



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

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

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Tema:

**MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE
CONFECCIÓN APLICANDO HERRAMIENTAS DE MANUFACTURA
ESBELTA EN UNA EMPRESA TEXTIL**

Trabajo de Integración Curricular Modalidad: Proyecto de Investigación, presentado
previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial

ÁREA: Producción y operaciones

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Diseño, materiales y producción

AUTOR: Santiago Vicente Escobar Aguila

TUTOR: Ing. Franklin Geovanny Tigre Ortega, Mg.

Ambato – Ecuador

marzo - 2023

APROBACIÓN DEL TUTOR

En calidad de tutor del Trabajo de Integración Curricular con el tema: MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE CONFECCIÓN APLICANDO HERRAMIENTAS DE MANUFACTURA ESBELTA EN UNA EMPRESA TEXTIL desarrollado bajo la modalidad Proyecto de Investigación, presentado previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial por el señor Santiago Vicente Escobar Aguila estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial, 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 17 de las segundas reformas al Reglamento para la ejecución de la Unidad de Integración Curricular y la obtención del título de tercer nivel, de grado en la Universidad Técnica de Ambato y sus reformas y el numeral 7.4 del respectivo instructivo del reglamento.

Ambato, marzo 2023.

Ing. Franklin Geovanny Tigre Ortega, Mg.

TUTOR

AUTORÍA

El presente trabajo de Integración Curricular titulado: MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE CONFECCIÓN APLICANDO HERRAMIENTAS DE MANUFACTURA ESBELTA EN UNA EMPRESA TEXTIL 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.



Santiago Vicente Escobar Aguila

C.C. 1804425542

AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

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

Cedo los derechos de mi Trabajo de Integración Curricular 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.



Santiago Vicente Escobar Aguila

C.C. 1804425542

AUTOR

APROBACIÓN TRIBUNAL DE GRADO

En calidad de par calificador del Informe Final del Trabajo de Integración Curricular presentado por el señor Santiago Vicente Escobar Aguila, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, bajo la Modalidad Proyecto de Investigación, presentado previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial, titulado MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE CONFECCIÓN APLICANDO HERRAMIENTAS DE MANUFACTURA ESBELTA EN UNA EMPRESA TEXTIL nos permitimos informar que el trabajo ha sido revisado y calificado de acuerdo al Artículo 19 de las segundas reformas al Reglamento para la ejecución de la Unidad de Integración Curricular y la obtención del título de tercer nivel, de grado en la Universidad Técnica de Ambato y sus reformas y al numeral 7.6 del respectivo instructivo del reglamento. Para cuya constancia suscribimos, conjuntamente con la señora Presidente del Tribunal.

Ambato, marzo 2023.

Ing. Pilar Urrutia, Mg.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Israel Naranjo, Mg.
PROFESOR CALIFICADOR

Ing. Víctor Guachimposa, Phd.
PROFESOR CALIFICADOR

DEDICATORIA

A Dios por brindarme salud, fortaleza y sabiduría cada día de mi vida.

A mis padres y hermanos quienes me han brindado su apoyo incondicional durante mi formación profesional.

Santiago Escobar

AGRADECIMIENTOS

A Dios por brindarme salud y sabiduría para cumplir mis metas.

A la empresa BOMAN Sport por su gentil colaboración durante el desarrollo de este proyecto.

A la Universidad Técnica de Ambato y sus maestros por el conocimiento impartido

A mi tutor por su paciencia, dedicación y apoyo moral para que este proyecto se lleve a cabo.

Santiago Escobar

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
AUTORÍA.....	iii
APROBACIÓN TRIBUNAL DE GRADO.....	iv
DERECHOS DE AUTOR	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTOS	vii
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xv
RESUMEN EJECUTIVO	xviii
ABSTRACT.....	xix
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.- MARCO TEÓRICO	2
1.1. Tema de Investigación.....	2
1.1.1. Planteamiento del problema.....	2
1.2. Antecedentes investigativos	3
1.3. Fundamentación teórica	6
1.4. Objetivos	29
1.4.1. Objetivo general	29
1.4.2. Objetivos específicos	29
CAPÍTULO II.- METODOLOGÍA	30
2.1. Materiales	30
2.2. Métodos	30
2.2.1. Modalidad de Investigación.....	30
2.2.2. Población y muestra.....	34
2.2.3. Recolección de información	36

2.2.4. Procesamiento y análisis de datos.....	37
CAPÍTULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN	38
3.1. Análisis y discusión de resultados.....	38
3.1.1. Desarrollo de la propuesta	38
3.1.2. Datos de la empresa	38
3.1.3. Análisis de la situación actual de la empresa.....	40
Identificación de Productos	45
Método Delphi	47
Identificación de los procesos productivos para la confección del uniforme semiprofesional de fútbol.....	58
Cursograma analítico del proceso actual	63
Estudio de tiempos.....	68
3.1.4. Identificación de desperdicios	100
Diseño del VSM Actual.....	105
Indicadores de la situación actual del proceso.....	118
3.1.5. Selección de herramientas de manufactura esbelta.....	121
Proceso analítico jerárquico (AHP)	123
3.1.6. Propuesta de mejora.....	131
Metodología 5S.....	131
Metodología Kanban.....	151
Estandarización (Trabajo estandarizado).....	166
Cursograma analítico propuesto	173
Cálculo de indicadores post aplicación de propuesta de mejora	176
VSM propuesto	180
Costos de implementación de las propuestas de mejora.....	183
Estudio de FlexSim.....	184
Comparación de modelos.....	190

CAPÍTULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	192
4.1. Conclusiones	192
4.2. Recomendaciones	194
MATERIALES DE REFERENCIA	195
Referencias bibliográficas	195
Anexos	201

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Escala de ponderación de Saaty para método AHP	12
Tabla 2. Holguras del trabajador recomendadas por la ILO	14
Tabla 3. Valores recomendados por la General Electric para determinar el número de ciclos	15
Tabla 4. Valorización del ritmo de trabajo	16
Tabla 5. Formato para la toma de tiempos	16
Tabla 6. Símbolos del cursograma analítico	18
Tabla 7. Fases de implementación de un sistema de manufactura esbelta	21
Tabla 8. Materiales	30
Tabla 9. Planteamiento de preguntas de investigación	31
Tabla 10. Especificación de inclusiones y exclusiones.....	32
Tabla 11. Personal de trabajo en área de confección de la empresa BOMAN Sport	34
Tabla 12. Observaciones preliminares en segundos	35
Tabla 13. Datos informativos de la empresa BOMAN Sport	40
Tabla 14. Procesos estratégicos de BOMAN Sport	43
Tabla 15. Procesos operativos de BOMAN Sport.....	44
Tabla 16. Procesos de soporte de BOMAN Sport.....	44
Tabla 17. Catálogo de productos BOMAN Sport	46
Tabla 18. Conformación de grupo de expertos	48
Tabla 19. Fase de ejecución, primera ronda de preguntas	48
Tabla 20. Fase de ejecución, segunda ronda de preguntas.....	50
Tabla 21. Resumen de resultados de segunda ronda de preguntas.....	53
Tabla 22. Fase de ejecución, tercera ronda de preguntas	55
Tabla 23. Resumen de resultados en tercera ronda de preguntas.....	57
Tabla 24. Validación del contenido del cuestionario	58
Tabla 25. Maquinaria en el área de confección de BOMAN Sport	64
Tabla 26. Cursograma analítico del proceso de confección de un uniforme de futbol semiprofesional	65
Tabla 27. Resumen de cursograma analítico.....	68
Tabla 28. Codificación de actividades del proceso de corte	69
Tabla 29. Codificación de actividades del proceso de sublimación.....	70

Tabla 30. Codificación de actividades del proceso de Ensamble	70
Tabla 31. Codificación de actividades del proceso de Estampado	70
Tabla 32. Codificación de actividades del proceso de Planchado.....	71
Tabla 33. Codificación de actividades del proceso de terminado y pulido.....	71
Tabla 34. Codificación de actividades del proceso de Empacado y almacenamiento	71
Tabla 35. Cálculo de suplementos proceso de corte	72
Tabla 36. Estudio de tiempos proceso de corte	73
Tabla 37. Resumen de estudio de tiempos proceso de corte.....	76
Tabla 38. Diagrama sinóptico proceso de corte	77
Tabla 39. Cálculo de suplementos proceso de sublimación.....	78
Tabla 40. Estudio de tiempos proceso de sublimación	78
Tabla 41. Resumen de estudio de tiempos proceso de sublimación	81
Tabla 42. Diagrama sinóptico proceso de sublimación.....	81
Tabla 43. Cálculo de suplementos proceso de ensamble	82
Tabla 44. Estudio de tiempos proceso de ensamble.....	82
Tabla 45. Resumen de estudio de tiempos proceso de ensamble.....	84
Tabla 46. Diagrama sinóptico proceso de ensamble	85
Tabla 47. Cálculo de suplementos proceso de estampado	86
Tabla 48. Estudio de tiempos proceso de estampado.....	86
Tabla 49. Resumen de estudio de tiempos proceso de estampado.....	88
Tabla 50. Diagrama sinóptico proceso de estampado.....	89
Tabla 51. Cálculo de suplementos proceso de planchado.....	90
Tabla 52. Estudio de tiempos proceso de planchado	90
Tabla 53. Diagrama sinóptico proceso de planchado.....	91
Tabla 54. Cálculo de suplementos proceso de terminado y pulido.....	92
Tabla 55. Estudio de tiempo proceso de terminado y pulido	92
Tabla 56. Resumen de estudio de tiempo proceso de terminado y pulido	94
Tabla 57. Diagrama sinóptico proceso de terminado y pulido.....	95
Tabla 58. Cálculo de suplementos proceso de empacado y almacenamiento.....	96
Tabla 59. Estudio de tiempos proceso de empacado y almacenamiento	96
Tabla 60. Diagrama sinóptico proceso de almacenamiento.....	97
Tabla 61. Resumen de tiempo estándar de cada proceso	98

Tabla 62. Cálculo de la capacidad de producción de cada proceso productivo	99
Tabla 63. Parámetros de la empresa para la elaboración del mapa de flujo de valor	102
Tabla 64. Tiempos de valor añadido del proceso de confección del uniforme semiprofesional de fútbol	102
Tabla 65. Cálculo del tiempo de inventario de cada proceso productivos	103
Tabla 66. Matriz de identificación de desperdicios.....	107
Tabla 67. Resumen de desperdicios	110
Tabla 68. Datos de desperdicios identificados	112
Tabla 69. Porcentaje de daño de desperdicios identificados.....	118
Tabla 70. Relación de desperdicios y herramientas de manufactura esbelta	121
Tabla 71. Matriz de asignación de herramientas de manufactura esbelta.....	122
Tabla 72. Matriz de evaluación de criterios, método AHP	125
Tabla 73. Matriz de evaluación de criterio 1 vs alternativas propuestas	126
Tabla 74. Matriz de evaluación de criterio 2 vs alternativas propuestas	127
Tabla 75. Matriz de evaluación de criterio 3 vs alternativas propuestas	127
Tabla 76. Matriz de evaluación de criterio 4 vs alternativas propuestas	128
Tabla 77. Matriz de evaluación de cumplimiento de metodología SEIRI	132
Tabla 78. Matriz de evaluación de cumplimiento de metodología SEITON	132
Tabla 79. Matriz de evaluación de cumplimiento de metodología SEISO	133
Tabla 80. Matriz de evaluación de cumplimiento de metodología SEIKETSU	133
Tabla 81. Matriz de evaluación de cumplimiento de metodología SHITSUKE.....	133
Tabla 82. Resumen de evaluación de cumplimiento de metodología 5S.....	134
Tabla 83. Listado de elementos del proceso de ensamble.....	138
Tabla 84. Propuesta de aplicación de tarjeta roja en el proceso de ensamble.....	141
Tabla 85. Propuesta de listado de tarjetas rojas en el área de confección de la empresa	143
Tabla 86. Propuesta de listado de elementos necesarios.....	143
Tabla 87. Matriz de frecuencia de utilización de objetos.....	144
Tabla 88. Método actual y propuesto del orden de herramientas de uso diario para proceso de ensamble	145
Tabla 89. Método actual y propuesto de insumos para proceso de ensamble.....	146

Tabla 90. Método actual y propuesto para control de residuos en proceso de ensamble.....	148
Tabla 91. Propuesta de registro de actividades de limpieza en el área de confección de la empresa.....	150
Tabla 92. Plan de limpieza en el área de confección de la empresa BOMAN SPORT	151
Tabla 93. Ejemplo de asignación de tablero Kanban	153
Tabla 94. Asignación de tarjetas Kanban en el proceso de corte	157
Tabla 95. Datos para el cálculo de piezas Kanban en proceso de corte	158
Tabla 96. Variación de la demanda en proceso de corte.....	159
Tabla 97. Asignación de tarjetas Kanban en proceso de sublimación	160
Tabla 98. Datos para el cálculo de piezas Kanban en el proceso de sublimación ..	161
Tabla 99. Variación de la demanda en proceso de sublimación	161
Tabla 100. Asignación de tarjetas Kanban en proceso de ensamble.....	163
Tabla 101. Datos para el cálculo de piezas Kanban en proceso de ensamble.....	164
Tabla 102. Variación de la demanda en proceso de ensamble.....	164
Tabla 103. Mejoras propuestas en los procesos productivos	167
Tabla 104. Comparación de tiempos estándar en método actual y propuesto	170
Tabla 105. Resumen de tiempos estándar en método actual y propuesto	172
Tabla 106. Cursograma analítico propuesto.....	174
Tabla 107. Tiempos de valor agregado, método propuesto	177
Tabla 108. Costos de implementación de propuesta de mejora	184
Tabla 109. Simulación de un mes de trabajo en método actual	187
Tabla 110. Simulación de un mes de trabajo en método propuesto.....	189
Tabla 111. Comparación de capacidad real versus simulada.....	190

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama Causa-efecto	8
Figura 2. Fases de aplicación de método Delphi	9
Figura 3. Árbol jerárquico del método AHP	11
Figura 4. Formato de cursograma analítico	18
Figura 5. Sistema de producción esbelto	20
Figura 6. Simbología VSM	22
Figura 7. Nueve desperdicios de la manufactura esbelta	27
Figura 8. Diagrama de flujo en metodología prisma	33
Figura 9. Empresa BOMAN Sport.....	39
Figura 10. Mapa de procesos BOMAN Sport.....	45
Figura 11. Tabulación de datos segunda ronda de preguntas	54
Figura 12. Producto estrella BOMAN Sport.....	57
Figura 13. Proceso de Corte.....	59
Figura 14. Sublimación.....	60
Figura 15. Ensamble	60
Figura 16. Estampado	61
Figura 17. Planchado.....	61
Figura 18. Terminado y pulido	62
Figura 19. Empaquetado y almacenamiento	63
Figura 20. Diagrama sinóptico proceso de corte.....	77
Figura 21. Diagrama sinóptico proceso de sublimación.....	81
Figura 22. Diagrama sinóptico proceso de ensamble	85
Figura 23. Diagrama sinóptico proceso de estampado	89
Figura 24. Diagrama sinóptico proceso de planchado	91
Figura 25. Diagrama sinóptico proceso de terminado y pulido	95
Figura 26. Diagrama sinóptico proceso de almacenamiento	97
Figura 27. Tiempo estándar en segundos de cada proceso productivo.....	98
Figura 28. Capacidad de producción por hora de cada proceso productivo	100
Figura 29. VSM actual del proceso productivo	106
Figura 30. Porcentaje de incidencia de desperdicios del proceso productivo.....	110
Figura 31. Identificación de desperdicios en el VSM del proceso actual.....	111

Figura 32. Análisis ABC de la problemática empresarial.....	113
Figura 33. Diagrama causa- efecto del desperdicio "Esperas"	114
Figura 34. Diagrama causa- efecto del desperdicio "Movimientos"	114
Figura 35. Diagrama causa- efecto del desperdicio " Transporte"	115
Figura 36. Desperdicio esperas en proceso productivo.....	116
Figura 37. Desperdicio movimientos en el proceso productivo.....	116
Figura 38. Desperdicio transportes en el proceso productivo.....	117
Figura 39. Elaboración de árbol jerárquico.....	124
Figura 40. Evaluación de criterios en software "Super decisions"	125
Figura 41. Evaluación de criterio 1 vs alternativas propuestas.....	126
Figura 42. Resultado de evaluación de criterio 1	126
Figura 43. Evaluación de criterio 2 vs alternativas propuestas.....	127
Figura 44. Resultado de evaluación de criterio 2.....	127
Figura 45. Evaluación de criterio 3 vs alternativas propuestas.....	128
Figura 46. Resultado de evaluación de criterio 3.....	128
Figura 47. Evaluación de criterio 4 vs alternativas propuestas.....	128
Figura 48. Resultado de evaluación de criterio 4.....	129
Figura 49. Resultado final del método AHP para el desperdicio ESPERAS.....	129
Figura 50. Resultado final del método AHP para el desperdicio MOVIMIENTOS	130
Figura 51. Resultado final del método AHP para el desperdicio TRANSPORTE. 130	130
Figura 52. Evaluación actual de metodología 5S.....	134
Figura 53. Formato de tarjeta roja propuesto	140
Figura 54. Tarjeta roja, propuesta de aplicación.....	141
Figura 55. Propuesta de asignación de tarjeta roja en elementos innecesarios.....	142
Figura 56. Método actual del orden de herramientas.....	145
Figura 57. Método propuesto para el orden de herramientas.....	145
Figura 58. Colocación actual de insumos	146
Figura 59. Separadora de plástico propuesta	146
Figura 60. Gaveta de plástico propuesta	146
Figura 61. Estado actual de limpieza	148
Figura 62. Método propuesto de limpieza	148
Figura 63. Tablero Kanban	153

Figura 64. Ejemplo de asignación de tablero Kanban	153
Figura 65. Formatos de tarjeta Kanban de retiro	154
Figura 66. Formato de tarjeta Kanban de producción.....	155
Figura 67. Tablero de tarjetas Kanban	155
Figura 68. Orden de producción real	156
Figura 69. Asignación de tarjeta Kanban de retiro en proceso de corte	157
Figura 70. Asignación de tarjeta Kanban de producción en proceso de corte	157
Figura 71. Proceso de asignación de tarjetas Kanban en proceso de corte.....	158
Figura 72. Asignación de tarjeta Kanban de retiro en proceso de sublimación.....	160
Figura 73. Asignación de tarjeta Kanban de producción en proceso de sublimación	160
Figura 74. Proceso de asignación de tarjetas Kanban en proceso de sublimación .	161
Figura 75. Asignación de tarjeta Kanban de retiro en proceso de ensamble	163
Figura 76. Asignación de tarjeta Kanban de producción en proceso de ensamble.	163
Figura 77. Proceso de asignación de tarjetas Kanban en proceso de ensamble.....	164
Figura 78. Comparación de capacidades de producción en método actual vs propuesto.....	173
Figura 79. Máquina cortadora de tela láser marca Ziltech como propuesta de mejora	176
Figura 80. VSM propuesto para el proceso de confección de uniformes de fútbol semiprofesionales.....	182
Figura 81. Área de confección, BOMAN Sport.....	185
Figura 82. Simulación del método actual, BOMAN Sport.....	185
Figura 83. Simulación del método propuesto, BOMAN Sport.....	186
Figura 84. Capacidad de producción diaria en método actual	188
Figura 85. Distancia recorrida en metros del método actual	188
Figura 86. Capacidad de producción diaria en método propuesto.....	189
Figura 87. Distancia recorrida en metros del método propuesto	190

RESUMEN EJECUTIVO

El presente proyecto de investigación tiene como finalidad realizar una propuesta de mejora de la productividad en la empresa BOMAN Sport a partir del uso herramientas de manufactura esbelta: 5S, Kanban y Trabajo estandarizado, en el proceso productivo de uniformes de fútbol de tipo semiprofesional, con el propósito de disminuir o eliminar los desperdicios encontrados. Para cumplir con dicho fin se realizó el levantamiento de información mediante herramientas de ingeniería industrial como: cursograma analítico y estudio de tiempos, con las cuales se identificó el estado actual del proceso productivo en cuestión, para la identificación de los desperdicios existentes se utilizó el mapeo de flujo de valor VSM, donde se identificaron: esperas, movimientos y transportes innecesarios. En ese mismo contexto se formuló una propuesta de mejora con las tres herramientas mencionadas, mediante 5S se propone mantener el orden y limpieza, con la herramienta Kanban se propone mejorar el flujo de trabajo en los procesos productivos con mayor cantidad de desperdicios. Finalmente, mediante el trabajo estandarizado se establece una propuesta de reducción de actividades que no agregan valor al proceso productivo con la cual el tiempo de ciclo se reduciría de 17,53 a 15,26 minutos por unidad, que en porcentaje representa una mejora del 12,93 % de mejora. En cuanto a la capacidad de producción se utilizó la simulación del proceso actual y mejorado en el software de FlexSim, en el cual se evidencia que la capacidad de producción de todo el proceso productivo aumentaría en 11 unidades diarias lo que representa un 7,96 % de mejora mientras que la productividad de la empresa aumentaría en un 5,57 % pasando de 2,87 a 3,03 dentro del producto insignia de la empresa.

Palabras clave: 5S, Kanban, trabajo estandarizado, desperdicios, simulación, productividad.

ABSTRACT

The purpose of this research project is to make a proposal to improve productivity in the company BOMAN Sport from the use of lean manufacturing tools: 5S, Kanban and standardized work, in the production process of semi-professional football uniforms, with the purpose of reducing or eliminating the waste found. In order to accomplish this purpose, information was collected using industrial engineering tools such as: analytical course and time study, with which the current state of the production process in question was identified, For the identification of the existing waste, the VSM value flow mapping was used, which identified: unnecessary waiting, movement and transport. In the same context, an improvement proposal was formulated with the three tools mentioned, through 5S it is proposed to maintain order and cleanliness, with the tool Kanban aims to improve the workflow in the productive processes with more waste. Finally, through standardized work, a proposal is established to reduce activities that do not add value to the production process, with which the cycle time would be reduced from 17.53 to 15.26 minutes per unit, which in percentage represents an improvement of 14,84% improvement. In terms of production capacity, the simulation of the current and improved process was used in the FlexSim software, which shows that the production capacity of the entire production process would increase by 11 units per day, representing 7,96% improvement while the company's productivity would increase by 7.51% from 3.46 to 3.72 within the company's flagship product.

Keywords: 5S, Kanban, standardized work, wastes, simulation, productivity.

INTRODUCCIÓN

Dentro del país se ha evidenciado un incremento importante en cuanto a negocios enfocados al rubro textil, sin embargo, la mayoría de estos trabajan con un enfoque tradicional, el cual impide obtener el mayor beneficio económico de la actividad que realizan, convirtiéndose en un auténtico problema para dichas empresas. Por otro lado, el optimizar los procesos productivos de una empresa representa grandes beneficios como: reducción de gastos, mejora de la productividad, optimización de recursos, entre otros. Con lo cual se lograría una ventaja significativa por encima de la competencia, es por esta razón que se han surgido filosofías enfocadas hacia dicho fin, siendo la manufactura esbelta la responsable de numerosos casos de éxito en empresas de todo tipo que han optado por hacer uso de esta [1].

Un análisis de desperdicios basado en la filosofía de la manufactura esbelta dentro de una empresa textil ayuda a identificar, optimizar y controlar los recursos que se manejan, reduciendo todas actividades que no agregan valor, al igual que el tiempo de ciclo, de manera que la productividad mejora al igual que la eficacia. Cabe recalcar que estos resultados mencionados han sido alcanzados por diversas empresas textiles dentro del país y de la provincia, por lo cual el presente estudio de investigación se basa en emplear dicha filosofía en el área de confección de la empresa BOMAN Sport con la intención de mejorar la productividad de esta [1].

El presente proyecto de investigación consta de cuatro capítulos, siendo así que; en el capítulo I se muestran los antecedentes investigativos afines al proyecto de investigación, el planteamiento del problema, la fundamentación teórica que sustenta el proyecto investigativo y por último los objetivos a cumplirse. En el capítulo II se indica la metodología utilizada durante la investigación, que comprende los materiales utilizados, la modalidad de investigación, la población y muestra, por último, el procesamiento de la información.

El capítulo III se centra en exponer los resultados y discusión por medio del cumplimiento de los objetivos planteados. En el capítulo IV se desarrollan las conclusiones y recomendaciones de acuerdo con los resultados obtenidos después de la ejecución del proyecto investigativo.

CAPÍTULO I.- MARCO TEÓRICO

1.1. Tema de Investigación

Mejoramiento de la productividad en el área de confección aplicando herramientas de manufactura esbelta en una empresa textil.

1.1.1. Planteamiento del problema

Las empresas del nuevo milenio avanzan a pasos agigantados, con la intención de posicionarse en la cima de la competencia, para ello han tenido que adaptarse a las constantes exigencias impuestas por el mercado global como: nivel de automatización, administración, capacidad de innovación y la flexibilidad a cambios, siendo estos factores clave en la supervivencia de las empresas. Este escenario es visible en los países de primer mundo como: China, Estados Unidos y Japón. Sin embargo, en América Latina se vive una realidad muy diferente debido principalmente al factor económico, el cual imposibilita alcanzar nuevas barreras, teniendo como resultado una baja competitividad en la producción a nivel mundial [2].

En el Ecuador existe un crecimiento importante de las grandes industrias, especialmente la textil, pues estas industrias se encuentran entre los sectores más productivos del país, debido a que generan innumerables empleos, razón por la cual ocupan el segundo lugar entre todas las industrias manufactureras solo por detrás de las de tipo alimentaria y tabacalera, todo esto según estimaciones de la Asociación de Industriales Textiles del Ecuador (AITE), con alrededor de 50.000 personas trabajando directamente en dicho sector [3].

Dentro del país existe mayor producción textil en las provincias de: Pichincha, Guayas, Azuay, Tungurahua e Imbabura con la mayor cantidad de empresas, seguido de las provincias: Cotopaxi, el Oro y Manabí. Sin embargo, se han estancado debido a la escasez de coordinación entre trabajadores por la necesidad de innovación tecnológica, los malos hábitos y pensamientos tradicionales; estas causas provocan un mal desarrollo del trabajo que impide la maximización de las ganancias corporativas [3].

Dentro de la provincia de Tungurahua la gran mayoría de las empresas trabajan de manera empírica con base a la experiencia adquirida con el pasar de los años, y no cuentan con las metodologías necesarias para minimizar y reducir los desperdicios (reprocesamientos, elevada inversión, cantidad de mano de obra mal empleada, entre otras) que generan, ante esta problemática se pretende encontrar una solución y para ello se puede hacer uso de múltiples filosofías. Considerando a la manufactura esbelta como una de las más destacadas y exitosas, debido a su enfoque en potencializar los métodos de trabajo, facilitando el desarrollo de las actividades del operador, optimizando los procesos y el desempeño de la empresa para obtener clientes satisfechos [4] [5].

La empresa textil BOMAN Sport de la ciudad de Ambato se dedica a la confección de prendas deportivas de vestir, al efectuarse una visita dentro de sus instalaciones se pudo evidenciar el funcionamiento de sus procesos productivos, identificando ciertos inconvenientes en el área de confección siendo algunos de estos: actividades que no agregan valor (movimientos innecesarios, demoras) y la falta de estandarización de sus procesos, de manera que la productividad de la empresa se ha visto truncada en los mismos resultados. Se considera un estudio de los procesos internos, así como el uso de herramientas de manufactura esbelta con el objetivo de eliminar o reducir los inconvenientes existentes, aumentando la productividad de la empresa.

1.2. Antecedentes investigativos

La manufactura esbelta es un concepto con un enfoque basado en el mejoramiento de la productividad de una industria, por este motivo y con base a la temática planteada en el desarrollo del presente proyecto se identificó un artículo científico publicado en Perú en el que se ha realizado un análisis comparativo entre diferentes metodologías orientadas a la mejora de la productividad donde la calificación más alta obtenida en la evaluación corresponde a la metodología de la manufactura esbelta, de acuerdo a los criterios establecidos para dicha evaluación [6] [7].

Otro estudio realizado en el mismo país, referente al mejoramiento de la productividad mediante herramientas de Manufactura esbelta, menciona que dicha filosofía permite a las empresas alcanzar un mejoramiento notable de la productividad, de manera que se logra una disminución en los tiempos de fabricación y por consiguiente la reducción

de costos y la satisfacción de los clientes [8]. Así mismo se ha identificado una tesis de posgrado donde se ha planteado una propuesta de mejora de la productividad en una empresa dedicada a la confección de jeans, en la cual existían muchas demoras en el proceso productivo, por consiguiente, la empresa no era capaz de satisfacer la demanda, ante esta problemática se han utilizado las herramientas VSM, Heijunka y SMED con las cuales se ha logrado alcanzar un 27 % de mejora de la productividad [9] [10].

Por otra parte, un artículo científico realizado en México ha identificado el peso relativo que aporta la implementación de cada una de las herramientas de manufactura esbelta en la productividad de una organización, teniendo como resultado que las más determinantes son: 5S, Mantenimiento productivo total, Justo a tiempo, Kaizen, Kanban, SMED y Mapeo de flujo de valor (VSM). Sin embargo, este orden puede variar dependiendo del tipo de industria y la región en la cual se efectuó un estudio similar [11]. Así mismo, un estudio realizado en Colombia ha identificado las variables que favorecen a la mejora la productividad y rentabilidad de las empresas a largo plazo mediante la obtención de una muestra aplicada en el sector textil de la ciudad de Antioquia, de manera que se ha logrado mejorar la productividad de dichas empresas [12] [13].

Otro estudio publicado en una tesis de posgrado orientada a la mejora de la productividad en una en una empresa textil de Colombia menciona la importancia que tiene la correcta elección de las herramientas de manufactura esbelta, la misma que depende de la problemática que se está tratando. En el caso de la empresa en cuestión se tenía que los procesos no estaban estandarizados y existían actividades que no agregan valor al proceso, por esta razón se implementó herramientas para la estandarización, así como la filosofía “Justo a tiempo” con lo cual se obtuvo un aumento del 4 % en la eficiencia, eficacia y productividad en su primer mes de implementación [14] [15]. Un estudio publicado en una tesis de posgrado realizada a una empresa textil en la ciudad de Lima ha identificado desperdicios como: demoras por tiempo de operación, traslados evitables y generación de productos defectuosos de manera que se han propuesto las herramientas SMED, Trabajo estandarizado, Jidoka y 5S con lo cual se ha logrado mejorar la productividad de la empresa en cuestión [16].

La industria textil en el Ecuador es un mercado en constante desarrollo, sin embargo, son pocas las empresas que se han interesado en adoptar una filosofía que las dirija hacia la mejora continua [17], una de estas es la empresa textil “Anitex” en la ciudad de Atuntaqui, en la cual se ha implementado la herramienta de manufactura esbelta 5S’s con la finalidad de eliminar los desperdicios referentes a demoras en tiempos de entrega, reduciendo los tiempos de ciclo. De igual manera se hizo uso de la herramienta denominada célula de manufactura con la cual se pudo aumentar la capacidad de producción, reduciendo así el porcentaje de incumplimiento de pedidos, permitiendo la mejora continua de la empresa, con la finalidad de satisfacer las necesidades de los clientes [18].

De igual manera se ha identificado un estudio realizado en una empresa textil de la ciudad de Quito, en la cual se ha estructurado una propuesta de mejora mediante las herramientas 5S, SMED y TPM, de manera que se eviten los paros inesperados del de este ocasionados por desperfectos en máquinas, al igual que reducir los desechos referentes a tiempos improductivos, de manera que la propuesta representa un 5% de mejoramiento de la productividad para la empresa en cuestión [19].

Un estudio realizado en una pequeña empresa llamada “VESTIMENTUM” ha determinado el problema que por mucho tiempo pasó inadvertido, refiriéndose a las entregas tardías, ya que el crecimiento y diversificación de la producción y de la organización no fue acompañada por una evolución de los métodos usados para conducir los pedidos a través de todos los procesos para ello se ha hecho uso un análisis de causa- efecto con la finalidad de estructurar un plan de mejora de la productividad en el que la empresa lograría suprimir áreas ocupadas innecesariamente, reducir el lead time y aumentar la calidad de las prendas, además lograr una mayor y mejor utilización de los recursos [20] [21].

Dentro de la provincia de Tungurahua se ha llevado a cabo un estudio publicado en un artículo científico, en el que se ha determinado la incidencia que tienen las herramientas de la manufactura esbelta aplicada a 120 empresas del rubro textil, donde se ha determinado que dichas herramientas contribuyen a un mejor desempeño productivo y a la par competitivo [22] [23]. Dentro de la ciudad de Ambato se ha realizado un estudio en una pequeña empresa llamada “Andy Tex”, en el cual se ha

planteado una propuesta de mejora mediante el uso de las siguientes metodologías: Jidoka: permitirá la reducción de defectos existentes en las prendas, las 5S con la cual se obtendrá la reducción de movimientos y transportes innecesarios, por otra parte, mediante la aplicación de la herramienta Kaizen se reducirán los tiempos improductivos. Al implementarse todas estas metodologías la empresa en cuestión lograría aumentar su productividad en un 8% [24]. Otro estudio realizado en una empresa textil de la ciudad dedicada a la confección de uniformes institucionales contaba con problemas de sobreproducción de algunos elementos y sub-producción de otros de manera que se ha propuesto la utilización de el balanceo de líneas, 5s y Kanban para la nivelación de producción. Gracias a la simulación del plan desarrollado, se evidencia un aumento en la producción de 100 unidades más del producto objeto de estudio y un incremento en la productividad global [25].

Una de las empresas perteneciente al sector textil es “BOMAN Sport”, dedicada a la confección de prendas deportivas, las cuales son comercializados en la Regiones Costa, Sierra y Amazonia a través de sus diecisiete sucursales. El funcionamiento del proceso de confección se lleva a cabo de forma empírica, de manera que no se cuenta con la estandarización en dicho proceso provocando pequeños retrasos en la producción, movimientos innecesarios, bajo nivel de control en el área de confección, y a su vez retrasos en los pedidos, conllevando todo esto a la insatisfacción del cliente.

1.3. Fundamentación teórica

Productividad

Es la capacidad que tiene una empresa para usar de forma óptima los recursos que dispone, los mismos que intervienen en la producción de bienes o servicios que satisfacen las necesidades de sus clientes, si se requiere conocer en qué medida se aprovechan dichos recursos es necesario medir la productividad, y esto se logra mediante la relación entre unidades producidas y los insumos empleados para un tipo específico de trabajo, como se muestra en la Ecuación 1 [26].

$$**Productividad global** = \frac{Salidas}{Entradas} \quad (1)$$

Donde:

Salidas: Es la cantidad total de productos elaborados en un horizonte de tiempo establecido

Entradas: Es la cantidad de materia prima total que se emplea en la realización de los productos elaborados [26].

Factores que afectan la productividad

La productividad de una empresa puede verse afectada debido a los siguientes factores:

- Baja inversión, investigación y desarrollo, la vida útil de la planta y el equipo, los costos de energía, la ética del trabajo, el temor de los empleados por perder su empleo, mala administración.
- Factor humano, el sindicalismo, la tecnología y la ergonomía.
- La curva de aprendizaje, el diseño del producto, la mejora en los métodos de trabajo y las mejoras técnicas [27].

Mejoramiento de la productividad

En la actualidad el hecho de producir más, minimizando la utilización de recursos y empleando el menor tiempo posible se ha convertido en una cuestión de supervivencia. A continuación, se presentan varias formas de lograr un incremento de la productividad en una organización:

- Elegir los mejores talentos
- Fijar metas y objetivos
- Definir las responsabilidades de cada trabajador
- Elaborar un plan estratégico eficiente
- Fortalecer la comunicación interna
- Promover un buen ambiente laboral
- Motivar al personal de trabajo
- Revisar los procesos internos
- Manejar una buena gestión del tiempo
- Establecer métricas de productividad

- Confiar en nuevas tecnologías [28].

Diagrama Causa-efecto

Es una figura formada por líneas y símbolos que se asemeja a una espina de pescado, que tiene como finalidad representar la relación entre un efecto y sus causas teniendo el problema principal en la cabeza de pescado y las causas mayores en las espinas grandes, como se muestra en la Figura 1 [29].

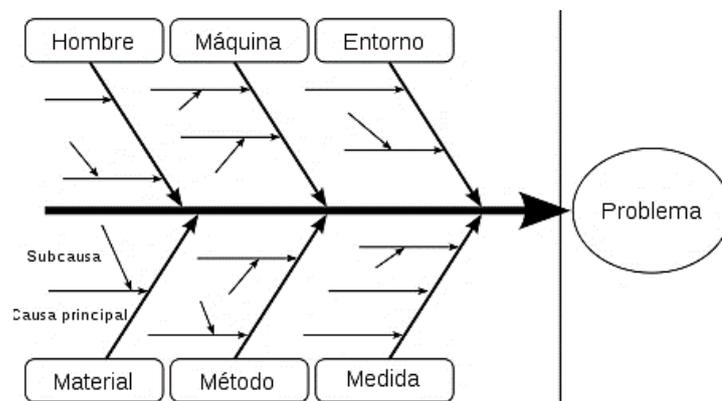


Figura 1. Diagrama Causa-efecto [29].

Análisis ABC

También conocido como la regla 80-20, es una herramienta que permite a una empresa categorizar sus productos y determinar cuáles tienen el mayor valor, con el objetivo de optimizar los recursos y mejorar los procesos de toma de decisiones. Existen tres categorías o zonas que son: A: productos con mayor demanda, B: productos con menor demanda que A, pero mayor demanda que C, y C: productos poco demandados que no proporcionan un beneficio significativo a la empresa [30].

Método Delphi

El método Delphi también conocido como juicio por expertos, es una técnica empleada en la recolección de información que permite obtener la opinión de un grupo de expertos a través de la consulta reiterada. Esta técnica, es de carácter cualitativo, es recomendable cuando no se dispone de información suficiente para la toma de decisiones o es necesario, para la investigación, recoge opiniones consensuadas y representativas de un colectivo de individuos [31].

Su finalidad se basa en obtener la opinión de consenso más fiable del grupo consultado. Estos expertos son sometidos individualmente a una serie de cuestionarios en profundidad que se intercalan con retroalimentación de lo expresado por el grupo y que, partiendo de una exploración abierta, tras las sucesivas devoluciones, producen una opinión que representa al grupo [31].

Causas

- La información es insuficiente o inexistente
- El problema se presta para la exploración mediante juicios subjetivos sobre bases colectivas.
- Los encuentros presenciales periódicos del grupo resultan muy costosos en tiempo o dinero.
- Se requiere un perfil de grupo heterogéneo y se intuye que esta diferencia puede ocasionar liderazgos dentro del grupo, que produzcan sesgos.
- Este método resulta adecuado, cuando se requiere el anonimato de los participantes que están dispersos geográficamente [32].

Fases de aplicación

El método Delphi obedece cuatro fases de aplicación como se muestra a continuación en la Figura 2.



Figura 2. Fases de aplicación de método Delphi [31].

Fase 1 de definición: A partir del problema de investigación propuesto, se debe formular el objetivo de la consulta, identificar las dimensiones que deben explorarse e identificar posibles fuentes de información.

Fase 2 de conformación del grupo de informantes: Se debe determinar el perfil de los participantes y su rol, elaborar el protocolo de selección grupo –que dispongan de información representativa, tiempo e interés. El tamaño suele oscilar entre 6-30 en función del problema.

Fase 3 de ejecución de las rondas de consulta: Se debe elaborar el cuestionario inicial, analizar la información y elaborar la siguiente ronda de retroalimentación y consulta, tantas veces como sea necesario para producir el consenso o disenso que responda a los objetivos del estudio. El resultado será el punto de partida para las opiniones posteriores.

Fase 4 de resultados: Se debe analizar la información de la última ronda y elaborar el informe de devolución final. El investigador podrá calcular el nivel de consenso para cada punto concreto, recoger las razones principales de disenso y, finalmente, calcular el nivel de importancia [33].

Proceso analítico jerárquico

Es un método cuantitativo propuesto por Thomas Saaty, utilizado para la toma de decisiones multicriterio que permite generar escalas de prioridades basándose en juicios expertos manifestados a través de comparaciones por pares mediante una escala de preferencia. Esta escala permite incorporar en un modelo de decisión juicios sobre intangibles, representando la dominancia o preferencia de una alternativa frente a otra en relación con un atributo [34].

Según Saaty existen 4 pasos esenciales, como se muestran a continuación:

- La definición del problema y el tipo de conocimiento que se quiere obtener.
- La estructuración del problema a través de la descomposición jerárquica en subproblemas (criterios y subcriterios), que deben resolverse para arribar a una solución satisfactoria.

- La construcción de matrices de comparación, en las que se cargan los juicios expertos mediante el método de comparación uno a uno con la escala sugerida del método.
- Por último, la síntesis de cada una de las matrices y finalmente del modelo completo para obtener la prioridad global de cada alternativa.

A continuación, se detallan aspectos importantes sobre el método en cuestión.

Estructuración del problema

Se deben elegir los factores que intervienen en la toma de una decisión, para ello se toma en consideración diferentes aspectos que van conforme a la realidad de satisfacer un problema con la mejor alternativa. Una vez seleccionados esos factores se deben acomodar en una jerarquía descendiente desde el objetivo principal a criterios, subcriterios y por último alternativas en sucesivos niveles. Para cumplir con dicho fin se utiliza el árbol de jerarquización como se muestra en la Figura 3 [34].

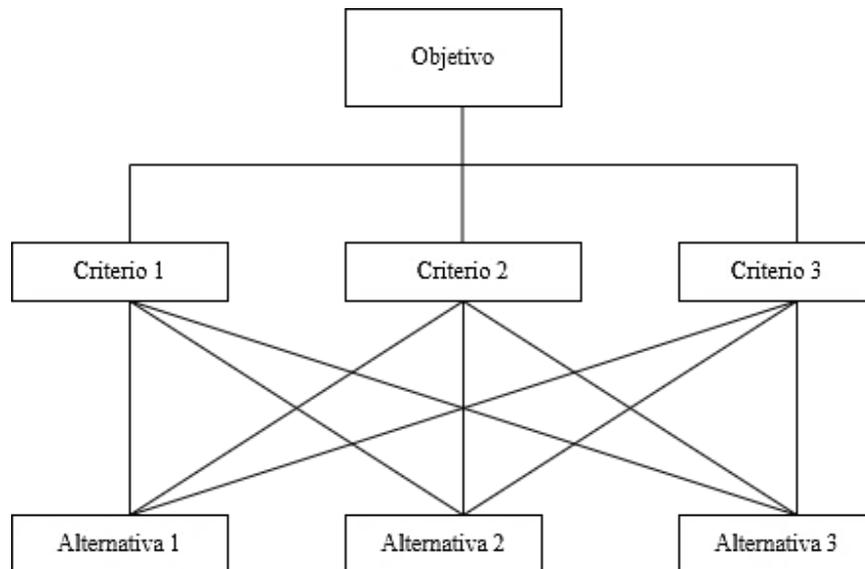


Figura 3. Árbol jerárquico del método AHP [34].

Comparación de pares

El método AHP exige que cada criterio y alternativa se pondere en relación con otros criterios y alternativas. Esto implica que se debe indicar un nivel de preferencia comparando cada elemento uno contra uno para todas las combinaciones posibles. Para ello se utiliza la escala de ponderación de Saaty, como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Escala de ponderación de Saaty para método AHP

Intensidad	Definición	Explicación
1	De igual importancia	Las actividades contribuyen de igual forma al objetivo
3	Moderada importancia	La experiencia y el juicio favorecen levemente a una actividad sobre otra
5	Importancia fuerte	La expectativa y el juicio favorecen fuertemente a una actividad sobre la otra
7	Importancia muy fuerte o demostrada	Una actividad es mucho más favorecida que la otra; su predominancia se demostró en la practica
9	Importancia extrema	La evidencia que favorece una actividad sobre otra es absoluta e incuestionable
2,4,6,8	Valores intermedios	Cuando se necesita un compromiso de las partes entre valores adyacentes
Recíprocos	$A(ij)=1/a(ji)$	Cuando i tienen un valor respecto a j igual a un entero de los indicados arriba, entonces el valor de j respecto a i es igual a 1/a

Decisiones por consenso

Los juicios individuales sobre preferencia de criterios o sobre alternativas hechos por diferentes personas pueden ser combinados entre sí para formar un grupo de juicio representativo. Para que una alternativa se considere aceptable debe cumplir con los siguientes parámetros:

Consistencia: Los juicios reflejados en cada matriz deben guardar consistencia entre sí, esto es, respetar ciertas propiedades enteramente razonables:

Transitividad: Implica que debe respetarse el orden al comparar más de dos elementos. Si X es mejor que Y y Y es mejor que Z, entonces X es mejor que Z.

Proporcionalidad: Implica que además de transitividad, los juicios deben guardar relación en términos de órdenes de magnitud. Es decir, si X es 2 veces mayor que Y, y Y es 3 veces mayor que Z, entonces X debe ser 6 veces mayor que Z.

El método AHP mide para cada matriz la inconsistencia global a partir de la relación de la inconsistencia de la matriz y un índice de consistencia aleatoria que depende del tamaño de cada matriz. Se considera aceptable una ratio no mayor a 0,10 para

continuar con el proceso de decisión. En caso contrario deben revisarse las valoraciones antes de continuar [34].

Software “Superdecisions”

Superdecisions es un software de toma de decisiones multicriterio, el cual se encarga de realizar todo el sustento matemático que contempla el método AHP, permitiendo encontrar la mejor alternativa ante una problemática de forma rápida y precisa [35].

Estudio de Tiempos

Un estudio de tiempos es una técnica utilizada para determinar la duración de una operación, o cualquier actividad realizada por un trabajador o máquina en la producción de un producto. Este estudio permite analizar un proceso con la finalidad de mejorar la productividad de la empresa, para ello se debe seguir el siguiente procedimiento [36]:

- Seleccionar el proceso objeto de estudio
- Observar el proceso, e identificar sus actividades
- Tomar los tiempos de cada actividad
- Hallar el tiempo estándar de cada proceso

Para la toma de tiempos en primer lugar, se debe especificar el área de estudio, después se elige a un operador calificado el cual mantenga un ritmo de trabajo moderado. Un factor muy importante que se debe tener en cuenta son los suplementos, los cuales son porcentajes del tiempo básico dedicado a compensar la fatiga y el descanso, para ello la ILO (Organización Internacional de Trabajo) establece una tabla con dichos valores, como se evidencia en la Tabla 2 [37].

Tabla 2. Holguras del trabajador recomendadas por la ILO [37].

A. HOLGURAS CONSTANTES	VALORACIÓN
Holgura personal	5
Holgura por fatiga básica	4
B. HOLGURAS VARIABLES	
1.Holgura por estar parado	2
2.Holgura por posición anormal	
Un poco incómoda	0
Incómoda (flexionado)	2
Muy Incómoda; Ej: acostado	7
C. USO DE FUERZA O ENERGÍA MUSCULAR	
5 lb	0
10 lb	1
15 lb	2
20 lb	3
25 lb	4
30 lb	5
35 lb	7
40 lb	9
45 lb	11
50 lb	13
60 lb	17
70 lb	22
D. MALA ILUMINACIÓN	
Un poco abajo de lo recomendado	0
Bastante abajo de lo recomendado	2
Muy inadecuada	5
E. CONDICIONES ATM (CALOR Y HUMEDAD)	0-100
Variable	
F. ATENCIÓN CERCANA	
Trabajo bastante fino	0
Trabajos fino o exacto	2
Trabajo muy fino o exacto	5
G. NIVEL DE RUIDO	
Continuo	0
Intermitente: fuerte	2
Intermitente: muy fuerte	5
De tono alto: fuerte	5
H. ESFUERZO MENTAL	
Proceso bastante complejo	1
Espacio de atención compleja	4
Muy complejo	8
I. MONOTONIA (mental)	
Baja	0
Media	1
Alta	4
J. TEDIO (fisico)	
Algo tedioso	0
Tedioso	2
Muy tedioso	5

Para la toma de tiempos de ciclo se debe realizar una toma inicial del tiempo de cada actividad, que permitan determinar algunos parámetros que sirvan para establecer el tiempo real de observaciones para el cual se recomienda realizar una toma de diez muestras mediante el método de la General Electric, como se muestra en la Tabla 3 [38].

Tabla 3. Valores recomendados por la General Electric para determinar el número de ciclos [38].

Tiempo de ciclos en minutos	Número recomendado de ciclos
0.10	200
0.25	100
0.50	60
0.75	40
1.00	30
2.00	20
2.00-5.00	15
5.00-10.00	10
10.00-20.00	8
20.00-40.00	5
40.00 o más	3

De igual manera existen varios métodos de valorización del ritmo del operario, se recomienda emplear los valores sugeridos en la Tabla 4 [38].

Tabla 4. Valorización del ritmo de trabajo [38].

Escala	Descripción
0	Actividad nula
50	Muy lento, movimientos torpes e inseguros, sin interés en el trabajo
75	Constante, sin prisa, como de obrero no pagado o destajo, pero bien dirigido. Parece lento, pero no pierde tiempo
100	Activo, capaz, como de operario calificado medio, logra con tranquilidad el nivel de calidad y precisión fijado
125	Muy rápido el operario actúa con seguridad, destreza y coordinación de movimiento, muy por encima del anterior
150	Excepcionalmente rápido, concentración y esfuerzo, sin probabilidad de durar por varios periodos

Para el cálculo del tiempo estándar es necesario elaborar un formato dedicado a la toma de tiempos como se muestra en la Tabla 5, en donde se describe el tiempo promedio de cada actividad, suplementos, valorización del ritmo de trabajo, tiempo básico y tiempo estándar, para la realización de cálculos posteriores se emplea la Ecuación 2 [39].

Tabla 5. Formato para la toma de tiempos [39].

ESTUDIO DE TIEMPOS						
Descripción de actividades	TT	TP	V	TN	S	TS

$$TN = (TP * V) \quad (2)$$

Donde:

TT=Tiempo total de la suma de actividades

TP= Tiempo promedio

V= Valorización del ritmo de trabajo del operario

TN= Tiempo básico o normal

S=Suplementos del trabajador

TS=Tiempo Estándar

Para el cálculo del tiempo normal se hace uso de la expresión algebraica

Donde:

TN= Tiempo normal

TP=Tiempo promedio

V=Valorización del ritmo de trabajo del operario

Para el cálculo del tiempo estándar se determina el tiempo normal multiplicando por uno más suplementos, este tiempo estándar hace referencia al tiempo necesario para que los operarios realicen la actividad a un ritmo de trabajo normal, como se muestra en la Ecuación 3 [39].

$$\mathbf{TS = TN * (1 + S)} \quad \mathbf{(3)}$$

Donde:

TS=Tiempo estándar

TN=Tiempo Normal

S= Suplementos

Cursograma analítico

Es un diagrama que representa la trayectoria del desarrollo de un producto, destacando todas las actividades que conducen a ese punto, y también permite la detección de errores, repeticiones y superposiciones de tareas con el objetivo de reducirlas y lograr procesos o tareas más eficientes. Para el desarrollo de este diagrama se utilizan los siguientes símbolos: "operación" denota las principales etapas del método o procedimiento, "inspección" denota la calidad de algo, "transporte" denota el movimiento de empleados, materiales y equipos de un lugar a otro, "espera" denota el retraso en el desarrollo de actividades, y "almacenamiento" denota almacenamiento. La Tabla 6, indica la simbología de cursograma analítico para cada una de las actividades que se llevan a cabo en una empresa [40].

Donde:

Tiempo de operaciones: es el tiempo en la cual el producto posee transformaciones que añaden valor

Tiempo total: Tiempo que transcurre de inicio a fin la elaboración del producto.

También se puede calcular mediante el número de actividades que posea el producto para su elaboración, denominándola mediante la Ecuación 5:

$$\text{Ratio de operación} = \frac{\text{Operaciones}}{\text{Total de actividades}} \quad (5)$$

Donde:

Operaciones: Es la suma de cada operación que tenga el producto

Total de actividades: es el número de actividades que transcurre de principio a fin la elaboración del producto.

Manufactura esbelta

La manufactura esbelta es una filosofía que emplea varias herramientas que ayudan a eliminar todas las operaciones que no agregan valor a un producto, servicio y a los procesos, aumentando el valor a cada actividad realizada, eliminando lo que no se requiere y mejorando las operaciones. Esta metodología se basa en los siguientes aspectos:

- La eliminación planeada de todo tipo de desperdicio.
- El respeto por el trabajador.
- El mejoramiento de la productividad y calidad [41].

Estructura

Las diferentes técnicas con la que cuenta están basadas en una filosofía que ayuda a la eliminación de desperdicios, el cual está basado en el sistema estructural de la casa "Sistema de Producción Toyota" como se muestra en la Figura 5 [41].

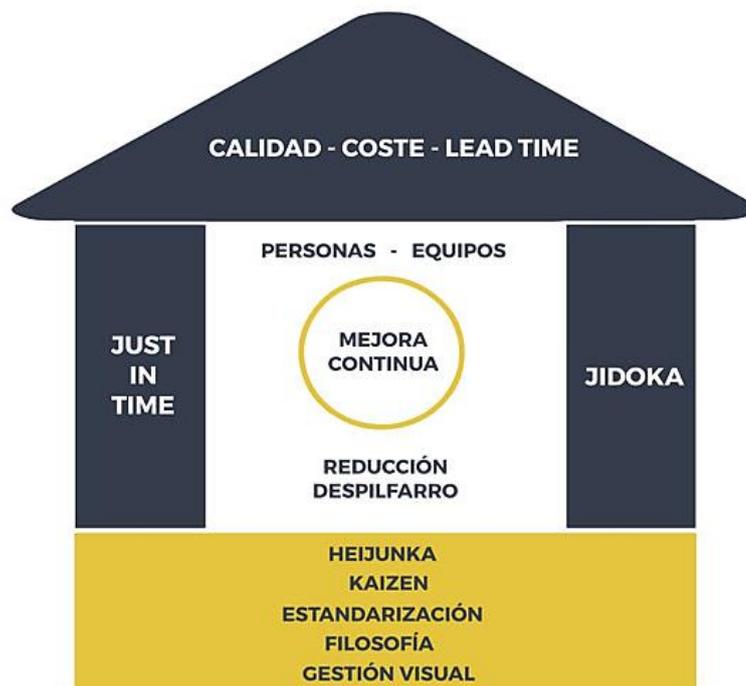


Figura 5. Sistema de producción esbelto [41].

Los pilares fundamentales de la manufactura esbelta son [42]:

- **La filosofía de la mejora continua (Kaizen):** Esta planteado como la conjunción de dos palabras Kai (cambio) y Zen (para mejorar), implica una cultura de cambio constante para evolucionar hacia mejores prácticas.
- **Control de la calidad total:** Para que se cumpla este pilar se menciona que todos los departamentos de las organizaciones deben implicarse en el control de la calidad.
- **Just in time (JIT):** Se basa fabricar los artículos necesarios en las cantidades requeridas en el tiempo preciso [42].

Fases de implementación

Para la implementación de dicho sistema se emplean cinco fases, las cuales se muestran en la Tabla 7 [41].

Tabla 7. Fases de implementación de un sistema de manufactura esbelta [41].

Fases de implementación		
Fase	Nombre	Descripción
1	Diagnóstico y formación	Consiste en analizar el estado actual del sistema de producción de una empresa
2	Diseño del plan de mejora	Una vez analizada la situación de la empresa se da comienzo a la planificación de un proyecto con objetivos definidos y acercados a la realidad
3	Lanzamiento	Se da inicio al cumplimiento de los objetivos trazados. Es necesario aplicar herramientas de manufactura esbelta como: 5S, VSM, Kanban, SMED entre otras.
4	Estabilización de mejoras	Se busca la reducción de desperdicios en actividades relacionadas al mantenimiento y calidad
5	Estandarización	Se optimizan los métodos de trabajo

Herramientas de manufactura esbelta

La manufactura esbelta es un gran sistema, que compuesto de múltiples herramientas que ayudan a su efectiva aplicación; entre las cuales tenemos [41]:

- Mapa de flujo de valor (VSM)
- 5S
- SMED
- Kanban

Mapa de flujo de valor (VSM)

El mapa de flujo de valor es una representación gráfica sobre las operaciones, los flujos de información y los procesos que se llevan a cabo en una empresa, este mapa se utiliza principalmente para identificar los desperdicios que generan una empresa. Además, se puede identificar todos los procesos que agregan y no agregan valor, desde el ingreso de la materia prima hasta la obtención del producto final, para la creación del VSM se utiliza simbología estandarizada, visible en la Figura 6 [43].

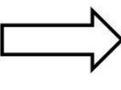
			
Operación de valor añadido	Operación de control	Material parado	Material push
			
Material pull	Datos de proceso	Material secuenciado	Cliente -Proveedor
			
Transporte por camión	Transporte interno	Supermercado	

Figura 6. Simbología VSM [43].

Para la correcta aplicación de esta herramienta, se deben emplear los siguientes pasos:

1. Identificar la familia de productos, los cuales comparten tiempos y equipos cuando pasan de un proceso a otro.
2. Realizar el desarrollo del VSM actual.
3. Obtener datos del proceso.
4. Calcular el Takt time, el cual representa el ritmo de producción que debe tener para cumplir con la demanda del cliente, para ello se utiliza la Ecuación 6.

$$\mathbf{Takt\ time} = \frac{\mathit{Tiempo\ disponible\ por\ período}}{\mathit{demanda\ por\ periodo}} \quad (6)$$

Donde:

Tiempo disponible por periodo = tiempo de jornada

Demanda por periodo= demanda diaria

5. Calcular el tiempo de ciclo el cual representa al tiempo transcurrido entre la salida de un producto mediante la Ecuación 7:

$$\mathbf{Tiempo\ de\ ciclo} = \frac{\mathit{Tiempo\ disponible\ por\ periodo}}{\mathit{Cantidad\ producida\ por\ periodo}} \quad (7)$$

6. Determinar el tiempo de cambio de partida, es decir el tiempo que tarda en cambiar un producto a otro [44].

Metodología 5S

Las cinco S son una metodología orientada en mejorar las condiciones del puesto de trabajo, que ayudan a mejorar la calidad, reducir desperdicios, además del tiempo de ciclo del operario y su variación, al disponer de forma adecuada las herramientas y útiles necesarios para realizar el ciclo de trabajo. Esta metodología consta de cinco fases que corresponden a las iniciales de cinco palabras japonesas, como se muestra a continuación [45].

- **Seiri:** Despejar. - Es el primer paso y consiste en identificar todos los elementos necesarios para el desempeño de las tareas y separarlos de los que son innecesarios con el propósito de eliminar estos últimos.
- **Seiton:** Orden. - Una vez despejada el área de trabajo con los elementos mínimos y necesarios, se ponen en orden, de tal forma que sea fácil encontrarlos y manejarlos. “Un lugar para cada cosa, y cada cosa en su lugar”.
- **Seiso:** Limpieza. – Hace referencia a realizar actividades de limpieza en máquinas y herramientas, de manera que estas trabajen en forma óptima, evitando así el deterioro en estos.
- **Seiketsu:** Estandarización – Consiste en crear una cultura del orden y la limpieza, por lo que es necesario que exista un procedimiento que fije con qué frecuencia aplicar las tres primeras S y además fijar responsabilidades en los trabajadores.
- **Shitsuke:** Disciplina. - Se necesita del compromiso todas las personas que integran la organización. Esto requiere autodisciplina, aunque con el tiempo se convertirá en otra actividad más dentro de las habituales en un entorno de trabajo de calidad [45].

SMED

Es una herramienta que ayuda a minimizar los retrasos del proceso productivo de una empresa, transformando las actividades externas (las que se realizan con la máquina en funcionamiento) en internas (las que se realizan con máquina apagada). Además, esta herramienta está enfocada en la disminución del tiempo de cambio de partida que hace referencia a los tiempos de preparación de la máquina [46].

Etapas de aplicación

Se pueden distinguir 3 etapas principales para la implementación de SMED:

Primera etapa: Separación de la preparación interna y externa

Se deben identificar cuáles son las operaciones que necesitan obligatoriamente que la máquina esté parada y cuáles no, para esto se pueden utilizar:

- Material audiovisual: Videos en los que se muestre un panorama amplio de todos los movimientos.
- Grupos de trabajo multidisciplinario: Contar con operadores de varios ámbitos ayudará a recopilar ideas y aclarar dudas.
- Documentos de trabajo: Resumen simple de las actividades y tiempos [46].

Segunda etapa: Conversión de la preparación interna en externa

La segunda etapa comprende dos conceptos importantes:

- Reevaluar las operaciones, para ver si algunos pasos están erróneamente considerados como internos y externos
- Buscar formas para convertir esos pasos internos en externos

Es posible realizar esta conversión a través de una mejora de métodos o una modificación de equipos o herramientas. Además, es necesario elaborar una lista de verificación con todos los pasos y elementos necesarios para una operación, incluyendo especificaciones, nombres, herramientas, parámetros, entre otros [46].

Tercera etapa: Perfeccionamiento de todos los aspectos de la operación de preparación

Se debe concentrar esfuerzos para perfeccionar todas y cada una de las operaciones elementales que constituyen las preparaciones interna y externa. A continuación, se consideran algunas mejoras que tomar en cuenta en cada caso:

Actividades internas

- Mejorar el almacenaje y el transporte de piezas y útiles. Llevar herramientas y piezas de repuesto al equipo genera desperdicio de movimiento

Es necesario preguntarse lo siguiente:

- ¿Cuál es la mejor forma de organizar todas las herramientas?
- ¿Cómo se puede mantener a todas las herramientas en perfecta condición y listas para las siguientes operaciones?
- ¿Cuántas de estas herramientas hay que tener en stock?

Actividades externas

- Ejecutar actividades en paralelo.
- Estandarización de tareas.
- Elementos de fijación rápidos.
- Útiles complementarios [46].

Trabajo estandarizado

También conocido como estandarización, es una forma modelo en el cual cualquier trabajo con valor agregado debe ser hecho y que cualquier trabajador que lo realice lo haga en la misma forma. Esta metodología abarca la secuencia del trabajo, es decir el procedimiento realizado paso a paso, además de: las herramientas necesitadas, el equipo necesitado, los materiales, y la cantidad de tiempo que debe ocupar [47].

Implementación de Trabajo Estandarizado

El implementar el trabajo estandarizado es importante para alcanzar la mejora continua, si no se maneja una forma estándar de hacer un trabajo, es imposible saber si este ha mejorado, al igual que si no se realiza el trabajo de la misma manera todo el tiempo, no se puede lograr una productividad consistente, lo que conlleva a que las expectativas de los clientes no se cumplan. Es importante considerar los siguientes aspectos para la implementación de esta metodología.

- Es necesario establecer este método para cada operador de una planta de producción
- El Trabajo estandarizado tiene que estar plasmado por escrito y desplegado en cada puesto de trabajo, de manera que cada persona conoce su trabajo, su secuencia y el tiempo para cada actividad o tarea.
- Se recomienda desplegarlo en forma visual mediante fotografías e ilustraciones, haciendo que sea lo más claro posible.
- La metodología de trabajo es diferente a la forma tradicional, puesto que está enfocada a la forma en que la gente trabaja, en cómo hacer las cosas y no solamente en alcanzar la demanda diaria [47].

KANBAN

Es una herramienta de control visual que emplea tarjetas de instrucciones con información detallada de qué producir, en qué cantidad, mediante qué medios y cómo transportarlo. Así pues, se entiende que del Kanban se desprenden dos funciones: el control de la producción y la mejora de procesos. El Kanban tiene cuatro propósitos:

- Prevenir la sobreproducción de materiales entre todos los procesos de producción
- Proporcionar instrucciones específicas entre los procesos, basadas en los principios de surtido. Esta herramienta logra esto mediante el control del tiempo del movimiento de materiales y la cantidad de materiales que se transporta.

- Servir como una herramienta de control visual para los supervisores de producción y para determinar cuándo la producción va por debajo o por encima de lo programado
- Cada Kanban representa un contenedor de inventario en el mapa de proceso, conforme se vaya reduciendo los Kanban se irán reduciendo los inventarios y por ende el tiempo de entrega para los consumidores [48].

Nueve Desperdicios de manufactura esbelta

Las 9 MUDAS o desperdicios alude a las deficiencias que existen en la empresa, que causan ineficiencias en la producción de una planta, así como un aumento de los costos de producción y elevados tiempos de procesamiento del producto. La Figura 7 muestra los nueve desperdicios que podrían existir en una organización [41].



Figura 7. Nueve desperdicios de la manufactura esbelta [41].

Sobreproducción: Consiste en producir productos que no cuentan con una demanda suficiente por parte del cliente. Por lo que provoca costos innecesarios a la empresa.

Esperas: Hace referencia al tiempo desperdiciado que se lleva a cabo en el procesamiento del material, generando actividades que agregan valor al producto

Trasporte: Implica los desplazamientos innecesarios que realiza un operario al desplazar un producto de un punto a otro, así también como largas distancias recorridas dentro de un proceso, generando así pérdida de tiempo al momento de la realización del producto.

Sobre procesamiento: Hace referencia a los procedimientos que se llevan a cabo en una empresa, haciéndolos más de los que requiere el cliente, estos procedimientos extras generan costos adicionales, en lugar de agregar valor al producto.

Inventario: Es la cantidad de materia prima que existe en stock dentro de la empresa, además hace referencia a los productos que se van quedando en el proceso o en el terminado.

Movimientos: Son aquellos movimientos innecesarios realizados por el personal, que no agregan valor a la operación que se está realizando.

Defectos: Son aquellas fallas que provocan que el producto sea defectuoso, por lo que se debe reprocesar o desechar dependiendo el nivel de error que posea el producto, esto implica tiempo y esfuerzo desperdiciado

Desaprovechamiento del talento humano: Hace referencia al mal aprovechamiento de las capacidades de los trabajadores al designarlos en tareas fuera de sus competencias.

Desaprovechamiento de recursos naturales: Hace referencia al uso innecesario de energía para procesar o reprocesar un producto dentro de una empresa, ocasionando despilfarros de materia prima [49].

1.4.Objetivos

1.4.1. Objetivo general

- Formular una propuesta de mejoramiento de la productividad del área de confección en la empresa Boman Sport mediante herramientas de manufactura esbelta.

1.4.2. Objetivos específicos

- Analizar la situación actual del área de confección en la empresa Boman Sport.
- Identificar las herramientas de Manufactura Esbelta que permitan la solución de la problemática detectada.
- Diseñar una propuesta técnica mediante herramientas de manufactura esbelta que permitan el mejoramiento de la productividad en el área de confección.

CAPÍTULO II.- METODOLOGÍA

2.1. Materiales

Para el desarrollo del presente proyecto de investigación se requieren ciertos tipos de materiales que ayuden a su desarrollo y ejecución, a continuación, en la Tabla 8, se presentan los materiales que se utilizaron para dicho fin.

Tabla 8. Materiales

Material/ Herramienta	Uso/ Descripción
Libreta de apuntes	Usado para realizar anotaciones varias y recolección de información
Computador	Utilizado para realizar el proyecto de manera digital
Office 365 (Word, Excel)	Utilizado para la redacción del proyecto, así como la elaboración de tablas, formatos y cálculos pertinentes
Cámara (teléfono celular)	Utilizado para capturar evidencias mediante imágenes
Flexómetro	Utilizado para medición longitudinal de la planta de producción
Cronómetro	Utilizado para la toma de tiempos
AutoCAD	Software utilizado para la elaboración del layout de la planta e identificación de las áreas.
FlexSIM	Software utilizado para la simulación de los diferentes procesos de la empresa
Lucidchart	Software online utilizado para la creación de esquemas, mapas conceptuales, ilustraciones, entre otros
Super decisions	Software utilizado para resolución de método AHP

2.2. Métodos

2.2.1. Modalidad de Investigación

Para el desarrollo de la presente investigación se efectúa el uso de los siguientes tipos de investigación:

Investigación aplicada

La investigación es aplicada, debido a que se realiza una propuesta de aplicación de herramientas de manufactura esbelta, apoyada además en distintos conocimientos

adquiridos en la carrera de Ingeniería industrial, los cuales se utilizan de acuerdo con la realidad y las necesidades actuales de empresa BOMAN Sport, con el fin de proponer una mejora de la productividad en el área de confección de esta.

Investigación bibliográfica- documental

La investigación es Bibliográfica-documental, debido a que está sustentada en estudios realizados anteriormente, referentes al tema de Manufactura Esbelta, mejora de la productividad, estudio de tiempos, reducción de desperdicios, entre otros, basados en libros, artículos, revistas, publicaciones, tesis de pregrado y posgrado, manuales, normativas vigentes, páginas web, así como documentación proporcionada por la empresa Boman Sport.

Metodología prisma

Se utilizó dicha metodología con la finalidad de documentar de manera transparente el porqué de la revisión, qué hicieron diversos autores y qué encontraron en cuanto a estudios similares al proyecto de investigación planteado, para ello se aplicó el siguiente procedimiento

Fase 1: Planteamiento de las preguntas de Investigación sobre la aplicación de herramientas de manufactura esbelta en industrias del rubro textil, como se ilustra en la Tabla 9.

Tabla 9. Planteamiento de preguntas de investigación

Número	Pregunta de Investigación	Motivación
PI1	¿Que se logra al implementar las herramientas de manufactura esbelta?	Agilizar los procesos productivos de una empresa
PI2	¿Como influye la aplicación de herramientas de manufactura esbelta en la industria textil?	Identificación y reducción de desperdicios
PI3	¿Se ha logrado mejorar la productividad mediante la aplicación de las herramientas de manufactura esbelta en las industrias textiles del país?	Incrementar el número de empresas que han hecho uso de dicha metodología

Fase 2: Buscar información referente al tema de estudio en diferentes bases de datos confiables

Con base al tema de estudio propuesto, se identifican diferentes puntos vista, que agilizan el proceso de búsqueda de información, de manera que:

VP1: (“mejoramiento” OR “incremento” OR “mejora”) AND (“productividad”)

VP2: (“aplicación” OR “propuesta”) AND (“manufactura esbelta”)

VP3: (“Lean manufacturing” OR “manufactura esbelta” AND “empresa textil”)

Fase 3: Especificación de inclusiones y exclusiones

Tabla 10. Especificación de inclusiones y exclusiones

Número	Inclusión	Exclusión
C1	Artículos relacionados con la mejora de la productividad basado en la aplicación de herramientas de manufactura esbelta en una empresa textil	Artículos duplicados
C2	Artículos publicados a partir del año 2017	Artículos publicados en años posteriores a la fecha límite establecida
C3	Artículos en Español y en Ingles	Artículos no relacionados con las variables de estudio
C4	Tesis de posgrado referente al tema de estudio	Tesis de pregrado

Fase 4: Elaboración del diagrama de flujo

Con base a la información recolectada en las fases anteriores se procedió a elaborar el diagrama de flujo correspondiente con el proceso de elección de material bibliográfico utilizado en el desarrollo del proyecto, como se muestra en la Figura 8. Finalmente, el Anexo 1 muestra la tabla con los diferentes estudios seleccionados, además de aspectos como año de publicación, autores y el objetivo de cada estudio seleccionado.

Investigación de campo

Se realiza una investigación de campo, pues el investigador acude al lugar de los hechos, es decir al área de confección de la empresa BOMAN Sport, a través de visitas periódicas en las cuales se evidencia la situación actual del proceso, además de mantener contacto directo con el personal de trabajo, recursos, entre otros, de manera que se recopila información precisa y necesaria para determinar las herramientas de manufactura esbelta aplicables al proceso.

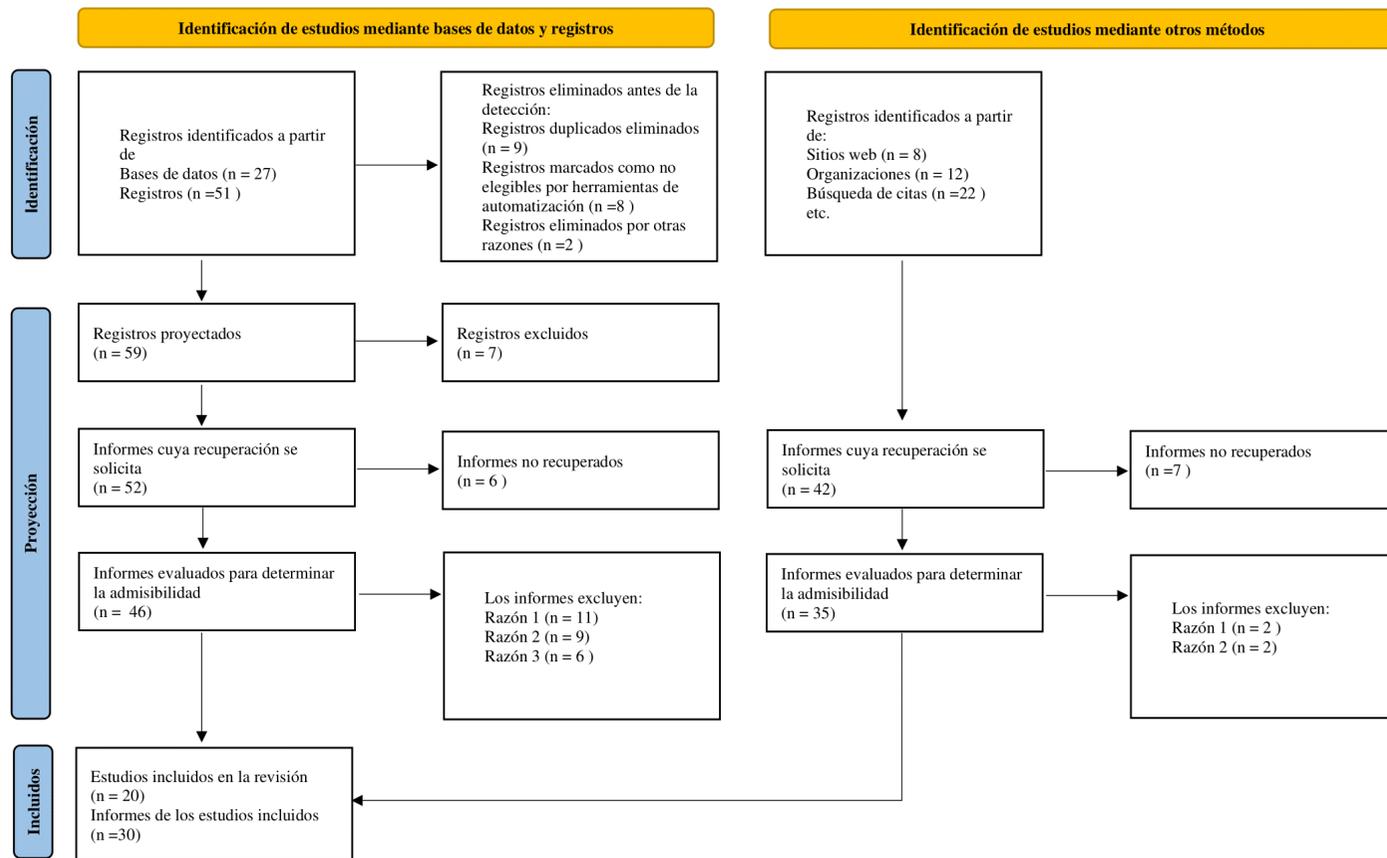


Figura 8. Diagrama de flujo en metodología prisma

2.2.2. Población y muestra

Población

El área de confección de la empresa BOMAN Sport cuenta con 35 trabajadores, de los cuales 24 de estos realizan sus labores en los diferentes procesos productivos con lo que cuenta dicha área, siendo estos a la vez la población de estudio para el desarrollo del presente proyecto. La Tabla 11, muestra el número de personas para dichos procesos.

Tabla 11. Personal de trabajo en área de confección de la empresa BOMAN Sport

Área	Proceso	N° de personas
Confección	Corte	5
	Sublimado	2
	Ensamble	5
	Estampado	6
	Planchado	1
	Terminado y pulido	2
	Empaquetado y almacenamiento	2
Total de Trabajadores		24

Dado que la población total no sobrepasa los 100 trabajadores, se trabaja con todo el Universo, es decir no es necesario obtener una muestra representativa [50].

Muestra para el número de observaciones

Para efectuar el estudio de tiempos de un proceso es necesario conocer el número de observaciones necesarias, por lo que se aplica el método estadístico representado por la Ecuación 8.

$$n = \left(\frac{40 * \sqrt{n' * \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2 \quad (8)$$

Donde:

n= tamaño de la muestra (número de observaciones)

n'= número de observaciones, estudio preliminar

x= valor de las observaciones

40= constante con un nivel de confianza de 95,45% (margen de error de ± 5%)

Con esta información se obtienen valores de tiempo de observaciones preliminares del recorrido de un uniforme de futbol semiprofesional desde el primer proceso hasta su almacenamiento, en la Tabla 12, se muestra los valores de las observaciones.

Tabla 12. Observaciones preliminares en segundos

Observaciones preliminares		
N°	X	X^2
1	1289,10	1661778,81
2	1193,78	1425110,69
3	1167,89	1363967,05
4	1215,11	1476492,31
5	1298,08	1685011,69
6	1293,44	1672987,03
7	1191,20	1418957,44
8	1176,33	1383752,27
9	1198,70	1436881,69
10	1066,09	1136547,89
TOTAL	12089,72	14661486,87

Una vez obtenidos los valores preliminares, se procede a reemplazar en la Ecuación 8, lo cual queda de la siguiente manera:

$$n = \left(\frac{40 * \sqrt{n' * \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2$$

$$n = \left(\frac{40 * \sqrt{10 * (14661486,87) - (12089,72)^2}}{12089,72} \right)^2$$

$$n = 4,96 \approx 5 \text{ observaciones}$$

Se obtiene un total de 5 observaciones mediante el método estadístico, esto quiere decir que se debe realizar la toma de 5 observaciones por cada actividad dentro del proceso productivo de un uniforme de fútbol semiprofesional, para la realización del estudio de tiempos.

2.2.3. Recolección de información

Revisión documental

Se obtuvo información necesaria basada en informes técnicos, manuales, instructivos, estudios previos relacionados con el objeto de estudio, entre otros, para el desarrollo del proyecto.

Observación directa

La observación directa se aplicó para determinar cuáles son las actividades que conforman el área de confección de la empresa BOMAN Sport con lo cual se pudo determinar tiempos en cada una de estas. Los instrumentos que se utilizaron para la recopilación de información fueron:

- Matrices de recolección de datos
- Hojas de registros
- Cuaderno de apuntes
- Cronómetro digital
- Formato de cursograma analítico
- Formato de mapa de flujo de valor (VSM)

Entrevista

La entrevista estuvo dirigida al jefe de producción de la empresa, lo cual permitió obtener información de la situación actual de la empresa en una primera instancia, así como los inconvenientes que se presentan en el sistema de trabajo actual.

2.2.4. Procesamiento y análisis de datos

Los resultados obtenidos en esta investigación están tabulados y escritos según el orden de los objetivos propuestos. En los datos y resultados obtenidos se ha considerado la técnica de cronometraje de tiempos basada en la utilización de un cronómetro para después ingresar los datos en un software de cálculo, a través de tablas y gráficos. Los datos obtenidos se convierten en información relevante para la investigación a través de las siguientes actividades:

- Revisión de información obtenida, lo cual implica una eliminación de los datos recogidos, eliminando los que no aporten en el trabajo.
- Información recolectada mediante la aplicación de métodos y herramientas correspondientes al tipo de datos, de manera que los resultados de dichas aplicaciones sean significativos.
- Relación de los resultados con los objetivos.
- Selección de alternativas para una posible solución al problema o problemas detectados.
- Comparación de métodos de trabajo mediante gráficos
- Simulación de métodos de trabajo

CAPÍTULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Análisis y discusión de resultados

3.1.1. Desarrollo de la propuesta

La presente investigación se basó en el mejoramiento de la productividad en el área de confección de la empresa BOMAN Sport mediante herramientas de manufactura esbelta, para ello se realizaron diferentes actividades para dar cumplimiento a los objetivos propuestos. Como punto de partida, se identificó el estado actual del área de confección mediante herramientas de recolección de datos como la entrevista y la observación directa, además de emplear herramientas de ingeniería industrial como cursograma analítico y estudio de tiempos con cuales se pudo identificar a tres desperdicios presentes en proceso productivo del producto insignia de la empresa.

En segundo lugar, se plantearon tres herramientas de manufactura esbelta mediante el proceso analítico jerárquico, las mismas que se tomaron en cuenta para el desarrollo de la propuesta, en la cual se proponen cambios en el procesado productivo actual enfocados en el desarrollo de las buenas prácticas de cada una de las herramientas seleccionadas y finalmente se simuló el proceso actual y propuesto para evidenciar el impacto que tendría la propuesta planteada en caso de ser tomada en cuenta por la empresa.

3.1.2. Datos de la empresa

BOMAN Sport es una empresa familiar que fue fundada en 1975 por la pareja de esposos: Ezequiel Bonilla y Nancy Manjarrés, de los cuales surge el nombre “BOMAN” como resultado de la unión de sus apellidos, La empresa radica en la ciudad de Ambato, la misma que empezó sus actividades con la producción y comercialización de chaquetas deportivas, y que luego evolucionó al ámbito deportivo profesional. En la actualidad BOMAN es la marca deportiva con más equipos en el Fútbol profesional ecuatoriano, sus productos son comercializados en todo el país a través de las 17 sucursales con las que cuenta la empresa a nivel nacional.



Figura 9. Empresa BOMAN Sport

A continuación, en la Tabla 13, se muestra una ficha informativa referente a la empresa en cuestión.

Filosofía empresarial

Misión

Crear y producir una línea de Indumentaria y Accesorios deportivos, con los más altos estándares de calidad, con tecnología y mano de obra calificada; ofreciendo una marca con la que el deportista profesional y amateur se sienta plenamente identificado.

Visión

Ser sinónimo de innovación y comodidad en la industria deportiva, consolidando nuestra presencia en el mercado nacional e incursionar fuera de nuestras fronteras, buscando ser la primera opción por preferencia entre los consumidores por moda – tendencia – calidad – servicio y precio.

Tabla 13. Datos informativos de la empresa BOMAN Sport

BOMAN SPORT	
	<p>Fabricación de prendas de vestir de telas tejidas, de punto y ganchillo, de telas no tejidas, entre otras, para hombres, mujeres, niños y bebés: abrigos, trajes, conjuntos, chaquetas, pantalones, faldas, calentadores, trajes de baño, ropa de esquí, uniformes, camisas, camisetas, etcétera.</p>
Representante	Dr. Diego Bonilla
Provincia	Tungurahua
Ciudad	Ambato
Dirección	Huachi Grande, Barrio Sagrado corazón de Jesús
Localización	
Teléfono	0992543403
Ruc:	1803014438001

3.1.3. Análisis de la situación actual de la empresa

Entrevista

La entrevista propuesta consta de 8 preguntas abiertas, la misma que está dirigida al jefe de producción de la empresa BOMAN Sport, pues es la persona que conoce al detalle los procesos que se llevan a cabo en el área de confección, con el fin de recopilar información necesaria para la realización del proyecto.

1. ¿Qué tipo de prenda de vestir considera usted que es la más vendida en la empresa?

Sin duda la prenda de vestir más demandada en la empresa es el uniforme de fútbol, contamos con tres diferentes tipos de este producto (profesional, semiprofesional y amateur), pero el más vendido es el de tipo semiprofesional.

2. ¿Ha recibido alguna vez algún tipo de queja por parte de sus clientes?

Si, y esto se debe a la gran cantidad procesos productivos que se ejecutan en la fabricación de las diferentes prendas de vestir, de manera que se cometen errores y son los clientes quienes nos lo han hecho notar y por supuesto han recibido la respectiva garantía.

3. ¿Los operarios dentro del área de confección reciben capacitaciones sobre las actividades que realizan en sus puestos de trabajo?

Si, reciben capacitación de manera constante en lo que respecta al correcto desenvolvimiento de sus funciones en sus diferentes puestos de trabajo, para ello se hace uso de la tecnología, por ejemplo: capacitaciones virtuales, acceso a manuales e instructivos, tutoriales, entre otros.

4. ¿Tiene tiempos estandarizados para cada uno de los procesos que integran el área de confección?

No, pero existe una ficha técnica de los diferentes procesos, en la cual se registran los tiempos, además de la cantidad de producto fabricado.

5. ¿Existe algún tipo de control en el área de confección que impulse el correcto desenvolvimiento de sus funciones?

No, existe esa falencia por el momento debido a que la persona que se encargaba de dichas funciones falleció, y no hemos podido encontrar a alguien que pueda suplir ese rol de forma idónea.

6. En los últimos años ¿Han tenido algún tipo de inconveniente en el área de confección?, ¿Cuáles?

La inestabilidad del operario ha sido uno de los problemas más frecuentes, lo cual ha contribuido con el bajo rendimiento de estos en sus puestos de trabajo, de manera que se busca nuevo personal de trabajo para cubrir dichas plazas.

7. ¿Conoce usted en que consiste la filosofía de la manufactura esbelta?

No, pero me llama mucha atención el hecho de saber que existen diversas metodologías que conducen a las empresas hacia la mejora continua.

8. ¿Qué desperdicios de manufactura esbelta considera usted que se generan en el área de confección?

De momento, el desperdicio más evidente es el de desaprovechamiento de la mano de obra.

Interpretación: En la entrevista planteada al jefe de producción se ha identificado que el producto estrella de la empresa es el uniforme de fútbol de tipo semiprofesional, el mismo que necesita de diferentes subprocesos productivos para su fabricación, la mayoría de estos requieren operarios muy bien capacitados y es allí donde se encuentra uno de los primeros inconvenientes referentes al constante cambio de personal de trabajo de manera constante, lo cual influye de manera negativa en el ritmo de trabajo que se ha manejado por tanto tiempo ocasionando demoras y por consiguiente retrasos en la producción del producto estrella. Otro inconveniente que ha identificado es que no se realiza un control de los diferentes procesos productivos debido a que no se ha encontrado a la persona idónea para dicha función por lo cual no se tiene establecido un control sobre la capacidad de producción de cada proceso, por lo tanto, existe una necesidad de realizar un análisis de desperdicios de manufactura esbelta enfocado al mejoramiento de la productividad del área de confección de BOMAN Sport.

Mapa de procesos

La elaboración del mapa de procesos de una empresa permite observar su funcionamiento e interrelación entre todos los procesos con los que cuenta, se diferencian tres tipos de procesos, como se muestra a continuación.

Procesos estratégicos: Centrados en brindar soporte para la toma de decisiones acertadas, a menudo se relacionan con funciones de dirección, administración y gestión de recursos. A continuación, en la Tabla 14, se muestran los procesos estratégicos de la empresa.

Tabla 14. Procesos estratégicos de BOMAN Sport

N°	Proceso	Subproceso
1	Gerencia General	<ul style="list-style-type: none">• Administración de la empresa• Autorización de contratación de personal• Autorización de documentación de relevancia• Analizar indicadores de gestión de la empresa
2	Gestión de recursos humanos	<ul style="list-style-type: none">• Pago de sueldos y liquidaciones• Selección y contratación de personal• Expedición, aprobación de permisos y certificados de trabajo• Desarrollar programas de incentivos
3	Gestión administrativa	<ul style="list-style-type: none">• Coordinar el cumplimiento las políticas de la empresa• Administración de recursos tangibles• Establecer responsabilidades y tareas a los empleados

Procesos operativos: Centrados en la transformación de materia prima en producto terminado con valor añadido. A continuación, en la Tabla 15, se muestran los procesos operativos de la empresa.

Tabla 15. Procesos operativos de BOMAN Sport

N°	Proceso	Subproceso
1	Corte	<ul style="list-style-type: none"> • Preparación de materia prima • Doblado de capas • Corte de espaldas, frente, mangas y pantalonetas
2	Sublimación	<ul style="list-style-type: none"> • Sublimación de espaldas, frente, mangas y pantalonetas
3	Ensamble o costura	<ul style="list-style-type: none"> • Armado de frente, espalda y mangas • Pegado de cuellos • Armado de pantaloneta
4	Estampado	<ul style="list-style-type: none"> • Estampado de camiseta • Estampado de pantaloneta
5	Planchado	<ul style="list-style-type: none"> • Planchado de camisetas • Planchado de pantalonetas
6	Terminado y pulido	<ul style="list-style-type: none"> • Corte de hilos excedentes en camisetas • Corte de hilos excedentes en pantalonetas
7	Empaquetado y Almacenamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Empaquetado de uniforme • Almacenamiento

Procesos soporte: Son aquellos que representan un apoyo a la gestión interna de la empresa potencializando a los procesos operativos. A continuación, en la Tabla 16, se muestran dichos procesos.

Tabla 16. Procesos de soporte de BOMAN Sport

N°	Proceso	Subproceso
1	Diseño digital	<ul style="list-style-type: none"> • Planificación de diseño y marketing
2	Diseño de modas y patronaje	<ul style="list-style-type: none"> • Elaboración de prototipos de prendas
3	Diseño gráfico	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño de bordado, estampado y sublimado
4	Recepción de pedidos	<ul style="list-style-type: none"> • Generación de orden de producción
5	Gestión de bodega	<ul style="list-style-type: none"> • Recepción de entregas de proveedores
6	Gestión comercial	<ul style="list-style-type: none"> • Adquisición de insumos
7	Asistencia administrativa	<ul style="list-style-type: none"> • Facturación de ventas

Una vez que se han identificado los distintos componentes del mapa de proceso, se procede a esquematizar dicha información, como se muestra en la Figura 10.

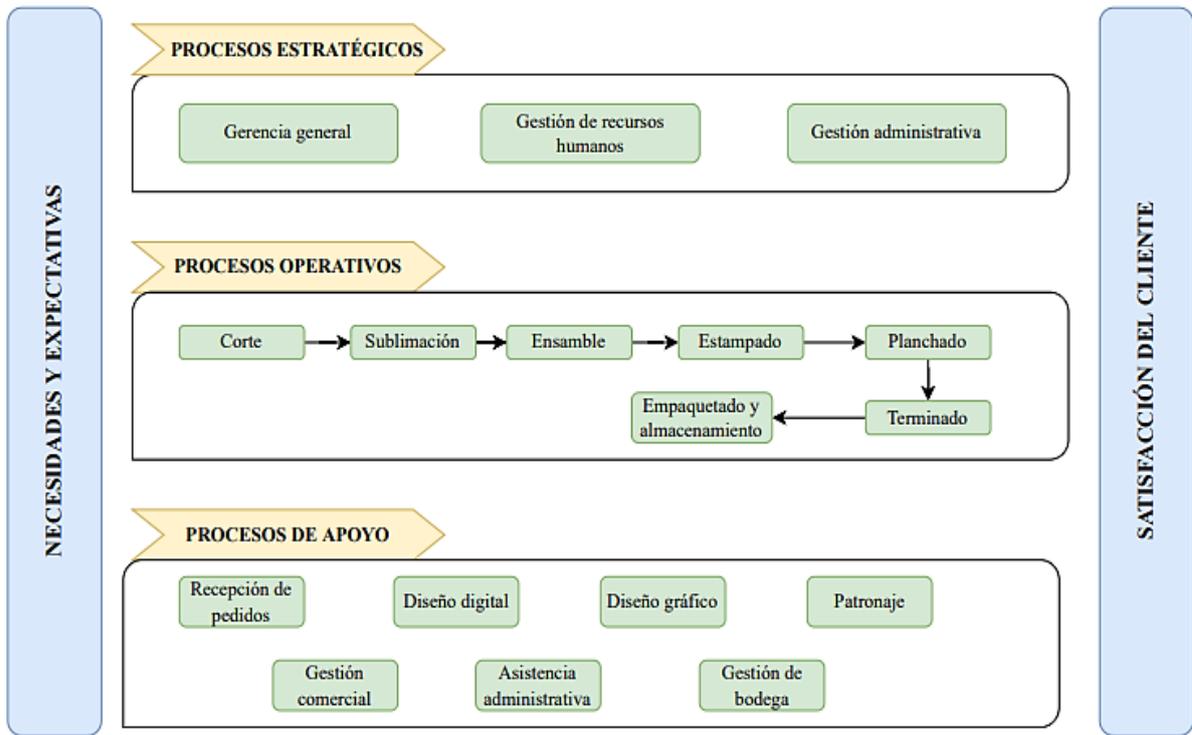


Figura 10. Mapa de procesos BOMAN Sport

Identificación de Productos

Dentro de la planta de producción de la empresa se confeccionan 16 tipos de prendas deportivas, los cuales se visualizan a continuación en la Tabla 17.

Tabla 17. Catálogo de productos BOMAN Sport

Productos confeccionados BOMAN Sport			
Uniforme de fútbol	Profesional	Semiprofesional	Amateur
			
Camiseta de fútbol	Profesional	Semiprofesional	Amateur
			
Chompas	Impermeable	De frío	De entrenamiento
			
Pantalones	Lycra	Lycra de ciclismo	De entrenamiento
			
Busos	Lycra	De ciclismo	De entrenamiento
			
Otros	Pantaloneta		
			

Método Delphi

Para determinar el producto objeto de estudio se utiliza el método Delphi, debido a que la empresa cuenta con políticas de privacidad que imposibilita acceder a información contable por parte de terceras personas, razón por la cual no se puede aplicar un análisis cuantitativo y se opta por el mencionado método. A continuación, se detallan las cuatro fases de este:

Primera fase: definición

Problema de investigación: ¿Qué tipo de prenda de vestir es la más demandada en la empresa BOMAN Sport ?

Objetivo de la consulta: Conocer cual es el producto estrella de la empresa a través del juicio de expertos.

Dimensiones a explorar: Área de confección de la empresa.

Fuentes de informacion: Administrativos y operarios del área de confección.

Segunfa fase: conformación del grupo de expertos

Con base al problema de investigacion planteado en la primera fase, se procede a la elección de expertos e informantes clave, cabe recalcar que la conformación del grupo se realiza con diferentes trabajadores de la empresa Boman Sport, pues estos son los que conocen sobre el problema que se esta tratando. A continuación, en la Tabla 18, se muestra el perfil de los expertos que forman parte del presente estudio.

Tabla 18. Conformación de grupo de expertos

Tema de Investigación	Perfil de experto	Tipo de experto	Denominación
Se desea conocer que tipo de prenda de vestir es la más demandada en la empresa BOMAN Sport	Jefe de producción	Especialista	Experto 1
	Contadora	Especialista	Experto 2
	Secretaria de recepción de pedidos	Especialista	Experto 3
	Asistente de producción	Informante clave	Experto 4
	Jefe de ventas	Especialista	Experto 5
	Obrero más antiguo	Informante clave	Experto 6

Fase de ejecución de rondas de preguntas

Una vez seleccionados los 6 expertos, se procede a la ejecución de tres rondas de preguntas, plasmadas en un cuestionario por cada ronda, los mismos que están dirigidos a cada uno de los expertos, como se muestran en las Tablas 19,20 y 22.

Primera Ronda

Tabla 19. Fase de ejecución, primera ronda de preguntas

Experto 1
Mencione según su criterio al tipo de prenda de vestir más demandada en la empresa (Entendemos como producto demandado a aquel que es el más solicitado por parte de los clientes)
<ul style="list-style-type: none"> Ropa deportiva de fútbol
Experto 2
Mencione según su criterio al tipo de prenda de vestir más demandada en la empresa (Entendemos como producto demandado a aquel que es el más solicitado por parte de los clientes)
<ul style="list-style-type: none"> Ropa deportiva de fútbol

Tabla 19. Fase de ejecución, primera ronda de preguntas (continuación)

Experto 3
Mencione según su criterio al tipo de prenda de vestir más demandada en la empresa (Entendemos como producto demandado a aquel que es el más solicitado por parte de los clientes)
<ul style="list-style-type: none">• Ropa deportiva de fútbol

Experto 4
Mencione según su criterio al tipo de prenda de vestir más demandada en la empresa (Entendemos como producto demandado a aquel que es el más solicitado por parte de los clientes)
<ul style="list-style-type: none">• Ropa deportiva de fútbol

Experto 5
Mencione según su criterio al tipo de prenda de vestir más demandada en la empresa (Entendemos como producto demandado a aquel que es el más solicitado por parte de los clientes)
<ul style="list-style-type: none">• Ropa deportiva de fútbol

Experto 6
Mencione según su criterio al tipo de prenda de vestir más demandada en la empresa (Entendemos como producto demandado a aquel que es el más solicitado por parte de los clientes)
<ul style="list-style-type: none">• Ropa deportiva de fútbol

Analisis: El grupo de expertos ha reflejado sus aportaciones hacia una sola dimensión (ropa deportiva de fútbol) con un 100 % de concordancia entre ellos, Por lo tanto se afirma que el tipo de prenda mas demandado en la empresa es la ropa deportiva de fútbol, sin embargo nos encontramos con diferentes tipos de esta prenda de vestir, por lo cual se requiere efectuar una segunda ronda de preguntas.

Segunda Ronda de preguntas

Tabla 20. Fase de ejecución, segunda ronda de preguntas

A continuación se muestran los diferentes productos que pertenecen a la dimensión (Ropa deportiva) por favor valore cada producto conforme la escala propuesta.

Experto 1				
Indique cómo calificaría a los diferentes productos que forman parte de la dimensión (Ropa deportiva de fútbol) conforma la escala propuesta	Importante			
	Nada	Poco	Bastante	Mucho
Dimensión: ropa deportiva	Valore			
Uniforme profesional de fútbol	1	2	3	4
Uniforme semiprofesional de fútbol	1	2	3	4
Uniforme amateur de fútbol	1	2	3	4
Camiseta profesional	1	2	3	4
Camiseta semiprofesional	1	2	3	4
Camiseta amateur	1	2	3	4
Chaleco de entrenamiento	1	2	3	4
Conjunto deportivo (chompa, pantalón)	1	2	3	4

Tabla 20. Fase de ejecución, segunda ronda de preguntas (continuación)

Experto 2				
Indique cómo calificaría a los diferentes productos que forman parte de la dimensión (Ropa deportiva de fútbol) conforma la escala propuesta	Importante			
	Nada	Poco	Bastante	Mucho
Dimensión: ropa deportiva	Valore			
Uniforme profesional de fútbol	1	2	3	4
Uniforme semiprofesional de fútbol	1	2	3	4
Uniforme amateur de fútbol	1	2	3	4
Camiseta profesional	1	2	3	4
Camiseta semiprofesional	1	2	3	4
Camiseta amateur	1	2	3	4
Chaleco de entrenamiento	1	2	3	4
Conjunto deportivo (chompa, pantalón)	1	2	3	4

Experto 3				
Indique cómo calificaría a los diferentes productos que forman parte de la dimensión (Ropa deportiva de fútbol) conforma la escala propuesta	Importante			
	Nada	Poco	Bastante	Mucho
Dimensión: ropa deportiva	Valore			
Uniforme profesional de fútbol	1	2	3	4
Uniforme semiprofesional de fútbol	1	2	3	4
Uniforme amateur de fútbol	1	2	3	4
Camiseta profesional	1	2	3	4
Camiseta semiprofesional	1	2	3	4
Camiseta amateur	1	2	3	4
Chaleco de entrenamiento	1	2	3	4
Conjunto deportivo (chompa, pantalón)	1	2	3	4

Tabla 20. Fase de ejecución, segunda ronda de preguntas (continuación 1)

Experto 4				
Indique cómo calificaría a los diferentes productos que forman parte de la dimensión (Ropa deportiva de fútbol) conforma la escala propuesta	Importante			
	Nada	Poco	Bastante	Mucho
Dimensión: ropa deportiva	Valore			
Uniforme profesional de fútbol	1	2	3	4
Uniforme semiprofesional de fútbol	1	2	3	4
Uniforme amateur de fútbol	1	2	3	4
Camiseta profesional	1	2	3	4
Camiseta semiprofesional	1	2	3	4
Camiseta amateur	1	2	3	4
Chaleco de entrenamiento	1	2	3	4
Conjunto deportivo (chompa, pantalón)	1	2	3	4

Experto 5				
Indique cómo calificaría a los diferentes productos que forman parte de la dimensión (Ropa deportiva de fútbol) conforma la escala propuesta	Importante			
	Nada	Poco	Bastante	Mucho
Dimensión: ropa deportiva	Valore			
Uniforme profesional de fútbol	1	2	3	4
Uniforme semiprofesional de fútbol	1	2	3	4
Uniforme amateur de fútbol	1	2	3	4
Camiseta profesional	1	2	3	4
Camiseta semiprofesional	1	2	3	4
Camiseta amateur	1	2	3	4
Chaleco de entrenamiento	1	2	3	4
Conjunto deportivo (chompa, pantalón)	1	2	3	4

Tabla 20. Fase de ejecución, segunda ronda de preguntas (continuación 2)

Experto 6				
Indique cómo calificaría a los diferentes productos que forman parte de la dimensión (Ropa deportiva de fútbol) conforma la escala propuesta	Importante			
	Nada	Poco	Bastante	Mucho
Dimensión: ropa deportiva	Valore			
Uniforme profesional de fútbol	1	2	3	4
Uniforme semiprofesional de fútbol	1	2	3	4
Uniforme amateur de fútbol	1	2	3	4
Camiseta profesional	1	2	3	4
Camiseta semiprofesional	1	2	3	4
Camiseta amateur	1	2	3	4
Chaleco de entrenamiento	1	2	3	4
Conjunto deportivo (chompa, pantalón)	1	2	3	4

Análisis: Como se aprecia el color rojo indica las respuestas seleccionadas por parte de los expertos, después se procede a realizar la tabulación de datos con la información recolectada en la segunda ronda, de manera que se identifique al producto más representativo según el criterio de los expertos, teniendo así:

Tabla 21. Resumen de resultados de segunda ronda de preguntas

Resumen							Total	Media	Valoración
Dimensión: ropa deportiva	Exp 1	Exp 2	Exp 3	Exp 4	Exp 5	Exp 6			
Uniforme profesional de fútbol	2	2	2	3	2	2	13	2,17	Poco
Uniforme semiprofesional de fútbol	4	4	4	3	3	4	22	3,67	Mucho
Uniforme amateur de fútbol	4	4	4	4	4	4	24	4,00	Mucho
Camiseta profesional	2	2	2	2	2	2	12	2,00	Poco
Camiseta semiprofesional	2	3	2	2	2	3	14	2,33	Poco
Camiseta amateur	4	4	4	4	3	4	23	3,83	Mucho
Chaleco de entrenamiento	1	2	1	2	1	2	9	1,50	Poco
Conjunto deportivo (chompa, pantalón)	2	2	3	1	2	2	12	2,00	Poco

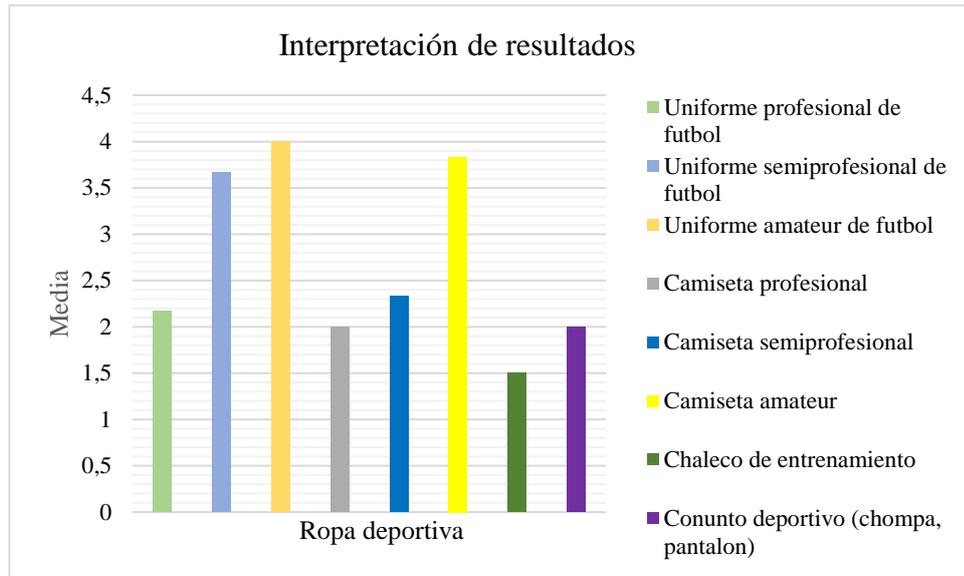


Figura 11. Tabulación de datos segunda ronda de preguntas

Interpretación de resultados: La Figura 11, muestra la tabulación de los datos obtenidos en la segunda ronda de preguntas, en la que se obtienen 3 categorías que son las más representativas dentro de la dimensión (ropa deportiva), las cuales son (uniforme semiprofesional de fútbol, uniforme amateur de fútbol y camiseta amateur de fútbol), se requiere conocer cual de estos productos es el denominado producto estrella, por lo cual se procede a realizar la tercera ronda de preguntas.

Tercera ronda de preguntas

Tabla 22. Fase de ejecución, tercera ronda de preguntas

A continuación, se presenta la media de la valoración de las categorías surgidas en la segunda ronda (uniforme semiprofesional de futbol, uniforme amateur de futbol y camiseta amateur de futbol) de la dimensión “Ropa deportiva de futbol”.

Priorice esta dimensión, ordenándola de la más (3) a la menos (1) importante en función de la prenda más demandada.

Experto 1		
Dimensión: Ropa deportiva de fútbol	Media	Valoración (1-3)
Uniforme semiprofesional de fútbol	3,67	3
Uniforme amateur de fútbol	4,00	1
Camiseta amateur	3,83	2

Experto 2		
Dimensión: Ropa deportiva de fútbol	Media	Valoración (1-3)
Uniforme semiprofesional de fútbol	3,67	3
Uniforme amateur de fútbol	4,00	1
Camiseta amateur	3,83	2

Experto 3		
Dimensión: Ropa deportiva de futbol	Media	Valoración (1-3)
Uniforme semiprofesional de fútbol	3,67	3
Uniforme amateur de fútbol	4,00	1
Camiseta amateur	3,83	2

Tabla 22. Fase de ejecución, tercera ronda de preguntas(continuación)

Experto 4		
Dimensión: Ropa deportiva de fútbol	Media	Valoración (1-3)
Uniforme semiprofesional de fútbol	3,67	3
Uniforme amateur de fútbol	4,00	1
Camiseta amateur	3,83	2

Experto 5		
Dimensión: Ropa deportiva de fútbol	Media	Valoración (1-3)
Uniforme semiprofesional de fútbol	3,67	3
Uniforme amateur de fútbol	4,00	2
Camiseta amateur	3,83	1

Experto 6		
Dimensión: Ropa deportiva de fútbol	Media	Valoración (1-3)
Uniforme semiprofesional de fútbol	3,67	3
Uniforme amateur de fútbol	4,00	2
Camiseta amateur	3,83	1

Analisis: A continuación, se procede a realizar la tabulación de datos con la información recolectada en la tercera ronda, de manera que se identifique al producto más representativo según el criterio de los expertos , teniendo así:

Tabla 23. Resumen de resultados en tercera ronda de preguntas

Resumen							TOTAL	MEDIA
Dimensión: Ropa deportiva de fútbol	Exp 1	Exp 2	Exp 3	Exp 4	Exp 5	Exp 6		
Uniforme semiprofesional de fútbol	3	3	3	3	3	3	18	3,00
Uniforme amateur de fútbol	1	1	1	1	2	2	8	1,33
Camiseta amateur	2	2	2	2	1	1	10	1,67

Interpretación de resultados: De acuerdo con la tabulación de datos efectuada en la tercera ronda de pregunta, el grupo de expertos coincide que el producto más demandado en la empresa es el uniforme semiprofesional de fútbol, como se muestra en la Figura 12.

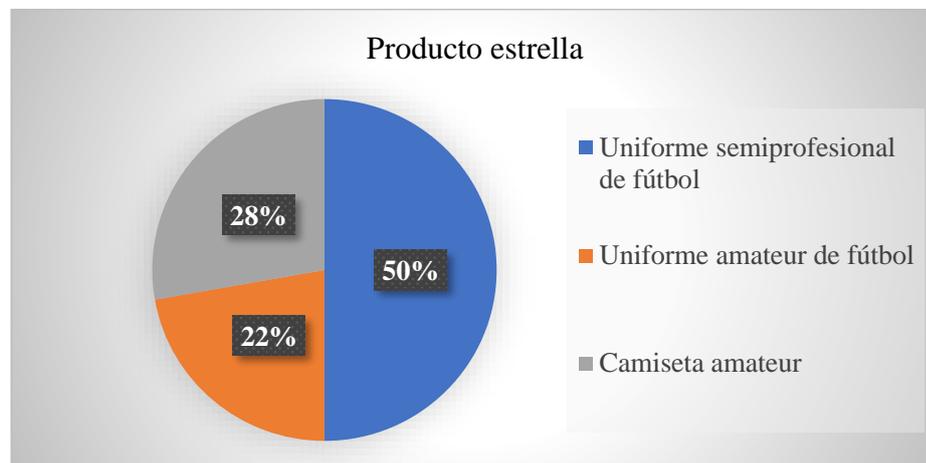


Figura 12. Producto estrella BOMAN Sport

Cuarta fase: Resultados

Una vez concluida la fase de ejecución de ronda de preguntas se concluye que el producto con mayor demanda es el uniforme semiprofesional de fútbol, por consiguiente es el que conviene mejorar su productividad.

Validación del contenido del cuestionario – Método Delphi

Finalmente se valida el contenido del cuestionario presentado en el metodo Delphi como se evidencia en la Tabla 24.

Tabla 24. Validación del contenido del cuestionario

EVALUACIÓN DE EXPERTOS SEGÚN MÉTODO DELPHI												
VARIABLES	CUESTIONARIO ESTRUCTURADO	Exp 1	Exp 2	Exp 3	Exp 4	Exp 5	Exp 6	MEDIA	DESV. T	Q1 (25%)	Q2 (50%)	Q3 (75%)
		Escala de Likert donde 4=Excelente 3= Bueno, 2= Regular, 1=Deficiente										
Validación del Instrumento	Presentación del Instrumento	4	4	4	4	4	4	4,00	0,00	4,00	4,00	4,00
	Claridad en la redacción de los ítems	3	4	3	3	4	4	3,5	1,22	3,00	3,50	4,00
	Pertinencia de las variables con los indicadores	3	4	4	3	4	4	4,00	1,15	3,25	4,00	4,00
	Relevancia del contenido	3	4	4	4	4	3	4,00	1,15	3,25	4,00	4,00
	Factibilidad de aplicación	4	4	3	4	4	4	4,00	0,91	4,00	4,00	4,00
								3,9	0,9	3,50	3,90	4,00

Para validar el resultado obtenido mediante el método Delphi se debe calcular el rango intercuartílico relativo (RIR) mediante la Ecuación 9, de manera que se determina el grado de consenso entre las respuestas de los expertos al concluirse las tres rondas de preguntas. Para ello se analizan los puntajes de la Tabla 24, teniendo así:

$$RIR = \frac{(Q_3 - Q_1)}{Q_2} \quad (9)$$

$$RIR = \frac{(4,00 - 3,50)}{3,90}$$

$$RIR = 0,13$$

Análisis: Para validar el resultado obtenido en el presente método, se debe obtener un valor de RIR menor a 1, es decir que mientras más pequeño sea este, mayor es el consenso entre los expertos, por lo tanto la mayoría de estos concuerda en que el producto más demandado en la empresa es el uniforme semiprofesional de fútbol.

Identificación de los procesos productivos para la confección del uniforme semiprofesional de fútbol

Dentro del área de confección de la empresa BOMAN Sport se encuentran localizados tanto los procesos operativos como los de soporte, como se especifican en la figura 10, dentro de los procesos operativos se identifican 7 procesos, los cuales se ejecutan de forma secuencial, entre estos están: corte, sublimación, ensamble, estampado,

planchado, terminado y pulido y por último el empaquetado y almacenamiento. A continuación, se muestra una breve descripción de cada uno.

Corte

Este proceso comienza con la recepción de materia prima (tela poliéster) además de los patrones del departamento de patronaje, se procede a cortar la tela en piezas rectangulares con la misma medida y colocarlas una sobre otra, dependiendo la talla y si se trata una camiseta, pantaloneta, después se sitúa el patrón encima de la torre de telas apiladas y finalmente se procede a cortar los moldes mediante una cortadora industrial, además se realizan cortes de forma manual.



Figura 13. Proceso de Corte

Sublimación

Es el proceso donde se imprime el diseño proveniente del departamento de diseño gráfico, sobre las piezas de tela cortadas en el proceso anterior, para ello se somete al papel y la tela a un proceso de calentamiento. El calor hace que las fibras de la tela se abran, a la vez, la tinta del papel se sublima, es decir, pasa al estado gaseoso y se impregna en la tela, de esta forma el diseño se fija y no se remueve más. Finalmente se trasladan las piezas sublimadas hacia el proceso de ensamble.

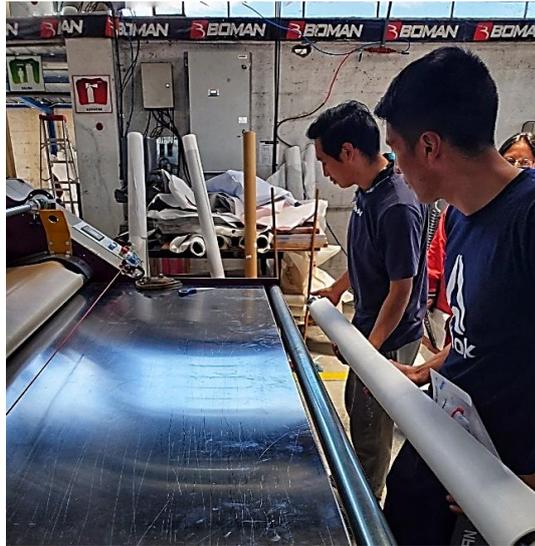


Figura 14. Sublimación

Emsamble

Es el lugar donde se realiza la union de las piezas delanteras y traseras que conforman los diferentes elementos del uniforme semiprofesional , mediante el cosido de estas, de manera que adquieran una forma y consistencia determinada, para que puedan trasladarse al siguiente proceso.



Figura 15. Ensamble

Estampado

Es el proceso en el cual al uniforme se le añaden detalles como: sello de originalidad, talla y sello del equipo en alto relieve mediante la estampación por calor. Cada uno de estos adornos, son fabricados aparte en el departamento de diseño gráfico.



Figura 16. Estampado

Planchado

Se procede a planchar las camisetas y pantalonetas, de manera que la tela permanezca firme ante la manipulación que sufre en los diferentes traslados entre procesos.



Figura 17. Planchado

Terminado y pulido

Es el lugar donde se inspeccionan las prendas con la finalidad de encontrar posibles defectos como excedentes de hilo, para recortarlos o en el peor de los casos encontrar algún otro fallo en el uniforme.



Figura 18. Terminado y pulido

Empaquetado y almacenamiento

Es el proceso final en el cual se organizan y se clasifican los uniformes de acuerdo con la información receptada en el proceso de recepción de pedidos, para posteriormente empaquetar el conjunto de camiseta, pantaloneta y polines en fundas transparentes y el conjunto de uniformes se empaquetan en cartones para apilarlos en un costado para posteriormente ser entregados, de esta manera se culmina el proceso productivo de confección de uniformes de fútbol semiprofesionales.



Figura 19. Empaquetado y almacenamiento

Identificación de maquinaria

A continuación, en la Tabla 18, se muestra la maquinaria que se utiliza en la confección de los elementos (camiseta y pantaloneta) que conforman el uniforme semiprofesional de fútbol.

Cursograma analítico del proceso actual

El proceso de confección del uniforme semiprofesional de fútbol está comprendido por las siguientes operaciones, inspecciones, transportes, almacenamientos y esperas, que se muestran en la Tabla 26.

Tabla 25. Maquinaria en el área de confección de BOMAN Sport

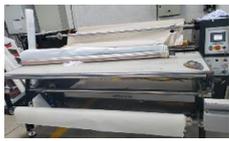
Maquinaria utilizada en el proceso productivo de uniformes de fútbol semiprofesionales			
Proceso	Máquina	Fotografía	Descripción
Corte	Cortadora industrial		Permite realizar cortes de alta precisión en poco tiempo sobre varias capas de tela.
Sublimación	Sublimadora		Se utiliza para pasar un diseño impreso en un papel especializado a una tela mediante calor, haciendo que la tinta se impregne en la tela.
Ensamble	Recta		Máquina de coser que se utiliza para unir todas las piezas que conforman una camiseta y pantaloneta.
	Overlock		Es capaz de coser, remallar y cortar a la vez el tejido. Puede coser con 3, 4 o 5 bobinas de hilo, se utiliza para unir frente, espalda y mangas en camisetas.
	Recubridora		Sirve para coser dobladillos, costuras planas, puntadas decorativas, ribetes, entre otros.
	Elasticadora		Se usa muy bien para hacer pretinas anchas, pegado de cintas tipo tapete, pegado de elástico.
Estampado	Estampadora		Permite añadir logotipos, sellos, nombres de auspiciantes mediante estampación.
	Plancha estampadora		Se utiliza para el estampado de pequeños lotes de producción o desarrollo de muestras.
Planchado	Plancha industrial		Se utiliza para realizar planchados de alta precisión y preservar la calidad de la tela en una prenda.
Terminado y pulido	-	-	No se utiliza maquinaria para dicho proceso, pero se emplean herramientas manuales como tijeras y estiletes.
Empaquetado y almacenamiento	-	-	No se utiliza maquinaria para dicho proceso, pero se emplean herramientas como cinta adhesiva, entre otros.

Tabla 26. Cursograma analítico del proceso de confección de un uniforme de futbol semiprofesional

CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO											
EMPRESA:		Boman Sport		RESUMEN			Actual		Propuesto		
MÉTODO:		Actual	X	SÍMBOLO	ACTIVIDAD		Actual		Propuesto		
		Propuesto		●	Operación						
PRODUCTO:		Uniforme semiprofesional de futbol		→	Transporte		8				
LUGAR:		Área de confección		■	Inspección		4				
OPERARIOS:		24		D	Espera		0				
TAMAÑO DEL LOTE:				▼	Almacenaje		1				
PROCESO:		Todos		Total de Actividades realizadas			48				
ANALISTA:		Santiago Escobar		Distancia total en metros			84				
REVISADO POR:		Ing.Franklin Tigre		Tiempo min/hombre			21				
NÚMERO	PROCESO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Cantidad	Distancia metros	Tiempo Segundos	SÍMBOLOS PROCESOS					Observaciones
						●	→	■	D	▼	
1	Corte	Transportar materia prima desde bodega (tela)		12,0	18,35						
2		Medir tela y cortar	1 rollo	-	29,55						
3		Doblar tela en capas	12	-	20,10						El tiempo determinado pertenece al doblado de una única capa
4		Trazar el molde de espalda sobre capas		-	15,79						
5		Cortar espaldas	12	-	21,87						Se realiza con cortadora laser
6		Trazar molde de frente sobre capas	12	-	25,34						
7		Cortar frentes	12	-	59,49						
8		Trazar molde de pantaloneta sobre capas	12	-	19,21						
9		Cortar pantalonetas	12	-	35,78						El corte se realiza de forma manual
10		Trazar molde de cuellos y mangas sobre capas	12	-	8,57						
11		Cortar mangas y cuellos	12	-	13,92						
12		Clasificar piezas por tallas y elementos (camiseta, pantaloneta)		-	15,32						
13		Inspección de calidad de acuerdo con orden de producción		-	5,00						
14		Transportar al proceso de sublimado		10,5	12,71						

Tabla 26. Cursograma analítico de proceso de confección de un uniforme de futbol semiprofesional (continuación)

NÚMERO	PROCESO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Cantidad	Distancia metros	Tiempo Segundos	SÍMBOLOS PROCESOS					Observaciones
						●	➔	■	◐	▼	
15	Sublimación	Transportar rollo de impresión desde departamento de diseño		7,3	15,20	●	➔				
16		Acomodar rollo en máquina sublimadora		-	18,67	●					
17		Acomodar cortes de tela encima de papel de diseño		-	4,70	●					
18		Sublimar frentes y espaldas		-	36,49	●					
19		Sublimar mangas		-	27,35	●					
20		Sublimar pantalonetas		-	24,90	●					
21		Clasificar tallas y piezas		-	29,70	●					
22		Inspección de piezas posteriores (espaldas) de acuerdo con orden de producción		-	31,56	●					
23		Transportar piezas al proceso de emsamble		8,0	11,00	●	➔				
24	Emsamble	Revisar piezas (espaldas, frente ,mangas, cuellos y pantalonetas) de acuerdo con orden de producción		-	17,71	●					
25		Unir frente, espalda, mangas en máquina overlock		-	151,58	●					
26		Pegar cuellos	12	-	43,63	●					Por cada unidad
27		Unir piezas de pantaloneta	12	-	65,77	●					
28	Transportar al proceso de estampado		14,0	21,46	●	➔					
29	Estampado	Sujetar logotipos sobre camiseta		-	21,01	●					
30		Estampar camiseta		-	24,95	●					
31		Estampar pantaloneta		-	13,14	●					
32		Clasificar piezas por tallas y elementos	12	-	5,33	●					Por cada uniforme(pantaloneta, camiseta)
33		Transportar piezas al proceso de planchado		20,0	16,81	●	➔				
34	Planchado	Revisar piezas (camisetas y pantalonetas de acuerdo con orden de producción		-	15,30	●					
35		Planchar camisetas	12	-	37,83	●					Por unidad
36		Planchar pantalonetas	12	-	12,57	●					por unidad
37		Clasificar por tallas y elementos	12	-	33,89	●					
38		Transporte al proceso de terminado		9,6	13,17	●	➔				

Tabla 26. Cursograma analítico de proceso de confección de un uniforme de futbol semiprofesional (continuación 1)

NÚMERO	PROCESO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Cantidad	Distancia metros	Tiempo Segundos	SÍMBOLOS PROCESOS					Observaciones
						●	➔	■	◐	▼	
39	Terminado y Pulido	Cortar hilos excedentes en camisetas		-	100,55	●					
40		Colocar cordones en pantalonetas		-	12,90	●					
41		Cortar hilos excedentes en pantalonetas		-	55,94	●					
42		Transportar al proceso de empaquetado			3,0	4,52		➔			
43	Empacado y Almacenamiento	Doblar camisetas	12	-	17,88	●					Por unidad
44		Doblar pantalonetas	12	-	15,25	●					Por unidad
45		Clasificar elementos (camisetas y pantalonetas) por tallas	12			1,21	●				Por unidad
46		Empacar camiseta, pantaloneta y polines en funda transparente	12	-		11,17	●				Por lote de 12 unidades
47		Agrupar por lotes según orden de producción	1	-		23,89	●				Se agrupa el pedido de 12 uniformes
48		Almacenamiento		-		-					
		Tiempo Minutos: 20,6		m	84,4						1.238,83 s

Como se evidencia en la Tabla 26, el cursograma analítico muestra todas las actividades realizadas de forma secuencial, con los tiempos de ejecución al igual que la distancia recorrida de cada una de ellas, a continuación, en la Tabla 27, se muestra un resumen del diagrama:

Tabla 27. Resumen de cursograma analítico

RESUMEN		
SÍMBOLO	ACTIVIDAD	ACTUAL
	Operación	35
	Transporte	8
	Inspección	4
	Espera	0
	Almacenaje	1
Total de Actividades realizadas		48
Distancia total en metros		84,40
Tiempo total en segundos		1.238,03
Tiempo total en minutos		20,64

Análisis: Como resultado se obtiene un total de 48 actividades que conforman 35 operaciones para completar el proceso confección de un uniforme semiprofesional de fútbol, 8 transportes con una distancia total recorrida de 84,40 metros, 4 inspecciones, 0 esperas y 1 almacenamiento, con un tiempo de ciclo de 1238,83 segundos equivalentes a 20,64 minutos.

Estudio de tiempos

Para la elaboración del estudio de tiempos se ha tomado como referencia a la confección del uniforme semiprofesional de fútbol, debido a que es el producto con mayor demanda dentro de la empresa, demostrado mediante el método Delphi.

Para la toma de tiempos se utiliza un cronómetro digital de tipo acumulativo, es decir que el tiempo es tomado desde que inicia la actividad hasta que termina. A continuación, se detalla el proceso para realización del estudio de tiempos.

Selección de operarios

Para la toma de tiempos en los procesos que cuenten con más de un operario se tiene en cuenta al trabajador más experimentado, debido a que mantiene un ritmo de trabajo constante en las actividades que realiza.

Número de observaciones

Para la determinación del número de ciclos a tomarse en cuenta para cada proceso se realizan 10 observaciones preliminares, para posteriormente aplicar el método estadístico, obteniendo un total de 5 observaciones.

Codificación de actividades

En este paso se realiza la codificación de las actividades de cada proceso, con el objetivo de analizar de manera más eficaz cada uno de los elementos. A continuación, se presenta la codificación de los diferentes procesos.

Tabla 28. Codificación de actividades del proceso de corte

Corte	
Código	Actividades
B0	Transportar materia prima desde bodega
B1	Medir tela y cortar
B2	Doblar tela en capas
B3	Trazar el molde de espalda sobre capas
B4	Cortar espaldas
B5	Trazar el molde de frente sobre capas
B6	Cortar frentes
B7	Trazar molde de pantalonetas sobre capas
B8	Cortar pantalonetas
B9	Trazar molde cuellos y mangas sobre capas
B10	Cortar mangas y cuellos
B11	Clasificar piezas por tallas y elementos
B12	Inspección de calidad
B13	Transportar piezas al proceso de sublimado

Tabla 29. Codificación de actividades del proceso de sublimación

Sublimación	
Código	Actividades
C0	Transportar rollo de diseño desde departamento de diseño
C1	Acomodar rollo en máquina sublimadora
C2	Acomodar cortes de tela encima de papel de diseño
C3	Sublimar frentes y espaldas (Imprimir diseño en la tela)
C4	Sublimar mangas
C5	Sublimar pantalonetas
C6	Clasificar tallas y piezas
C7	Inspección de piezas posteriores (espaldas) de acuerdo con orden de producción
C8	Transportar piezas al proceso de ensamble

Tabla 30. Codificación de actividades del proceso de Ensamble

Ensamble	
Código	Actividades
D0	Revisar piezas (espaldas, frente, mangas, cuellos y pantalonetas) de acuerdo con orden de producción
D1	Unir frente, espalda, mangas en máquina overlock
D2	Pegar cuellos
D3	Unir piezas de pantaloneta
D4	Transportar al proceso de estampado

Tabla 31. Codificación de actividades del proceso de Estampado

Estampado	
Código	Actividades
E0	Sujetar logotipos sobre camiseta
E1	Estampar camiseta
E2	Estampar pantaloneta
E3	Clasificar piezas por tallas y elementos
E4	Transportar piezas al proceso de planchado

Tabla 32. Codificación de actividades del proceso de Planchado

Planchado	
Código	Actividades
F0	Revisar piezas (camisetas y pantalonetas de acuerdo con orden de producción)
F1	Planchar camiseta
F2	Planchar pantaloneta
F3	Clasificar por tallas y elementos
F4	Transportar al proceso de terminado

Tabla 33. Codificación de actividades del proceso de terminado y pulido

Terminado y pulido	
Código	Actividades
G0	Cortar hilos excedentes en camisetas
G1	Colocar cordones en pantalonetas
G2	Cortar hilos excedentes en pantalonetas
G3	Transportar al proceso de empaquetado

Tabla 34. Codificación de actividades del proceso de Empacado y almacenamiento

Empacado y almacenamiento	
Código	Actividades
H0	Doblar camisetas
H1	Doblar pantalonetas
H2	Clasificar elementos (camisetas y pantalonetas) por tallas
H3	Empacar camiseta, pantaloneta y polines en funda transparente
H4	Agrupar por lotes según orden de producción
H5	Almacenamiento

Valoración

Se otorga una valoración de 100% por percepción del investigador, debido a que los operarios del área de confección son activos, capaces y trabajan como obreros calificados. Dicho valor se obtiene mediante la valoración británica visible en la Tabla 4, de la parte investigativa.

Suplementos

Para la realización de este cálculo se utiliza la Tabla 2, donde se muestra los suplementos por descanso de la ILO (International Labour Organization).

Tiempo estándar

Finalmente se realiza el cálculo del tiempo estándar mediante la Ecuación 4, para posteriormente obtener los valores de la capacidad de producción de cada proceso que integran la línea de confección de uniformes de fútbol semiprofesionales y a su vez determinar el cuello de botella. A continuación, se detalla el estudio de tiempos de cada proceso con sus elementos, valoración de desempeño, suplementos o tolerancias, cálculo de tiempos normal y estándar.

Proceso de corte

Tabla 35. Cálculo de suplementos proceso de corte

Cálculo de suplementos o tolerancias		
Proceso:	Corte	
Elaborado por:	Santiago Escobar	
N° ficha	01 de 07	Valoración
Suplementos		
Constantes	Necesidades personales	5
	Fatiga básica	4
Variables	Por trabajar de pie	2
	Por postura anormal	0
	Atención cercana	2
	Ruido	0
	Esfuerzo mental	1
	Monotonía	0
	Tedio	0
TOTAL		14
%		0,14

Tabla 36. Estudio de tiempos proceso de corte

ESTUDIO DE TIEMPOS											
PROCESO	Corte					N° ESTUDIO	01 de 07				
PRODUCTO	Uniforme semiprofesional de fútbol					OPERARIOS	5				
UNIDADES	Segundos					ELABORADO POR	Santiago Escobar				
MÉTODO	Vuelta a cero										
Descripción de las actividades	CICLOS					RESUMEN					
	1	2	3	4	5	TT	P	V	TN	S	TS
B0	18,35	20,09	19,77	18,44	20,44	97,09	19,418	1,00	19,42	0,15	22,33
B1	29,55	23,67	25,88	26,06	28,33	133,49	26,698	1,00	26,7	0,14	30,44
B2	16,95	20,1	18,78	17,24	18,32	91,39	18,278	1,00	18,28	0,14	20,84
B3	15,78	17,22	16,81	16,55	17,61	83,97	16,794	1,00	16,79	0,14	19,15
B4	21,45	20,85	22,43	21,89	21,44	108,06	21,612	1,00	21,61	0,14	24,64
B5	24,72	25,35	26,12	25,89	24,91	126,99	25,398	1,00	25,4	0,14	28,95
B6	45,36	44,73	47,65	48,46	47,11	233,31	46,662	1,00	46,66	0,14	53,19
B7	19,21	18,32	20,55	21,12	20,07	99,27	19,854	1,00	19,85	0,14	22,63
B8	35,78	38,45	38,89	37,52	38,17	188,81	37,762	1,00	37,76	0,14	43,05
B9	11,5	12,33	15,67	12,77	14,40	66,67	13,334	1,00	13,33	0,14	15,20
B10	52,01	49,65	51,69	51,13	52,35	256,83	51,366	1,00	51,37	0,14	58,56
B11	15,32	18,23	16,76	15,88	17,63	83,82	16,764	1,00	16,76	0,14	19,11
B12	5,66	8,3	7,69	7,43	6,87	35,95	7,19	1,00	7,19	0,14	8,20
B13	12,71	14,23	15,02	14,55	13,44	69,95	13,99	1,00	13,99	0,14	15,95
TIEMPO ESTÁNDAR TOTAL											
TT= Tiempo total P= Promedio V= Valoración TN= Tiempo normal S= Suplementos TS= Tiempo estándar											

Análisis: Este proceso cuenta con actividades que se realizan en paralelo, las mismas que son desempeñadas por diferentes operarios, por este motivo no se puede determinar en primera instancia el tiempo estándar total de todo el proceso. Sin embargo, se requiere evaluar cada una de las mencionadas actividades por separado, para cumplir con dicho fin. A continuación, se muestra el estudio de tiempos de los diferentes subprocesos perteneciente al proceso de corte.

Tabla 36. Estudio de tiempos proceso corte (continuación)

ESTUDIO DE TIEMPOS											
PROCESO	Corte					N° ESTUDIO	01 de 07				
PRODUCTO	Uniforme semiprofesional de fútbol					OPERARIOS	5				
UNIDADES	Segundos					ELABORADO POR	Santiago Escobar				
MÉTODO	Vuelta a cero										
Descripción de las actividades	CICLOS					RESUMEN					
	1	2	3	4	5	TT	P	V	TN	S	TS
B0	18,35	20,09	19,77	18,44	20,44	97,09	19,418	1,00	19,42	0,15	22,33
B1	29,55	23,67	25,88	26,06	28,33	133,49	26,698	1,00	26,7	0,14	30,44
B11	15,32	18,23	16,76	15,88	17,63	83,82	16,764	1,00	16,76	0,14	19,11
B12	5,66	8,3	7,69	7,43	6,87	35,95	7,19	1,00	7,19	0,14	8,20
B13	12,71	14,23	15,02	14,55	13,44	69,95	13,99	1,00	13,99	0,14	15,95
TIEMPO ESTÁNDAR TOTAL											96,02
TT= Tiempo total P= Promedio V= Valoración TN= Tiempo normal S= Suplementos TS= Tiempo estándar											

Análisis: La Tabla 36, muestra el tiempo estándar de las actividades que se realizan en serie, es decir que se ejecutan antes o después de la ejecución de las actividades en paralelo.

Tabla 36. Estudio de tiempos proceso de corte (continuación 1)

ESTUDIO DE TIEMPOS											
SUBPROCESO	Corte de espaldas					N° ESTUDIO	2				
PRODUCTO	Uniforme semiprofesional de fútbol					OPERARIOS	1				
UNIDADES	Segundos					ELABORADO POR	Santiago Escobar				
MÉTODO	Vuelta a cero										
Descripción de las actividades	CICLOS					RESUMEN					
	1	2	3	4	5	TT	P	V	TN	S	TS
B2	16,95	20,1	18,78	17,24	18,32	91,39	18,28	1,00	18,28	0,14	20,84
B3	15,78	17,22	16,81	16,55	17,61	83,97	16,79	1,00	16,79	0,14	19,15
B4	21,45	20,85	22,43	21,89	21,44	108,06	21,61	1,00	21,61	0,14	24,64
TIEMPO ESTANDAR TOTAL											64,62
TT= Tiempo total P= Promedio V= Valoración TN= Tiempo normal S= Suplementos TS= Tiempo estándar											

Tabla 36. Estudio de tiempos proceso de corte (continuación 2)

ESTUDIO DE TIEMPOS											
SUBPROCESO	Corte de frentes					N° ESTUDIO	2				
PRODUCTO	Uniforme semiprofesional de futbol					OPERARIOS	1				
UNIDADES	Segundos					ELABORADO POR	Santiago Escobar				
MÉTODO	Vuelta a cero										
Descripción de las actividades	CICLOS					RESUMEN					
	1	2	3	4	5	TT	P	V	TN	S	TS
B2	16,95	20,1	18,78	17,24	18,32	91,39	18,28	1,00	18,28	0,14	20,84
B5	24,72	25,35	26,12	25,89	24,91	126,99	25,40	1,00	25,4	0,14	28,95
B6	45,36	44,73	47,65	48,46	47,11	233,31	46,66	1,00	46,66	0,14	53,19
TIEMPO ESTANDAR TOTAL											102,99
TT= Tiempo total P= Promedio V= Valoración TN= Tiempo normal S= Suplementos TS= Tiempo estándar											

Tabla 36. Estudio de tiempos proceso de corte (continuación 3)

ESTUDIO DE TIEMPOS											
SUBPROCESO	Corte de pantalonetas					N° ESTUDIO	2				
PRODUCTO	Uniforme semiprofesional de fútbol					OPERARIOS	1				
UNIDADES	Segundos					ELABORADO POR	Santiago Escobar				
MÉTODO	Vuelta a cero										
Descripción de las actividades	CICLOS					RESUMEN					
	1	2	3	4	5	TT	P	V	TN	S	TS
B2	16,95	20,1	18,78	17,24	18,32	91,39	18,28	1,00	18,28	0,14	20,84
B7	19,21	18,32	20,55	21,12	20,07	99,27	19,85	1,00	19,85	0,14	22,63
B8	35,78	38,45	38,89	37,52	38,17	188,81	37,76	1,00	37,76	0,14	43,05
TIEMPO ESTANDAR TOTAL											86,52
TT= Tiempo total P= Promedio V= Valoración TN= Tiempo normal S= Suplementos TS= Tiempo estándar											

Tabla 36. Estudio de tiempos proceso de corte (continuación 4)

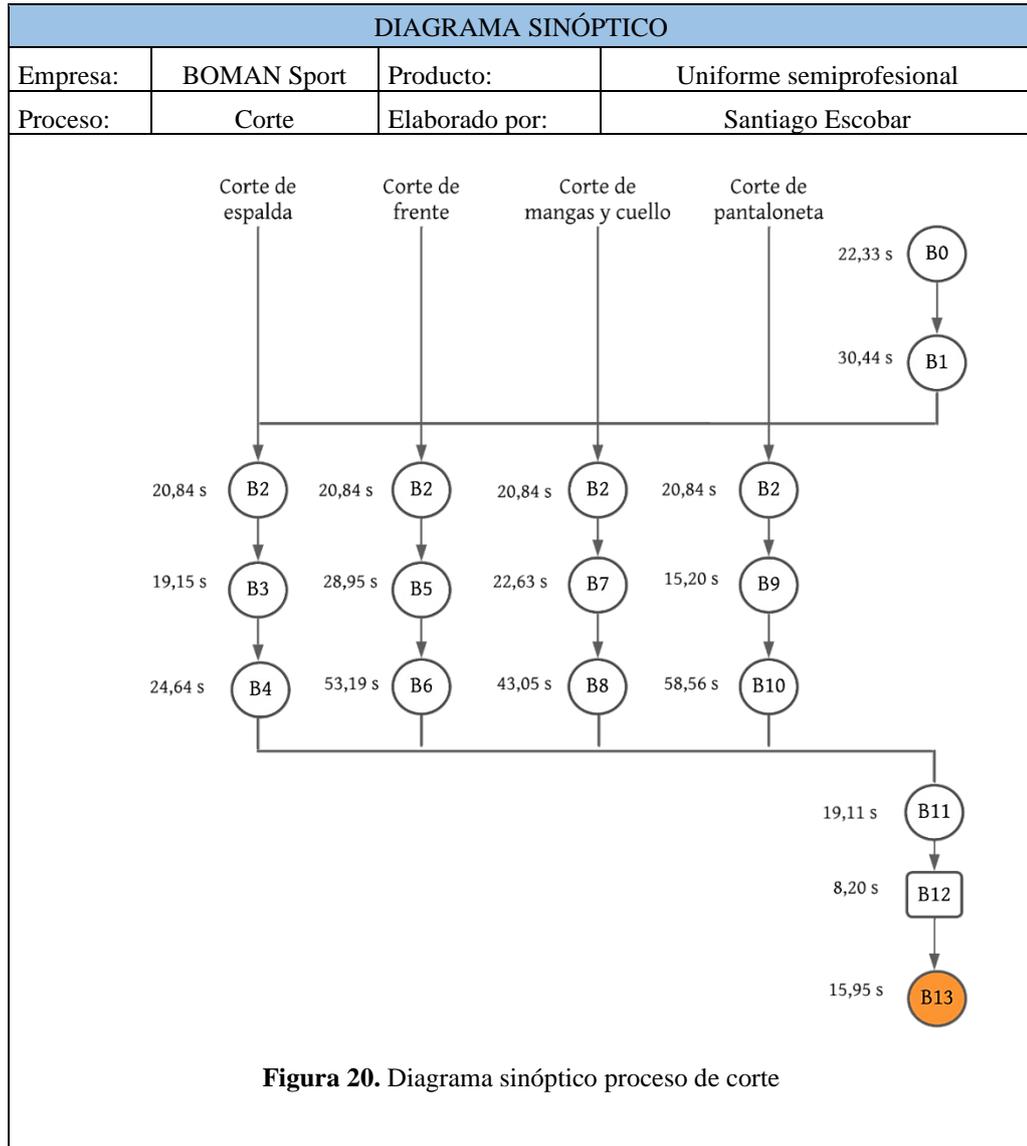
ESTUDIO DE TIEMPOS											
SUBPROCESO	Corte de cuellos y mangas					N° ESTUDIO	2				
PRODUCTO	Uniforme semiprofesional de fútbol					OPERARIOS	1				
UNIDADES	Segundos					ELABORADO POR	Santiago Escobar				
MÉTODO	Vuelta a cero										
Descripción de las actividades	CICLOS					RESUMEN					
	1	2	3	4	5	TT	P	V	TN	S	TS
B2	16,95	20,1	18,78	17,24	18,32	91,39	18,278	1,00	18,28	0,14	20,84
B9	11,5	12,33	15,67	12,77	14,40	66,67	13,334	1,00	13,33	0,14	15,20
B10	52,01	49,65	51,69	51,13	52,35	256,83	51,366	1,00	51,37	0,14	58,56
TIEMPO ESTÁNDAR TOTAL											94,59
TT= Tiempo total P= Promedio V= Valoración TN= Tiempo normal S= Suplementos TS= Tiempo estándar											

Para determinar el tiempo estándar total del proceso se requiere sumar el tiempo estándar de las actividades realizadas en serie, adicionado al tiempo más significativo entre todas las actividades realizadas en paralelo de manera que se tiene:

Tabla 37. Resumen de estudio de tiempos proceso de corte

Resumen	
Total, tiempo estándar actividades en serie	96,02 segundos
Tiempo más significativo entre actividades realizadas en paralelo	102,99 segundos
TOTAL	199,01 segundos

Tabla 38. Diagrama sinóptico proceso de corte



Proceso de sublimación

Tabla 39. Cálculo de suplementos proceso de sublimación

Cálculo de suplementos o tolerancias		
Proceso:	Sublimación	
Elaborado por:	Santiago Escobar	
N° ficha	02 de 07	Valoración
Suplementos		
Constantes	Necesidades personales	5
	Fatiga básica	4
Variables	Por trabajar de pie	2
	Por postura anormal	0
	Atención cercana	2
	Esfuerzo mental	1
	Monotonía	0
	Tedio	0
TOTAL		14
%		0,14

Tabla 40. Estudio de tiempos proceso de sublimación

ESTUDIO DE TIEMPOS											
PROCESO	Sublimación					N° ESTUDIO	2				
PRODUCTO	Uniforme semiprofesional de futbol					FECHA	4/11/2022				
UNIDADES	Segundos					ELABORADO POR	Santiago Escobar				
MÉTODO	Vuelta a cero										
Descripción de las actividades	CICLOS					RESUMEN					
	1	2	3	4	5	TT	P	V	TN	S	TS
C0	15,2	16,71	15,83	16,22	16,39	80,35	16,07	1,00	16,07	0,14	18,32
C1	18,67	20,21	19,98	20,13	22,35	101,34	20,27	1,00	20,27	0,14	23,11
C2	4,70	5,23	5,02	4,89	4,75	24,59	4,92	1,00	4,918	0,14	5,61
C3	64,06	71,81	74,23	75,11	74,78	359,99	72,00	1,00	72,00	0,14	82,08
C4	34,79	27,2	34,62	31,56	33,17	161,34	32,27	1,00	32,27	0,14	36,79
C5	25,12	24,92	28,44	29,18	27,47	135,13	27,03	1,00	27,03	0,14	30,81
C6	29,7	28,34	32,84	33,61	30,88	155,37	31,07	1,00	31,07	0,14	35,42
C7	31,56	35,37	30,76	33,56	34,06	165,31	33,06	1,00	33,06	0,14	37,69
C8	11,09	12,43	11,56	11,88	12,30	59,26	11,85	1,00	11,85	0,14	13,51
TIEMPO ESTÁNDAR TOTAL											
TT= Tiempo total P= Promedio V= Valoración TN= Tiempo normal S= Suplementos TS= Tiempo estándar											

Análisis: Este proceso cuenta con actividades que se realizan en paralelo, las mismas que son desempeñadas por la máquina sublimadora, por este motivo no se puede determinar en primera instancia el tiempo estándar total de todo el proceso. Sin embargo, se requiere evaluar cada una de las mencionadas actividades por separado, para cumplir con dicho fin. A continuación, se muestra el estudio de tiempos de los diferentes subprocesos perteneciente al proceso de sublimación.

Tabla 40. Estudio de tiempos proceso de sublimación (continuación)

ESTUDIO DE TIEMPOS											
PROCESO	Sublimación					Nº ESTUDIO	02 de 07				
PRODUCTO	Uniforme semiprofesional de fútbol					OPERARIOS	2				
UNIDADES	Segundos					ELABORADO POR	Santiago Escobar				
MÉTODO	Vuelta a cero										
Descripción de las actividades	CICLOS					RESUMEN					
	1	2	3	4	5	TT	P	V	TN	S	TS
C0	15,2	16,71	15,83	16,22	16,39	80,35	16,07	1,00	16,07	0,14	18,32
C1	18,67	20,21	19,98	20,13	22,35	101,34	20,27	1,00	20,27	0,14	23,11
C5	29,7	28,34	32,84	33,61	30,88	155,37	31,074	1,00	31,07	0,14	35,42
C6	31,56	35,37	30,76	33,56	34,06	165,31	33,062	1,00	33,06	0,14	37,69
C7	11,09	12,43	11,56	11,88	12,30	59,26	11,852	1,00	11,85	0,14	13,51
TIEMPO ESTÁNDAR TOTAL											128,05
TT= Tiempo total P= Promedio V= Valoración TN= Tiempo normal S= Suplementos TS= Tiempo estándar											

Tabla 40. Estudio de tiempos proceso de sublimación (continuación 1)

ESTUDIO DE TIEMPOS											
SUBPROCESO	Sublimación de espaldas y frentes					Nº ESTUDIO	02 de 07				
PRODUCTO	Uniforme semiprofesional de fútbol					OPERARIOS	2				
UNIDADES	Segundos					ELABORADO POR	Santiago Escobar				
MÉTODO	Vuelta a cero										
Descripción de las actividades	CICLOS					RESUMEN					
	1	2	3	4	5	TT	P	V	TN	S	TS
C1	4,70	5,23	5,02	4,89	4,75	24,59	4,918	1,00	4,918	0,14	5,61
C2	64,06	71,81	74,23	75,11	74,78	359,99	72,00	1,00	72,00	0,14	82,08
TIEMPO ESTÁNDAR TOTAL											87,68
TT= Tiempo total P= Promedio V= Valoración TN= Tiempo normal S= Suplementos TS= Tiempo estándar											

Tabla 40. Estudio de tiempos proceso de sublimación (continuación 2)

ESTUDIO DE TIEMPOS											
SUBPROCESO	Sublimación de mangas y cuellos					N° ESTUDIO	02 de 07				
PRODUCTO	Uniforme semiprofesional de fútbol					OPERARIOS	2				
UNIDADES	Segundos					ELABORADO POR	Santiago Escobar				
MÉTODO	Vuelta a cero										
Descripción de las actividades	CICLOS					RESUMEN					
	1	2	3	4	5	TT	P	V	TN	S	TS
C1	4,70	5,23	5,02	4,89	4,75	24,59	4,918	1,00	4,918	0,14	5,61
C3	34,79	27,2	34,62	31,56	33,17	161,34	32,268	1,00	32,27	0,14	36,79
TIEMPO ESTÁNDAR TOTAL											42,39
TT= Tiempo total P= Promedio V= Valoración TN= Tiempo normal S= Suplementos TS= Tiempo estándar											

Tabla 40. Estudio de tiempos proceso de sublimación (continuación 2)

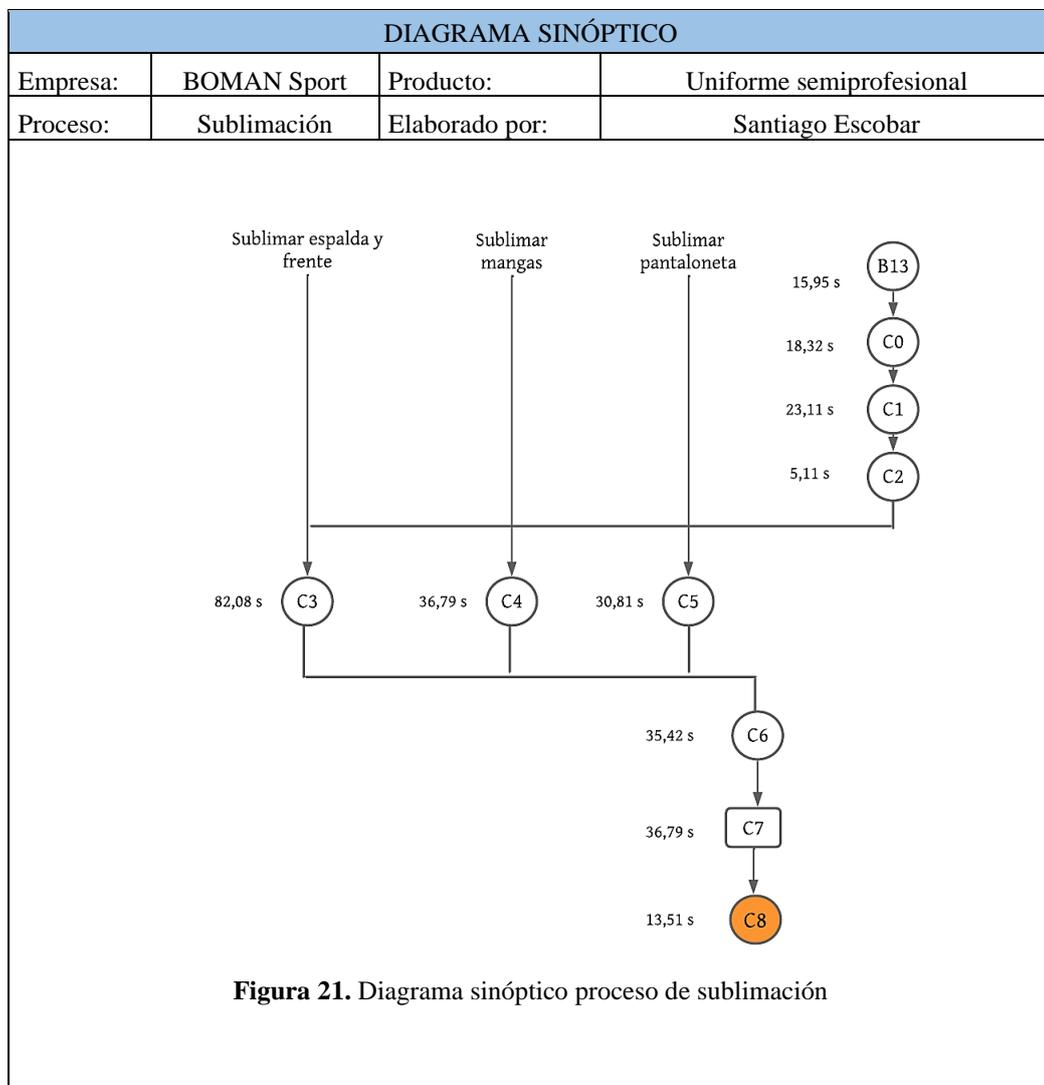
ESTUDIO DE TIEMPOS											
SUBPROCESO	Sublimación de pantaloneta					N° ESTUDIO	02 de 07				
PRODUCTO	Uniforme semiprofesional de fútbol					OPERARIOS	1				
UNIDADES	Segundos					ELABORADO POR	Santiago Escobar				
MÉTODO	Vuelta a cero										
Descripción de las actividades	CICLOS					RESUMEN					
	1	2	3	4	5	TT	P	V	TN	S	TS
C1	4,70	5,23	5,02	4,89	4,75	24,59	4,918	1,00	4,918	0,14	5,61
C4	25,12	24,92	28,44	29,18	27,47	135,13	27,026	1,00	27,03	0,14	30,81
TIEMPO ESTÁNDAR TOTAL											36,42
TT= Tiempo total P= Promedio V= Valoración TN= Tiempo normal S= Suplementos TS= Tiempo estándar											

Para determinar el tiempo estándar total del proceso se requiere sumar el tiempo estándar de las actividades realizadas en serie, adicionado al tiempo más significativo entre todas las actividades realizadas en paralelo de manera que se tiene:

Tabla 41. Resumen de estudio de tiempos proceso de sublimación

Resumen	
Total, tiempo estándar actividades en serie	128,05 segundos
Tiempo más significativo entre actividades realizadas en paralelo	87,68 segundos
TOTAL	215,73 segundos

Tabla 42. Diagrama sinóptico proceso de sublimación



Proceso de Ensamble

Tabla 43. Cálculo de suplementos proceso de ensamble

Cálculo de suplementos o tolerancias		
Proceso:	Ensamble	
Elaborado por:	Santiago Escobar	
N° ficha	03 de 07	Valoración
Suplementos		
Constantes	Necesidades personales	5
	Fatiga básica	4
Variables	Por postura anormal	0
	Atención cercana	2
	Esfuerzo mental	1
	Monotonía	0
	Tedio	0
TOTAL		12
%		0,12

Tabla 44. Estudio de tiempos proceso de ensamble

ESTUDIO DE TIEMPOS											
PROCESO	Ensamble					N° ESTUDIO	03 de 07				
PRODUCTO	Uniforme semiprofesional de fútbol					OPERARIOS	5				
UNIDADES	Segundos					ELABORADO POR	Santiago Escobar				
MÉTODO	Vuelta a cero										
Descripción de las actividades	CICLOS					RESUMEN					
	1	2	3	4	5	TT	P	V	TN	S	TS
D0	17,71	20,04	19,63	19,87	20,22	97,47	19,494	1,00	19,494	0,12	21,83
D1	147,00	155,46	187,8	181,80	185,40	857,46	171,492	1,00	171,49	0,12	192,07
D2	16,56	14,56	15,67	14,20	20,41	81,4	16,28	1,00	16,28	0,12	18,23
D3	65,77	69,46	71,13	68,46	70,23	345,05	69,01	1,00	69,01	0,12	77,29
D4	21,46	23,55	23,11	22,78	23,27	114,17	22,834	1,00	22,834	0,12	25,57
TIEMPO ESTÁNDAR TOTAL											
TT= Tiempo total P= Promedio V= Valoración TN= Tiempo normal S= Suplementos TS= Tiempo estándar											

Análisis: Este proceso cuenta con actividades que se realizan en paralelo (D1 y D3), las mismas que son desempeñadas por diferentes operarios, por este motivo no se puede determinar en primera instancia el tiempo estándar total de todo el proceso. Sin embargo, se requiere evaluar cada una de las mencionadas actividades por separado,

para cumplir con dicho fin. A continuación, se muestra el estudio de tiempos de los diferentes subprocesos perteneciente al proceso de sublimación.

Tabla 44. Estudio de tiempos proceso de ensamble (continuación)

ESTUDIO DE TIEMPOS											
PROCESO	Ensamble					N° ESTUDIO	03 de 07				
PRODUCTO	Uniforme semiprofesional de fútbol					OPERARIOS	5				
UNIDADES	Segundos					ELABORADO POR	Santiago Escobar				
MÉTODO	Vuelta a cero										
Descripción de las actividades	CICLOS					RESUMEN					
	1	2	3	4	5	TT	P	V	TN	S	TS
D0	17,71	20,04	19,63	19,87	20,22	97,47	19,494	1,00	19,494	0,12	21,83
D2	16,56	14,56	15,67	14,20	20,41	81,4	16,28	1,00	16,28	0,12	18,23
D4	21,46	23,55	23,11	22,78	23,27	114,17	22,834	1,00	22,834	0,12	25,57
TIEMPO ESTÁNDAR TOTAL											65,64
TT= Tiempo total P= Promedio V= Valoración TN= Tiempo normal S= Suplementos TS= Tiempo estándar											

Tabla 44. Estudio de tiempos proceso de sublimación (continuación 1)

ESTUDIO DE TIEMPOS											
SUBPROCESO	Armado de espalda, frente y mangas					N° ESTUDIO	03 de 07				
PRODUCTO	Uniforme semiprofesional de fútbol					OPERARIOS	5				
UNIDADES	Segundos					ELABORADO POR	Santiago Escobar				
MÉTODO	Vuelta a cero										
Descripción de las actividades	CICLOS					RESUMEN					
	1	2	3	4	5	TT	P	V	TN	S	TS
D1	147,00	155,46	187,8	181,80	185,40	857,46	171,492	1,00	171,49	0,12	192,07
TIEMPO ESTÁNDAR TOTAL											192,07
TT= Tiempo total P= Promedio V= Valoración TN= Tiempo normal S= Suplementos TS= Tiempo estándar											

Tabla 44. Estudio de tiempos proceso de ensamble (continuación 2)

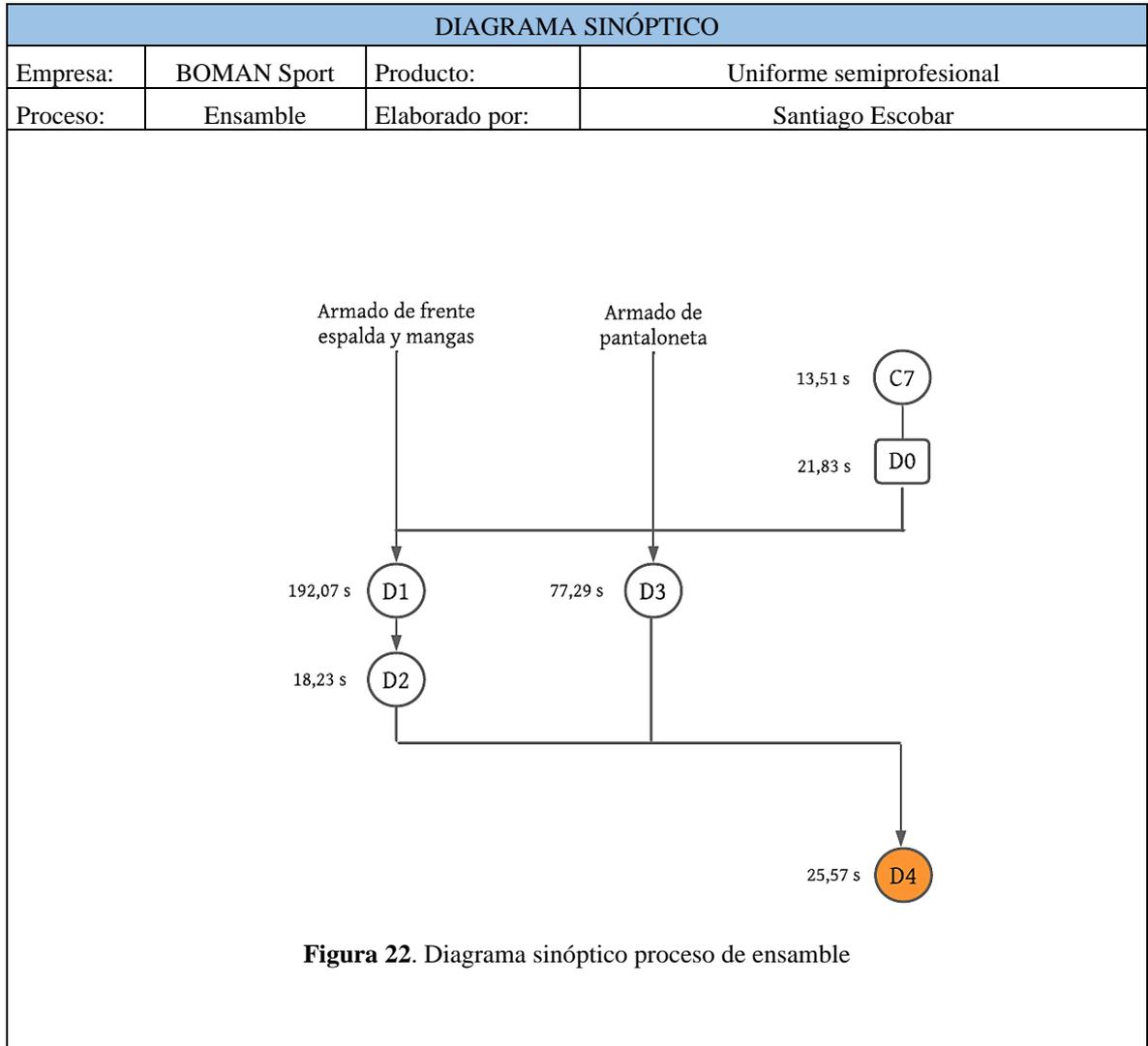
ESTUDIO DE TIEMPOS											
SUBPROCESO	Armado de espalda, frente y mangas					N° ESTUDIO	03 de 07				
PRODUCTO	Uniforme semiprofesional de fútbol					OPERARIOS	5				
UNIDADES	Segundos					ELABORADO POR	Santiago Escobar				
MÉTODO	Vuelta a cero										
Descripción de las actividades	CICLOS					RESUMEN					
	1	2	3	4	5	TT	P	V	TN	S	TS
D3	65,77	69,46	71,13	68,46	70,23	345,05	69,01	1,00	69,01	0,12	77,29
TIEMPO ESTÁNDAR TOTAL											77,29
TT= Tiempo total P= Promedio V= Valoración TN= Tiempo normal S= Suplementos TS= Tiempo estándar											

Para determinar el tiempo estándar total del proceso se requiere sumar el tiempo estándar de las actividades realizadas en serie, adicionado al tiempo más significativo entre todas las actividades realizadas en paralelo de manera que se tiene:

Tabla 45. Resumen de estudio de tiempos proceso de ensamble

Resumen	
Total, tiempo estándar actividades en serie	65,64 segundos
Tiempo más significativo entre actividades realizadas en paralelo	192,07 segundos
TOTAL	257,71 segundos

Tabla 46. Diagrama sinóptico proceso de ensamble



Proceso de Estampado

Tabla 47. Cálculo de suplementos proceso de estampado

Cálculo de suplementos o tolerancias		
Proceso:	Estampado	
Elaborado por:	Santiago Escobar	
N° ficha	04 de 07	Valoración
Suplementos		
Constantes	Necesidades personales	5
	Fatiga básica	4
Variables	Por trabajar de pie	2
	Por postura anormal	0
	Atención cercana	0
	Esfuerzo mental	1
	Monotonía	0
	Tedio	0
TOTAL		12
%		0,12

Tabla 48. Estudio de tiempos proceso de estampado

ESTUDIO DE TIEMPOS											
PROCESO	Estampado					N° ESTUDIO	04 de 07				
PRODUCTO	Uniforme semiprofesional de futbol					OPERARIOS	6				
UNIDADES	Segundos					ELABORADO POR	Santiago Escobar				
MÉTODO	Vuelta a cero										
Descripción de las actividades	CICLOS					RESUMEN					
	1	2	3	4	5	TT	P	V	TN	S	TS
E0	16,5	18,24	18,69	16,5	18,33	88,26	17,652	1,00	17,652	0,12	19,77
E1	26,02	25,75	26,16	28,43	28,07	134,43	26,886	1,00	26,886	0,12	30,11
E2	15,25	18,7	17,78	18,38	17,55	87,66	17,532	1,00	17,532	0,12	19,64
E3	6,78	8,52	7,47	8,35	8,22	39,34	7,868	1,00	7,868	0,12	8,81
E4	17,16	16,81	18,57	20,34	19,43	92,31	18,462	1,00	18,462	0,12	20,68
TIEMPO ESTÁNDAR TOTAL											
TT= Tiempo total P= Promedio V= Valoración TN= Tiempo normal S= Suplementos TS= Tiempo estándar											

Análisis: Este proceso cuenta con actividades que se realizan en paralelo (F1 y F2), las mismas que son desempeñadas por diferentes operarios, por este motivo no se puede determinar en primera instancia el tiempo estándar total de todo el proceso. Sin embargo, se requiere evaluar cada una de las mencionadas actividades por separado,

para cumplir con dicho fin. A continuación, se muestra el estudio de tiempos de los diferentes subprocesos perteneciente al proceso de estampado.

Tabla 48. Estudio de tiempos proceso de estampado (continuación)

ESTUDIO DE TIEMPOS											
SUBPROCESO	Estampado de camiseta					N° ESTUDIO	04 de 07				
PRODUCTO	Uniforme semiprofesional de fútbol					OPERARIOS	6				
UNIDADES	Segundos					ELABORADO POR	Santiago Escobar				
MÉTODO	Vuelta a cero										
Descripción de las actividades	CICLOS					RESUMEN					
	1	2	3	4	5	TT	P	V	TN	S	TS
E0	16,5	18,24	18,69	16,5	18,33	88,26	17,652	1,00	17,652	0,12	19,77
E3	6,78	8,52	7,47	8,35	8,22	39,34	7,868	1,00	7,868	0,12	8,81
E4	17,16	16,81	18,57	20,34	19,43	92,31	18,462	1,00	18,462	0,12	20,68
TIEMPO ESTÁNDAR TOTAL											49,26
TT= Tiempo total P= Promedio V= Valoración TN= Tiempo normal S= Suplementos TS= Tiempo estándar											

Tabla 48. Estudio de tiempos proceso de estampado (continuación 1)

ESTUDIO DE TIEMPOS											
SUBPROCESO	Estampado de camiseta					N° ESTUDIO	04 de 07				
PRODUCTO	Uniforme semiprofesional de fútbol					OPERARIOS	6				
UNIDADES	Segundos					ELABORADO POR	Santiago Escobar				
MÉTODO	Vuelta a cero										
Descripción de las actividades	CICLOS					RESUMEN					
	1	2	3	4	5	TT	P	V	TN	S	TS
E1	26,02	25,75	26,16	28,43	28,07	134,43	26,886	1,00	26,886	0,12	30,11
TIEMPO ESTÁNDAR TOTAL											30,11
TT= Tiempo total P= Promedio V= Valoración TN= Tiempo normal S= Suplementos TS= Tiempo estándar											

Tabla 48. Estudio de tiempos proceso de estampado (continuación 2)

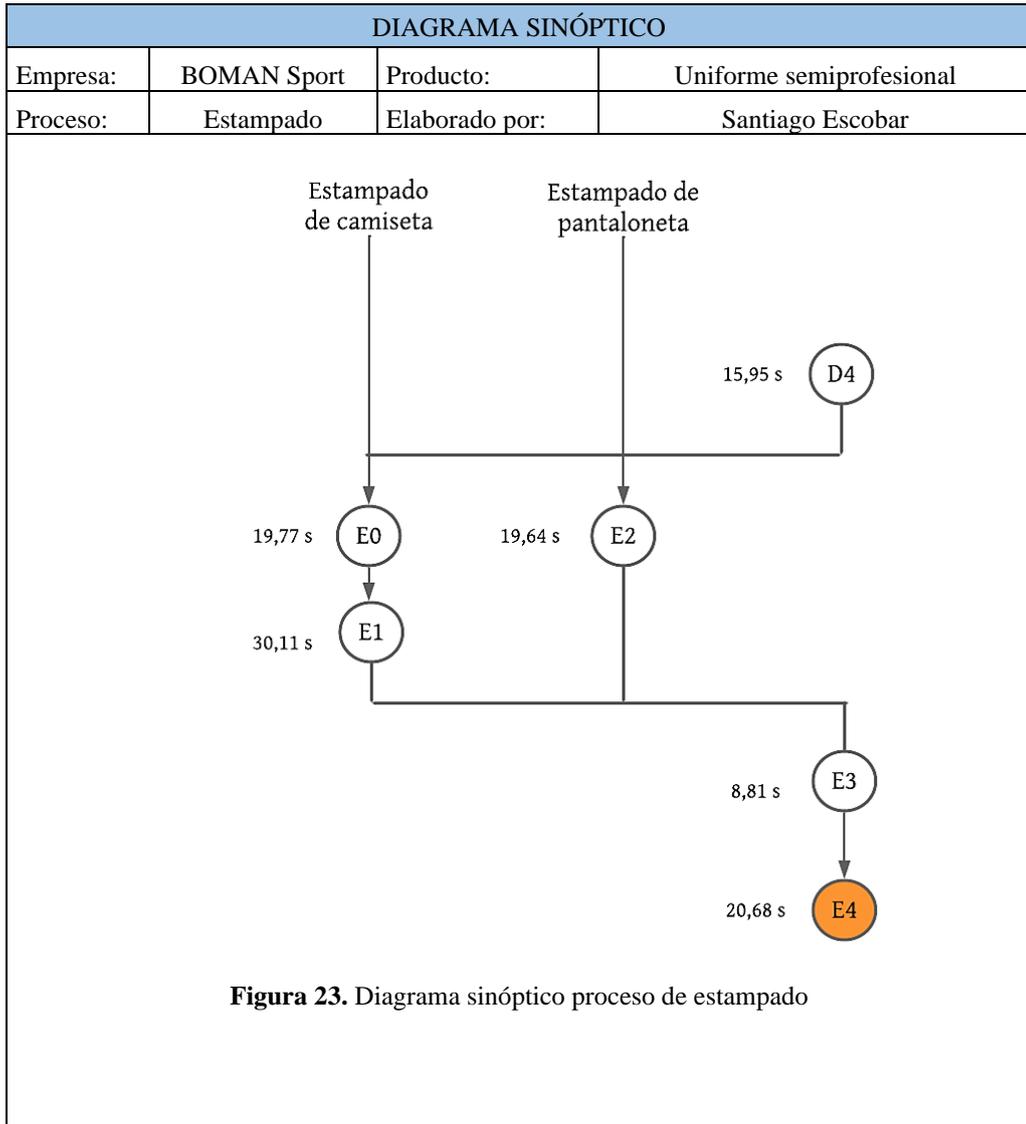
ESTUDIO DE TIEMPOS											
SUBPROCESO	Estampado de pantaloneta					N° ESTUDIO	04 de 07				
PRODUCTO	Uniforme semiprofesional de fútbol					OPERARIOS	6				
UNIDADES	Segundos					ELABORADO POR	Santiago Escobar				
MÉTODO	Vuelta a cero										
Descripción de las actividades	CICLOS					RESUMEN					
	1	2	3	4	5	TT	P	V	TN	S	TS
E2	15,25	18,7	17,78	18,38	17,55	87,66	17,532	1,00	17,532	0,12	19,64
TIEMPO ESTÁNDAR TOTAL											19,64
TT= Tiempo total P= Promedio V= Valoración TN= Tiempo normal S= Suplementos TS= Tiempo estándar											

Para determinar el tiempo estándar total del proceso se requiere sumar el tiempo estándar de las actividades realizadas en serie, adicionado al tiempo más significativo entre todas las actividades realizadas en paralelo de manera que se tiene:

Tabla 49. Resumen de estudio de tiempos proceso de estampado

Resumen	
Total, tiempo estándar actividades en serie	49,26 segundos
Tiempo más significativo entre actividades realizadas en paralelo	30,11 segundos
TOTAL	79,37 segundos

Tabla 50. Diagrama sinóptico proceso de estampado



Proceso de Planchado

Tabla 51. Cálculo de suplementos proceso de planchado

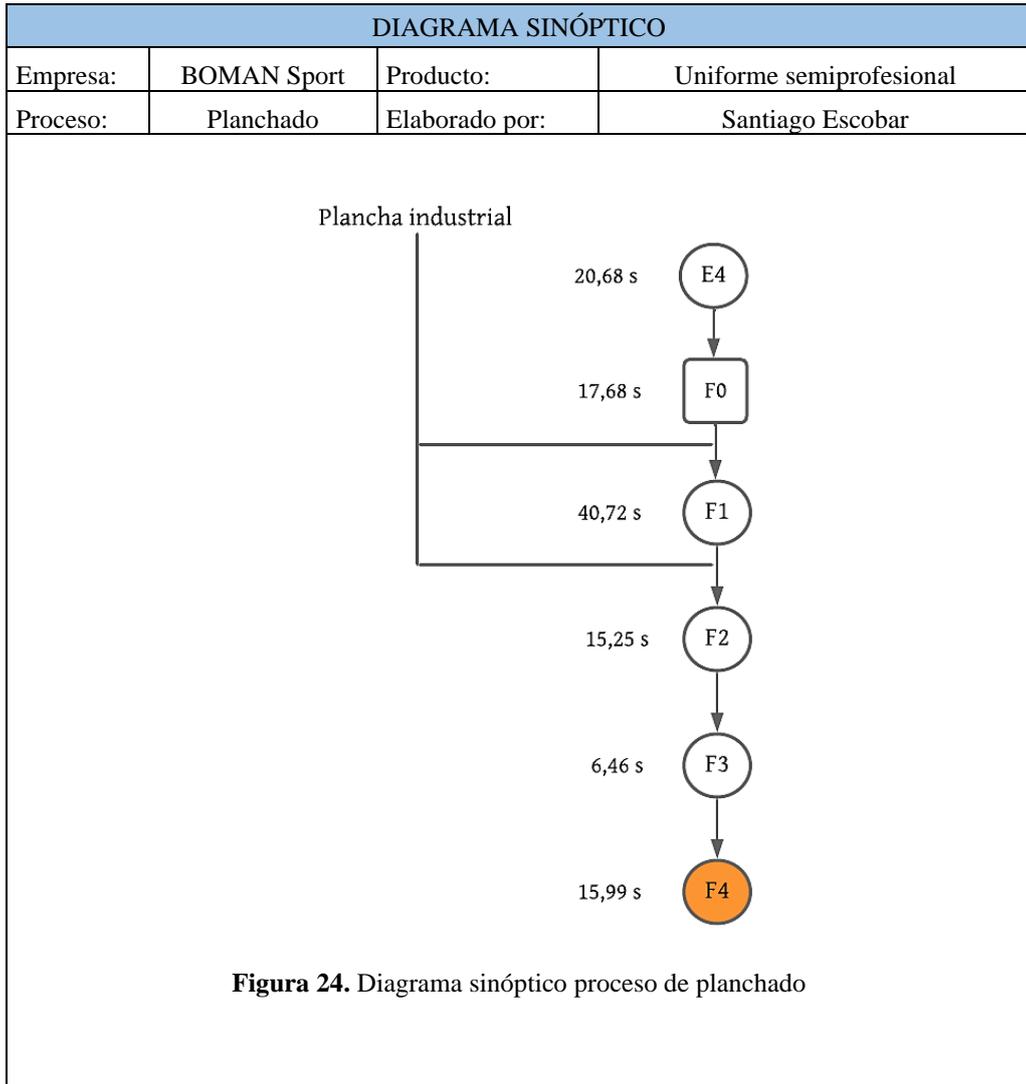
Cálculo de suplementos o tolerancias		
Proceso:	Planchado	
Elaborado por:	Santiago Escobar	
N° ficha	05 de 07	Valoración
Suplementos		
Constantes	Necesidades personales	5
	Fatiga básica	4
Variables	Por trabajar de pie	2
	Por postura anormal	0
	Calor	0
	Atención cercana	0
	Esfuerzo mental	1
	Monotonía	0
	Tedio	0
TOTAL		12
%		0,12

Tabla 52. Estudio de tiempos proceso de planchado

ESTUDIO DE TIEMPOS											
PROCESO	Planchado					N° ESTUDIO	05 de 07				
PRODUCTO	Uniforme semiprofesional de fútbol					OPERARIOS	1				
UNIDADES	Segundos					ELABORADO POR	Santiago Escobar				
MÉTODO	Vuelta a cero										
Descripción de las actividades	CICLOS					RESUMEN					
	1	2	3	4	5	TT	P	V	TN	S	TS
F0	15,45	14,88	16,66	15,87	16,08	78,94	15,788	1,00	15,788	0,12	17,68
F1	35,92	34,78	37,43	36,5	37,15	181,78	36,356	1,00	36,356	0,12	40,72
F2	13,15	12,83	14,33	13,51	14,26	68,08	13,616	1,00	13,616	0,12	15,25
F3	6,19	5,67	5,43	5,66	5,88	28,83	5,766	1,00	5,766	0,12	6,46
F4	13,17	14,77	13,62	15,32	14,50	71,38	14,276	1,00	14,276	0,12	15,99
TIEMPO ESTÁNDAR TOTAL											96,10
TT= Tiempo total P= Promedio V= Valoración TN= Tiempo normal S= Suplementos TS= Tiempo estándar											

Análisis: Para este proceso no existen actividades realizadas en paralelo debido a que el proceso cuenta únicamente con un operario, de manera que las actividades se realizan de forma continua.

Tabla 53. Diagrama sinóptico proceso de planchado



Proceso de terminado y pulido

Tabla 54. Cálculo de suplementos proceso de terminado y pulido

Cálculo de suplementos o tolerancias		
Proceso:	Terminado y pulido	
Elaborado por:	Santiago Escobar	
N° ficha	06 de 07	Valoración
Suplementos		
Constantes	Necesidades personales	5
	Fatiga básica	4
Variables	Por trabajar de pie	2
	Por postura anormal	0
	Atención cercana	0
	Esfuerzo mental	1
	Monotonía	0
	Tedio	0
TOTAL		12
%		0,12

Tabla 55. Estudio de tiempo proceso de terminado y pulido

ESTUDIO DE TIEMPOS											
PROCESO	Terminado y pulido					N° ESTUDIO	06 de 07				
PRODUCTO	Uniforme semiprofesional de fútbol					OPERARIOS	3				
UNIDADES	Segundos					ELABORADO POR	Santiago Escobar				
MÉTODO	Vuelta a cero										
Descripción de las actividades	CICLOS					RESUMEN					
	1	2	3	4	5	TT	P	V	TN	S	TS
G0	88,54	85,67	89,22	87,59	92,33	354,13	88,53	1,00	88,53	0,12	99,16
G1	12,9	15,03	14,87	15,15	14,66	72,61	14,52	1,00	14,52	0,12	16,26
G2	37,8	36,3	44,98	38,9	37,55	195,53	39,11	1,00	39,11	0,12	43,80
G3	4,52	4,11	5,09	5,34	5,76	24,82	4,96	1,00	4,96	0,12	5,60
TIEMPO ESTÁNDAR TOTAL											
TT= Tiempo total P= Promedio V= Valoración TN= Tiempo normal S= Suplementos TS= Tiempo estándar											

Análisis: Este proceso cuenta con actividades que se realizan en paralelo (H0 y H2), las mismas que son desempeñadas por diferentes operarios, por este motivo no se puede determinar en primera instancia el tiempo estándar total de todo el proceso. Sin embargo, se requiere evaluar cada una de las mencionadas actividades por separado,

para cumplir con dicho fin. A continuación, se muestra el estudio de tiempos de los diferentes subprocesos perteneciente al proceso de terminado y pulido.

Tabla 55. Estudio de tiempos proceso de terminado y pulido (continuación)

ESTUDIO DE TIEMPOS											
PROCESO	Terminado y pulido					N° ESTUDIO	06 de 07				
PRODUCTO	Uniforme semiprofesional de fútbol					OPERARIOS	3				
UNIDADES	Segundos					ELABORADO POR	Santiago Escobar				
MÉTODO	Vuelta a cero										
Descripción de las actividades	CICLOS					RESUMEN					
	1	2	3	4	5	TT	P	V	TN	S	TS
G1	12,9	15,03	14,87	15,15	14,66	72,61	14,522	1,00	14,522	0,12	16,26
G3	4,52	4,11	5,09	5,34	5,76	24,82	4,964	1,00	4,964	0,12	5,55
TIEMPO ESTÁNDAR TOTAL											21,81
TT= Tiempo total P= Promedio V= Valoración TN= Tiempo normal S= Suplementos TS= Tiempo estándar											

Tabla 55. Estudio de tiempos proceso de terminado y pulido (continuación 1)

ESTUDIO DE TIEMPOS											
SUBPROCESO	Corte de hilos en camiseta					N° ESTUDIO	06 de 07				
PRODUCTO	Uniforme semiprofesional de fútbol					OPERARIOS	3				
UNIDADES	Segundos					ELABORADO POR	Santiago Escobar				
MÉTODO	Vuelta a cero										
Descripción de las actividades	CICLOS					RESUMEN					
	1	2	3	4	5	TT	P	V	TN	S	TS
G0	88,54	85,67	89,22	87,59	92,33	354,13	88,53	1,00	88,53	0,12	99,16
TIEMPO ESTÁNDAR TOTAL											99,16
TT= Tiempo total P= Promedio V= Valoración TN= Tiempo normal S= Suplementos TS= Tiempo estándar											

Tabla 55. Estudio de tiempos proceso de terminado y pulido (continuación 2)

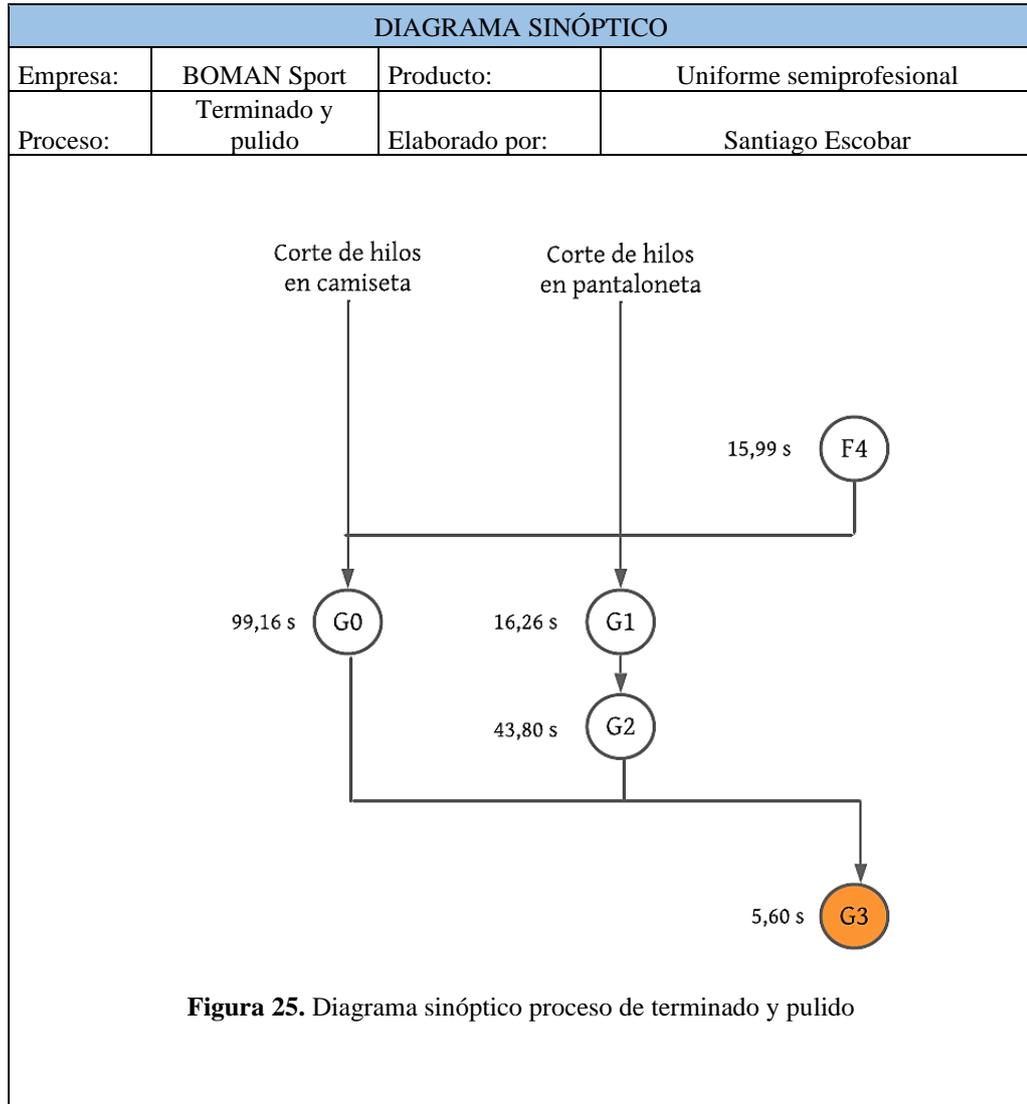
ESTUDIO DE TIEMPOS											
SUBPROCESO	Corte de hilos en pantaloneta					N° ESTUDIO	06 de 07				
PRODUCTO	Uniforme semiprofesional de fútbol					OPERARIOS	1				
UNIDADES	Segundos					ELABORADO POR	Santiago Escobar				
MÉTODO	Vuelta a cero										
Descripción de las actividades	CICLOS					RESUMEN					
	1	2	3	4	5	TT	P	V	TN	S	TS
G2	37,8	36,3	44,98	38,9	37,55	195,53	39,11	1,00	39,11	0,12	43,80
TIEMPO ESTÁNDAR TOTAL											43,80
TT= Tiempo total P= Promedio V= Valoración TN= Tiempo normal S= Suplementos TS= Tiempo estándar											

Para determinar el tiempo estándar total del proceso se requiere sumar el tiempo estándar de las actividades realizadas en serie, adicionado al tiempo más significativo entre todas las actividades realizadas en paralelo de manera que se tiene:

Tabla 56. Resumen de estudio de tiempo proceso de terminado y pulido

Resumen	
Total, tiempo estándar actividades en serie	21,81 segundos
Tiempo más significativo entre actividades realizadas en paralelo	99,16 segundos
TOTAL	120,97 segundos

Tabla 57. Diagrama sinóptico proceso de terminado y pulido



Proceso de Empacado y almacenamiento

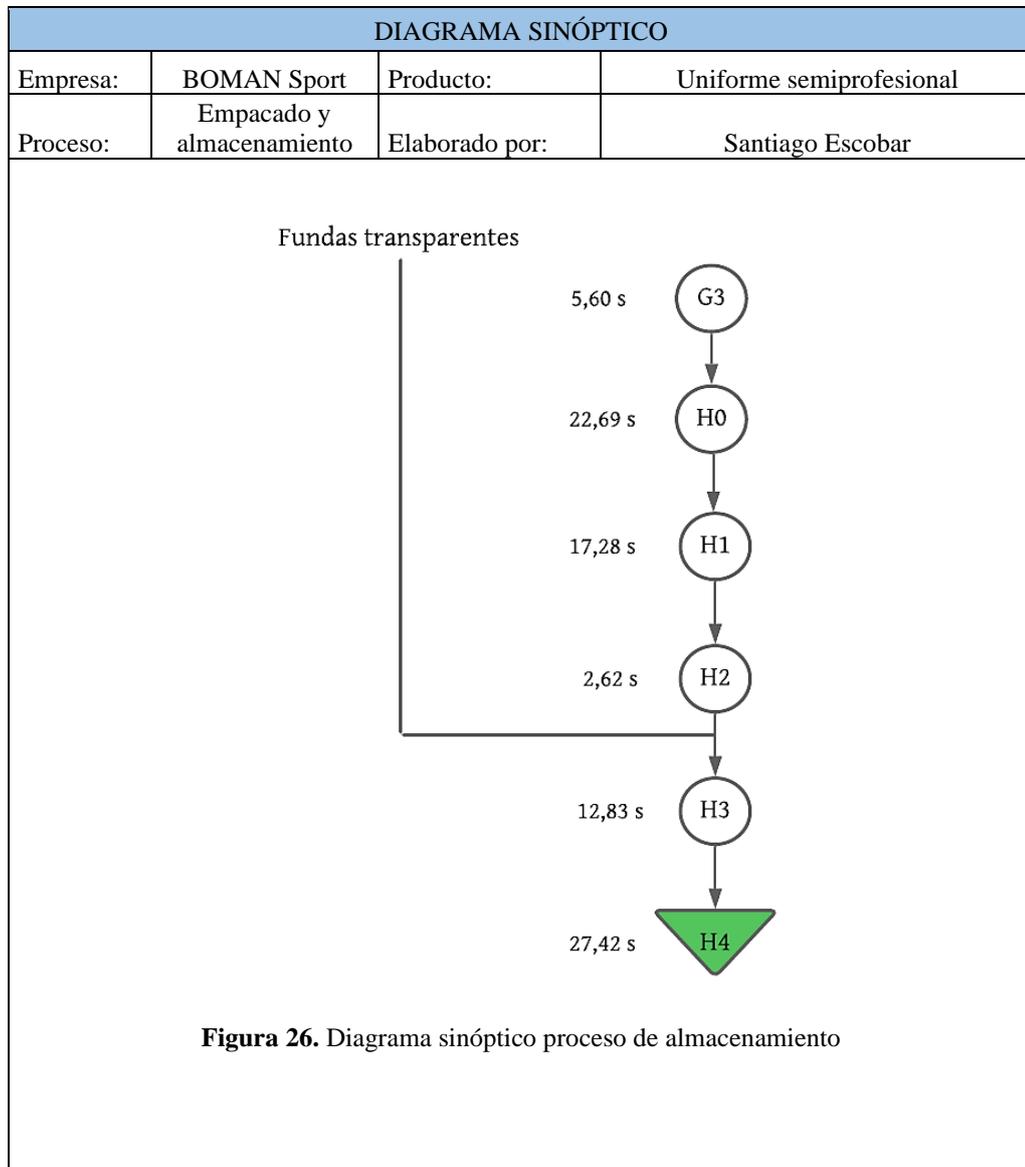
Tabla 58. Cálculo de suplementos proceso de empacado y almacenamiento

Cálculo de suplementos o tolerancias		
Proceso:	Empaquetado y almacenamiento	
Elaborado por:	Santiago Escobar	
N° ficha	07 de 07	Valoración
Suplementos		
Constantes	Necesidades personales	5
	Fatiga básica	4
Variables	Por trabajar de pie	2
	Por postura anormal	0
	Atención cercana	0
	Esfuerzo mental	1
	Monotonía	0
	Tedio	0
TOTAL		12
%		0,12

Tabla 59. Estudio de tiempos proceso de empacado y almacenamiento

ESTUDIO DE TIEMPOS											
PROCESO	Empaquetado y almacenamiento					N° ESTUDIO	07 de 07				
PRODUCTO	Uniforme semiprofesional de fútbol					OPERARIOS	2				
UNIDADES	Segundos					ELABORADO POR	Santiago Escobar				
MÉTODO	Vuelta a cero										
Descripción de las actividades	CICLOS					RESUMEN					
	1	2	3	4	5	TT	P	V	TN	S	TS
H0	18,66	19,71	22,78	18,71	21,42	101,28	20,25	1,00	20,256	0,12	22,69
H1	15,24	14,55	15,16	16,33	15,88	77,16	15,43	1,00	15,432	0,12	17,28
H2	2,23	2,45	2,09	2,45	2,47	11,69	2,33	1,00	2,338	0,12	2,62
H3	11,17	10,54	10,97	12,13	12,45	57,26	11,45	1,00	11,452	0,12	12,83
H4	23,89	24,14	24,18	25,55	24,63	122,39	24,48	1,00	24,478	0,12	27,42
TIEMPO ESTÁNDAR TOTAL											82,83
TT= Tiempo total P= Promedio V= Valoración TN= Tiempo normal S= Suplementos TS= Tiempo estándar											

Tabla 60. Diagrama sinóptico proceso de almacenamiento



Análisis: Para determinar el tiempo estándar total de este proceso no se excluye a ninguna actividad ya que no existen actividades que se realizan simultáneamente y esto se debe a que cada operario del proceso dicho proceso realiza las mismas actividades en el orden establecido. A continuación, en la Tabla 61, se presenta un resumen del tiempo estándar de cada proceso.

Tabla 61. Resumen de tiempo estándar de cada proceso

N°	Proceso	Tiempo estándar (s)	Tiempo estándar (min)
1	Corte	199,01	3,32
2	Sublimación	215,73	3,29
3	Ensamble	257,71	4,30
4	Estampado	79,37	1,32
5	Planchado	96,10	1,60
6	Terminado y pulido	120,97	2,02
7	Empaquetado y almacenamiento	82,83	1,38
TOTAL		1051,74	17,22

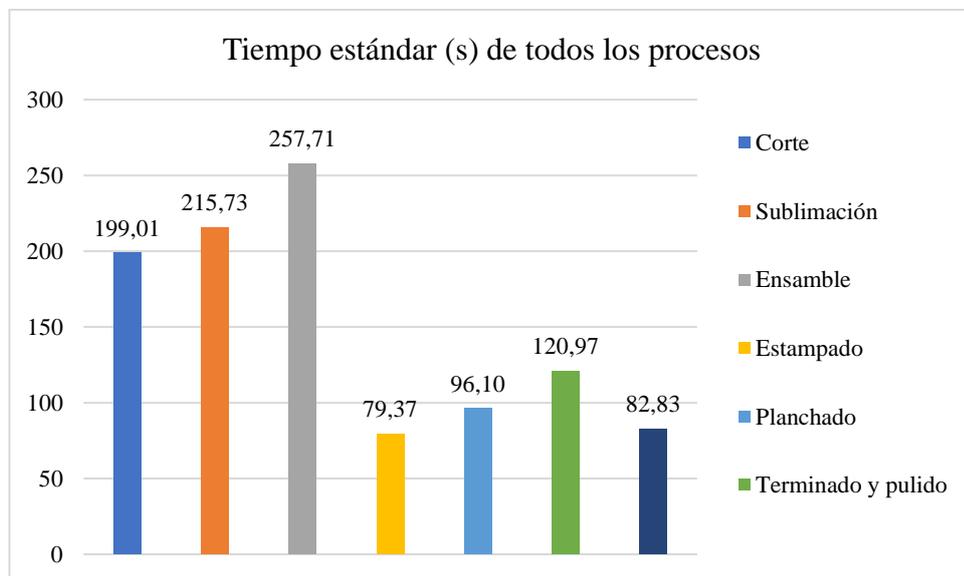


Figura 27. Tiempo estándar en segundos de cada proceso productivo

Interpretación: Como se muestra en la Figura 27, el proceso que tarda mayor tiempo en ejecutarse es el de ensamble, necesiéndose de 257,71 segundos por cada uniforme. Así mismo existen otros procesos que tardan mucho tiempo en ejecutarse como el proceso de sublimación con un tiempo de 215,73 segundos por cada uniforme y finalmente el proceso de corte con un tiempo de 199,01 segundos por cada uniforme, esto quiere decir que estos procesos son los que restringen el ritmo de producción del área de confección de la empresa. Sin embargo, el proceso más crítico es el proceso de ensamble, el cual se considera como el proceso cuello de botella.

Cálculo de la capacidad de producción

Una vez determinado el tiempo estándar de cada proceso, se procede a determinar la capacidad de producción actual para cada proceso, para lo cual se utiliza la Ecuación 10 y los resultados se muestran en la Tabla 62.

$$Cp = \frac{1}{Ts} * 3600 \quad (10)$$

Tabla 62. Cálculo de la capacidad de producción de cada proceso productivo

N°	Proceso	Tiempo estándar (s)	Cp/h (unidades)	Cp/ 7,5 h (unidades)
1	Corte	199,01	18,09	135,67
2	Sublimación	215,73	16,69	125,16
3	Ensamble	257,71	13,97	104,77
4	Estampado	79,37	45,36	340,18
5	Planchado	96,10	37,46	280,96
6	Terminado y pulido	120,97	29,76	223,20
7	Empaquetado y almacenamiento	82,83	43,46	325,97

Análisis: La Tabla 62, muestra la capacidad de producción por hora, además de la capacidad de producción obtenida en la jornada de trabajo de 7,5 horas, pues es el tiempo real que se emplea en una jornada de trabajo debido a que la empresa otorga 30 minutos de la jornada ordinaria de 8 horas para la realización de otras actividades por parte de sus trabajadores con la intención de evitar la fatiga de estos. Por otra parte, la demanda diaria que tiene la empresa es de 113 uniformes de fútbol semiprofesionales diarios, por lo tanto, se requiere comparar dicho valor con la capacidad de producción de cada proceso, para determinar aquellos denominados “cuellos de botella”

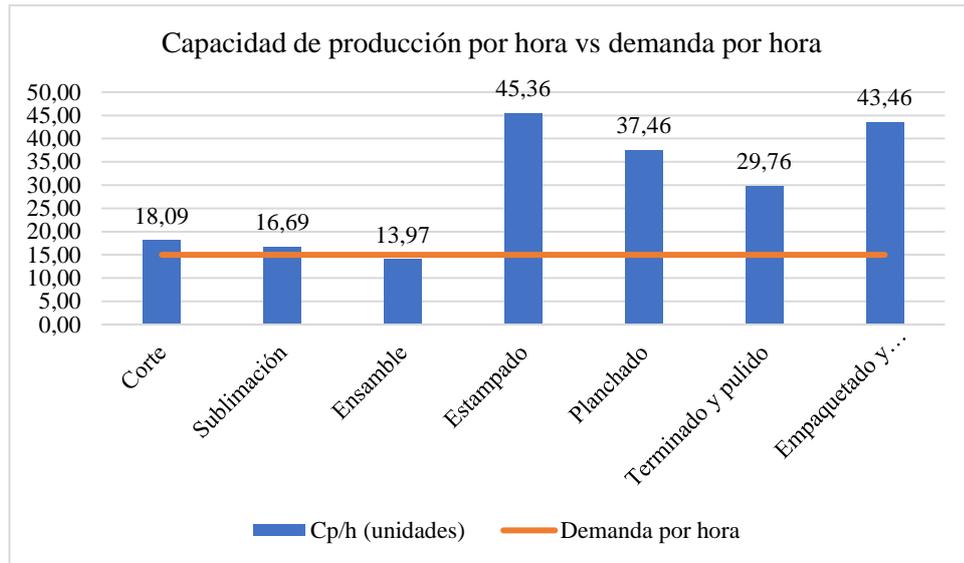


Figura 28. Capacidad de producción por hora de cada proceso productivo

Análisis: Como se evidencia en la Figura 28, todos los procesos cumplen con la demanda establecida de unidades por hora, a excepción del proceso de ensamble la cual tiene una capacidad de 14 unidades por hora, que si bien parece una diferencia poco importante, al final de la jornada laboral se tiene una deficiencia de 8 unidades respecto a la demanda diaria, por lo tanto este proceso se considera el cuello de botella del proceso productivo de confección de uniformes de fútbol semiprofesionales. A pesar de que los procesos de corte y sublimación cumplen con la demanda diaria, también se deben mejorar pues son procesos un tanto demorosos que apenas logran cumplir con la demanda establecida.

3.1.4. Identificación de desperdicios

VSM Actual

Esta herramienta de manufactura esbelta permite identificar los materiales necesarios, los tiempos de operación, los inventarios que se manejan, además de la información física y electrónica existente dentro del proceso productivo del uniforme de fútbol semiprofesional. Para la elaboración del VSM actual de la empresa BOMAN Sport es necesario describir los siguientes aspectos referentes a esta:

- La empresa es conocida a nivel nacional de manera que cuentan con clientes fijos en ámbito del fútbol profesional, además de que en los últimos años se ha impulsado el uso de redes sociales como intermediarios para llegar a más clientes.
- El abastecimiento de materia prima se realiza cada semana, pues la a empresa cuenta con inventario suficiente para ese tiempo.
- La información de la cantidad de pedidos se basa en los registros que la empresa utiliza diariamente.
- La orden de producción del día se distribuye en cada uno de los 7 procesos productivos que integran la línea de confección del uniforme de futbol semiprofesional.

Parámetros del VSM

- El área de confección de la empresa produce 113 uniformes diarios durante la jornada establecida de 7,5 horas.
- La información numérica referente a los procesos productivos como tiempo de ciclo, tiempo de cambio de partida y porcentajes de funcionamiento se basan en la interpretación de resultados obtenidos mediante la aplicación del cursograma analítico, así como del estudio de tiempos.
- Para el cálculo del tiempo de ciclo se aplica la Ecuación número 7 de la parte teórica de esta investigación el cual representa el tiempo disponible en la operación sobre la cantidad producida. A continuación, en la Tabla 63, se muestra un resumen de la información detallada.

Tabla 63. Parámetros de la empresa para la elaboración del mapa de flujo de valor

Información del área de confección de la empresa		
Criterio	Valor	
Turnos	8h	
Tiempo de descanso	30 min	
Abastecimiento de materia prima	cada semana	
Tipo de materia prima	Tela, hilos, empaques, cordones, entre otros	
Cantidad de operarios	Corte	5
	Sublimación	2
	Ensamble	5
	Estampado	6
	Planchado	1
	Terminado y pulido	3
	Empaquetado y almacenamiento	2

Valor añadido del proceso

Para la elaboración de esta herramienta, se realiza un sondeo del cursograma analítico con la finalidad de identificar aquellas actividades que proporcionan valor añadido (VA) y las que no (NVA), de manera que se tiene:

Tabla 64. Tiempos de valor añadido del proceso de confección del uniforme semiprofesional de fútbol

Tiempos de valor añadido del proceso de confección de uniformes de fútbol de tipo semiprofesional					
PRODUCTO:	Uniforme semiprofesional de fútbol	FECHA	9/11/2022		
PROCESOS	Todos	ELABORADO POR	Santiago Escobar		
MÉTODO	Actual	APROBADO POR	Ing. Franklin Tigre		
N°	Proceso	Tc(s)	VA(s)	NVA(s)	
1	Corte	199,01	109,83	89,18	
2	Sublimado	215,73	110,79	104,95	
3	Ensamble	257,71	192,07	65,64	
4	Estampado	79,37	49,75	29,62	
5	Planchado	96,1	55,97	40,13	
6	Terminado y pulido	120,97	99,15	21,82	
7	Empaquetado y almacenamiento	82,83	52,8	30,03	
TOTAL		1051,74	670,36	381,38	

Análisis: La Tabla 64, muestra el tiempo de ejecución de cada proceso, el cual se divide de tal manera que se conocen los tiempos de las actividades que agregan valor (VA) y las que no agregan valor (NVA), se considera como VA a toda operación que transforma el producto y que el cliente está dispuesto a pagar, mientras que el resto se consideran como NVA.

Inventarios en proceso

Se debe calcular el tiempo de inventario en proceso, es decir desde que llega la materia prima hasta que sale como producto terminado, dicho esto los tiempos de inventarios que la tela, hilos y empaques permanecen almacenados como materia prima es de 10 horas y el tiempo de inventario como producto terminado es de 8 horas, mientras que para la obtención de los tiempos de inventarios dentro del proceso productivo se debe dividir la cantidad de inventario o uniformes en espera entre cada proceso para la demanda por hora que son de 15 uniformes. Para ello se utiliza la Ecuación 10.

$$\text{Tiempo de inventario} = \frac{\text{Inventario del proceso}}{\text{demanda por hora}} \quad (10)$$

A continuación, se muestran los inventarios que se generan en cada proceso y el cálculo del tiempo de inventario de cada uno.

Tabla 65. Cálculo del tiempo de inventario de cada proceso productivos

Tiempo de inventario		
Proceso	Inventario (uniformes)	Tiempo de inventario(horas)
Corte	0	0,00
Sublimado	20	1,25
Ensamble	0	0,00
Estampado	40	2,50
Planchado	0	0,00
Terminado y pulido	36	2,25
Empaquetado y almacenamiento	0	0,00
TOTAL	96	6,00

Análisis: Como se evidencia en la Tabla 65, se tiene un total de 6 horas de tiempo de inventario entre los siete procesos productivos, sin embargo, se deben sumar los tiempos desde en el uniforme permanece como materia prima con un valor de 10 horas, además del tiempo de salida como producto terminado con valor de 8 horas, teniendo así un valor total de 24 horas de inventario.

Cálculo del Lead time

Para obtener el lead time del proceso productivo se debe tomar en cuenta los tiempos de VA y NVA de la Tabla 64, los cuales se suman y dan como resultado el lead time, para ello se utiliza la Ecuación 11.

$$\mathbf{Lead\ time = tiempo\ VA + tiempo\ NVA} \quad \mathbf{(11)}$$

$$\mathbf{Tiempo\ VA = 670,36\ segundos \approx 11,17\ min}$$

$$\mathbf{Tiempo\ NVA = 24\ horas \approx 1440\ minutos}$$

$$\mathbf{Lead\ time = (11,17 + 1440)minutos}$$

$$\mathbf{Lead\ time = 1451,17\ minutos}$$

Cálculo del Takt time

Para obtener el TT se debe tener en cuenta algunos datos, y de igual forma se debe hacer el uso de la Ecuación 6. El área de confección de la empresa BOMAN Sport trabaja de lunes a viernes, siendo un total de cinco días a la semana, teniendo en cuenta que cada mes tiene 30 días por lo general, trabajando por un período de ocho horas al día, y con un promedio de producción diaria de 113 uniformes, estos datos se reemplazan en la mencionada ecuación como se muestra a continuación.

$$\mathbf{Takt\ time = \frac{Tiempo\ disponible}{Demanda}}$$

$$\mathbf{Tiempo\ disponible = \frac{7,5\ horas}{dia} * \frac{3600\ segundos}{hora} * \frac{20\ dias}{mes}}$$

$$\mathbf{Tiempo\ disponible} = 540000 \frac{\textit{segundos}}{\textit{mes}}$$

El tiempo disponible dentro del área de confección de la empresa es de 540000 segundos al mes por otra parte, se requiere la demanda por el mismo período, como ya se mencionó, se confeccionan un promedio de 113 uniformes al día, esto multiplicado por los 20 días laborables al mes, resulta un promedio de 2256 uniformes.

$$\mathbf{Takt\ time} = \frac{\textit{Tiempo\ disponible}}{\textit{Demanda}}$$

$$\mathbf{Takt\ time} = \frac{540000 \frac{\textit{segundos}}{\textit{mes}}}{2256 \frac{\textit{uniformes}}{\textit{mes}}}$$

$$\mathbf{Takt\ time} = 239,36 \frac{\textit{segundos}}{\textit{uniforme}}$$

$$\mathbf{Takt\ time} = 3,98 \frac{\textit{minutos}}{\textit{uniforme}}$$

Para alcanzar los requerimientos del cliente se debe tener a consideración un ritmo de producción equivalente a 239,36 segundos por cada uniforme de fútbol semiprofesional.

Diseño del VSM Actual

A continuación, se muestra la esquematización del proceso actual con la información recolectada (tiempos en proceso, tiempos de inventario, entre otros), pero primero se requiere de ciertos elementos o simbología que representan cada parte del proceso productivo, para ello se utiliza los elementos de la Figura 4. A continuación se presenta el Mapeo de la cadena de valor (VSM).

Identificación de desperdicios

Mediante la observación directa percibida por parte del investigador, además de mantener charlas con el personal de trabajo de los diferentes procesos productivos, se procede a elaborar una matriz de identificación de desperdicios como se muestra a continuación en la Tabla 66.

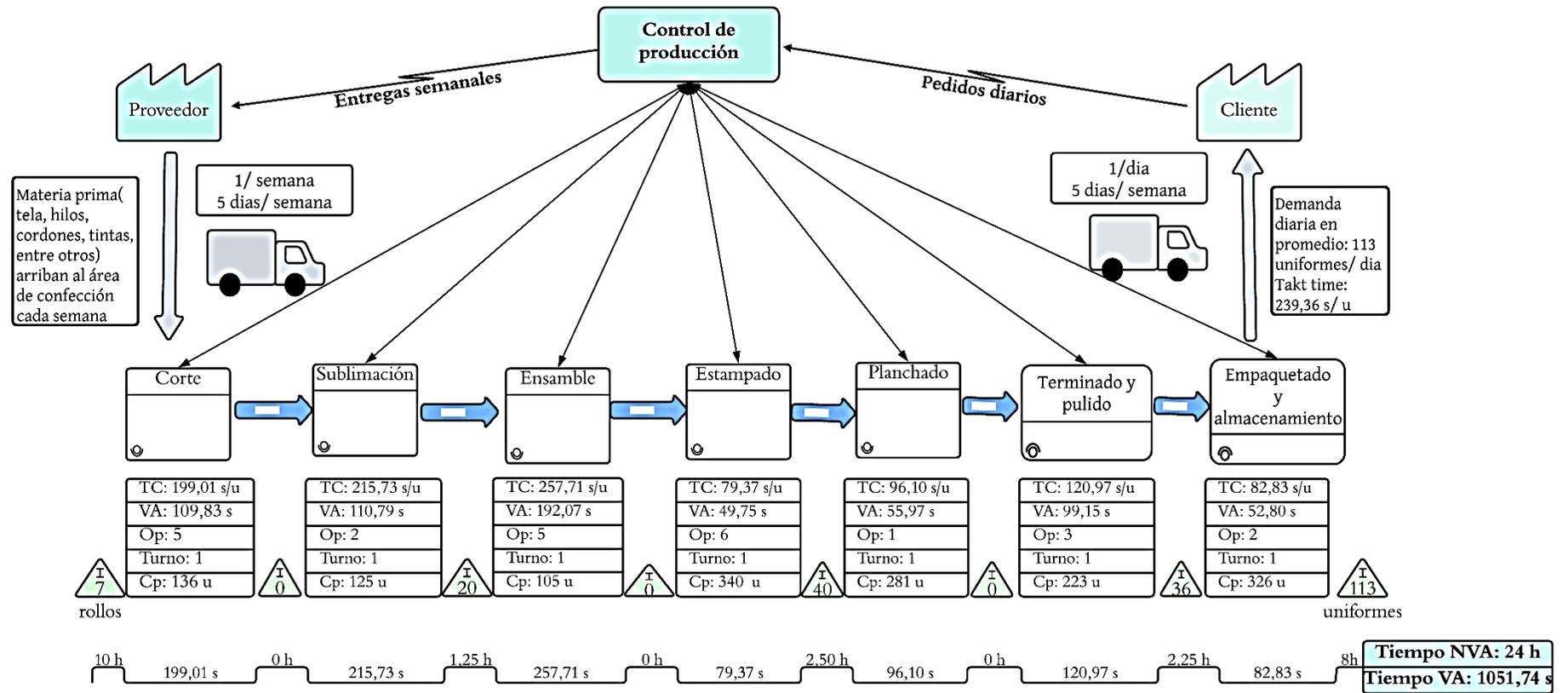


Figura 29. VSM actual del proceso productivo

Tabla 66. Matriz de identificación de desperdicios

MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE DESPERDICIOS																			
EMPRESA		BOMAN SPORT				FECHA		15/11/2022											
PROCESOS		Todos				ELABORADO POR		Santiago Escobar											
PRODUCTO		Uniforme semiprofesional de futbol				REVISADO POR		Ing. Franklin Tigre											
NÚMERO	PROCESO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Agrega Valor		No agrega valor		DESPERDICIOS								Solución				
			Necesaria	No necesaria	Necesaria	No necesaria	Sobreproducción	Espera	Transporte	Sobreprocesamiento	Inventarios	Movimientos innecesarios	Productos defectuosos	Talento personal	Energías	Reducir	Eliminar	Mejorar	
1	Corte	Transportar materia prima desde bodega (tela)			X				X								X		
2		Medir tela y cortar			X														X
3		Doblar tela en capas	X						X										X
4		Trazar el molde de espalda sobre capas			X													X	
5		Cortar espaldas	X										X						X
6		Trazar molde de frente sobre capas			X														X
7		Cortar frentes	X										X						X
8		Trazar molde de pantaloneta sobre capas			X				X										X
9		Cortar pantalonetas	X										X						X
10		Trazar molde de cuellos y mangas sobre capas			X													X	
11		Cortar mangas y cuellos	X										X						X
12		Clasificar piezas por tallas y elementos (camiseta, pantaloneta)				X			X									X	
13		Inspección de calidad de acuerdo con orden de producción			X				X										X
14		Transportar al proceso de sublimado			X					X								X	

Tabla 66. Matriz de identificación de desperdicios (continuación)

NÚMERO	PROCESO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Agrega		No agrega		DESPERDICIOS								Solución			
			Necesaria	No necesaria	Necesaria	No necesaria	Sobreproducción	Espera	Transporte	Sobreprocesamiento	Inventarios	Movimientos innecesarios	Productos defectuosos	Talento personal	Energías	Reducir	Eliminar	Mejorar
15	Sublimación	Transportar rollo de impresión desde departamento de diseño			X			X								X		
16		Acomodar rollo en máquina sublimadora				X		X				X				X		
17		Acomodar cortes de tela encima de papel de diseño			X								X					X
18		Sublimar frentes y espaldas (Imprimir diseño en la tela)	X					X					X			X		
19		Sublimar mangas	X					X								X		
20		Sublimar pantalonetas	X					X										X
21		Clasificar tallas y piezas				X						X				X		
22		Inspección de piezas posteriores (espaldas) de acuerdo con orden			X			X										X
23	Transportar piezas al proceso de ensamble			X				X							X			
24	Emsamble	Revisar piezas (espaldas, frente ,mangas, cuellos y pantalonetas) de			X					X					X			
25		Unir frente, espalda, mangas en máquina overlock	X						X		X						X	
26		Pegar cuellos	X					X										X
27		Unir piezas de pantaloneta	X						X		X					X		
28	Transportar al proceso de estampado			X				X							X			
29	Estampado	Sujetar logotipos sobre camiseta				X									X			
30		Estampar camiseta	X					X		X							X	
31		Estampar pantaloneta	X					X		X							X	
32		Clasificar piezas por tallas y elementos			X			X										X
33		Transportar piezas al proceso de planchado			X				X			X				X		

Tabla 66. Matriz de identificación de desperdicios (continuación 1)

NÚMERO	PROCESO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Agrega		No agrega		DESPERDICIOS								Solución				
			Necesaria	No necesaria	Necesaria	No necesaria	Sobreproducción	Espera	Transporte	Sobreprocesamiento	Inventarios	Movimientos innecesarios	Productos defectuosos	Talento personal	Energías	Reducir	Eliminar	Mejorar	
34	Planchado	Revisar piezas (camisetas y pantalonetas de acuerdo con orden de				X		X										X	
35		Planchar camiseta	X					X										X	
36		Planchar pantaloneta	X					X										X	
37		Clasificar por tallas y elementos			X			X									X		
38		Transportar al proceso de terminado y pulido			X				X							X			
39	Terminado y Pulido	Cortar hilos excedentes en camisetas	X						X			X			X				
40		Colocar cordones en pantalonetas	X					X										X	
41		Cortar hilos excedentes en pantalonetas	X							X			X			X			
42		Transportar al proceso de empaquetado			X				X							X			
43	Empacado y Almacenamiento	Doblar camisetas	X									X						X	
44		Doblar pantalonetas	X									X						X	
45		Clasificar elementos (camisetas y pantalonetas) por tallas			X			X											X
46		Empacar camiseta, pantaloneta y polines en funda transparente	X					X											X
47		Agrupar por lotes según orden de producción			X							X							X
48		Almacenamiento			X							X				X			

Los desperdicios ocasionados por parte de las actividades que integran el proceso de confección de uniformes de futbol semiprofesionales se muestran a continuación en la Tabla 67.

Tabla 67. Resumen de desperdicios

Desperdicio	Cantidad	%
Esperas	21	40,38
Transporte	7	13,46
Sobre procesamiento	4	7,69
Inventarios	5	9,62
Movimientos	11	21,15
Producto defectuoso	4	7,69
TOTAL	52	100

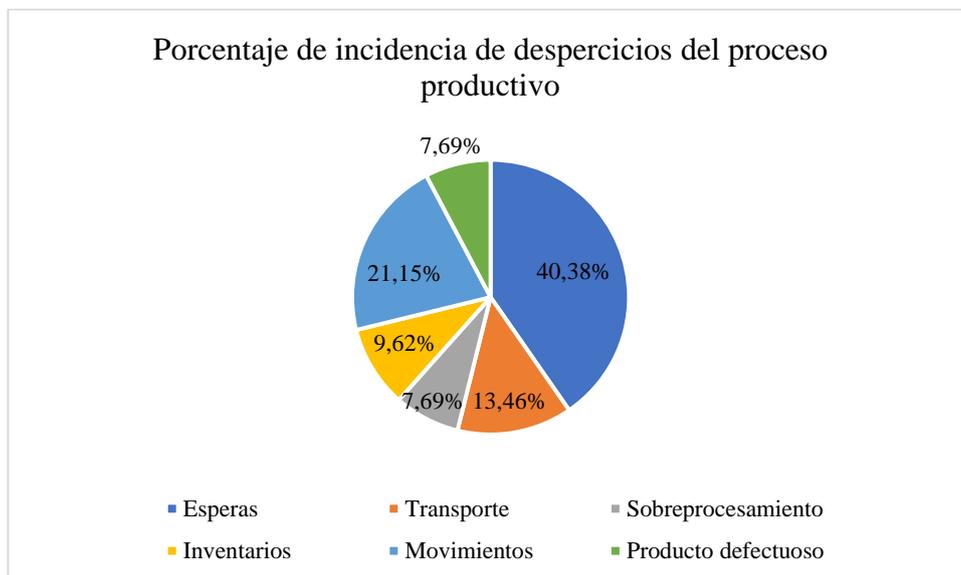


Figura 30. Porcentaje de incidencia de desperdicios del proceso productivo

Análisis: Se han identificado un total de 52 desperdicios dentro de todo el proceso productivo de confección de uniformes de futbol semiprofesionales, donde el 21,15 % corresponden a esperas, el 13,46 % corresponde a transportes innecesarios, el 7,69 % corresponde a sobre procesamientos, 9,62 % de inventarios, el 21,15 % de movimientos innecesarios y el 7,69 % de productos defectuosos. Una vez identificados los desperdicios del proceso, se ilustran en el mapa de flujo de valor.

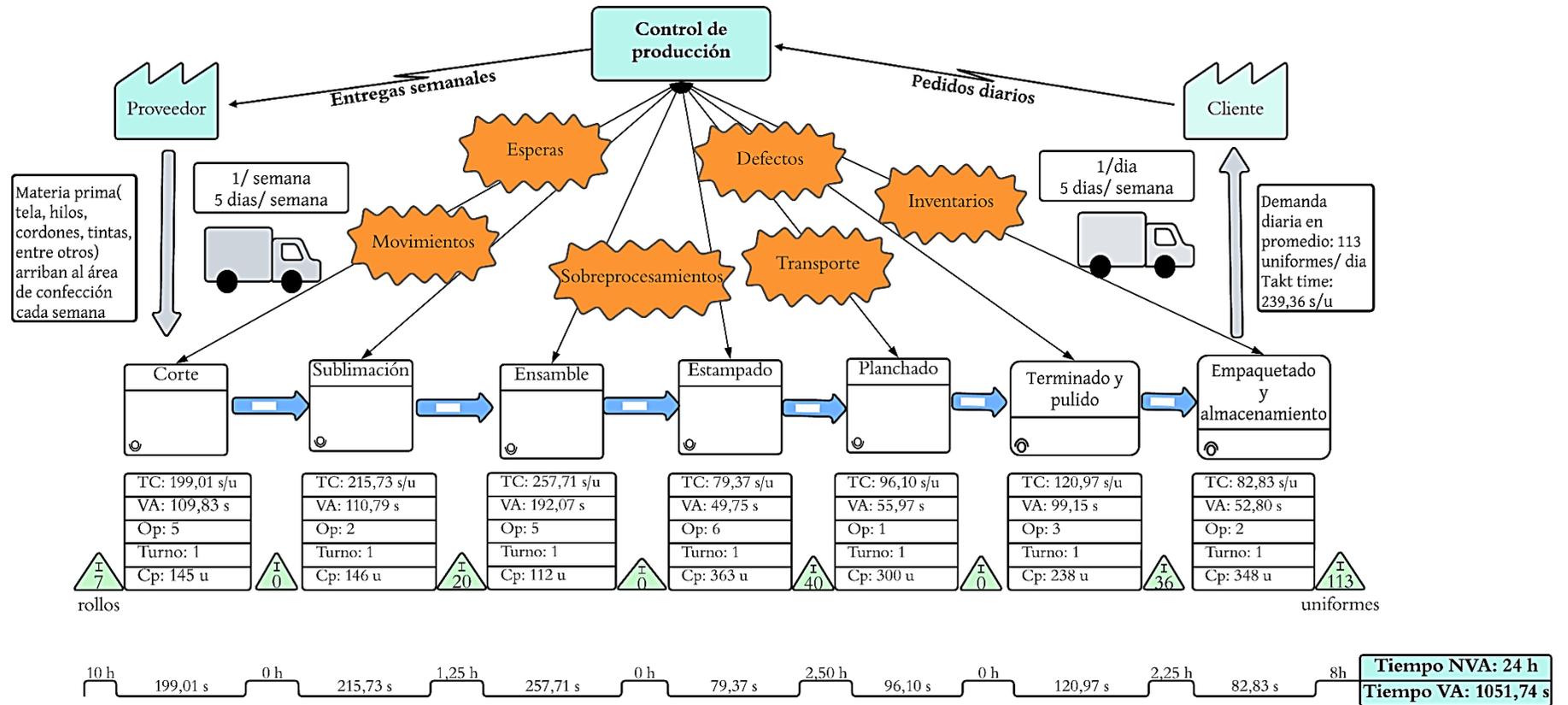


Figura 31. Identificación de desperdicios en el VSM del proceso actual

Análisis del VSM Actual

Como se evidencia en la Figura 31, se muestran los desperdicios existentes en el proceso productivo de confección de uniformes de fútbol semiprofesionales, de manera que se han identificado a las esperas, inventarios, defectos, transportes, sobreprocesamientos y movimientos innecesarios como los principales desperdicios.

Por otra parte, dicho proceso productivo es continuo, es decir que cada proceso depende del anterior, por lo que, si se genera un desperdicio en cualquiera de estos, también se generaran en los procesos siguientes. Por ejemplo, en el proceso de corte existen movimientos innecesarios ocasionadas por la por la falta de orden del espacio físico donde se realizan las actividades de dicho proceso, lo que a la vez incide en el proceso de sublimación, provocando que el proceso productivo actual presente deficiencias.

Una vez determinados dichos desperdicios se requieren determinar aquellos con mayor impacto dentro de todo proceso productivo de confección de uniformes de fútbol semiprofesionales, para ello se hace uso del análisis ABC como se muestra a en la Tabla 68. Para empezar con el método se ordenan los datos obtenidos de la Tabla 66, de acuerdo con esto se ordenan de forma descendente los tipos de desperdicios con la frecuencia que se producen dentro del proceso productivo.

Tabla 68. Datos de desperdicios identificados

Desperdicio identificado	Frecuencia (semanal)	F. acumulada	%	% acumulado
Esperas	21	21	40,38	40,38
Movimientos	11	32	21,15	61,54
Transporte	7	39	13,46	75,00
Inventarios	5	44	9,62	84,62
Sobreprocesamiento	4	48	7,69	92,31
Defectos	4	52	7,69	100,00
TOTAL	52		100,00	

Luego se debe calcular las frecuencias acumuladas, el porcentaje que representa cada desperdicio, y finalmente la frecuencia acumulada de los porcentajes, con estos datos se puede obtener los desperdicios de mayor impacto dentro del proceso productivo de confección de uniformes, como se evidencia a continuación en la Figura 32.

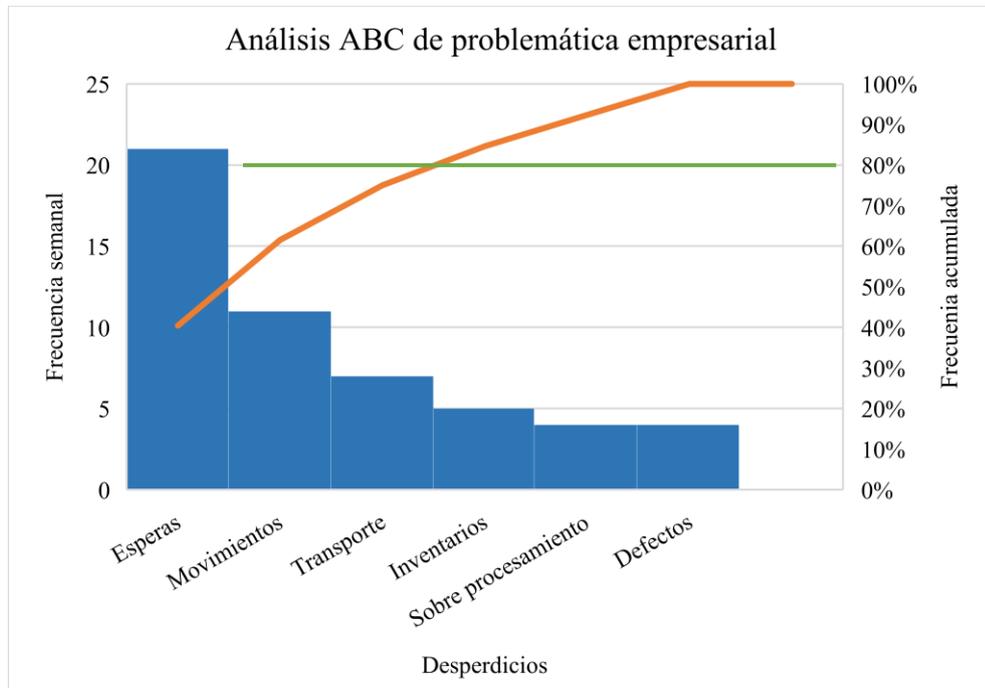


Figura 32. Análisis ABC de la problemática empresarial

Análisis: Dentro del 80% se encuentran 3 tipos de desperdicios que generan mayor impacto en la línea de confección de uniformes de fútbol semiprofesionales, esto quiere decir que se debe poner mayor énfasis a este tipo de desperdicios:

- Esperas
- Movimientos
- Transporte

Una vez encontrados los desperdicios de mayor impacto en la línea de confección de uniformes, se realiza un análisis de las causas que producen estos desperdicios, para ello se utiliza el diagrama de Ishikawa como se muestran en las Figuras 33, 34 y 35 respectivamente.

Esperas

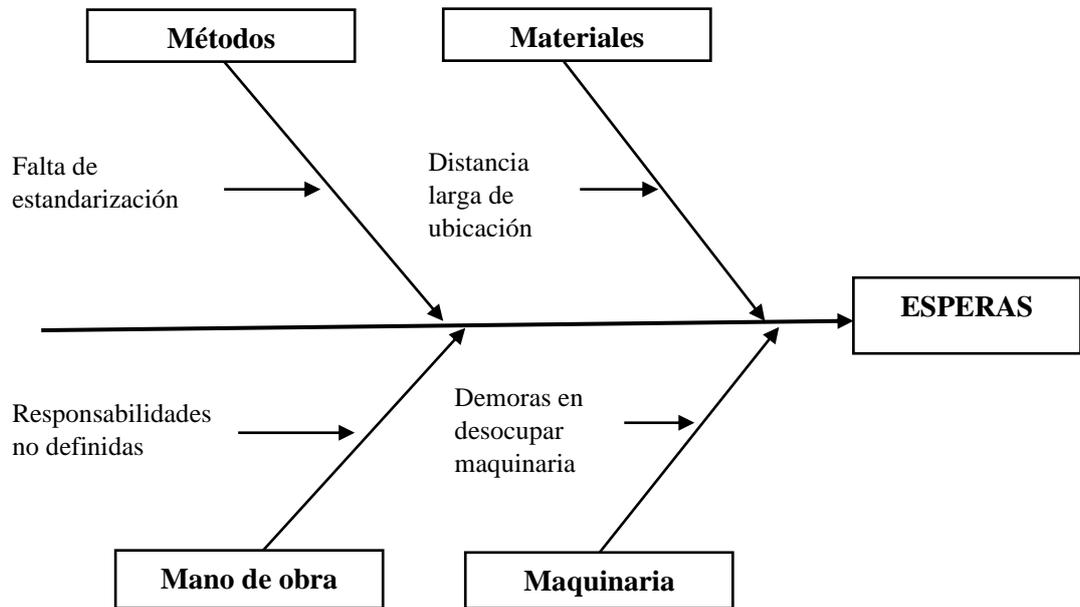


Figura 33. Diagrama causa- efecto del desperdicio "Esperas"

Movimientos

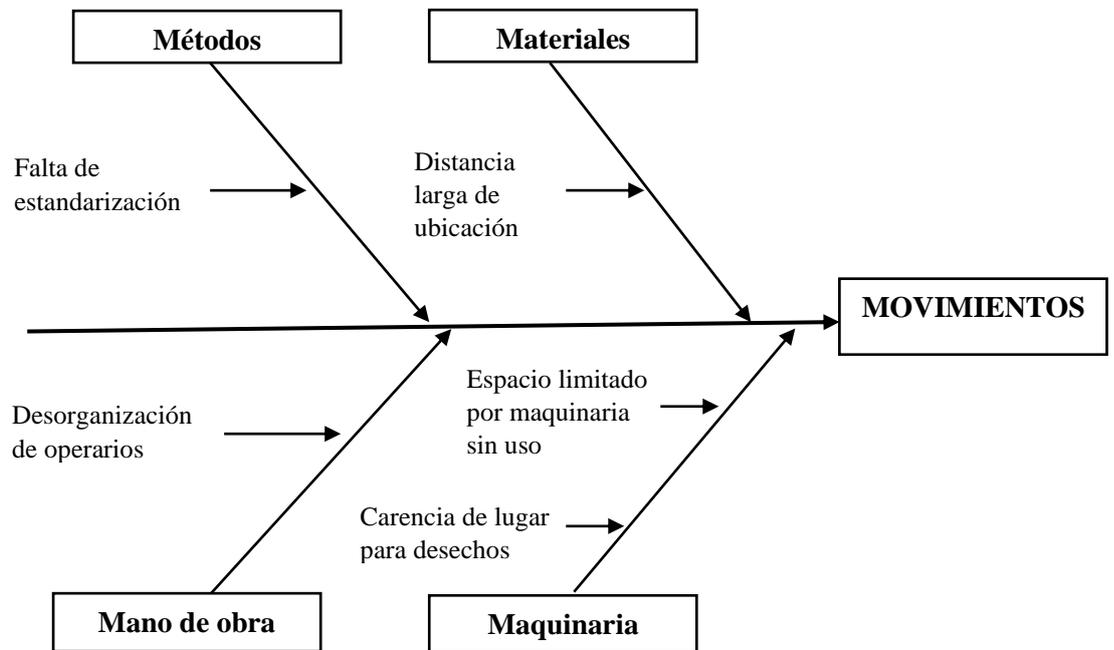


Figura 34. Diagrama causa- efecto del desperdicio "Movimientos"

Transporte

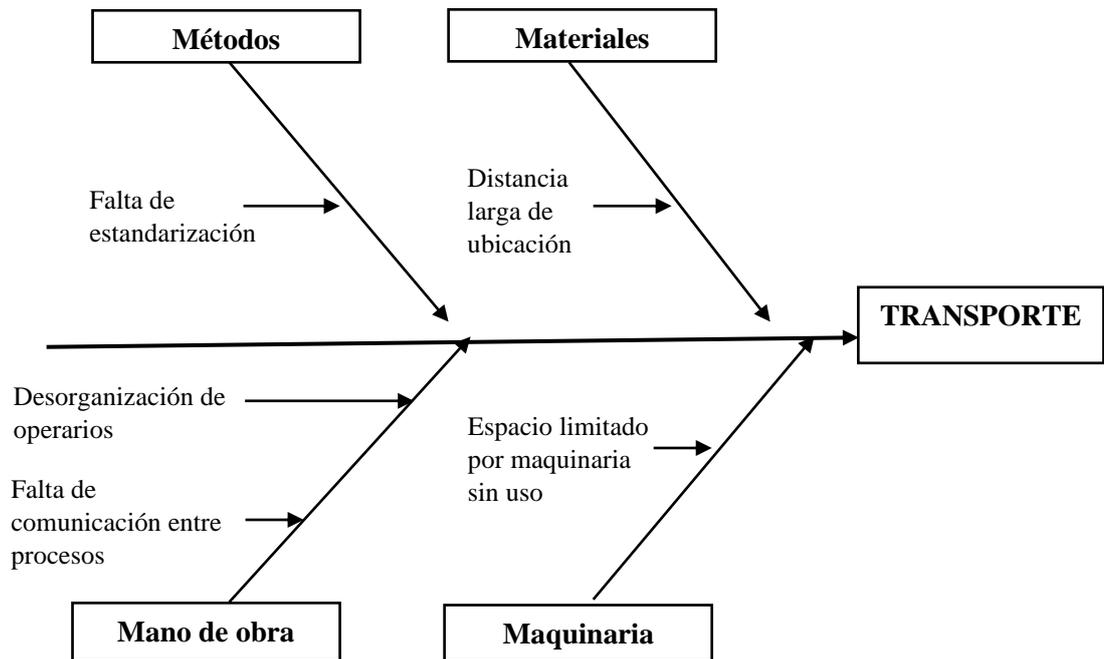


Figura 35. Diagrama causa- efecto del desperdicio " Transporte"

Espera o demora

De acuerdo con el VSM de la situación actual de la empresa se tiene un Lead Time, o tiempo sin valor agregado de 24 horas y un tiempo de ciclo o de valor agregado de 670,36 segundos. Esto indica que se necesitan 1051,74 segundos para confeccionar un uniforme de fútbol, de los cuales 381,38 segundos corresponden a actividades que no agregar valor como: inspecciones, conteo de piezas, transportes de material, entre otros, además de que se necesitan de 24 horas hasta que el producto final sea entregado al cliente.



Figura 36. Desperdicio esperas en proceso productivo

Movimientos

Esta muda es visible en todo el proceso productivo de confección de uniformes, pues en cada uno de los procesos existe desorden, lo cual dificulta el correcto desempeño de las actividades que se realizan, haciendo que los operarios tengan que realizar movimientos innecesarios, uno de los más visibles de acuerdo con la apreciación del investigador es al momento de transportar un material, porque se suelen encontrar con espacios estrechos donde se acumulan residuos de material y como consecuencia el operario ocasiona esta muda.



Figura 37. Desperdicio movimientos en el proceso productivo

Transporte

Todos los procesos están localizados unos cerca de otros, a excepción de la distancia que existe entre los procesos de ensamble – estampado y estampado – planchado. Por otra parte, la incidencia del desorden ocasiona que se generen transportes innecesarios en actividades que involucren la movilidad de operarios o del producto en proceso.



Figura 38. Desperdicio transportes en el proceso productivo

Nota: Los desperdicios referentes a inventarios, defectos y sobreprocesamientos aparecen con poca incidencia dentro del proceso productivo de confección de uniformes, en cuanto a los inventarios, se tiene que estos se originan a partir de la aparición de esperas en el proceso, es decir que mantienen una relación directamente proporcional, por lo cual se debe poner mayor énfasis en dicho desperdicio. En cuanto a los desperdicios relacionados a sobreprocesamientos se tiene que estos ocurren muy rara vez principalmente en el proceso de ensamble.

Por otra parte, son pocos los productos defectuosos que se identifican principalmente en el proceso de terminado y pulido, pues en cada uno de los procesos anteriores se realizan inspecciones que ayudan a reducir la ocurrencia de este desperdicio. Una vez analizadas las causas de cada problema encontrado, en la Tabla 69, se muestra el porcentaje del daño que genera cada uno.

Tabla 69. Porcentaje de daño de desperdicios identificados

N°	Desperdicio	Causas	Porcentaje de daño
1	Esperas	Falta de estandarización	40,38%
		Distancia larga de ubicación de materiales	
		Responsabilidades no definidas de operarios	
		Demoras en desocupar maquinaria	
2	Movimientos	Falta de estandarización	21,15%
		Distancia larga de ubicación de materiales	
		Desorganización de operarios	
		Carencia de lugar para desechos	
		Espacio limitado por maquinaria sin uso	
3	Transportes	Falta de estandarización	13,46%
		Distancia larga de ubicación de materiales	
		Desorganización de operarios	
		Falta de comunicación entre procesos	
		Espacio limitado por maquinaria sin uso	

Indicadores de la situación actual del proceso

Los indicadores de un proyecto son herramientas que permiten identificar la situación actual del proceso y la situación mejorada luego de establecer una propuesta, de esta forma, a continuación, se plantean indicadores de forma general del seguimiento del proyecto.

Ratio de valor agregado

Este indicador permite conocer el tiempo en el que el uniforme de futbol semiprofesional permanece dentro del área de confección en actividades que agregan valor, así como de las que no lo hacen. Para determinar este valor se utiliza la relación entre las actividades VA sobre las NVA, como se muestra a continuación.

$$RVA = \frac{\text{Tiempo de valor agregado}}{\text{Tiempo de valor no agregado}}$$

Los tiempos que agregan valor al proceso (VA) y los que no agregan valor (NVA) se calcularon con anterioridad y se encuentran visibles en la Tabla 64, finalmente se aplica la siguiente ecuación.

Tiempo VA (Valor agregado) = 670,36 segundos

Tiempo NVA (Valor no agregado) = 381,38 segundos

$$RVA = \frac{670,36 \text{ segundos}}{381,38 \text{ segundos}}$$

$$RVA = 1,75$$

El valor obtenido es mayor a 1, lo cual denota que el producto permanece la mayor parte del tiempo dentro de actividades que agregan valor (operaciones).

Ratio de operación por tiempo

Este indicador tiene la finalidad de indicar el porcentaje en el que el uniforme de fútbol semiprofesional permanece en operación, es decir el tiempo de las actividades que agregan valor, y a la vez conocer el porcentaje de las actividades que no agregan valor, para ello se requiere la información presentada en la Tabla 64, además de emplear la ecuación 4, de manera que:

$$\text{Ratio de operación} = \frac{\text{tiempo de operación}}{\text{Tiempo total}}$$

$$\text{Ratio de operación} = \frac{670,36 \text{ segundos}}{1051,74 \text{ segundos}} * 100\%$$

$$\text{Ratio de operación} = 63,74\%$$

Análisis: Esto quiere decir que el uniforme semiprofesional de fútbol permanece el 63,74 % del tiempo total en operación, donde el 36,26 % representa a los desperdicios. Por otro lado, este indicador también representa el porcentaje de actividades que no agregan valor al producto, para ello se utiliza la Ecuación 5, de manera que:

$$\text{Ratio de operación} = \frac{\text{Operaciones}}{\text{Total de actividades}}$$

$$\text{Ratio de operación} = \frac{35}{48} * 100\%$$

$$\text{Ratio de operación} = 72,91 \%$$

Análisis: Este porcentaje corresponde a las operaciones que transforman el producto y por lo que el cliente estaría dispuesto a pagar, siendo el resto del porcentaje las actividades que no agregar valor al proceso.

Productividad Actual

Para determinar la productividad actual del área de confección de la empresa BOMAN Sport se requiere determinar los factores pertinentes para efectuar el cálculo, entre estos: mano de obra directa e indirecta, insumos y energía con respecto a las entradas mientras que por parte de las salidas se toma en cuenta a la venta mensual del uniforme semiprofesional de fútbol el mismo que tiene un precio de 22 dólares por uniforme y al mes se venden la misma cantidad que la demanda diaria mencionada con anterioridad, es decir 2256 uniformes al mes, debido a que la empresa produce bajo pedido. A continuación, se detallan las entradas existentes para dicho cálculo.

- **Mano de obra:** Se toma en cuenta a los 24 operarios dentro del área de confección del uniforme semiprofesional de fútbol, de los cuales 19 de ellos perciben un sueldo de \$425 definido por el Ministerio de Trabajo Ecuatoriano, mientras que los 5 operarios restantes perciben un sueldo de \$ 475 mensuales.
- **Mano de obra indirecta:** Se toma en cuenta a 2 trabajadores que desempeñan funciones de control de producción dentro del área de confección y que perciben un sueldo de \$ 650 mensuales, por otra parte, se requiere de servicios de mantenimiento de instalaciones y maquinaria en la que se gasta \$ 500 al mes aproximadamente.
- **Insumos:** El abastecimiento de los insumos mostrados en la Figura 31, se realiza cada semana, el mismo que cubre la demanda semanal de 564 unidades y el precio estimado es de \$ 1145 por semana, es decir que al mes se gastan \$ 4580 para cubrir la demanda de 2256 uniformes semiprofesionales de fútbol.
- **Energía:** De acuerdo con planillas de que la empresa posee se gastan en promedio \$ 460 mensuales.

Dicho esto, se realiza el respectivo cálculo mediante la Ecuación 1.

$$Productividad\ global = \frac{Salidas}{Entradas}$$

$$Productividad\ global = \frac{Ventas\ mensuales}{mano\ de\ obra + m.o\ indirecta + insumos + energía\ eléctrica}$$

$$Productividad\ global = \frac{\$ 49632}{\$ 10450 + \$ 1800 + \$ 4580 + \$ 460}$$

$$Productividad\ global = 2,87$$

Análisis: Si el resultado obtenido es mayor que 1, se considera que la productividad es buena y en este caso se tiene que por cada dólar de inversión se generan 2,87 dólares de ganancia.

3.1.5. Selección de herramientas de manufactura esbelta

Para determinar las herramientas de manufactura esbelta adecuadas en el tratamiento de la problemática detectada se debe empezar por conocer la relación que tiene cada una de estas con los desperdicios identificados. Dicho esto, en la tabla 70 se muestra la mencionada relación.

Tabla 70. Relación de desperdicios y herramientas de manufactura esbelta

Desperdicios	Herramientas de manufactura esbelta	Beneficios
Esperas	5S	Ahorra recursos Optimiza las actividades
	Estandarización	Uso eficiente de recursos disponibles
	SMED	Entregas más rápidas
Movimientos	5S	Se consigue mayor organización
	Kanban	Reduce la acumulación de trabajo
	Control visual	Mejor planificación de trabajo Mayor tiempo de respuesta
Transporte	Estandarización	Mejora el compromiso de las partes interesadas
	Kanban	Mejor distribución de tareas
	Control visual	Mayor control

Como se evidencia en la Tabla 70, existen varias herramientas que pueden ser aplicadas para el mismo desperdicio, pero no todas generan el mismo efecto para ello

se realiza una matriz de asignación de herramientas de manufactura esbelta, visible en la Tabla 71, la misma que permita definir que herramienta está más acorde con el desperdicio existente dentro de la empresa BOMAN Sport y así pueda ayudar a minimizar, reducir o eliminar el desperdicio.

En cada desperdicio se puede aplicar varias herramientas de manufactura esbelta, se debe aplicar un estudio cuanti-cualitativo, para determinar que herramienta es la más adecuada para ello se aplica el método de proceso analítico jerárquico. Este método permite comparar entre dos o más alternativas, a la mejor opción por medio de criterios establecidos por la empresa, obteniendo como resultado la mejor alternativa.

Tabla 71. Matriz de asignación de herramientas de manufactura esbelta

N°	Proceso	Desperdicio	Causa	Herramientas
1	Corte	Movimientos	Falta de estandarización	Control visual
			Carencia de lugar para desechos	Control visual
			Acumulación de residuos de materia prima	5S
		Esperas	Larga distancia de ubicación de materiales	Estandarización
			Demoras en desocupar cortadora industrial	SMED
2	Sublimación	Movimientos	Carencia de lugar para desechos	Control visual
			Acumulación de residuos de materia prima	5S
		Esperas	Producto estancado debido al ritmo de producción de este proceso	Kanban y control visual
3	Ensamble	Transporte	Larga distancia de proceso posterior	Estandarización
		Esperas	Producto estancado debido al ritmo de producción de este proceso	Kanban y control visual
		Movimientos	Desorden en puesto de trabajo	5S
4	Estampado	Transporte	Larga distancia de proceso posterior	Estandarización
		Movimientos	Espacio limitado por maquinaria sin uso	5S
			Máquina estampadora con averías	5S y control visual
Esperas	Producto estancado	Kanban y control visual		
5	Planchado	Movimientos	Espacio limitado por acumulación de objetos ajenos a este proceso	5S
6	Terminado y pulido	Esperas	Producto estancado	Kanban y control visual
7	Empaquetado y almacenamiento	Esperas	Producto estancado	Kanban y control visual

Proceso analítico jerárquico (AHP)

Como se evidenció con anterioridad se puede hacer uso de diferentes herramientas de manufactura esbelta para el tratamiento de los desperdicios identificados. Sin embargo, se requiere encontrar la mejor opción de solución por cada uno de estos, teniendo en cuenta diversos factores que van de acuerdo con la realidad de la empresa BOMAN Sport, para ello se utiliza el software Super decisions en su versión 3.2 para determinar la mejor alternativa de solución a cada uno de los desperdicios identificados.

Elección de herramienta de manufactura esbelta para tratamiento de Esperas

Paso 1: Elaboración del árbol jerárquico

Como punto de partida se debe establecer el objetivo de estudio , criterios de evaluación y las posibles alternativas de solución, para ello se ha trabajado a la par del jefe de producción, para determinar los criterios de evaluación deseables por parte de la empresa, así como ponderaciones basadas en la escala de Saaty visible en la Tabla 1, todo esto de acuerdo con la situación actual de esta. teniendo asi lo que se evidencia en la Figura 39.

Objetivo: Elección de herramientas de manufactura esbelta para el desperdicio “Esperas”

Criterios

- Criterio 1: Impacto de la herramienta
- Criterio 2: Facilidad de implementación
- Criterio 3: Costos de implementación
- Criterio 4: Capacitación del personal

Cabe recalcar que los criterios propuestos son de forma general, por lo tanto se deben utilizar los mismos criterios, para el tratamiento del resto de desperdicios.

Alternativas

- Alternativa 1: 5S
- Alternativa 2: SMED
- Alternativa 3: Estandarización

Finalmente se procede a diagramar el árbol jerárquico, tanto en un esquema conceptual así como en el software Super decisions, como se muestra en la Figura 39.

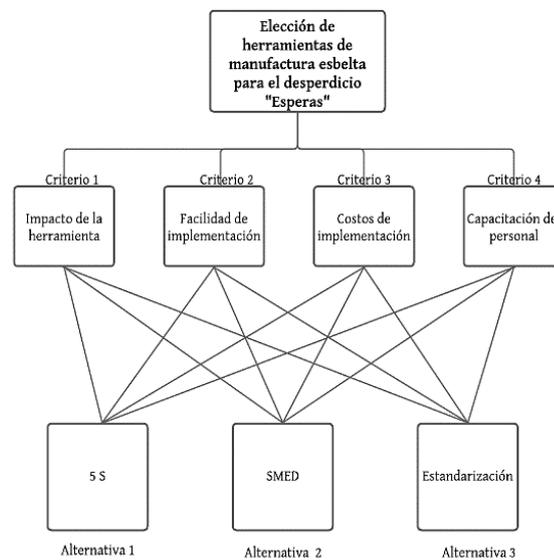


Figura 39. Elaboración de árbol jerárquico

Paso 2: Elaboración de matriz de criterios

Una vez que se ha planteado el árbol jerárquico, se procede a determinar la importancia de cada uno de los criterios, para ello se emplean los valores de la escala de ponderación de criterios de la Tabla 1, de la parte investigativa, de manera que se tiene:

Tabla 72. Matriz de evaluación de criterios, método AHP

Matriz de criterios				
Empresa:	BOMAN Sport		Elaborado por:	Santiago Escobar
Desperdicio:	Esperas		Revisado por:	Jefe de producción
AHP	Impacto de la herramienta	Facilidad de implementación	Costos de implementación	Capacitación del personal
Impacto de la herramienta	1	3	1	5
Facilidad de implementación	1/3	1	1/3	1
Costos de implementación	1	3	1	5
Capacitación del personal	1/5	1	1/5	1

Una vez establecidos los valores de ponderación, se procede a insertar dichos valores en software con la intención de reconocer los criterios con mayor impacto, teniendo así:



Figura 40. Evaluación de criterios en software "Super decisions"

Interpretación: Se tiene que los dos criterios más importantes para la elección de herramientas de manufactura esbelta son el impacto y el costo de implementación, ambos tienen un porcentaje de 39,61%, por consiguiente, la elección de la herramienta de manufactura esbelta a elegir depende en gran medida de ambos criterios.

Nota: El paso número dos se mantiene constante, en el proceso de elección de herramientas de manufactura esbelta para los desperdicios restantes, pues los criterios propuestos se ajustan a las necesidades actuales del área de confección de la empresa BOMAN Sport.

Paso 3: Elaboración de matriz de criterios vs alternativas

A continuación, se debe evaluar cada uno de los criterios de evaluación, junto con todas las alternativas de solución, para ello se sigue un proceso similar al anterior. Es decir, primero se ponderan los valores de forma manual y después se determina el valor de cada uno mediante el software.

Tabla 73. Matriz de evaluación de criterio 1 vs alternativas propuestas

Criterio 1: Impacto de la herramienta			
AHP	5S	SMED	Estandarización
5S	1/1	5	7
SMED	1/5	1/1	2
Estandarización	1/7	1/2	1/1



Figura 41. Evaluación de criterio 1 vs alternativas propuestas

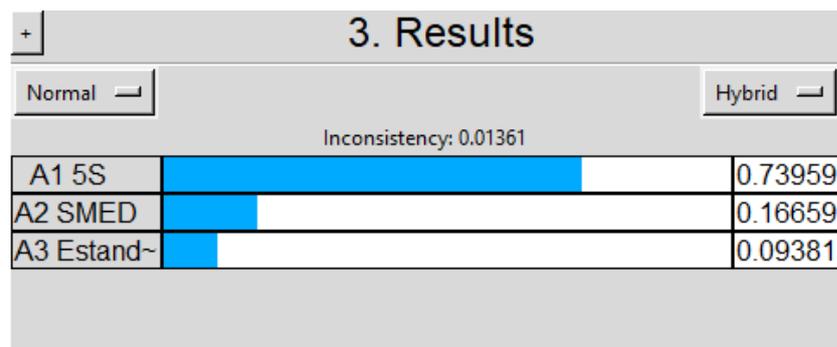


Figura 42. Resultado de evaluación de criterio 1

Interpretación: Se tiene que al momento de evaluar el criterio 1 (impacto de la herramienta) la mejor alternativa es la utilización de la herramienta 5S

Tabla 74. Matriz de evaluación de criterio 2 vs alternativas propuestas

Criterio 2: Facilidad de implementación			
AHP	5S	SMED	Estandarización
5S	1/1	1/2	1/2
SMED	2	1/1	1
Estandarización	2	1	1/1



Figura 43. Evaluación de criterio 2 vs alternativas propuestas

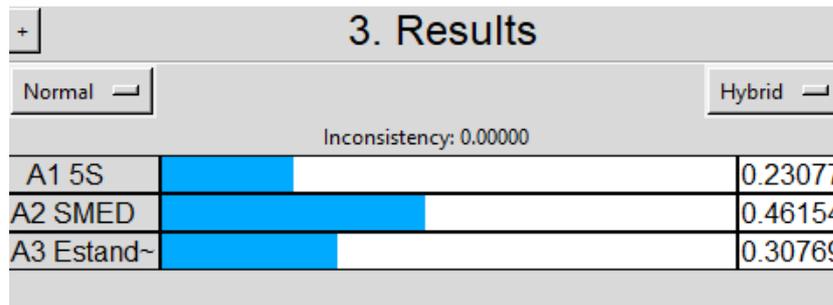


Figura 44. Resultado de evaluación de criterio 2

Interpretación: Para el caso de criterio dos, se tiene que la mejor alternativa es la herramienta SMED

Tabla 75. Matriz de evaluación de criterio 3 vs alternativas propuestas

Criterio 3: Costos de implementación			
AHP	5S	SMED	Estandarización
5S	1/1	3	1
SMED	1/3	1/1	2
Estandarización	1	1/2	1/1



Figura 45. Evaluación de criterio 3 vs alternativas propuestas

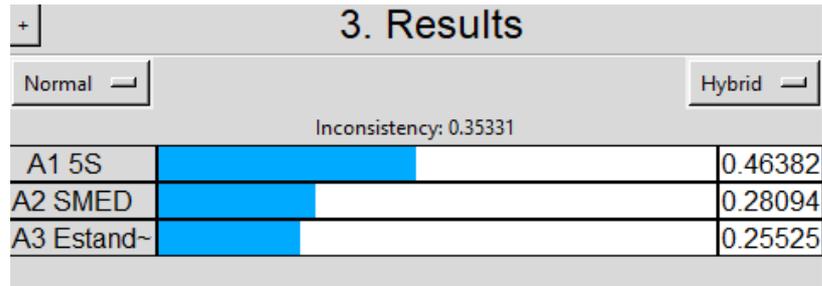


Figura 46. Resultado de evaluación de criterio 3

Interpretación: Al evaluarse el tercer criterio (Costo de implementación) se tiene que la mejor alternativa es la herramienta 5S.

Tabla 76. Matriz de evaluación de criterio 4 vs alternativas propuestas

Criterio 4: Capacitación del personal			
AHP	5S	SMED	Estandarización
5S	1/1	3	3
SMED	1/3	1/1	1
Estandarización	1/3	1	1/1

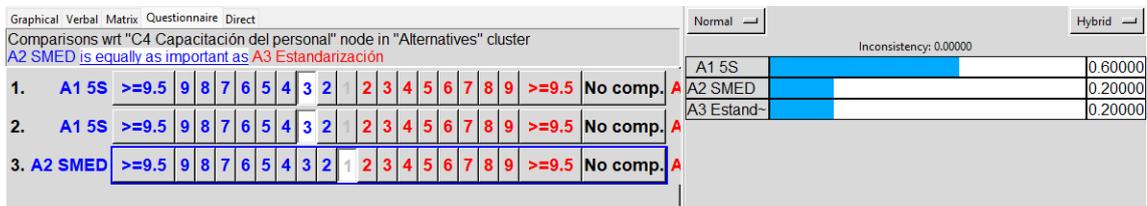


Figura 47. Evaluación de criterio 4 vs alternativas propuestas

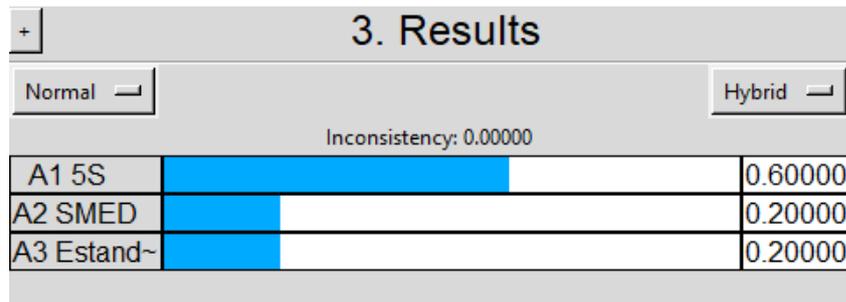


Figura 48. Resultado de evaluación de criterio 4

Interpretación: Al evaluarse el criterio número cuatro, se tiene que la mejor alternativa es la herramienta 5S.

Paso 4: Comparación de criterios vs alternativas

Una vez que se ha realizado el paso 3, se procede a sintetizar los resultados, para ello se da click en la opción “Syntetize” que se encuentra en el menú “ Computatios”, de manera que se determina a la alternativa mas conveniente, para la corrección del desperdicio “ esperas”, teniendo asi:

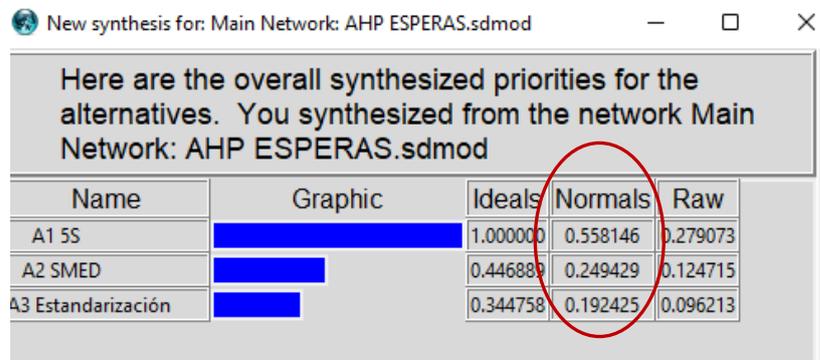


Figura 49. Resultado final del método AHP para el desperdicio ESPERAS

Interpretación: Los resultados obtenidos indican que la mejor alternativa para el tratamiento del desperdicio “Esperas” según cada uno de los cuatro criterios, es la herramienta 5S con el 55,81 % de favorecimiento, por lo tanto, es una de las herramientas que se debe emplear en la elaboración de la propuesta de mejora. Bajo este mismo procedimiento se determinan las herramientas que se deben emplear en los desperdicios de movimientos innecesarios y transportes, como se muestran a continuación en las Figuras 50 y 51.

Elección de herramienta de manufactura esbelta para tratamiento de movimientos

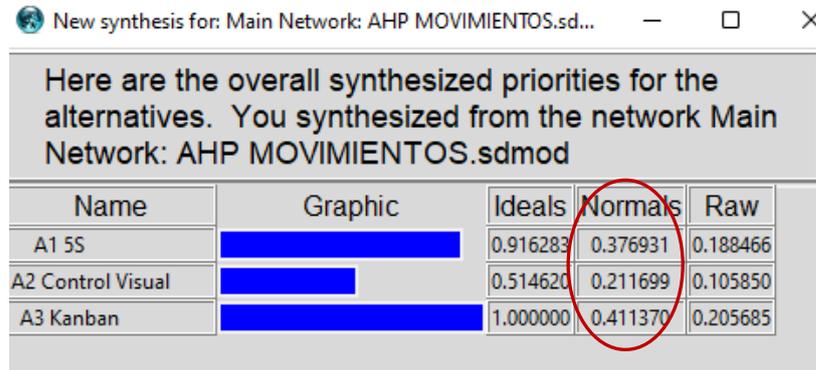


Figura 50. Resultado final del método AHP para el desperdicio MOVIMIENTOS

Interpretación: Los resultados obtenidos indican que la mejor alternativa para el tratamiento del desperdicio “movimientos innecesarios” según cada uno de los cuatro criterios, es la herramienta Kanban con el 41,13 % de favorecimiento, por lo tanto, es una de las herramientas que se debe emplear en la elaboración de la propuesta de mejora.

Elección de herramienta de manufactura esbelta para tratamiento de transportes

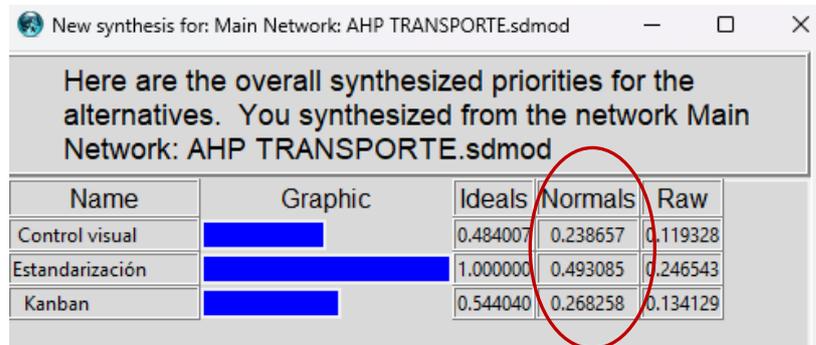


Figura 51. Resultado final del método AHP para el desperdicio TRANSPORTE

Interpretación: Los resultados obtenidos indican que la mejor alternativa para el tratamiento del desperdicio “Transportes” según cada uno de los cuatro criterios, es la herramienta Estandarización con el 49,30 % de favorecimiento, por lo tanto, es una de la herramienta que se debe emplear en la elaboración de la propuesta de mejora.

3.1.6. Propuesta de mejora

Con base a lo expuesto con anterioridad se procede a elaborar la propuesta de mejora con las herramientas de manufactura esbelta seleccionadas (5S, Kanban y Estandarización), con la finalidad de proponer un mejoramiento del proceso productivo actual.

Metodología 5S

La utilización de la metodología 5S permite reducir el desperdicio de esperas, además de repercutir de forma significativa en la reducción de movimientos innecesarios, donde la finalidad es establecer condiciones de trabajo adecuadas con espacios limpios y organizados dentro del proceso productivo de la confección de uniformes de futbol semiprofesionales. Dicha metodología representa uno de los pilares fundamentales de la manufactura esbelta, por lo tanto, es la primera herramienta que debe emplear. Para el empezar con esta metodología se deben tener en cuenta algunos aspectos importantes dentro de la organización.

- La gerencia debe comprometerse a emplear dicha herramienta con la finalidad de motivar a sus trabajadores además de agilizar sus procesos.
- Capacitar a los operarios con información referente a esta metodología de manera que puedan poner de parte.
- Realizar una evaluación del estado actual del proceso productivo de confección de uniformes de futbol semiprofesionales mediante una auditoria 5S, con la finalidad de conocer los puntos más susceptibles a mejoras.
- Crear una cultura orientada al orden y limpieza, donde exista el compromiso por parte de la empresa y por parte de los trabajadores.

Como punto de partida se debe identificar el estado actual del área de confección de la empresa en cuanto a cumplimiento de la metodología 5S, para ello se utiliza una hoja de evaluación como se muestra en la Tabla 77.

Tabla 77. Matriz de evaluación de cumplimiento de metodología SEIRI

Evaluación de la metodología 5S			
Clasificación (SEIRI)			
N°	Criterio	Sí	No
1	¿Los objetos considerados necesarios para el desarrollo de las actividades del área se encuentran organizados?		X
2	¿Se utilizan todos los objetos que se evidencian en el puesto de trabajo?		X
3	¿Existe un plan de acción preventivo para eliminar los objetos innecesarios o en mal estado?		X
4	Los lugares de desplazamiento. ¿Se encuentran libres de obstáculos?		X
5	¿Las máquinas y herramientas se encuentran en buen estado?	X	
6	¿Se encuentran señalizadas las condiciones inseguras del trabajo?	X	
7	¿Las mesas de trabajo cuentan con un basurero para la recolección de residuos?	X	
% Cumplimiento			42,86

Tabla 78. Matriz de evaluación de cumplimiento de metodología SEITON

Evaluación de la metodología 5S			
Orden (SEITON)			
N°	Criterio	Sí	No
1	¿Se dispone de un sitio adecuado para cada elemento que se ha considerado como necesario?, es decir cada cosa en su lugar		X
2	¿Los lugares que se utilizan para almacenar objetos se encuentran debidamente identificados?		X
3	¿Están claramente definidos las áreas de trabajos, almacenamiento, además de pasillos?	X	
4	¿Existe señalización en el piso con líneas marcadas que indiquen claramente los lugares por donde se debe realizar el traslado?	X	
5	¿La disposición de los elementos es acorde al grado de utilización de estos? Entre más frecuentes más cercanos		X
6	¿Considera que los elementos dispuestos se encuentran en una cantidad ideal?		X
7	¿Utilizan registros u hojas de control para las herramientas utilizadas?		X
% Cumplimiento			28,57

Tabla 79. Matriz de evaluación de cumplimiento de metodología SEISO

Evaluación de la metodología 5S			
Limpieza (SEISO)			
N°	Criterio	Sí	No
1	¿El área de trabajo se encuentra limpia?		X
2	¿Se cuenta con los elementos de aseo necesarios?	X	
3	¿Los elementos de aseo se encuentran en buen estado?	X	
4	¿Se disponen de contenedores de basura debidamente identificados y ubicados?		X
5	¿Existe una rutina de limpieza por parte de los trabajadores?	X	
6	¿El operario se encuentra limpio, conforme a la actividad que realiza?	X	
7	¿Las medidas tomadas son suficientes para mantener limpia el área de trabajo?		X
% Cumplimiento		57,14	

Tabla 80. Matriz de evaluación de cumplimiento de metodología SEIKETSU

Evaluación de la metodología 5S			
Estandarización (SEIKETSU)			
N°	Criterio	Sí	No
1	¿Existen herramientas de estandarización que permitan mantener el orden, limpieza y organización dentro de la empresa?		X
2	¿Se utilizan uniformes de trabajo, además de equipos de protección personal?		X
3	¿Las áreas de trabajo se encuentran señalizadas?	X	
4	¿Existe alguna zona de descanso y de comida?	X	
5	¿Los operarios cuentan con manuales, instructivos o fichas técnicas que refuercen el conocimiento del proceso?		X
6	¿Existe algún manual de procedimiento de limpieza del área de confección de la empresa?		X
% Cumplimiento		33,33	

Tabla 81. Matriz de evaluación de cumplimiento de metodología SHITSUKE

Evaluación de la metodología 5S			
Disciplina (SHITSUKE)			
N°	Criterio	Sí	No
1	¿Se encuentran limpias las estaciones de trabajo al empezar y finalizar la jornada de trabajo?		X
2	¿Los operarios utilizan los uniformes y equipos de protección personal durante toda la jornada laboral?		X
3	¿Existe algún tipo de supervisión del proceso de limpieza realizado?	X	
4	¿Los operarios conocen sobre la metodología 5S?		X
5	¿Se realiza el control diario de limpieza y organización del puesto de trabajo?	X	
% Cumplimiento		40,00	

Tabla 82. Resumen de evaluación de cumplimiento de metodología 5S

Resumen	
5S	% de cumplimiento
Clasificación	42,86
Orden	28,57
Limpieza	57,14
Estandarización	33,33
Disciplina	40,00

Análisis: La Tabla 82, muestra la lista de verificación de la metodología 5S donde en la evaluación de la primera S se obtiene un cumplimiento de 42,86 % denotando que se debe eliminar gran parte de los objetos presentes en el área, con respecto a la segunda S, se obtuvo un 28,57 %, siendo este el porcentaje más bajo por lo que la empresa debe organizar en gran parte su puesto de trabajo, con la tercera S se obtuvo un 57,14 %, lo cual es un resultado regular que se debe mejorar, la cuarta S obtuvo un 33,33 % lo cual indica que no se maneja un procedimiento estandarizado de clasificación, orden y limpieza. Finalmente, la quinta S presenta un bajo nivel de cumplimiento con 40%, lo cual se debe principalmente a la falta de conocimiento sobre la metodología 5S por parte de los operarios y la alta gerencia. A continuación, se esquematizan los resultados obtenidos.

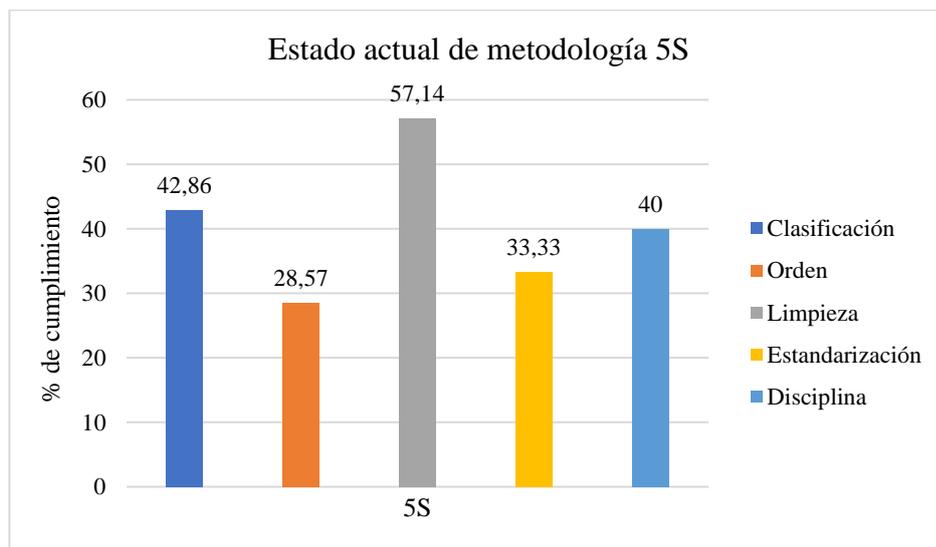


Figura 52. Evaluación actual de metodología 5S

Interpretación: La Figura 52, muestra el porcentaje de cumplimiento de cada una de las 5S. Los resultados se deben interpretar individualmente conociendo así, el porqué de los porcentajes de cada S de la metodología propuesta.

Clasificación (SEIRI)

El porcentaje de 42,86 % obtenido no se considera bueno, debido a que en la mayoría de procesos productivos se evidencian elementos que no son necesarios para la realización de las actividades pertinentes de cada proceso y que además ocupan espacio, por consiguiente reducen la movilidad de los operarios en la ejecución de sus tareas, por ejemplo existen máquinas que se utilizan ocasionalmente, como en el caso una troqueladora, una segunda sublimadora y la máquina acolchonadora que permanecen inactivas, mientras que en el proceso de corte existe una gran mesa que se utiliza para apilar diferentes prendas de vestir, obstruyendo de la movilidad de operarios.

Otro aspecto importante es que se generan demasiado residuos, como papeles de impresión, residuos de tela y residuos de vinilo las cuales obstaculizan la movilidad hacia otros procesos. Por otra parte, no existe algún tipo de plan para que estos residuos puedan ser retirados de forma correcta y en el momento que se generan, que a la final todos estos inconvenientes solo producen desperdicios como movimientos innecesarios, esperas y transportes innecesarios.

Orden (SEITON)

El nivel de cumplimiento de esta segunda S es de un 28,57 % que está considerado como el punto más bajo entre todas las S de la metodología, y esto se debe por el desorden que existe en todos los puestos de trabajo sin excepción, dicho desorden se presenta en el sentido de que en algunas ocasiones las herramientas no se encuentran a la mano, o a su vez los implementos se encuentran mal ubicados, por otro lado, no existe señalización en anaqueles o en contenedores de basura. Es necesario prestar atención a este nivel de cumplimiento ya que este tipo de situaciones generan confusión hacia los trabajadores al momento de querer localizar alguna herramienta o existen demoras al querer situarse en su puesto de trabajo.

Limpieza (SEISO)

El nivel de cumplimiento de esta tercera S es de 57,14 % lo cual es el punto más fuerte entre todas las S de la metodología, esto se debe a que todos los puestos de trabajo de los diferentes procesos productivos del área de confección de la empresa se encuentran limpios al empezar las actividades y a su vez los operarios realizan el aseo de estos al culminar la jornada laboral. Sin embargo, se debe tener en cuenta que las estaciones de trabajo no se mantienen limpias en transcurso de la jornada laboral.

Por otra parte, los operarios junto al jefe de producción de la planta hacen un gran esfuerzo todos los días de su jornada por mantener limpia la planta. A pesar de que la señalización de la planta es muy buena, no se puede decir lo mismo en cuanto a señalización de contenedores de basura, por el hecho de que están demasiado cerca de las estaciones de trabajo que se encuentran limpias, y aquellos desechos permanecen en este lugar hasta que sean retirados.

Estandarización (SEIKETSU)

El nivel de cumplimiento de la cuarta S es de 33,33 % siendo esta la segunda más baja entre todas las S de la metodología y esto se debe en gran medida a las malas prácticas realizadas por operarios ocasionadas debido al desconocimiento de procedimientos estándares, por lo cual los procesos no se ejecutan de forma organizada que garantice un entorno completamente limpio y libre de desperdicios, es importante que los trabajadores mejoren y prioricen el uso de los uniformes de trabajo. Además, se debe poner mucha atención en este aspecto, pues sin operaciones estándar, los operarios continúan trabajando y ejecutando las actividades de manera empírica.

Disciplina (SHITSUKE)

En cuanto a la última S de la metodología se tiene un 40 % de cumplimiento, esto quiere decir que no existe un gran esfuerzo por parte de los operarios de la planta, es ahí donde se requiere un mayor compromiso por parte de estos además de la alta gerencia, de manera que se brinden capacitaciones dirigidas a los operarios, las cuales induzcan a los mismos a adoptar filosofías que mejoren la productividad del proceso

productivo, por otra parte es importante mantener motivado al personal para que estas metodologías se conviertan en una rutina diaria.

Una vez que se ha identificado el estado actual del área de confección en cuanto a nivel de cumplimiento de la metodología 5S se procede a explicar el proceso de implementación de dicha metodología. Se sigue el siguiente procedimiento como se muestra a continuación.

Desarrollo

Fase 1: Planificación preliminar- compromiso de la alta gerencia

El área de confección de la empresa debe contar con el pleno apoyo de la alta gerencia, para la aplicación del proyecto de manera que se comprenda la importancia de aplicar la metodología en cuestión y los buenos resultados que puede producir. Se debe crear un rol de protagonista en cada una de las fases, pues es necesario que se genere una financiación que permita materializar aquellas ideas de mejora, además de opinar en nuevas propuestas.

Capacitación del personal

La capacitación del personal es una de las actividades más importantes en el deseo de implementar la metodología 5S, debido a que se debe transmitir los conocimientos y bases necesarias de esta con el fin de crear hábitos en los operarios, además de que puedan comprender la importancia y beneficios que toda la empresa pueda tener. Estas capacitaciones deben ser dirigidas a personal administrativo, alta gerencia y por supuesto a los operarios del área de confección de la empresa.

Fase 2: Ejecución

Antes de comenzar con la explicación del proceso de ejecución de dicha metodología, se debe aclarar que se considera únicamente al proceso de ensamble como ejemplo de aplicación de esta, pues este el proceso denominado “cuello de botella” por lo tanto, la empresa puede implementar dicha metodología en los procesos productivos faltantes, basándose en este ejemplo de aplicación.

Clasificación (SEIRI)

Para comenzar con dicha metodología es necesario contar con el apoyo de todos los operarios de los diferentes procesos productivos, pues ellos son en gran medida los responsables directos de los cambios que el área de confección puede tener. El primer paso es reconocer su entorno de trabajo e identificar las herramientas u objetos necesarios e innecesarios para el proceso. Posteriormente el operario debe retirar aquellos objetos innecesarios para la realización de sus actividades con la finalidad de liberar espacio en su puesto de trabajo, para ello es necesario que el operario establezca tres preguntas, como se muestran a continuación.

- ¿Es necesario este elemento?
- ¿Si es necesario, la cantidad es la correcta?
- ¿Si la cantidad es la correcta, tiene que estar localizado aquí?

A continuación, se detallan los objetos que se encuentran presentes en el proceso de ensamble, identificando si estos son fundamentales para el proceso con las preguntas mostradas con anterioridad.

Tabla 83. Listado de elementos del proceso de ensamble

Listado de elementos					
Proceso de ensamble					
N°	Cantidad	Elemento	Cumplimiento		Observación
			SI	NO	
1	5	Máquina de coser (tipo overlock)	X		
2	5	Máquina de coser (tipo recta)	X		
3	5	Máquina de coser (tipo recubridora)	X		
4	5	Gavetas de plástico		X	No se utilizan debidamente
5	-	Residuos de tela		X	Generan acumulación y causan obstrucción de vías
6	-	Producto terminado		X	Se acumulan en la mesa de trabajo y genera acumulación y desorden
7	5	Tijeras	X		
8	20	Rollo de Hilo	X		
9	2	Máquina elasticadora		X	No se utiliza en el proceso de ensamble de uniformes de futbol

Análisis: La Tabla 83, muestra aquellos elementos que son innecesarios para el proceso de ensamble, entre estos se tiene que las máquinas elasticadoras no se utilizan para la confección de uniformes, sin embargo, no se las puede reubicar en otro lugar debido a que son indispensables para la confección de otros artículos deportivos.

Por otra parte, el proceso genera acumulación de producto terminado sobre las mesas de trabajo, lo cual reduce la movilidad del operario. Por lo tanto, se deben desechar periódicamente o en su defecto ubicarlos en otro lugar donde no influya con las actividades que se realizan en otros procesos, para que al final de la jornada laboral se desechen totalmente.

La aplicación de este modelo de hoja de verificación establecerá una visión más clara de los elementos que deben permanecer dentro de los diferentes procesos productivos necesarios para la confección del uniforme de futbol semiprofesional y algunos que deben ser descartados, con el propósito de establecer una organización de estos.

Tarjeta roja

Es una herramienta muy importante y sencilla que ayuda a identificar fallas como: objetos innecesarios, dañados o que interrumpen el correcto desenvolvimiento de las funciones de los diferentes procesos productivos de la empresa. Se utiliza como una herramienta de control y para ello se requiere de un responsable que haga uso de esta herramienta, la misma que debe contener la suficiente información para tomar medidas al respecto, como por ejemplo fecha de implantación de la tarjeta, la acción que se debe tomar, quien realiza la acción, entre otros. A continuación, la Figura 53, se muestra un modelo de tarjeta roja utilizable para el uso dentro del área de confección de la empresa.

TARJETA ROJA		Nº
Responsable	<input type="text"/>	Fecha
Proceso/ Dpto	<input type="text"/>	Item
Descripción del artículo	<input type="text"/>	Cantidad
RAZÓN DE TARJETA		CATEGORÍA
Innecesario	<input type="checkbox"/>	Heramienta
Defectuoso	<input type="checkbox"/>	Materia prima
Obsoleto	<input type="checkbox"/>	Máquina
Otros	<input type="checkbox"/>	Producto terminado
		Desechos
		Otros
		Otros (Especifique)
		<input type="text"/>
ACCIÓN SUGERIDA		
Eliminar	<input type="checkbox"/>	Reubicar
Agrupar por separado	<input type="checkbox"/>	Reparar
Fecha de inicio	<input type="text"/>	Fecha de acción
		<input type="text"/>

Figura 53. Formato de tarjeta roja propuesto

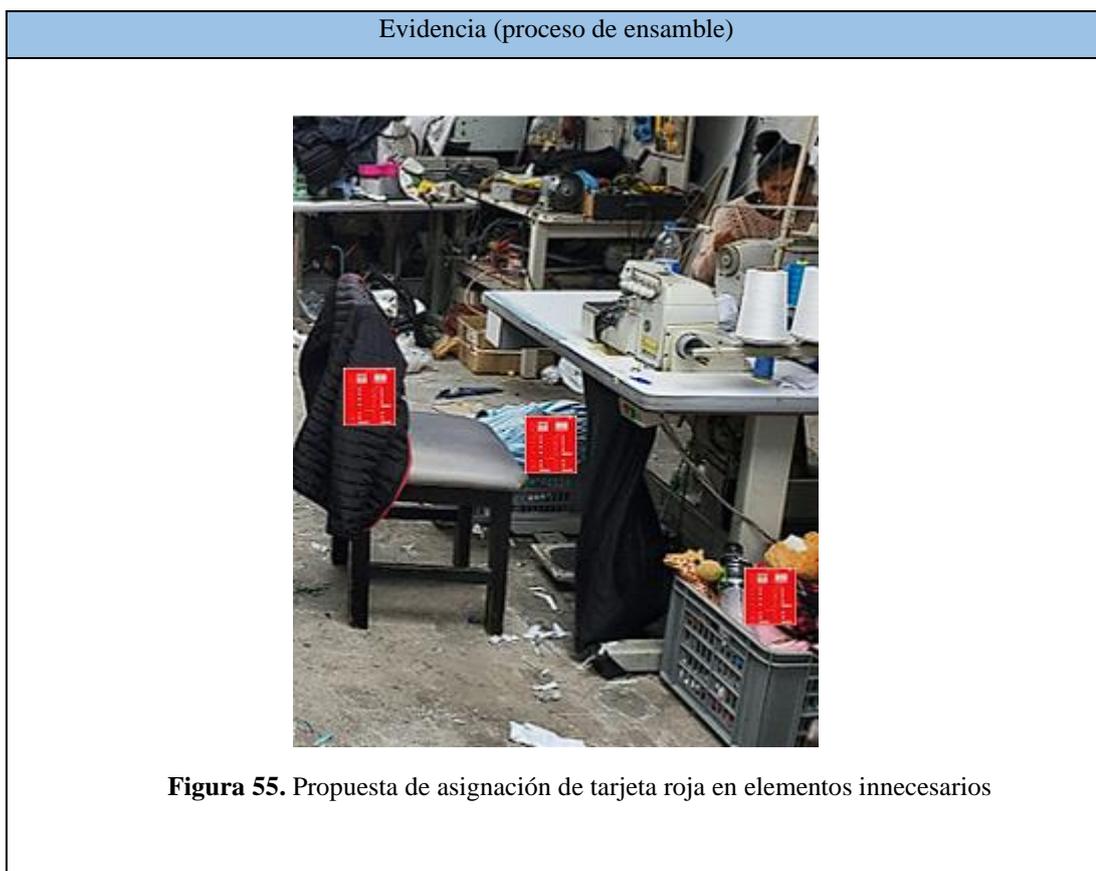
Como parte de un ejemplo de aplicación, en la Tabla 84, se muestra una situación de aplicación de dicha herramienta en el proceso de ensamble.

Tabla 84. Propuesta de aplicación de tarjeta roja en el proceso de ensamble

Asignación de tarjeta roja en proceso de ensamble			
<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p>TARJETA ROJA</p> </div> <div style="text-align: right;"> <p>N° <input style="width: 30px; border: 1px solid black;" type="text" value="1"/></p> </div> </div>			
Responsable	<input style="width: 100%;" type="text" value="Jefe de producción"/>	Fecha	<input style="width: 100%;" type="text" value="06/12/2022"/>
Proceso/ Dpto	<input style="width: 100%;" type="text" value="Ensamble"/>	Item	<input style="width: 100%;" type="text" value="Residuos"/>
Descripción del artículo	<input style="width: 100%;" type="text" value="Acumulación de residuos"/>	Cantidad	<input style="width: 100%;" type="text" value="1"/>
RAZÓN DE TARJETA		CATEGORÍA	
Innecesario	<input checked="" type="checkbox"/>	Herramienta	<input type="checkbox"/>
Defectuoso	<input type="checkbox"/>	Materia prima	<input type="checkbox"/>
Obsoleto	<input type="checkbox"/>	Máquina	<input type="checkbox"/>
Otros	<input type="checkbox"/>	Producto terminado	<input type="checkbox"/>
		Desechos	<input checked="" type="checkbox"/>
		Otros	<input type="checkbox"/>
		Otros (Especifique)	<input style="width: 100%;" type="text"/>
ACCIÓN SUGERIDA			
Eliminar	<input checked="" type="checkbox"/>	Reubicar	<input type="checkbox"/>
Agrupar por separado	<input type="checkbox"/>	Reparar	<input type="checkbox"/>
Fecha de inicio	<input style="width: 100%;" type="text" value="06/12/2022"/>	Fecha de acción	<input style="width: 100%;" type="text" value="06/12/2022"/>

Figura 54. Tarjeta roja, propuesta de aplicación

Tabla 84. Propuesta de aplicación de tarjeta roja en proceso de ensamble (continuación)



La Figura 55, muestra una propuesta de aplicación de tarjeta roja, para el proceso de ensamble en el cual se han identificado varios elementos innecesarios (objetos personales, bolsas plásticas, botellas vacías y residuos de tela), que deben ser tratados según las acciones correctivas de la tarjeta roja. Por otra parte, también se han identificado dos máquinas elásticas que no se utilizan para la confección de este producto, sin embargo, no se considera una reubicación de estas, pues dichas máquinas se utilizan en la confección de otros productos. Esta herramienta puede ser implementada en el resto de los procesos productivos con la finalidad de cumplir con la metodología de la primera S.

Además, es importante que se lleve un registro de tarjetas rojas, con la finalidad de conocer la cantidad de tarjetas asignadas durante la evaluación e implementación de la metodología en los diferentes procesos productivos del área de confección de la empresa. A continuación, se presenta un modelo propuesto de listado de tarjetas rojas.

Tabla 85. Propuesta de listado de tarjetas rojas en el área de confección de la empresa

BOMAN SPORT						
Listado de tarjetas rojas						
N°	Proceso	Objeto	Fecha de asignación	Acción	Fecha de realización	Responsable
1	Ensamble	Residuos	06/12/2022	Eliminar	06/12/2022	Jefe de producción
2						
3						

El objetivo de llevar a cabo un registro de tarjetas rojas es impedir que se sigan utilizando o ingresando objetos innecesarios, para ello se debe crear un tipo de control por el jefe de producción o el encargado de la planta, en el que se evidencien todos los objetos considerados como necesarios. A continuación, en la Tabla 86, se presenta un formato aplicable para dicho fin.

Tabla 86. Propuesta de listado de elementos necesarios

BOMAN SPORT		
Listado de elementos necesarios		Proceso:
N°	Elemento	Ubicación
1		
2		

Orden (SEITON)

En esta S de la metodología, la empresa debe priorizar el orden de todos los objetos, herramientas y materiales considerados como necesarios en la metodología de la primera S, los mismos que se utilizan en el proceso de confección del uniforme de fútbol semiprofesional. Un mejor ordenamiento ayudara al operario a tener mayor rapidez al momento de buscar cualquier tipo de herramienta, minimizando los movimientos innecesarios y agilizando el desempeño de las actividades realizadas. Para el cumplimiento de esta etapa se debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Se deben identificar correctamente los sitios donde han de permanecer los elementos identificados como necesarios
- Se debe establecer un sitio para organizar aquellos objetos necesarios, pero que se utilizan con poca frecuencia

- La colocación de estos objetos debe ser de manera que no representen un peligro para el trabajador, además deben reducir tiempos de búsqueda y evitar movimientos innecesarios
- Se debe identificar la frecuencia con la que se utiliza cada elemento, se establece una tabla de acuerdo con el grado de utilidad, como se observa en la Tabla 87.

Tabla 87. Matriz de frecuencia de utilización de **objetos**

Frecuencia de utilización	Acción
Muchas veces al día	Ubicar tan cerca como sea posible
Varias veces al día	Ubicar cerca del operario
Varias veces a la semana	Ubicar cerca del área de trabajo
Algunas veces por mes	Ubicar en áreas comunes
Algunas veces por año	Ubicar en bodegas
No se usa, pero puede ser requerido	Ubicar en bodegas con la debida identificación

Una vez establecidos estos parámetros, se procede a la aplicación de esta segunda S, para ello es muy importante que se haya aplicado correctamente la metodología 1S.

Orden de herramientas de uso diario

Con base a los criterios establecidos en la Tabla 87, se debe determinar la frecuencia de uso de los objetos necesarios que se utilizan en dicho proceso, de manera que (hilos y tijeras) se utilizan muchas veces en el día, por lo tanto, se requiere que estas herramientas permanezcan siempre cercanas al operario. Sin embargo, uno de los problemas más frecuentes ocurre al momento de que el hilo se termina y el operario debe acercarse hasta bodega para abastecerse nuevamente de este insumo, y es ahí donde se producen transportes innecesarios y por consiguiente esperas, otro problema visible a primera vista es la acumulación de producto terminado sobre la mesa de trabajo, esto reduce la movilidad del operario, por lo tanto, realiza movimientos innecesarios. A continuación, se presentan propuestas de mejora con la metodología SEITON en dicho proceso.

Tabla 88. Método actual y propuesto del orden de herramientas de uso diario para proceso de ensamble

Método actual	Método propuesto
 <p>Figura 56. Método actual del orden de herramientas</p>	 <p>Figura 57. Método propuesto para el orden de herramientas</p>

Interpretación de propuesta: Mediante la implementación de un anaquel destinado al almacenamiento de hilos y tijeras dentro del departamento de ensamble, se conseguiría reducir el tiempo de abastecimiento de materia prima, además de que siempre se tendría disponible un par de tijeras disponibles en caso de que los operarios de los otros procesos lo requieran.

Insumos para el proceso de ensamble

Actualmente cada puesto de trabajo presenta desorden y esto se debe en gran medida a que se acumula el producto terminado (camiseta y pantaloneta armados) en una esquina de la mesa de trabajo o en ocasiones en las piernas del operario, lo cual reduce la movilidad de este generando movimientos innecesarios, además de esperas. Por otra parte, se utilizan pequeñas tarrinas transparentes con las etiquetas identificativas de las tallas, las mismas que pueden ser reemplazadas con la finalidad de optimizar espacio.

Tabla 89. Método actual y propuesto de insumos para proceso de ensamble.

Método actual	Método propuesto
 <p data-bbox="352 1032 804 1066">Figura 58. Colocación actual de insumos</p>	 <p data-bbox="887 607 1369 640">Figura 59. Separadora de plástico propuesta</p>  <p data-bbox="911 1032 1347 1066">Figura 60. Gaveta de plástico propuesta</p>

Interpretación de la propuesta: Mediante la implementación de cajas separadoras de plástico, se pueden organizar las etiquetas de las tallas más fácilmente, con esto se optimizaría el espacio además de que resulta mucho más sencillo para el operario. Por otra parte, la implementación de gavetas de plástico en cada puesto de trabajo permitiría mantener el puesto de trabajo lo más ordenado posible debido a que los productos terminados, se almacenarían parcialmente allí, hasta que se requiera trasladar al proceso siguiente.

Limpieza (SEISO)

De acuerdo con la evaluación diagnóstica de esta metodología se obtuvo un 57,14 % de cumplimiento, en la cual el principal problema es que no se realizan actividades de limpieza durante el transcurso de la jornada laboral, por eso se debe crear un compromiso en los trabajadores para que se mantengan limpios sus puestos de trabajo tanto antes, durante y después de la jornada laboral. Esta S es muy importante ya que,

radica principalmente en movimientos innecesarios del operador. Para ello es recomendable tener en cuenta los siguientes aspectos.

- Es importante que los operarios sean motivados a realizar las actividades de limpieza, y a su vez también deben tener en cuenta que es parte de su deber dentro de la planta mantener limpias las áreas de trabajo.
- Los operarios deben tener los materiales de limpieza siempre a su disposición.

Una vez establecidos estos parámetros, se procede a la aplicación de esta tercera S

Control de residuos

Todos los procesos productivos generan residuos, y siempre se espera hasta el término de la jornada para realizar las tareas de limpieza de la planta, sin embargo, durante el transcurso de la jornada se puede evidenciar obstrucción de vías ocasionadas por la falta de limpieza de residuos, siendo esto un causante de movimientos innecesarios y transportes.

En el caso del proceso en cuestión se evidencia que los residuos de hilos y tela son arrojados al suelo y se espera hasta el final de jornada para realizar la limpieza de cada puesto de trabajo. A continuación, en la Tabla 90, se presentan propuestas de mejora con la metodología SEISO en dicho proceso.

Tabla 90. Método actual y propuesto para control de residuos en proceso de ensamble

Método actual	Método propuesto
 <p data-bbox="375 1048 778 1077">Figura 61. Estado actual de limpieza</p>	 <p data-bbox="895 1048 1353 1077">Figura 62. Método propuesto de limpieza</p>

Interpretación de propuesta: Es importante que se considere la opción de otorgar minutos de limpieza a cada operario, y justamente esta limpieza se debe realizar a mitad de la jornada, porque a lo largo de la jornada laboral los puestos de trabajo terminan totalmente sucios, el tiempo puede ser de 15 a 20 minutos de manera que se realice una limpieza rápida, y al término de la jornada realizar una limpieza más profunda.

Estandarización (SEIKETSU)

Para cumplir con esta S de la metodología se debe garantizar el cumplimiento de las tres primeras (Clasificar, Ordenar y Limpiar), para ello la empresa debe llevar algún registro para dicho fin, pues la estandarización permite alcanzar una mejora continua de todos los procesos productivos de la empresa. Sin embargo, en este punto se requiere un total compromiso por parte de la alta gerencia además de todo el personal de trabajo, si no se controlan las primeras S, lo más probable es que la empresa siga

apegada a trabajar con los procedimientos habituales. Para la implementación de esta S se deben seguir las siguientes fases:

Fase 1: Capacitación del personal de trabajo sobre la metodología 5S

Como primer paso dentro de esta cuarta S, es fundamental de que los operarios de todos los procesos productivos reciban al menos una capacitación sobre esta metodología, de manera que ellos conozcan la importancia de esta y puedan asimilar los beneficios que tiene una correcta implementación. Dentro de esta capacitación se deben considerar aspectos como:

- Establecer un día en el cual todo el personal operativo se encuentre disponible
- Crear el material didáctico necesario para la capacitación
- Solventar todas las dudas existentes por parte de los operarios, pues su opinión es, muy importante para el desarrollo de esta etapa
- Mostrar ejemplos de aplicación de esta metodología en otras industrias, de manera que los operarios den fe y credibilidad de esta.

Fase 2: Asignación de responsabilidades sobre las primeras tres etapas de la metodología

Una vez que se haya realizado la capacitación, es necesario que cada operario conozca cuáles son sus funciones dentro de esta metodología, para ello se deben establecer los siguientes parámetros:

- El encargado de la planta entregara material didáctico a toda la planta
- El encargado de la planta debe asignar responsabilidades referentes a turnos de limpieza dirigido a todos los operarios de los diferentes procesos productivos de la empresa.
- Se deberá colocar material didáctico visible en la planta, en los que se visualicen los respectivos controles sugeridos en la metodología 1S (Control de tarjetas rojas y control de elementos necesarios)

Fase 3: Verificación

Una vez que se hayan designado las funciones de limpieza a cada operario, es necesario que se lleve a cabo un registro de limpieza, como se muestra en la Tabla 91.

Tabla 91. Propuesta de registro de actividades de limpieza en el área de confección de la empresa

Registro de actividades de limpieza de la planta BOMAN SPORT				
Responsable:	Jefe de producción		Hoja N°	1
Mes:	Diciembre			
Fecha	Proceso/Dpto	Acción de limpieza	Responsable	Observaciones
7/12/2022	Ensamble	Limpieza de puestos de trabajo	Operario	Falta de limpieza
7/12/2022	Ensamble	Limpieza de pasillos	Operario	Falta de limpieza

Disciplina (SHITSUKE)

Esta última S de la metodología consiste en mantener una cultura enfocada a la mejora continua, para ello es importante que el personal de trabajo lleve a cabo las 4 S anteriores, no solo por obligación sino como parte de su rutina diaria.

Por otra parte, se debe realizar un seguimiento de las actividades después de la aplicación de la metodología, con la intención de realizar un seguimiento y a la vez establecer una comparación de los resultados obtenidos cada mes o cada trimestre, de acuerdo con la planificación realizada por el encargado de la planta. Para llevar a cabo esta S, se debe seguir el procedimiento explicado a continuación.

Fase 1: Socialización de la misión y visión de la empresa

La empresa debe implementar material didáctico, con la misión y visión de la empresa, de manera que todos los operarios conozcan la importancia que tienen para el crecimiento de la empresa y creen mayor compromiso.

Fase 2: Capacitación constante de operarios

No basta con solo colocar carteles en las paredes sino también de entablar charlas técnicas con todo el personal operativo de la empresa, con la intención de crear buenos hábitos en estos.

Fase 3: Delimitación de tiempos

Se debe determinar un tiempo específico para la realización de las cuatro S anteriores, para ello es necesario establecer un plan de limpieza como se muestra a continuación en la Tabla 92.

Tabla 92. Plan de limpieza en el área de confección de la empresa BOMAN SPORT

Plan de limpieza				
Día	Elemento	Implementos	Frecuencia	Actividad
Lunes a viernes	Máquinas/ herramientas	Waípe	Término de la jornada	Limpiar máquinas y herramientas
		Solución limpiadora		Ordenar herramientas
		Mascarilla		
Viernes	Materia prima	Tropos	Cada semana	Ordenar materia prima
		Solución limpiadora		(rollos de tela, hilos)
		Mascarilla		
Lunes a viernes	Puesto de trabajo	Escoba, recogedor	Término de la jornada	Separar objetos innecesarios
		Recipiente contenedor		Ordenar puesto de trabajo
		Tropo		
		Solución limpiadora		Limpiar puesto de trabajo
Lunes a viernes	Pasillos	Escoba, recogedor	Término de la jornada	Barrer pasillos
		Recipiente contenedor		Recolectar residuos
		Fundas de basura		Desechar residuos
Lunes a viernes	Baños	Trapeador	Término de la jornada	Desinfectar retretes
		Solución limpiadora		
		Desinfectante		
		Mascarilla		Trapear pisos

Metodología Kanban

Como herramienta apta para la eliminación de movimientos innecesarios, se establece la propuesta de la metodología Kanban, la cual se centra en el mejoramiento del flujo de trabajo alcanzando un ritmo sostenible, mediante la creación de señales visuales que sirvan como informativos para todos los operarios del área de confección. De esta manera cualquier trabajador conocerá sobre el estado de cada actividad o tarea en los diferentes procesos productivos. Para llevar a cabo esta metodología se siguen las siguientes etapas:

Fase 1: Capacitar y concientizar al personal de trabajo

Como punto de partida es necesario que se brinde una capacitación al personal operativo del área de confección de la empresa, de manera que los operarios brinden su apoyo en el proceso de implementación de esta metodología. A continuación, se presentan seis principios básicos de esta metodología.

- No se debe enviar un producto que presente fallas hacia los procesos siguientes
- Cada proceso solicitará la cantidad necesaria de materia prima y materiales
- Producir la cantidad óptima en cada uno de los procesos productivos
- Balancear la producción de cada proceso productivo, es decir evitar sobreacumulación y escases
- Reducir el tipo de incertidumbre referente a la cantidad que se debe producir
- Estandarizar cada proceso y crear una cultura orientada a la mejora continua.

Fase 2: Identificación de inconvenientes más críticos referentes a movimientos innecesarios e implementación de metodología Kanban

Una vez que el personal operativo tenga el conocimiento sobre dicha metodología, se procede a trabajar en el mejoramiento del flujo de trabajo en toda el área de confección de la empresa. Actualmente este flujo se maneja a través de las ordenes de producción, que se reparten a cada uno de los procesos productivos, cabe mencionar que cada orden es diferente en cuanto a aspectos de diseño, cantidad a confeccionar y personalización de cada uniforme de fútbol semiprofesional. Por lo tanto, no se tiene una visión clara en cuanto al estado de avance de cada una de las mencionadas órdenes y es allí donde se presentan desperdicios relacionados a movimientos innecesarios y por consiguiente transportes innecesarios, como punto de partida en esta metodología se crea un prototipo de tablero Kanban, como se muestra a continuación.

Tablero Kanban

Es una herramienta que permite visualizar el flujo de trabajo, consiste en la implementación de un pizarrón en el cual se deben visualizar tres columnas informativas, la primera de ellas será destinada para describir las tareas pendientes o

que estén por realizarse, la segunda será para las tareas en proceso y finalmente la tercera para tareas terminadas.

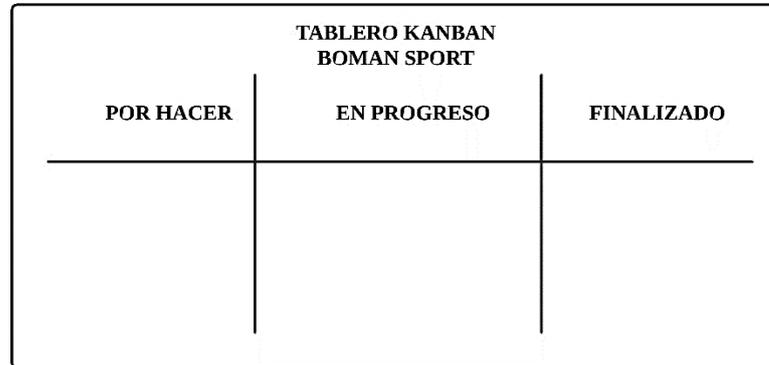


Figura 63. Tablero Kanban

Como parte de un ejemplo de aplicación, en la Tabla 93, se muestra una situación de aplicación de dicha herramienta dentro del área de confección de la empresa.

Tabla 93. Ejemplo de asignación de tablero Kanban

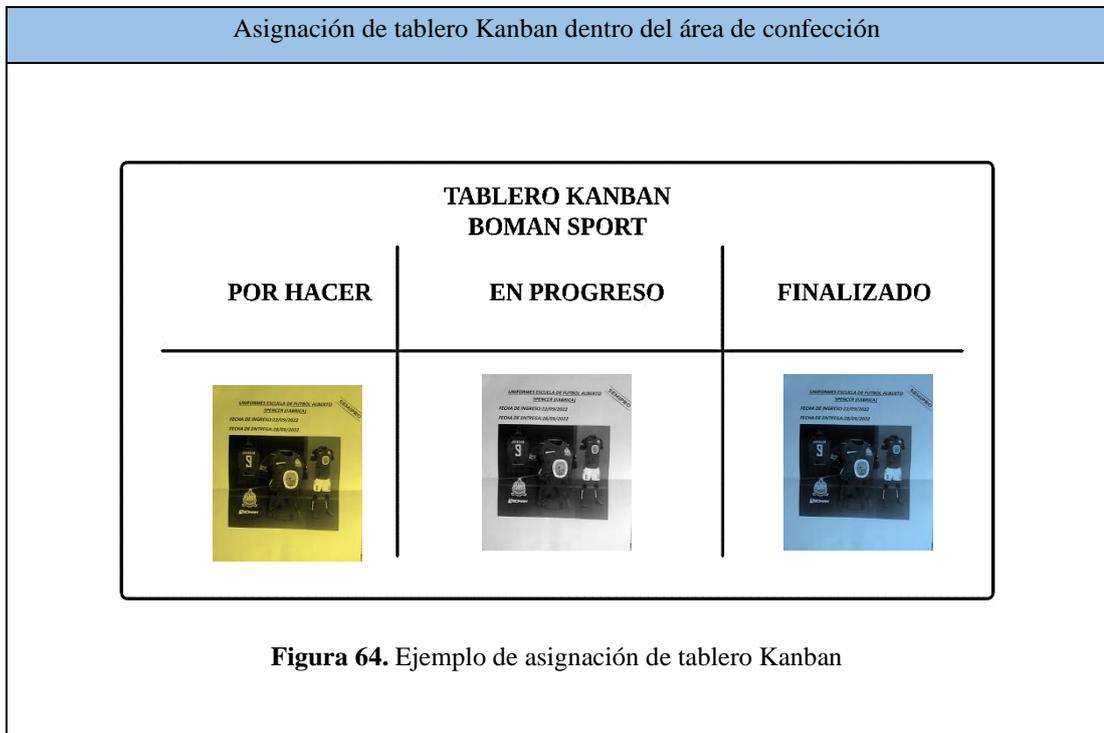


Figura 64. Ejemplo de asignación de tablero Kanban

Interpretación de propuesta: Mediante la implementación de un pizarrón o tablero Kanban, se tendrá una visión más clara sobre el estado de avance de cada una de las ordenes de producción que se trabajan al día, realizando un trabajo más organizado y por consiguiente más ágil. Sin embargo, esta herramienta nos brinda una visión general de todo el proceso, por lo que es necesario realizar un seguimiento más específico, para ello se debe evaluar cada proceso productivo.

Como se evidenció en la Tabla 62, los procesos más críticos en cuanto a prolongados tiempos de espera y baja capacidad de producción son: corte, sublimación y ensamble, los cuales a la vez son los principales causantes de movimientos innecesarios. Ante esta problemática es necesario implementar tarjetas Kanban dentro de estos procesos productivos, de manera que se cumplan con los principios de dicha metodología mencionados con anterioridad.

Tarjeta Kanban

Es una herramienta visual que realiza el seguimiento de un elemento de trabajo mientras circula por un flujo de trabajo, cada tarjeta contiene información útil respecto a dichos elementos, además de que permite mejorar la eficiencia en estos.

Es importante mencionar que existen dos tipos de tarjetas Kanban, las denominadas Kanban de retiro indican la cantidad de materia prima que un proceso debe retirar del proceso inmediatamente anterior, o de su contenedor de producto (pequeños almacenes reguladores entre procesos). Como se muestra en la Figura 65.

KANBAN RETIRO			
Elemento		Contenedor	
Cantidad			
Proceso previo		Código	
Proceso actual		Nº tarjeta	
Capacidad del contenedor			

Figura 65. Formatos de tarjeta Kanban de retiro

Mientras que las Kanban de producción indican las unidades que se deben producir en cada proceso. Como se muestra en la Figura 66.

KANBAN PRODUCCIÓN			
Elemento		Cliente	
Proceso		Código	
Depositar piezas en		Nº tarjeta	
Cantidad a producir			

Figura 66. Formato de tarjeta Kanban de producción

Tablero de tarjetas Kanban

Es una herramienta en el que se depositan las tarjetas Kanban, y se sitúa de manera que sea visible para el operario, cada tarjeta está asociada a un contenedor o unidad de almacenamiento. En caso de que el contenedor esté vacío, la tarjeta deberá estar en el tablero, si en caso contrario, está lleno, la tarjeta deberá acompañar al contenedor.

El tablero se divide en tres zonas, (roja, amarilla y verde). La zona roja indica que no quedan piezas en inventario, por lo tanto, se debe producir (Kanban de producción), mientras que las zonas amarilla y verde indican que aún existen piezas en inventario (Kanban de retiro). De manera que, si el proceso proveedor inicia la producción, toma la tarjeta del tablero y la coloca en el contenedor en el que irá depositando las unidades correspondientes al lote, seguidamente se coloca el contenedor en el almacenamiento intermedio y después, el proceso cliente comienza a consumir la cantidad que se encuentra en el contenedor de almacenamiento intermedio, una vez que consume todas las unidades del contenedor, se coloca la tarjeta que lo acompaña sobre la mesa y luego se vacía completamente el contenedor. A continuación, se muestra un ejemplo de tablero para tarjetas Kanban.

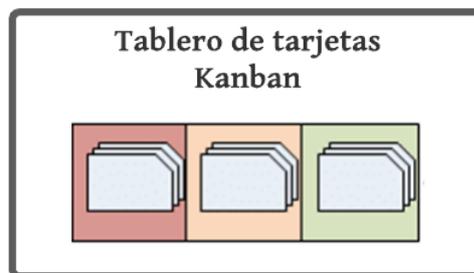


Figura 67. Tablero de tarjetas Kanban

Fuente: Ingeniería Industrial online

Cálculo de Kanban

Debe considerarse que la cantidad de tarjetas y contenedores entre procesos no se definen de manera arbitraria, sino que se determinan en función de los parámetros del sistema de producción. La cantidad de piezas Kanban, también conocidas como Inventario total requerido (ITR) se calcula mediante la Ecuación 12.

$$\text{Piezas kanban (ITR)} = D * TE * U * (1 + \%VD) \quad (12)$$

Donde:

D= Demanda por horizonte de tiempo (Capacidad de producción de cada proceso)

TE= Tiempo de entrega (días)

U= Número de ubicaciones (almacenes intermedios)

%VD= Nivel de variación de la demanda

Cabe mencionar que se debe trabajar con las mismas unidades, lo más recomendable es trabajar con semanas. Como parte de un ejemplo de aplicación, en las Tablas 94, 97 y 100 se muestra una situación de aplicación de dicha herramienta dentro de los procesos de corte, sublimación y ensamble, a partir de la orden de producción que se muestra en la Figura 68.

ESCUELA ALBERTO SPENCER			
NUMERO	NOMBRES	TALLAS	GENERO
2		M	
3	NAHIM	XL	
4		M	
5	EDER	XL	
6		M	
7		M	
8	ABRAHAM	XL	
9		L	
10		L	
11		L	
12	JAIME	XL	ARQUERO COLOR NEGRO MEDIAS LARGAS XXL
13		M	
14		L	
15	MATEO	XL	
16		M	
17		L	
18		L	
19		XL	
20		XL	
21		XL	
22		XL	
23		L	
24		XL	
25		L	
DT	KEVIN	XL	MASCULINO
TOTAL		25 UNIFORMES COMPLETOS	

Figura 68. Orden de producción real

Asignación de tarjetas Kanban en el proceso de corte

Tabla 94. Asignación de tarjetas Kanban en el proceso de corte

Asignación de tarjetas Kanban en el proceso de corte			
KANBAN RETIRO			
Elemento	Tela	Contenedor	Almacen
Cantidad	1 rollo		
Proceso previo	Bodega	Código	EAS_001
Proceso actual	Corte	Nº tarjeta	01 de 01
Capacidad del contenedor			24 rollos
KANBAN PRODUCCIÓN			
Elemento	Piezas cortadas	Cliente	Escuela de fútbol Alberto Spencer
Proceso	Corte	Código	EAS_001
Depositar piezas en	Mesa de sublimación	Nº tarjeta	01 de 01
Cantidad a producir			25 piezas

Figura 69. Asignación de tarjeta Kanban de retiro en proceso de corte

Figura 70. Asignación de tarjeta Kanban de producción en proceso de corte

Tabla 94. Asignación de tarjetas Kanban en el proceso de corte (continuación)

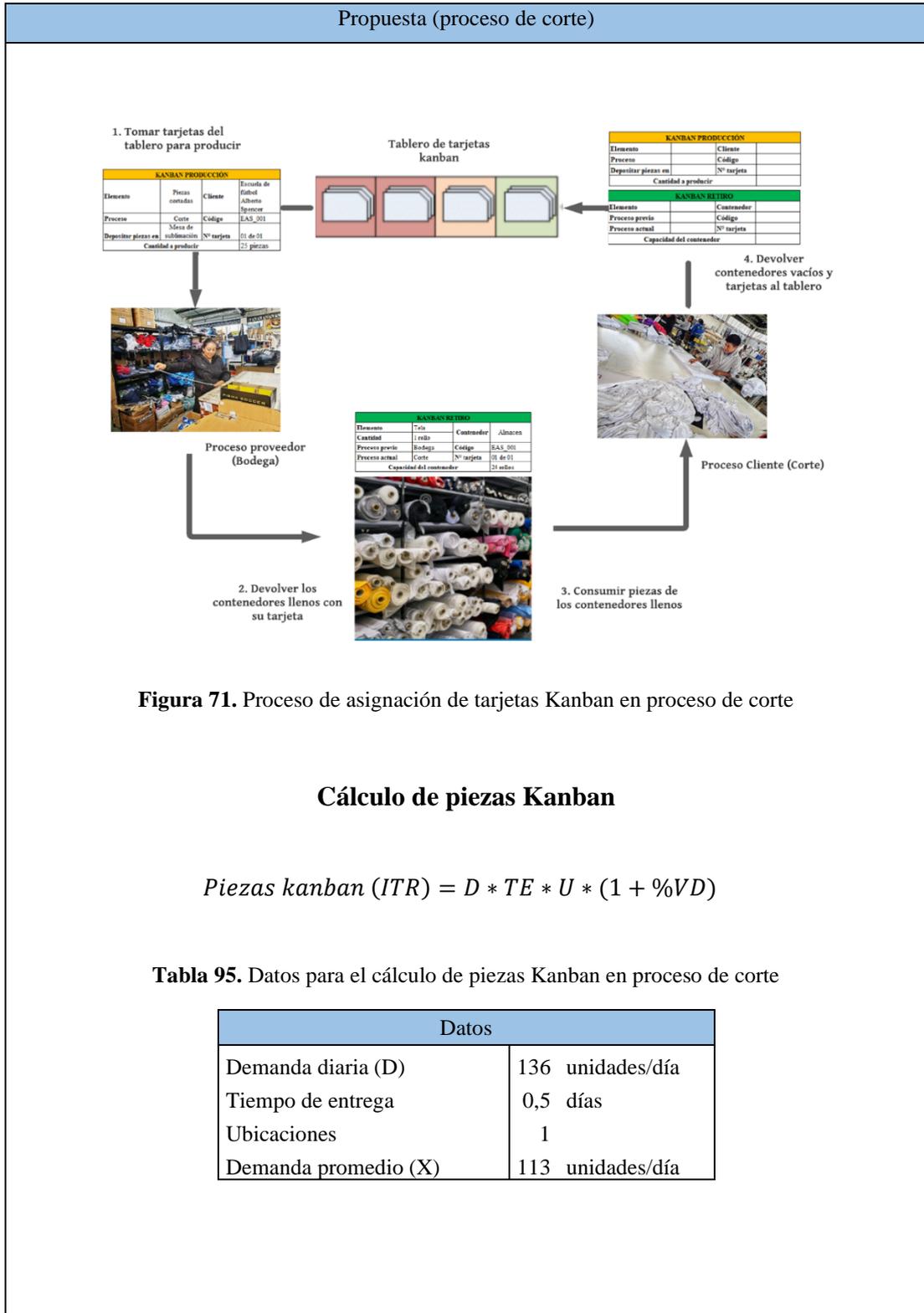


Figura 71. Proceso de asignación de tarjetas Kanban en proceso de corte

Cálculo de piezas Kanban

$$\text{Piezas kanban (ITR)} = D * TE * U * (1 + \%VD)$$

Tabla 95. Datos para el cálculo de piezas Kanban en proceso de corte

Datos	
Demanda diaria (D)	136 unidades/día
Tiempo de entrega	0,5 días
Ubicaciones	1
Demanda promedio (X)	113 unidades/día

Tabla 94. Asignación de tarjetas Kanban en el proceso de corte (continuación 1)

Tabla 96. Variación de la demanda en proceso de corte

Variación de la demanda		
D	D-X	(D-X)^2
113	23	549
Varianza	549	
Desv. estándar	23	
%VD	1,20	

$$\text{Piezas kanban (ITR)} = 113 \frac{\text{unidades}}{\text{día}} * 0,5 \text{ días} * 1 * 1,20$$

$$\text{Piezas kanban (ITR)} = 68 \text{ piezas kanban}$$

Cálculo de contenedores

$$N^{\circ} \text{ contenedores} = \frac{ITR}{\text{Capacidad de contenedor}}$$

$$N^{\circ} \text{ contenedores} = \frac{68 \text{ kanban}}{60 \text{ piezas}}$$

$$N^{\circ} \text{ contenedores} = 1,13 \text{ contenedores}$$

$$N^{\circ} \text{ contenedores} = 1 \text{ contenedor}$$

Interpretación de propuesta: Como se muestra en la Figura 71, se utilizan las dos tarjetas, pues en el caso de asignación de la tarjeta verde (Kanban de retiro), se debe abastecer de materia prima a los operarios del proceso de corte para que continúen con el desarrollo de sus actividades, para ello se abastecen del almacén ubicado en bodega. Mientras que la asignación de la tarjeta amarilla denota que se están produciendo 25 piezas cortadas, que posteriormente servirán de materia prima para el proceso siguiente, es decir el sublimado. En cuanto a la cantidad de inventario total requerido se obtuvo un valor de 59 piezas lo que significa que en este proceso de corte se puede

almacenar dicha cantidad como máximo, sin embargo, cada contenedor (mesa de trabajo) tiene la capacidad para almacenar 60 piezas, por lo tanto, se requiere de 1 contenedor para albergar el número de piezas Kanban.

Asignación de tarjetas Kanban en el proceso de sublimación

Tabla 97. Asignación de tarjetas Kanban en proceso de sublimación

Asignación de tarjetas Kanban en el proceso de sublimación			
KANBAN RETIRO			
Elemento	Piezas cortadas	Contenedor	Mesa de corte
Cantidad	25		
Proceso previo	Corte	Código	EAS_001
Proceso actual	Sublimación	Nº tarjeta	01 de 01
Capacidad del contenedor			60 piezas
KANBAN PRODUCCIÓN			
Elemento	Piezas sublimadas	Cliente	Escuela de fútbol Alberto Spencer
Proceso	Sublimación	Código	EAS_001
Depositar piezas en	Mesa de Ensamble	Nº tarjeta	01 de 01
Cantidad a producir			25 piezas

Figura 72. Asignación de tarjeta Kanban de retiro en proceso de sublimación

Figura 73. Asignación de tarjeta Kanban de producción en proceso de sublimación

Tabla 97. Asignación de tarjetas Kanban en proceso de sublimación (continuación)

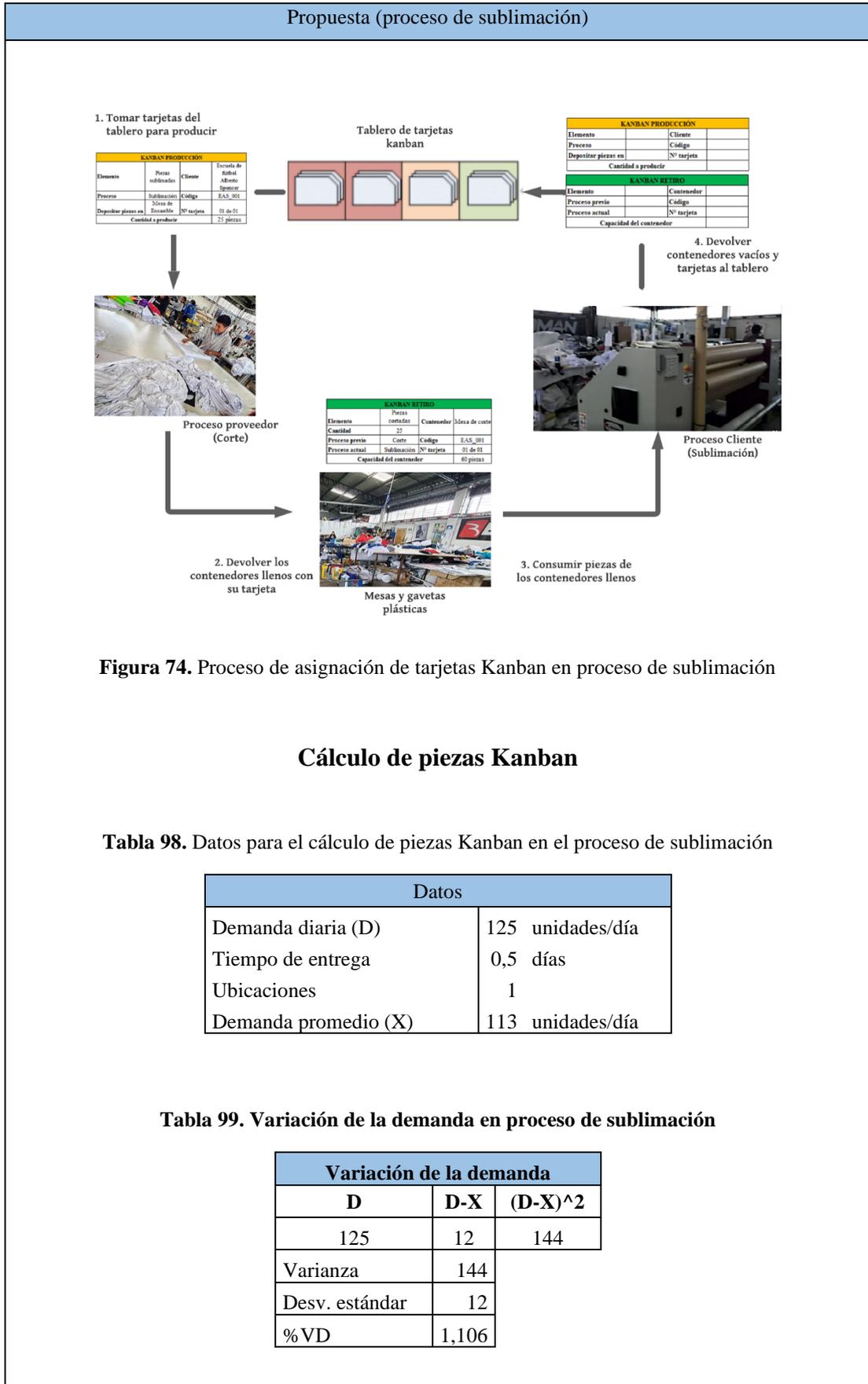


Figura 74. Proceso de asignación de tarjetas Kanban en proceso de sublimación

Cálculo de piezas Kanban

Tabla 98. Datos para el cálculo de piezas Kanban en el proceso de sublimación

Datos	
Demanda diaria (D)	125 unidades/día
Tiempo de entrega	0,5 días
Ubicaciones	1
Demanda promedio (X)	113 unidades/día

Tabla 99. Variación de la demanda en proceso de sublimación

Variación de la demanda		
D	D-X	(D-X)^2
125	12	144
Varianza	144	
Desv. estándar	12	
%VD	1,106	

Tabla 97. Asignación de tarjetas Kanban en proceso de sublimación (continuación 1)

Cálculo de piezas Kanban

$$\text{Piezas kanban (ITR)} = 113 \frac{\text{unidades}}{\text{día}} * 0,5 \text{ días} * 1 * 1,106$$

$$\text{Piezas kanban (ITR)} = 62,5 \text{ piezas kanban}$$

$$\text{Piezas kanban (ITR)} = 63 \text{ piezas kanban}$$

Cálculo de contenedores

$$\text{N}^\circ \text{ contenedores} = \frac{\text{ITR}}{\text{Capacidad de contenedor}}$$

$$\text{N}^\circ \text{ contenedores} = \frac{63 \text{ kanban}}{60 \text{ piezas}}$$

$$\text{N}^\circ \text{ contenedores} = 1,05 \text{ contenedores}$$

$$\text{N}^\circ \text{ contenedores} = 1 \text{ contenedor}$$

Interpretación de propuesta: Como se evidencia en la Figura 74, se colocan dos tarjetas Kanban, en el caso de la tarjeta amarilla, se denota que se deben sublimar las 25 piezas cortadas del proceso anterior, mientras que la tarjeta Kanban verde denota que se debe abastecer de la materia prima proveniente del proceso de corte, cada vez que esta se agote. En cuanto a la cantidad de inventario total requerido se obtuvo un valor de 63 piezas lo que significa que en este proceso de sublimación se puede almacenar dicha cantidad como máximo, sin embargo, cada contenedor (mesa de trabajo) tiene la capacidad para almacenar 60 piezas, por lo tanto, se requiere de 1 contenedor para albergar el número de piezas Kanban.

Asignación de tarjetas Kanban en proceso de ensamble

Tabla 100. Asignación de tarjetas Kanban en proceso de ensamble

Asignación de tarjetas Kanban en el proceso de Ensamble			
KANBAN RETIRO			
Elemento	Piezas sublimadas	Contenedor	Mesa de sublimación
Cantidad	25		
Proceso previo	Sublimación	Código	EAS_001
Proceso actual	Ensamble	Nº tarjeta	01 de 01
Capacidad del contenedor			60
KANBAN PRODUCCIÓN			
Elemento	Ensamble de piezas sublimadas	Cliente	Escuela de fútbol Alberto Spencer
Proceso	Ensamble	Código	EAS_001
Depositar piezas en	Mesa de estampado	Nº tarjeta	01 de 01
Cantidad a producir			25

Figura 75. Asignación de tarjeta Kanban de retiro en proceso de ensamble

Figura 76. Asignación de tarjeta Kanban de producción en proceso de ensamble

Tabla 100. Asignación de tarjetas Kanban en proceso de ensamble(continuación)

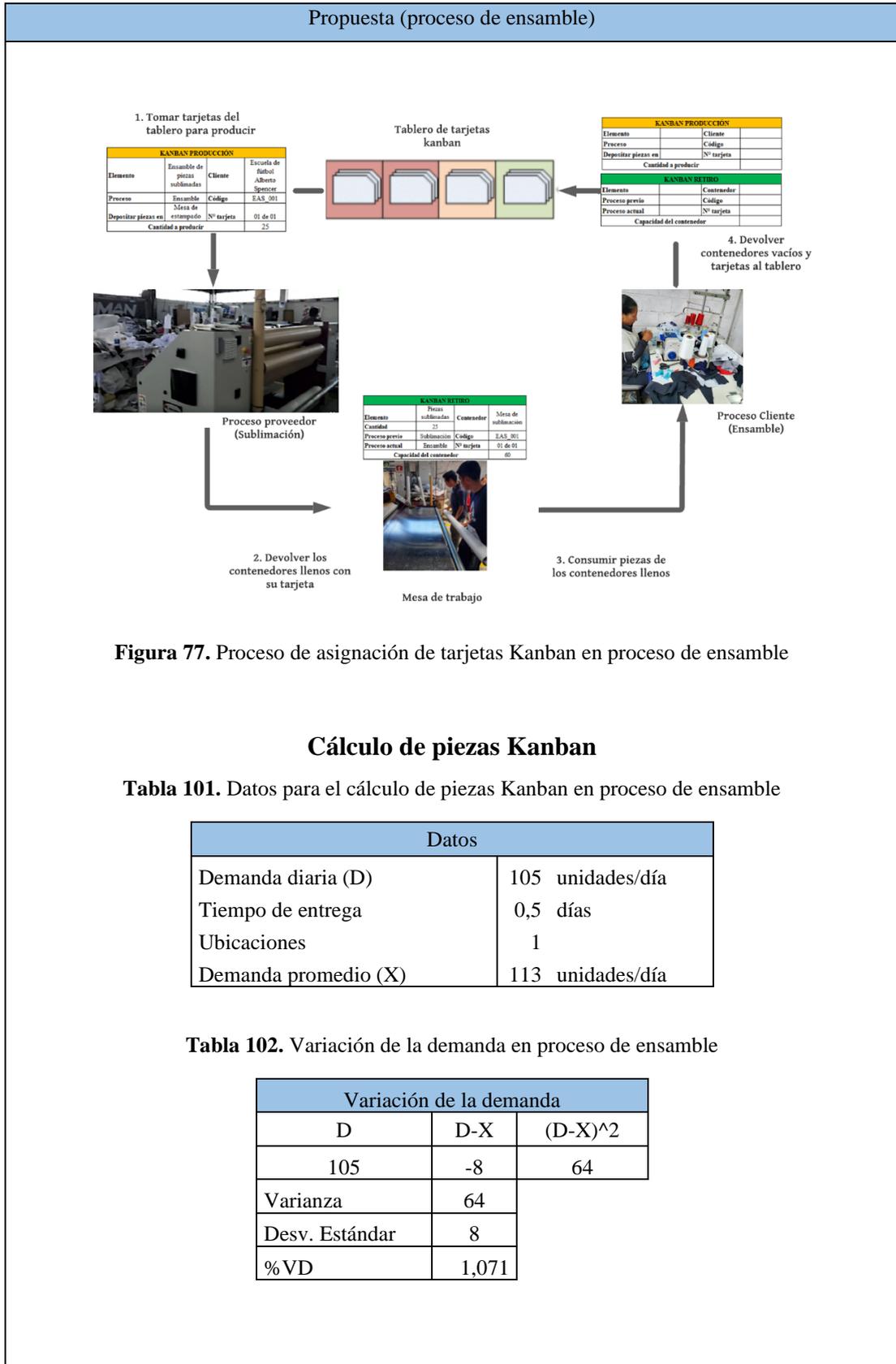


Figura 77. Proceso de asignación de tarjetas Kanban en proceso de ensamble

Cálculo de piezas Kanban

Tabla 101. Datos para el cálculo de piezas Kanban en proceso de ensamble

Datos	
Demanda diaria (D)	105 unidades/día
Tiempo de entrega	0,5 días
Ubicaciones	1
Demanda promedio (X)	113 unidades/día

Tabla 102. Variación de la demanda en proceso de ensamble

Variación de la demanda		
D	D-X	(D-X)^2
105	-8	64
Varianza	64	
Desv. Estándar	8	
% VD	1,071	

Tabla 100. Asignación de tarjetas Kanban en proceso de ensamble (continuación 1)

Cálculo de piezas Kanban

$$\text{Piezas kanban (ITR)} = 113 \frac{\text{unidades}}{\text{día}} * 0,5 \text{ días} * 1 * 1,071$$

$$\text{Piezas kanban (ITR)} = 60,5 \text{ piezas kanban}$$

$$\text{Piezas kanban (ITR)} = 61 \text{ piezas kanban}$$

Cálculo de contenedores

$$N^{\circ} \text{ contenedores} = \frac{\text{ITR}}{\text{Capacidad de contenedor}}$$

$$N^{\circ} \text{ contenedores} = \frac{61 \text{ kanban}}{60 \text{ piezas}}$$

$$N^{\circ} \text{ contenedores} = 1,02 \text{ contenedores}$$

$$N^{\circ} \text{ contenedores} = 1 \text{ contenedor}$$

Interpretación de propuesta: Como se evidencia en la Figura 77, se colocan dos tarjetas Kanban, en el caso de la tarjeta amarilla, se denota que se deben ensamblar las 25 piezas producidas en los procesos anteriores, mientras que la tarjeta Kanban verde denota que se debe abastecer de la materia prima proveniente del proceso de sublimado, cada vez que esta se requiera, por ejemplo, al momento de comenzar con la producción de una nueva orden de producción. En cuanto a la cantidad de inventario total requerido se obtuvo un valor de 61 piezas lo que significa que en este proceso de ensamble se puede almacenar dicha cantidad como máximo, sin embargo, cada contenedor (mesa de trabajo) tiene la capacidad para almacenar 60 piezas, por lo tanto, se requiere de 1 contenedor para albergar el número de piezas Kanban.

Fase 3: Verificar y mantener el Kanban de forma continua.

Una vez que se han propuesto acciones correctivas mediante tarjetas kanban para los procesos más críticos, se debe realizar un seguimiento y llevar una especie de control por parte del encargado del área de confección de la empresa, la finalidad de esta metodología es optimizar el flujo de trabajo, por consiguiente se deben analizar el resto de procesos productivos y considerar la aplicación de tarjetas kanban.

Estandarización (Trabajo estandarizado)

Mediante la estandarización se pretende definir una metodología de trabajo que todos los operarios deben seguir para optimizar la productividad del proceso productivo de confección de uniformes de fútbol semiprofesionales de manera que estos trabajen de forma uniforme, con buenas prácticas de manufactura y encaminados a la mejora continua.

Por otra parte, el área de confección de la empresa no cuenta con procesos estandarizados, por esta razón los operarios no están familiarizados con dicho concepto y por consiguiente ejecutan sus actividades de la manera a la que ellos están acostumbrados. Por tanto, al estandarizar los procesos, los operarios realizarán de mejor forma su trabajo, en menos tiempo, con menos recorridos y lo más importante solo las actividades necesarias para cada proceso, de manera que se consigue afianzar los resultados obtenidos con las herramientas mencionadas con anterioridad y al vez tratar el desperdicio de transportes.

Para realizar la estandarización es importante conocer todas las actividades del proceso productivo que actualmente se están realizando, para luego identificar cuales aportan al proceso, cuales son necesarias, y cuales se pueden llegar a mejorar. Para ello se realiza el análisis de cada una de las actividades con base a la matriz de identificación de desperdicios de la Tabla 66, a continuación, en la Tabla 103, se muestra las mejoras propuestas para cada uno de los procesos.

Tabla 103. Mejoras propuestas en los procesos productivos

Mejoras en los procesos productivos									
EMPRESA		BOMAN SPORT		FECHA			12/12/2022		
PROCESOS		Todos		ELABORADO POR			Santiago Escobar		
PRODUCTO		Uniforme semiprofesional de fútbol		REVISADO POR			Ing. Franklin Tigre		
NÚMERO	PROCESO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Cantidad	Tiempo (s)	Solución			MEJORAS	Tiempo propuesto (s)
					Reducir	Eliminar	Mejorar		
1	Corte	Transportar materia prima desde bodega (tela)		22,33		X		Actividad eliminada, el encargado de bodega debe abastecer de materia prima al término o comienzo de la jornada laboral	0,00
2		Medir tela y cortar	1 rollo	30,44			X	Mantener actividad	30,44
3		Doblar tela en capas	12	102,99			X	Implementación de máquina laser de corte, permite eliminar los tiempos de trazado de moldes sobre capas de tela y brinda mayor precisión de corte	82,15
4		Trazar el molde de espalda sobre capas			X				
5		Cortar espaldas	12				X		
6		Trazar molde de frente sobre capas	12				X		
7		Cortar frentes	12				X		
8		Trazar molde de pantaloneta sobre capas	12				X		
9		Cortar pantalonetas	12				X		
10		Trazar molde de cuellos y mangas sobre capas	12		X				
11		Cortar mangas y cuellos	12			X			
12		Clasificar piezas por tallas y elementos (camiseta, pantaloneta)		19,11	X			Combinar actividades, la inspección se puede realizar mientras se realiza la clasificación de piezas	26,08
13		Inspección de calidad de acuerdo con orden de producción		8,20			X		26,08
14		Transportar al proceso de sublimado		15,95	X			Mantener actividad	15,95

Tabla 103. Mejoras propuestas en los procesos productivos (continuación)

NÚMERO	PROCESO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Cantidad	Tiempo (s)	Solución			MEJORAS	Tiempo propuesto (s)
					Reducir	Eliminar	Mejorar		
15	Sublimación	Transportar rollo de impresión desde departamento de diseño		18,32		X		Actividad eliminada, los trabajadores del	0,00
16		Acomodar rollo en máquina sublimadora		23,11	X			Mantener actividad	23,11
17		Acomodar cortes de tela encima de papel de diseño		87,68			X	Mantener actividad	87,68
18		Sublimar frentes y espaldas (Imprimir diseño en la tela)			X				
19		Sublimar mangas			X				
20		Sublimar pantalonetas					X		
21		Clasificar tallas y piezas		35,42	X			Combinar actividades, se pueden realizar al mismo tiempo y por un solo operario	55,21
22		Inspección de piezas posteriores (espaldas) de acuerdo con orden		37,69			X		
23	Transportar piezas al proceso de ensamble			13,51	X		Mantener actividad	13,51	
24	Emsamble	Revisar piezas (espaldas, frente ,mangas, cuellos y pantalonetas) de		21,83	X			Actividad eliminada, la inspección ya se	0,00
25		Unir frente, espalda, mangas en máquina overlock		192,07			X	Mantener actividad, el tiempo se disminuye mediante la aplicación de la metodología 5S	181,66
26		Unir piezas de pantaloneta	12		X				
27		Pegar cuellos	12	18,23			X	Mantener actividad, el tiempo se disminuye mediante la aplicación de la metodología 5S	15,26
28	Transportar al proceso de estampado			25,57	X		Mantener actividad	25,57	
29	Estampado	Sujetar logotipos sobre camiseta		19,77		X		Mantener actividad	19,77
30		Estampar camiseta		30,11	X			Mantener actividad	30,11
31		Estampar pantaloneta					X		
32		Clasificar piezas por tallas y elementos	12	8,81			X	Mantener actividad	8,81
33		Transportar piezas al proceso de planchado			20,68	X		Mantener actividad	20,68

Tabla 103. Mejoras propuestas en los procesos productivos (continuación 1)

NÚMERO	PROCESO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Cantidad	Tiempo (s)	Solución			MEJORAS	Tiempo propuesto (s)
					Reducir	Eliminar	Mejorar		
34	Planchado	Revisar piezas (camisetas y pantalonetas de acuerdo con orden de		17,68			X	Actividad eliminada, la inspección ya se	0,00
35		Planchar camiseta	12	40,72			X	Mantener actividad	40,72
36		Planchar pantaloneta	12	15,25			X	Mantener actividad	15,25
37		Clasificar por tallas y elementos	12	6,46				Mantener actividad	6,46
38		Transportar al proceso de terminado y pulido		15,99	X			Mantener actividad	15,99
39	Terminado y Pulido	Cortar hilos excedentes en camisetas		99,16	X			Mantener actividad	99,16
40		Colocar cordones en pantalonetas		16,26			X	Mantener actividad	16,26
41		Cortar hilos excedentes en pantalonetas		43,80	X			Mantener actividad	43,80
42		Transportar al proceso de empaquetado		5,56	X			Mantener actividad	5,56
43	Empacado y Almacenamiento	Doblar camisetas	12	22,69			X	Mantener actividad	22,69
44		Doblar pantalonetas	12	17,28			X	Mantener actividad	17,28
45		Clasificar elementos (camisetas y pantalonetas) por tallas	12	2,62			X	Combinar actividades, un solo operario puede hacerlo	13,00
46		Empacar camiseta, pantaloneta y polines en funda transparente	12	12,83			X		
47		Agrupar por lotes según orden de producción	1	27,42			X	Mantener actividad	27,42
48	Almacenamiento		-	X			-	-	

Una vez que se han establecido las propuestas de mejora, se procede a comparar el proceso actual con dicha propuesta, como se muestra a continuación en la Tabla 104.

Tabla 104. Comparación de tiempos estándar en método actual y propuesto

Corte		
Actividades	Tiempo actual (s/ unidad)	Tiempo propuesto (s/unidad)
Transportar materia prima desde bodega	22,33	0,00
Medir tela y cortar	30,44	30,44
Doblar tela en capas	102,99	82,15
Trazar el molde de espalda sobre capas		
Cortar espaldas		
Trazar el molde de frente sobre capas		
Cortar frentes		
Trazar molde de pantalonetas sobre capas		
Cortar pantalonetas		
Trazar molde cuellos y mangas sobre capas		
Cortar mangas y cuellos		
Clasificar piezas por tallas y elementos	19,11	26,08
Inspección de calidad	8,20	
Transportar piezas al proceso de sublimado	15,95	15,95
TOTAL	199,02	154,62
Sublimación		
Actividades	Tiempo actual (s/ unidad)	Tiempo propuesto (s/ unidad)
Transportar rollo de impresión desde departamento de diseño	18,32	0,00
Acomodar rollo en máquina sublimadora	23,11	23,11
Acomodar cortes de tela encima de papel de diseño	87,68	87,68
Sublimar frentes y espaldas (Imprimir diseño en la tela)		
Sublimar mangas		
Sublimar pantalonetas	35,42	55,21
Clasificar tallas y piezas		
Inspección de piezas posteriores (espaldas) de acuerdo con orden de producción	37,69	
Transportar piezas al proceso de emsamble	13,51	13,51
TOTAL	215,73	179,51
Ensamble		
Actividades	Tiempo actual (s/ unidad)	Tiempo propuesto (s/ unidad)
Revisar piezas (espaldas, frente ,mangas, cuellos y pantalonetas) de acuerdo con orden de producción	21,83	0,00
Unir piezas (frente, espalda, mangas) en máquina overlock	192,07	181,66
Unir piezas de pantaloneta		
Pegar cuellos	18,23	15,26
Transportar al proceso de estampado	25,57	25,57
TOTAL	257,70	222,49

Tabla 104. Comparación de tiempos estándar en métodos actual y propuesto (continuación)

Estampado		
Actividades	Tiempo actual (s/ unidad)	Tiempo propuesto (s/ unidad)
Sujetar logotipos sobre camiseta	19,77	19,77
Estampar camiseta		
Estampar pantaloneta	30,11	30,11
Clasificar piezas por tallas y elementos	8,81	8,81
Transportar piezas al proceso de planchado	20,68	20,68
TOTAL	79,37	79,37
Planchado		
Actividades	Tiempo actual (s/ unidad)	Tiempo propuesto (s/ unidad)
Revisar piezas (camisetas y pantalonetas de acuerdo con orden de producción	17,68	0,00
Planchar camiseta	40,72	40,72
Planchar pantaloneta	15,25	15,25
Clasificar por tallas y elementos	6,46	6,46
Transportar al proceso de terminado	15,99	15,99
TOTAL	96,1	78,42
Terminado y pulido		
Actividades	Tiempo actual (s/ unidad)	Tiempo propuesto (s/ unidad)
Cortar hilos excedentes en camisetas		
Cortar hilos excedentes en pantalonetas	99,16	99,16
Colocar cordones en pantalonetas	16,26	16,26
Transportar al proceso de empaquetado	5,56	5,56
TOTAL	120,98	120,98
Empacado y almacenamiento		
Actividades	Tiempo actual (s/ unidad)	Tiempo propuesto (s/ unidad)
Doblar camisetas	22,69	22,69
Doblar pantalonetas	17,28	17,28
Clasificar elementos (camisetas y pantalonetas) por tallas	2,62	
Empacar camiseta, pantaloneta y polines en funda transparente	12,83	13,00
Agrupar por lotes según orden de producción	27,42	27,42
Almacenamiento	-	-
TOTAL	82,84	80,39

A continuación, la Tabla 105, muestra el resumen de tiempos estándar del proceso actual y de la propuesta de mejora.

Tabla 105. Resumen de tiempos estándar en método actual y propuesto

Proceso	Tiempo estándar actual (s)	Tiempo estándar propuesto (s)	Capacidad de producción propuesta (u/h)	Capacidad propuesta jornada (7,5 h)
Corte	199,02	154,62	23,28	174,62
Sublimación	215,73	179,51	20,05	150,41
Ensamble	257,70	222,49	16,18	121,35
Estampado	79,37	79,37	45,36	340,18
Planchado	96,10	78,42	45,91	344,30
Terminado y pulido	120,98	120,98	29,76	223,18
Empaquetado y almacenamiento	82,84	80,39	44,78	335,86
TOTAL	1051,74	915,78		

Análisis: Mediante la propuesta de mejora el tiempo estándar se reduce en 135,96 segundos por cada unidad de uniforme de fútbol semiprofesional, lo que en porcentaje representa un 14,84 % de reducción de tiempo por unidad de uniforme. Esto se consigue mediante la eliminación de actividades que no agregan valor al proceso. Por otra parte, se evidencia un incremento en la capacidad de producción en el proceso de ensamble a 121 unidades diarias, el cual a la vez es la nueva capacidad de producción diaria, es decir que además de cumplir con la demanda diaria establecida de 113 unidades al día, también se consigue un incremento de 8 unidades diarias.

A continuación, en la Figura 78 se muestra una esquematización gráfica de los tiempos actuales y propuestos del proceso productivo, con la capacidad de producción propuesta del proceso productivo.

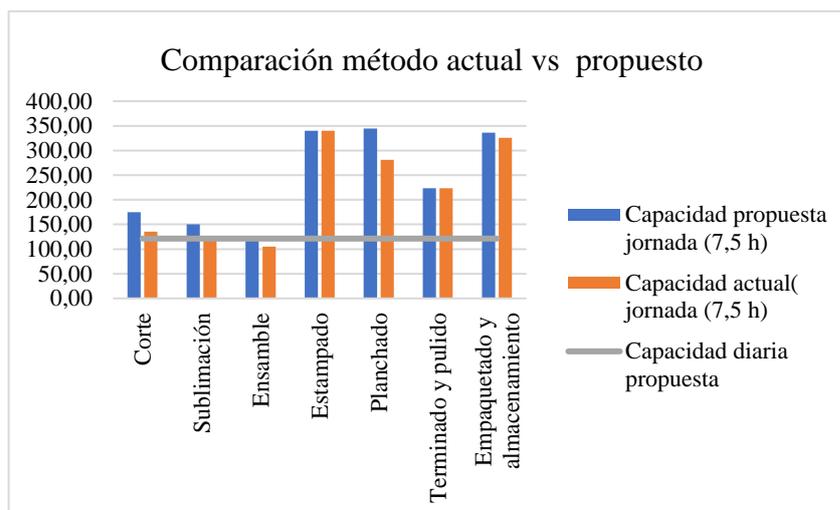


Figura 78. Comparación de capacidades de producción en método actual vs propuesto

Cálculo de variación en capacidad de producción real

$$\% \text{ Variación} = \frac{Cp \text{ propuesta} - Cp \text{ actual}}{Cp \text{ actual}} * 100\%$$

$$\% \text{ Variación} = \frac{2427 \frac{\text{unidades}}{\text{mes}} - 2256 \frac{\text{unidades}}{\text{mes}}}{2256 \frac{\text{unidades}}{\text{mes}}} * 100\%$$

$$\% \text{ Variación} = 7,58 \%$$

Análisis: La propuesta de mejora, en cuanto a términos de capacidad de producción obtenidos de forma teórica representa un 7,58 % de mejora, visible en un incremento de 171 unidades al mes adicionales.

Cursograma analítico propuesto

Una vez establecida la propuesta de mejora, se evidencia una reducción de actividades dentro de todo el proceso productivo de confección de uniformes de futbol semiprofesionales. A continuación, en la Tabla 106, se presenta el cursograma analítico propuesto.

Tabla 106. Cursograma analítico propuesto

CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO										
EMPRESA:		Boman Sport		RESUMEN		Actual	Propuesto			
MÉTODO:	Actual		SÍMBOLO	ACTIVIDAD						
	Propuesto	X		Operación			28			
PRODUCTO:	Uniforme semiprofesional de futbol			Transporte			6			
LUGAR:	Área de confección			Inspección			2			
OPERARIOS:	24			Espera			0			
TAMAÑO DEL LOTE:	-			Almacenaje			1			
PROCESO:	Todos		Total de Actividades realizadas				37			
ANALISTA:	Santiago Escobar		Distancia total en metros				65,10			
REVISADO POR:	Ing.Franklin Tigre		Tiempo min/hombre				15,26			
NÚMERO	PROCESO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Cantidad	Distancia metros	Tiempo Segundos	SÍMBOLOS PROCESOS				
										
1	Corte	Medir tela y cortar	1 rollo	-	30,44					
2		Doblar tela en capas	12	-						
3		Cortar espaldas	12	-						
4		Cortar frentes	12	-	82,15					
5		Cortar pantalonetas	12	-						
6		Cortar mangas y cuellos	12	-						
7		Revisar y clasificar piezas por tallas y elementos (camiseta, pantaloneta)		-	26,08					
8		Transportar al proceso de sublimado		10,5	15,95					
9	Sublimación	Acomodar rollo en máquina sublimadora		-	23,11					
10		Acomodar cortes de tela encima de papel de diseño		-						
11		Sublimar frentes y espaldas		-	87,68					
12		Sublimar mangas		-						
13		Sublimar pantalonetas		-						
14		Revisar y clasificar piezas por tallas y		-	55,21					
15		Transportar piezas al proceso de ensamble		8,0	13,51					
16	Ensamble	Unir piezas de frente, espalda y mangas en máquina overlock		-	181,66					
17		Unir piezas de pantaloneta	12	-						
18		Pegar cuellos	12	-	15,26					
19		Transportar al proceso de estampado		14,0	25,57					

Tabla 106. Cursograma analítico propuesto (continuación)

NÚMERO	PROCESO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Cantidad	Distancia metros	Tiempo Segundos	SÍMBOLOS PROCESOS					
						●	➔	■	◐	▼	
20	Estampado	Sujetar logotipos sobre camiseta		-	19,77	●					
21		Estampar camiseta		-	30,11		➔				
22		Estampar pantaloneta		-							
23		Clasificar piezas por tallas y elementos	12	-	8,81	●					
24		Transportar piezas al proceso de planchado		20,0	20,68		➔				
25	Planchado	Planchar camiseta	12	-	40,72	●					
26		Planchar pantaloneta	12	-	55,21	●					
27		Clasificar por tallas y elementos	12	-	6,46	●					
28		Transportar al proceso de terminado		9,6	15,99		➔				
29	Terminado y Pulido	Cortar hilos excedentes en camisetas		-	99,16	●					
30		Corte de hilos excedentes en pantalonetas		-			➔				
31		Colocar cordones en pantalonetas		-	16,26	●					
32		Transportar al proceso de empaquetado		3,0	5,56		➔				
33	Empacado y Almacenamiento	Doblar camisetas	12	-	22,69	●					
34		Doblar pantalonetas	12	-	17,28	●					
35		Clasificar y empacar elementos por tallas	12	-	13,00	●					
36		Agrupar por lotes según orden de	1	-	27,42	●					
37		Almacenamiento		-	-					●	
		Tiempo Minutos:	15,3	m	65,10	915,78	s				

Análisis: El cursograma analítico del método propuesto tiene un total de 37 actividades a diferencia de las 48 actividades del método actual, es decir que se redujeron 11 actividades.

El número total de actividades del método propuesto se divide en 28 operaciones, 6 transportes, 2 inspecciones, 0 esperas y 1 almacenamiento, mientras que el método actual tiene 35 operaciones, 8 transportes, 4 inspecciones, 0 esperas y 1 almacenamiento. En cuanto al tiempo estándar del método propuesto se tiene 915,78 segundos, equivalente a 15,30 minutos por cada uniforme de fútbol semiprofesional, mientras que en el método actual se tiene un tiempo de 1051,74 segundos, equivalente a 17,53 minutos. Por otra parte, también se evidencia una reducción de la distancia recorrida a lo largo del proceso productivo, teniendo así 65,10 metros recorridos en el método propuesto, mientras que en el método actual se recorren 84,40 metros.

Adquisición de máquina cortadora de tela laser

Actualmente el proceso de corte emplea cortadoras de uso manual como se muestra en la Tabla 25, sin embargo, el operario debe mantener un alto grado de concentración para no cometer errores. Por tanto, se propone la adquisición de una máquina cortadora láser, la misma que ya se tenía en consideración por parte de la empresa antes de la

realización del presente proyecto, esta máquina permite eliminar las actividades relacionadas al trazado manual del patrón sobre la tela y realizar directamente los cortes sobre esta, de manera que se conseguiría reducir los tiempos de operación en este proceso y el tiempo promedio de operación en cortar las piezas de frentes, espaldas, mangas, cuellos y pantalonetas sería de 82,15 segundos como se muestra en la Tabla 104. A continuación, en Figura 79, se muestra un ejemplo de dicha máquina conforme a las necesidades de la empresa y en el anexo 4 se muestran las especificaciones técnicas de la misma.



Figura 79. Máquina cortadora de tela láser marca Ziltech como propuesta de mejora

Sin embargo, se presenta un inconveniente relacionado con el espacio físico necesario para adecuar dicha máquina en un futuro, Por tanto, se propone un readecuamiento del proceso de corte con base en el “layout” del área de confección de la empresa visible en el Anexo 2 y en el Anexo 3 se presenta dicha propuesta.

Cálculo de indicadores post aplicación de propuesta de mejora

Ratio de valor agregado

Para determinar el valor de este indicador en el método propuesto se requiere de los nuevos tiempos VA (valor agregado) y NVA (No agregan valor), de manera que se tiene:

$$RVA = \frac{\text{Tiempo de valor agregado}}{\text{Tiempo de valor no agregado}}$$

Los tiempos que agregan valor al proceso (VA) y los que no agregan valor (NVA) del método actual se muestran a continuación en la Tabla 107.

Tabla 107. Tiempos de valor agregado, método propuesto

Tiempos de valor añadido (Método propuesto)				
PRODUCTO:	Uniforme semiprofesional de futbol	FECHA	26/12/2022	
PROCESOS	Todos	ELABORADO POR	Santiago Escobar	
MÉTODO	Actual	APROBADO POR	Ing. Franklin Tigre	
N°	Proceso	Tc(s)	VA(s)	NVA(s)
1	Corte	154,62	88,99	65,63
2	Sublimado	179,51	110,79	68,72
3	Ensamble	222,49	213,90	21,97
4	Estampado	79,37	49,75	29,62
5	Planchado	78,42	73,65	4,77
6	Terminado y pulido	120,98	99,15	21,83
7	Empaquetado y almacenamiento	80,39	52,80	27,59
TOTAL		915,78	689,03	226,75

A continuación, se determina el valor del RVA.

$$\text{Tiempo VA (Valor agregado)} = 689,03 \text{ segundos}$$

$$\text{Tiempo NVA (Valor no agregado)} = 226,75 \text{ segundos}$$

$$RVA = \frac{689,03 \text{ segundos}}{226,75 \text{ segundos}}$$

$$RVA = 3,03$$

El ratio de valor agregado (RVA) en el método propuesto es de 3,03 mientras que en el método actual se tiene un valor de 1,75. A continuación se determina el porcentaje de variación para este indicador.

$$\% \text{ Variación} = \frac{\text{Ratio propuesto} - \text{Ratio actual}}{\text{Ratio actual}} * 100\%$$

$$\% \text{ Variación} = \frac{3,03 - 1,75}{1,75} * 100\%$$

$$\% \text{ Variación} = 73,14 \%$$

Análisis: Se consigue una mejora del 73,14 %, y esto se debe en gran medida a la reducción de las actividades que no agregan valor al proceso productivo.

Ratio de operación por tiempo

Para determinar el valor de este indicador se requiere del resumen mostrado en el cursograma analítico propuesto en la Tabla 106, para posteriormente aplicar la ecuación pertinente a dicho indicador.

$$\text{Ratio de operación} = \frac{\text{tiempo de operación}}{\text{Tiempo total}}$$

$$\text{Ratio de operación} = \frac{689,03 \text{ segundos}}{915,78 \text{ segundos}} * 100\%$$

$$\text{Ratio de operación} = 75,23 \%$$

El ratio de operación por tiempo en este método es de 75,23 %. A continuación, se determina el porcentaje de variación de este indicador.

$$\% \text{ Variación} = \frac{\text{Ratio propuesto} - \text{Ratio actual}}{\text{Ratio actual}} * 100\%$$

$$\% \text{ Variación} = \frac{75,23\% - 63,74\%}{63,74\%} * 100\%$$

$$\% \text{ Variación} = 18,03 \%$$

Análisis: Se consigue una mejora del 18,03 %, en cuanto al tiempo en el que el uniforme semiprofesional de fútbol permanece en operación, es decir que se redujo el tiempo de las actividades que no agregan valor y por consiguiente se agiliza el proceso productivo.

Ratio de operación por total de actividades

En cuanto al ratio de operación, se requiere del total de operaciones sobre el total de actividades, los mismos que se encuentran visibles en el cursograma analítico propuesto como se muestra en la Tabla 106.

$$\text{Ratio de operación} = \frac{\text{Operaciones}}{\text{Total de actividades}}$$

$$\text{Ratio de operación} = \frac{28}{37} * 100\%$$

$$\text{Ratio de operación} = 75,67 \%$$

El ratio de operación por tiempo, en el método propuesto es de 75,23 % a comparación del 63,74 % obtenido en el método actual. A continuación, se determina el porcentaje de variación entre el método actual y propuesto, respecto a este indicador.

$$\% \text{ Variación} = \frac{\text{Ratio propuesto} - \text{Ratio actual}}{\text{Ratio actual}} * 100\%$$

$$\% \text{ Variación} = \frac{75,67\% - 72,91\%}{72,91\%} * 100\%$$

$$\% \text{ Variación} = 3,78 \%$$

Análisis: Se consigue una mejora del 3,78 % en la relación entre el número total de operaciones con relación al total de actividades. Es decir que se han eliminado actividades que no agregan valor (transportes y esperas).

Productividad propuesta

Para determinar la productividad después de la propuesta planteada, se toma en cuenta los mismos valores referentes a las entradas especificadas en la productividad actual, pues una de las formas en la que la productividad se puede mejorar, es produciendo más con los mismos recursos, mientras que en las salidas se presenta un incremento en las unidades vendidas en 171 unidades, es decir que al mes se venderían 2427 uniformes, dando como resultado lo que se muestra a continuación. Se debe considerar que aumentar la capacidad de producción también aumentan los insumos empleados, en este caso se conoce que cada semana requiere de \$ 1145 para abastecer la

confección de 595 uniformes, por lo que para abastecer las 171 unidades adicionales al mes se necesitan de \$ 343,50 adicionales aproximadamente, obteniendo un valor total por insumos de \$ 4923,50 mensuales. Por otra parte, se considera al mismo valor referente a energía eléctrica consumida, pues se sigue trabajando el mismo tiempo de la jornada laboral establecida, con la diferencia de que se esta aprovechando la reducción de tiempos que no agregan valor en la producción de más unidades al día.

$$\textit{Productividad global} = \frac{\textit{Ventas mensuales}}{\textit{mano de obra} + \textit{m.o indirecta} + \textit{insumos} + \textit{energía eléctrica}}$$

$$\textit{Productividad global} = \frac{\$ 53394}{\$ 10450 + \$ 1800 + \$ 4923,50 + \$ 460}$$

$$\textit{Productividad global} = 3,03$$

La productividad en el método propuesto es de 3,03 a comparación del 2,87 que existe en la actualidad. A continuación, se determina el porcentaje de variación entre ambos métodos, respecto a este indicador.

$$\% \textit{Variación} = \frac{\textit{Productividad propuesta} - \textit{Productividad actual}}{\textit{Productividad actual}} * 100\%$$

$$\% \textit{Variación} = \frac{3,03 - 2,87}{2,87} * 100\%$$

$$\% \textit{Variación} = 5,57 \%$$

Análisis: En caso de que la propuesta planteada sea considerada en un futuro se conseguiría una mejora de la productividad del proceso productivo de confección de uniformes semiprofesionales de fútbol en un 5,57 %. Es decir que por cada dólar invertido se estarían generando 3,03 dólares de ganancia a comparación de los 2,87 dólares en la productividad actual.

VSM propuesto

Mediante la propuesta de mejora planteada en el proceso productivo actual se evidencian cambios en aspectos como: reducción de tiempos estándar, desperdicios y actividades que no agregan valor al proceso. A continuación, se presenta el mapeo de

la cadena de valor propuesto para el proceso de confección de uniformes de futbol semiprofesionales de la empresa BOMAN Sport.

Como punto de partida para la elaboración del VSM propuesto se requiere de los nuevos datos obtenidos referentes a tiempos estándar, tiempos AV y NAV, lead time, además de las nuevas capacidades de producción de cada proceso productivo. Una vez especificados estos requerimientos, en la Figura 80, se presenta el VSM propuesto.

Cálculo de Takt Time

Mediante el método propuesto se consigue disminuir dicho valor, para ello se tiene que el tiempo disponible es el mismo, es decir 540000 segundos al mes por otra parte, se requiere de la nueva demanda para el mismo período, la cual es de 121,35 unidades al día, esto multiplicado por los 20 días laborables al mes, resulta un promedio de 2427 uniformes al mes.

$$\mathbf{Takt\ time} = \frac{\mathit{Tiempo\ disponible}}{\mathit{Demanda}}$$

$$\mathbf{Takt\ time} = \frac{540000 \frac{\mathit{segundos}}{\mathit{mes}}}{2427 \frac{\mathit{uniformes}}{\mathit{mes}}}$$

$$\mathbf{Takt\ time} = 222,50 \frac{\mathit{segundos}}{\mathit{uniforme}}$$

$$\mathbf{Takt\ time} = 3,70 \frac{\mathit{minutos}}{\mathit{uniforme}}$$

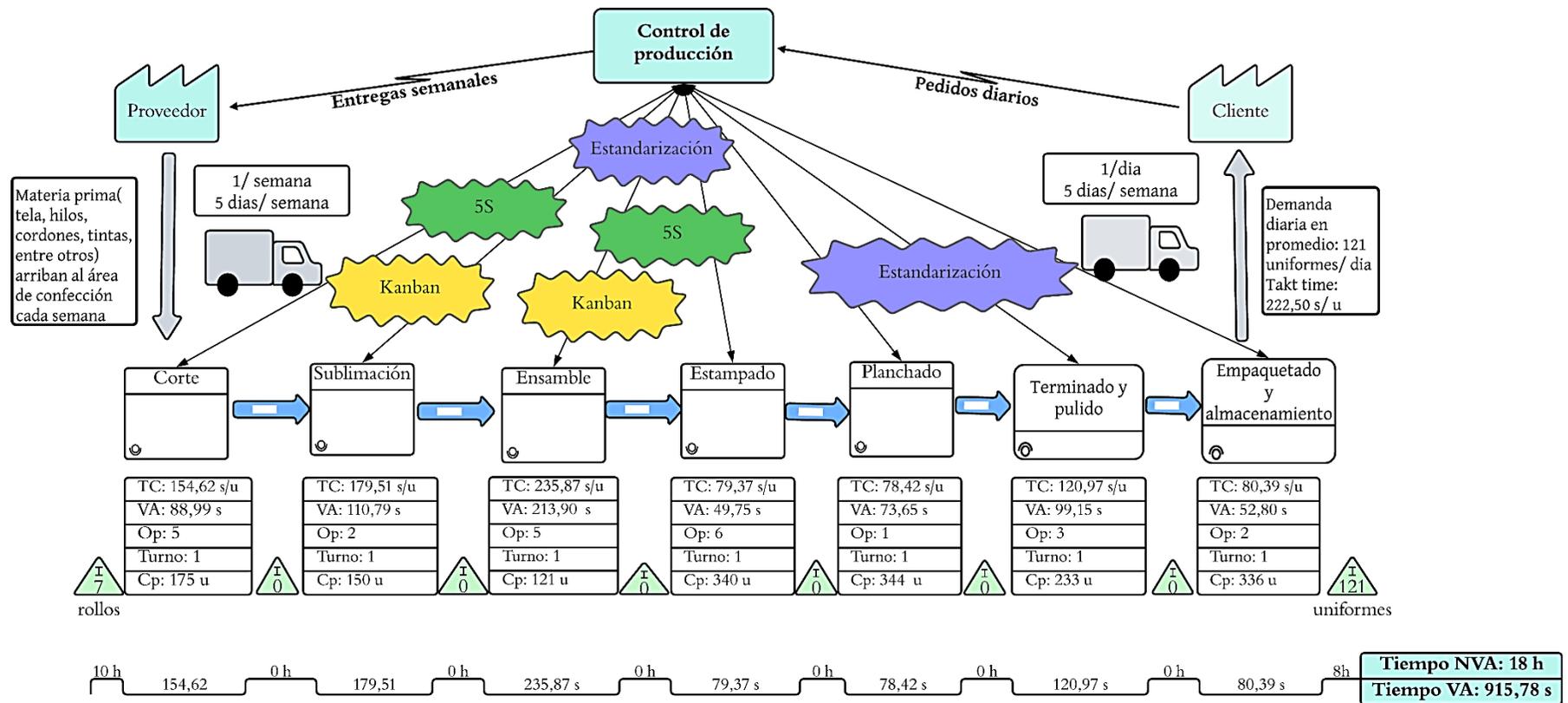


Figura 80. VSM propuesto para el proceso de confección de uniformes de fútbol semiprofesionales

Análisis del VSM propuesto

Como se evidencia en la Figura 80, se muestran las herramientas de manufactura esbelta seleccionadas con anterioridad (5S, Kanban y Estandarización), además de las mejoras que se obtienen mediante la propuesta de mejora. Entre los principales cambios se consigue la eliminación de inventarios entre procesos productivos, de manera que el lead time disminuye de 24,11 a 18,25 horas, así mismo se evidencia una disminución en los tiempos de ciclo en los procesos de corte, sublimación, ensamble, planchado y empaquetado y almacenamiento y por consiguiente se mejora la capacidad de producción en cada uno de estos procesos, de manera que cada uno de estos tiene la suficiente capacidad en relación a la demanda diaria, eliminando los cuellos de botella.

El conjunto de las herramientas de manufactura esbelta seleccionadas brinda una oportunidad de mejora del proceso productivo actual de confección de uniformes de fútbol semiprofesionales, si estas fueran aplicadas.

Costos de implementación de las propuestas de mejora

Una vez que se han planteado las diferentes propuestas de mejora basadas en cada una de las herramientas de manufactura esbelta seleccionadas, es necesario incluir el costo de adquisición de los elementos considerados en cada una de las propuestas, para que la alta gerencia de la empresa tenga una noción sobre la inversión tentativa que permita el mejoramiento de la productividad en el proceso productivo actual. A continuación, se muestran los costos de adquisición de dichos elementos.

Tabla 108. Costos de implementación de propuesta de mejora

Costos de implementación			
Elemento	Cantidad	Costo unitario (\$)	Costo total (\$)
Gigantografía 5S	1	25,00	25,00
Máquina láser de corte	1	\$ 10000,00	\$ 10000,00
Impresiones material didáctico	24	0,25	6,00
Tarjeta roja	50	1,50	75,00
Repisas de madera	5	45,00	225,00
Cáncamo abierto (gancho de pared)	25	0,25	6,25
Gaveta de plástico	5	5	25,00
Separadora pequeña de plástico	5	3,00	15,00
Basureros grandes	7	5,00	35,00
Tablero Kanban	1	\$100	100,00
Tarjetas Kanban	50	1,50	75,00
Tablero de tarjetas Kanban	1	40,00	40,00
TOTAL			10627,25

Como se muestra en la Tabla 108, el costo de implementación es de \$ 10627,25.

Estudio de FlexSim

Se utiliza el software FlexSim en su versión 2019, para simular el proceso productivo actual y propuesto. A continuación, se detallan algunos aspectos importantes para el desarrollo de las simulaciones.

- El diseño 3D de la planta es creado a partir del “layout” del área de confección de la empresa (Anexo 2), de manera que se pueda evidenciar un escenario realista, como se muestra en la Figura 81.
- Los datos referentes a tiempos que se introducen en el software corresponden a los del VSM actual y propuesto respectivamente.
- El diseño de la distribución de planta tanto en el método actual como propuesto se basa en el Anexo 2.
- El esquema de funcionamiento de la simulación tanto en el método actual como propuesto se presenta en el Anexo 6.

Simulación del área de confección

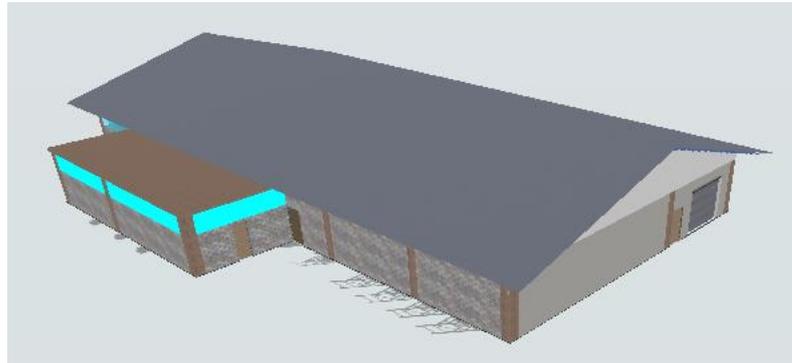


Figura 81. Área de confección, BOMAN Sport

Método actual

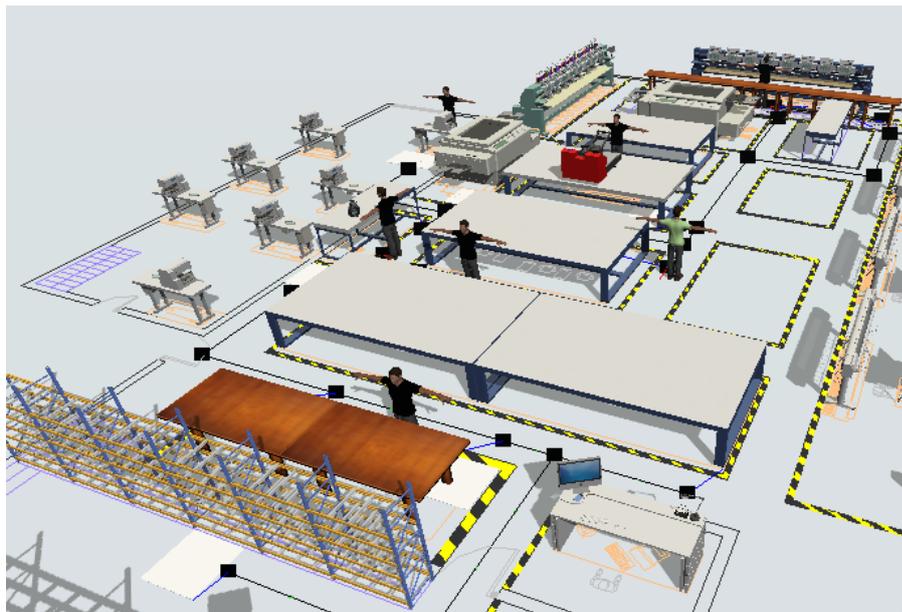


Figura 82. Simulación del método actual, BOMAN Sport

Modelo propuesto

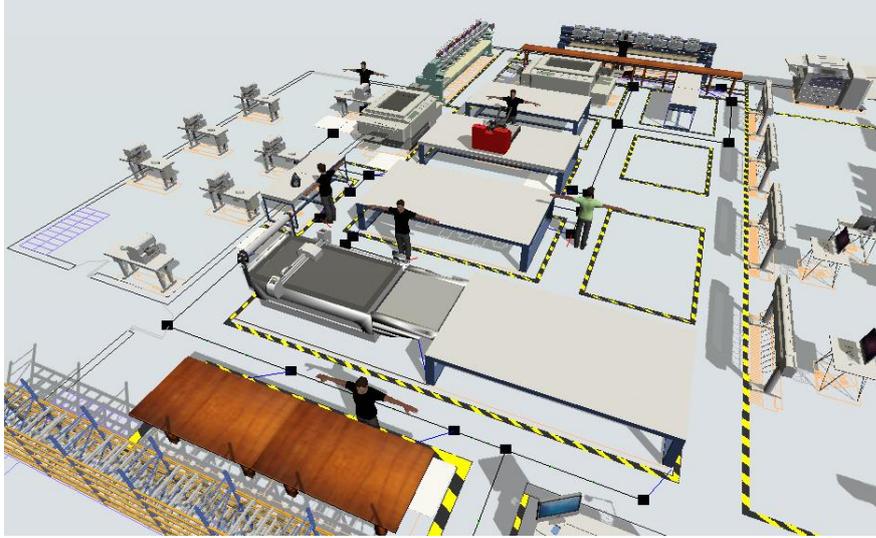


Figura 83. Simulación del método propuesto, BOMAN Sport

Validación del modelo

Se establece un horario de trabajo de lunes a viernes con 8 horas comprendidas desde las 8 am hasta la 4 pm, con media hora de almuerzo. Estas condiciones se establecen en el modelo actual, así como en el propuesto, así mismo se establecen las propiedades de cada máquina con los tiempos de procesamiento, capacidades de producción, entre otros.

Validación de datos

Las Tablas 109 y 110 muestran la simulación de los datos desde el día 7 de noviembre del 2022 hasta el 02 de diciembre del 2022, sin tomar en cuenta los fines de semana, es decir que se han simulado los 20 días laborables del mes.

Resultados obtenidos

Modelo actual

Tabla 109. Simulación de un mes de trabajo en método actual

ACTUAL		
FECHA	CP ACUM	CP DIARIA
07/11/2022	54	54
08/11/2022	162	108
09/11/2022	270	108
10/11/2022	379	109
11/11/2022	498	119
14/11/2022	612	114
15/11/2022	720	108
16/11/2022	828	108
17/11/2022	939	111
18/11/2022	1059	120
21/11/2022	1170	111
22/11/2022	1278	108
23/11/2022	1386	108
24/11/2022	1499	113
25/11/2022	1619	120
28/11/2022	1728	109
29/11/2022	1836	108
30/11/2022	1944	108
01/12/2022	2060	116
02/12/2022	2178	118
	PROMEDIO	108,90
	PROM-1RO	111,79

Análisis: De acuerdo con la Tabla 109, se evidencia que la capacidad de cada uno de los procesos productivos ronda las 112 unidades en la jornada de trabajado establecida, es importante mencionar que el promedio de producción mensual se realiza a partir del segundo día de simulación debido a que en el día uno no se manejan inventarios, por lo que la capacidad de producción en ese día siempre será inferior al resto, lo cual no sucede en la vida real.

RENDIMIENTO POR DIA	
Object	Throughput
CORTE	112.32
SUBLIMACION	111.86
ENSAMBLE	111.37
ESTAMPADO	111.13
PLANCHADO	111.13
TERMINADO Y PULIDO	111.03
EMPAQUETADO Y ALMACENAMIENTO	110.90

Figura 84. Capacidad de producción diaria en método actual

Distancia recorrida

Además de determinar el rendimiento por día, el software de Flexsim permite calcular la distancia recorrida por los operarios en las diferentes actividades que implican desplazamientos de materiales e insumos, en el transcurso de los 20 días de simulación. La Figuras 82 y 83 muestran a un operario por cada puesto de trabajo, los mismos que se identifican con una camiseta de color negro, mientras que también se muestran a 2 operarios adicionales con camiseta de color verde, pues estos son quienes realizan las actividades de transporte dentro del proceso productivo en la vida real y por tanto, se considera de igual manera para el desarrollo de la simulación, de manera que se obtiene el resultado mostrado en la Figura 85.

DISTANCIA RECORRIDA	
Object	Distance
OPERADOR DE CORTE Y TERMINADO	4668.13
OPERADOR DE SUBLIMACION ENSAMBLE ESTAMPADO PLANCHADO	43421.32

Figura 85. Distancia recorrida en metros del método actual

Análisis: Al cabo de los 20 días de simulación se tiene que la distancia total recorrida por los operarios es de 48089,45 metros.

Modelo Propuesto

Tabla 110. Simulación de un mes de trabajo en método propuesto

PROPUESTO		
FECHA	CP ACUM	CP DIARIA
07/11/2022	60	60
08/11/2022	180	120
09/11/2022	306	126
10/11/2022	432	126
11/11/2022	553	121
14/11/2022	668	115
15/11/2022	792	124
16/11/2022	918	126
17/11/2022	1044	126
18/11/2022	1161	117
21/11/2022	1278	117
22/11/2022	1404	126
23/11/2022	1530	126
24/11/2022	1654	124
25/11/2022	1768	114
28/11/2022	1890	122
29/11/2022	2016	126
30/11/2022	2142	126
01/12/2022	2262	120
02/12/2022	2376	114
	PROMEDIO	118,80
	PROM-IRO	121,89

Análisis: Una vez que se simulan las mejoras planteadas en la propuesta se obtiene un incremento de 11 unidades diarias en todo el proceso productivo, alcanzando la cantidad de 122 unidades diarias.

RENDIMIENTO POR DIA	
Object	Throughput
CORTE	122.73
SUBLIMACION	122.25
ENSAMBLE	121.76
ESTAMPADO	121.54
PLANCHADO	121.54
TERMINADO Y PULIDO	121.41
EMPAQUETADO Y ALMACENAMIENTO	121.30

Figura 86. Capacidad de producción diaria en método propuesto

Distancia recorrida

En cuanto al cálculo de la distancia recorrida para el modelo propuesto, se tiene que la configuración de operarios es la misma, sin embargo, se evidencia una reducción de la distancia recorrida final, tal como se muestra en la Figura 87.

DISTANCIA RECORRIDA	
Object	Distance
OPERADOR DE CORTE Y TERMINADO	4739.33
OPERADOR DE SUBLIMACION ENSAMBLE ESTAMPADO PLANCHADO	34427.23

Figura 87. Distancia recorrida en metros del método propuesto

Análisis: Al simularse los 20 días de trabajo en el modelo propuesto se tiene que la distancia total recorrida es de 39166,56 metros a comparación de los 48089,45 metros que se recorren en la actualidad, lo que representa un 18,55 % de mejora respecto al modelo propuesto.

Comparación de modelos

Una vez que se han simulado los entornos actual y simulado del proceso productivo de confección de uniformes semiprofesionales de fútbol, se procede a determinar la variación que existe entre los valores obtenidos de manera teórica con los obtenidos mediante el software de Flexsim, A continuación, en la Tabla 111, se muestra un resumen de dicha información.

Tabla 111. Comparación de capacidad real versus simulada

Confección de uniformes semiprofesionales de fútbol				
Producción	Real (R)		Simulado (S)	
	Actual	Propuesto	Actual	Propuesto
Semana 1	560	607	498	553
Semana 2	1125	1214	1059	1161
Semana 3	1690	1820	1619	1768
Semana 4	2256	2427	2178	2376

Comparación de capacidad de producción simulada y teórica

$$\% \text{ Variación} = \frac{Cp \text{ propuesta} - Cp \text{ simulada}}{Cp \text{ simulada}} * 100\%$$

$$\% \text{Variación} = \frac{2427 \frac{\text{unidades}}{\text{mes}} - 2376 \frac{\text{unidades}}{\text{mes}}}{2376 \frac{\text{unidades}}{\text{mes}}} * 100\%$$

$$\% \text{Variación} = 2,14\%$$

Análisis: El porcentaje de variación entre los cálculos pertinentes a la capacidad de producción propuesta tanto de forma teórica como simulada es de 2,14 % lo cual se debe a que los datos simulados necesitan equilibrarse y eso se consigue con el pasar de los días, es decir que siempre que simule el primer de trabajo, siempre se obtendrán valores muy bajos de producción, emulando un escenario de una empresa que recién inicie sus actividades, debido a que no existe materia prima realizada con anterioridad en los procesos productivos. Por lo tanto, se considera dicho porcentaje como aceptable, y se valida la simulación realizada.

CAPÍTULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- Para la determinación de la situación inicial dentro del área de confección de la empresa BOMAN Sport se tomó en cuenta al producto con mayor demanda, siendo el uniforme de fútbol semiprofesional el más representativo, de acuerdo con el método Delphi basado en criterio de expertos de los departamentos: administrativo, contable, de ventas y gerencial. Por otra parte, se identificaron siete procesos productivos necesarios para la confección del producto en cuestión, en los cuales se ha realizado un estudio de tiempos donde se determinó que el tiempo estándar es de 17,52 minutos por unidad y la distancia recorrida es de 84,40 metros. Además, se determinó que el proceso que restringe la capacidad de producción de la empresa es el proceso de ensamble con 13 unidades por hora y una productividad global del producto representante de 2,87.
- Mediante el mapeo de la cadena de valor VSM, se identificaron los desperdicios existentes en el proceso productivo, siendo estos: esperas, movimientos y transportes innecesarios, a su vez mediante el diagrama de Ishikawa se identificaron las causas que los originan, teniendo así que la falta de estandarización es la más influyente. En ese mismo contexto se creó una matriz de relación de los mencionados desperdicios con las herramientas de manufactura esbelta que permiten la reducción de estos, de manera que las herramientas seleccionadas fueron 5S, Kanban y Estandarización. En el caso de la herramienta 5S implica la reducción las esperas ocasionadas en el proceso cuello de botella, para la reducción de movimientos innecesarios en los procesos de corte, sublimado y ensamble se propuso la metodología Kanban y por último para la reducción de transportes innecesarios se propuso la estandarización en los procesos ya mencionados, así como en el resto. Dicha selección de herramientas se fundamentó mediante el proceso analítico

jerárquico establecido por el investigador junto al departamento de producción de la empresa.

- Para los desperdicios encontrados se propuso el uso de las herramientas de manufactura esbelta: 5S, Kanban y Trabajo estandarizado, mediante la propuesta de mejora planteada. Con la herramienta 5S se eliminaron actividades que no agregan valor en el proceso cuello de botella, con lo cual se consiguió incrementar la capacidad de producción diaria en dicho proceso de 105 a 121 unidades diarias, mediante la metodología Kanban se consigue realizar de forma más organizada las diferentes tareas en los procesos de corte, sublimación y ensamble, lo cual contribuyo en la disminución de tiempos NAV. Por otra parte, mediante la estandarización se consiguió establecer las mejoras obtenidas con las primeras herramientas, de manera que se consiguió reducir el tiempo de ciclo de 1051,74 a 915,78 segundos por unidad, lo que representa un 12,92 % de mejora, mientras que la productividad global de la empresa aumentaría en 5,57 %, pasando de 2,87 a 3,03.
- Para la validación de la propuesta de mejora se utilizó la simulación en el software de Flexsim, en el cual se manifiesta una mejora en los procesos de corte, sublimación y ensamble, reduciendo los tiempos de ciclo y aumentando la capacidad de producción en estos, de manera que todos los procesos productivos cumplen con la demanda diaria establecida de 113 unidades al día a razón de 15 unidades por hora. Además, se ha incrementado la capacidad de producción diaria en 8 unidades, pasando de 113 a 122 unidades al día, lo que representa un 7,96 % de mejora en la productividad. Por otra parte, dicha simulación representa apenas un 2,14 % de variación respecto a la capacidad propuesta calcula de forma teórica, y que a la vez se asemeja de mejor manera a la situación real de la empresa, de manera que se ha demostrado la validez de la propuesta de mejora planteada.

4.2. Recomendaciones

- Considerar la aplicación de la propuesta mejora planteada, como una oportunidad de crecimiento de la empresa, teniendo en cuenta que en la actualidad no se cuenta con procesos estandarizados.
- Capacitar a los trabajadores sobre los desperdicios que se generan en los distintos procesos productivos, además de las causas que lo originan de manera que puedan aportar con ideas de solución, a partir de su realidad como mano de obra.
- Implementar políticas de orden y limpieza en toda la empresa con la finalidad de crear en los trabajadores el compromiso de cuidar de los equipos, herramientas, así como sus puestos de trabajo.
- Realizar un estudio que permita conocer la factibilidad para llevar a cabo una redistribución de planta que permita reubicar las máquinas que no se utilizan y optimizar el espacio físico.
- Realizar un estudio similar en el departamento de diseño gráfico, con la finalidad de agilizar sus procesos y a la vez mejorar la comunicación con los procesos de sublimación y estampado.

MATERIALES DE REFERENCIA

Referencias bibliográficas

- [1] M. C. Gálvez Mora, Mejora de la productividad en la unidad de desarrollo de producto en una empresa de confecciones mediante herramientas Lean Manufacturing, Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2018.
- [2] F. S. Ocaña Ramos, Plan de mejoramiento de la productividad a través de herramientas Lean manufacturing para la disminución de desperdicios en el proceso de empaquetado y almacenamiento de la empresa MASCORONA y SOLEG CIA. LTDA, Ambato: Universidad Técnica de Ambato, 2022, pp. 2-3.
- [3] Asociación de Industrias Textiles del Ecuador, «Revista Líderes,» 19 Enero 2021. [En línea]. Available: <https://www.revistalideres.ec/lideres/textileros-impulsan-plan-exportar-lideres.html>. [Último acceso: 11 Mayo 2022].
- [4] La HORA, 28 Noviembre 2019. [En línea]. Available: <https://www.lahora.com.ec/noticias/tungurahua-industria-textil-de-las-mas-grandes-del-pais/>. [Último acceso: 11 Mayo 2022].
- [5] E. M. Ari Ochoa y D. A. León Suárez, APLICACIÓN DE LA METODOLOGIA LEAN MANUFACTURING EN EL SECTOR INDUSTRIAL ”, Lima: Universidad Privada del Norte, 2019, pp. 5-7.
- [6] J. N. Malpartida Gutierrez, «Implementación de las herramientas del Lean Manufacturing y sus resultados en diferentes empresas,» *Revista de Investigación científica ALPHA CENTAURY*, vol. I, n° 2, pp. 51-59, 2020.
- [7] H. H. González Gaitán, N. Marulanda Grisales y F. J. Echeverry Correa, «Diagnóstico para la implementación de las herramientas Lean Manufacturing, desde la estrategia de operaciones en algunas empresas del sector textil confección de Colombia: reporte de caso,» *Revista EAN*, 2018.
- [8] M. K. Favela Herrera, M. T. Escobedo Portillo, R. Romero López y J. A. Hernández Gómez, «Herramientas de manufactura esbelta que inciden en la productividad de una

organización: modelo conceptual propuesto,» *Revista Lasallista de Investigación*, vol. XVI, n° 1, 2019.

- [9] J. Pusaclla y J. Trujillo, Mejora de la productividad en la línea de jeans en una empresa de confección textil aplicando la metodología Lean Manufacturing, Arequipa: Universidad Tecnológica del Perú, 2020.
- [10] V. A. Castro Hernández , Aplicación de herramientas Lean Manufacturing para mejorar la productividad en el área de telares en la empresa BERBRITEX S.A.C. Callao 2018, Piura: Universidad César Vallejo, 2018.
- [11] A. P. Rojas Jaugueri y V. Gisbert Soler, «Lean Manufacturing: Herramienta para mejorar la productividad en las empresas,» *3C Empresa*, pp. 116-124, 22 Diciembre 2017.
- [12] G. M. Zelada García y J. L. Cano Reyes, Mejora de productividad en planta de confección de camisas utilizando herramientas de Lean manufacturing, Lima: Universidad San Ignacio de Loyola, 2021.
- [13] J. L. García Alcaraz, A. S. Morales García y J. R. Díaz Reza, «Machinery Lean Manufacturing Tools for Improved Sustainability: The Mexican Maquiladora Industry Experience,» *Revista de investigación UACJ*, 2022.
- [14] A. M. Sánchez Bobadilla y J. S. Zavaleta Díaz, Implementación de las Herramientas de Manufactura Esbelta en la Productividad de la Empresa Clorimax E.I.R.L., La Esperanza – 2021, Trujillo: Universidad César Vallejo, 2021.
- [15] J. Y. Huaman Velasquez, Implementación de herramientas de lean manufacturing para la mejora de la productividad en el sector 1 de costura en la Industria textil COFACO, Lima: Universidad César Vallejo, 2017.
- [16] M. Marulanda Grisales y H. González Gaitan, «Objetivos y decisiones estratégicas operacionales como apoyo al lean manufacturing,» *Dimensión empresarial*, 2017.
- [17] J. Vargas Hernadez, G. Muratalla Bautista y M. Jiménez Catillo, «Sistemas de producción competitivos mediantela implementación de la herramienta Lean manufacturing,» *Revista digital Ciencias administrativas FCE-UNLP*, 2018.
- [18] E. Curillo Perugachi, R. Saraguro Piarpuezan, L. Lorente Leyva, E. Ortega Montenegro y C. Machado Orges, «Aplicación de herramientas de manufactura esbelta en la empresa

textil Anitex, Atuntaqui, Ecuador,» *Observatorio de la economía Latinoamericana*, 2018.

- [19] . J. . I. García Caiza , PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO PRODUCTIVO DE UNA EMPRESA DE CONFECCIÓN TEXTIL UBICADA EN LA CIUDAD DE QUITO APLICANDO PRINCIPIOS DE “LEAN MANUFACTURING”, Quito: Universidad Politécnica Salesiana, 2022, pp. 4-6.
- [20] M. Chirinos Alemán y F. L. Lasteros López, Implementación de herramientas Lean Manufacturing para la mejora de la productividad en la planta de curtiembre Sur Leder S.A., Arequipa: Universidad Católica San Pablo, 2021.
- [21] . E. V. Torres Cobo, Diseño de metodologías ágiles, Lean y Kanban para el mejoramiento y optimización de procesos de la empresa Vestimentum Diseño y Moda, Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador, 2017, pp. 4-7.
- [22] Y. A. Bellido Ccoa y A. G. La Rosa León, Modelo de Optimización de Desperdicios basado en Lean Manufacturing para incrementar la productividad en las Mypes del Sector Textil, Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2018.
- [23] L. P. Arébalo Jarrín y J. B. Yucailla Ramírez, Lean manufacturing como herramienta mejoramiento de sistemas de producción de de empresas textiles, Ambato: Universidad Técnica de Ambato, 2021.
- [24] G. E. Pérez Alvarado, Mejoramiento de la productividad aplicando herramientas de manufactura esbelta en la Empresa Textil Andy Tex en la Ciudad de Ambato, Ambato: Universidad Técnica de Ambato, 2020.
- [25] M. d. I. A. Maldonado Beltrán, Herramientas de manufactura esbelta para mejora de la productividad en confecciones Piscis, Ambato: Universidad Técnica de Ambato, 2020, pp. 4-5.
- [26] M. K. Cardenas Chávez, Propuesta de mejora mediante las herramientas de Lean manufacturing aplicadas a la línea de transformación de intercambiadores de calor de una empresa manufacturera, Arequipa: Universidad San Agustín de Arequipa, 2019, pp. 10-11.
- [27] Y. Velasquez de Naime, M. Nuñez Botini y C. Rodríguez Monroy, «Estrategias para el mejoramiento de la productividad,» *Innovation and development for the Americas*, 2010.

- [28] SAP Concur, «SAP Concur,» 23 Agosto 2021. [En línea]. Available: <https://www.concur.pe/news-center/mejorar-la-productividad>. [Último acceso: 15 Diciembre 2022].
- [29] E. Romero Bermúdez y J. Díaz Camacho, «El uso del diagrama causa-efecto en el análisis de datos,» *Revista Latinoamericana de Estudios educativos (México)*, vol. XI, nº 3, pp. 127-142.
- [30] W. Rivera Duque, *Análisis e implementación del sistema ABC en el Inventario agrícola de una planta de producción de alcohol*, Cali: Universidad Santiago de Cali, 2019, pp. 5-7.
- [31] M. Reguant Alvarez y M. Torrado Fonseca, «El método Delphi,» *REIRE, Revista d'Innovació i Recerca en Educació*, vol. IX, nº 1, pp. 87-102, 2016.
- [32] E. Astigarraga, *EL METODO DELPHI*, Universidad de Deusto San Sebastian, 2018, pp. 1-15.
- [33] E. López Gómez, «EL MÉTODO DELPHI EN LA INVESTIGACIÓN ACTUAL EN EDUCACIÓN: UNA REVISIÓN TEÓRICA Y METODOLÓGICA,» *Educación XXI*, vol. XXI, nº 1, pp. 17-40, 2018.
- [34] E. Nantes, «EL MÉTODO ANALYTIC HIERARCHY PROCESS PARA LA TOMA DE DECISIONES. REPASO DE LA METODOLOGÍA Y APLICACIONES,» *Investigación Operativa*, nº 46, pp. 54-73, 2019.
- [35] SUPER DECISIONS CDF, «SUPER DECISIONS CDF,» 2019. [En línea]. Available: <https://www.superdecisions.com/>. [Último acceso: 15 Diciembre 2022].
- [36] N. L. Tejada Díaz, V. Gisbert Soler y A. I. Pérez Molina, «METODOLOGÍA DE ESTUDIO DE TIEMPO Y MOVIMIENTO; INTRODUCCION AL GSD,» *3C Empresa*, pp. 39-49, 12 Diciembre 2017.
- [37] C. Cuevas Arteaga y Á. González Montenegro, «Importancia de un estudio de tiempos y movimientos,» *Inventio*, nº 39, pp. 1-6, 2020.
- [38] P. A. Puentes Gil y J. Cetina Sabogal, *Estudio de métodos y tiempos a la empresa la primavera a los productos de papel regalo y cartulina plana*, Bogota: Universidad Distrital Francisco de Caldas, 2017, pp. 30-37.

- [39] López, Bryan, «Técnicas de Medición del trabajo,» 25 Junio 2019. [En línea]. Available: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/estudio-de-tiempos/que-es-el-estudio-de-tiempos/>. [Último acceso: 18 Mayo 2022].
- [40] C. Monge Sevilla , . H. Centeno Gutierrez y Z. Zelaya Ortiz, Propuesta de mejora de productividad para la línea “Princess Natural” en la empresa IRSA Cósmeticos Centroamérica S.A, Universidad Nacional de Ingeniería, 2016, pp. 24-25.
- [41] D. M. Ortiz Guerrero, Modelo de Implementación del sistema de manufactura esbelta para la optimizacion de los procesos de producción textil, Ambato: Universidad Técnica de Ambato, 2018, pp. 16-38.
- [42] A. L. Jara Guevara, HERRAMIENTAS DE MANUFACTURA ESBELTA PARA LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA PLANTA FAENADORA DE LA EMPRESA GRUPO CASA GRANDE DIVISIÓN “PURA PECHUGA”, Ambato: Universidad Técnica de Ambato, 2022.
- [43] L. Pérez Beteta, «El mapeo del flujo de valor,» *Contabilidad y Negocios*, vol. I, nº 2, pp. 41-44, 02 Noviembre 2006.
- [44] C. Carvalho y D. Carvalho, «Value stream mapping as a lean manufacturing tool: A new account approach for cost saving in a textile company,» *International Journal of Production Management and Engineering*, 2019.
- [45] I. Nava Martínez, M. A. León Acevedo, I. Toledo Herrera y J. C. Kido Miranda , «Metodología de la aplicación 5'S,» *Revista de Investigaciones Sociales*, vol. III, nº 8, pp. 29-41, 12 Junio 2017.
- [46] F. Espín Carboneli, «Técnica SMED.Reducción tiempo de preparación,» *3Ciencias*, pp. 1-11, 2013.
- [47] SGC SIGMA, «Grupo Consultor SIGMA,» 2020. [En línea]. Available: <https://sigmagrupocconsultor.com/trabajo-estandarizado.html>. [Último acceso: 15 Diciembre 2022].
- [48] A. Villaseñor Contreras y E. Galindo Cota, Manual del Lean Manufacturing: Guía Básica, México, 2007, pp. 74-80.

- [49] J. Rodríguez San Quirico, «Calidad, Gestión, Innovación,» 2022. [En línea]. Available: <https://www.cgisa.es/los-9-despilfarros-lean/>. [Último acceso: 30 Mayo 2022].
- [50] J. Arias Gómez, M. A. Villasis Keever y M. G. Miranda Novales, «El protocolo de investigación III: La población de estudio,» *Revista Alergia Mexicana*, nº 2, pp. 201-206, 2016.

Anexos

Anexo 1

Código	Título	Base de datos	Año	Autor	Objetivo
P1	Diagnóstico para la implementación de las herramientas <i>Lean Manufacturing</i> , desde la estrategia de operaciones en algunas empresas del sector textil confección de Colombia: reporte de caso	Scielo	2022	-Henry Helí González Gaitán -Natalia Marulanda Grisales -Francisco Javier Echeverry Correa	El artículo busca además mostrar de manera más concreta, en especial dentro del área de logística, los hallazgos surgidos del cumplimiento de los objetivos específicos del estudio de caso en mención, desde los cuales se lograron establecer, mediante el cruce de variables, los factores de mayor impacto en el desarrollo de las empresas;
P2	Implementación de las herramientas del Lean Manufacturing y sus resultados en diferentes empresas	Dialnet	2020	-Malpartida Gutiérrez Jorge Nelson -Tarmeño Bernuy Luis Edgar	En el presente trabajo se realiza un análisis de una metodología adecuada de implementación de las herramientas de Lean Manufacturing, que permita la ejecución de estas para mejorar los procesos productivos y eliminar los desperdicios o defectos de producción
P3	Herramientas de manufactura esbelta que inciden en la productividad de una organización	Dialnet	2019	-Marie Karen Issamar -Herrera María Teresa -Escobedo Roberto -Romero Jesús -Hernández Andrés	Proponer un modelo conceptual que identifique el peso relativo que aporta la implantación de cada una de las herramientas de manufactura esbelta a la productividad. Materiales y métodos. El modelo conceptual parte de una revisión de literatura, donde para ello, se sigue una secuencia ordenada y metodológica para garantizar que el desarrollo de este artículo tenga relevancia en la ciencia y su aplicación
P4	Aplicación de herramientas Lean Manufacturing para mejorar la productividad en el área de telares en la empresa BERBRITEX S.A.C. Callao 2018	Repositorio digital institucional UCV	2018	-Castro Hernández Víctor Aldair	El presente trabajo de investigación tiene como objetivo principal analizar la influencia de las herramientas Lean Manufacturing y la productividad (Eficiencia y Eficacia) en el proceso de telares de la empresa Berbritex S.A.C. Callao, 2018.

P5	Objetivos y decisiones estratégicas operacionales como apoyo al <i>lean manufacturing</i>	Science direct	2017	-Marulanda Grisales Miranda - González Gaitán Henry Helí	El objetivo de la presente investigación consistió en identificar los mecanismos de coordinación entre las herramientas de <i>lean manufacturing</i> y la estrategia de operaciones en siete compañías del sector textil ubicadas en el Valle de Aburrá, Colombia.
P6	Mejora de productividad en planta de confección de camisas utilizando herramientas de Lean Manufacturing	Repositorio Institucional USIL	2021	-Zelada García Giani Michael -Cano Reyes Jorge Luis	Esta investigación tuvo como propósito demostrar como a través del uso de herramientas Lean Manufacturing se mejoran los niveles de productividad en una planta de confección de camisas en el Perú, partiendo del estudio, análisis e impacto generado en la mencionada planta, ubicada en San Juan de Lurigancho; con la finalidad de atender las exigencias del cliente.
P7	Implementación de herramientas Lean Manufacturing para la mejora de la productividad en la planta de curtiembre Sur Leder S.A.	Renati	2021	-Chirinos Alemán Marisol Alejandra - Lasteros López Frank Lee	El cumplimiento del objetivo principal, el cual es, la mejora de productividad mediante la aplicación de herramientas Lean Manufacturing, se definió en base a la liquidez actual de la organización, la aplicación de herramientas Lean Manufacturing bajo el concepto de pequeñas y progresivas mejoras,
P8	Mejora de la productividad en la línea de jeans en una empresa de confección textil aplicando la metodología Lean Manufacturing	Repositorio Institucional UTP	2020	-Pusacella José -Trujillo Jesús	En el proyecto de investigación se presenta la siguiente situación, un cliente requiere la confección de 1300 jeans industriales de 14 onzas con fecha de entrega de 26 días laborables
P9	SISTEMAS DE PRODUCCIÓN COMPETITIVOS MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA HERRAMIENTA LEAN MANUFACTURING	Scielo	2018	-Vargas Hernández Jose -Muratalla Bautista Gabriela -Jimenez Catillo María Teresa	El presente proyecto de investigación tiene la finalidad de analizar el impacto en la mejora continua y la optimización de un sistema de producción mediante la implementación de la herramienta Lean Manufacturing, así como los cambios que se generan en distintas compañías mediante un instrumento
P10	Machinery Lean Manufacturing Tools for Improved Sustainability: The Mexican Maquiladora Industry Experience	MDPI	2022	-García Alcaraz Jorge Luis -Morales García Adrián Salvador -Diaz Reza José Roberto -Blanco Fernández Julio -Jiménez Macías Emilio	This paper reports a structural equation model (SEM) to quantify the relationship between Lean Manufacturing (LM) tools associated with machinery and sustainability

P11	Modelo de Optimización de Desperdicios basado en Lean Manufacturing para incrementar la productividad en las Mypes del Sector Textil	Renati	2018	-Bellido Ccoa Yamil Alexandra -La Rosa Leon Andrea Guliana	En la presente investigación, se ha diseñado un modelo de Optimización de Desperdicios que incluye 3 dimensiones y cuatro componentes del sistema de producción que se relacionan con los 7 desperdicios del Lean Manufacturing
P12	Lean Manufacturing: Herramienta para mejorar la productividad en las empresas	SciELO: 3C empresa	2017	-Rojas Anggela -Gisber Víctor	En la presente investigación se ha estudiado la eficacia del lean manufacturing como herramienta de mejoramiento de la productividad, para lo cual se han estudiado diferentes empresas del sector industrial colombiano
P13	Implementación de las Herramientas de Manufactura Esbelta en la Productividad de la Empresa Clorimax E.I.R.L., La Esperanza – 2021	Repositorio digital UCV	2021	-Sanchez Alex -Zavaleta Juliana	El estudio muestra la situación inicial de empresa en donde se implementan las herramientas 5S, Kanban y Heijunka como alternativa al retraso de la producción, para ello se ha dividido el trabajo en diferentes etapas, diagnóstico, identificación de herramientas lean, implementación y fase de resultados
P14	Implementación de herramientas de lean manufacturing para la mejora de la productividad en el sector 1 de costura en la Industria textil COFACO	Repositorio digital UCV	2017	-Huaman Jairo	La presente investigación muestra los resultados obtenidos tras la implementación de herramientas lean dentro del sector textil COFACO
P15	Aplicación de herramientas de manufactura esbelta en la empresa textil Anitex, Atuntaqui, Ecuador	SciELO	2018	-Curillo Edwin -Saraguro Ramiro -Lorente Leonardo -Ortega Edwin	El objetivo de la presente investigación se basa en identificar el impacto de la aplicación de las herramientas lean en la empresa “Anitex”, de manera que se mejoren sus procesos productivos al igual que la eficiencia de la empresa
P16	PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO PRODUCTIVO DE UNA EMPRESA DE CONFECCIÓN TEXTIL UBICADA EN LA CIUDAD DE QUITO APLICANDO PRINCIPIOS DE “LEAN MANUFACTURING”	Repositorio digital UPS	2022	-García Caiza Jefferson Iván	El presente trabajo investigativo muestra el desarrollo de una propuesta de mejora de la productividad basado en la aplicación de las herramientas 5S, VSM, Heijunka y SMED para la reducción de desperdicios además del tiempo de ciclo del proceso productivo
P17	Diseño de metodologías ágiles, Lean y Kanban para el mejoramiento y optimización de procesos de la	Repositorio digital PUCE	2017	-Torres Cobo Estefanía Viviana	La presente investigación muestra el proceso de optimización por el cual la empresa Vestimentum ha atravesado para conseguir el mejoramiento de sus procesos productivos

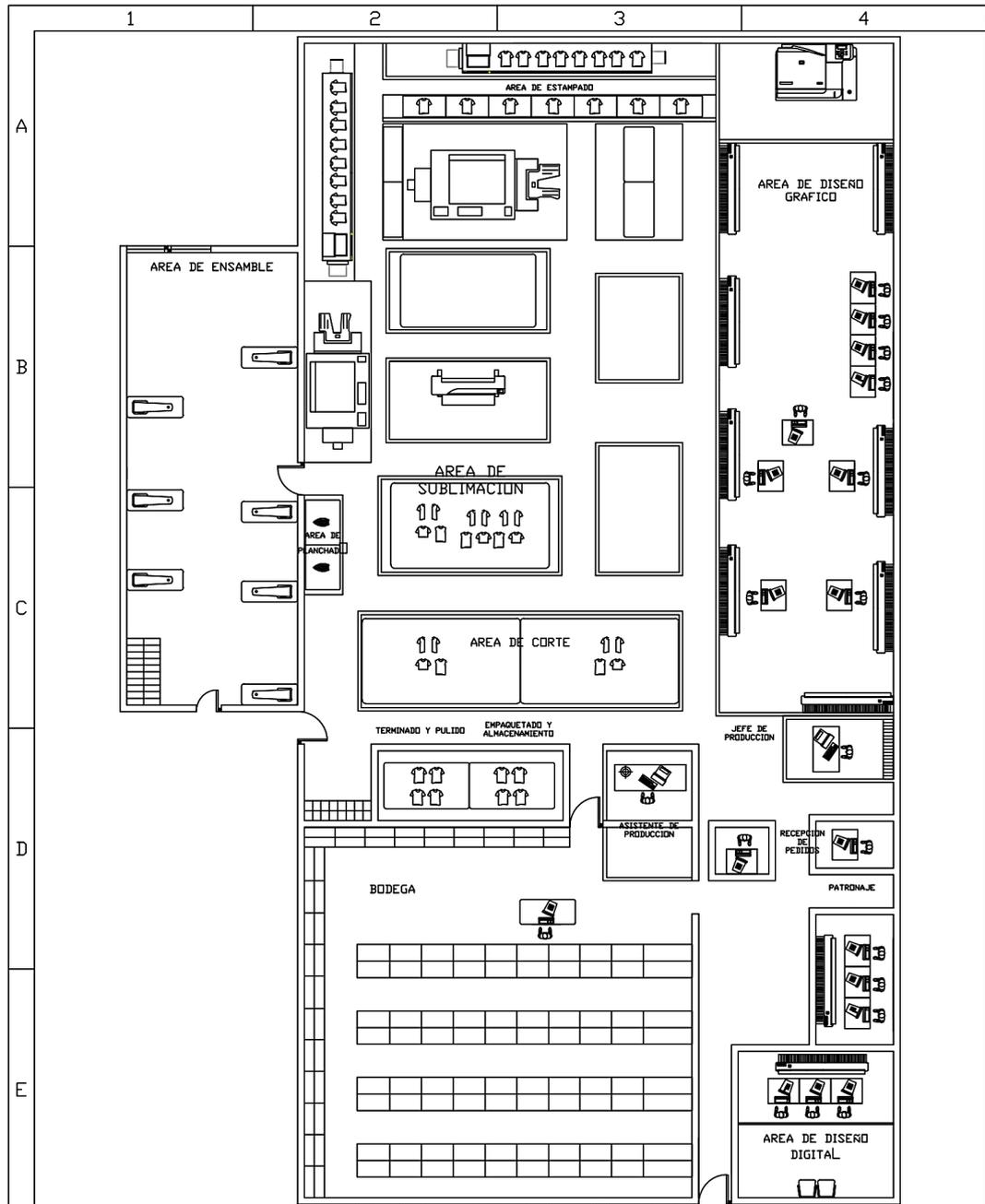
	empresa Vestimentum Diseño y Moda				
P18	Lean manufacturing como herramienta mejoramiento de sistemas de producción de empresas textiles	Repositorio digital UTA	2021	-Arévalo Leonardo -Yucailla Jehomara	El presente estudio investigativo se desarrolla dentro de las empresas textiles de la ciudad de Ambato, donde de determina el impacto que tiene la aplicación del lean manufacturing en el incremento productivo de dichas empresas.
P19	Mejoramiento de la productividad aplicando herramientas de manufactura esbelta en la Empresa Textil Andy Tex en la Ciudad de Ambato	Repositorio digital UTA	2020	-Alvarado Gabriela	El presente trabajo investigativo desarrolla una propuesta de mejoramiento de la productividad de una pequeña empresa textil dedicada a la confección de ropa íntima femenina, donde el principal problema es el elevado tiempo de ciclo, de manera que la productividad aumentaría en un 7%
P20	Herramientas de manufactura esbelta para mejora de la productividad en confecciones Piscis	Repositorio digital UTA	2019	-Maldonado María de los Ángeles	El presente trabajo investigativo muestra una propuesta de mejoramiento de la productividad basado en el uso de herramientas lean, como 5S, Kaizen y el balanceo de líneas en una empresa textil dedicada a la confección de uniformes escolares.
P21	Mejora de la productividad en la unidad de desarrollo de producto en una empresa de confecciones mediante herramientas Lean Manufacturing	Universidad Nacional mayor de San Marcos	2018	-Gálvez Mora Claudia	El presente trabajo investigativo muestra una propuesta de mejoramiento de la productividad en una empresa textil
P22	Value stream mapping as a lean manufacturing tool: A new account approach for cost saving in a textile company	Dialnet	2019	-Carvalho C	La investigación realizada muestra la importancia de las herramientas de manufactura esbelta en el incremento de la productividad de las empresas
P23	Plan de mejoramiento de la productividad a través de herramientas Lean manufacturing para la disminución de desperdicios en el proceso de empacado y almacenamiento de la empresa MASCORONA y SOLEG CIA. LTDA	Repositorio digital UTA	2022	-Ocaña Ramos Franklin Sebastián	El presente trabajo investigativo muestra una propuesta de mejoramiento de la productividad en una empresa textil

P24	Asociación de Industrias Textiles del Ecuador	Revista Líderes	2021	Asociación de Industrias Textiles del Ecuador	Realidad de la industria textil ecuatoriana
P25	Tungurahua, industria textil de las más grandes del país	Periódico: La Hora	2019	La Hora	Realidad de la industria textil en la provincia de Tungurahua
P26	“APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA LEAN MANUFACTURING EN EL SECTOR INDUSTRIAL”	Repositorio digital Universidad privada del Norte	2019	-Ari Ochoa Estefany Mayra	El presente trabajo investigativo muestra los resultados que se obtienen al implementar las herramientas de manufactura esbelta en el sector industrial.
P27	Propuesta de mejora mediante las herramientas de Lean manufacturing aplicadas a la línea de transformación de intercambiadores de calor de una empresa manufacturera	Repositorio digital Universidad Nacional de Arequipa	2019	-Cárdenas Chávez Mayte Katherine	Conocer las mejoras a la productividad que se obtienen al implementar herramientas de manufactura esbelta para reducir desperdicios
P28	Estrategias para el mejoramiento de la productividad	Innovation and development for the Americas	2010	-Velásquez Yngrid	Conocer los factores que inciden en la productividad de una empresa
P29	Estrategias para el mejoramiento de la productividad	Sitio web: SAP Concur	2021	-SAP Concur	Conocer las estrategias para el mejoramiento de la productividad
P30	El uso del diagrama causa-efecto en el análisis de datos	Revista Latinoamericana de Estudios educativos (México)	2018	-Romero Bermúdez Erika -Díaz Camacho	Recopilar información sobre uso del diagrama causa-efecto en el análisis de datos
P31	Análisis e implementación del sistema ABC en el Inventario agrícola de una planta de producción de alcohol	Repositorio digital Universidad Santiago de Cali	2019	-Rivera Duque Wilder	Recopilar información sobre el análisis ABC
P32	El método Delphi	REIRE, Revista d’Innovació i Recerca en Educació	2016	-Reguant Álvarez Mercedes -Torrado Fonseca Mercedes	Conocer sobre la aplicación del método Delphi
P33	El método Delphi	Repositorio digital Universidad de	2018	-Astigarraga Eneko	Conocer sobre la aplicación del método Delphi

		Deusto San Sebastian			
P34	EL MÉTODO DELPHI EN LA INVESTIGACIÓN ACTUAL EN EDUCACIÓN: UNA REVISIÓN TEÓRICA Y METODOLÓGICA	Revista educación XX1	2018	-López Gómez Ernesto	Conocer sobre la aplicación del método Delphi
P35	EL MÉTODO ANALYTIC HIERARCHY PROCESS PARA LA TOMA DE DECISIONES. REPASO DE LA METODOLOGÍA Y APLICACIONES	Revista científica Investigación operativa	2019	-Nantes Esteban	Identificar la importancia del método AHP, así como las fases de aplicación, beneficios, entre otros.
P36	SUPER DECISIONS CDF	Sitio web: Super decisions homepage	2022	-SUPER DECISIONS CDF	Conocer sobre el uso de software para facilitar la toma de decisiones en el método AHP
P37	METODOLOGÍA DE ESTUDIO DE TIEMPO Y MOVIMIENTO; INTRODUCCION AL GSD	Revista 3C Mundo	2017	-Tejada Díaz Noris Leonor -Gisbert Soler Víctor	Conocer sobre la aplicación del estudio de tiempos, así como de parámetros afines a dicha temática
P38	Importancia de un estudio de tiempos y movimientos	Revista Inventio	2020	-Cuevas Arteaga Cecilia -González Montenegro Ángel	Conocer Importancia de un estudio de tiempos y movimientos, así como de parámetros afines a dicha temática
P39	Estudio de métodos y tiempos a la empresa la primavera a los productos de papel regalo y cartulina plana	Universidad Distrital Francisco de Caldas	2017	-Puentes Gil Paola Andrea -Cetina Sabogal Julián Alberto	Conocer Importancia de un estudio de tiempos y movimientos, así como de parámetros afines a dicha temática
P40	Técnicas de Medición del trabajo	Sitio web	2021	-López Bryan	Conocer las técnicas de Medición del trabajo
P41	Propuesta de mejora de productividad para la línea "Princess Natural" en la empresa IRSA Cósmeticos Centroamérica S.A	Repositorio digital Universidad Nacional de Ingeniería	2016	-Monge Sevilla Cynthia -Centeno Gutiérrez Heysell -Zelaya Ortiz Zulema	Recopilar información sobre la elaboración de un cursograma analítico, así como de cálculos afines.
P42	Modelo de Implementación del sistema de manufactura esbelta para la optimización de los procesos de producción textil	Repositorio digital Universidad Técnica de Ambato	2018	-Ortiz Guerrero Daysi Margarita	Recopilar información sobre la filosofía de la manufactura esbelta

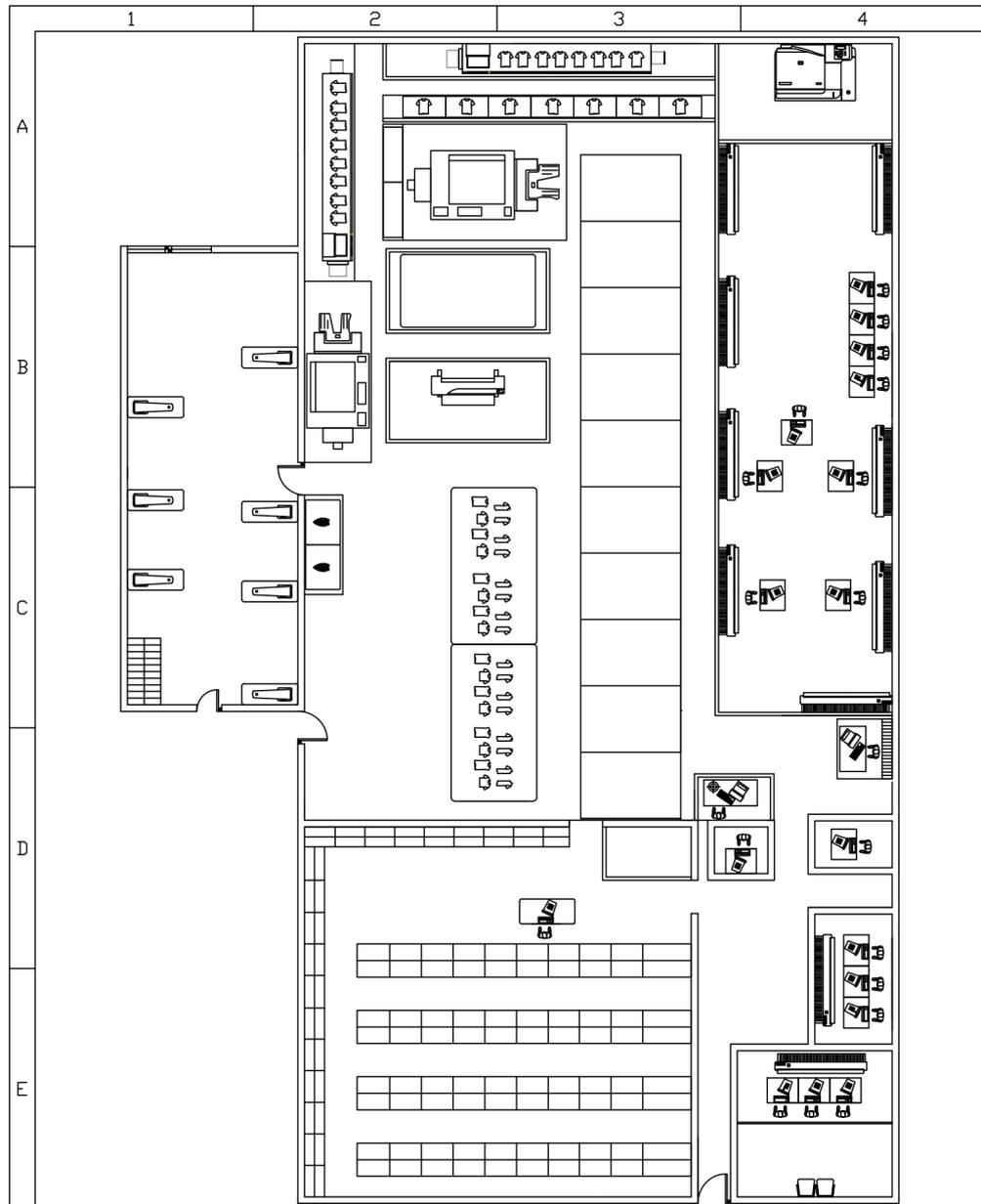
P43	HERRAMIENTAS DE MANUFACTURA ESBELTA PARA LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA PLANTA FAENADORA DE LA EMPRESA GRUPO CASA GRANDE DIVISIÓN “PURA PECHUGA”	Repositorio digital Universidad Técnica de Ambato	2022	-Jara Guevara Andrea Lissete	Recopilar información sobre la filosofía de la manufactura esbelta, sus herramientas y fases de aplicación
P44	El mapeo del flujo de valor	Revista Contabilidad y negocios	2006	-Pérez Beteta Luis	Conocer aspectos generales sobre el mapeo de flujo de valor
P45	Metodología de la aplicación 5'S	Revista de Investigaciones Sociales	2017	-Nava Martínez Irais -León Acevedo Miguel Ángel	Recopilar información sobre la metodología de la aplicación 5'S
P46	Técnica SMED. Reducción tiempo de preparación	Revista 3C Ciencias	2013	-Espín Carboneli Francisco	Conocer sobre la técnica SMED
P47	Diseño de metodologías ágiles, Lean y Kanban para el mejoramiento y optimización de procesos de la empresa VESTIMENTUM diseño y moda	Repositorio digital PUCE	2017	-Torres Cobos Estefanía Viviana	Conocer la herramienta de manufactura esbelta denominada Kanban
P48	El protocolo de investigación III: La población de estudio	Revista Alergia Mexicana	2016	-Arias Gómez Jesús -Villacís Keever Miguel Ángel	Conocer sobre la población y muestra en un estudio
P49	Trabajo estandarizado	Sitio web: Grupo consultor SIGMA	2020	-Grupo consultor SIGMA	Conocer sobre la metodología del trabajo estandarizado, así como sus beneficios y fases de aplicación
P50	Metodología Kanban	Libro: Manual del Lean Manufacturing: Guía básica	2007	-Villaseñor Contreras Alberto -Galindo Cota Edber	Conocer sobre la metodología Kanban, así como sus herramientas y los beneficios que conllevan.

Anexo 2



				Tolerancia:	Peso:	Materiales:	
				+/-1			
				fecha	Nombre	Denominación:	ESCALA:
				Dib. 30/10/2022	Escobar_S	Area de confeccion BOMAN Sport	1:1000
				Rev.			
				Apro.			
				 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO	Numero de Dibujo:		MARCA DE REGISTRO
Edi- ción	Modifica- ción	Fecha	Nom- bre		1		
						Sustitución:	

Anexo 3



				Tolerancia:	Peso:	Materiales:	
				+/-1			
					fecha	Nombre	Denominación:
				Dib.	30/10/2022	Escobar_S	Area de confeccion BOMAN Sport
				Rev.			ESCALA:
				Apro.			1:100
							Numero de Dibujo:
							1
							Sustitución:
							MARCA DE REGISTRO



Anexo 4

Marca:	ZLTECH	Fuente de láser marca:	Raycus/IPG/MAX
Cabeza láser marca:	Raytools	Servo Motor de marca:	Japonés Fuji/Yaskawa
Guiderail marca:	HIWIN	Sistema de Control de la marca:	Cypcut
Peso (KG):	4500 KG	Clave de puntos de venta:	Larga vida de servicio
Lente óptica de la marca:	Longitud de onda	Garantía:	3 años
: Informe de prueba:	Siempre	Industrias aplicables:	Hoteles en, De las tiendas, Material de construcción d...
Garantía de los componentes principales.:	3 años	Video saliente de inspección:	Siempre
Configuración:	3-eje	Los componentes principales.:	Recipiente de presión, Motor, Rodamiento, Equipo, De ...
Característica:	Enfriado hidráulicamente	El modo de operación de la:	Pulsado
Potencia de láser:	1kw-15kw	Productos manipulados:	Hoja de Metal
Motor:	Japón Yaskawa /Fuji Taiwán Delta	Palabra clave:	De fibra de corte por láser de la máquina
Enfriador de agua:	Hanli/Tongfei/S y una eto	Fuente de láser:	RAYCUS MAX IPG
Rack:	Taiwán YYC/APEX Alemania HERION.	Sistema de Control:	Cypcut
Tensión de trabajo:	3 fases 380V 50hz/60hz	Carril de guía:	Hiwin
		Reductor:	Japonés Shimpo/Francis Motovario

Capacidad de suministro

Capacidad de suministro	500 Set/s per Month
-------------------------	---------------------

Anexo 5

CARTA DE CONFIDENCIALIDAD PARA INVESTIGADORES/AS Y CO- INVESTIGADORES/AS

Ambato, 07 de marzo del 2023

Ingeniera Ana Caiza
Directora Administrativa Financiera
Presente,

Yo, Santiago Vicente Escobar Aguila, con C.I 1804425542, estudiante de la carrera de Ingeniería Industrial de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, me comprometo a resguardar, mantener la confidencialidad y no hacer mal uso de los documentos, instructivos, reportes, estudios, actas, resoluciones, oficios, correspondencia, acuerdos, contratos, convenios, archivos físicos y/o electrónicos de información recabada, estadísticas o bien, cualquier otro registro o información relacionada con la elaboración de mi proyecto de investigación, cuyo tema es “ MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE CONFECCIÓN APLICANDO HERRAMIENTAS DE MANUFACTURA ESBELTA EN UNA EMPRESA TEXTIL”, así como a no difundir, distribuir o comercializar con los datos contenidos en los sistemas de información, desarrollados en la ejecución del mismo.

Estando en conocimiento de que, en caso de no dar cumplimiento, se procederá acorde a las sanciones civiles, penales o administrativas que procedan de conformidad con lo dispuesto en la Legislación Ecuatoriana y demás disposiciones legales en la materia.

Atentamente,



Sr. Santiago Vicente Escobar Aguila
1804425542



Anexo 6

