre	Se procesa las pieles de tal manera que se elimina los pelos que estas contienen	2	
Descarnado	Se busca eliminar el exceso de carne y grasa que contienen las pieles	2	
Dividido	El cuero necesita tener un grosor determinado por lo cual este proceso permite reducir hasta alcanzar la medida deseada	1	El trabajador que se encontraba en el proceso de recepción se traslada al proceso de dividido
Curtido	Proceso en el cual se hace un tratamiento a las pieles para evitar que un futuro esta se descomponga	1	El trabajador que se encontraba en el proceso de recepción se traslada al proceso de curtido
Ecurrido	Proceso con el cual se logra eliminar el exceso de líquidos que estas pieles pueden contener	2	Dos de los trabajadores que se encontraban en el proceso de remojo se trasladan al proceso de escurrido

2.2.3 Recolección de información

Para recolectar la información ligada al proceso productivo se emplearán las siguientes técnicas, herramientas e instrumentos, véase a Tabla 7.

Tabla 7. Técnicas y herramientas para la recolección de la información.

Técnica	Descripción	Herramienta/Instrumento
Observación directa	Para observar el proceso productivo del cuero.	- Cuaderno para apuntes. - Fotografías/videos. - Matrices de observación. - Check list.
Entrevista en modalidad abierta	Dirigida a los operarios, para obtener información de importancia con respecto a cada uno de los procesos productivos.	- Cuestionario. - Grabadora. - Check list.
Mediciones	Para obtener el valor numérico de las distancias entre áreas operativas y el valor numérico del tiempo empleado encada actividad.	- Matriz para la recolección de mediciones. - Cursograma analítico. - Cronometro - Decámetro. - Check list.

Tabla 7. Técnicas y herramientas para la recolección de la información.

Técnica	Descripción	Herramienta/Instrumento
Estudio de tiempos y movimientos	Medio por el cual se resolverá el problema presente en la empresa.	- Diagramas de proceso. - Diagramas de recorrido. - Cálculo del tiempo normal del proceso. - Cálculo de suplementos. - Cálculo del Ts (tiempo estándar). - Check list.

2.2.4 Procesamiento y análisis de datos

La información y los datos obtenidos se analizaron y procesaron así:

- Revisión de la información recolectada.
- Registro de a información cualitativa del proceso productivo para la obtención del cuero a través del software de procesamiento Microsoft Word.
- Registro de la información cuantitativa del proceso de producción, por medio del software de procesamiento Microsoft Excel.
- Tabulación de los datos numéricos con su respectiva representación gráfica.
- Análisis e interpretación de los resultados.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Análisis y discusión de los resultados

Para el desarrollo de la investigación se realizaron las siguientes actividades relacionadas con cada uno de los objetivos específicos planteados en el estudio, como se muestra a continuación:

- Recopilación de la información general de la empresa.
- Identificación del proceso productivo para la fabricación de cueros en la empresa Curtiduría Pico.
- Descripción de las actividades y condiciones actuales de los procesos.
- Desarrollo de diagramas para la representación del proceso: diagramas de recorrido, procesos, entre otros.
- Selección del producto más representativo de la empresa.
- Selección de la metodología, instrumentos y de los métodos de medición.
- Toma de tiempos de cada uno de los procesos productivo para la fabricación de cuero.
- Ejecución de los cálculos relacionadas al estudio de tiempos y movimientos.
- Elaboración de la propuesta de mejoramiento de los procesos de producción en el tratamiento de pieles y en Curtiduría Pico, en la que se eliminen tiempos y movimientos ajenos a la producción.
- Elaboración del informe final con los resultados obtenidos.

3.2 Análisis y diagnóstico de la situación actual de Curtiduría Pico

Curtiduría Pico es una empresa orgullosamente ambateña fundada por el ingeniero Alonso Pico en el año 1993, inicialmente se ubicaba en la Av. Bolivariana y se dedicaba a la fabricación de cuero para el mercado nacional. En el año 2004 adquiere nueva maquinaria con la finalidad de crecer y mantenerse competitiva en el mercado, en este mismo año la empresa comenzó a fabricar Wet Blue (conocido así por el color azul claro que obtiene el cuero cuando se le aplica las sustancias propias de la curtición,

normalmente, sales y ácidos de cromo) para su exportación. En la Figura 7 se observa el logotipo de la empresa.



Figura 7. Logotipo de Curtiduría Pico.

En el año 2014 se incrementaron sus niveles de producción y comercialización, para el año 2015 la empresa duplicaba sus ventas y exportaciones, por lo que la empresa busca adaptarse a los requerimientos más exigentes de los mercados nacionales y extranjeros. En la actualidad a causa de la pandemia de Covid-19 Curtiduría Pico pone a disposición de sus clientes el cuero Wet Blue.

3.2.1 Información general de la empresa

Actualmente las instalaciones de la empresa Curtiduría Pico, se encuentran ubicadas en la provincia de Tungurahua, cantón Ambato, parroquia Izamba, Avenida Indoamérica y Guanajuato. En la Tabla 8, se muestra información adicional de la empresa.

Tabla 8. Información de contacto de Curtiduría Pico.

Curtiduría Pico	
Razón social	Curtiduría Pico
R.U.C	1891748465001
Propietario/Gerente	Gilberto Alonso Pico Toasa
Actividad	Fabricación de cueros regenerados, aovados mineral o químicamente
Categoría	Microempresa
Provincia	Tungurahua
Ciudad	Ambato
Teléfono	0969913262
Correo	curtiduriapico@hotmail.com

En la Figura 8, se muestra: a) las instalaciones físicas de la empresa, en conjunto con su b) ubicación actual.



Figura 8. Ubicación de la empresa: a) Instalaciones físicas, b) Vista satelital.

Misión

Curtiduría Pico tiene como misión realizar el mejor tratamiento del cuero para la post-comercialización, asegurando una excelente calidad para satisfacer las necesidades de los clientes nacionales y extranjeros. A fin de contribuir al desarrollo del país y brindar una gran satisfacción a los clientes.

Visión

La visión de Curtiduría Pico es llevar sus productos a un alto nivel de calidad y excelencia para convertirse en un líder del mercado en la producción de cuero nacional e internacional. El compromiso de la empresa es lograr que el cliente quede satisfecho con el producto entregado.

3.2.2 Layout de la distribución actual de la empresa

En la Figura 9 se muestra la distribución actual de Curtiduría Pico, a continuación en la Tabla 9, se exhibe la descripción de los colores codificados para la identificación de los detalles mostrados en el Layout de la empresa.

Tabla 9. Codificación de colores empleados en el Layout de la empresa.

Layout Curtiduría Pico	
Código de color	Descripción
	Área de despacho
	Salado
	Remojo y pelambre
	Curtido
	Áreas o plataformas donde reposan las pieles para ser procesadas

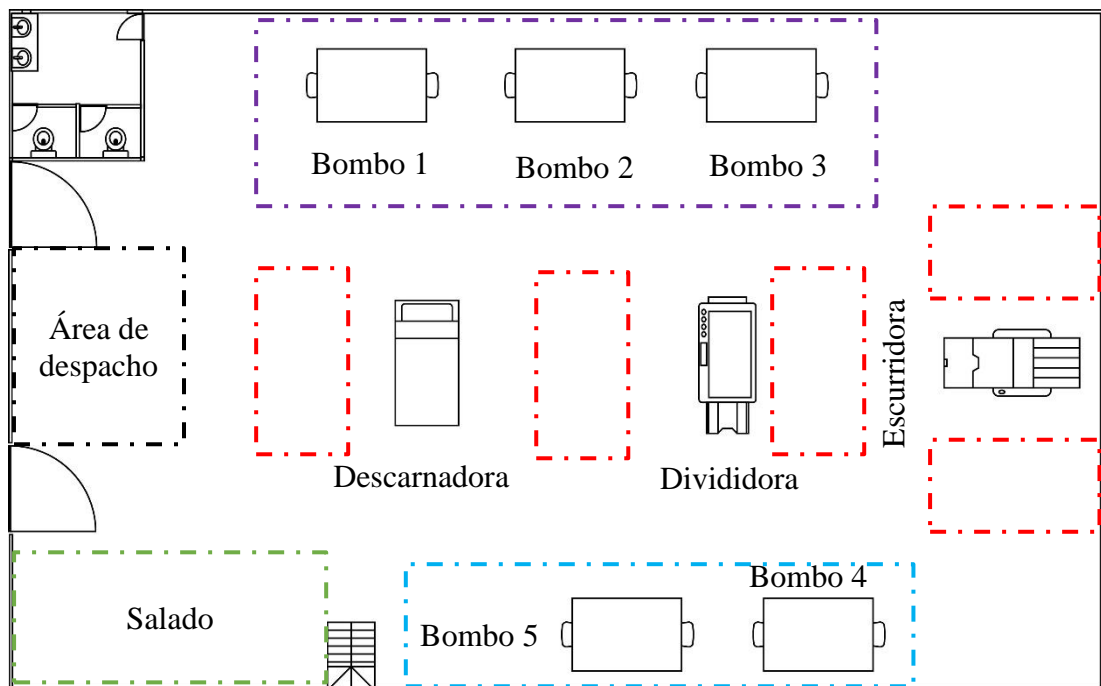


Figura 9. Layout de la distribución actual de Curtiduría Pico.

3.2.3 Producto ofertado por la empresa

Curtiduría Pico, anteriormente ofertaba a sus clientes una gran variedad de productos, es decir cueros terminados. Sin embargo en la actualidad debido a la pandemia de Covid-19 la empresa llega hasta el proceso de curtido en sus operaciones productivas; por lo que su producto final es el cuero denominado Wet Blue, obsérvese la Figura 10.



Figura 10. Cuero Wet Blue.

El Wet Blue se caracteriza principalmente por ser un cuero curtido con sales a base de cromo, mediante este proceso el cuero se transforma en semi cromo para que pueda recibir cualquier clase o tipo de acabado.

3.3 Producción de la empresa

3.3.1 Maquinaria

En el proceso productivo de la empresa se emplean las siguientes máquinas:

- Bombos
- Descarnadoras
- Divididora.

3.3.2 Proceso productivo

La línea de producción de Curtiduría Pico está conformada por los siguientes procesos que se citan a continuación:

Área de Ribera

El propósito de esta área es la de desprender vellos, carnazas, cebos y grasas de las pieles crudas; con el objeto de dejarlas listas para la curtición. Cabe mencionar que en esta área de producción el consumo de agua es abundante, pues es utilizada para limpiar, hidratar y desinfectar las pieles crudas.

Recepción de materia prima (Clasificado 1)

También conocido como recepción de pieles, en este proceso los cueros crudos son recibidos de los diversos camales de nuestra provincia para ser clasificados de acuerdo con los siguientes criterios:

- Apariencia
- Resistencia.
- Durabilidad
- Calidad.

En la Figura 11, se muestran los cueros almacenados en el área de recepción de pieles.



Figura 11. Recepción de pieles.

Salado

En esta etapa se realiza la curación de la pieles, para su ejecución se utiliza salmuera, por ser una sal con propiedades rápidas para la deshidratación de las pieles. Una vez saladas las pieles están deben permanecer en reposo por 24 horas, para posteriormente ser secadas a la intemperie.



Figura 12. Salado de pieles.

Remojo

Aquí se hidratan las pieles, con la finalidad de eliminar las sales, lodos o suciedad presente; para su desarrollo es esencial el uso de grandes cantidades de agua. Es de relevancia mencionar que los químicos usados en esta sección del proceso son: hipoclorito de sodio e hidróxido de sodio.

Pelambre

En esta etapa del proceso de producción, las pieles son sometidas a un tratamiento, mediante el uso de químicos como: sulfuro de sodio y cal entre los más comunes utilizados mayormente, con la finalidad de separar el pelo, raíces de pelo y epidermis de las pieles. Otros productos químicos que suelen emplearse en esta etapa productivas son sulfuro ácido de sodio y bases como hidróxido de sodio, cal y aminas. Para este proceso Curtiduría Pico dispone de tres máquinas denominadas bombos y en la distribución de planta de la empresa llevan las numeraciones 1, 2 y 3 respectivamente. En la Figura 13, se muestra al operario interactuando con el bombo 2.



Figura 13. Operario realizando el proceso de pelambre.

Descarnado

Dentro de este proceso se eliminan de las pieles los restos de cebos, grasa y carne, mediante la acción mecánica de máquinas conocidas como descarnadoras, con el propósito de que evitar el desarrollo o aparición de bacterias en las pieles. Este proceso consiste en un cilindro neumático de garra en cual pasan las pieles para asegurar el

corte del tejido subcutáneo, es decir cebos, grasas y/o carne de las pieles. La etapa de descarnado se exhibe en la Figura 14.



Figura 14. Proceso de descarnado.

Siempre y cuando se eliminen por completo los pelos, cebos, grasa y carne de las pieles, se ejecuta la segunda clasificación (clasificado 2) de las pieles, ver Figura 15, con el objetivo de ofertar a los clientes las diversas calidades del producto.



Figura 15. Clasificado 2 de las pieles.

Dividido

El principal objetivo de este proceso es el de separar la flor (donde estaba insertado el pelo) de la carnaza, mediante el uso de una máquina divididora para alcanzar el calibre y/o espesor deseado de los cueros, de modo que se alcance una forma regular y consistente en toda la pieza. En la Figura 16, se muestra este proceso.



Figura 16. Operarios realizando el dividido de las pieles.

Área de curtido

En esta área se obtiene el cuero comercial Wet Blue, que se caracteriza por ser un cuero semiterminado y al igual que en el área de ribera se utiliza agua en grandes proporciones.

Desencalado

Este proceso permite eliminar todos los niveles de cal contenido en las pieles, para desarrollar esta etapa comúnmente se emplean distintas sustancias químicas, sin embargo, las más reconocidas son: el ácido clorhídrico y el sulfato de amoníaco que permiten equilibrar el pH del agua presente en las pieles.

Piquelado

Con este proceso se acidifican las pieles, mediante la aplicación de ácido fórmico, ácido sulfúrico y cloruro sódico sobre las pieles.

Curtido

A través de esta etapa de producción se obtiene el cuero comercial Wet Blue conocido también como piel cruda al plomo; que es un cuero semi terminado que es muy resistente al paso del tiempo o deterioro.

En este proceso se emplea una gran cantidad de agua y químicos como: ácido sulfúrico, cromo, cal. Este tratamiento químico hace posible que los cueros sean flexibles y

resistentes. En la Figura 17, se puede apreciar al operario realizando el proceso de curtido.



Figura 17. Curtido de las pieles.

Curtiduría Pico cuenta con dos bombos para realizar esta operación y llevan las numeraciones 4 y 5 respectivamente.


Ecurrido

Es necesario para la eliminación de residuales pertenecientes a la curtición, para esto se emplea una maquina escurridora que presiona las pieles por medio de dos rodillos para minimizar los niveles de humedad de las pieles.

Hasta esta etapa de curtición llega el proceso de producción de la empresa Curtiduría Pico, debido a que en actualidad se dedica a la comercialización y distribución de las pieles Wet Blue.

El Wet Blue es un cuero húmedo curtido al cromo y es vendido en gran porcentaje por la empresa como materia prima para clientes externos que se encargan de realizar el proceso de acabado y brindarles las características que ellos deseen. En la Tabla 10, se muestran las particularidades de este producto ofertado por la empresa.

Tabla 10. Características del Wet Blue.

Curtiduría Pico	
Producto	Wet Blue
	Este producto es designado para aquellos clientes que realizan el proceso de acabado de los cueros.
Características	
Aspecto	Tiene un color azul característico, debido al proceso de curtido.
Humedad	La humedad presente en este tipo de cueros debe ser uniforme y debe comprender un 50% o 60%.
Cantidad de óxido de cromo	La medida del cromo debe tener valores mínimos de 2.5% y valores máximos comprendidos entre el 3.5% al 4%, para garantizar características adecuadas para este cuero.
pH	Sus valores óptimos de pH deben situarse en los valores de 4.5 y 4.
Utilidad	Materia prima para el acabados finales de acuerdo a las necesidades de los clientes.

En la Figura 18, se muestra el diagrama de flujo para la fabricación del cuero húmedo al cromo o Wet Blue.

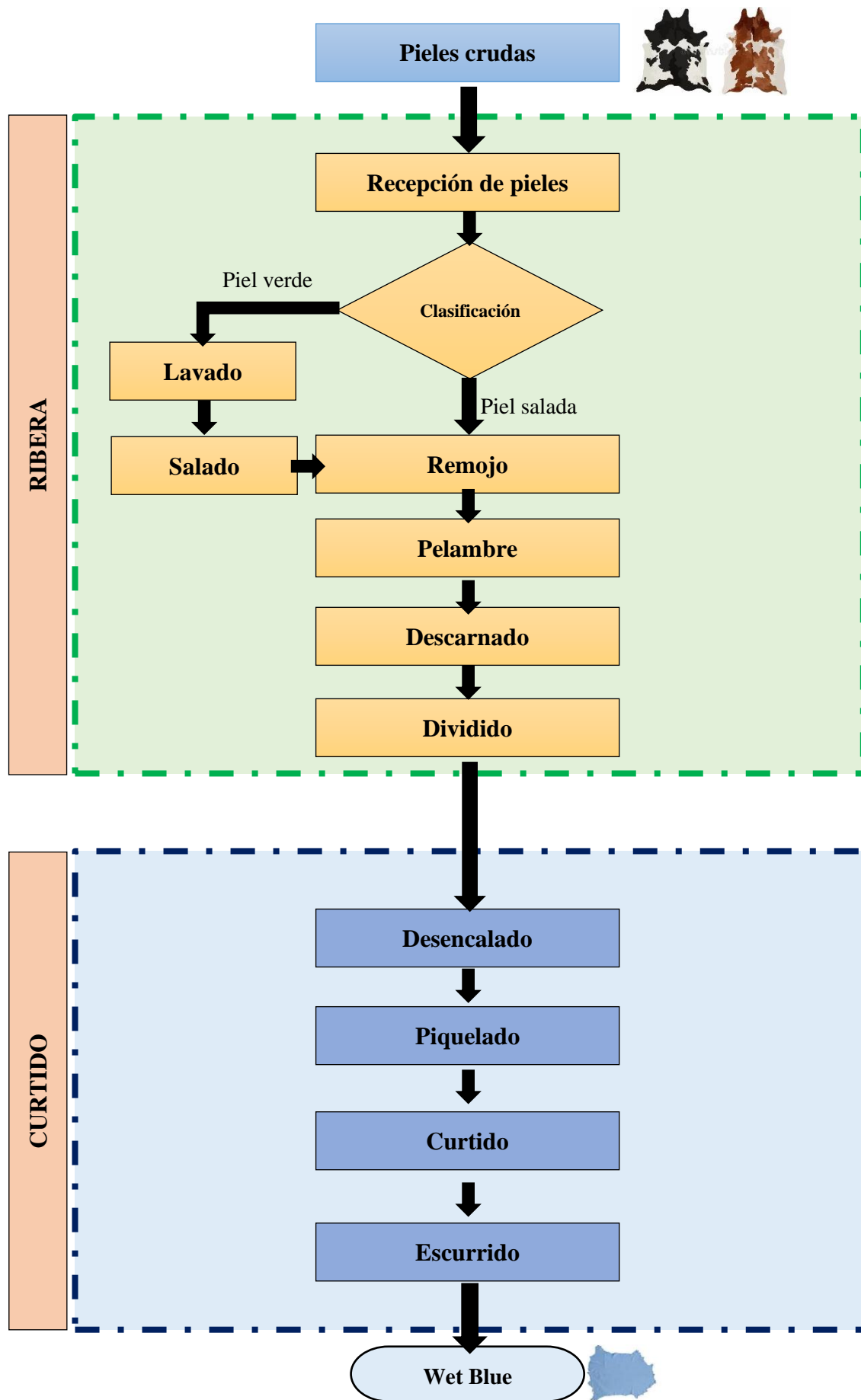



Figura 18. Diagrama de flujo para la fabricación de Wet Blue.

3.4 Descripción la situación actual del proceso productivo

La descripción de las actividades y condiciones de los procesos productivos de Curtiduría Pico se describe a continuación. Para el desarrollo de este apartado se realiza un levantamiento de procesos, cuyo encabezado se lo exhibe en la Tabla 11.

Tabla 11. Encabezado para el levantamiento de los procesos.

CURTIDURÍA PICO		
	WET BLUE	
	Área:	
	Proceso:	
	Elaborado por:	Código:
Observación:		

Para el levantamiento de los procesos se emplea la siguiente codificación con el propósito de identificar a cada una de las fases para la fabricación del cuero Wet Blue.

WB-XX-##

En donde: **WB** se refiere al producto analizado siendo en este caso las abreviaturas de Wet Blue, **XX** son las dos primeras letras del nombre de cada etapa del proceso de producción, finalmente **##** es el número del proceso de acuerdo con un orden secuencial. De esta manera, la codificación de cada proceso es:


- **WB-RM-00:** Proceso de recepción de materia prima
- **WB-SA-01:** Proceso de salado
- **WB-RP-02:** Proceso de remojo y pelambre
- **WB-DE-03:** Proceso de descarnado
- **WB-DI-04:** Proceso de dividido
- **WB-CU-05:** Proceso de curtido
- **WB-ES-06:** Proceso de escurrido.

3.4.1 Área de ribera

Recepción de materia prima

En la Tabla 12, se muestra la descripción de las actividades para la etapa de recepción de materia prima para la obtención del cuero húmedo al cromo Wet Blue.

Tabla 12. Levantamiento del proceso de recepción de materia prima.

CURTIDURÍA PICO			
	WET BLUE		
	Área:	Ribera	
	Proceso:	Recepción de pieles	
	Elaborado por:	El investigador	Código: WB-RE-00
Observación:	El pedido de las pieles se lo realiza 1 o 2 veces por semana de acuerdo con la demanda de los clientes.		
Proceso			
Nº	Actividad	Descripción	Representación para el diagrama de proceso
1	Autorización de descarga de los camiones	Lo realiza el encargado de la bodega	O1
2	Descarga y apilamiento de las pieles	Lo realizan 4 trabajadores	O2
3	Trasladar al salado		T1

Salado

En la Tabla 13, se muestra la descripción de las actividades para la etapa de salado para la obtención del cuero húmedo al cromo Wet Blue.


Tabla 13. Levantamiento del proceso de salado.

CURTIDURÍA PICO			
	WET BLUE		
	Área:	Ribera	
	Proceso:	Salado	
	Elaborado por:	El investigador	Código: WB-SA-01
Observación:	Aquí se cortan las colas y carnazas		
Proceso			
Nº	Actividad	Descripción	Representación para el diagrama de proceso
1	Cortar colas y carnazas		O3
2	Salado de las pieles		O4
3	Perchar pieles	Se las coloca en pallets	O5
4	Almacenamiento	Temporalmente	A1

Remojo y Pelambre

En la Tabla 14, se muestra la descripción de las actividades para la etapa de remojo para la obtención del cuero húmedo al cromo Wet Blue.


Tabla 14. Levantamiento del proceso de remojo y pelambre.

CURTIDURÍA PICO			
	WET BLUE		
	Área:	Ribera	
	Proceso:	Remojo y pelambre	
	Elaborado por:	El investigador	Código: WB-RP-02
Observación:	2800 kg es la capacidad máxima de los bombos 1, 2 y 3		
Proceso			
N°	Actividad	Descripción	Representación para el diagrama de proceso
1	Clasificación de las pieles	a. Grande: entre 75 y 80 pieles hasta que pese 2800 kg Normal: 100 pieles hasta que pesen 2800 kg. Pequeño: de 110 a 120 pieles hasta que pese 2800 kg.	I1
2	Transportar pieles a los bombos	Dos operarios ejecutan esta actividad.	T2
3	Colocar agua y detergente en los bombos	Se colocan 1.5 kilogramos de detergente	O6
4	Cerrar la compuerta del bombo y encender motor	Para lavar las pieles, esta operación se lleva a cabo por 1 hora	O7
5	Detener el motor y desfogar agua		O8
6	Colocar manguera de agua caliente	Con una temperatura aproximada de 28°C.	O9
7	Colocar detergente y encender bombo	Para que se realice el proceso de remojo y pelambre por 30 minutos.	O10
8	Detener el bombo y colocar químicos	Merpín 8008, Merpín 8011, Merpín 8020, Merpín 8016, Cal SC200, Cal, Sulfuro de sodio.	O11
9	Realizar el pelambre		O12
10	Descargar bombos y apilar pieles		O13

Descarnado

En la Tabla 15, se muestra la descripción de las actividades para la etapa de descarnado para la obtención del cuero húmedo al cromo Wet Blue.


Tabla 15. Levantamiento del proceso de descarnado.

CURTIDURÍA PICO			
	WET BLUE		
	Área:	Ribera	
	Proceso:	Descarnado	
	Elaborado por:	El investigador	Código: WB-DE-03
Observación:	Aquí se cortan las rebabas de carne y pelaje		
Proceso			
Nº	Actividad	Descripción	Representación para el diagrama de proceso
1	Transportar las pieles al descarnado	El proceso lo realiza un solo operador.	T3
2	Colocar pieles en la máquina descarnadora	Entre dos trabajadores, se realizan alrededor de 4 o 5 pasadas por piel.	O14
3	Descarnar		O15
4	Apilar pieles y cortar rebabas de carne y pelaje	Entre 3 operarios.	O16

Dividido

En la Tabla 16, se muestra la descripción de las actividades para la etapa de dividido para la obtención del cuero húmedo al cromo Wet Blue.

Tabla 16. Levantamiento del proceso de dividido.


CURTIDURÍA PICO			
	WET BLUE		
	Área:	Ribera	
	Proceso:	Dividido	
	Elaborado por:	El investigador	Código: WB-DI-04
Observación:	Aquí se cortan las rebabas de carne y pelaje		
Proceso			
Nº	Actividad	Descripción	Representación para el diagrama de proceso
1	Transportar las pieles al dividido	Lo realizan dos personas	T4
2	Dividir la flor y el carnaza	Revisar el calibre	I2
3	Pesar la flor	Previo al curtido. Hasta un peso de 2000 kilogramos.	O17

3.4.2 Área de curtido

Curtido

En la Tabla 17, se muestra la descripción de las actividades para el curtido de las pieles para la obtención del cuero húmedo al cromo Wet Blue.


Tabla 17. Levantamiento del proceso de curtido.

CURTIDURÍA PICO			
	WET BLUE		
	Área:	Ribera	
	Proceso:	Curtido	
	Elaborado por:	El investigador	Código: WB-CU-05
Observación:	Aquí se realiza el desencalado, el piquelado y el curtido de las pieles, mediante el uso de ácido sulfúrico.		
Proceso			
N°	Actividad	Descripción	Representación para el diagrama de proceso
1	Trasportar las pieles al área de curtido	Lo realizan dos personas	T5
2	Colocar pieles en el bombo de curtido	Hasta completar el peso de 2000 kg	O18
3	Curtir pieles	Desencalado, piquelado, entre otros	O19
4	Descargar bombo, y colocar los cueros en la plataforma de escurrido		O20

Escurrido

En la Tabla 18, se muestra la descripción de las actividades para el escurrido de las pieles para la obtención del cuero húmedo al cromo Wet Blue.

Tabla 18. Levantamiento del proceso de escurrido.

CURTIDURÍA PICO			
	WET BLUE		
	Área:	Ribera	
	Proceso:	Escurrido	
	Elaborado por:	El investigador	Código: WB-ES-06
Observación:	Se escurre el exceso de humedad de los cueros		
Proceso			
N°	Actividad	Descripción	Representación para el diagrama de proceso
1	Trasladar cueros a la máquina escurridora		T6

2	Ecurrir cueros	Eliminación del exceso de agua	O21
3	Recortar los cueros	En bandas	O22
4	Clasificado de cueros	Según los criterios de calidad. Los cueros son apilados en pallets de acuerdo con la orden de producción.	I3
5	Traslado al área de despacho	Para apilarlos y tenerlos listos para su distribución	T7
6	Almacenamiento		A2

A continuación, en la Figura 19, se puede apreciar la secuencia de actividades, esquematizadas en un diagrama del proceso para la fabricación del cuero Wet Blue en la empresa Curtiduría Pico. Mientras que el diagrama de recorrido del proceso productivo se muestra en la Figura 20, en el que se puede visualizar las operaciones, transportes, almacenamientos e inspecciones que se llevan a cabo para la producción.

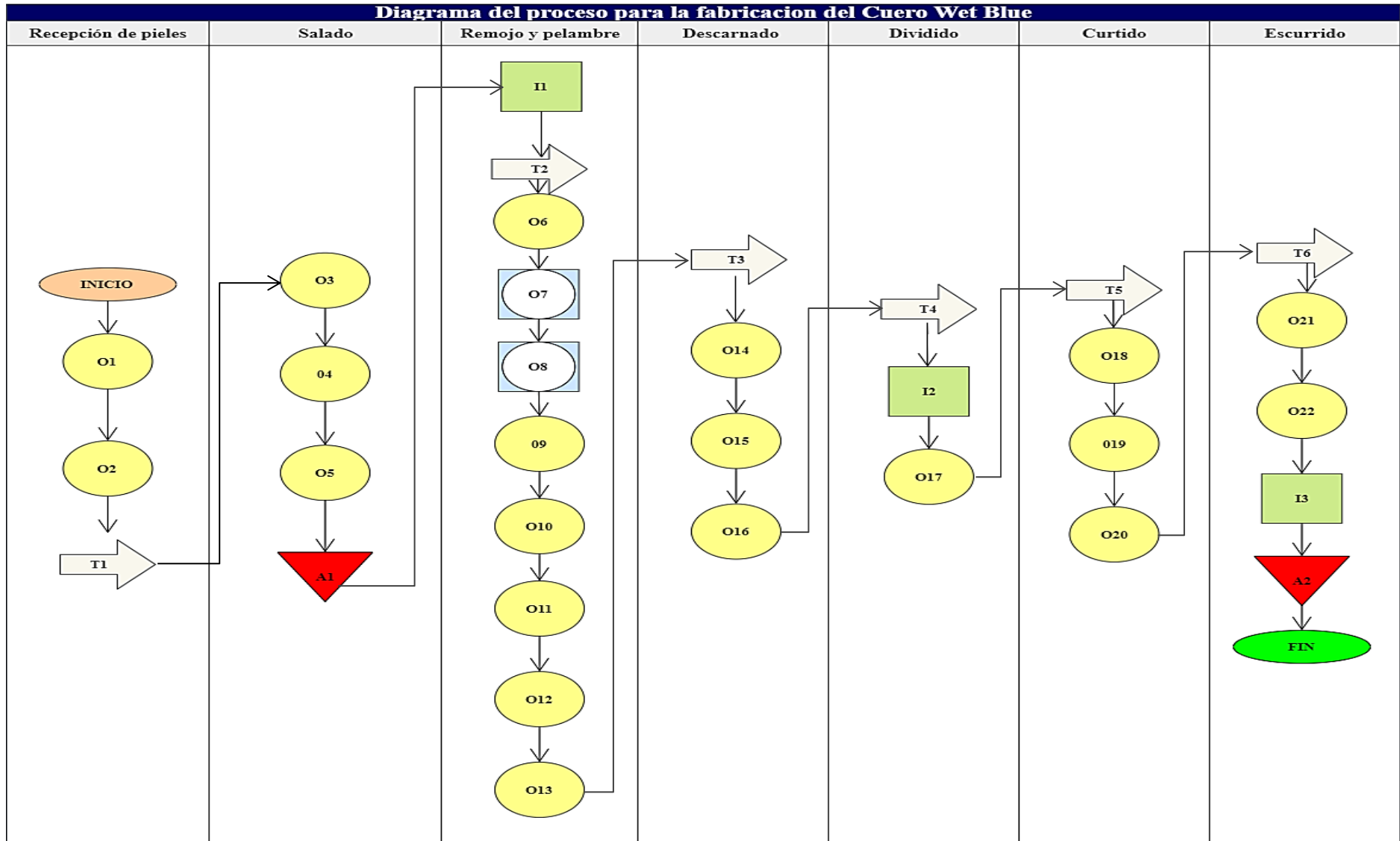


Figura 19. Diagrama del proceso para la fabricación del cuero Wet Blue.

3.5 Producto más representativo de la empresa

Anteriormente, Curtiduría Pico se dedicaba a la producción y/o fabricación de una amplia gama de cueros terminados, que eran destinados a diferentes sectores productivos como la industria del calzado, vestimenta, marroquería, tapicería y entre otros. Sin embargo, debido a la situación mundial impuesta por el Covid-19 la empresa se vio obligada a reducir y/o delimitar sus operaciones.

Por tal razón, hasta la actualidad la organización se dedica a la fabricación del cuero semiterminado Wet Blue, cuyas características y especificaciones se encuentran detalladas en la Tabla 9.

3.6 Diagrama de recorrido de Curtiduría Pico

En la Tabla 19 se muestra la codificación de la secuencia ordenada de cada uno de los recorridos del material dentro del área de producción para la fabricación del cuero Wet Blue.

Tabla 19. Secuencia de los movimientos.

Layout Curtiduría Pico	
Código de color	Secuencia
	1
	2
	3
	4
	5
	6
	7
	8
	9
	10

Por otra parte, en la Figura 20 se presenta el diagrama de recorrido del proceso productivo, con la finalidad de registrar y evidenciar los movimientos del material en el orden lógico del proceso.

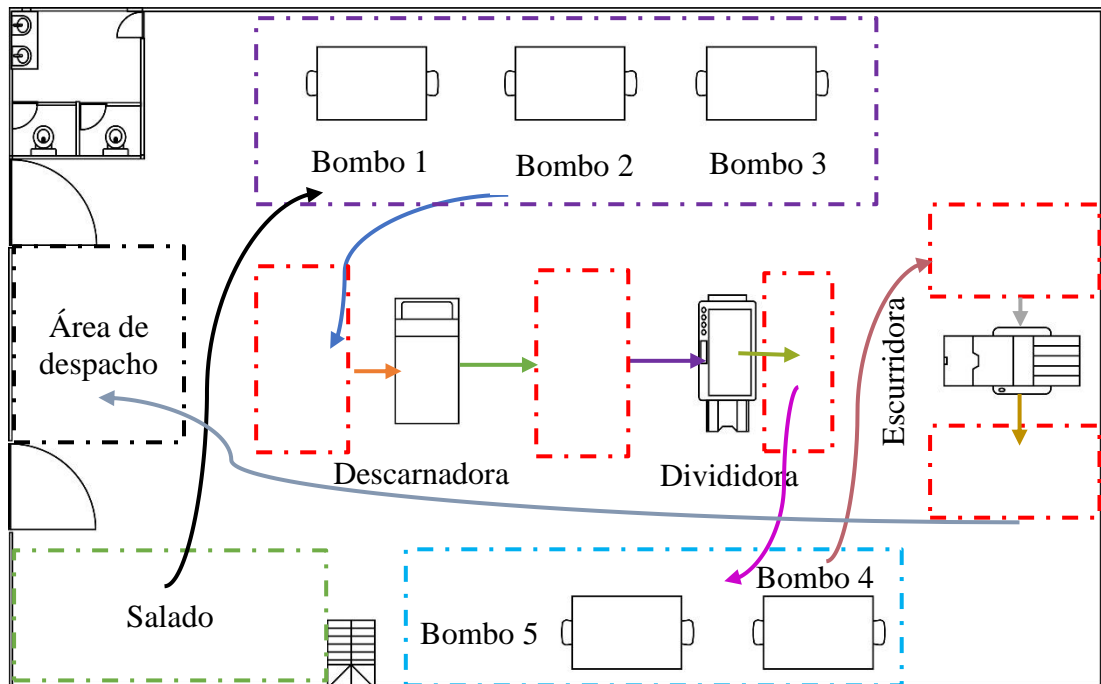


Figura 20. Diagrama de recorrido del cuero Wet Blue.

3.7 Estudio de tiempos y movimientos

El estudio se realizó en el proceso productivo para la fabricación del cuero semiterminado Wet Blue de la empresa Curtiduría Pico, con el propósito de mejorar la línea de producción de acuerdo con los tiempos y movimientos que se realizan dentro del proceso productivo; partiendo con la medición de los tiempos de cada proceso hasta el cálculo del tiempo estándar de cada una de las operaciones. Cabe mencionar que el análisis se lo realiza en un lote de 160 pieles.

3.7.1 Selección de la metodología de medición

Para llevar a cabo la medición de los tiempos de ejecución de cada una de las operaciones de las etapas productivas de la empresa, es esencial determinar la metodología a emplear para la toma de tiempos, considerando que existen dos:

- Método de cronometraje vuelta a cero.
- Método de cronometraje acumulativo.

No obstante, para esta investigación se empleó el método de cronometraje acumulativo o continuo, puesto que al emplear este método en la medición de las actividades el cronómetro no se reinicia al tomar el tiempo de un determinado elemento, sino que se deja que siga con su conteo progresivo pero cada vez que se culmine la medición de

un elemento se debe marcar su final mientras el tiempo se sigue acumulando. Para obtener la medida de cada elemento se realizan restas con la anterior medición acumulativa. Este método es considerado más exacto frente al método de vuelta a cero, debido a que no se tiene pérdidas de tiempo al tener que volver a cero al instrumento de medida [23].

Por otra parte, según la Organización Internacional del Trabajo (OIT), es preferible utilizar la metodología de cronometraje acumulativo cuando se trate de la medición de tiempos, por las siguientes razones [39].

- Brinda una precisión rápida.
- Si los observadores omiten ciertos tiempos ocasional o accidentalmente el tiempo total no varía [39].

3.7.2 Cálculo del número de observaciones

En la actualidad, Curtiduría Pico cuenta con 9 colaboradores en el área de producción para la fabricación del cuero semiterminado Wet Blue.

Para determinar el número de observaciones o el tamaño de la muestra para la medición de los tiempos se utilizó el criterio de la General Electric, cuyas especificaciones se muestran en la Tabla 3.

Es importante mencionar que previamente se realizaron 5 mediciones preliminares para obtener el tiempo promedio observado del proceso productivo del Wet Blue y de acuerdo con este tiempo aplicar la metodóloga propuesta por la entidad antes mencionada.

En la Tabla 20, se puede apreciar el tiempo promedio observado de cada etapa del proceso productivo, juntamente con el número de observaciones recomendadas para la medición de los tiempos de las operaciones y/o elementos.

Tabla 20. Número de observaciones recomendado – Wet Blue.

Número de observaciones			
Nº	Proceso	Tiempo observado promedio [min/lote] - 160 pieles	Observaciones recomendadas
1	Recepción de materia prima	5.78 $\frac{min}{lote}$	10
2	Salado	366.4 $\frac{min}{lote}$	3
3	Remojo y pelambre	807.41 $\frac{min}{lote}$	3
4	Descarnado	523.20 $\frac{min}{lote}$	3
5	Dividido	228.80 $\frac{min}{lote}$	3
6	Curtido	498.17 $\frac{min}{lote}$	3
7	Escurrido	481.6 $\frac{min}{lote}$	3

3.7.3 Cálculo del tiempo normal

Una vez definido el número de observaciones que se deben realizar en cada una de las etapas del proceso productivo para la fabricación del cuero semiterminado Wet Blue, se calculó el tiempo normal de las operaciones.

Para determinar el tiempo normal es fundamental que se identifique la actuación de velocidad del operario, debido a que es un factor muy importante que establece el ritmo tipo o normal para la ejecución de las actividades de un proceso. Dentro de este contexto un operario calificado y que se encuentra totalmente familiarizado con el proceso productivo obtiene una calificación del 100%.

De acuerdo con lo mencionado con anterioridad, un operario calificado debe tener un amplio conocimiento de las operaciones que hace, una habilidad adecuada y las condiciones físicas y mentales necesarias para ejecutar su trabajo de una manera normal. Para calcular el tiempo normal de las operaciones productivas de la empresa, se aplicó la ecuación 1, cuyos detalles se encuentran enmarcados en la fundamentación teórica de esta investigación.

$$Tn = \overline{TO} \times ID \quad (1)$$

Como se puede apreciar en la expresión anterior es ineludible determinar el índice de desempeño (ID), para calcular el tiempo normal, por tal razón para este apartado se utilizó el método de nivelación propuesto por la Westinghouse Electric (obsérvese la Tabla 21), en la que se menciona los factores de:

- Habilidad (H),
- Esfuerzo (Es),
- Condiciones (Co) y
- Consistencia (Cs).

El índice de desempeño se calculó mediante la ecuación 3, en la que el observador asignada un valor a cada uno de los factores de acuerdo con los criterios del método de nivelación para finalmente realizar su suma algebraica añadiéndole la unidad.

$$ID = 1 + H + Es + Co + Cs \quad (3)$$

Tabla 21. Método de nivelación propuesto por a Westinghouse Electric.

Índices de desempeño			
Habilidad (H)		Esfuerzo (Es)	
0.15	A1-Superior	0.13	A1-Excesivo
0.13	A2-Superior	0.12	A2-Excesivo
0.11	B1-Excelente	0.10	B1-Excelente
0.08	B2-Excelente	0.08	B2-Excelente
0.06	C1-Bueno	0.05	C1-Bueno
0.03	C2-Bueno	0.02	C2-Bueno
0.00	D-Promedio	0.00	D-Promedio
-0.05	E1-Aceptable	-0.04	E1-Aceptable
-0.10	E2-Regular	-0.08	E2-Regular
-0.16	F1-Malo	-0.12	F1-Malo
-0.22	F2-Deficiente	-0.17	F2-Deficiente
Condiciones (Co)		Consistencia (Cs)	
0.06	A-Ideales	0.04	A-Perfecto
0.04	B-Excelente	0.03	B-Excelente
0.02	C-Buenas	0.01	C-Buenas
0.00	D-Promedio	0.00	D-Promedio
-0.03	E-Regulares	-0.02	E-Regulares
-0.07	F-Malas	-0.04	F-Deficientes

En la Tabla 22, se presenta la ponderación asignada a cada uno de los factores del método propuesto por la Westinghouse Electric juntamente con el cálculo del índice de desempeño de cada uno de los procesos de producción.

Tabla 22. Índice de desempeño en los procesos productivos.

Nº	Proceso	H	Es	Co	Cs	ID
1	Recepción de materia prima	0.08	0.05	0.00	0.03	1.16
2	Salado	0.06	0.08	0.00	0.01	1.15
3	Remojo y pelambre	0.08	0.08	0.02	0.00	1.18
4	Descarnado	0.06	0.1	0.02	0.03	1.21
5	Dividido	0.08	0.08	0.02	0.03	1.21
6	Curtido	0.08	0.08	0.02	0.01	1.19
7	Escurredo	0.08	0.05	0	0.03	1.16

3.7.4 Cálculo de los suplementos

Para el calcular y/o determinar los suplementos correspondientes a cada una de las fases de producción se emplearon los suplementos considerados por la OIT, de acuerdo con el Anexo 1 de este documento. En la Tabla 23, se exhiben los resultados obtenidos para este apartado.

Tabla 23. Suplementos de trabajo en la producción de Wet Blue.

Cálculo de Suplementos								
Suplementos de trabajo		Fases del proceso de producción del Wet Blue						
		Recepción de materia prima	Salado	Remojo y pelambre	Descarnado	Dividido	Curtido	Escurredo
Constantes	Sexo del Operario	H	H	H	H	H	H	H
	Necesidades personales	5	5	5	5	5	5	5
	Fatiga	4	4	4	4	4	4	4
Variables	Trabajo de pie	2	2	2	2	2	2	2
	Postura anormal	2	0	2	2	2	0	0
	Uso de la fuerza	1	2	2	1	0	1	2
	Iluminación	--	--	--	--	--	--	--
	Tensión visual	--	--	0	0	2	--	--
	Ruido	0	2	2	2	2	2	2
	Tensión mental	1	1	--	1	1	--	1
	Monotonía mental	--	--	--	--	0	0	0
Monotonía física	2	0	0	0	0	0	0	
Total		17	16	17	17	18	14	16

3.7.5 Cálculo del tiempo estándar

Una vez que se calculó el índice de desempeño necesario para determinar el tiempo estándar de las operaciones en esta sección se calculó el tiempo estándar de cada uno de los procesos productivos acorde a la ecuación 2.

En tal virtud en la Tabla 24, se muestra el resumen de las expresiones y factores empleados para determinar el tiempo estándar del proceso productivo para la fabricación del cuero semiterminado Wet Blue en la empresa Curtiduría Pico.

Tabla 24. Parámetros y expresiones empleadas para calcular el tiempo estándar.

Nº	Detalle	Expresión matemática
1	Índice de desempeño	Método de nivelación (Tabla 19). $ID = 1 + H + Es + Co + Cs$
2	Tiempo normal	$Tn = \overline{TO} \times ID$
3	Suplementos	Suplementos de trabajo OIT (Anexo 1), suma algebraica.
4	Tiempo estándar	$Ts = Tn \times \left(1 + \frac{\sum \text{Suplementos}}{100} \right)$

A continuación, se muestra el cálculo del tiempo estándar de cada uno de los procesos productivos de la organización para la elaboración del cuero Wet Blue.


Tiempo estándar del proceso de recepción de materia

En la Tabla 25, se muestra la descripción de las actividades o elementos que se llevan a cabo dentro de esta fase de la producción. Mientras que en la Tabla 26, se puede apreciar el tiempo normal para este proceso de producción.

Tabla 25. Descripción de los elementos de la recepción de materia prima.

Descripción de los elementos de la recepción de materia prima	
Área: Ribera	
Proceso: Recepción de materia prima	
Observador: El investigador	
Asignación	Detalle
O1	Autorización de descarga de los camiones
O2	Descarga y apilamiento de las pieles
T1	Trasladar al salado

Tabla 26. Tiempo normal del proceso de recepción de materia prima.

	Macroproceso:	Producción de Wet Bue	Hoja N°:	01 de 07									
	Proceso:	Recepción de materia prima	Aprobado por:	Ing. Alonso Pico									
	Observador:	El investigador	Estudio N°:	CP-E-001									
	Revisado por:	Ing. Jessica López	Observaciones:										
Cálculo del tiempo normal [minutos]													
Elemento	Observaciones										TO	ID	TN
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
O1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
O2	3.36	3.33	3.95	3.55	3.62	3.51	3.78	3.67	3.82	3.76	3.64	1.16	4.22
T1	2.03	2.15	2.17	2.08	2.00	1.95	2.09	2.08	1.99	2.10	2.06	1.16	2.39
TO= tiempo promedio observado, ID= índice de desempeño, TN= tiempo normal, S= Suplementos, Ts= Tiempo estándar.											Total TN [min/ lote]	6.61	
Nota: El elemento O1 es una operación administrativa que no interviene directamente con el proceso productivo.													

$$Ts = Tn \times \left(1 + \frac{\sum \text{Suplementos}}{100} \right)$$

$$Ts = 6.61 \times \left(1 + \frac{17}{100} \right)$$

$$Ts = 7.73 \frac{\text{min}}{\text{lote}}$$

Tiempo estándar del proceso de salado


En la Tabla 27, se muestra la descripción de las actividades o elementos que se llevan a cabo dentro de esta fase de la producción.

Tabla 27. Descripción de los elementos del proceso de salado.

Descripción de los elementos del proceso de salado	
Área: Ribera	
Proceso: Salado	
Observador: El investigador	
Asignación	Detalle
O3	Cortar colas y carnazas
O4	Salado de las pieles
O5	Perchar pieles
A1	Almacenamiento

En la Tabla 28, se puede apreciar el tiempo normal para este proceso de producción.

Tabla 28. Tiempo normal del proceso de salado.

	Macroproceso:	Producción de Wet Bue	Hoja N°:	02 de 07		
	Proceso:	Salado	Aprobado por:	Ing. Alonso Pico		
	Observador:	El investigador	Estudio N°:	CP-E-001		
	Revisado por:	Ing. Jessica López	Observaciones:			
Cálculo del tiempo normal [minutos]						
Elemento	Observaciones			TO	ID	TN
	1	2	3			
O3	93.53	93.54	93.50	93.52	1.15	107.55
O4	107.58	107.62	107.32	107.51	1.15	123.63
O5	94.33	94.30	94.29	94.31	1.15	108.45
A1	51.43	51.27	51.18	51.29	1.15	58.99
TO= tiempo promedio observado, ID= índice de desempeño, TN= tiempo normal, S= Suplementos, Ts= Tiempo estándar.				Total TN [min/lote]		398.62
Nota:						

$$Ts = Tn \times \left(1 + \frac{\sum \text{Suplementos}}{100} \right)$$

$$Ts = 398.62 \times \left(1 + \frac{16}{100} \right)$$

$$Ts = 462.40 \frac{\text{min}}{\text{lote}}$$

Tiempo estándar del proceso de remojo y pelambre

En la Tabla 29, se muestra la descripción de las actividades o elementos que se llevan a cabo dentro de esta fase de la producción.


Tabla 29. Descripción de los elementos del proceso de remojo y pelambre.

Descripción de los elementos del proceso de remojo y pelambre	
Área: Ribera	
Proceso: Salado	
Observador: El investigador	
Asignación	Detalle
I1	Clasificación de las pieles
T2	Transportar pieles a los bombos
O6	Colocar agua y detergente en los bombos
O7	Cerrar la compuerta del bombo y encender motor

O8	Detener el motor y desfogar agua
O9	Colocar manguera de agua caliente
O10	Colocar detergente y encender bombo
O11	Detener el bombo y colocar químicos
O12	Realizar el pelambre
O13	Descargar bombos y apilar pieles

En la Tabla 30, se puede apreciar el tiempo normal para el proceso de remojo y pelambre. Según el criterio de la General Electric se debían realizar 3 observaciones, sin embargo, para compensar el error en las mediciones se realizaron 10 observaciones.

Tabla 30. Tiempo normal del proceso de remojo y pelambre.

	Macroproceso:	Producción de Wet Bue	Hoja N°:	03 de 07		
	Proceso:	Remojo y pelambre	Aprobado por:	Ing. Alonso Pico		
	Observador:	El investigador	Estudio N°:	CP-E-001		
	Revisado por:	Ing. Jessica López	Observaciones:			
Cálculo del tiempo normal [minutos]						
Elemento	Observaciones			TO	ID	TN
	1	2	3			
I1	5.82	5.71	5.65	5.73	1.18	6.76
T2	2.97	2.93	3.03	2.98	1.18	3.51
O6	6.62	6.61	6.45	6.56	1.18	7.74
O7	0.49	0.47	0.47	0.48	1.18	0.56
O8	4.43	4.45	4.56	4.48	1.18	5.29
O9	5.66	5.33	5.65	5.55	1.18	6.55
O10	0.34	0.36	0.36	0.35	1.18	0.42
O11	1.14	1.16	1.16	1.15	1.18	1.36
O12	780	780	780	780.00	N/A	780.00
O13	5.55	5.65	5.38	5.53	1.18	6.52
TO= tiempo promedio observado, ID= índice de desempeño, TN= tiempo normal, S= Suplementos, Ts= Tiempo estándar.				Total TN [min/ lote]	818.69	
Nota:						

$$T_s = T_n \times \left(1 + \frac{\sum \text{Suplementos}}{100} \right)$$

$$T_s = 818.69 \times \left(1 + \frac{17}{100} \right)$$

$$T_s = 825.27 \frac{\text{min}}{\text{lote}}$$

Tiempo estándar del proceso de descarnado


En la Tabla 31, se muestra la descripción de las actividades o elementos que se llevan a cabo en el proceso de descarnado.

Tabla 31. Descripción de los elementos del proceso de descarnado.

Descripción de los elementos del proceso de descarnado	
Área: Ribera	
Proceso: Descarnado	
Observador: El investigador	
Asignación	Detalle
T3	Transportar las pieles al descarnado
O14	Colocar pieles en la máquina descarnadora
O15	Descarnar
O16	Apilar pieles y cortar rebabas de carne y pelaje

A continuación, en la Tabla 32, se muestran las observaciones realizadas en este proceso productivo, juntamente con el cálculo del tiempo normal del proceso de descarnado.

Tabla 32. Tiempo normal del proceso de descarnado.

	Macroproceso:	Producción de Wet Bue	Hoja N°:	04 de 07		
	Proceso:	Descarnado	Aprobado por:	Ing. Alonso Pico		
	Observador:	El investigador	Estudio N°:	CP-E-001		
	Revisado por:	Ing. Jessica López	Observaciones:			
Cálculo del tiempo normal [minutos]						
Elemento	Observaciones			TO	ID	TN
	1	2	3			
T3	1.81	1.86	1.78	1.82	1.21	2.20
O14	104.47	104.51	104.46	104.48	1.21	126.42
O15	397.78	395.82	396.73	396.78	1.21	480.10
O16	107.80	108.68	108.54	108.34	1.21	131.09
TO= tiempo promedio observado, ID= índice de desempeño, TN= tiempo normal, S= Suplementos, Ts= Tiempo estándar. Nota:				Total TN [min/lote]	739.81	

$$Ts = Tn \times \left(1 + \frac{\sum \text{Suplementos}}{100} \right)$$

$$Ts = 739.81 \times \left(1 + \frac{17}{100} \right)$$

$$T_s = 865.60 \frac{\text{min}}{\text{lote}}$$

Tiempo estándar del proceso de dividido


En la Tabla 33, se muestra la descripción de las actividades o elementos que se llevan a cabo dentro de esta fase de la producción.

Tabla 33. Descripción de los elementos del proceso de dividido.

Descripción de los elementos del proceso de dividido	
Área: Ribera	
Proceso: Dividido	
Observador: El investigador	
Asignación	Detalle
T4	Trasportar las pieles al dividido
I2	Dividir la flor y el carnaza
O17	Pesar la flor

A continuación, en la Tabla 34, se muestran las observaciones realizadas en este proceso productivo, juntamente con el cálculo del tiempo normal del proceso de dividido.

Tabla 34. Tiempo normal del proceso de dividido.

	Macroproceso:	Producción de Wet Bue	Hoja N°:	05 de 07		
	Proceso:	Dividido	Aprobado por:	Ing. Alonso Pico		
	Observador:	El investigador	Estudio N°:	CP-E-001		
	Revisado por:	Ing. Jessica López	Observaciones:			
Cálculo del tiempo normal [minutos]						
Elemento	Observaciones			TO	ID	TN
	1	2	3			
T4	73.60	72.00	83.20	76.27	1.21	92.28
I2	189.31	187.42	187.44	188.06	1.21	227.55
O17	17.59	17.58	17.55	17.57	1.21	21.26
TO= tiempo promedio observado, ID= índice de desempeño, TN= tiempo normal, S= Suplementos, Ts= Tiempo estándar.				Total TN [min/lote]	341.09	
Nota:						

$$T_s = T_n \times \left(1 + \frac{\sum \text{Suplementos}}{100} \right)$$

$$T_s = 341.09 \times \left(1 + \frac{18}{100} \right)$$

$$T_s = 400.00 \frac{\text{min}}{\text{lote}}$$

Tiempo estándar del proceso de curtido


En la Tabla 35, se muestra la descripción de las actividades o elementos que se llevan a cabo dentro de esta fase de la producción.

Tabla 35. Descripción de los elementos del proceso de curtido.

Descripción de los elementos del proceso de dividido	
Área: Curtido	
Proceso: Curtido	
Observador: El investigador	
Asignación	Detalle
T5	Trasportar las pieles al área de curtido
O18	Colocar pieles en el bombo de curtido
O19	Curtir pieles
O20	Descargar bombo, y colocar los cueros en la plataforma de escurrido

En la Tabla 36, se puede apreciar el tiempo normal para el proceso de curtido de la empresa Curtiduría Pico. Para este proceso productivo según el criterio de la General Electric se deben realizar 3 observaciones, sin embargo, para compensar el error en las mediciones se realizaron 10 observaciones.

Tabla 36. Tiempo normal del proceso de curtido.

	Macroproceso:	Producción de Wet Bue	Hoja N°:	06 de 07		
	Proceso:	Curtido	Aprobado por:	Ing. Alonso Pico		
	Observador:	El investigador	Estudio N°:	CP-E-001		
	Revisado por:	Ing. Jessica López	Observaciones:			
Cálculo del tiempo normal [minutos]						
Elemento	Observaciones			TO	ID	TN
	1	2	3			
T5	13.15	13.17	13.18	13.17	1.19	15.67
O18	15.79	15.73	15.77	17.96	1.19	18.76
O19	420.00	420.00	420.00	420.00	N/A	420.00
O20	15.43	15.56	15.54	17.94	1.19	18.46
TO= tiempo promedio observado, ID= índice de desempeño, TN= tiempo normal, S= Suplementos, Ts= Tiempo estándar.				Total TN		472.88
Nota:				[min/ lote]		

$$T_s = T_n \times \left(1 + \frac{\sum \text{Suplementos}}{100} \right)$$

$$T_s = 472.88 \times \left(1 + \frac{14}{100}\right)$$

$$T_s = 480.29 \frac{\text{min}}{\text{lote}}$$

Tiempo estándar del proceso de escurrido


En la Tabla 37, se muestra la descripción de las actividades o elementos correspondientes al proceso de escurrido.

Tabla 37. Descripción de los elementos del proceso de escurrido.

Descripción de los elementos del proceso de dividido	
Área: Curtido	
Proceso: Escurrido	
Observador: El investigador	
Asignación	Detalle
T6	Trasladar cueros a la máquina escurridora
O21	Escurrir cueros
O22	Recortar los cueros
I3	Clasificado de cueros
T7	Transportar al área de despacho
A2	Almacenamiento

En la Tabla 38, se muestra el cálculo del tiempo normal de esta fase del sistema de producción.

Tabla 38. Tiempo normal del proceso de escurrido.

	Macroproceso:	Producción de Wet Bue	Hoja N°:	07 de 07		
	Proceso:	Escurrido	Aprobado por:	Ing. Alonso Pico		
	Observador:	El investigador	Estudio N°:	CP-E-001		
	Revisado por:	Ing. Jessica López	Observaciones:			
Cálculo del tiempo normal [minutos]						
Elemento	Observaciones			TO	ID	TN
	1	2	3			
T6	1.1	1.12	1.04	1.09	1.16	1.26
O21	254.44	253.48	255.46	254.46	1.16	295.17
O22	203.51	201.23	200.92	201.89	1.16	234.19
I3	188.44	189.47	188.49	188.80	1.16	219.01
T7	0.59	0.64	0.61	0.61	1.16	0.71
A2	--	--	--	--	--	--
TO= tiempo promedio observado, ID= índice de desempeño, TN= tiempo normal, S= Suplementos, Ts= Tiempo estándar.				Total TN [min/lote]	750.34	

$$T_s = T_n \times \left(1 + \frac{\sum \text{Suplementos}}{100}\right)$$

$$Ts = 750.34 \times \left(1 + \frac{16}{100}\right)$$

$$Ts = 870.40 \frac{\text{min}}{\text{lote}}$$

Una vez definido el tiempo estándar de cada uno de los procesos de la línea de producción de la empresa Curtiduría Pico en la Tabla 39 se muestra el resumen de estos.

Tabla 39. Resumen del tiempo estándar del proceso productivo.

Tiempo estándar del Wet Blue	
Proceso	Tiempo estándar
Recepción de materia prima	7.73 $\frac{\text{min}}{\text{lote}}$
Salado	462.40 $\frac{\text{min}}{\text{lote}}$
Remojo y pelambre	825.27 $\frac{\text{min}}{\text{lote}}$
Descarnado	865.60 $\frac{\text{min}}{\text{lote}}$
Dividido	400.00 $\frac{\text{min}}{\text{lote}}$
Curtido	480.29 $\frac{\text{min}}{\text{lote}}$
Ecurrido	870.40 $\frac{\text{min}}{\text{lote}}$

Una vez determinado el tiempo estándar de las operaciones del proceso productivo para el tratamiento de un lote de 160 pieles en la empresa Curtiduría Pico, se pudo evidenciar que el tiempo estándar del proceso de recepción de materia prima (pieles) es de 7.33 minutos, mientras que el tiempo estándar del proceso de salado es de 462.40 minutos, del mismo modo se determinó que el tiempo estándar del proceso de remojo y pelambre es de 825.27 minutos, para el proceso de descarnado y dividido se identificó que su tiempo estándar es de 865.60 minutos y 400 minutos respectivamente, finalmente el tiempo estándar del proceso de curtido es 480.29 y para el proceso de escurrido 870.40 minutos.


En la Tabla 40 hasta la Tabla 46, a manera de resumen del análisis realizado se presenta los cursogramas analíticos de los procesos productivos; es de relevancia mencionar que mediante este tipo de diagramas se puede visualizar la información permitiente de

la línea de producción del cuero Wet Blue, puesto que en los mismos se evidencia el tiempo necesario para cada actividad juntamente con la distancia recorrida entre las distintas operaciones.

Cursograma analítico del proceso de recepción de materia prima

A continuación en la Tabla 40, se muestra el cursograma analítico de la situación actual de proceso de recepción de materia prima.

Tabla 40. Cursograma analítico actual del proceso de recepción de materia prima.

		CURSOGRAMA ANALÍTICO Curtiduría Pico							
MÉTODO:	Actual	REALIZADO POR:	El investigador	HOJA:					
PRODUCTO:	Wet Blue	APROBADO POR:	Ing. Jessica López	01 de 07					
PROCESO:	Recepción de materia prima	FECHA:	17/06/2022						
Identificación de actividades		Distancia (m)	Tiempo (min)	SÍMBOLO					Observaciones
Nº	Descripción			○	⇒	□	⊐	▽	
1	Autorización de descarga de los camiones		--	●					Lo realiza el encargado de la bodega
2	Descarga y apilamiento de las pieles		4.22	●					Lo realizan 4 trabajadores
3	Trasladar al salado		2.39	●					
ACTIVIDAD		ACTUAL		TIEMPO (min):		7.73			
OPERACIÓN	○	2		DISTANCIA (m):					
TRANSPORTE	⇒	1							
INSPECCIÓN	□	0							
DEMORA	⊐	0							
ALMACENAJE	▽	0							
TOTAL		3							

Cursograma analítico del proceso de salado

A continuación en la Tabla 41, se muestra el cursograma analítico de la situación actual de proceso de salado.


Tabla 41. Cursograma analítico actual del proceso de salado.

		CURSOGRAMA ANALÍTICO Curtiduría Pico							
MÉTODO:	Actual	REALIZADO POR:	El investigador	HOJA:					
PRODUCTO:	Wet Blue	APROBADO POR:	Ing. Jessica López	02 de 07					
PROCESO:	Salado	FECHA:	17/06/2022						
Identificación de actividades		Distancia (m)	Tiempo (min)	SÍMBOLO					Observaciones
Nº	Descripción			○	⇒	□	▷	▽	
1	Cortar colas y carnazas		124.76	●					
2	Salado de las pieles		143.41	●					
3	Perchar pieles		125.81	●					Se las coloca en pallets
4	Almacenamiento		68.43					●	Temporalmente
ACTIVIDAD		ACTUAL	TIEMPO (min):						462.40
OPERACIÓN	○	3	DISTANCIA (m):						
TRANSPORTE	⇒	0							
INSPECCIÓN	□	0							
DEMORA	▷	0							
ALMACENAJE	▽	1							
TOTAL		4							

Cursograma analítico del proceso de remojo y pelambre

A continuación en la Tabla 42, se muestra el cursograma analítico de la situación actual de proceso de remojo y pelambre.


Tabla 42. Cursograma analítico actual del proceso de remojo y pelambre.

		CURSOGRAMA ANALÍTICO Curtiduría Pico							
MÉTODO:	Actual	REALIZADO POR:	El investigador		HOJA:				
PRODUCTO:	Wet Blue	APROBADO POR:	Ing. Jessica López		03 de 07				
PROCESO:	Remojo y pelambre	FECHA:	17/06/2022						
Identificación de actividades		Distancia (m)	Tiempo (min)	SÍMBOLO					Observaciones
Nº	Descripción			○	⇒	□	▷	▽	
1	Clasificación de las pieles		7.91						Grande: entre 75 y 80 pieles hasta que pese 2800 kg. Normal: 100 pieles hasta que pesen 2800 kg. Pequeño: de 110 a 120 pieles hasta que pese 2800 kg.
2	Transportar pieles a los bombos		4.11						Dos operarios ejecutan esta actividad.
3	Colocar agua y detergente en los bombos		9.06						Se colocan 1.5 kilogramos de detergente
4	Cerrar la compuerta del bombo y encender motor		0.66						Para lavar las pieles, esta operación se lleva a cabo por 1 hora aprox
5	Detener el motor y desfogar agua		6.19						
6	Colocar manguera de agua caliente		7.66						Con una temperatura aproximada de 28°C.
7	Colocar detergente y encender bombo		0.49						Para que se realice el proceso de remojo y pelambre por 30 minutos.
8	Detener el bombo y colocar químicos		1.59						Merpín 8008, Merpín 8011, Merpín 8020, Merpín 8016, Cal SC200, Cal, Sulfuro de sodio.
9	Realizar el pelambre		780.00						
10	Descargar bombos y apilar pieles		7.63						
ACTIVIDAD		ACTUAL	TIEMPO (min):	825.27					
OPERACIÓN	○	8	DISTANCIA (m):						
TRANSPORTE	⇒	1							
INSPECCIÓN	□	1							
DEMORA	▷	0							
ALMACENAJE	▽	1							
TOTAL		10							

Cursograma analítico del proceso de descarnado

A continuación en la Tabla 43, se muestra el cursograma analítico de la situación actual de proceso de descarnado.


Tabla 43. Cursograma analítico actual del proceso de descarnado.

		CURSOGRAMA ANALÍTICO Curtiduría Pico							
MÉTODO:	Actual	REALIZADO POR:	El investigador	HOJA:					
PRODUCTO:	Wet Blue	APROBADO POR:	Ing. Jessica López	04 de 07					
PROCESO:	Descarnado	FECHA:	17/06/2022						
Identificación de actividades		Distancia (m)	Tiempo (min)	SÍMBOLO					Observaciones
Nº	Descripción			○	⇒	□	▷	▽	
1	Transportar las pieles al descarnado		2.57	●					El proceso lo realiza un solo operador.
2	Colocar pieles en la máquina descarnadora		147.91	●					Entre dos trabajadores, se realizan alrededor de 4 o 5 pasadas por piel.
3	Descarnar		561.72	●					
4	Apilar pieles y cortar rebabas de carne y pelaje		153.38	●					Entre 3 operarios.
ACTIVIDAD		ACTUAL		TIEMPO (min):		865.60			
OPERACIÓN	○	3		DISTANCIA (m):					
TRANSPORTE	⇒	1							
INSPECCIÓN	□	0							
DEMORA	▷	0							
ALMACENAJE	▽	0							
TOTAL		4							

Cursograma analítico del proceso de dividido

A continuación en la Tabla 44, se muestra el cursograma analítico de la situación actual de proceso de dividido.


Tabla 44. Cursograma analítico actual del proceso de dividido.

		CURSOGRAMA ANALÍTICO Curtiduría Pico							
MÉTODO:	Actual	REALIZADO POR:	El investigador	HOJA:					
PRODUCTO:	Wet Blue	APROBADO POR:	Ing. Jessica López	05 de 07					
PROCESO:	Dividido	FECHA:	17/06/2022						
Identificación de actividades		Distancia (m)	Tiempo (min)	SÍMBOLO					Observaciones
Nº	Descripción			○	⇒	□	▷	▽	
1	Trasportar las pieles al dividido		108.89	●					Lo realizan dos personas
2	Dividir la flor y el carnaza		266.23		●				Revisar el calibre
3	Pesar la flor		24.88	●					
ACTIVIDAD		ACTUAL		TIEMPO (min):		400.00			
OPERACIÓN	○	2		DISTANCIA (m):					
TRANSPORTE	⇒	1							
INSPECCIÓN	□	0							
DEMORA	▷	0							
ALMACENAJE	▽	0							
TOTAL		3							

Cursograma analítico del proceso de curtido

A continuación en la Tabla 45, se muestra el cursograma analítico de la situación actual de proceso de curtido.


Tabla 45. Cursograma analítico actual del proceso de curtido.

		CURSOGRAMA ANALÍTICO Curtiduría Pico							
MÉTODO:	Actual	REALIZADO POR:	El investigador	HOJA:					
PRODUCTO:	Wet Blue	APROBADO POR:	Ing. Jessica López	06 de 07					
PROCESO:	Curtido	FECHA:	17/06/2022						
Identificación de actividades		Distancia (m)	Tiempo (min)	SÍMBOLO					Observaciones
Nº	Descripción			○	⇨	□	▷	▽	
1	Trasportar las pieles al área de curtido		17.86						Lo realizan dos personas
2	Colocar pieles en el bombo de curtido		21.38						Hasta completar el peso de 2000 kg
3	Curtir pieles		420.00						Desencalado, piquelado, entre otros
4	Descargar bombo, y colocar los cueros en la plataforma de escurrido		21.04						
ACTIVIDAD		ACTUAL		TIEMPO (min):		480.29			
OPERACIÓN	○	3		DISTANCIA (m):					
TRANSPORTE	⇨	1							
INSPECCIÓN	□	0							
DEMORA	▷	0							
ALMACENAJE	▽	0							
TOTAL		4							

Cursograma analítico del proceso de escurrido

A continuación en la Tabla 46, se muestra el cursograma analítico de la situación actual de proceso de escurrido.

Tabla 46. Cursograma analítico actual del proceso de escurrido.

		CURSOGRAMA ANALÍTICO Curtiduría Pico							
MÉTODO:	Actual	REALIZADO POR:	El investigador	HOJA:					
PRODUCTO:	Wet Blue	APROBADO POR:	Ing. Jessica López	07 de 07					
PROCESO:	Esurrido	FECHA:	17/06/2022						
Identificación de actividades		Distancia (m)	Tiempo (min)	SÍMBOLO					Observaciones
Nº	Descripción			○	⇒	□	▷	▽	
1	Trasladar cueros a la máquina escurridora		1.46	●					
2	Ecurrir cueros		342.40	●					Eliminación del exceso de agua
3	Recortar los cueros		271.66	●					En bandas
4	Clasificado de cueros		254.05					●	Según los criterios de calidad. Los cueros son apilados en pallets de acuerdo con la orden de producción.
5	Traslado al área de despacho		0.83					●	Para apilarlos y tenerlos listos para su distribución
6	Almacenamiento		--					●	
ACTIVIDAD		ACTUAL	TIEMPO (min):						870.40
OPERACIÓN	○	3	DISTANCIA (m):						
TRANSPORTE	⇒	1							
INSPECCIÓN	□	0							
DEMORA	▷	0							
ALMACENAJE	▽	0							
TOTAL		4							

3.7.6 Capacidad de producción del proceso

Una vez definido el tiempo estándar de cada uno de los procesos de la línea de producción de la empresa Curtiduría Pico en la Tabla 47 se muestra el resumen de los resultados obtenidos en $\frac{min}{lote}$. Es de importancia mencionar que en el resumen del tiempo estándar de las etapas del proceso productivo para la fabricación del cuero Wet Blue, no se considera a la etapa de “recepción de materia prima”, porque la misma se realiza una vez por mes para un lote de 3000 o 4000 pieles crudas aproximadamente, bajo esta aclaración el cálculo del tiempo estándar de la etapa de “recepción de materia prima” se realizó con el fin de determinar el tiempo que los operarios deben invertir en dicha operación. De acuerdo con lo antes mencionado el proceso de productivo inicia con el salado de las pieles, continuación se presenta el resumen del tiempo estándar de la línea de producción de la empresa Curtiduría Pico.

Tabla 47. Resumen del tiempo estándar del proceso productivo.

Tiempo estándar del Wet Blue	
Proceso	Tiempo estándar
Salado	462.40 $\frac{min}{lote}$
Remojo y pelambre	825.27 $\frac{min}{lote}$
Descarnado	865.60 $\frac{min}{lote}$
Dividido	400.00 $\frac{min}{lote}$
Curtido	480.29 $\frac{min}{lote}$
Ecurrido	870.40 $\frac{min}{lote}$
Tiempo de ciclo	3903.96 $\frac{min}{lote}$

En primera instancia, en la Tabla 47 se puede apreciar que para fabricar un lote de cuero Wet Blue es necesario un tiempo de ciclo de 3903.96 $\frac{min}{lote}$. Además, se observa que el proceso que restringe y limita la producción es el escurrido por tener el tiempo de procesamiento más largo en la producción. A continuación, se muestra los resultados obtenidos al determinar la capacidad de producción de la línea de

producción del cuero semiterminado Wet Blue. Para calcular la capacidad de producción se empleó la ecuación 4.

$$\text{Capacidad de producción} = \frac{\text{Tiempo disponible}}{\text{Tiempo estándar}} \quad (4)$$

Para determinar la capacidad productiva de la empresa Curtiduría Pico, es esencial mencionar que los operarios laboran 8 horas diarias (480 minutos) durante 22 días (10560 minutos), de esta manera la capacidad productiva del sistema se calcula a continuación:

$$\text{Capacidad de producción} = \frac{\text{Tiempo disponible}}{\text{Tiempo estándar}}$$

$$\text{Capacidad de producción} = \frac{10560 \frac{\text{min}}{\text{mes}}}{3903.96 \frac{\text{min}}{\text{lote}}}$$

$$\text{Capacidad de producción} = 2.70 \frac{\text{lote}}{\text{mes}}$$

$$\text{Capacidad de producción} = 2.70 \frac{\text{lote}}{\text{mes}} \times \frac{160 \text{ pieles}}{1 \text{ lote}}$$

$$\text{Capacidad de producción} = 432 \frac{\text{pieles}}{\text{mes}}$$

En la virtud en la Tabla 48 se muestra un resumen de la capacidad productiva del sistema para 1, 2 y 3 meses de producción de Wet Blue.

Tabla 48. Capacidad de producción de la línea de producción - pieles.

Capacidad de producción				
Tiempo de ciclo	Unidades	Producción Wet Blue		
		1 Mes	2 Meses	3 Meses
3903.96 $\frac{\text{min}}{\text{lote}}$	Lotes	2.70	5.40	8.11
	Pieles	432	865	1298

Es de importancia, mencionar que en el proceso de escurrido las pieles son recortadas a la mitad, es decir en bandas de cuero Wet Blue, por lo tanto, la capacidad de

producción estimada en la Tabla 48, se multiplica por 2, como se muestra en la Tabla 49.

Tabla 49. Capacidad de producción de la línea de producción - bandas.

Capacidad de producción – Bandas de Wet Blue			
Proceso	Producción Wet Blue [bandas]		
	1 Mes	2 Meses	3 Meses
Bandas de Wet Blue	865	1731	2596

En la Figura 21, se muestra los niveles de producción del proceso productivo de la empresa Curtiduría Pico para la fabricación de bandas del cuero Wet Blue.

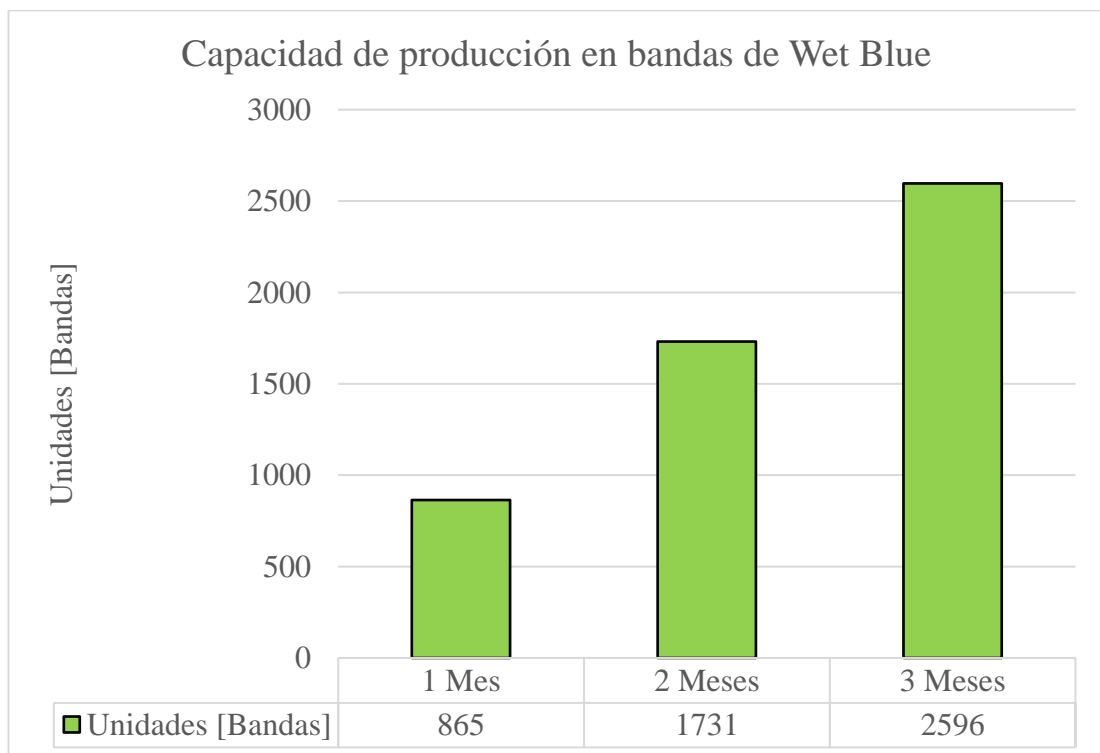


Figura 21. Capacidad de producción de bandas de Wet Blue en Curtiduría Pico.

Análisis e Interpretación:

De acuerdo con la Figura 21, se puede mencionar que bajo las condiciones actuales en las que se desarrolla el proceso de producción para la fabricación de bandas de Wet Blue se logran procesar 865 bandas al mes, mientras que, en dos meses de producción se fabrican 1731 bandas y en un trimestre de trabajo se alcanza a producir 2596 bandas de Wet Blue.

3.8 Propuesta de mejora

Debido, a que con el pasar de los años la empresa fue creciendo de una manera muy empírica y nunca consideró ningún criterio y/o aspecto para la ubicación de su maquinaria conforme se la iba adquiriendo, ha provocado que actualmente en la línea de producción existan transportes, recorrido o movimientos excesivos que afectan a los niveles de productividad. En tal virtud, para solucionar el problema presente en el proceso productivo para la fabricación del cuero Wet Blue de la empresa Curtiduría Pico se propone una modificación de los tiempos de procesamiento de las operaciones, a través de la aplicación de la *metodología SMED*, mientras que para la reducción de transportes innecesarios y para la minimización de las distancias recorridas se propone una *redistribución de planta*.

3.8.1 Metodología SMED

Para la ejecución de la propuesta de mejora del proceso productivo, en primer lugar se aplicó la técnica SMED con el propósito de reducir los tiempos de procesamiento de las etapas productivas, en base a la siguiente metodología.

Paso 1: identificación del proceso a mejorar

En este caso el proceso de producción para la fabricación del cuero Wet Blue. En esta fase se detallan todas las actividades que se realizar para la fabricación del producto final. En la Tabal 50, se puede observar las fases del proceso productivo para la obtención del cuero Wet Blue con su respectivo detalle de actividades.

Tabla 50. Actividades del proceso productivo – Wet Blue.

N°	Actividades del proceso productivo	Tiempo [min]
SALADO		
1	Cortar colas y carnazas	124.76
2	Salado de las pieles	143.41
3	Perchar pieles	125.81
4	Almacenamiento	68.43
Total		462.40 $\frac{min}{lote}$
REMOJO Y PELAMBRE		
5	Clasificación de las pieles	7.91
6	Transportar pieles a los bombos	4.11
7	Colocar agua y detergente en los bombos	9.06
8	Cerrar la compuerta del bombo y encender motor	0.66
9	Detener el motor y desfogar agua	6.19

10	Colocar manguera de agua caliente	7.66
11	Colocar detergente y encender bombo	0.49
12	Detener el bombo y colocar químicos	1.59
13	Realizar el pelambre	780.00
14	Descargar bombos y apilar pieles	7.63
Total		825.27 $\frac{min}{lote}$
DESCARNADO		
15	Transportar las pieles al descarnado	2.57
16	Colocar pieles en la máquina descarnadora	147.91
17	Descarnar	561.72
18	Apilar pieles y cortar rebabas de carne y pelaje	153.38
Total		865.60 $\frac{min}{lote}$
DIVIDIDO		
19	Transportar las pieles al dividido	108.89
20	Dividir la flor y el carnaza	266.23
21	Pesar la flor	24.88
Total		400.00 $\frac{min}{lote}$
CURTIDO		
22	Transportar las pieles al área de curtido	17.86
23	Colocar pieles en el bombo de curtido	21.38
24	Curtir pieles	420.00
25	Descargar bombo, y colocar los cueros en la plataforma de escurrido	21.04
Total		480.29 $\frac{min}{lote}$
ESCURRIDO		
26	Trasladar cueros a la máquina escurridora	1.46
27	Ecurrir cueros	342.40
28	Recortar los cueros	271.66
29	Clasificado de cueros	254.05
30	Transportar al área de despacho	0.83
31	Almacenamiento	--
Total		870.40 $\frac{min}{lote}$

Paso 2: Identificación de las operaciones internas y externas.

A continuación, en la Tabla 51, se muestra la identificación de las operaciones internas (O.I) y externas del proceso productivo.

Tabla 51. Actividades internas y actividades externas del proceso.

N°	Actividades del proceso productivo	Tiempo [min]	O.I	O.E
SALADO				
1	Cortar colas y carnazas	124.76	O.I	
2	Salado de las pieles	143.41	O.I	
3	Perchar pieles	125.81	O.I	

4	Almacenamiento	68.43	O.I	
Total		462.40 $\frac{min}{lote}$		
REMOJO Y PELAMBRE				
5	Clasificación de las pieles	7.91	O.I	
6	Transportar pieles a los bombos	4.11	O.I	
7	Colocar agua y detergente en los bombos	9.06	O.I	
8	Cerrar la compuerta del bombo y encender motor	0.66		O.E
9	Detener el motor y desfogar agua	6.19	O.I	
10	Colocar manguera de agua caliente	7.66	O.I	
11	Colocar detergente y encender bombo	0.49		O.E
12	Detener el bombo y colocar químicos	1.59	O.I	
13	Realizar el pelambre	780.00	O.I	
14	Descargar bombos y apilar pieles	7.63	O.I	
Total		825.27 $\frac{min}{lote}$		
DESCARNADO				
15	Transportar las pieles al descarnado	411.50	O.I	
16	Colocar pieles en la máquina descarnadora	135.08	O.I	
17	Descarnar	206.71		O.E
18	Apilar pieles y cortar rebabas de carne y pelaje	112.32	O.I	
Total		865.60 $\frac{min}{lote}$		
DIVIDIDO				
19	Transportar las pieles al dividido	108.89	O.I	
20	Dividir la flor y el carnaza	266.23		O.E
21	Pesar la flor	24.88	O.I	
Total		400.00 $\frac{min}{lote}$		
CURTIDO				
22	Transportar las pieles al área de curtido	17.86	O.I	
23	Colocar pieles en el bombo de curtido	21.38	O.I	
24	Curtir pieles	420.00		O.E
25	Descargar bombo, y colocar los cueros en la plataforma de escurrido	21.04	O.I	
Total		480.29 $\frac{min}{lote}$		
ESCURRIDO				
26	Trasladar cueros a la máquina escurridora	1.46	O.I	
27	Escurrir cueros	342.40		O.E
28	Recortar los cueros	271.66	O.I	
29	Clasificado de cueros	254.05	O.I	
30	Transportar al área de despacho	0.83	O.I	
31	Almacenamiento	--	O.I	
Total		870.40 $\frac{min}{piel}$		

Paso 3: Transformar las operaciones internas en externas.

A continuación, se muestra la conversión de las operaciones internas del proceso productivo a operaciones externas, según lo indica la Tabla 52.

Tabla 52. Transformación de actividades internas en externas.

N°	Actividades del proceso productivo	Tiempo [min]	O.I	O.E	Mejora	Tiempos post - aplicación [min]
SALADO						
1	Cortar colas y carnazas	124.76	O.I			
2	Salado de las pieles	143.41	O.I			
3	Perchar pieles	125.81	O.I			
4	Almacenamiento	68.43	O.I			
REMOJO Y PELAMBRE						
5	Clasificación de las pieles	7.91	O.I			
6	Transportar pieles a los bombos	4.11	O.I			
7	Colocar agua y detergente en los bombos	9.06	O.I	O.E	Incorporar una bomba de agua de modo que el bombo se llene más pronto.	5.03
8	Cerrar la compuerta del bombo y encender motor	0.66		O.E		
9	Detener el motor y desfogar agua	6.19	O.I			
10	Colocar manguera de agua caliente	7.66	O.I			
11	Colocar detergente y encender bombo	0.49		O.E		
12	Detener el bombo y colocar químicos	1.59	O.I			
13	Realizar el pelambre	780.00	O.I			
14	Descargar bombos y apilar pieles	7.63	O.I			
DESCARNADO						
15	Transportar las pieles al descarnado	2.57	O.I			
16	Colocar pieles en la máquina descarnadora	147.91	O.I			
17	Descarnar	561.72		O.E		
18	Apilar pieles y cortar rebabas de carne y pelaje	153.38	O.I			
DIVIDIDO						
19	Transportar las pieles al dividido	108.89	O.I			
20	Dividir la flor y el carnaza	266.23		O.E		
21	Pesar la flor	24.88	O.I			

CURTIDO						
22	Transportar las pieles al área de curtido	17.86	O.I			
23	Colocar pieles en el bombo de curtido	21.38	O.I			
24	Curtir pieles	420.00		O.E		
25	Descargar bombo, y colocar los cueros en la plataforma de escurrido	21.04	O.I			
ESCURRIDO						
26	Trasladar cueros a la máquina escurridora	1.46	O.I			
27	Escurrir cueros	342.40		O.E		
28	Recortar los cueros	271.66	O.I			
29	Clasificado de cueros	254.05	O.I			
30	Transportar al área de despacho	0.83	O.I			
31	Almacenamiento	--	O.I			

Paso 4: reducción de los tiempos de las operaciones internas y de las operaciones externas

En el paso 3, solamente se pudo convertir una operación interna en externa, sin embargo, en este paso de la metodología se toman y se consideran acciones de mejora, de modo que, se logre reducir el tiempo de procesamiento de cada una de las fases del proceso productivo y de sus respectivas actividades, como se muestra a continuación en la Tabla 53.

Tabla 53. Reducción de los tiempos de las actividades internas y externas.

Nº	Actividades del proceso productivo	Tiempo [min]	O.I	O.E	Mejora	Tiempos post - aplicación [min]
SALADO						
1	Cortar colas y carnazas	124.76	O.I			
2	Salado de las pieles	143.41	O.I		Evitar los reprocesos o varias pasadas de la salmuera en las pieles crudas	73.00
3	Perchar pieles	125.81	O.I			
4	Almacenamiento	68.43	O.I			
REMOJO Y PELAMBRE						
5	Clasificación de las pieles	7.91	O.I			
6	Transportar pieles a los bombos	4.11	O.I			
7	Colocar agua y detergente en los bombos	9.06		O.E		
8	Cerrar la compuerta del bombo y encender motor	0.66		O.E		

9	Detener el motor y desfogar agua	6.19	O.I		Desfogar el agua con el motor encendido para agilizar el proceso	2.92
10	Colocar manguera de agua caliente	7.66	O.I		Tener una tubería instalada solamente para el agua caliente para agilizar el proceso.	3.35
11	Colocar detergente y encender bombo	0.49		O.E		
12	Detener el bombo y colocar químicos	1.59	O.I			
13	Realizar el pelambre	780.00	O.I			
14	Descargar bombos y apilar pieles	7.63	O.I			
DESCARNADO						
15	Transportar las pieles al descarnado	2.57	O.I			
16	Colocar pieles en la máquina descarnadora	147.91	O.I			
17	Descarnar	561.72		O.E	Evitar reprocesos	504.14
18	Apilar pieles y cortar rebabas de carne y pelaje	153.38	O.I			
DIVIDIDO						
19	Transportar las pieles al dividido	108.89	O.I			
20	Dividir la flor y el carnaza	266.23		O.E	Evitar reprocesos y colocar correctamente las pieles sobre la máquina	143.03
21	Pesar la flor	24.88	O.I			
CURTIDO						
22	Transportar las pieles al área de curtido	17.86	O.I			
23	Colocar pieles en el bombo de curtido	21.38	O.I			
24	Curtir pieles	420.00		O.E		
25	Descargar bombo, y colocar los cueros en la plataforma de escurrido	21.04	O.I			
ESCURRIDO						
26	Trasladar cueros a la máquina escurridora	1.46	O.I			
27	Ecurrir cueros	342.40		O.E		
28	Recortar los cueros	271.66	O.I		Disponer de un kit de cuchillas, con el propósito de no perder tiempo en el afilado repetitivo de las mismas.	218.86
29	Clasificado de cueros	254.05	O.I			
30	Transportar al área de despacho	0.83	O.I			
31	Almacenamiento	--	O.I			

Paso 5: Estandarizar el nuevo método de trabajo

Una vez aplicada la metodología SMED, en el proceso productivo para la fabricación del cuero Wet Blue. A continuación, en la Tabla 53, se exhibe el nuevo método de trabajo para la línea de producción de la empresa Curtiduría Pico.

En la Tabla 54, se presenta el método propuesto de trabajo para el proceso de Salado, una vez que se ha perfeccionado y optimizado los tiempos de procesamiento.

Tabla 54. Proceso de salado - método propuesto 1.

N°	Actividades del proceso productivo	Tiempo [min]
SALADO		
1	Cortar colas y carnazas	124.76
2	Salado de las pieles	73.00
3	Perchar pieles	125.81
4	Almacenamiento	68.43
Total		392.00

Con la aplicación de la metodología SMED en el proceso de producción se logró reducir el tiempo de procesamiento del Salado de 462.40 minutos a 392.00 minutos por cada lote tratado.

En la Tabla 55, se presenta el método propuesto de trabajo para el proceso de Remojo y pelambre, una vez que se ha perfeccionado y optimizado los tiempos de procesamiento.

Tabla 55. Proceso de remojo y pelambre - método propuesto 1.

N°	Actividades del proceso productivo	Tiempo [min]
REMOJO Y PELAMBRE		
5	Clasificación de las pieles	7.91
6	Transportar pieles a los bombos	4.11
7	Colocar agua y detergente en los bombos	5.03
8	Cerrar la compuerta del bombo y encender motor	0.66
9	Detener el motor y desfogar agua	2.92
10	Colocar manguera de agua caliente	3.35
11	Colocar detergente y encender bombo	0.49
12	Detener el bombo y colocar químicos	1.59
13	Realizar el pelambre	780.00
14	Descargar bombos y apilar pieles	7.63
Total		813.69

Mediante la propuesta planteada se pudo reducir el tiempo de procesamiento del Remojo y pelambre de 825.17 minutos por lote a 813.69 minutos por lote.

En la Tabla 56, se presenta el método propuesto de trabajo para el proceso de Descarnado, una vez que se ha perfeccionado y optimizado los tiempos de procesamiento.

Tabla 56. Proceso de descarnado - método propuesto 1.

N°	Actividades del proceso productivo	Tiempo [min]
DESCARNADO		
15	Transportar las pieles al descarnado	2.57
16	Colocar pieles en la máquina descarnadora	147.91
17	Descarnar	504.14
18	Apilar pieles y cortar rebabas de carne y pelaje	153.38
Total		808.00

Por medio de la metodología SMED, se redujo el tiempo de ciclo del proceso de Descarnado de 865.60 minutos por lote a 808.00 minutos por lote procesado.

En la Tabla 57, se presenta el método propuesto de trabajo para el proceso de Dividido, una vez que se ha perfeccionado y optimizado los tiempos de procesamiento.

Tabla 57. Proceso de dividido - método propuesto 1.

N°	Actividades del proceso productivo	Tiempo [min]
DIVIDIDO		
19	Transportar las pieles al dividido	108.89
20	Dividir la flor y el carnaza	143.03
21	Pesar la flor	24.88
Total		276.80

Mediante la propuesta de mejora, el tiempo de ciclo del proceso de Dividido se redujo de 400.00 minutos por lote procesada a 276.80 minutos por lote.

En la Tabla 58, se presenta el método de trabajo para el proceso de Curtido, el mismo que no ha sufrido ningún cambio.

Tabla 58. Proceso de curtido 1.

N°	Actividades del proceso productivo	Tiempo [min]
CURTIDO		
22	Transportar las pieles al área de curtido	17.05
23	Colocar pieles en el bombo de curtido	21.07
24	Curtir pieles	420.00
25	Descargar bombo, y colocar los cueros en la plataforma de escurrido	22.17
Total		480.29

En la Tabla 59, se presenta el método propuesto de trabajo para el proceso de Escurrido, una vez que se ha perfeccionado y optimizado los tiempos de procesamiento.

Tabla 59. Proceso de escurrido – método propuesto 1.

N°	Actividades del proceso productivo	Tiempo [min]
ESCURRIDO		
26	Trasladar cueros a la máquina escurridora	1.46
27	Ecurrir cueros	342.40
28	Recortar los cueros	218.86
29	Clasificado de cueros	254.05
30	Transportar al área de despacho	1.43
31	Almacenamiento	--
Total		817.60

Con la aplicación de la metodología SMED en el proceso de producción se logró reducir el tiempo de procesamiento del Escurrido de 870.40 minutos a 817.60 minutos por cada lote tratado.

Comparación de la situación actual vs propuesta 1 - metodología SMED

En primera instancia en la Tabla 59, se exhibe el tiempo estándar de la situación mejorada para el proceso productivo, considerando un lote de producción conformado por 160 pieles.

Tabla 60. Resumen del tiempo estándar – método propuesto 1.

Tiempo estándar del Wet Blue	
Proceso	Tiempo estándar
Salado	392.00 $\frac{min}{lote}$
Remojo y pelambre	813.69 $\frac{min}{lote}$
Descarnado	808.00 $\frac{min}{lote}$
Dividido	276.80 $\frac{min}{lote}$
Curtido	480.29 $\frac{min}{lote}$
Escurrido	817.60 $\frac{min}{lote}$
Tiempo de ciclo	3588.38 $\frac{min}{lote}$

En la Figura 22, se muestra la comparativa de la situación actual versus la situación propuesta luego de la aplicación de la metodología SMED en el proceso productivo para la fabricación del cuero Wet Blue.

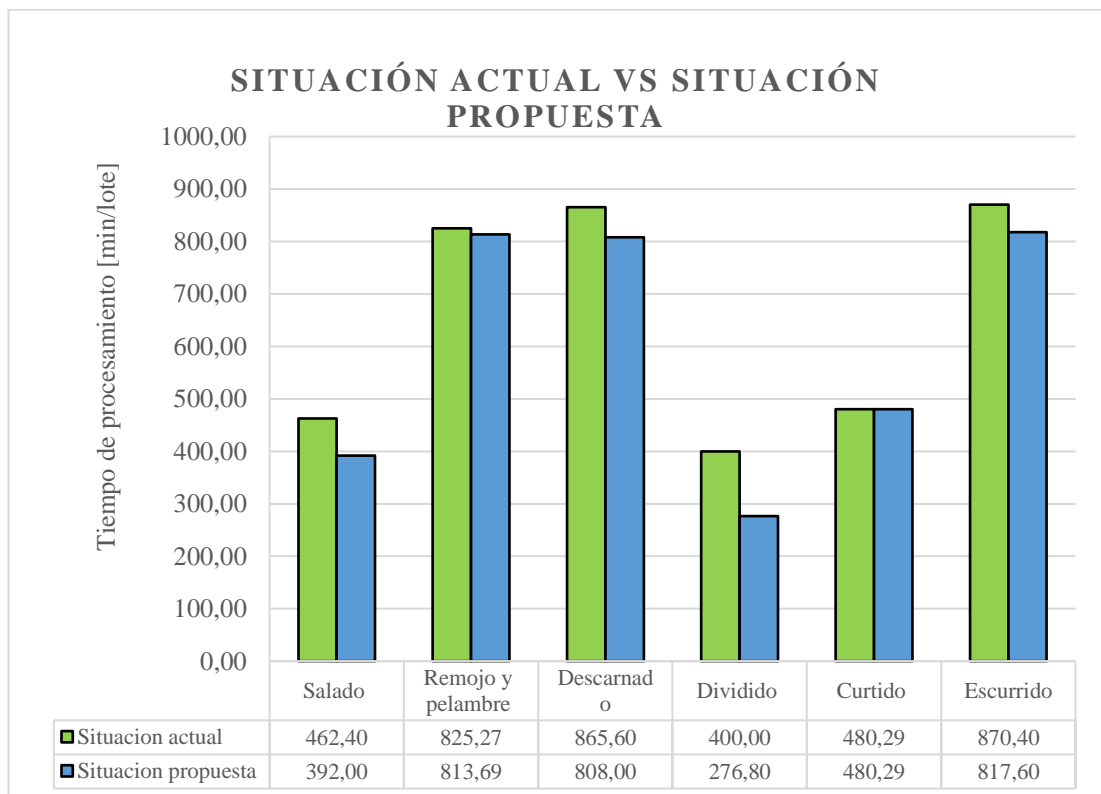


Figura 22. Tiempos de procesamiento situación actual vs situación propuesta 1 - SMED.

Análisis e interpretación:

Una vez efectuada la propuesta de mejora, mediante la aplicación de la metodología SMED en el proceso productivo para la fabricación del cuero Wet Blue; se obtuvieron los siguientes resultados: para el proceso de salado el tiempo estándar se redujo de $462.40 \frac{\text{min}}{\text{lote}}$ a $392.00 \frac{\text{min}}{\text{piel}}$; para el proceso de remojo y pelambre se logró reducir el tiempo estándar de $825.27 \frac{\text{min}}{\text{lote}}$ a $813.69 \frac{\text{min}}{\text{lote}}$; para el proceso de descarnado, luego de las mejoras en base la metodología SMED se redujo de $865.60 \frac{\text{min}}{\text{lote}}$ a $808.00 \frac{\text{min}}{\text{lote}}$; mientras que para el proceso de dividido el tiempo del proceso pasó de $400.00 \frac{\text{min}}{\text{lote}}$ a $276.80 \frac{\text{min}}{\text{lote}}$ para el proceso de curtido en tiempo estándar se mantiene en $480.29 \frac{\text{min}}{\text{lote}}$; finalmente para el proceso de escurrido se logró reducir el tiempo de procesamiento de $870.40 \frac{\text{min}}{\text{lote}}$ a $817.60 \frac{\text{min}}{\text{lote}}$. Todas estas reducciones y optimizaciones de tiempo representan una mejora global del proceso productivo de un 8.08% al reducir el tiempo de ciclo para el procesamiento de un lote de 160 pieles de 3903.96 min a 3588.38 min .

Capacidad de producción – metodología SMED

Para determinar la capacidad de producción de esta primera propuesta de mejora para el proceso productivo se empleó la ecuación 4.

$$\text{Capacidad de producción} = \frac{\text{Tiempo disponible}}{\text{Tiempo estándar}} \quad (4)$$

Para determinar la capacidad productiva del proceso, se debe considerar que los operarios trabajan 8 horas diarias (480 minutos) durante 22 días (10560 minutos); obteniendo con aquello los siguientes resultados:

$$\text{Capacidad de producción} = \frac{\text{Tiempo disponible}}{\text{Tiempo estándar}}$$
$$\text{Capacidad de producción} = \frac{10560 \frac{\text{min}}{\text{mes}}}{3588.38 \frac{\text{min}}{\text{lote}}}$$

$$\text{Capacidad de producción} = 2.94 \frac{\text{lote}}{\text{mes}}$$

$$\text{Capacidad de producción} = 2.94 \frac{\text{lote}}{\text{mes}} \times \frac{160 \text{ pieles}}{1 \text{ lote}}$$

$$\text{Capacidad de producción} = 470 \frac{\text{pieles}}{\text{mes}}$$

En la Tabla 61, se muestra el resumen del cálculo de la capacidad productiva para una jornada laboral diaria, semanal, mensual y para una jornada trimestral.

Tabla 61. Capacidad de producción de la línea de producción – pieles, método propuesto 1.

Capacidad de producción				
Tiempo de ciclo	Unidades	Producción Wet Blue		
		1 Mes	2 Meses	3 Meses
3588.38 $\frac{\text{min}}{\text{lote}}$	Lotes	2.94	5.88	8.82
	Pieles	470	941	1412

De acuerdo con los resultados obtenidos en la Tabla 61, el proceso que restringe la producción (cuello de botella) es el proceso de escurrido por ser la etapa de la producción que comprende un mayor tiempo de procesamiento. Por otra parte, *cabe mencionar, que en el proceso de escurrido las pieles son recortadas a la mitad, es decir en bandas de cuero Wet Blue, por lo tanto, la capacidad de producción estimada en la Tabla 61, se multiplica por 2 como se muestra en la Tabla 62.*

Tabla 62. Capacidad de producción de la línea de producción – bandas, método propuesto 1.

Capacidad de producción – Bandas de Wet Blue			
Proceso	Producción Wet Blue [bandas]		
	1 Mes	2 Meses	3 Meses
Bandas de Wet Blue	941	1883	2825

En la Figura 23, se muestra los niveles de producción del proceso productivo de la empresa Curtiduría Pico para la fabricación de bandas del cuero Wet Blue.

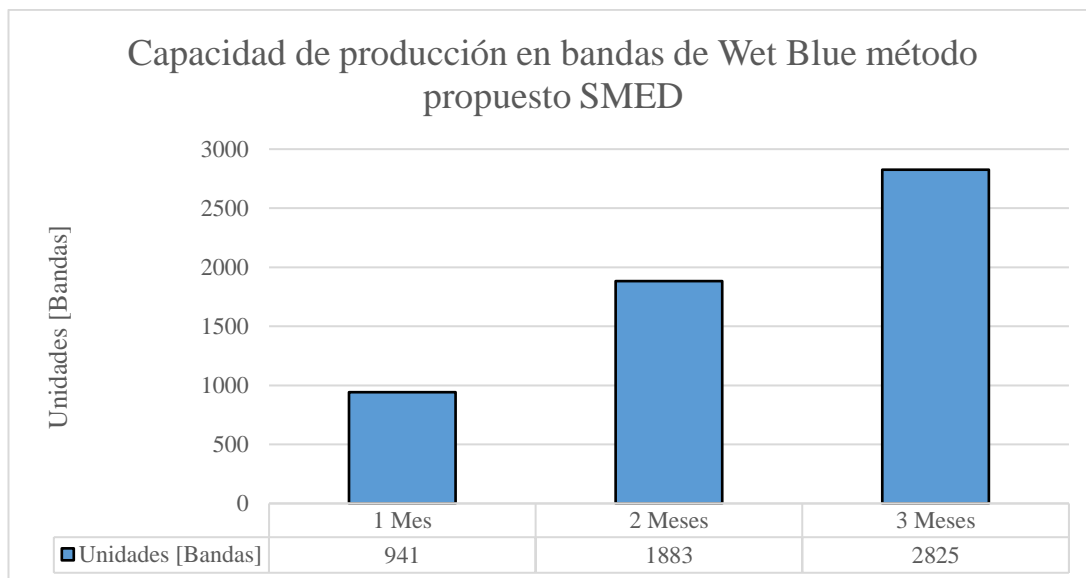


Figura 23. Capacidad de producción en bandas de Wet Blue, método propuesto 1 - SMED.

Análisis e interpretación:

Bajo las nuevas condiciones de trabajo propuestas mediante la metodología SMED para el proceso de producción, se logra una capacidad productiva mejorada de 941 bandas para un mes de trabajo; 1883 bandas fabricadas en dos meses y 2825 bandas trimestrales de cuero Wet Blue.

En la Figura 24, se muestra una comparativa de la situación actual versus la situación mejorada al aplicar la metodología SMED en el proceso productivo.

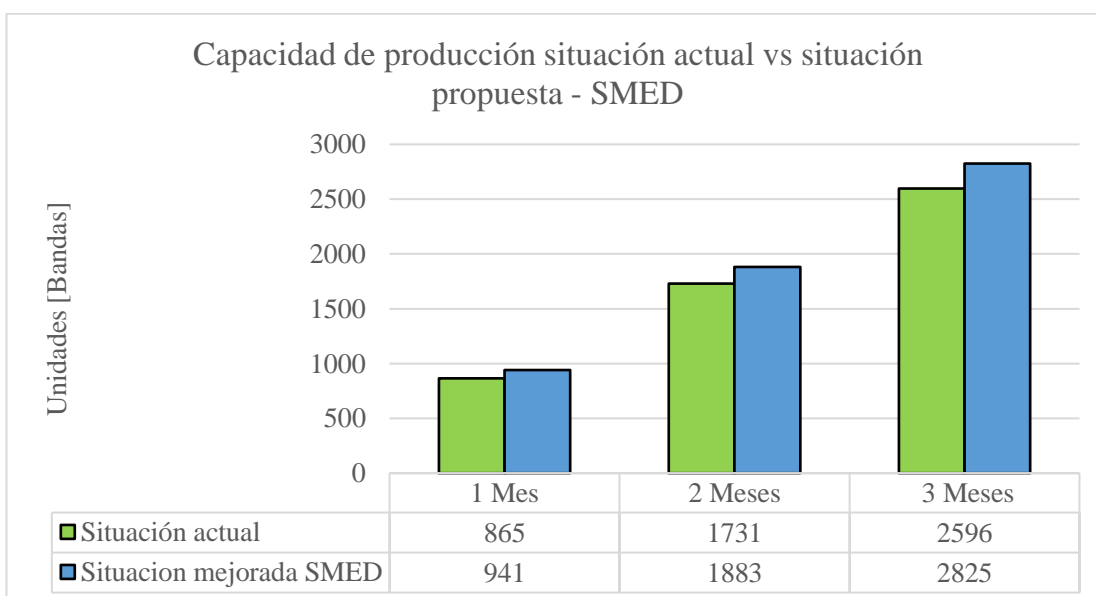


Figura 24. Comparativa de la capacidad de producción en bandas de Wet Blue, método actual vs propuesto 1 - SMED.

Análisis e interpretación:

Al mejorar el proceso productivo para la fabricación del cuero Wet Blue, mediante la aplicación de la metodología SMED; en la Figura 24 se puede evidenciar que en la situación actual del proceso productivo se llegan a producir hasta 865 bandas mensuales, mientras que en la situación propuesta se alcanzarían a fabricar 941 bandas por mes. Mientras, que para dos meses de trabajo la capacidad productiva de las bandas de Wet Blue incrementa de 1731 bandas a 1883 bandas; para un mes de trabajo la capacidad productiva incrementa de 3528. Finalmente, la capacidad de producción trimestral aumenta de 2596 bandas trimestrales a 2825 bandas por trimestre.

Al aplicar la metodología SMED, claramente se pueden apreciar las mejoras que se logran para el proceso productivo y por ende para la empresa. Sin embargo, aún se puede mejorar el proceso de producción. En tal virtud, en el apartado 3.8.2 se complementa la aplicación del SMED con una redistribución de planta de las instalaciones del área de producción de la empresa Curtiduría Pico.

3.8.2 Redistribución de la instalación

3.8.2.1 Cálculo de la superficie requerida para la instalación

La superficie total del área de producción está compuesta por la superficie o espacio que es ocupado y/o utilizado por las máquinas y por todos los elementos necesarios para el proceso productivo.

Superficie de producción

Para estimar la superficie de producción necesaria se empleó el método de Guerchet, que consiste en un método cuantitativo que se basa en la sumatoria de tres superficies parciales: área estática, área gravitatoria, área de evolución [38]. A continuación se detalla cada una de estas.

Área estática (Ss): Es el área que utilizan las máquinas y se calcula mediante la ecuación 5.

$$Ss = Largo \times Ancho \quad (5)$$

Área gravitatoria (Sg): Es el área que ocupa el operador para movilizarse alrededor su máquina para realizar las operaciones [39].

$$Sg = N \times Ss \quad (6)$$

Donde:

N = número de lados accesibles a la máquina

Ss= Área estática

Área de evolución (Se): Es el área que requieren los operarios para moverse y acceder al centro de producción, se calcula mediante la ecuación 7 [39].

$$Se = k (Ss + Sg) \quad (7)$$

En donde k se determina mediante la expresión expuesta en la ecuación 8.

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

En donde:

$$h_{EM} = \frac{\sum_{i=1}^m (L * a * n * h)}{\sum_{i=1}^m (L * a * n)} \quad (9)$$

$$h_{EE} = \frac{\sum_{i=1}^S (L * a * n * h)}{2 * \sum_{i=1}^S (L * a * n)} \quad (10)$$

Donde:

HEE = altura promedio de los elementos estáticos

hEM = altura promedio de los elementos móviles

L = largo de los elementos

a = ancho de los elementos

h = altura de los elementos

n = número de elementos

k = coeficiente

Finalmente el **Área total**, es el área necesaria para instalar el proceso de producción [39], se calcula mediante la ecuación 11.

$$St = n (Ss + Sg + Se) \quad (11)$$

Descripción de los elementos fijos o estáticos

Este apartado se refiere específicamente a las máquinas a los puntos o áreas de espera o a otros elementos que permanecen fijo dentro del área de producción. En las Tabla 63 y en la Tabla 64, se detallan los elementos fijos de cada área del proceso productivo, es de importancia mencionar que en las dimensiones de las máquinas se consideró a los elementos auxiliares necesarios para su funcionamiento por ejemplo: motores, bandas, guardas de seguridad y entre otros.

Tabla 63. Elementos fijos o estáticos del área de ribera.

Área de ribera	
Elementos	Dimensiones [metros] <i>a x l x h</i>
Bombo 1	3 x 4 x 3.30
Bombo 2	3 x 4 x 3.30
Bombo 3	3 x 4 x 3.30
Plataforma o zona de descarne	3.50 x 2.50 x 0.85
Máquina descarnadora	5.50 x 2.60 x 2
Plataforma o área de dividido	3.40 x 2.60 x 0.90
Máquina divididora	6 x 3.50 x 2.25
Plataforma o zona de apilado de pieles	2 x 2 x 0.3

Por otra parte, en la Tabla 64 se enlistan los elementos estáticos o fijos correspondientes al área de curtido.

Tabla 64. Elementos fijos o estáticos del área de curtido.

Área de curtido	
Elementos	Dimensiones [metros] <i>a x l x h</i>
Bombo 4	3 x 3.50 x 3
Bombo 5	3 x 3 x 3
Máquina escurridora	5 x 3.25 x 2.40
Área de clasificado o despacho	5 x 7.5 x 3
Balanza	1.5 x 2 x 0.2

Descripción de los elementos móviles

Entre algunos componentes móviles que se disponen dentro del área de producción, se pudo identificar a carritos transportadores, operadores, entre otros; debido a la existencia de una gran cantidad de estos, se optó por asignar un valor correspondiente a la altura media ponderada (h_{EM}) de 1.67 metros, por lo tanto no fue necesario realizar el cálculo sistemático de esta variable, este valor se obtuvo de [40].

Cálculo del coeficiente de evolución (k)

Este coeficiente representa la relación existente entre las áreas medias ponderadas de los elementos estáticos y de los elementos móviles, cabe mencionar que el valor numérico de esta variable es distinto para cada una de las áreas de producción, debido a que las alturas de las máquinas son distintas. Por otro lado, este coeficiente es esencial para calcular o determinar el área o superficie evolutiva y se lo determina mediante la ecuación 8. En la Tabla 65 se muestra el resumen de los resultados obtenidos para cada una de las áreas de trabajo, mientras que el procedimiento de este cálculo se muestra en el Anexo 2.

Tabla 65. Coeficientes de evolución (k) para cada área de producción.

Coeficiente de evolución k	
Áreas	k
Ribera	0.38
Curtido	0.30

Superficies parciales y superficie total del área de producción

La superficie estática, la superficie gravitatoria y la superficie de evolución se calcularon de acuerdo con las especificaciones de las ecuaciones 5, 6 y 7 respectivamente con el fin de determinar la superficie total del área de producción en base a la ecuación 11.

En la Tabla 66 se presentan los resultados obtenidos con respecto al requerimiento de la superficie para el área de ribera de la empresa Curtiduría Pico.

Tabla 66. Superficie básica requerida para el área de ribera.

Superficie - Área de ribera										
Máquinas, equipos, plataformas o zonas		Dimensiones (m)			Cantidad	N	Ss	Sg	Se	St
k=	0.38	a	l	h						
Bombo 1		3	4	3.3	1	1	12.00	12.00	9.12	33.12
Bombo 2		3	4	3.3	1	1	12.00	12.00	9.12	33.12
Bombo 3		3	4	3.3	1	1	12.00	12.00	9.12	33.12
Plataforma o zona de descarte		3.5	2.5	0.85	1	1	8.75	8.75	6.65	24.15
Máquina descarnadora		5.5	2.6	2	1	1	14.30	14.30	10.87	39.47
Plataforma o área de dividido		5.5	2.6	0.9	1	1	14.30	14.30	10.87	39.47
Máquina divididora		6	3.5	2.25	1	2	21.00	42.00	23.94	86.94
Plataforma o zona de apilado de pieles		2	2	0.3	1	3	4.00	12.00	6.08	22.08
Superficie Requerida										311.47

La superficie total destinada para los elementos que conforman el área de ribera es de $217,19 m^2$ y de acuerdo con el método de Guerchet la superficie básica recomendada para que las actividades se desenvuelvan de una manera adecuada es de $311,47 m^2$, lo que representa un incremento de la superficie actual en $94,28 m^2$. Bajo el mismo contexto en la Tabla 67, se presenta el cálculo de la superficie requerida para el área de curtido.

Tabla 67. Superficie básica requerida para el área de curtido.

Máquinas, equipos, plataformas o zonas		Área de curtido								
k=	0.30	Dimensiones (m)			Cantidad	N	Ss	Sg	Se	St
		a	l	h						
Bombo 4		3	3.5	3	1	1	10.50	10.50	6.30	27.30
Bombo 5		3	3	3	1	1	9.00	9.00	5.40	23.40
Máquina escurridora		5	3.25	2.4	1	2	16.25	32.50	14.63	63.38
Área de clasificado o despacho		5	7.5	3	1	1	37.50	37.50	22.50	97.50
Balanza		1.5	2	0.2	1	1	3.00	3.00	1.80	7.80
Superficie Requerida										219.38

La superficie actual de los elementos que conforman el área de curtido es de $295,59 m^2$, mientras que el método de Guerchet recomienda una superficie de $219,38 m^2$, lo que significa una reducción de $76,21 m^2$.

Interpretación:

La superficie actual total que ocupa el área de ribera es de $217,19 m^2$ y de acuerdo con el método de Guerchet la superficie básica recomendada para que las actividades se

desenvuelvan de una manera adecuada es de 311.47 m^2 , lo que representa un incremento de la superficie actual en 94.28 m^2 . Mientras, que la superficie actual de los elementos que conforman el área de curtido es de 295.59 m^2 , mientras, que el método de Guerchet recomienda que la superficie sea de 219.38 m^2 , lo que significa una reducción de 76.21 m^2 ; debido a que estos dimensionamientos no son relevantes, se optó por realizar un estudio de distribución de planta con naturaleza de “*Reordenamiento de una distribución ya existente*”.

3.8.2.2 Redistribución de la instalación

La distribución o redistribución de instalaciones consiste en la ordenación lógica y secuencial de los equipos, máquinas o áreas de trabajo que se interrelacionan con el fin de la transformación o creación de un bien [13]. Es de importancia mencionar que la distribución actual de la línea de producción del cuero semiterminado Wet Blue se asemeja a una distribución por proceso, debido a que las máquinas se agrupan en función de las operaciones que realizan para la producción. En la Tabla 68, se muestran los criterios para la selección de la redistribución de planta propuesta para la empresa Curtiduría Pico.

Tabla 68. Tipos de distribución aplicables al área de producción de Curtiduría Pico.

Selección de la distribución de planta		
Tipos de distribución	Conformidad	Justificación
Por producto	No aplica	Las distribuciones de este tipo hacen referencia a líneas de ensamble, en donde las piezas se van añadiendo al momento o ritmo que el producto se sigue moviendo. En gran porcentaje de este tipo de instalaciones se emplean bandas transportadoras para minimizar el manejo de los materiales.
Posición fija	No aplica	Debido a que las pieles se desplazan por toda el área de producción, claramente se descarta este tipo de distribución.
Por proceso	APLICA	Este tipo de distribución es el que se aplica al proceso productivo de Curtiduría Pico, debido a que presenta características de este tipo de distribución como, elevado WIP, especialización de obres, congestión de rutas, entre otros.
Células de manufactura	No aplica	Este tipo de distribución no es aplicable a la línea de producción de la empresa, porque la misma se aplica cuando existe una gran variedad de productos que comparten los mismo equipos o maquinaria, para agruparlos en algún tipo de familias

Restricciones para la redistribución

Para realizar la redistribución de la planta de producción se deben considerar las siguientes restricciones:

- Las áreas de salado y de despacho no se deben reubicar, puesto que, actualmente las mismas se encuentran en las entradas del área de producción de manera que se facilita la recepción de pieles, así como la entrega de los cuerpos Wet Blue a los clientes.
- Debe existir un drenaje exclusivo para la descarga de aguas para cada área.
- Los bombos de ribera y de curtido deben colocarse a los alrededores del área de producción, debido a que son sitios acondicionados para el desfogue de las aguas residuales.

3.8.2.3 Análisis SLP de las instalaciones

En la Tabla 69 se describen cada una de las áreas y procesos que son parte del sistema productivo con su respectiva codificación.

Tabla 69. Áreas y proceso del sistema productivo – codificación.

Codificación de los procesos productivos	
Proceso	Código
Salado (materia prima)	1
Bombos de ribera	2
Plataforma o zona de descarnar	3
Máquina descarnadora	4
Plataforma o área de dividido	5
Máquina divididora	6
Plataforma o zona de apilado de pieles	7
Bombos de curtido	8
Máquina escurridora	9
Área de clasificado o despacho	10

Una vez que se han establecido las áreas que conforman el proceso productivo; es necesario detallar los motivos o criterios para designar la cercanía de estas áreas, como se muestra en la Tabla 70.






Tabla 70. Razones de cercanía.

Código de razones					
Razón	Número	Razón	Número	Razón	Número
Por distancia	1	Por conveniencia	3	Por secuencia	5
Por seguridad	2	Por higiene	4	Por tiempo	6

Diagrama de relación

En primera instancia, se muestra la simbología empleada en el método SLP, obsérvese la Tabla 71.

Tabla 71. Simbología del método SLP.

Simbología método SLP			
Código	Definición	Tipo de línea	Color
A	Absolutamente importante		Rojo
E	Especialmente importante		Naranja o amarillo
I	Importante		Verde
O	Ordinaria		Azul
U	Sin importancia		
X	No deseable		Negro

En la Tabla 72, se presenta la matriz de relaciones de cercanía existente entre cada una de las áreas de trabajo.

Tabla 72. Áreas y proceso del sistema productivo – codificación.

Codificación de los procesos productivos									
Áreas	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	A	U	U	U	U	U	U	U	O
	1, 5, 6	-	-	-	-	-	-	-	3
2		A	I	U	U	U	U	U	U
		1, 5, 6	1, 5, 6	-	-	-	-	-	-
3			A	I	U	U	U	U	U
			1, 3, 5	3, 5	-	-	-	-	-
4				A	O	U	U	U	U
				1, 3, 5	3, 5	-	-	-	-
5					A	O	U	U	U
					1, 5, 6	3	-	-	-
6						A	I	U	U
						1, 5	1, 2	-	-
7							A	X	U
							1, 2, 5	2	-
8								A	U
								5	-
9									A
									1, 2, 5
10									

Finalmente, se detalla el diagrama de relaciones para representar el grado de cercanía de cada una de las áreas de trabajo, véase la Figura 25.

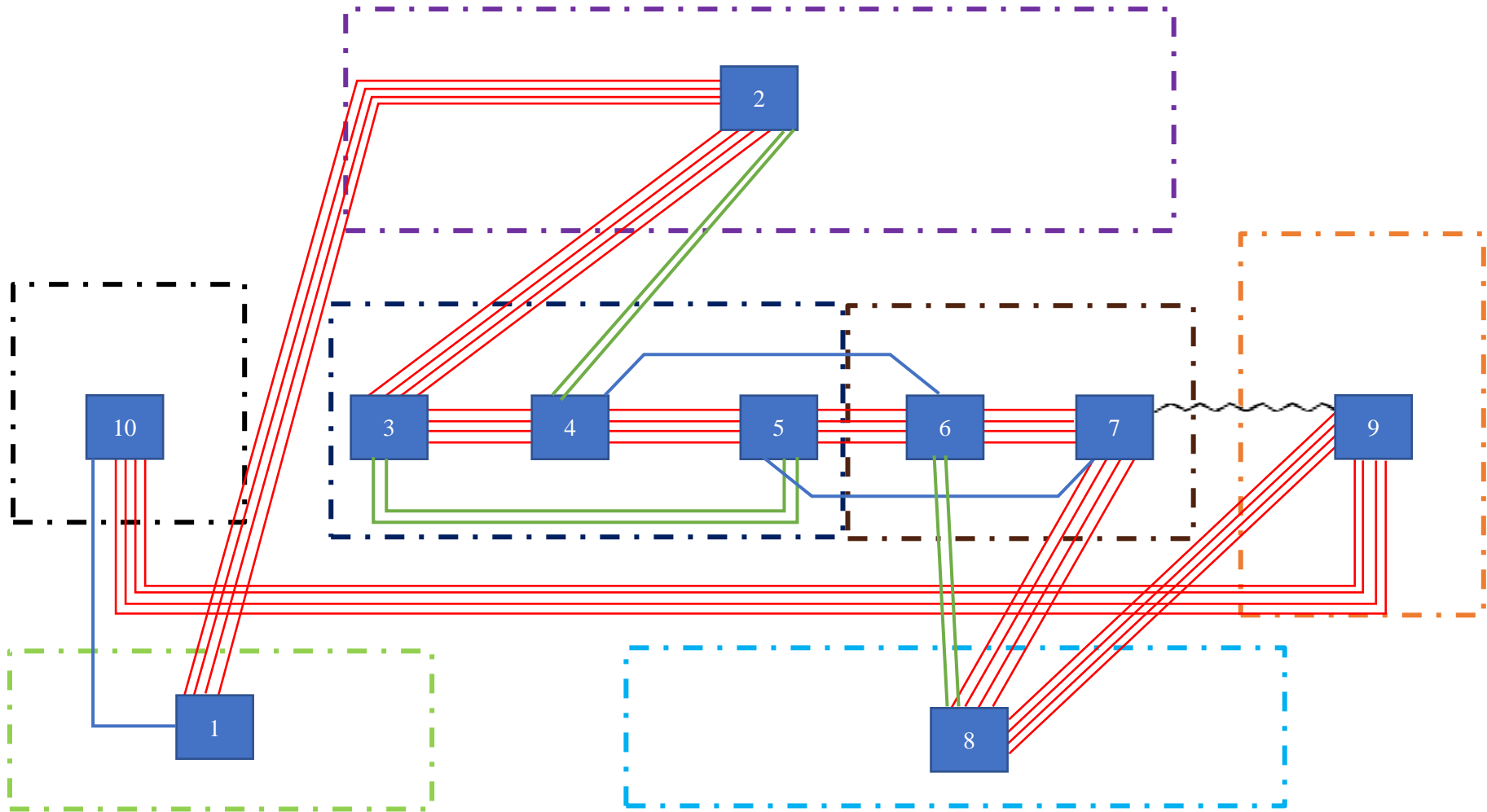


Figura 25. Diagrama de relaciones – área de producción Curtiduría Pico.

3.8.2.4 Redistribución de planta

En esta etapa de la metodología SLP, se opta por proponer una nueva distribución de las instalaciones del área de producción de la empresa Curtiduría Pico para la fabricación del Wet Blue. En base a aquello, en la Figura 26 se presenta la redistribución de planta propuesta para la organización, con el fin de reducir las distancias recorridas por los operarios entre los distintos puestos de trabajo. En primer lugar en la Tabla 73, se exhibe el código de colores empleado en el Layout propuesto.

Tabla 73. Codificación de colores empleados en el Layout propuesto.

Layout Curtiduría Pico	
Código de color	Descripción
	Área de despacho
	Salado
	Remojo y pelambre
	Curtido
	Áreas o plataformas donde reposan las pieles para ser procesadas

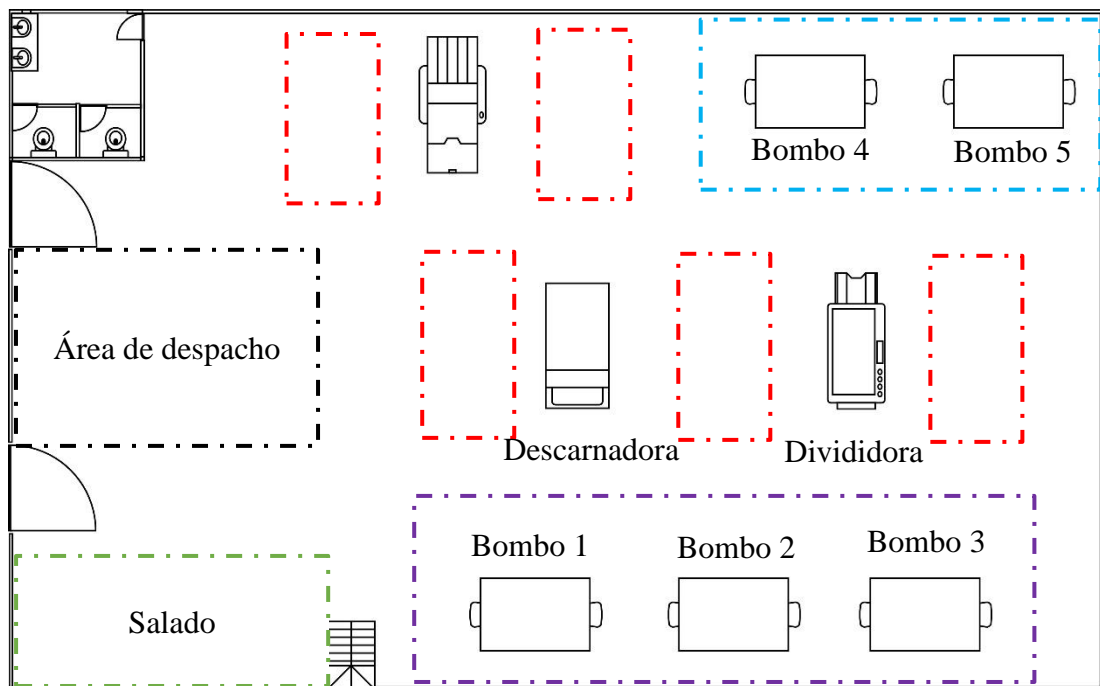


Figura 26. Layout de la distribución propuesta para Curtiduría Pico.

En la Figura 26, se consideran las restricciones que se deben considerar para realizar la redistribución de las instalaciones del área de producción de la empresa. Además, se puede apreciar que el área de despacho de los cueros se ha incrementado con el fin

de que los operarios organicen de mejor manera las pieles procesadas para su entrega a sus respectivos clientes.

Diagrama de recorrido propuesto

En la Tabla 74 se muestra la codificación por colores y la secuencia ordenada de los recorridos que realiza el material dentro del área de producción para fabricar el cuero Wet Blue de la empresa Curtiduría Pico.

Tabla 74. Secuencia de los movimientos propuestos.

Layout Curtiduría Pico	
Código de color	Secuencia
	1
	2
	3
	4
	5
	6
	7
	8
	9
	10

Por otro lado, en la Figura 27 se muestra el diagrama de recorrido propuesto para la elaboración del cuero Wet Blue. Este nuevo diagrama de recorrido se expone con la finalidad de evidenciar la nueva secuencia de movimientos.

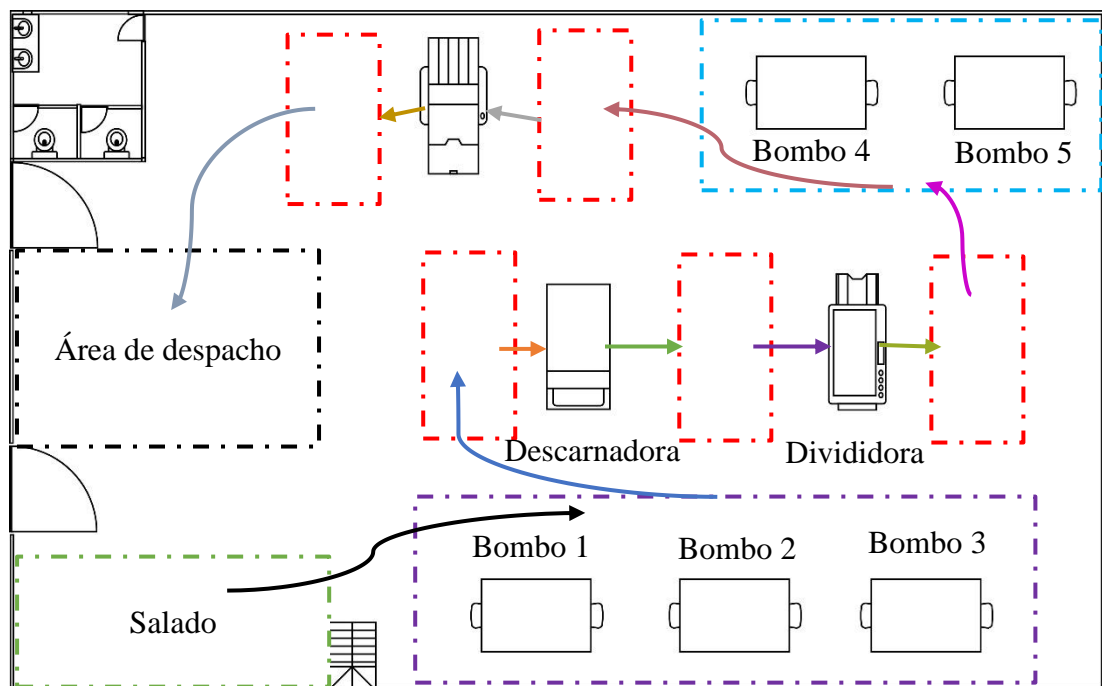


Figura 27. Diagrama de recorrido propuesto para Curtiduría Pico.

Bajo la nueva redistribución de planta (segunda propuesta de mejora) para el área de producción de la empresa, a continuación, se detallan los nuevos métodos de trabajo propuestos para la fabricación del cuero Wet Blue; en los que se han reducido las distancias recorridas por los operarios. Esta reducción de distancias recorridas se evidenció en los procesos de remojo y pelambre, descarnado, curtido y escurrido.

Es de importancia mencionar, que para esta segunda propuesta de mejora se toma como referencia los tiempos propuestos mediante la aplicación de la *metodología SMED*. En la Tabla 75, se presenta el segundo método propuesto de trabajo para el proceso de Remojo y pelambre, una vez que se ha perfeccionado, optimizado los tiempos de procesamiento y de haber reducido las distancias recorridas.

Tabla 75. Proceso de remojo y pelambre - método propuesto 2.

N°	Actividades del proceso productivo	Tiempo [min]
REMOJO Y PELAMBRE		
5	Clasificación de las pieles	8.00
6	Transportar pieles a los bombos	2.31
7	Colocar agua y detergente en los bombos	1.56
8	Cerrar la compuerta del bombo y encender motor	0.57
9	Detener el motor y desfogar agua	4.15
10	Colocar manguera de agua caliente	6.23
11	Colocar detergente y encender bombo	0.43
12	Detener el bombo y colocar químicos	1.58
13	Realizar el pelambre	780.00
14	Descargar bombos y apilar pieles	7.03
Total		811.89

Mediante la segunda propuesta de mejora planteada (*SMED + Redistribución de planta*) se pudo reducir el tiempo de procesamiento del Remojo y pelambre de un tiempo inicial de 825.17 minutos por lote a 811.89 minutos por lote.

En la Tabla 76, se presenta el segundo método propuesto de trabajo para el proceso de Descarnado, una vez que se ha perfeccionado, optimizado los tiempos de procesamiento y de haber reducido las distancias recorridas.

Tabla 76. Proceso de descarnado - método propuesto 2.

N°	Actividades del proceso productivo	Tiempo [min]
DESCARNADO		
15	Transportar las pieles al descarnado	1.67
16	Colocar pieles en la máquina descarnadora	137.91
17	Descarnar	404.14
18	Apilar pieles y cortar rebabas de carne y pelaje	112.32
Total		651.20

Mediante la segunda propuesta de mejora planteada (*SMED + Redistribución de planta*) se pudo reducir el tiempo de ciclo del proceso de Descarnado de un tiempo inicial de 865.61 minutos por lote a 651.20 minutos por piel.

Por otro lado, en la Tabla 77, se presenta el método de trabajo para el proceso de Curtido, el mismo que se ha reducido las distancias recorridas.

Tabla 77. Proceso de curtido – método propuesto 2.

N°	Actividades del proceso productivo	Tiempo [min]
CURTIDO		
22	Transportar las pieles al área de curtido	15.91
23	Colocar pieles en el bombo de curtido	21.38
24	Curtir pieles	420.00
25	Descargar bombo, y colocar los cueros en la plataforma de escurrido	21.04
Total		478.33

Mediante la segunda propuesta de mejora planteada (*SMED + Redistribución de planta*) se pudo reducir el tiempo de ciclo del proceso de curtido de un tiempo inicial de 480.29 minutos por lote a 478.33 minutos por lote.

En la Tabla 78, se presenta el método propuesto de trabajo para el proceso de Escurrido, una vez que se ha perfeccionado, optimizado los tiempos de procesamiento y de haber reducido las distancias recorridas.

Tabla 78. Proceso de escurrido – método propuesto 2.

N°	Actividades del proceso productivo	Tiempo [min]
ESCURRIDO		
26	Trasladar cueros a la máquina escurridora	0.57
27	Ecurrir cueros	242.4
28	Recortar los cueros	218.86
29	Clasificado de cueros	171.05
30	Transportar al área de despacho	0.48
31	Almacenamiento	--
Total		633.60

Mediante la segunda propuesta de mejora planteada (*SMED + Redistribución de planta*) se pudo reducir el tiempo de ciclo del proceso de Escurrido de un tiempo inicial de 870.40 minutos por lote a 633.60 minutos por lote.

A continuación, se realiza la comparativa de la situación actual vs la segunda situación propuesta (*SMED + Redistribución de planta*)

Comparación de la situación actual vs propuesta 2 (metodología SMED y Redistribución)

En la Tabla 79, se presenta el tiempo estándar propuesto con la segunda alternativa de mejora para el proceso de producción de la empresa.

Tabla 79. Resumen del tiempo estándar – método propuesto 2.

Tiempo estándar del Wet Blue	
Proceso	Tiempo estándar
Salado	392.00 $\frac{min}{lote}$
Remojo y pelambre	811.89 $\frac{min}{lote}$
Descarnado	651.20 $\frac{min}{lote}$
Dividido	276.80 $\frac{min}{lote}$
Curtido	478.33 $\frac{min}{lote}$
Ecurrido	633.60 $\frac{min}{lote}$
Tiempo de ciclo	3243.82 $\frac{min}{lote}$

Acorde con los datos de la Tabla 79, en la Figura 28, se exhibe la comparativa de la situación actual versus la segunda situación propuesta (*SMED + Redistribución de planta*) para la fabricación del cuero Wet Blue.

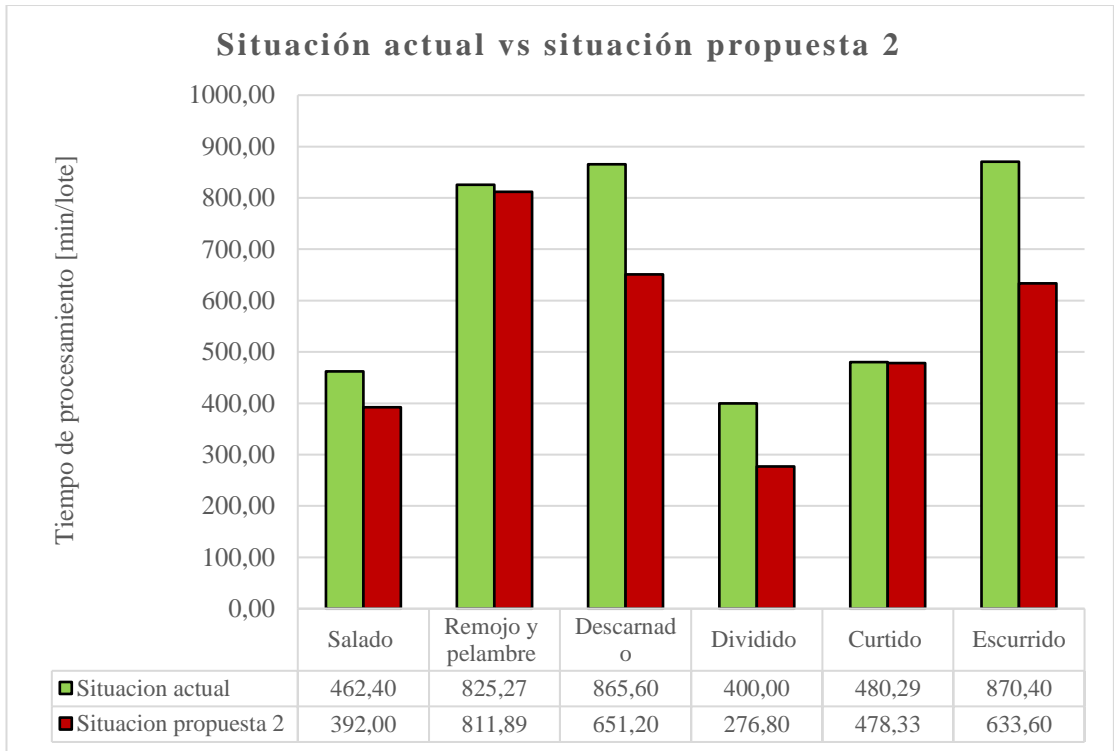


Figura 28. Tiempos de procesamiento situación actual vs situación propuesta 2 – (*SMED + Redistribución de planta*).

Análisis e interpretación:

Mediante esta segunda propuesta de mejora para la empresa; se obtuvieron buenos resultados para el proceso procesos productivo, de tal manera que el tiempo estar se redujo de la siguiente manera: para la etapa de salado el tiempo estándar se redujo de $462.40 \frac{\text{min}}{\text{lote}}$ a $392.00 \frac{\text{min}}{\text{lote}}$; para el proceso de remojo y pelambre se alcanzó una reducción de $825.27 \frac{\text{min}}{\text{lote}}$ a $811.89 \frac{\text{min}}{\text{lote}}$; para el proceso de descarnado, luego de las mejoras en base a la metodología *SMED* y *Redistribución de planta* se redujo de $865.60 \frac{\text{min}}{\text{lote}}$ a $651.20 \frac{\text{min}}{\text{lote}}$; mientras que para el proceso de dividido el tiempo de procesamiento pasó de $400.00 \frac{\text{min}}{\text{lote}}$ a $276.80 \frac{\text{min}}{\text{lote}}$; para el proceso de curtido en tiempo estándar se reduce a $478.33 \frac{\text{min}}{\text{lote}}$; finalmente para el proceso de escurrido se logró

reducir el tiempo estándar de $870.40 \frac{\text{min}}{\text{lote}}$ a $633.60 \frac{\text{min}}{\text{lote}}$. Todas estas reducciones y optimizaciones de tiempo representan una mejora global del proceso productivo de un 16.90% (comprendido entre 8.08% de mejora a través de la metodología SMED y un 8.82% por medio de la propuesta de la combinación de SMED + Redistribución de las instalaciones).

Capacidad de producción – segunda propuesta de mejora (SMED + Redistribución de instalaciones)

Para determinar la capacidad de producción de esta segunda propuesta de mejora para el proceso productivo se empleó la ecuación 4.

$$\text{Capacidad de producción} = \frac{\text{Tiempo disponible}}{\text{Tiempo estándar}} \quad (4)$$

Para determinar la capacidad productiva del proceso, se debe considerar que los operarios trabajan 8 horas diarias (480 minutos) durante 22 días (10560 minutos); obteniendo con aquello los siguientes resultados:

$$\text{Capacidad de producción} = \frac{\text{Tiempo disponible}}{\text{Tiempo estándar}}$$

$$\text{Capacidad de producción} = \frac{10560 \frac{\text{min}}{\text{mes}}}{3243.82 \frac{\text{min}}{\text{lote}}}$$

$$\text{Capacidad de producción} = 3.25 \frac{\text{lote}}{\text{mes}}$$

$$\text{Capacidad de producción} = 3.25 \frac{\text{lote}}{\text{mes}} \times \frac{160 \text{ pieles}}{1 \text{ lote}}$$

$$\text{Capacidad de producción} = 520 \frac{\text{pieles}}{\text{mes}}$$

Una vez calculada la capacidad de producción de cada uno de los procesos productivos, a continuación, en la Tabla 80 se muestran los resultados obtenidos.

Tabla 80. Capacidad de producción de la línea de producción – pieles, método propuesto 2.

Capacidad de producción				
Tiempo de ciclo	Unidades	Producción Wet Blue		
		1 Mes	2 Meses	3 Meses
3243.82 $\frac{\text{min}}{\text{lote}}$	Lotes	3.25	6.51	9.76
	Pieles	520	1041	1562

Como se puede apreciar en la Tabla 80, con la combinación de las mejoras planteadas en base a la metodología SMED y a la Redistribución de instalaciones el proceso que restringe la capacidad productiva es la fase de Descarnado, porque comprende un mayor tiempo de procesamiento para una piel. Como se había mencionado antes, *en el proceso de escurrido las pieles son recortadas a la mitad, es decir en bandas de cuero Wet Blue, por lo tanto, la capacidad de producción presentada en la Tabla 80, se multiplica por 2 como se muestra en la Tabla 81.*

Tabla 81. Capacidad de producción de la línea de producción – bandas, método propuesto 2.

Capacidad de producción – Bandas de Wet Blue			
Proceso	Producción Wet Blue [bandas]		
	1 Mes	2 Meses	3 Meses
Bandas de Wet Blue	1041	2083	3125

Los resultado de la Tabla 81, se representan gráficamente en la Figura 29 en la que se puede observar los niveles de producción diaria, semanal, mensual y trimestral de la empresa Curtiduría Pico para la fabricación de bandas del cuero Wet Blue.

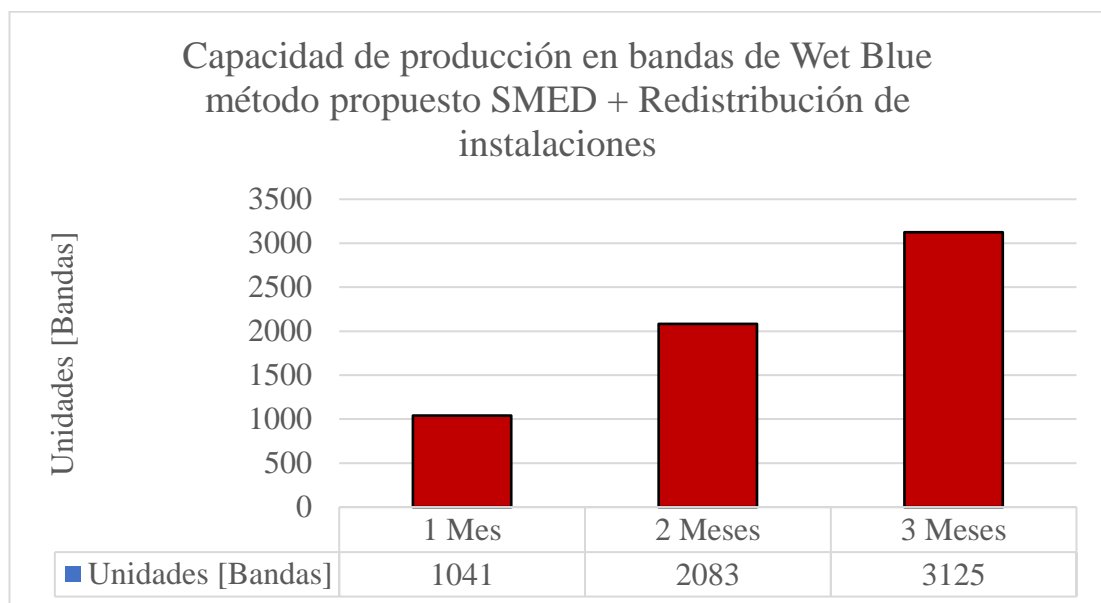


Figura 29. Capacidad de producción en bandas de Wet Blue, método propuesto 2 (SMED + Redistribución de instalaciones).

Análisis e interpretación:

Bajo esta segunda propuesta de mejora el ritmo de producción es restringido por el proceso de Descarnado, resultando en una capacidad productiva del proceso de 1041 bandas por mes, 2083 bandas en dos meses de trabajo y 3125 bandas trimestrales del cuero Wet Blue.

En la Figura 30, se puede observar la comparación de las capacidades productivas de la situación actual vs la situación mejora al combinar las propuestas de la metodología SMED y de la redistribución de instalaciones.

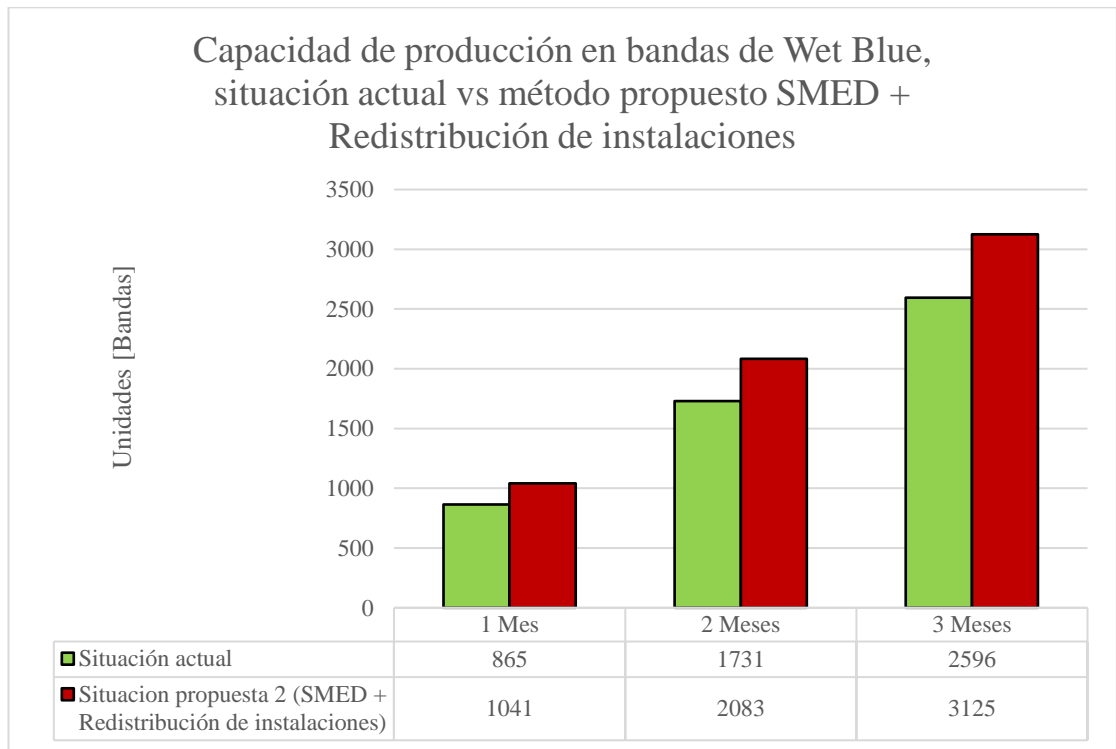


Figura 30. Comparativa de la capacidad de producción en bandas de Wet Blue, método actual vs método propuesto 2 (SMED + Redistribución de instalaciones).

Análisis e interpretación:

En la Figura 30, se puede apreciar que en la situación actual se llegan a producir hasta 865 bandas en un mes, 1731 bandas en dos meses y 2596 bandas trimestrales. Mientras que, al considerar las mejoras de la metodología SMED y de la Redistribución de las instalaciones la capacidad productiva del proceso se incrementa de 865 bandas a 1041 bandas mensuales; para dos meses de trabajo de 1731 a 2083 bandas y para una jornada

trimestral de trabajo la capacidad de producción crece de 2596 bandas a 3125 bandas por trimestre.

Finalmente, en la Figura 31 se muestra la comparativa de la situación actual con respecto a las propuestas 1 y 2, hablando en términos de tiempos.

Nota: las letras RI hacen referencia redistribución de instalaciones.

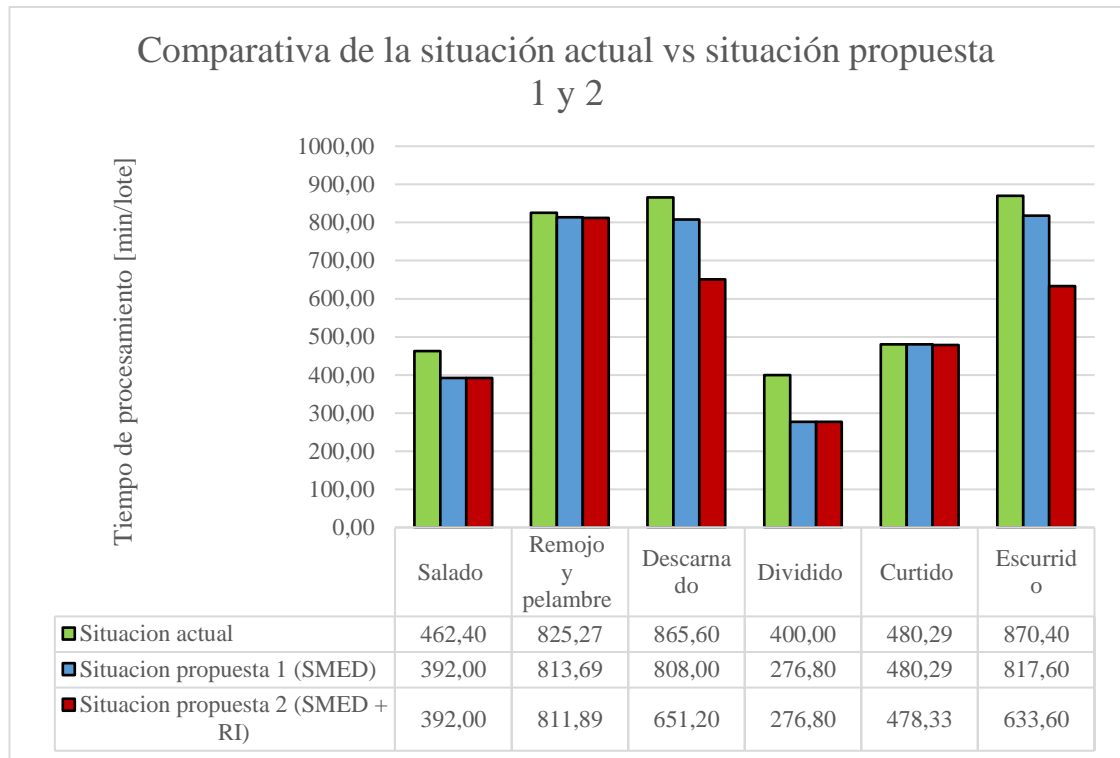


Figura 31. Comparativa del tiempo estándar, método actual vs métodos propuestos 1 y 2.

Análisis e interpretación:

Una vez analizadas la situación actual y las situaciones propuestas del proceso productivo de la empresa Curtiduría Pico para la fabricación del cuero Wet Blue, se obtuvieron los siguientes resultados: Para el proceso de salado en la situación actual se tiene un tiempo de 462.40 minutos por lote y al desarrollar las mejoras respectivas este tiempo se reduce a 392.00 minutos por lote; para el proceso de remojo y pelambra inicialmente se obtuvo un tiempo de 825.27 minutos por lote procesado, mientras que al aplicar la metodología SMED este tiempo se redujo a 813.69 minutos y al combinarlo con las mejoras de la redistribución de planta el tiempo se logró reducir a 811.89 lote; para el proceso de descarnado en la situación actual el tiempo de procesamiento por lotes es de 865.60 minutos y aplicando las mejoras el tiempo de

procesamiento de esta fase se reduce a 808.00 minutos con la aplicación de la metodología SMED y a 651.20 minutos por lote al combinar el SMED con la redistribución de las instalaciones.

Por otro lado, para en el proceso de dividido el tiempo de procesamiento era de 400.00 minutos por lote y posteriormente al aplicar la propuesta de mejora en esta fase de producción el tiempo de procesamiento se redujo a 276.80 minutos; para el proceso de curtido el tiempo de ciclo se redujo de 480.29 minutos por lote a 478.33 por lote procesado, finalmente en la situación actual el proceso de escurrido tenía un tiempo de 870.40 minutos por lote y al aplicar la metodología SMED sobre este proceso el tiempo de ciclo se logró reducir a 817.60 minutos pero una vez que se aplicó la redistribución de las instalaciones este tiempo se redujo a 633.60 minutos por lote.

Del mismo modo, en la Figura 32 se presenta la comparativa de la situación actual versus las situaciones propuestas 1 y 2 en términos de capacidad productiva.

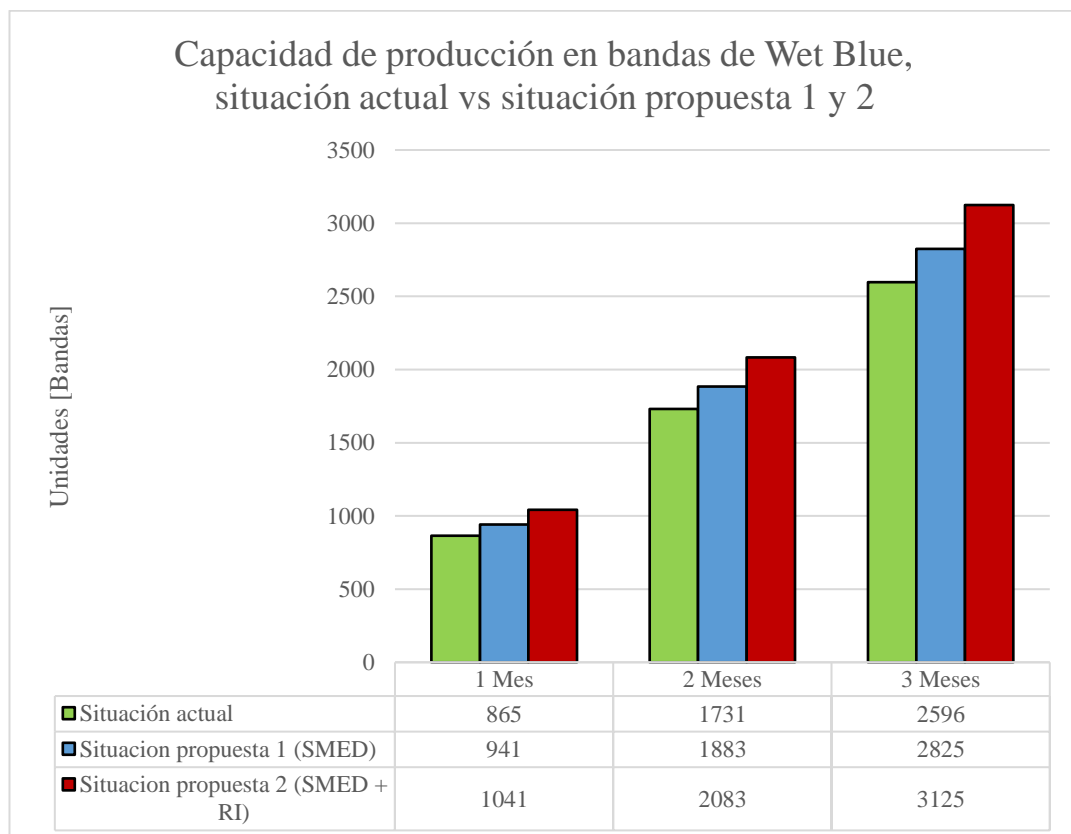


Figura 32. Comparativa de la capacidad de producción en bandas de Wet Blue, método actual vs métodos propuestos 1 y 2.

Análisis e interpretación:

En las condiciones actuales el proceso de producción alcanza una capacidad productiva de 865 bandas de cuero Wet Blue y al aplicar la primera propuesta de mejora (metodología SMED), los niveles productivos se incrementan a 941 bandas, no obstante al aplicar la segunda alternativa de mejora (SMED + Redistribución de planta) la capacidad productiva incrementa a 1041 bandas, esto es 176 unidades más que en las condiciones actuales durante un mes.

Para un trimestre de trabajo en las condiciones actuales el proceso de fabricación tiene una capacidad productiva de 2596 bandas de Wet Blue, pero al mejorar las condiciones, a través de la metodología SMED la capacidad de producción incrementa a 2825 bandas, mientras que al aplicar la segunda propuesta de mejora los niveles de productividad se incrementan a 3125 bandas de Wet Blue.

Finalmente, a nivel global mediante el desarrollo de las propuestas planteadas con la aplicación de la metodología SMED se logra una mejora aproximada del 8.76% en los niveles de productividad, mientras que al aplicar la segunda propuesta de mejora (SMED + Redistribución de planta) la capacidad de producción incrementa en un 20.34% aproximadamente.

Claramente se puede evidenciar que la mejor alternativa para el mejoramiento de los procesos de producción en el tratamiento de pieles en Curtiduría Pico es la propuesta 2, en la que se combina la *metodología SMED* con la *Redistribución de instalaciones*.


3.9 Cursogramas analíticos propuestos

En virtud de las mejoras planteadas, a continuación, se muestran los nuevos métodos de trabajo para la fabricación de los cueros Wet Blue, mediante cursogramas analíticos. En la Tabla 82 hasta la Tabla 88, a manera de resumen del análisis y de las mejoras planteadas se presenta los cursogramas analíticos de los procesos productivos mejorados.

Cursograma analítico mejorado del proceso de recepción de materia prima

A continuación en la Tabla 82, se muestra el cursograma analítico mejorado para el proceso de recepción de materia prima.

Tabla 82. Cursograma analítico mejorado del proceso de recepción de materia prima.

		CURSOGRAMA ANALÍTICO Curtiduría Pico							
MÉTODO:	Actual	REALIZADO POR:	El investigador	HOJA:					
PRODUCTO:	Wet Blue	APROBADO POR:	Ing. Jessica López	01 de 07					
PROCESO:	Recepción de materia prima	FECHA:	28/09/2022						
Identificación de actividades		Distancia (m)	Tiempo (min)	SÍMBOLO					Observaciones
Nº	Descripción			○	⇒	□	▷	▽	
1	Autorización de descarga de los camiones		--	●					Lo realiza el encargado de la bodega
2	Descarga y apilamiento de las pieles		4.22	●					Lo realizan 4 trabajadores
3	Trasladar al salado		2.39	●					
ACTIVIDAD		ACTUAL		TIEMPO (min):		7.73			
OPERACIÓN	○	2		DISTANCIA (m):					
TRANSPORTE	⇒	1							
INSPECCIÓN	□	0							
DEMORA	▷	0							
ALMACENAJE	▽	0							
TOTAL		3							

Cursograma analítico mejorado del proceso de salado

En la Tabla 83, se muestra el cursograma analítico mejorado para el proceso de salado.


Tabla 83. Cursograma analítico mejorado del proceso de salado.

		CURSOGRAMA ANALÍTICO Curtiduría Pico							
MÉTODO:	Mejorado	REALIZADO POR:	El investigador	HOJA:					
PRODUCTO:	Wet Blue	APROBADO POR:	Ing. Jessica López		02 de 07				
PROCESO:	Salado	FECHA:	28/09/2022						
Identificación de actividades		Distancia (m)	Tiempo (min)	SÍMBOLO					Observaciones
Nº	Descripción			○	⇒	□	⊐	▽	
1	Cortar colas y carnazas		124.76	●					
2	Salado de las pieles		73.00	●					
3	Perchar pieles		125.81	●					Se las coloca en pallets
4	Almacenamiento		68.43					●	Temporalmente
ACTIVIDAD		ACTUAL		TIEMPO (min):		392.00			
OPERACIÓN	○	3		DISTANCIA (m):					
TRANSPORTE	⇒	0							
INSPECCIÓN	□	0							
DEMORA	⊐	0							
ALMACENAJE	▽	1							
TOTAL		4							

Cursograma analítico mejorado del proceso de remojo y pelambre

A continuación en la Tabla 84, se muestra el cursograma analítico mejorado para el proceso de remojo y pelambre.


Tabla 84. Cursograma analítico mejorado del proceso de remojo y pelambre.

		CURSOGRAMA ANALÍTICO Curtiduría Pico							
MÉTODO:	Mejorado	REALIZADO POR:	El investigador	HOJA:					
PRODUCTO:	Wet Blue	APROBADO POR:	Ing. Jessica López	03 de 07					
PROCESO:	Remojo y pelambre	FECHA:	28/09/2022						
Identificación de actividades		Distancia (m)	Tiempo (min)	SÍMBOLO					Observaciones
Nº	Descripción			○	⇒	□	D	▽	
1	Clasificación de las pieles		8.00						Grande: entre 75 y 80 pieles hasta que pese 2800 kg. Normal: 100 pieles hasta que pesen 2800 kg. Pequeño: de 110 a 120 pieles hasta que pese 2800 kg.
2	Transportar pieles a los bombos		2.31						Dos operarios ejecutan esta actividad.
3	Colocar agua y detergente en los bombos		1.56						Se colocan 1.5 kilogramos de detergente
4	Cerrar la compuerta del bombo y encender motor		0.57						Para lavar las pieles, esta operación se lleva a cabo por 1 hora aprox
5	Detener el motor y desfogar agua		4.15						
6	Colocar manguera de agua caliente		6.23						Con una temperatura aproximada de 28°C.
7	Colocar detergente y encender bombo		0.43						Para que se realice el proceso de remojo y pelambre por 30 minutos.
8	Detener el bombo y colocar químicos		1.58						Merpín 8008, Merpín 8011, Merpín 8020, Merpín 8016, Cal SC200, Cal, Sulfuro de sodio.
9	Realizar el pelambre		780.00						
10	Descargar bombos y apilar pieles		7.03						
ACTIVIDAD		ACTUAL	TIEMPO (min):						811.89
OPERACIÓN	○	8	DISTANCIA (m):						
TRANSPORTE	⇒	1							
INSPECCIÓN	□	1							
DEMORA	D	0							
ALMACENAJE	▽	1							
TOTAL		10							

Cursograma analítico mejorado del proceso de descarnado

En la Tabla 85, se muestra el cursograma analítico mejorado para el proceso de descarnado.

Tabla 85. Cursograma analítico mejorado del proceso de descarnado.

		CURSOGRAMA ANALÍTICO Curtiduría Pico							
MÉTODO:	Mejorado	REALIZADO POR:	El investigador	HOJA:					
PRODUCTO:	Wet Blue	APROBADO POR:	Ing. Jessica López	04 de 07					
PROCESO:	Descarnado	FECHA:	28/09/2022						
Identificación de actividades		Distancia (m)	Tiempo (min)	SÍMBOLO					Observaciones
Nº	Descripción			○	⇒	□	▷	▽	
1	Transportar las pieles al descarnado		1.67	●					El proceso lo realiza un solo operador.
2	Colocar pieles en la máquina descarnadora		137.91	●					Entre dos trabajadores, se realizan alrededor de 4 o 5 pasadas por piel.
3	Descarnar		404.14	●					
4	Apilar pieles y cortar rebabas de carne y pelaje		112.32	●					Entre 3 operarios.
ACTIVIDAD		ACTUAL		TIEMPO (min):		651.20			
OPERACIÓN	○	3		DISTANCIA (m):					
TRANSPORTE	⇒	1							
INSPECCIÓN	□	0							
DEMORA	▷	0							
ALMACENAJE	▽	0							
TOTAL		4							

Cursograma analítico mejorado del proceso de dividido

En la Tabla 86, se muestra el cursograma analítico mejorado para el proceso de dividido.


Tabla 86. Cursograma analítico mejorado del proceso de dividido.

		CURSOGRAMA ANALÍTICO Curtiduría Pico							
MÉTODO:	Mejorado	REALIZADO POR:	El investigador	HOJA:					
PRODUCTO:	Wet Blue	APROBADO POR:	Ing. Jessica López	05 de 07					
PROCESO:	Dividido	FECHA:	28/09/2022						
Identificación de actividades		Distancia (m)	Tiempo (min)	SÍMBOLO					Observaciones
Nº	Descripción			○	⇒	□	▷	▽	
1	Trasportar las pieles al dividido		108.89	●					Lo realizan dos personas
2	Dividir la flor y el carnaza		143.03		●				Revisar el calibre
3	Pesar la flor		24.88	●					
ACTIVIDAD		ACTUAL		TIEMPO (min):		276.80			
OPERACIÓN	○	2		DISTANCIA (m):					
TRANSPORTE	⇒	1							
INSPECCIÓN	□	0							
DEMORA	▷	0							
ALMACENAJE	▽	0							
TOTAL		3							

Cursograma analítico mejorado del proceso de curtido

A continuación en la Tabla 87, se muestra el cursograma analítico mejorado para el proceso de curtido.


Tabla 87. Cursograma analítico mejorado del proceso de curtido.

		CURSOGRAMA ANALÍTICO Curtiduría Pico							
MÉTODO:	Mejorado	REALIZADO POR:	El investigador	HOJA:					
PRODUCTO:	Wet Blue	APROBADO POR:	Ing. Jessica López	06 de 07					
PROCESO:	Curtido	FECHA:	28/09/2022						
Identificación de actividades		Distancia (m)	Tiempo (min)	SÍMBOLO					Observaciones
Nº	Descripción			○	⇒	□	▷	▽	
1	Trasportar las pieles al área de curtido		15.91						Lo realizan dos personas
2	Colocar pieles en el bombo de curtido		21.38						Hasta completar el peso de 2000 kg
3	Curtir pieles		420.00						Desencalado, piquelado, entre otros
4	Descargar bombo, y colocar los cueros en la plataforma de escurrido		21.04						
ACTIVIDAD		ACTUAL		TIEMPO (min):		478.33			
OPERACIÓN	○	3		DISTANCIA (m):					
TRANSPORTE	⇒	1							
INSPECCIÓN	□	0							
DEMORA	▷	0							
ALMACENAJE	▽	0							
TOTAL		4							

Cursograma analítico mejorado del proceso de escurrido

La Tabla 88, muestra el cursograma analítico mejorado para el proceso de escurrido.

Tabla 88. Cursograma analítico mejorado del proceso de escurrido.

		CURSOGRAMA ANALÍTICO Curtiduría Pico							
MÉTODO:	Mejorado	REALIZADO POR:	El investigador	HOJA:					
PRODUCTO:	Wet Blue	APROBADO POR:	Ing. Jessica López	07 de 07					
PROCESO:	Escurreido	FECHA:	28/09/2022						
Identificación de actividades		Distancia (m)	Tiempo (min)	SÍMBOLO					Observaciones
Nº	Descripción			○	⇒	□	D	▽	
1	Trasladar cueros a la máquina escurridora		0.57	●					
2	Escurrir cueros		242.4	●					Eliminación del exceso de agua
3	Recortar los cueros		218.86	●					En bandas
4	Clasificado de cueros		171.05	●					Según los criterios de calidad. Los cueros son apilados en pallets de acuerdo con la orden de producción.
5	Traslado al área de despacho		0.48	●					Para apilarlos y tenerlos listos para su distribución
6	Almacenamiento		--	●					
ACTIVIDAD		ACTUAL		TIEMPO (min):		633.60			
OPERACIÓN	○	3		DISTANCIA (m):					
TRANSPORTE	⇒	1							
INSPECCIÓN	□	0							
DEMORA	D	0							
ALMACENAJE	▽	0							
TOTAL		4							

3.10 Simulación del sistema productivo

3.10.1 Simulación de la situación actual

En la Figura 33, se muestra la simulación actual del entorno productivo de la empresa Curtiduría Pico para el tratamiento de pieles.

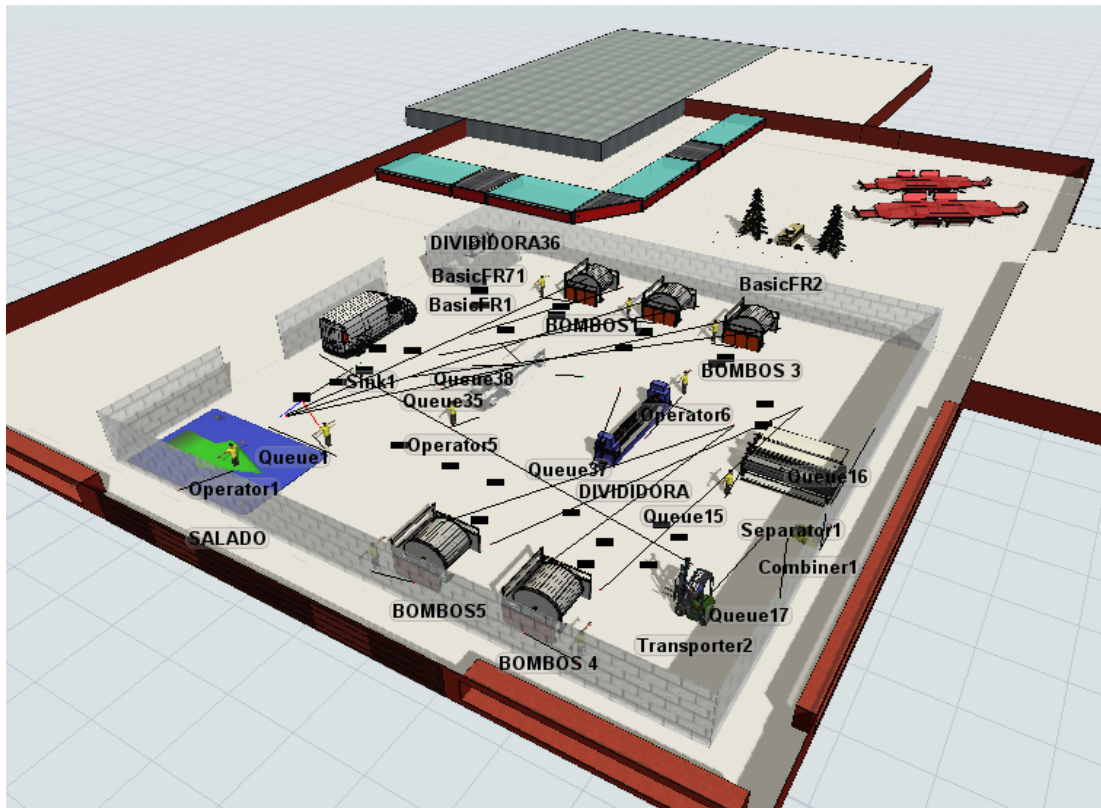


Figura 33. Modelamiento de la situación actual de la empresa.

Capacidad de producción simulada para el proceso actual

El sistema de producción simulado empieza con el proceso de salado y termina en el despacho del producto que se genera en el furgón, para tener una cantidad teórica calculada el análisis parte del tiempo estándar de los procesos de productivos de acuerdo con la Tabla 47. Y considerando la capacidad de producción teórica para un mes de trabajo como se indica a continuación.

$$\text{Capacidad de producción} = \frac{\text{Tiempo disponible}}{\text{Tiempo estándar}}$$

$$\text{Capacidad de producción} = \frac{10560 \frac{\text{min}}{\text{mes}}}{3903.96 \frac{\text{min}}{\text{lote}}}$$

$$\text{Capacidad de producción} = 2.70 \frac{\text{lote}}{\text{mes}}$$

$$\text{Capacidad de producción} = 2.70 \frac{\text{lote}}{\text{mes}} \times \frac{160 \text{ pieles}}{1 \text{ lote}}$$

$$\text{Capacidad de producción} 432 \frac{\text{pieles}}{\text{mes}}$$

En la Figura 34, se observa un rendimiento (Throughput 5) total de 424 pieles para una jornada laboral de un mes, es de importancia mencionar que al final del sistema de producción en el proceso de escurrido se divide en dos a la piel tratada para obtener con aquello bandas de Wet Blue, y en la simulación al ser 424 pieles se obtienen 848 bandas, también se puede observar en el dashboard un rendimiento 6 en el separator1 el cual produjo 856 bandas o 428 pieles, pero se han quedado al menos 4 pieles u 8 pieles en la cola final de línea.

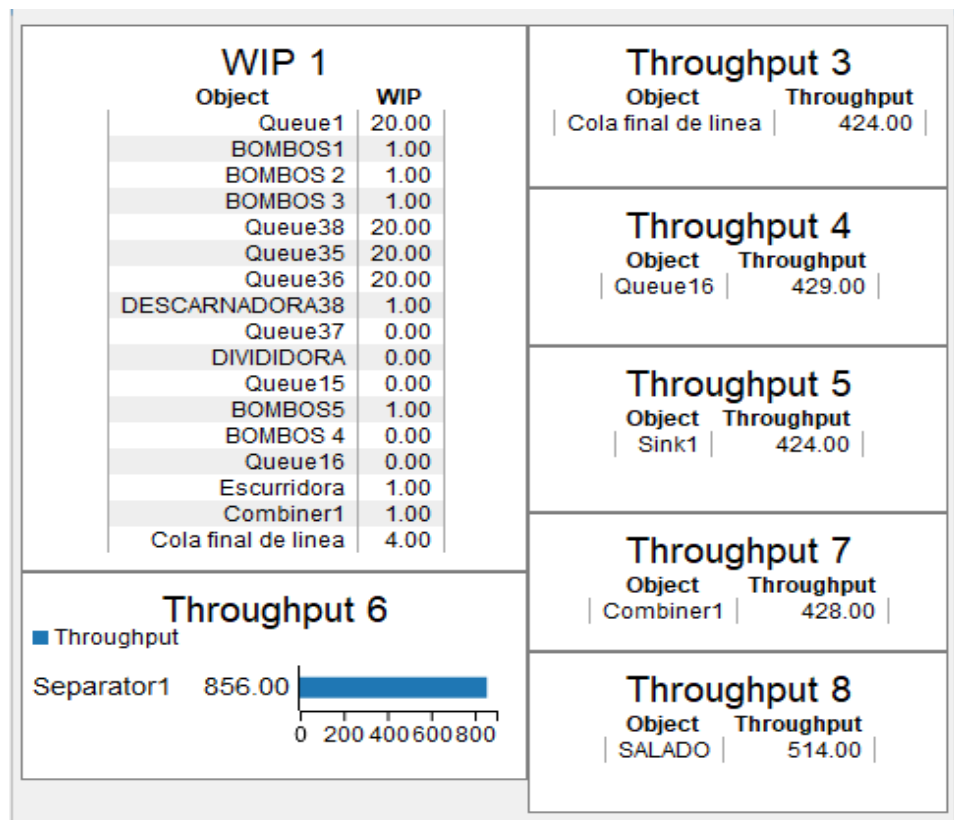


Figura 34. Comportamiento simulado de la situación actual de la empresa.

En la Tabla 89, se puede observar la capacidad de producción calculada y simulada para un mes trabajo, tanto en pieles como en bandas procesada; teniendo un porcentaje de error de 1.85% al hablar de pieles y 1.96% hablando en bandas de Wet Blue, lo que se debe a una diferencia entre las unidades producidas del caso teórico con el practico simulado de 8 y 17 respectivamente, siendo esto un indicador de como la simulación esta ajustada lo más próximo a la realidad actual del sistema.

Tabla 89. Capacidad de producción calculada vs capacidad de producción simulada, situación actual.

	Cp calculado	Cp simulado	Diferencia	%error
Pieles	432	424	8	1.851851
Bandas	865	848	17	1.965317

Wip encontrado en la simulación

El wip es definido como work in progress o trabajo en proceso, para el caso de simulación del proceso actual se considera todas las colas de espera y estaciones de trabajo en donde se quedan las pieles a ser tratadas, en el dashboard de Wip la sumatoria total es de 90 pieles que se quedan dentro del sistema mientras tanto este resultado se puede hallar también con la diferencia del total de pieles que ingreso desde salado de 514 menos el total de pieles que salieron despachados del sistema el cual es 424 lo cual también da un total de 90 pieles dentro del sistema.

WIP 1	
Object	WIP
Queue1	20.00
BOMBOS1	1.00
BOMBOS 2	1.00
BOMBOS 3	1.00
Queue38	20.00
Queue35	20.00
Queue36	20.00
DESCARNADORA38	1.00
Queue37	0.00
DIVIDIDORA	0.00
Queue15	0.00
BOMBOS5	1.00
BOMBOS 4	0.00
Queue16	0.00
Escurridora	1.00
Combiner1	1.00
Cola final de linea	4.00

Figura 35. WIP de la situación actual de la empresa.

3.10.2 Simulación propuesta de mejora 1 - SMED

En la Figura 36, se muestra la simulación de la primera propuesta de mejora para el entorno productivo de la empresa Curtiduría Pico para el tratamiento de pieles.

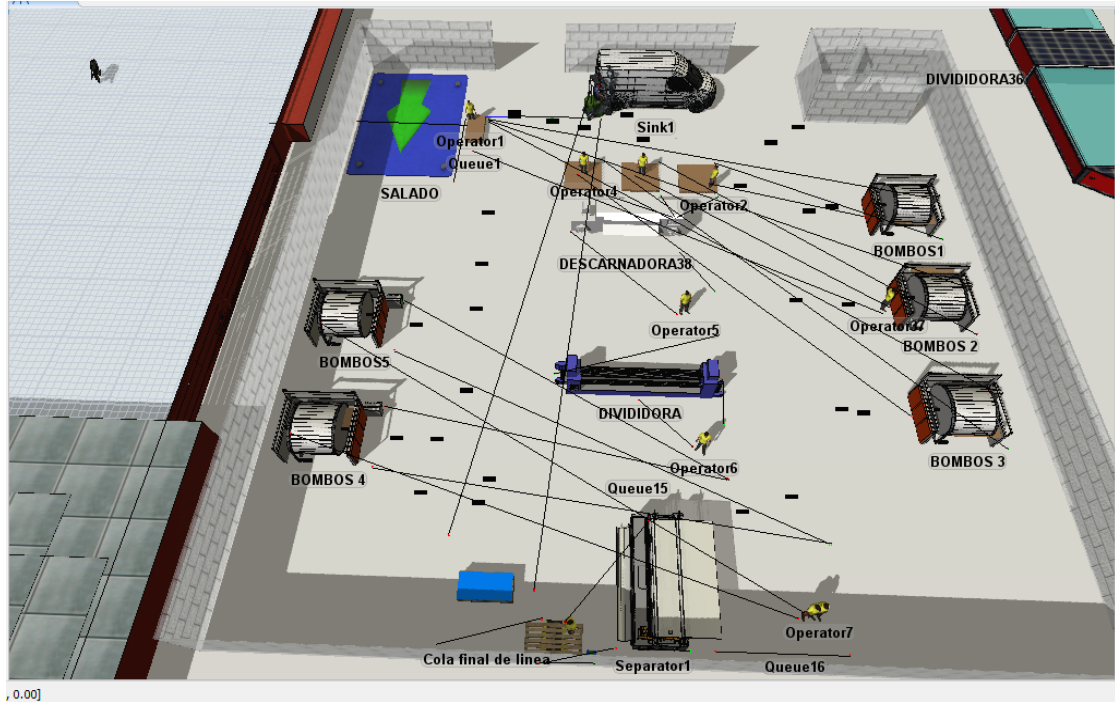


Figura 36. Modelamiento de la propuesta de mejora 1 - SMED.

Capacidad de producción simulada para la propuesta 1 metodología SMED

Como primera propuesta de mejora se planteó la aplicación de SMED para reducir los tiempos de operación más factibles en el sistema de producción con la distribución actual, en la Tabla 60 se indican los nuevos tiempos para cada proceso productivo después de la aplicación de SMED. Para este caso la capacidad de producción teórica detallada a continuación.

$$\text{Capacidad de producción} = \frac{\text{Tiempo disponible}}{\text{Tiempo estándar}}$$

$$\text{Capacidad de producción} = \frac{10560 \frac{\text{min}}{\text{mes}}}{3588.38 \frac{\text{min}}{\text{lote}}}$$

$$\text{Capacidad de producción} = 2.94 \frac{\text{lote}}{\text{mes}}$$

$$\text{Capacidad de producción} = 2.94 \frac{\text{lote}}{\text{mes}} \times \frac{160 \text{ pieles}}{1 \text{ lote}}$$

$$\text{Capacidad de producción} = 470 \frac{\text{pieles}}{\text{mes}}$$

En la Figura 37, se tiene al dashboard de la simulación propuesta 1 con los nuevos tiempos obtenidos con la aplicación del SMED, el Throughput 5 indicando el rendimiento del sistema de producción con un total de 456 pieles producidas, y de cada piel procesada se derivan dos bandas, obteniendo un resultado simulado de 912 bandas de Wet Blue al mes, en el Throughput 6 se muestra el rendimiento del separator1 el cual se encarga de dividir a las pieles en bandas con un total de 916 bandas, quedándose 2 pieles o 4 bandas en la cola final de línea.

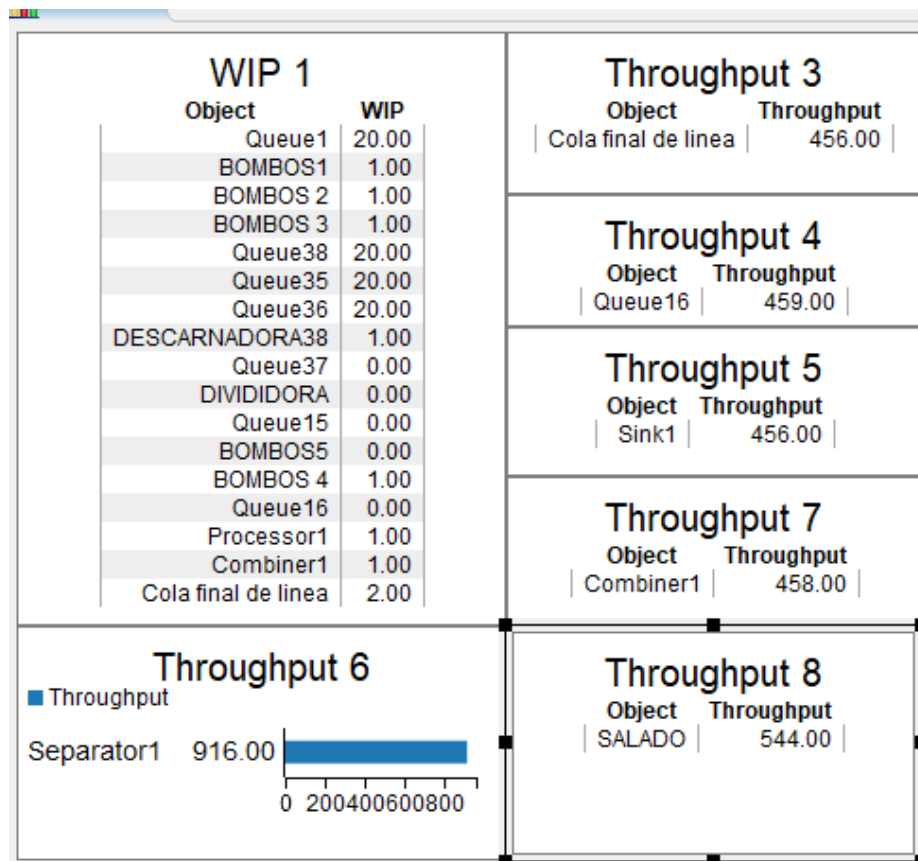


Figura 37. Comportamiento simulado de la propuesta de mejora 1.

En la Tabla 90, se observa la capacidad de producción calculada y simulada de la propuesta 1 con SMED para un mes de trabajo dando un total de porcentaje de error de 2.97% y una diferencia de 14 pieles entre lo calculado y simulado, indicando una aproximación muy cercana de lo teórico con la simulación del sistema.

Tabla 90. Capacidad de producción calculada vs capacidad de producción simulada, situación propuesta 1.

	Cp calculado	Cp simulado	Diferencia	%error
Pieles	470	456	14	2.97872
Bandas	941	912	29	3.08182

Wip encontrado en la simulación metodología SMED

Para el caso de la propuesta 1 se encontró un wip de 88 pieles que se quedan en el sistema durante la producción de un mes de trabajo, este dato se encuentra con ayuda del dashboard generado para la simulación, restando la cantidad total de pieles ingresadas por el proceso inicial de salado, menos el Throughput 5 el cual indica el total de pieles despachadas del sistema o bien sumando el total del cuadro de WIP 1 que indica la cantidad de pieles que se quedan en cada parte del sistema.

WIP 1	
Object	WIP
Queue1	20.00
BOMBOS1	1.00
BOMBOS 2	1.00
BOMBOS 3	1.00
Queue38	20.00
Queue35	20.00
Queue36	20.00
DESCARNADORA38	1.00
Queue37	0.00
DIVIDIDORA	0.00
Queue15	0.00
BOMBOS5	0.00
BOMBOS 4	1.00
Queue16	0.00
Processor1	1.00
Combiner1	1.00
Cola final de linea	2.00

Figura 38. WIP de la situación actual de la propuesta 1.

3.10.3 Simulación propuesta de mejora 2 – SMED + Redistribución de instalaciones

En la Figura 39, se muestra la simulación de la segunda propuesta de mejora para el entorno productivo de la empresa Curtiduría Pico para el tratamiento de pieles.

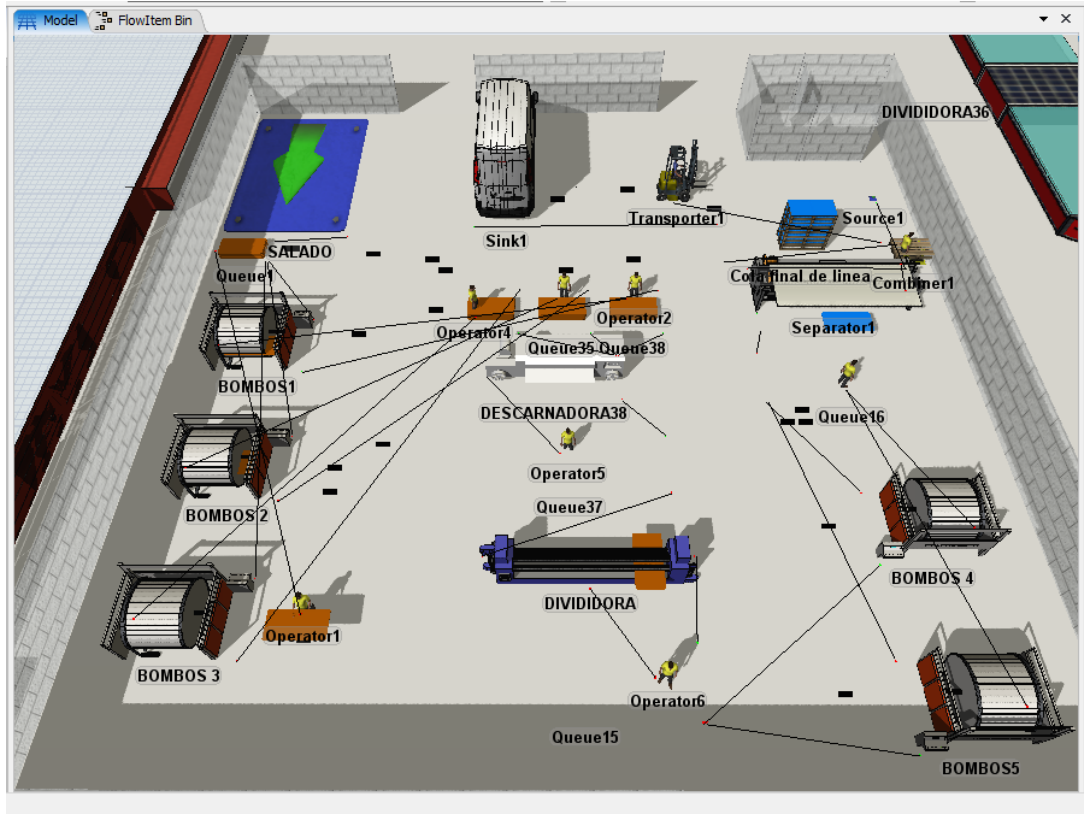


Figura 39. Modelamiento de la propuesta de mejora 2 – SMED + Redistribución de instalaciones.

Capacidad de producción simulada para la propuesta 2

La segunda propuesta es la aplicación de la metodología SMED más redistribución de las instalaciones, en la Tabla 79 se encuentran los nuevos tiempos para la propuesta. De igual manera se parte desde la capacidad de producción teórica como se muestra a continuación.

$$\text{Capacidad de producción} = \frac{\text{Tiempo disponible}}{\text{Tiempo estándar}}$$

$$\text{Capacidad de producción} = \frac{10560 \frac{\text{min}}{\text{mes}}}{3243.82 \frac{\text{min}}{\text{lote}}}$$

$$\text{Capacidad de producción} = 3.25 \frac{\text{lote}}{\text{mes}}$$

$$\text{Capacidad de producción} = 3.25 \frac{\text{lote}}{\text{mes}} \times \frac{160 \text{ pieles}}{1 \text{ lote}}$$

$$\text{Capacidad de producción} = 520 \frac{\text{pieles}}{\text{mes}}$$

En la Figura 40 se observa el dashboard de la simulación de la propuesta 2, el Throughput 3 indica el rendimiento del despacho final de las pieles indicando un total de 568 pieles procesadas, en donde cada piel contiene 2 bandas, dando un total de 1136 bandas de Wet Blue en un mes, también se puede observar en el Throughput 4 el rendimiento del separator 1 el cual se encarga en dividir a las pieles y muestra un resultado de 1144 bandas. Si se compara con el total despachado se tiene una diferencia de 8 pieles, debido a que estas se quedan almacenadas en la cola final de la línea.

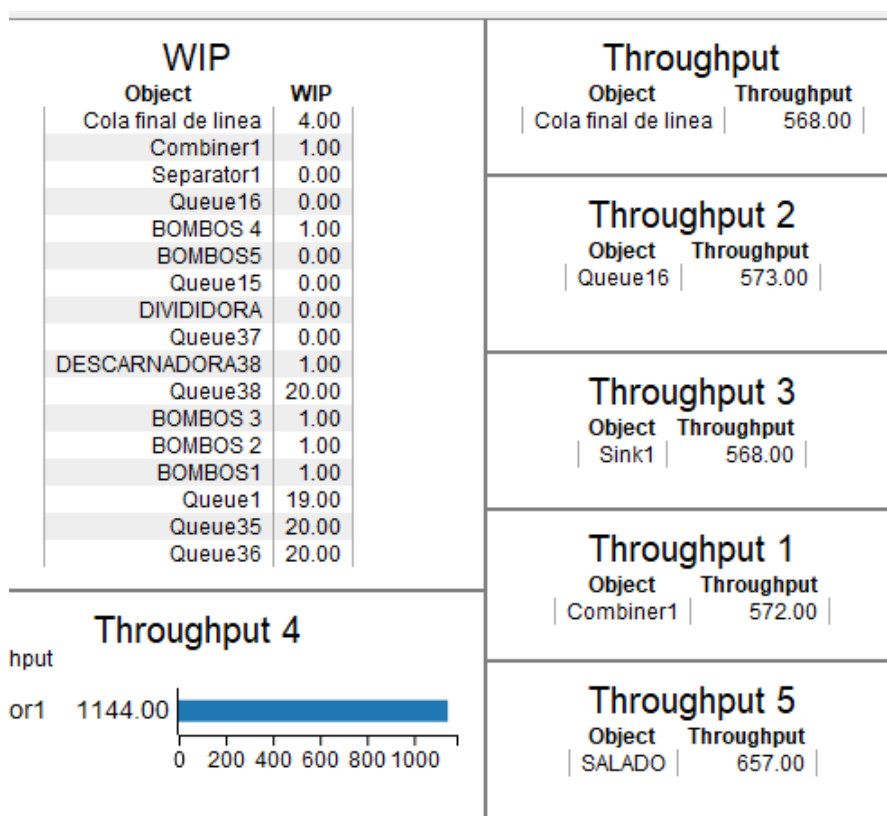


Figura 40. Comportamiento simulado de la propuesta de mejora 2.

En la Tabla 91, se detalla las capacidades de producción calculadas y simuladas del sistema de producción con la propuesta 2, el porcentaje de error encontrado es del

8.45% con una diferencia de 48 pieles producidas entre lo calculado y simulado, siendo este porcentaje de error una diferencia baja entre lo teórico y lo simulado con la propuesta 2.

Tabla 91. Capacidad de producción calculada vs capacidad de producción simulada, situación propuesta 2.

	Cp calculado	Cp simulado	Diferencia	%error
Pieles	520	568	48	8.45070
Bandas	1041	1136	95	8.36267

Wip encontrado en la simulación metodología SMED+ redistribución de planta

En la propuesta 2 se encontró un wip de 89 pieles en el sistema de producción, en un mes de trabajo, este dato se calcula restando el número total de ingreso de pieles que está en el rendimiento de salado de 657 pieles con el Throughput 3 de 568 pieles despachadas, en el cuadro **WIP 1** se observa las pieles que se han quedado en proceso en las diferentes partes del sistema.

WIP	
Object	WIP
Cola final de linea	4.00
Combiner1	1.00
Separator1	0.00
Queue16	0.00
BOMBOS 4	1.00
BOMBOS5	0.00
Queue15	0.00
DIVIDIDORA	0.00
Queue37	0.00
DESCARNADORA38	1.00
Queue38	20.00
BOMBOS 3	1.00
BOMBOS 2	1.00
BOMBOS1	1.00
Queue1	19.00
Queue35	20.00
Queue36	20.00

Figura 41. WIP de la situación actual de la propuesta 2.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- A través del diagnóstico y el análisis de la situación actual de la empresa Curtiduría Pico se identificó que actualmente la empresa se dedica a la fabricación del cuero semiterminado Wet Blue. De este análisis inicial se pudo evidenciar que para el tratamiento de las pieles la organización cuenta con los procesos de recepción de materia prima, salado, pelambre y remojo, descarnado, dividido, curtido y escurrido.
- Una vez de haberse identificado el procesos productivo de la empresa, se desarrolló el estudio de tiempos y movimientos. Como primer punto se evidencio el número de observaciones para cada una de las etapas del proceso productivo en base a los criterios de la General Electric, para posteriormente realizar la valoración del ritmo de trabajo, la determinación de los suplementos ligados a los operarios para finalmente calcular el tiempo estándar de cada una de las operaciones productivas para la fabricación del cuero Wet Blue.
- Los resultados del estudio de tiempos y movimientos ejecutado en el proceso productivo para la fabricación del cuero Wet Blue, permitió determinar el tiempo estándar de los procesos de la siguiente manera: para el proceso de salado el tiempo estándar en la situación actual es de 426.40 minutos por lote, para el proceso de remojo y pelambre 825.27 minutos por lote, el tiempo estándar para el proceso de descarnado es de 865.60 minutos por lote, mientras que para el proceso de dividido el tiempo de procesamiento de un lote es de 400.00 minutos, finalmente, para el proceso de curtido y para el proceso de escurrido el tiempo estándar para el tratamiento de un lote es de 48.29 minutos y de 870.40 minutos respectivamente.
- Con el estudio de tiempos finalizado, se procedió a calcular la capacidad productiva del proceso de producción bajo las condiciones actuales para la fabricación de bandas de Wet Blue; obteniendo los siguientes resultados: en

una jornada de trabajo mensual se procesan 865 bandas al mes, mientras que, en dos meses de producción se fabrican 1731 bandas y en un trimestre de trabajo se alcanzan a producir 2596 bandas de Wet Blue.

- Para establecer las alternativas para el mejoramiento de los procesos de producción para el tratamiento de pieles en Curtiduría Pico se consideró por una parte la metodología SMED para reducir los tiempo de procesamiento y por otra parte la redistribución de planta para acordar y/o disminuir los recorridos y movimientos extensos que realizan los operarios y los materiales.
- Bajo las condiciones actuales el proceso productivo para la fabricación del cuero Wet Blue tiene un tiempo de ciclo de 3903.96 minutos para un lote conformado por 160 pieles, luego de haber aplicado los criterios de la metodología SMED como primera propuesta de mejora para cada una de las etapas del proceso este tiempo se redujo a 3588.38 minutos por lote procesado, lo que se refleja en una mejora del 8.08% para el sistema productivo.
- Como segunda alternativa para el mejoramiento de los procesos de producción para el tratamiento de pieles en Curtiduría Pico se optó por una redistribución de las instalaciones en base a los tiempos mejorados con la metodología SMED. De este modo, la superficie actual total que ocupa el área de ribera es de $217,19 m^2$ y de acuerdo con el método de Guerchet la superficie básica recomendada para que las actividades se desenvuelvan de una manera adecuada es de $311.47 m^2$, lo que representa un incremento de la superficie actual en $94.28 m^2$. Mientras, que la superficie actual de los elementos que conforman el área de curtido es de $295.59 m^2$, mientras, que el método de Guerchet recomienda que la superficie sea de $219.38 m^2$, lo que significa una reducción de $76.21 m^2$; debido a que estos dimensionamientos no son relevantes, se optó por realizar un estudio de distribución de planta con naturaleza de *“Reordenamiento de una distribución ya existente”*.
- Todas estas reducciones y optimizaciones de tiempo representan una mejora global del proceso productivo de un 16.90% (comprendido entre 8.08% de mejora a través de la metodología SMED y un 8.82% por medio de la propuesta de la combinación de SMED + Redistribución de las instalaciones).

- A través de la segunda propuesta de mejora para el proceso productivo en base a la aplicación de la metodología SMED + Redistribución de las instalaciones, se logro reducir el tiempo de procesamiento de un lote 160 pieles de 3903.96 minutos (condiciones iniciales) a 3243.82 minutos (condición propuesta), lo que se ve plasmado en un mejora del 16.90% de forma general para el proceso de producción. Esto se debe al mejoramiento del proceso mediante la aplicación de la metodología SMED con un 8.08% y un 8.82% al combinar estos criterios con la redistribución de las instalaciones del área de producción.
- Por otro lado, en las condiciones actuales el proceso de producción alcanza una capacidad productiva de 865 bandas de cuero Wet Blue y al aplicar la primera propuesta de mejora (metodología SMED), los niveles productivos se incrementan a 941 bandas, no obstante al aplicar la segunda alternativa de mejora (SMED + Redistribución de planta) la capacidad productiva incrementa a 1041 bandas, esto es 176 unidades más que en las condiciones actuales durante un mes.
- Para un trimestre de trabajo en las condiciones actuales el proceso de fabricación tiene una capacidad productiva de 2596 bandas de Wet Blue, pero al mejorar las condiciones, a través de la metodología SMED la capacidad de producción incrementa a 2825 bandas, mientras que al aplicar la segunda propuesta de mejora los niveles de productividad se incrementan a 3125 bandas de Wet Blue.
- Finalmente, a nivel global mediante el desarrollo de las propuestas planteadas con la aplicación de la metodología SMED se logra una mejora aproximada del 8.76% en los niveles de productividad, mientras que al aplicar la segunda propuesta de mejora (SMED + Redistribución de planta) la capacidad de producción incrementa en un 20.34% aproximadamente.

4.2 Recomendaciones

- Se recomienda que la organización Curtiduría Pico, realice estudio de tiempos y movimientos periódicamente con el propósito de identificar aquellos procesos productivos que tengan la oportunidad de ser mejorados.

- Considerar las alternativas de mejoramiento para el proceso productivo de modo que la empresa logre incrementar sus niveles de producción, a la vez que se mejore el rendimiento de las operaciones mediante el control y estandarización de los procesos.
- Ejecutar en primera instancia la aplicación de la metodología SMED propuesta en el proceso productivo, con el fin de que los operarios se acoplen al nuevo método de trabajo y posteriormente considerar la redistribución de las instalaciones para incrementar los niveles de la capacidad productiva.
- Complementar el presente estudio con un análisis enfocado en las herramientas de manufactura esbelta de tal manera que se pueda reducir los desperdicios o mudas del proceso.

MATERIALES DE REFERENCIA

BIBLIOGRAFÍA

- [1] V. Oostveen, C. Gouma, D. Bakker y D. Ubbink, «Quantifying the demand for hospital care services: a time and motion study,» *BMC health services research*, vol. 15, n° 1, pp. 13-24, 2015.
- [2] M. Hidalgo Ruiz y J. Melendez Caseres, «DISEÑO DE UN MODELO PARA MEDIR LA PRODUCTIVIDAD PARA UNA EMPRESA MANUFACTURERA DE CUEROS CASO: “CURTIDURÍA HIDALGO”,» PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR, Quito, 2012.
- [3] S. M. Graus Roldan y J. D. Zavaleta Chavez, «Aplicación de ingeniería de métodos para incrementar la productividad en el área de producción de la empresa Curtiduría León de Juda E.I.R.L, 2019,» Universidad César Vallejo, Trujillo, 2019.
- [4] J. D. Bernate Vasquez y D. F. Betancourt Quintero, «DISEÑO Y DESARROLLO DE UN MÉTODO DE PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN PARA UNA CURTIEMBRE DEL CERRITO – VALLE DEL CAUCA,» Universidad de San Buenaventura, Santiago de Cali, 2015.
- [5] M. H. Pinto Ruiz, «Mejoramiento del sistema productivo de la empresa Servicio de Acondicionado a Curtiembresa S.A.S.,» Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, 2015.
- [6] D. Mosquera Guanoluisa, «OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA ELABORACIÓN DE PUERTAS FORJADAS MEDIANTE EL ESTUDIO DE MÉTODOS Y LA MEDICIÓN DEL TRABAJO EN LA INDUSTRIA VICOALMIN DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA,» Escuela Politecnica de Chimbrazo, Riobamba, 2016.

- [7] D. A. Domínguez Castro, «Estudio de tiempos y movimientos para mejorar el proceso de producción de la empresa CEPESA,» Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2020.
- [8] J. L. Quinto de la Cruz, «Aplicación del estudio de tiempos y su relación con la productividad del personal operativo en el área de reparación en una empresa metalmeccánica dedicada al mantenimiento de maquinaria pesada,» Universidad Nacional del Callao, Callao, 2019.
- [9] M. A. Ale Oyola y G. Zelada, «Propuesta de aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing para reducir tiempos muertos en una empresa reencachadora de neumáticos en Lima.,» Universidad Ricardo Palma, Escuela Profesional de Ingeniería Industrial, Lima, 2020.
- [10] J. M. Lluga Hinojasa, «Estudio de tiempos y movimientos en el área de dosificado de materias primas de la empresa Bioalimentar,» Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, Ambato, 2020.
- [11] J. A. Yuqui Casco, «Estudio de procesos, tiempos y movimientos para mejorar la productividad en la planta de ensamble del modelo Golden en carrocerías MEGABUSS,» Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, 2016.
- [12] F. M. Chamorro Salazar, «Estudio de métodos de trabajo en el área de montaje de calzado en la empresa Rexell,» Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2015.
- [13] O. F. Calapiña Caguana, «Distribución de instalaciones en la planta de producción de la empresa Tenería San José Cia. LTDA.,» Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2020.
- [14] F. J. Lozada Orozco, «Estudio de tiempos y movimientos para el mejoramiento de los procesos productivos de la empresa Calzado Liwi,» Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2018.

- [15] B. Salazar Lopez, «Ingeniería Industrial,» 18 Junio 2019. [En línea]. Available: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/ingenieria-de-metodos/que-es-la-ingenieria-de-metodos/>. [Último acceso: 12 Septiembre 2021].
- [16] B. W. Niebel y A. Freivalds, Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo, Duodécima ed., México: McGraw-Hill, 2009.
- [17] F. Niebel, «Estudio de tiempos,» de *Metodos ,estandares y diseño del trabajo.*, Madrid, Alfa omega, 2010, p. 373.
- [18] F. E. Argote, R. Velasco y P. C. Paz, «Estudio de metodos y tiempos para la obtencion de carne de cuy empacada a vacio,» *Ciencias Agropecuarias*, vol. 5, n° 3, pp. 103-111, 2017.
- [19] A. M. Ovalle Castiblanco, «What happened with the application of time and motion study in the last two decades?,» *Revista Ingeniería, Investigación y Desarrollo*, vol. 16, n° 2, pp. 21-31, 2016.
- [20] J. I. Ruiz Ibarra, A. Ramírez Leyva, K. Luna Soto, J. A. Estrada Beltran y O. J. Soto Rivera, «OPTIMIZACIÓN DE TIEMPOS DE PROCESO EN DESESTIBADORA Y EN LLENADORA,» *Ra Ximhai*, vol. 13, n° 3, pp. 291-298, 2017.
- [21] B. Salazar Lopez, «Ingeniería Industrial,» 18 Junio 2019. [En línea]. Available: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/ingenieria-de-metodos/que-es-la-ingenieria-de-metodos/>. [Último acceso: 12 Noviembre 2020].
- [22] D. Bello Parra, F. Murrieta Dominguez y C. A. Cortes Herrera, «Análisis de tiempos y movimientos en el proceso de producción de vapor de una empresa generadora de,» *Ciencia Administrativa*, vol. 16, n° 1, pp. 1-9, 2020.
- [23] R. Y. Delgado Villadeza, «Aplicación del estudio de tiempos y movimientos para mejorar la productividad, en el área de acabados en la empresa representaciones , Martín S.A.C.,» Universidad Cesar Vallejo, San Salvador, 2017.

- [24] D. I. Ilvis Pilla, «Gestión por Procesos en la microempresa de Cerveza Artesanal Montalvina,» Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2020.
- [25] Y. Y. Su Ramirez y R. M. Quiliche Castellares, «Estudio de tiempos y movimientos para mejorar la productividad de una empresa pesquera,» *INGnosis Revista de Investigación Científica*, vol. 4, n° 1, pp. 64-77, 2018.
- [26] A. M. Andrade, C. A. Del Río y D. L. Alvear, «Estudio de Tiempos y Movimientos para Incrementar la Eficiencia en una Empresa de Producción de Calzado,» *Información Tecnológica*, vol. 30, n° 3, 2019.
- [27] Q. C. E. XAVIER, «MEJORA DE PRODUCCION DEL SERVICIO DE LAVADO,» 2015. [En línea]. Available: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/23033/1/Tesis..Quiroz%20Edwin%20C OMPLETA.pdf>. [Último acceso: 02 Octubre 2021].
- [28] C. A. Pilco Nuñez, «Técnica SMED para la reducción de tiempos en el proceso de lavado de jeans de la Empresa ECUATINTEX,» Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2020.
- [29] D. G. Guerrero Soria, «Mejoramiento continuo de los procesos de producción de la empresa DOGO INDUSTRIAL, que permita incrementar la productividad de la empresa,» Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Ambato, 2007.
- [30] J. C. Mauricio Lezama, «Propuesta de mejora de distribución de planta, para reducir tiempos en la fabricación de maquinaria en la empresa SERMEIND FABRICACIONES INDUSTRIALES S.A.C. MOCHE,» Trujillo, Universidad Privada del Norte, 2019.
- [31] C. Strange Leiva, «Diseño de una línea de producción para elaboración de pasta de tomate a partir de pulpa desechada en la industria productora de semillas,» Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Valparaíso, 2020.
- [32] A. M. Paredes Rodríguez, K. A. Peláez Mejía, V. L. Chud Pantoja, J. L. Payan Quevedo y D. R. Alarcón Grisales, «Rediseño de una planta productora de lácteos

mediante la utilización de las metodologías SLP, CRAFT y QAP,» *Scientia Et Technica*, vol. 21, n° 4, pp. 318-327, 2016.

- [33] J. Príncipe Rodríguez, P. J. Ruiz Gómez, E. Guitierrez Pesantes y V. Calla Delgado, «Diseño de la distribución de Planta del Área de Maestranza para mejorar la productividad en el servicio de reparación de prensas extrusoras en la Empresa de Ingeniería y Montaje S.A.C.,» *INGnosis Revista de Investigación Científica*, vol. 1, n° 1, pp. 199-217, 2015.
- [34] C. Garcia Guitierrez y J. J. Aranda Ontieros, «Propuesta de distribución de planta de flujo flexible para una microempresa de fabricación de muebles en Yucatán, México,» *Revista del Centro de Graduados e Investigación*, vol. 33, n° 75, pp. 34-40, 2018.
- [35] J. P. Ospina Delgado, «Propuesta de distribución de planta, para aumentar la productividad en una empresa metalmecánica en ATE Lima, Perú,» Universidad San Ignacio de Loyola, Lima, 2016.
- [36] F. X. Hinojosa Lescano, «Modelo de programación de producción basado en simulación en una empresa de papel higiénico,» Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2021.
- [37] E. Acosta, M. O. Fernández , G. Y. Roark, M. De Paula, F. Leal y Q. J. A. De, «Comparación de métodos de cronometraje en el estudio de métodos y tiempos abordado en la carrera de ingeniería industrial,» *CONGRESO DE INCENIERÍA INDUSTRIAL*, vol. 1, n° 1, pp. 72-85, 2019.
- [38] D. Ilvis, «Gestión por procesos en la microempresa de cerveza artesanal Montalvina,» Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2020.
- [39] J. Vazque, «ESTUDIO DE PRE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLANTA PROCESADORA DE HOJUELAS DE ZANAHORIA PARA LA EXPORTACIÓN A EE.UU.,» UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO, Chiclayo, 2016.

[40] DatosMundial, «DatosMundial,» 2017. [En línea]. Available: <https://www.datosmundial.com/estatura-promedio.php>. [Último acceso: Junio 29 2022].

ANEXOS

Anexo 1. Suplementos recomendados por la OIT.

A. Holguras constantes	Hombre
1. Holgura personal	5
2. Holgura por fatiga básica	4
B. Holguras variables	
1. Holgura por estar parado	2
2. Holgura por posición anormal	
a. Un poco incómoda	0
b. Incómoda (flexionado)	2
c. Muy incómoda (acostado, estirado)	7
3. Uso de fuerza o energía muscular (levantar, arrastrar o empujar):	
Peso levantado	
5	0
10	1
15	2
20	3
25	4
30	5
35	7
40	9
45	11
50	13
60	17
70	22
4. Mala iluminación	
a. Un poco debajo de lo recomendado	0
b. Bastante debajo de lo recomendado	2
c. Muy inadecuada	5
5. Condiciones atmosféricas (calor y humedad): variable	0-100
6. Atención cercana:	
a. Trabajo bastante fino	0
b. Trabajo fino o exacto	2
c. Trabajo muy fino o muy exacto	5
7. Nivel de ruido	
a. Continuo	0
b. Intermitente: fuerte	2
c. Intermitente: muy fuerte	5
d. De tono: fuerte	5
8. Esfuerzo mental:	
a. Proceso bastante complejo	1

b. Espacio de atención compleja o amplia	4
c. Muy complejo	8
9. Monotonía:	
a. Baja	0
b. Media	1
c. Alta	4
10. Tedio	
a. Algo tedioso	0
b. Tedioso	2
c. Muy tedioso	5

Anexo 2. Cálculo del coeficiente de evolución.

$K = \frac{h_{EM}}{2 \times h_{EE}}$		$h_{EE} = \frac{\sum_{i=1}^n SS_i \times n \times h}{\sum_{i=1}^n SS_i \times n} = \frac{\Sigma[1]}{\Sigma[2]}$					
$h_{EM} = 1,67 \text{ m}$		$SS_i = L_i \times A_i$					
Máquinas, equipos, plataformas o zonas		Área de ribera					
		Dimensiones (m)			n	[1]	[2]
k=	0.38	a	l	h			
	Bombo 1	3	4	3.3	1	39.60	12.00
	Bombo 2	3	4	3.3	1	39.60	12.00
	Bombo 3	3	4	3.3	1	39.60	12.00
	Plataforma o zona de descarne	3.5	2.5	0.85	1	7.44	8.75
	Máquina descarnadora	5.5	2.6	2	1	28.60	14.30
	Plataforma o área de dividido	5.5	2.6	0.9	1	12.87	14.30
	Máquina divididora	6	3.5	2.25	1	47.25	21.00
	Plataforma o zona de apilado de pieles	2	2	0.3	1	1.20	4.00
Sumatoria						216.16	98.35
Máquinas, equipos, plataformas o zonas		Área de curtido					
		Dimensiones (m)			n	[1]	[2]
k=	0.30	a	l	h			
	Bombo 4	3	3.5	3	1	31.50	10.50
	Bombo 5	3	3	3	1	27.00	9.00
	Máquina escurridora	5	3.25	2.4	1	39.00	16.25
	Área de clasificado o despacho	5	7.5	3	1	112.50	37.50
	Balanza	1.5	2	0.2	1	0.60	3.00
Sumatoria						210.60	76.25