



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

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

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Tema:

**REDISTRIBUCIÓN DE PLANTA EN LA EMPRESA TEXTIL
CREACIONES DEPORTIVAS ANDRÉS**

Trabajo de titulación modalidad Proyecto de Investigación, presentado previo a la
obtención del título de Ingeniero Industrial

ÁREA: Industrial y manufactura

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Diseño, materiales y producción

AUTOR: Christian Andrés Basantes Criollo

TUTOR: Ing. Christian Ismael Ortiz Sailema, Mg.

Ambato – Ecuador

febrero – 2024

APROBACIÓN DEL TUTOR

En calidad de tutor del trabajo de titulación con el tema: REDISTRIBUCIÓN DE PLANTA EN LA EMPRESA TEXTIL CREACIONES DEPORTIVAS ANDRÉS, desarrollado bajo la modalidad Proyecto de Investigación por el señor Christian Andrés Basantes Criollo, 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 del Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato y el numeral 6.3 del instructivo del reglamento referido.

Ambato, febrero 2024

Ing. Christian Ismael Ortiz Sailema, Mg.

TUTOR

AUTORÍA

El presente trabajo de titulación con el tema: REDISTRIBUCIÓN DE PLANTA EN LA EMPRESA TEXTIL CREACIONES DEPORTIVAS ANDRÉS, es absolutamente original, auténtico y personal y ha observado los preceptos establecidos en la Disposición General Quinta del Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato. En tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, febrero 2024



Christian Andrés Basantes Criollo

C.C. 1804953584

AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato para que reproduzca total o parcialmente este trabajo de titulación dentro de las regulaciones legales e institucionales correspondientes. Además, cedo todos mis derechos de autor a favor de la institución con el propósito de su difusión pública, por lo tanto, autorizo su publicación en el repositorio virtual institucional como un documento disponible para la lectura y uso con fines académicos e investigativos de acuerdo con la Disposición General Cuarta del Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, febrero 2024



Christian Andrés Basantes Criollo

C.C. 1804953584

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

En calidad de par calificador del informe final del trabajo de titulación presentado por el señor Christian Andrés Basantes Criollo, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, bajo la Modalidad Proyecto de Investigación, titulado REDISTRIBUCIÓN DE PLANTA EN LA EMPRESA TEXTIL CREACIONES DEPORTIVAS ANDRÉS, nos permitimos informar que el trabajo ha sido revisado y calificado de acuerdo al Artículo 19 del Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato y el numeral 6.4 del instructivo del reglamento referido. Para cuya constancia suscribimos, conjuntamente con la señora Presidente del Tribunal.

Ambato, febrero 2024

Ing. Elsa Pilar Urrutia Urrutia, Mg.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Jessica López Arboleda, Mg.
PROFESOR CALIFICADOR

Ing. Israel Naranjo Chiriboga, Mg.
PROFESOR CALIFICADOR

DEDICATORIA

A Dios por brindarme la salud y la sabiduría necesaria para culminar esta etapa de mi vida.

Dedico la tesis a mis padres que fueron, son y serán los pilares fundamentales ya que con sus enseñanzas y esfuerzo me permitieron culminar mis estudios.

A mis hermanos, con los que compartí muchos momentos en todas mis etapas mi vida.

Mil gracias por su apoyo

Christian Andrés Basantes Criollo

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por permitir que culmine esta etapa de vida y superar cada uno de los obstáculos presentados a lo largo de la carrera universitaria.

A mis padres, quienes con su guía supieron enseñarme valores y a ser una persona que debe cumplir las metas planteadas.

A mis amigos más cercanos quienes me apoyaron en los buenos y malos momentos con sus consejos de vida.

Christian Andrés Basantes Criollo

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

PORTADA	i
APROBACIÓN DEL TUTOR	ii
AUTORÍA	iii
DERECHOS DE AUTOR	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS	xvi
RESUMEN EJECUTIVO	xvii
ABSTRACT	xviii
CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO	2
1.1 Tema de investigación.....	2
1.1.1 Planteamiento del problema.....	2
1.2 Antecedentes investigativos	4
1.3 Fundamentación teórica	6
1.3.1 Ingeniería de procesos.....	6
1.3.2 Producto de mayor demanda.....	7
1.3.3 Planta de producción.....	8
1.3.4 Diagramas de ingeniería.....	9
1.3.5 Estudio de tiempos y movimientos	11
1.3.6 Diseño de instalaciones	15
1.3.7 Tabla relacional.....	18

1.3.8 Método Guerchet.....	18
1.4 Objetivos	20
1.4.1 Objetivo general	20
1.4.2 Objetivos específicos	20
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	21
2.1 Materiales.....	21
2.2 Métodos.....	22
2.2.1 Modalidad de la investigación	22
2.2.2 Población y muestra	23
2.2.3 Recolección de información.....	24
2.2.4 Procesamiento y análisis de datos	26
CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	27
3.1 Datos de la empresa Creaciones Deportivas Andrés.....	27
3.1.1 Datos de la empresa	27
3.1.2 Misión	27
3.1.3 Visión	28
3.1.4 Política de calidad	28
3.1.5 Organigrama organizacional	28
3.1.6 Localización de la empresa	28
3.1.7 Datos de la entrevista realizada al gerente	30
3.2 Análisis de los productos de Creaciones Deportivas Andrés.....	30
3.2.1 Productos ofertados de la línea de producción.....	30
3.2.2 Distribución de ventas de la empresa.....	33
3.2.3 Porcentaje de participación de los productos	34
3.3 Levantamiento de procesos	35
3.3.1 Procesos operativos.....	35
3.3.2 Procesos estratégicos.....	36

3.3.3 Procesos de apoyo	37
3.3.4 Mapa de procesos	37
3.3.5 Procesos de la línea de producción	39
3.4 Parámetros del estudio de movimientos.....	42
3.4.1 Espacios de cada área de trabajo	42
3.4.2 Layout de la empresa	43
3.4.3 Diagrama de operaciones	44
3.4.4 Diagrama de recorrido.....	46
3.4.5 Distancia total empleada de la situación actual.....	48
3.5 Estudio de tiempos	49
3.5.1 Factor de desempeño.....	49
3.5.2 Suplementos	50
3.5.3 Toma de tiempos por proceso	51
3.5.4 Resumen del estudio de tiempos preliminar	64
3.5.5 Toma de tiempos según la General Electric.....	64
3.6 Capacidad vs demanda.....	66
3.6.1 Capacidad de producción teórica	66
3.6.2 Capacidad de producción simulada.....	67
3.6.3 Demanda de mercado.....	69
3.6.4 Capacidad vs demanda.....	70
3.7 Selección del tipo de redistribución de planta.....	71
3.7.1 Restricciones del proceso productivo.....	71
3.7.2 Factores de distribución de planta.....	72
3.7.3 Ponderación de factores de la distribución de planta	73
3.7.4 Tipo de distribución de planta.....	74
3.8 Parámetros de la distribución de planta	75
3.8.1 Restricciones de la readecuación de las áreas	75

3.8.2 Delimitación del espacio para los recursos	76
3.8.3 Proximidad de las actividades	77
3.8.4 Tabla relacional de la empresa	78
3.8.5 Diagrama relacional	79
3.8.6 Objetos eliminados.....	80
3.8.7 Layout de la planta sin los objetos eliminados.....	81
3.9 Redistribución de planta propuesto	82
3.9.1 Layout propuesto de la planta	82
3.9.2 Superficies propuestas para la planta	85
3.9.3 Diagrama de recorrido propuesto de la planta	87
3.9.3 Distancia total empleada de la situación propuesta.....	90
3.10 Tratamiento de las actividades no necesarias.....	91
3.10.1 Identificación de las actividades no necesarias.....	91
3.10.2 Estudio de tiempos propuesto	92
3.10.3 Tiempo estándar del propuesto	96
3.10.4 Capacidad de producción propuesta.....	97
3.11 Situación actual vs propuesta	100
3.11.1 Distancia actual vs propuesta	100
3.11.2 Tiempo estándar actual vs propuesto	101
3.11.3 Capacidad de producción actual vs propuesta	102
3.12 Análisis de costos.....	102
CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	104
4.1 Conclusiones	104
4.2 Recomendaciones.....	105
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	106
ANEXOS	111

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Símbolos de la norma ANSI	9
Tabla 2. Observaciones del estudio de tiempos según la General Electric	11
Tabla 3. Ventajas y desventajas de los tipos de cronometraje	12
Tabla 4. Sistema Westinghouse para el factor de desempeño	13
Tabla 5. Suplementos de trabajo	14
Tabla 6. Distribución de proximidad	18
Tabla 7. Materiales físicos de la investigación	21
Tabla 8. Software del trabajo de investigación	22
Tabla 9. Población de la empresa “CREACIONES DEPORTIVAS ANDRÉS”	23
Tabla 10. Técnicas, métodos e instrumentos de métodos de recolección de la información	24
Tabla 11. Datos de la empresa textil Creaciones Deportivas Andrés	27
Tabla 12. Productos de la empresa Creaciones Deportivas Andrés	31
Tabla 13. Ventas anuales de la empresa.....	33
Tabla 14. Análisis de ventas.....	34
Tabla 15. Distribución de procesos operativos	36
Tabla 16. Distribución de procesos estratégicos	36
Tabla 17. Distribución de procesos de apoyo	37
Tabla 18. Medidas de cada área de la empresa	42
Tabla 19. Distancia total recorrida	48
Tabla 20. Estudio del factor de desempeño	49
Tabla 21. Estudio de los suplementos de trabajo	50
Tabla 22. Toma de muestras del proceso de corte	52
Tabla 23. Tiempo estándar del proceso de corte.....	53
Tabla 24. Toma de muestras del proceso de diseño.....	54
Tabla 25. Tiempo estándar del proceso de diseño	55

Tabla 26. Toma de muestras del proceso de sublimado.....	56
Tabla 27. Tiempo estándar del proceso de sublimado	57
Tabla 28. Toma de muestras del proceso de confección.....	58
Tabla 29. Tiempo estándar del proceso de confección	59
Tabla 30. Toma de muestras del proceso de pulido	60
Tabla 31. Tiempo estándar del proceso de pulido.....	61
Tabla 32. Toma de muestras del proceso de almacenamiento	62
Tabla 33. Tiempo estándar del proceso de almacenamiento.....	63
Tabla 34. Comparativa de la toma de muestras	65
Tabla 35. Cálculo de la capacidad de producción teórica	66
Tabla 36. Capacidad de producción simulada.....	67
Tabla 37. Restricciones del proceso	72
Tabla 38. Ponderación de los factores de redistribución de planta	73
Tabla 39. Selección del tipo de redistribución de planta	74
Tabla 40. Espacios por recurso de la planta.....	76
Tabla 41. Resumen de la aplicación del método Guerchet	77
Tabla 42. Lista de motivos generales de proximidad.....	77
Tabla 43. Tabla relacional.....	78
Tabla 44. Distancia total recorrida (situación propuesta)	90
Tabla 45. Actividades no necesarias	91
Tabla 46. Tiempo estándar propuesto para el proceso de corte	93
Tabla 47. Tiempo estándar propuesto para el proceso de diseño.....	94
Tabla 48. Tiempo estándar propuesto para el proceso de pulido.....	95
Tabla 49. Tiempo estándar propuesto para el proceso de almacenamiento	96
Tabla 50. Capacidad de producción propuesta	97
Tabla 51. Análisis de costo	103

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Proceso digital	7
Figura 2. Distribución del análisis de ventas	8
Figura 3. Ejemplo de cursograma analítico.....	10
Figura 4. Ejemplo de diagrama de recorrido.....	10
Figura 5 Ejemplo de distribución de planta	16
Figura 6. Ejemplo de tabla relacional	18
Figura 7. Organigrama organizacional.....	28
Figura 8. Planta de producción	29
Figura 9. Planta de producción (vista externa).....	29
Figura 10. Vista satelital	29
Figura 11. Producto de mayor demanda	35
Figura 12. Mapa de procesos	38
Figura 13. Colocación de molde de trazos	39
Figura 14. Operario realizando el diseño de la prenda de vestir	40
Figura 15. Máquina realizando el proceso de sublimado.....	40
Figura 16. Operario realizando el proceso de confección.....	41
Figura 17. Operario en el proceso de pulido	41
Figura 18. Almacenaje de producto terminado	42
Figura 19. Layout de la empresa (primer piso)	43
Figura 20. Layout de la empresa (segundo piso)	44
Figura 21. Diagrama de operaciones.....	45
Figura 22. Diagrama de recorrido (primer piso)	46
Figura 23. Diagrama de recorrido (segundo piso)	47
Figura 24. Resumen del tiempo estándar	64
Figura 25. Demanda del mercado en el año 2022	70

Figura 26. Capacidad vs demanda (mensual)	71
Figura 27. Correlación entre los procesos.....	79
Figura 28. Objetos eliminados de la empresa	80
Figura 29. Layout sin los objetos eliminados	81
Figura 30. Layout propuesto para la empresa (primer piso)	83
Figura 31. Layout propuesto para la empresa (segundo piso)	84
Figura 32. Superficies propuestas para el primer piso	86
Figura 33. Superficies propuestas para el segundo piso	87
Figura 34. Diagrama de recorrido propuesto (primer piso)	88
Figura 35. Diagrama de recorrido propuesto (segundo piso).....	89

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A. Entrevista a gerente de la empresa CREACIONES DEPORTIVAS ANDRÉS.....	111
Anexo B. Ventas de la empresa textil CREACIONES DEPORTIVAS ANDRÉS .	113
Anexo C. Pasos para la elaboración de la simulación en el software FlexSim.....	116
Anexo D. Pasos para la elaboración de la simulación propuesta en el software FlexSim	123

RESUMEN EJECUTIVO

La presente investigación analizó la factibilidad de una redistribución adecuada de la planta de producción a fin de reducir los tiempos y los recorridos empleados para desarrollar los lotes de producción en una empresa del sector textil.

El objetivo planteado fue reducir el desplazamiento empleado entre las áreas de trabajo de la empresa textil Creaciones Deportivas Andrés según el principio de la distancia de mínimo recorrido, con base a tres etapas: primero, se realizó el levantamiento de información obteniendo un total de 6 procesos que emplean un tiempo de 155,13 min/lote. y una distancia de 25,39 m. requerido para desarrollar un lote de 10 prendas. Segundo, mediante el método Guerchet se determinó que el espacio físico de los recursos materiales ocupa el 75,95% y el 24,05% restante es utilizado para el flujo de los operarios de la planta. Tercero, al retirar los objetos no necesarios del área de diseño se trasladó adecuadamente los recursos para desarrollar el proceso de corte a la planta baja de forma que existe una secuencia lógica de forma que se obtuvo un tiempo empleado de 146,16 min/lote. y una distancia total recorrida de 21,70 m. obteniendo una mejora del 17,11% en la capacidad de producción.

Finalmente, se concluye que, por medio de la correlación de los procesos a través de la determinación de la proximidad de estos, la nueva distribución de la planta optimiza la distancia recorrida en 3,69 m. equivalente a una mejora del 14,53%.

Palabras clave: Estudio de tiempos y movimientos, método Guerchet, principios de distribución, redistribución de planta, SLP.

ABSTRACT

The present research analyzed the feasibility of an appropriate redistribution of the production plant to reduce the time and distance required to develop production batches. The stated objective was to reduce the travel distance between the work areas of the company Creaciones Deportivas Andrés according to the principle of minimum travel distance, based on three stages:

First, information was collected, obtaining a total of 6 processes that require a time of 9308.01 s. and a distance of 25.39 m. to develop a batch of 10 garments. Second, using the Guerchet method, it was determined that the physical space of the material resources occupies 75.95%, and the remaining 24.05% is used for the flow of plant operators. Third, by removing unnecessary objects from the design area, the resources were appropriately relocated to carry out the cutting process on the ground floor in a logical sequence, resulting in a time of 8769.16 seconds and a total distance traveled of 21.70 meters. This achieved an efficiency of 17.11% in production capacity.

In conclusion, it is determined that, through the correlation of processes by determining their proximity, the new plant layout optimizes the traveled distance by 3.69 meters, equivalent to an efficiency of 14.53%.

Keywords: Correlation, time and Motion Study, Guerchet Method, Proximity, Plant Layout Redesign, SLP.

CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO

1.1 Tema de investigación

REDISTRIBUCIÓN DE PLANTA EN LA EMPRESA TEXTIL CREACIONES DEPORTIVAS ANDRÉS.

1.1.1 Planteamiento del problema

El sector industrial en el mundo está atravesando cambios constantes sobre los métodos destinados a la optimización de recursos necesarios para elaborar un producto que agregue un valor a clientes finales, dificultando a una pequeña o mediana empresa a adaptarse a condiciones de productividad que los permita competir en el mercado. Estudios demuestran que en Europa el sector textil es el responsable de la quinta parte del PIB mundial, sin embargo, esto trae una serie de problemas no visibles que muchas empresas no son capaces de controlar [1].

Por una parte, la falta de una proyección a largo plazo reduce el manejo adecuado de recursos, terminando muchas veces en el incremento de recorridos y demoras generados por largos recorridos no planificados por la alta dirección que resulta en una baja de productividad de hasta del 15% [2]. Desde este punto de vista, se ha determinado que la falta de una disposición adecuada reduce la entrada a nuevas metodologías de trabajo destinadas a optimizar el recorrido que tienen los recursos de una planta [3], lo que puede llegar a constituir errores con repercusión de hasta el 50% de los gastos generados internamente por esta falta de planeación [4].

En Latinoamérica, se liga la idea de trabajo bajo metodologías tradicionales con productividad competitiva, sin embargo, en Bogotá – Colombia, se evidenció que la falta de una planificación interna para un crecimiento exponencial es el principal causante de una retención del avance industrial a nivel de un país en vías de desarrollo [5]. Así mismo, se ha demostrado dentro de una empresa con crecimiento exponencial que la falta de planificación puede reducir la eficiencia de la planta hasta un 62% [6].

Por otra parte, en empresas de acceso público que cuentan con instalaciones de mal funcionamiento y con condiciones de trabajo extremas, son el principal factor para que clientes potenciales reduzcan la concurrencia hacia el establecimiento, se describe entonces que, el crecimiento de una empresa sin una planificación puede afectar directamente la situación actual de la empresa, generando gastos que salen del presupuesto planificado inicialmente, aumentando el riesgo de logística interna y brindar un servicio oportuno bajo estándares de solicitudes del cliente [7].

Existe un sinnúmero de problemas provenientes de la inadecuada distribución de planta, de los cuales se puede destacar dos puntos que son: las técnicas de optimización exacta empleados en problemas de tamaño medio solucionables bajo criterio de optimización combinatoria o para problemas grandes con soluciones de transformación continua y; técnicas aproximadas basados en inferencia lógica que atribuye soluciones a problemas en relación con los atributos de un problema [8].

Ecuador ha presentado una baja sobre el PIB del sector textil de aproximadamente el 5%, su principal punto es la falta de incentivos del gobierno hacia una PYME y esto, sumado con la falta de planificación lógica desde el punto de vista de optimización de recursos, termina en el cierre de industrias de bajo rango en el mercado [9]. Un problema que tiene una empresa en el país es la falta de conocimiento sobre la planificación y logística del manejo adecuado de recursos internos según criterios de demanda de mercado, esto influye directamente en la baja de productividad estimada de hasta un 20% y un aumento en los recorridos innecesarios de hasta un 60%, basado en el principio de mínimo recorrido [10]. Otros problemas que acarrea la falta de una distribución adecuada de la planta de producción es la generación de demoras y embotellamientos a partir de todas las demoras producidas por los recorridos de los recursos de una empresa [11].

“Creaciones Deportivas Andrés” es una empresa textil ubicada en el centro de la ciudad de Ambato desde el año 2000, dedicada a la elaboración de ropa deportiva de todo tipo y para todas las edades, siendo una empresa con clientela sólida gracias a su trayectoria durante su tiempo de trabajo. En el año 2023, por la demanda alcanzada y las instalaciones precarias debido al tiempo del uso de instalaciones, la empresa adquirió nuevas máquinas y herramientas sin estimar los espacios adecuados para las

mismas, produciendo zonas limitadas para el flujo de recursos y desorden por el traslado temporal de equipos y herramientas a espacios destinados para el almacenaje de materia prima y producto terminado.

1.2 Antecedentes investigativos

La metodología de distribución de planta se basa en el manejo de ciertos parámetros que se adecuen al principio de mínimo recorrido de forma que el sistema productivo se vea optimizado en función del uso del espacio físico para alcanzar la meta de los objetivos planteados por la alta dirección [12]. La distribución eficiente entonces llega a considerarse como el foco estructural en la productividad bajo los sistemas de manufactura, este punto de partida evidencia el manejo de oportunidades para realizar la mejora espacial y superar los centros de actividad del proceso de forma que se vital trabajar sobre la organización.

La Teoría de la Complejidad describe que el problema se lo ha determinado como NP – completo ya que se considera que no existe un algoritmo óptimo que contemple una solución adecuada a resolver los problemas de productividad interna; según el nivel multiobjetivo, existe una complejidad en detallar la terminología bajo técnicas exactas metaheurísticas con soluciones realistas frente a los cálculos de estudio [13]. Los enfoques se aplican generalmente cuando se planifica la introducción a una nueva industria sobre un espacio físico, sin embargo, es necesario identificar una distribución espacial más común que relaciona los recursos con la ideología de producción. Las empresas a través de los años se adaptan constantemente a la necesidad del mercado competitivo haciendo que pueda elevar o acortar su productividad parcial o completamente en función de la respuesta de esta variación elaborando o modificando los productos o los servicios realizados internamente.

Las empresas pueden ser dinámicas en función de su distribución espacial y del nivel flexible, pues, paulatinamente la eficiencia se reduce a través del tiempo de forma que comienza a suscitarse fenómenos contradictorios a la necesidad de redistribución de los recursos de la planta. El conjunto de síntomas referentes a la redistribución puede encontrar una simultaneidad en el conjunto de tareas que formen una congestión o varios cuellos de botella que pueden acumular materiales trabajos de ocio y malestar

en el trabajo, donde, los trabajadores calificados realizan varias actividades complejas mientras que el menos calificado puede acumular más tareas que dificulten el control de las operaciones [14].

Existen diversas herramientas que permiten mejorar la organización bajo un sistema de solución semicontinuo para una pyme, donde, una metodología común es el empleo del SLP porque permite readecuar cada uno de los equipos y otros recursos por espacio y el espacio restante disponible para uso exclusivo de desplazamientos entre áreas. Un sistema robusto en todos los escenarios permite tener un enfoque multicriterio es una manera fácil y eficiente al desarrollar la toma de decisiones, dando como fin determinar soluciones que brindan una flexibilidad durante el estudio planteado [15]. El manejo adecuado de recursos de una planta puede reducir los desplazamientos de los recursos presentes en la planta de producción.

Una empresa de manufactura puede ser capaz de manejar sus recursos mediante una estructura de la gestión de recursos según una distribución de planta que cubra las necesidades de la alta dirección, conforme se realiza un seguimiento, es necesario la elaboración de un diseño que permita analizar los procesos internos con alternativas adecuadas a la eficiencia de una empresa [16]. Mediante la selección de distribución de una empresa, determinar el enfoque adecuado inicia con el estudio que mejore los espacios en función de la ingeniería moderna comparable con un juego que simule las posibles combinaciones para determinar la distribución apropiada de una planta de producción [17].

Los métodos para establecer la distribución se enfocan en el manejo de los recursos y el espacio de forma que la planta sea capaz de analizar las modificaciones actuales de observando la complejidad del tema de estudio con base al entendimiento propio que se fundamenta en métodos sobre los propósitos de manejo de los datos reales generando un interés sobre la disciplina planteada. Mejorar la productividad interna de una planta de producción permite que el diseño de las áreas de trabajo pueda ser uno de los principales causantes del no cumplimiento de los objetivos estadísticos basados en el índice de producción planteado. La distancia recorrida permite que los recursos puedan centrarse en limitar el manejo de la carga y descarga de material, así como el flujo de los operarios por la planta [18].

Las alternativas pueden ser capaces de cubrir la necesidad de la correlación entre los puestos de trabajo denotando que el concepto de distribución puede plantear varias de las variaciones que puedan favorecer las salidas al final de una jornada de trabajo de forma exitosa [19]. Un punto considerado importante, es el estudio de distribución de planta desde que se encuentra en planes de apertura ya que se puede cubrir la capacidad de producción en función de la optimización de recursos. Un método eficiente se basa en el análisis de nivel económico – financiero para determinar si se cumple parámetros en términos de mejora e implementación de términos de ingeniería industrial obteniendo mejoras que pueden superar la capacidad actual.

Sostener la factibilidad de iniciar con el proyecto desde los cimientos es esencial para optimizar la productividad según varios cambios de mercado, sin embargo, este método puede ser el mismo principio para presentar la reducción de producción por las decisiones mal tomadas [20]. Es entonces que los desplazamientos que realiza la materia prima se modifican para reducir las distancias empleadas, el exceso de transportes sin valor agregado puede ser el factor clave de productividad de una empresa que presenta cambios en el mercado constantemente [21]. Si bien, existen diversas metodologías que permiten mejorar la disposición de la planta, una empresa debe plantear los objetivos en función de todos los recursos disponibles abriendo varias posibilidades que permiten readecuar varias áreas de producción para reducir el grado del cuello de botella que puede restringir la producción en mayor o menor medida.

1.3 Fundamentación teórica

1.3.1 Ingeniería de procesos

a. Proceso

Adecuación de una serie de actividades con el fin de cumplir con un objetivo común, donde se presenta una distribución adecuada de recursos presentes para la elaboración de un proyecto planificado. La finalidad de elaborar un proceso es cumplir actividades dentro de datos requeridos como se observa en la Figura 1 [22].

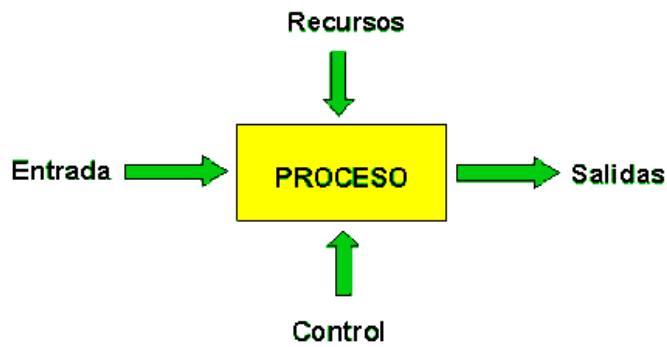


Figura 1. Proceso digital [22]

b. Proceso productivo

Conjunto de actividades planificadas según un orden específico en serie o paralelo, con el fin de transformar materia prima e insumos en bienes o servicios que agreguen valor al mercado de consumidores, mejorando la calidad de vida o cumpliendo con una necesidad, cumplir con la satisfacción del cliente [23].

c. Gestión de procesos

Tópico de ingeniería industrial destinada a modificar las condiciones de trabajo de un proceso productivo para mantener una distribución adecuada a la mejora continua, en otras palabras, se encarga de industrializar los métodos manuales de trabajo para la optimización de los recursos presentes en una planta de manufactura o servicios [24].

La industria, como parte fundamental del desarrollo del país, analiza escenarios donde se planifica la nueva distribución de los recursos presentes con los que cuenta una planta para dar un valor agregado a un producto, por lo que se encuentra en constante movimiento sobre los métodos de trabajo llegando a logros o metas a corto y largo plazo [24].

1.3.2 Producto de mayor demanda

a. Producto

Según mercadotecnia, se denomina al producto como un bien o servicio destinado a satisfacer las necesidades de un cliente bajo el concepto de oferta y demanda basada

en el mercado, además, este es el centro de desarrollo de un país por las prestaciones que brinda en el lapso de vida útil [25].

b. Análisis de ventas o de segmentación

Es la distribución de artículos o productos según su categoría que relaciona la demanda del mercado con las ventas producidas en un plazo determinado [26], se considera tres puntos básicos que son:

- **Clase A:** Refiere a los productos de una empresa con un alto porcentaje de demanda debido a las prestaciones que ofrece.
- **Clase B:** Son productos que tienen un valor agregado para el cliente pero que su potencial de ventas es limitado.
- **Clase C:** Son los productos relativamente nuevos o que no cuentan con un gran valor para el cliente por lo que no cuentan con las ventas esperadas [26].

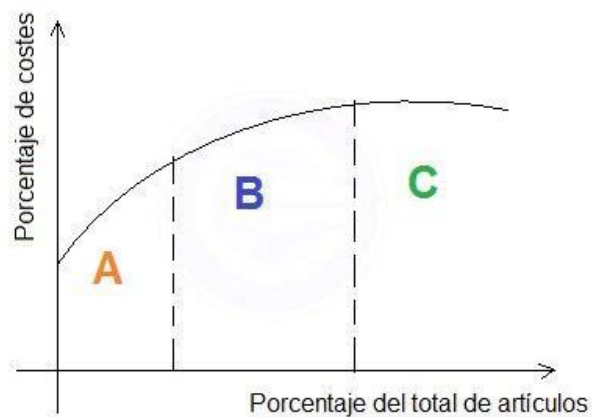


Figura 2. Distribución del análisis de ventas [26]

1.3.3 Planta de producción

Es una instalación industrial donde se llevan a cabo procesos para producir bienes o productos. Estas plantas están diseñadas y equipadas con maquinaria, equipos y sistemas que transforman materias primas en productos terminados. Pueden incluir líneas de ensamblaje, zonas de almacenamiento, áreas de control de calidad y logística. Las plantas de producción pueden variar en tamaño y complejidad, desde pequeñas instalaciones dedicadas a la fabricación de productos específicos hasta grandes complejos industriales que producen una amplia gama de bienes [27].






1.3.4 Diagramas de ingeniería

a. Norma de símbolos para los diagramas

El Instituto Nacional Estadounidense de Estándares (ANSI) fue la entidad que inició con el proceso de determinar símbolos que se entiendan de forma general en cualquier parte del mundo [28].

La Tabla 1, muestra los símbolos más importantes utilizados en el campo de la ingeniería.

Tabla 1. Símbolos de la norma ANSI [28]

Nombre	Símbolo	Descripción
Inicio/Fin		Inicio o fin de un proceso.
Operación		Proceso productivo.
Inspección		Denota el control de calidad.
Transporte		Traslados de un área a otra.
Demora		Espera por determinadas situaciones.

b. Diagrama de planta

Conocido como layout o planos de una empresa, es la representación de la distribución de planta de una industria, conociendo detalles como la separación de áreas, zonas de almacenaje, número de máquinas y equipos, entre otros. Este diagrama se requiere para determinar si existe el espacio adecuado para colocar cada objeto en su lugar y para establecer los espacios destinados al recorrido de los distintos recursos presentes dentro del área de trabajo [29].

c. Cursograma analítico

El cursograma analítico es una herramienta utilizada en la ingeniería de procesos para representar de manera detallada el flujo de información, materiales y actividades que se llevan a cabo en un proceso productivo o de servicio. Este permite identificar los diferentes pasos a seguir en cada etapa, incluyendo tareas, responsables, tiempos y decisiones a tomar como se observa en la Figura 3 [30].

CURSOGRAMA ANALÍTICO				Operario / Material / Equipo			
Diagrama no.	Hoja:	de		Resumen			
Producto:				Actividad	Actual	Propuesto	Economía
Actividad:				Operación	○		
				Inspección	□		
				Espera	◇		
				Transporte	⇄		
				Almacenamiento	▽		
Método: actual / propuesto				Distancia (mts.)			
Lugar:				Tiempo (hrs.-hom.)			
Operario (s):	Ficha no.			Costo			
Compuesto por:	Fecha:			Mano de obra			
Aprobado por:	Fecha:			Material			
				TOTAL			
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Distancia	Tiempo	Actividad			OBSERVACIONES
				○	□	◇	

Figura 3. Ejemplo de cursograma analítico [30]

d. Diagrama de recorrido

El diagrama de recorrido es la representación gráfica de la línea de un producto que requiere de varios procedimientos para terminar con el ensamble final, con la finalidad de visualizar el tipo de proceso requerido hasta terminar con salidas exitosas [31], la Figura 4, muestra el recorrido establecido por la materia prima sobre el proceso productivo.

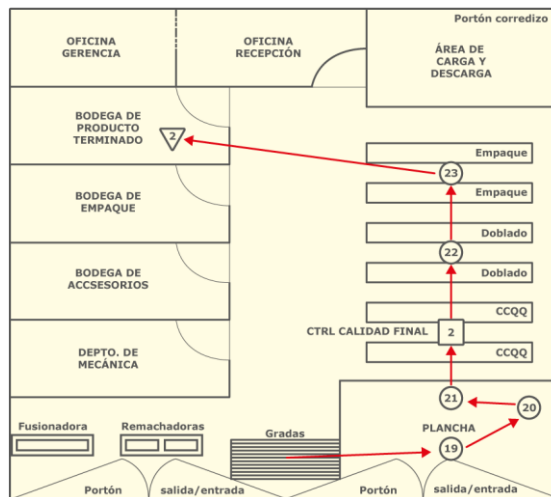


Figura 4. Ejemplo de diagrama de recorrido [31]

1.3.5 Estudio de tiempos y movimientos

a. Estudio de tiempos

Enfoque cuantitativo de la ingeniería propuesta por Taylor en 1881 que permite medir el tiempo adecuado a una tarea de una línea de producción para establecer métricas sobre la capacidad mínima diaria de una planta de trabajo, además, considera diversos factores para adecuar a un operario con las actividades en su espacio laboral [32].

Al calificar un puesto de trabajo en términos de estudio de tiempos y movimientos, se determina si una persona está o no calificada para cubrir con la necesidad de la empresa y sobrellevar la demanda potencial del mercado [32]. El estudio de tiempos está ligado directamente a varios factores que se encadenan para cumplir con el enfoque.

b. Toma de muestras del estudio de tiempos y movimientos

La General Electric, enfocada en cumplir con las normas de ingeniería, reglamentó el estudio de tiempos técnico con base a la toma de mediciones previas a un estudio más extenso para determinar todos los parámetros de elaboración de un proyecto [33]. La Tabla 2, muestra la toma de tiempos según el tiempo que a una empresa le toma elaborar un producto.

Tabla 2. Observaciones del estudio de tiempos según la General Electric [33]

Tiempo de ciclo [min]	N. de observaciones
0.50	60
0.75	40
1.00	30
2.00	20
2.00 a 5.00	15
5.00 a 10.00	10
10.00 a 20.00	8
20.00 a 40.00	5
40 o más	3

c. Métodos de medición de tiempo

La medición mediante cronometraje se clasifica en dos métodos que son:

- **Cronometraje vuelta a cero:** Separa los tiempos por cada actividad de trabajo para obtener una distribución por eslabones y trabajar con un extenso registro [34].
- **Cronometraje acumulativo:** El reloj se ajusta para obtener los tiempos del proceso de la planta de producción obteniendo un solo valor que equivale a la producción o de servicio completo [34].

La Tabla 3, muestra las principales ventajas y desventajas de los tipos de cronometraje.

Tabla 3. Ventajas y desventajas de los tipos de cronometraje [34]

Tipo de cronometraje	Ventajas	Desventajas
Vuelta a cero	Clasificación adecuada de tiempos.	Se pierde tiempo al regresar a cero. No es tan preciso.
	Se puede obtener datos sin recurrir a elementos externos.	Difícil de tomar tiempos cortos. No existe una verificación adecuada.
Acumulativo	El tiempo no varía frente a condiciones externas.	El trabajo de recolección es más extenso.
	Es adaptable a las variaciones.	

d. Tiempo observado de trabajo (T_o)

Es la toma de muestras de un proceso que consiste en la toma de contacto preliminar de tiempos de una planta de producción para promediarla y obtener un el valor nominal cercano a la realidad. La General Electric sugiere una toma de 5 muestras para cada puesto de trabajo previo estudio interno de tiempos [35].

e. Índice de desempeño (I_d)

Es un indicador de eficiencia o eficacia de un proceso o un sistema de producción, este analiza si los operarios realizan las operaciones en una organización o en una línea de producción para identificar parámetros de mejora [36]. Las principales condiciones para elaborar de forma correcta un estudio del factor de desempeño con base al sistema Westinghouse son 4, las cuales se presentan a continuación.

- **Habilidad:** Se trata de la experiencia que adquiere un operario a lo largo de los años de trabajo para controlar un ritmo de trabajo adecuado a la necesidad del proceso de la línea de producción [36].

- **Esfuerzo:** Mide la eficiencia que tiene el operario en el puesto de trabajo que varía según las condiciones y los recursos utilizados en las áreas de producción [36].
- **Condiciones:** Es todo agente externo que afecta directa o indirectamente sobre el puesto de trabajo y que ayuda o impide a condiciones de productividad [36].
- **Consistencia:** Evalúa las condiciones del operario en relación con su ritmo de trabajo de la jornada de operaciones [36].

A continuación, la Tabla 4, muestra la medición en base al sistema de Westinghouse.

Tabla 4. Sistema Westinghouse para el factor de desempeño [36]

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

f. Suplementos de trabajo (S)

Es el tiempo que se le agrega a un proceso para mejorar las condiciones del personal en términos de descansos con el fin de que los operarios de trabajo tengan un tiempo adicional para cubrir necesidades personales durante la jornada de trabajo. Este espacio cuenta con diversas condiciones para que cada operario pueda terminar toda la jornada de trabajo según la planificación semanal estimada por la alta dirección, además, estima todas las situaciones presentadas en el puesto de producción para precautelar la integridad del operario [37]. La Tabla 5, muestra la tabla de los suplementos de trabajo.

Tabla 5. Suplementos de trabajo [37]

Suplementos fijos					
Condición		Hombre		Mujer	
A. Necesidades personales		5		7	
B. Fatiga		4		4	
Suplementos variables					
Condición	Hombre	Mujer	Condición	Hombre	Mujer
A. Trabajo de pie	2	4	F. Concentración intensa	0	0
				2	2
				5	5
B. Postura anormal	0 2 7	1 3 7	G. Ruido	0	0
				2	2
				5	5
C. Uso de fuerza	0 1 2 9	1 2 4 20	H. Tensión mental	1	1
				4	4
				8	8
Suplementos variables					
D. Mala iluminación	0 2	0 2	I. Monotonía	0	0
				1	1

g. Tiempo normal (T_n)

Tiempo promedio que se demora un operario para realizar las actividades de trabajo con el fin de cumplir con la producción planificada. Se considera que es el tiempo que el personal requiere para realizar sus funciones de trabajo, además, se parte de este punto para cubrir con la demanda del mercado [38]. La Ecuación (1), muestra el cálculo requerido para obtener el tiempo normal.

$$T_n = \overline{T_o} * Id \quad (1)$$

Donde:

T_o = Tiempo observado.

Id = Índice de desempeño.

h. Tiempo estándar (T_s)

Es el tiempo planificado para elaborar un producto en una línea de producción bajo ciertos parámetros de estudio establecidos por la alta dirección, este es el lapso que el

personal de trabajo debe emplear para obtener las salidas esperadas en la jornada [39]. La Ecuación (2), muestra el cálculo para obtener el tiempo estándar por proceso.

$$T_s = T_n * (1 + S) \quad (2)$$

Donde:

T_s = Tiempo estándar.

T_n = Tiempo normal.

S = Suplementos.

i. Capacidad de producción (C_p)

Capacidad máxima que tiene una empresa para realizar lotes de producción de un bien o realizar un servicio con los diversos recursos de la planta. En este punto se involucra la gestión empresarial por los factores en los que se obtiene un máximo rendimiento de la unidad de producción [40]. La Ecuación (3), muestra el cálculo de la capacidad de producción.

$$C_p = \frac{1}{T_s} \quad (3)$$

Donde:

C_p = Capacidad de producción.

T_s = Tiempo estándar.

1.3.6 Diseño de instalaciones

a. Distribución de planta

La distribución de planta es una técnica utilizada en la ingeniería para diseñar la disposición física de elementos de producción tales como maquinarias, equipos, áreas de trabajo y demás instalaciones de un centro de trabajo. El objetivo de la distribución de planta es optimizar el espacio y recursos disponibles, mejorar la eficiencia de las distancias recorridas y reducir tiempos de producción [41]. La distribución de planta

tiene una serie de principios y factores, como la ubicación de las máquinas y equipos, flujo de materiales y productos, logística de transporte, ergonomía, seguridad laboral, entre otros. Para obtener una distribución de planta eficiente, es necesario realizar un análisis del proceso e identificar necesidades de los departamentos de trabajo, aplicando principios y técnicas adecuados para optimizar la disposición de elementos internos [41]. La Figura 5, muestra un ejemplo de simulación en un software orientado a la ejemplificación de una planta de producción.



Figura 5 Ejemplo de distribución de planta [42]

b. Tipos de distribución de planta

Al analizar la situación actual de una empresa, es necesario identificar parámetros que sugieren el adecuado sistema de distribución de planta, a continuación, se muestra la clasificación de distribución de planta [41].

- **Distribución por posición fija:** Esta distribución se utiliza en procesos productivos donde el producto es demasiado grande o complejo para ser movido a otro lugar [41].
- **Distribución por proceso:** Esta distribución organiza equipos y maquinarias según las etapas del proceso productivo para que cada área se dedique a la función que agregue valor al producto [41].
- **Distribución por producto:** Esta distribución denota la organización de los equipos y áreas de trabajo según el tipo de producto fabricado, de manera que cada área se dedique exclusivamente a la producción de un tipo específico de producto [41].

- **Distribución en línea:** Conocida como distribución en serie, se utiliza en procesos productivos donde un producto se fabrica en grandes cantidades bajo una secuencia lineal de producción [41].

c. Principios básicos de distribución de planta

Existen varios principios básicos a tener en cuenta durante la distribución de planta para lograr una optimización de espacio, recursos, mejorar la eficiencia y rentabilidad de los procesos [41]. A continuación, se describen los principios más importantes.

- **Principio de la integración de conjunto:** La distribución de planta se planifica de manera integrada, considerando los aspectos del proceso productivo, desde la adquisición de materia prima hasta la entrega del producto [41].
- **Principio de la flexibilidad:** La distribución de planta permite una fácil adaptación a los cambios en la demanda, la producción y los procesos para permitir la incorporación de nuevas tecnologías en la planta [41].
- **Principio de seguridad:** La distribución de planta debe garantizar la seguridad de los trabajadores, minimizando riesgos de accidentes laborales y garantizando un entorno seguro y saludable [41].
- **Principio de la mínima distancia recorrida:** Optimiza de forma estratégica todos los espacios de la planta de producción con el fin de reducir las distancias recorridas por los recursos de la planta [41].
- **Principio de recorrido:** Plantea mantener el orden adecuado del proceso productivo para mantener una secuencia acorde a la necesidad de la alta dirección [41].
- **Principio de la calidad:** La distribución de planta debe elaborar productos según términos de calidad, eficacia y eficiencia de recursos internos evitando errores y fallos comunes [41].
- **Principio del espacio cúbico:** Mantiene el principio de optimizar todos los espacios de la planta de producción [41].

Estos son algunos de los principios básicos a tener en cuenta durante la planificación de la distribución de planta. Al aplicar estos principios, logra una distribución de planta eficiente que potencie la productividad y rentabilidad de los procesos productivos [41].

1.3.7 Tabla relacional

Representación gráfica del nivel de relación presente entre los procesos que componen la producción para evaluar el grado de proximidad requerido entre cada área de trabajo [43]. La Figura 6, muestra el modelo de tabla relacional.

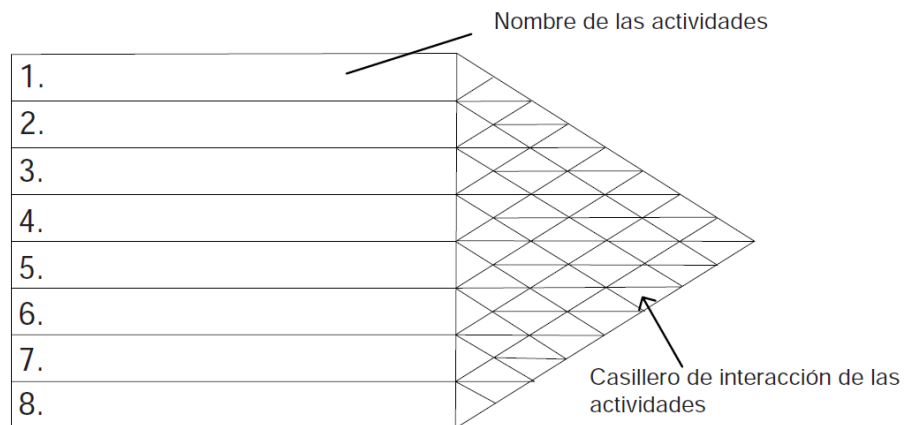


Figura 6. Ejemplo de tabla relacional [43]

a. Código del enfoque de proximidad

Para evaluar la proximidad requerida entre las áreas de trabajo, se evalúa mediante la norma que compone los códigos para elaborar la tabla relacional, la Tabla 6, muestra la distribución de proximidad [44].

Tabla 6. Distribución de proximidad [44]

Código	Proximidad	Color	N. líneas
A	Muy necesario	Rojo	4
E	Muy importante	Amarillo	3
I	Importante	Verde	2
O	Normal	Azul	1
U	Sin importancia	-	-
X	No deseable	Plomo	1 zigzag

1.3.8 Método Guerchet

Método de ingeniería empleado para obtener el área total requerida para cada espacio de trabajo de una empresa de forma mediante el conocimiento de la cantidad de objetos presentes en una empresa, adicionalmente, conocer el espacio óptimo para permitir el

flujo natural de los recursos a través de la planta [45]. Para realizar adecuadamente el método se tiene tres aspectos importantes que son:

a. Superficie estática

Se define como el área que emplea un objeto o el espacio total que ocupa en un área de una empresa requerida para realizar cualquier tipo de trabajo o que tenga una finalidad en una estación. Por medio de la Ecuación (4) se puede obtener la superficie estática.

$$S_s = l * a \quad (4)$$

Donde:

l = Largo de la máquina

a = Ancho de la máquina

b. Superficie gravitacional

Es el número de lados bajo los cuales se puede operar una máquina que está presente en un área de producción, matemáticamente se define por la Ecuación (5).

$$S_g = S_s * n \quad (5)$$

Donde:

S_s = Superficie estática

n = Número de lados en los que se puede trabajar la máquina

c. Superficie de evolución

Es el espacio destinado al flujo de los materiales presentes en el área de producción, además se considera el paso del personal de trabajo y el espacio óptimo para permitir el paso de los recursos de una planta en forma general, matemáticamente se define por la Ecuación (6).

$$S_e = k * (S_s + S_g) \quad (6)$$

Donde:

k = Coeficiente de evolución

S_s = Superficie estática

S_g = Superficie gravitacional

Para obtener el valor nominal del método de Guerchet se obtiene de la Ecuación (7).

$$S_e = S_s + S_g + S_e \quad (7)$$

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Elaborar la redistribución de planta en el departamento de producción de la empresa textil “Creaciones Deportivas Andrés”.

1.4.2 Objetivos específicos





- Desarrollar el levantamiento de procesos del departamento de producción de la empresa textil “Creaciones Deportivas Andrés”.
- Detallar el estudio de tiempos y movimientos del proceso productivo de la empresa textil “Creaciones Deportivas Andrés”.
- Proponer una alternativa de mejora para la redistribución de planta bajo el principio de mínimo recorrido.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1 Materiales

Los materiales empleados fueron necesarios para extraer la información de la empresa Creaciones Deportivas Andrés para plasmarlos en el trabajo de investigación según los objetivos planteados. Para elaborar el trabajo de investigación, la Tabla 7, muestra los materiales utilizados.





Tabla 7. Materiales físicos de la investigación

Material	Ilustración	Descripción
Computadora		Medio electrónico capaz de receptar y plasmar los datos introducidos de entrada.
Celular		Dispositivo electrónico utilizado para tomar evidencia de las visitas técnicas.
Diario de notas		Libreta de apuntes para receptar datos de la empresa y almacenar la información de las visitas técnicas.
Modelo de encuesta		Lista de información referente al nivel de cumplimiento de la empresa.

Con los datos extraídos mediante los materiales físicos se estructuraron los resultados en los softwares empleados para el desarrollo de la investigación. A continuación, la

Tabla 8, muestra cada uno de los softwares necesarios para cubrir con el trabajo de investigación.

Tabla 8. Software del trabajo de investigación

Material	Ilustración	Descripción
Microsoft Word		Software requerido para plasmar la información del trabajo de investigación.
Microsoft Excel		Software requerido para la tabulación de los datos obtenidos de la empresa.
Bizagi		Software empleado para mejorar la presentación de los cursogramas de los procesos de la empresa.
AutoCAD		Software empleado para plasmar la distribución de la planta de producción de la empresa.

2.2 Métodos

2.2.1 Modalidad de la investigación

Investigación de campo

La investigación de campo se utilizó bajo el método de recolección de información por medio de encuestas al personal del área de producción de la empresa textil “Creaciones Deportivas Andrés” y fichas de registro para la denotación de la situación actual de los problemas que acarrea la inadecuada distribución de planta que permitió tener un análisis de las causas que afectan el rendimiento de los procesos a partir de todos los

desplazamientos producidos. Otro punto que se consideró es el manejo de toma de las medidas y tiempos de producción a partir de la observación directa de las actividades de trabajo.

Investigación Bibliográfica – Documental

Es fundamental la investigación bibliográfica en el desarrollo del trabajo debido a que se analizó los métodos modernos para la redistribución adecuada de planta con base a investigaciones publicadas en repositorios institucionales de las universidades a nivel mundial, además, la recolección de información de casos de estudio obtenidos de revistas virtuales como Springer y Scielo permitió al lector identificar problemas comunes en el proceso productivo para establecer mejoras sobre un diseño de la empresa sin sustento por parte del campo de ingeniería.

2.2.2 Población y muestra

Población

La población fue el personal de producción que pertenece a la empresa textil Creaciones Deportivas Andrés, la Tabla 9, muestra la distribución.

Tabla 9. Población de la empresa “CREACIONES DEPORTIVAS ANDRÉS”

Área	N. trabajadores
Diseño	1
Corte de materia prima	2
Sublimado	1
Confección de materia prima	1
Pulido	
Almacenamiento	
Total	5

Muestra

En la empresa existen varias áreas de trabajo que complementan a la empresa textil “Creaciones Deportivas Andrés”, sin embargo, el estudio se centra en el 100% de los operarios del área de producción, mismo que cuenta con un total de 5 operarios que se reparten en los 3 procesos existentes actualmente [40].

2.2.3 Recolección de información

La Tabla 10, muestra la distribución de la recolección de información.

Tabla 10. Técnicas, métodos e instrumentos de métodos de recolección de la información

Objetivo	Técnica/Método	Instrumento
<p>Desarrollar el levantamiento de procesos del departamento de producción de la empresa textil “Creaciones Deportivas Andrés”.</p>	<p>Levantamiento de procesos Permitió extraer datos de la empresa para obtener la situación actual de la planta según los procesos realizados para elaborar el producto ofertado.</p> <p>Evaluación interna de la empresa Permitió analizar desde la ingeniería el nivel de optimización de todos los procesos del área de producción.</p>	<p>Entrevista Se utilizó este instrumento sobre el gerente y los operarios para extraer datos de los objetivos planteados e información de los procesos actuales de la planta.</p> <p>Fichas de levantamiento de procesos Permitió plasmar toda la información extraída de las actividades de la planta.</p> <p>Mapa de procesos Instrumento utilizado para clasificar todos los procesos internos y externos de la planta para determinar los espacios de trabajo.</p>
<p>Elaborar el estudio de tiempos y movimientos del proceso productivo de la empresa textil “Creaciones Deportivas Andrés”.</p>	<p>Estudio de tiempos y movimientos Permitió estandarizar las actividades de la planta para cumplir con los objetivos a corto o largo plazo y con la capacidad de la planta diseñada.</p>	<p>Layout del departamento de producción Instrumento que plasmó la distribución de las áreas de la empresa.</p> <p>Diagrama de recorrido Utilizado para representar las distancias que los operarios emplean para desplazar los recursos de la empresa hasta obtener el producto final.</p>

Objetivo	Técnica/Método	Instrumento
		<p>Fichas de tiempos y movimientos</p> <p>Permitió obtener el tiempo estándar que se debe considerar para cumplir con la capacidad de producción diseñada de la planta.</p>
<p>Establecer la metodología adecuada de redistribución de planta bajo el principio de mínimo recorrido.</p>	<p>Redistribución de planta</p> <p>Permitió modificar las condiciones actuales de la planta en función de las distancias recorridas para obtener desplazamientos reducidos al de la situación actual.</p> <p>SLP</p> <p>Método de readecuación de los espacios de trabajo en función de métodos de ingeniería empleados para obtener la distancia de mínimo recorrido.</p>	<p>Método Guerchet</p> <p>Método mediante el cual se determinó el espacio requerido para los recursos de la planta y el adecuado flujo de materiales.</p> <p>Diagrama de correlación</p> <p>Representación gráfica que plasmó el nivel de proximidad que tiene un área con relación a otra para la reducción de los recorridos.</p> <p>Diagrama de mínimo recorrido</p> <p>Representación gráfica que se empleó para visualizar los resultados obtenidos de los cambios sugeridos dentro de la nueva distribución de las áreas de trabajo.</p>

2.2.4 Procesamiento y análisis de datos

El procesamiento de datos se determinó bajo las herramientas detalladas en los siguientes pasos:

- Se recolectó datos preliminares de la empresa para determinar posibles detalles que determinen que se está elaborando las actividades de trabajo con falencias por motivos de una inadecuada distribución de planta.
- Se elaboró fichas de levantamiento de procesos para separar las áreas en eslabones que permitan identificar las actividades que, por la inadecuada redistribución de planta, impide el flujo singular de materia prima.
- Se filtró la información relevante para detallar de manera adecuada la situación actual de la empresa en función de los parámetros requeridos para determinar los datos que permiten evaluar la distribución de planta actual.
- Se diseñó los planos bajo parámetros de la situación actual del proceso de la línea de producción para determinar las distancias que recorren los recursos de cada proceso productivo.
- Se realizó el diagrama de recorrido para identificar la distribución actual de la planta para mejorar las distancias que se emplea en el manejo de los recursos y del empleo de carga de materiales.
- Se elaboró el estudio de tiempos y movimientos para determinar las demoras que se producen por la inadecuada distribución de planta producidos por todos los desplazamientos innecesarios de los recursos de la empresa.
- Se analizó la propuesta de mejora en base a metodología Lean Manufacturing para determinar las soluciones que optimicen la planta de producción reduciendo las distancias empleadas.
- Se analizó los resultados durante la investigación para determinar el nivel de mejora obtenido los cambios sobre la nueva distribución de planta que permita reducir la distancia de carga empleada.

CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN


3.1 Datos de la empresa Creaciones Deportivas Andrés

La empresa textil Creaciones Deportivas Andrés inició sus actividades económicas en el año 2000 a cargo del Sr. Mario Sisalema que identificó el mercado potencial del sector textil en el centro de la ciudad de Ambato – Tungurahua. En el establecimiento se cuenta con diversos tipos de prendas deportivas según la necesidad del cliente compitiendo directamente con marcas reconocidas a nivel nacional.

3.1.1 Datos de la empresa

La Tabla 11, muestra los datos de la empresa textil Creaciones Deportivas Andrés.

Tabla 11. Datos de la empresa textil Creaciones Deportivas Andrés

Dato	Información
Razón Social	SISALEMA CARRILLO MARIO REMIGIO
Logotipo	
Gerente	Sr. Mario Sisalema
Actividad económica	Elaboración de prendas de vestir para hombres, mujeres y niños implicando ropa deportiva con telas tejidas y no tejidas.
Dirección	12 de Noviembre y 5 de Junio
Correo	mario_sisalema@yahoo.es
Contacto	099 981 7627

3.1.2 Misión

Ser una empresa de confección textil reconocida por la elaboración de prendas para todo tipo de ocasión deportiva con materiales de buena calidad para satisfacer las necesidades del cliente [41].

3.1.3 Visión

Ser una empresa por excelencia en la ciudad de Ambato mediante el enfoque de diseños exclusivos e innovadores que propongan prendas de calidad para cubrir con la demanda del mercado [41].

3.1.4 Política de calidad

Creaciones Deportivas Andrés se compromete a la búsqueda de la mejora continua mediante estándares que cubran la necesidad del mercado y cumplan con el enfoque sobre el cuidado del medio ambiente [41].

3.1.5 Organigrama organizacional

La Figura 7, muestra la distribución interna de la empresa textil Creaciones Deportivas Andrés.

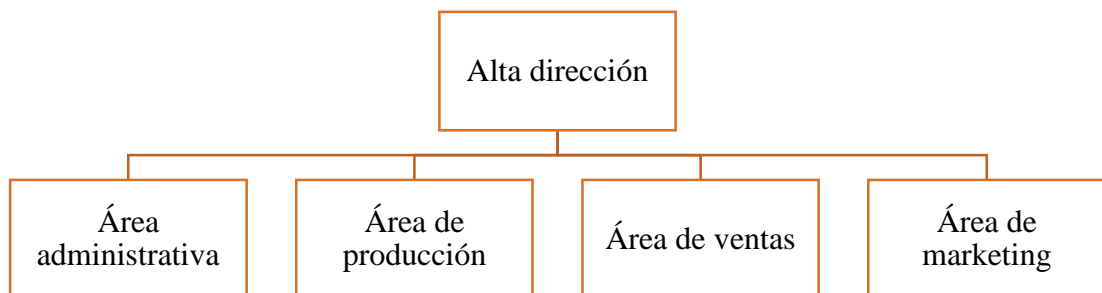


Figura 7. Organigrama organizacional

La empresa cuenta con cuatro áreas distintas que trabajan directamente con el área de producción, los mismos que cuentan con pocos trabajadores, esta distribución permite que se maneje la comunicación entre las áreas de producción con ventas para realizar la planificación de los lotes de la semana para realizar las prendas.

3.1.6 Localización de la empresa

La Figura 8, muestra la vista interna de la empresa.



Figura 8. Planta de producción

La Figura 9, muestra la vista externa de la empresa.



Figura 9. Planta de producción (vista externa)

La Figura 10, muestra la localización satelital de la planta de producción.



Figura 10. Vista satelital

3.1.7 Datos de la entrevista realizada al gerente

Para realizar un análisis sobre la estructura interna y los problemas presentados en el área de producción, el anexo A, muestra la entrevista elaborada al gerente empresarial de Creaciones Deportivas Andrés, obteniendo los siguientes resultados más relevantes:

- La empresa muestra que la posición en el mercado esta fortalecida debido a toda la trayectoria que ha tenido durante todos los años en los que ha elaborado todas las diferentes prendas de vestir.
- La empresa adquirió nuevos equipos para mejorar las técnicas y acabados de los productos haciendo que se reduzca gradualmente los espacios destinados a los recorridos de los diferentes recursos del proceso productivo.
- Existen áreas con obstáculos en toda la planta de producción que presentan varias irregularidades en el suelo, lo que aumenta el riesgo de accidentes y los tiempos que se producen para elaborar un trabajo.





En general, al aumentar el número de equipos presentes en el proceso productivo a un espacio tan reducido, se produce ciertas alteraciones sobre el ecosistema que, en varias ocasiones, termina en demoras y desplazamientos innecesarios durante toda la planta de producción, por lo tanto, fue necesario elaborar un estudio de redistribución de las instalaciones que permite establecer los espacios adecuados para cada proceso y se amplie las zonas de recorrido adecuadas según la ley lo establece.






3.2 Análisis de los productos de Creaciones Deportivas Andrés


3.2.1 Productos ofertados de la línea de producción

CREACIONES DEPORTIVAS ANDRÉS cuenta con diferentes prendas de vestir de tipo deportivo y uniformes escolares, la línea de producción cuenta con varios procesos que dependen de la demanda del cliente. La Tabla 12, muestra la descripción general de los productos ofertados por la planta de producción.

Tabla 12. Productos de la empresa Creaciones Deportivas Andrés

Producto	Descripción	Fotografía
Pantaloneta elástica	Producto que permite modificar sus propiedades sin alterar la base de la tela bajo la cual se elabora.	
Pantaloneta soprano	La pantaloneta regular empleada para el sector educativo permite mejorar las condiciones del cliente.	
Exterior flexible	Producto seleccionado para el personal del ámbito deportivo de calidad promedio con el fin de mejorar la comodidad de esta.	
Exterior viato	Producto seleccionado para el personal del ámbito deportivo de calidad baja, pero de aspecto funcional.	

Producto	Descripción	Fotografía
Buzo	Camiseta de manga larga con acabados de calidad para mejorar las condiciones deportivas o uso escolar.	
Exterior licra	Producto seleccionado para el personal del ámbito deportivo de calidad alta y premium de alta duración.	
Sudadera especial	Capucha de gran tamaño con plumón interno que reduce los efectos climáticos sobre el cuerpo.	
Camiseta tipo Alemania	Camiseta con acabados de mejor calidad para el sector educativo y otras necesidades similares.	
Camiseta semiprofesional	Camiseta de alta calidad que permite adecuar a eventos especiales y para el cliente que requiere un producto de características especiales.	

Producto	Descripción	Fotografía
Camiseta de muray	Camiseta personalizada en función de los requerimientos del cliente, se realizan para diversos ámbitos de la población con tela de calidad promedio.	

Análisis

El proceso de recolección de información de los productos permitió mejorar las condiciones de identificación de los diferentes niveles de acoplamiento de la ciudad, la empresa actualmente se dedica a mejorar los uniformes deportivos y escolares de la zona con lo que constantemente mejora las condiciones para responder a la cartera de clientes.

3.2.2 Distribución de ventas de la empresa

Para un mejor panorama de la obtención de la línea de producción, se recolectó las ventas del año 2020 – 2022 (véase anexo B), a continuación, la Tabla 13, muestra la distribución de la demanda del mercado.

Tabla 13. Ventas anuales de la empresa

		Análisis de ventas anuales		
Elaborado por:		Christian Basantes		
Revisado por:		Ing. Christian Ortiz Mg.		
Fecha de elaboración:		26/09/2023		
Producto	Unidades vendidas (promedio anual)	Costo por unidad (\$)	Total (\$)	
Camiseta de muray	955	10,00	9.546,67	
Buzo	1359	18,00	24.462,00	
Pantaloneta elástica	568	2,50	1.419,17	
Pantaloneta soprano	541	3,00	1.622,00	
Camiseta tipo Alemania	570	28,00	15.969,33	
Camiseta semiprofesional	704	12,00	8.448,00	

Producto	Unidades vendidas (promedio anual)	Costo por unidad (\$)	Total (\$)
Exterior viato	434	24,00	10.424,00
Exterior licra	591	35,00	20.673,33
Polo sencillo	407	14,00	5.698,00
Sudadera especial	368	38,00	13.984,00
TOTAL			112.246,50



Análisis

Creaciones Deportivas Andrés oferta 10 productos diferentes que son elaborados en las instalaciones de producción, están generados ingresos con un promedio de \$112.246,50 en ventas anuales, este valor se estima en un valor mensual de \$9.353,88 como ingresos de la planta.

3.2.3 Porcentaje de participación de los productos

Con el total de ventas efectuadas durante los años de estudio analizados, se estableció el porcentaje de participación de cada producto, la Tabla 14, muestra la frecuencia individual y acumulada.

Tabla 14. Análisis de ventas

		Análisis ABC de la empresa 	
Elaborado por:		Christian Basantes	
Revisado por:		Ing. Christian Ortiz Mg.	
Fecha de elaboración:		26/09/2023	
Producto	Demanda individual	Demanda acumulada	
Buzo	21,79%	21,79%	
Exterior licra	18,42%	40,21%	
Camiseta tipo Alemania	14,23%	54,44%	
Sudadera especial	12,46%	66,90%	
Exterior viato	9,29%	76,18%	
Camiseta de muray	8,51%	84,69%	
Camiseta semiprofesional	7,53%	92,21%	
Polo sencillo	5,08%	97,29%	
Pantalóneta soprano	1,45%	98,74%	
Pantalóneta elástica	1,26%	100,00%	

Análisis

Mediante el análisis de ventas realizado de los productos se obtuvo que la camiseta tipo Alemania tiene una mayor producción anual con un total de ventas de \$24.462,00 equivalente al 21,79%, este valor estima la quinta parte de los ingresos totales que se producen en el establecimiento.

La Figura 11, muestra el detalle del producto de mayor demanda.



Figura 11. Producto de mayor demanda

3.3 Levantamiento de procesos

Una vez determinado el producto de mayor demanda, se realizó el levantamiento de procesos de la línea principal para obtener la distribución de las áreas que pertenecen a la planta de producción.

3.3.1 Procesos operativos

Los procesos operativos permitieron desarrollar adecuadamente la prenda de vestir para satisfacer las necesidades del cliente y del mercado en general. La Tabla 15, muestra los procesos operativos que tiene la línea de producción para el desarrollo de los productos ofertados.


Tabla 15. Distribución de procesos operativos

	Procesos operativos		
Elaborado por:	Christian Basantes		
Fecha de elaboración:	29/09/2023		
Área del proceso	Macroproceso	Proceso	
Área de producción	Producción	Corte de materia prima	
		Diseño e impresión	
Área del proceso	Macroproceso	Proceso	
Área de producción	Producción	Sublimado	
		Confección	
		Pulido	
		Almacenaje	

3.3.2 Procesos estratégicos

Los procesos estratégicos permiten que la empresa establezca objetivos para la toma de decisiones y para generar las estrategias de venta. La Tabla 16, muestra los procesos estratégicos que permiten direccionar a la empresa durante el cumplimiento de objetivos.


Tabla 16. Distribución de procesos estratégicos

	Procesos estratégicos		
Elaborado por:	Christian Basantes		
Fecha de elaboración:	29/09/2023		
Área del proceso	Macroproceso	Actividades del proceso	
Ventas	Gestión de ventas	Facturación física	
		Compra de insumos	
		Facturación electrónica	
		Declaraciones	
Administración	Gestión administrativa	Toma de decisiones	
		Planificación administrativa	
		Desarrollo de objetivos	

3.3.3 Procesos de apoyo

Los procesos de apoyo se subcontratan de forma externa y estos permiten que la empresa Creaciones Deportivas Andrés pueda mantener los equipos en buen estado mediante el empleo de mantenimiento general de los recursos utilizados para desarrollar la prenda de vestir. La Tabla 17, muestra los procesos de apoyo que complementan los procesos de la empresa.

Tabla 17. Distribución de procesos de apoyo

		Procesos de apoyo		
Elaborado por:		Christian Basantes		
Fecha de elaboración:		29/09/2023		
Área del proceso	Macroproceso	Actividades del proceso		
Producción	Gestión de mantenimiento	Mantenimiento de equipos		
		Solicitud de piezas de equipos		
		Mantenimiento de instalaciones		
Ventas	Gestión de marketing	Desarrollo de publicidad		
		Gestión de redes sociales		

Análisis

La empresa cuenta con varios macroprocesos destinados al cumplimiento de los objetivos que plantea la alta dirección, por lo que, el personal realiza más de un proceso según la necesidad y las actividades diarias que se deben cumplir durante la jornada de trabajo.

3.3.4 Mapa de procesos

Una vez que se delimita los procesos según un orden cronológico, la Figura 13, muestra el mapa de procesos de la empresa.

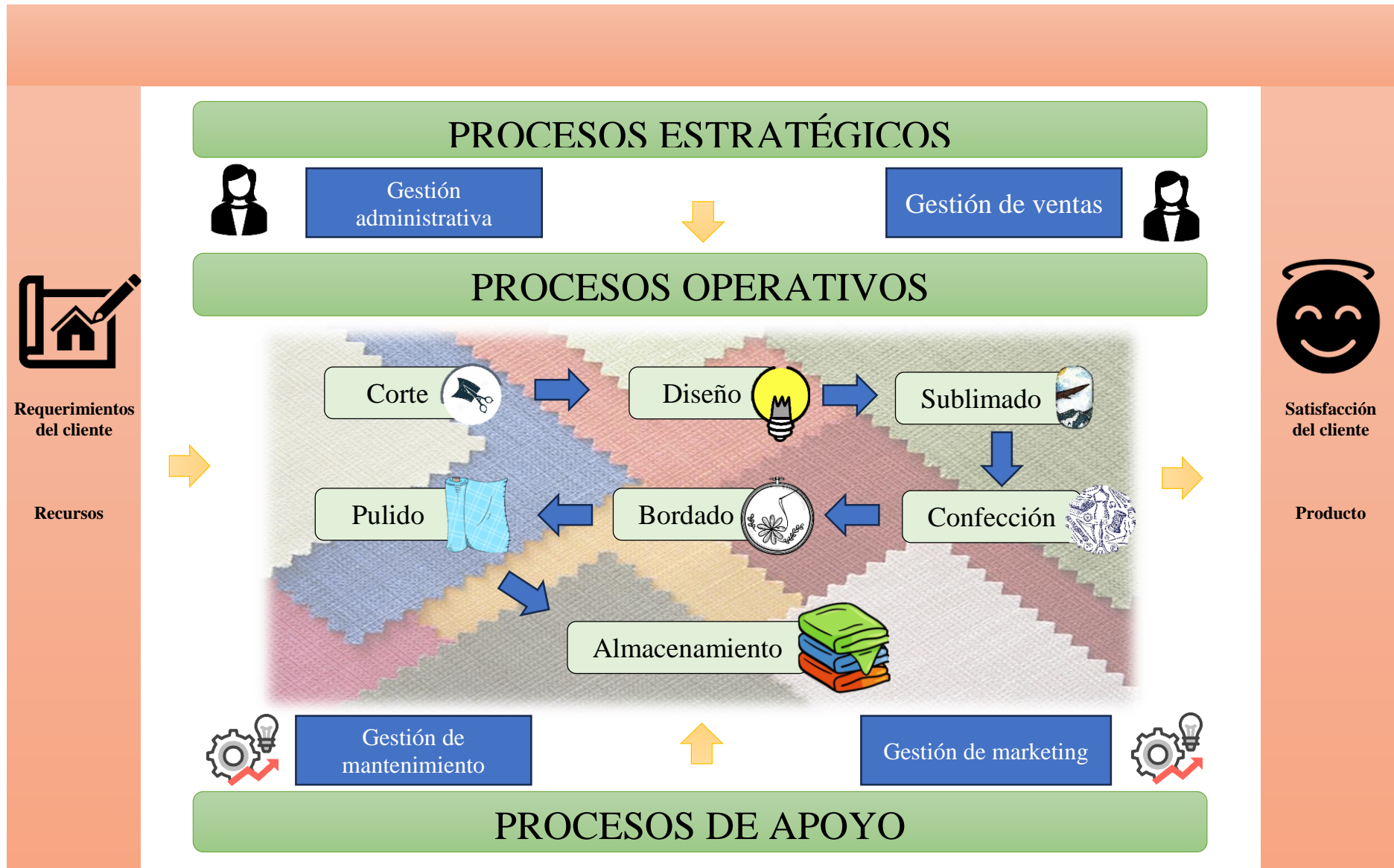


Figura 12. Mapa de procesos

3.3.5 Procesos de la línea de producción

La empresa cuenta con un total de 7 procesos operativos que permiten el desarrollo de los productos ofertados por la empresa, los mismos que se realizan en serie y según la orden de producción. A continuación, se detallan los aspectos más relevantes de cada uno de los procesos.

a. Corte

El proceso inicia con el ingreso de la orden de producción, el operario revisa la hoja y determina si existe la materia prima requerida para elaborar el lote de productos que requiere el cliente. La tela se traza según los moldes estandarizados según las medidas que ingresan en la orden de producción, la Figura 14, muestra los moldes de los trazos que se requiere de la materia prima.



Figura 13. Colocación de molde de trazos

b. Diseño

Mientras el operario de corte realiza el proceso, el operario de diseño se encarga de realizar la forma y el fondo de la prenda de vestir, esta se imprime según el diseño del cliente y se manda a producción para obtener el modelo final del producto. La Figura 15, muestra el desarrollo del proceso.

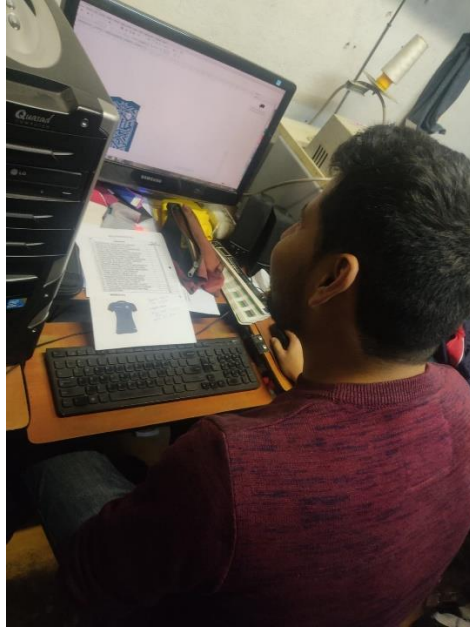


Figura 14. Operario realizando el diseño de la prenda de vestir

c. Sublimado

Una vez que se cortó la materia prima, el sublimado es el proceso en el que el operario coloca una sustancia sobre la prenda, este método se realiza a través de la tinta pasando de estado sólido a gaseoso hasta que se impregna sobre la superficie de la tela para que obtenga la tonalidad final. La Figura 16, muestra el desarrollo del proceso.

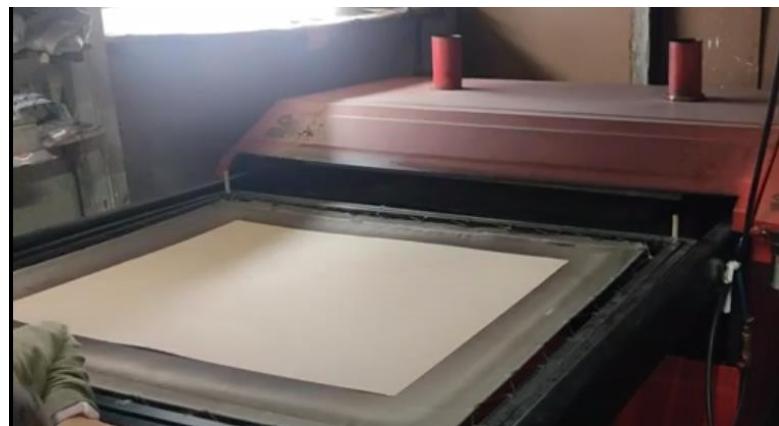


Figura 15. Máquina realizando el proceso de sublimado

d. Confección

En este proceso, el operario apila la materia prima según el tipo de corte realizado para unir las partes de la prenda de tal forma que se obtenga el producto. En este punto se

selecciona el tipo de confección bajo la necesidad del cliente para terminar con la parte esencial de dar forma al producto. La Figura 17, muestra el desarrollo del proceso.



Figura 16. Operario realizando el proceso de confección

e. Pulido

En el proceso de pulido, el personal de confección se encarga de revisar la prenda de vestir para mejorar las condiciones de su acabado, aquí se elimina los defectos que se realizaron durante la línea de producción con el fin de obtener un producto de calidad. La Figura 18, muestra el desarrollo del proceso.



Figura 17. Operario en el proceso de pulido

f. Almacenaje

Una vez que el producto termina la línea de producción, este se empaqueta en fundas que evitan su deterioro a corto plazo, luego se determina el lugar de almacenaje mientras se determina el día de despacho. La Figura 19, muestra las estanterías de almacenaje.



Figura 18. Almacenaje de producto terminado

3.4 Parámetros del estudio de movimientos

A continuación, se describen todos los parámetros complementarios obtenidos de la situación actual descrito en el apartado 3.3.1 de la investigación (Distribución de los procesos operativos de la empresa).

3.4.1 Espacios de cada área de trabajo

Para definir los espacios de trabajo mediante layout de la empresa fue necesario identificar las medidas de cada área presente en la empresa textil Creaciones Deportivas Andrés. La Tabla 18, muestra el detalle del estudio.

Tabla 18. Medidas de cada área de la empresa

Áreas de la empresa		
Elaborado por:	Christian Basantes	
Revisado por:	Ing. Christian Ortiz, Mg.	
Fecha:	05/11/2023	
Medidas por área		
Área	Medidas (m)	
	Largo	Ancho
Diseño	1,65	2,66
Corte	2,45	4,03
Sublimado	2,95	2,66
Confección	3,35	4,03
Pulido	2,95	2,66
Almacenamiento	1,00	3,14

3.4.2 Layout de la empresa

Con las áreas identificadas de la planta, se elaboró el layout de la empresa, la Figura 20, muestra el primer piso y la Figura 21, muestra el segundo piso.

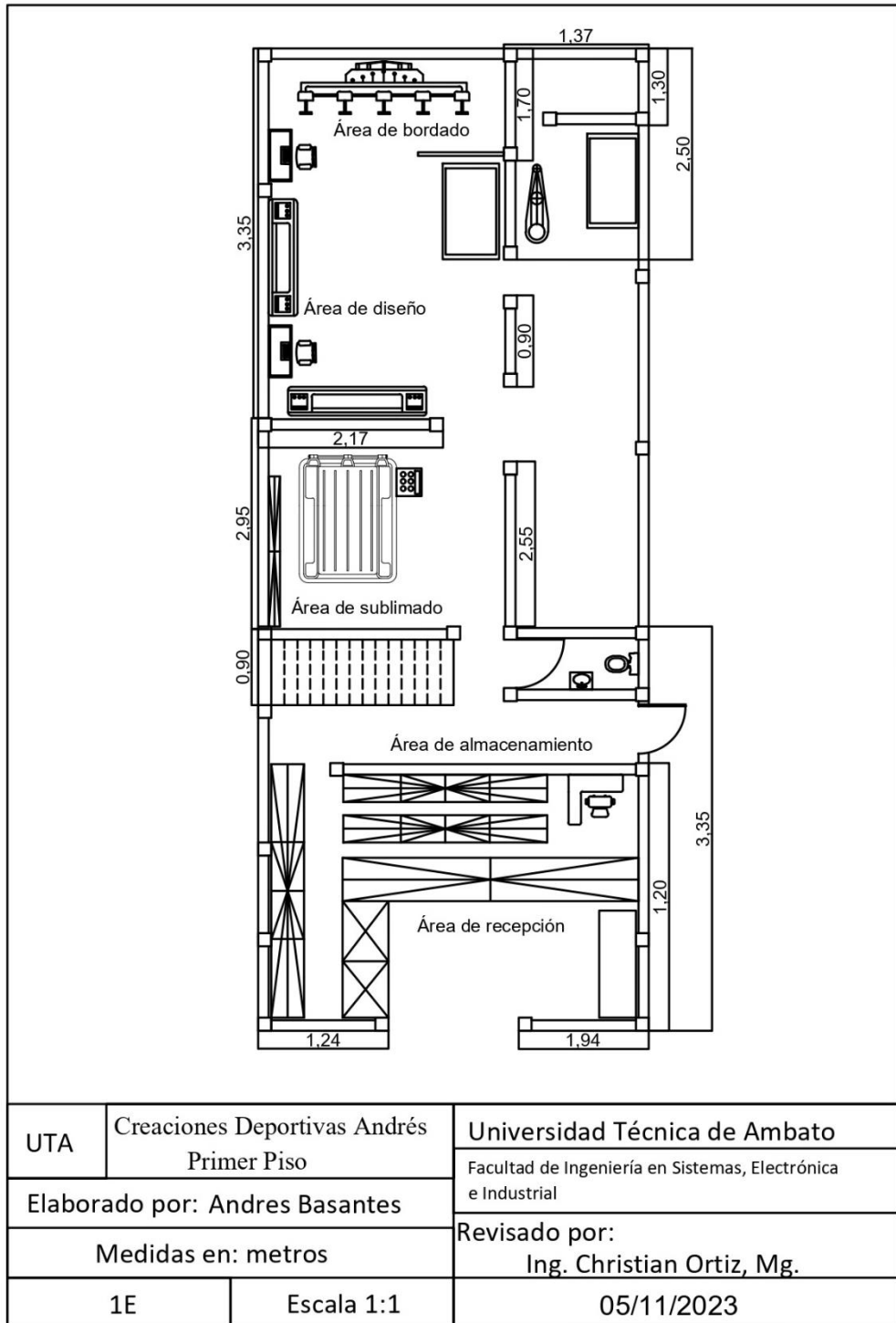


Figura 19. Layout de la empresa (primer piso)

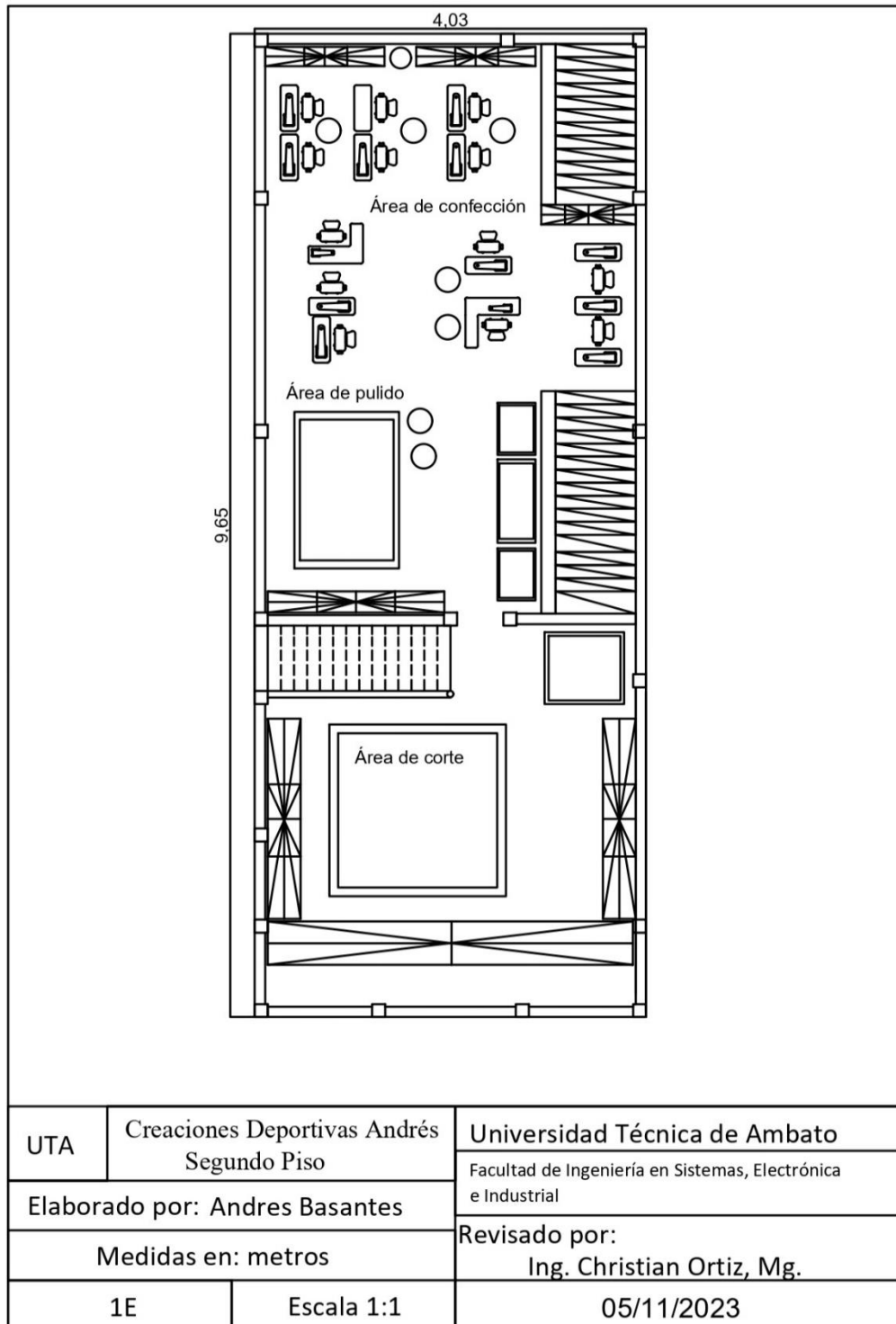


Figura 20. Layout de la empresa (segundo piso)

3.4.3 Diagrama de operaciones

Para determinar el flujo de la materia prima a través de los procesos fue necesario el empleo del diagrama de operaciones. La Figura 22, muestra el estudio realizado.

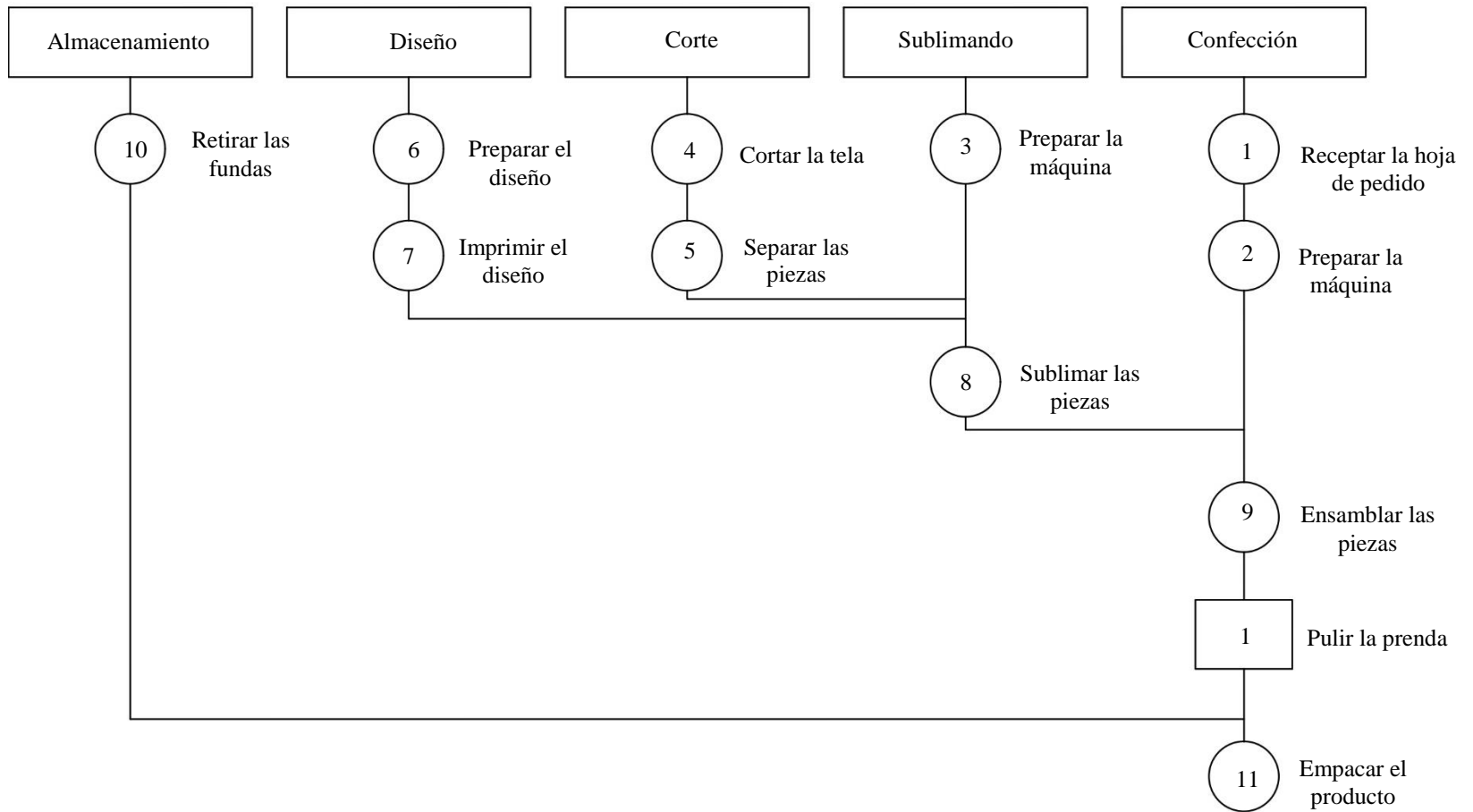


Figura 21. Diagrama de operaciones

3.4.4 Diagrama de recorrido

En el diagrama de recorrido se presentan los procesos realizados por la empresa. La Figura 23 y la Figura 24, muestran el estudio de los recorridos empleados.

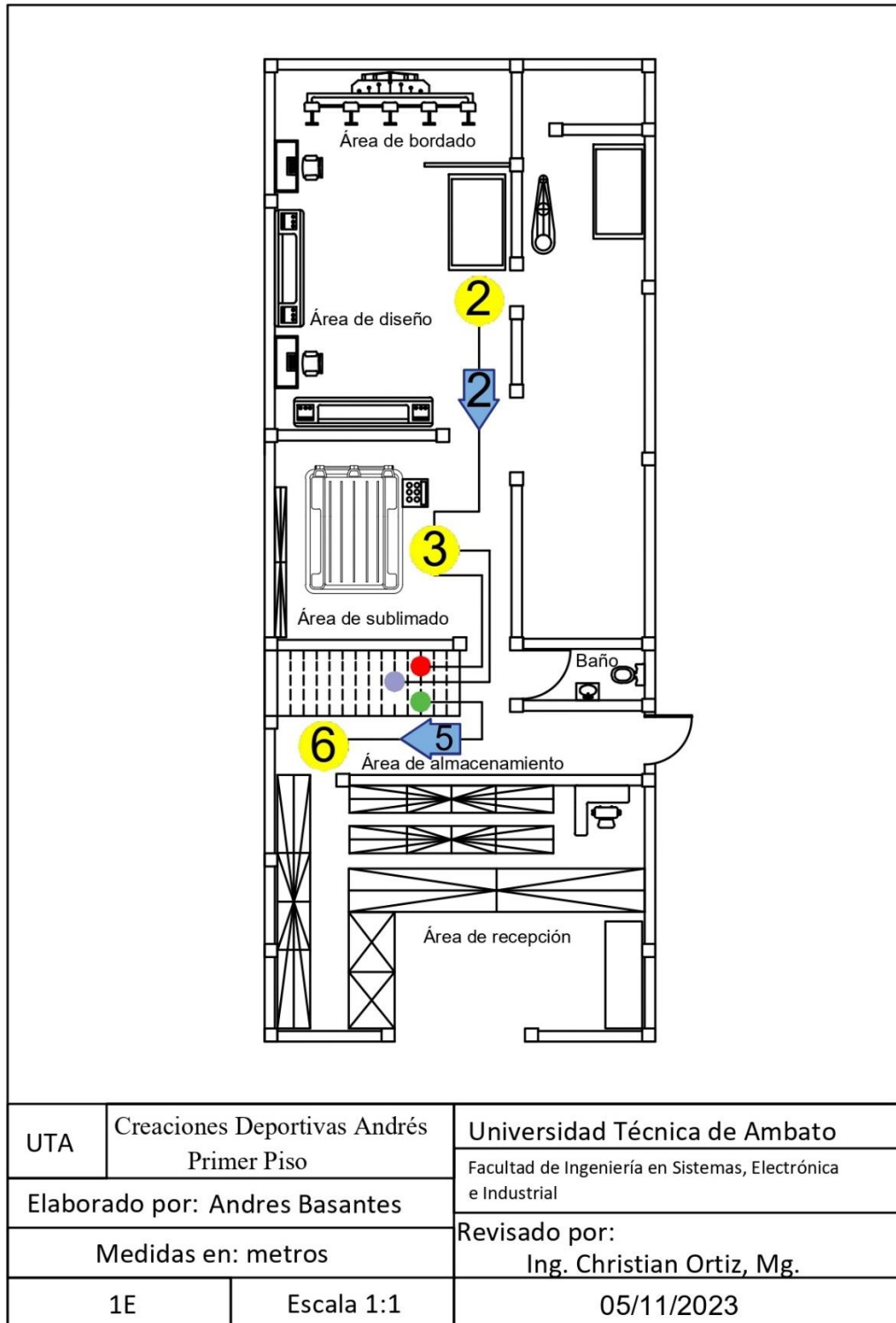


Figura 22. Diagrama de recorrido (primer piso)

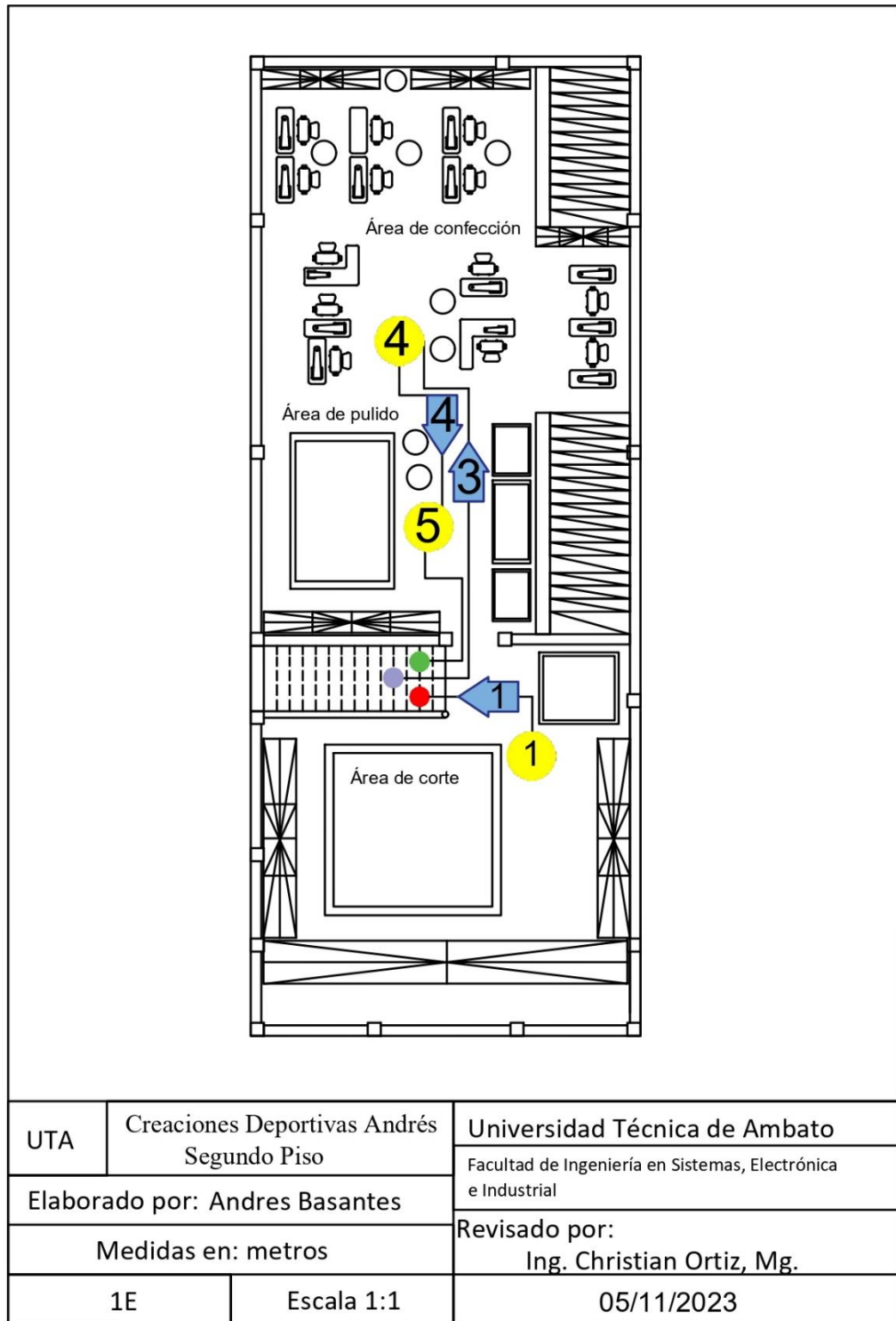


Figura 23. Diagrama de recorrido (segundo piso)

Análisis



















La empresa trabaja con dos pisos en los que se desarrollan los procesos de elaboración de los productos ofertados de forma que existen desplazamientos constantes en los que los recursos tienen que dirigirse según el orden de producción; en la situación actual la

empresa se dirige constantemente del primero al segundo piso de forma que la carga es excesiva y produce demoras por el peso de la materia prima de forma que el operario repite la operación de traslados excesivos.

3.4.5 Distancia total empleada de la situación actual

Para determinar la distancia total recorrida del proceso productivo fue necesario identificar los desplazamientos realizados para elaborar el producto, la Tabla 19, muestra el detalle del estudio.

Tabla 19. Distancia total recorrida

		Distancia recorrida					
Elaborado por:	Christian Basantes						
Fecha de elaboración:	01/11/2023						
Distancia empleada para realizar la prenda							
Actividad	N. de actividad	Tipo de actividad					Distancia total recorrida (m)
							
Corte	1						-----
Transporte a sublimado	1						6,50
Diseño	2						-----
Transporte a sublimado	2						1,40
Sublimado	3						-----
Transporte a confección	3						9,75
Confección	4						-----
Transporte a pulido	4						2,24
Pulido	5						-----
Transporte a almacenamiento	5						5,50
Almacenamiento	6						-----
TOTAL							25,39 m.

Análisis

La empresa Confecciones Andrés cuenta con 6 operaciones y 5 desplazamientos requeridos para elaborar la camiseta. Según la distribución de planta, se observa que la materia prima presenta movimientos constantes entre el primero y segundo piso de

forma que aumenta exponencialmente las distancias. La distancia total observada de los desplazamientos es de 25,39 m. hasta que el producto final llega al área de almacenamiento previa entrega a su cliente final.



3.5 Estudio de tiempos

Para complementar el estudio de distribución de planta se obtuvo el tiempo estándar del área de producción, a continuación, se presenta los parámetros descritos.

3.5.1 Factor de desempeño

El factor de desempeño se planteó con base al método de observación directa sobre cada operario presente en los procesos de la planta de producción, la Tabla 20, muestra el estudio realizado a partir del método obtenido del Sistema Westinghouse descrito en la Tabla 2.

Tabla 20. Estudio del factor de desempeño

		Distancia recorrida				
Elaborado por:		Christian Basantes				
Fecha de elaboración:		29/09/2023				
Factor de desempeño						
Proceso	Criterio					
	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	Total	
Corte	E1 -0,05	C2 +0,02	D 0,00	C +0,01	0,98	
Diseño	C2 +0,03	C2 +0,02	D 0,00	D 0,00	1,05	
Sublimado	C1 +0,06	E1 -0,04	E -0,03	C +0,01	1,00	
Confección	C1 +0,06	D 0,00	E -0,03	D 0,00	1,03	
Bordado	C1 +0,06	D 0,00	E -0,03	D 0,00	1,03	
Pulido	E1 -0,05	C2 +0,02	D 0,00	B +0,03	1,00	
Almacenamiento	E1 -0,05	C2 +0,02	D 0,00	C +0,01	0,98	
Nota: El factor de suplementos inicial es 1, esto refiere a una eficiencia del 100% del trabajador.						

Análisis



En general, los operarios presentan un trabajo constante durante la jornada laboral, sin embargo, entre algunos aspectos relevantes están que: el proceso de corte tiene una

mayor carga de materia prima y de producto terminado requiriendo descansos o pausas entre sus horarios por lo que el esfuerzo empleado es excedente en 0,02 según su valoración; los procesos de diseño y sublimado no son espacios abiertos y no cuentan con el orden y aseo que permita un flujo más estable de producción obteniendo un valor de 0 en las condiciones internas de cada área; los procesos de confección y pulido requieren de precisión y fatiga visual debido al nivel de exigencia por lo que tienen una variación en el total de 1,03 en suplementos y; el proceso de almacenamiento no cuenta con una distribución lógica que reduzca el esfuerzo físico del operario de trabajo, además, el operario no cumple con la estandarización mínima de distribución de su espacio de trabajo reflejando el total de 0,98 en los resultados de los suplementos.

3.5.2 Suplementos

Los suplementos de trabajo se plantearon con base al método de observación directa sobre cada operario presente en los procesos de la planta de producción, la Tabla 21, muestra el estudio realizado.

Tabla 21. Estudio de los suplementos de trabajo

		Suplementos de trabajo					
Elaborado por:		Christian Basantes					
Fecha de elaboración:		29/09/2023					
Suplementos básicos	Proceso						
	Corte	Diseño	Sublimado	Confección	Pulido	Almacenamiento	
Necesidad personal	5	5	5	7	7	5	
Fatiga	4	4	4	4	4	4	
Género	M	M	M	F	F	M	
Suplementos variables	Proceso						
	Corte	Diseño	Sublimado	Confección	Pulido	Almacenamiento	
De pie	2	0	2	0	0	2	
Postura	2	0	2	3	3	2	
Fuerza	5	0	1	2	2	3	
Iluminación	0	2	2	0	0	0	
Tensión visual	0	2	0	2	2	0	
Ruido	0	0	0	2	0	0	

Suplementos variables	Proceso					
	Corte	Diseño	Sublimado	Confección	Pulido	Almacenamiento
Condiciones atmosféricas	0	0	0	0	0	0
Tensión mental	0	1	0	1	1	0
Monotonía	1	1	1	1	1	1
Concentración	2	0	0	0	0	2
TOTAL	21	15	17	22	20	19

Análisis

Los suplementos permiten determinar los tiempos requeridos por los operarios para tomar descansos o suplir sus necesidades básicas, entre los resultados relevantes se obtuvo que: el área de confección obtuvo un valor de 22 porque requiere de una mayor tensión y precisión referente a la elaboración de la prenda con los acabados de calidad; el proceso de corte obtuvo un valor de 21 ya que requiere de un mayor esfuerzo físico derivado del traslado de toda la materia prima hacia su puesto de trabajo; el proceso pulido tiene el valor de 20 por el nivel de acabados que debe tener la prenda referente a los fallos que se produjeron en los anteriores procesos; el proceso de almacenaje distribuye los productos terminados en las estanterías pero con menor esfuerzo físico en relación al área de corte; el proceso de sublimado obtuvo un valor de 17 ya que requiere evaluar si las condiciones de la prenda son las adecuadas y; el proceso de diseño cuenta con un área estándar que puede ser mejorable.

3.5.3 Toma de tiempos por proceso

Por medio de la metodología de la General Electric se establecieron cinco muestras preliminares y en base al promedio de estas se determinó el número de datos requeridos para elaborar el estudio de tiempos con base a un lote de producción de diez prendas que se obtienen de un pliego de tela que inicia la producción y es el mínimo por el cual el operario de corte inicia los traslados hacia el siguiente proceso. A continuación, se realiza el estudio para cada uno de los procesos del área de producción de la empresa textil Creaciones Deportivas Andrés.

a) *Proceso de corte*

A continuación, la Tabla 22, muestra la toma de muestras del proceso de corte.

Tabla 22. Toma de muestras del proceso de corte

Ficha de toma de muestras del proceso de corte					
Producto:	Camiseta tipo Alemania	Ficha:		01	de 06
Proceso:	Corte	Fecha de elaboración:		22	11 2023
Realizado por:	Christian Basantes	Operario:		Operario de corte	
Actividad	Toma de muestras del proceso de codificado (s)				
	t1	t2	t3	t4	t5
Desplazar al área de ventas	6,72	6,12	5,29	7,41	5,42
Retirar la hoja de pedido	5,82	4,36	5,86	4,18	5,41
Desplazar al área de corte	6,61	6,97	7,43	7,53	6,37
Limpiar la mesa de trabajo	42,36	48,53	51,28	46,91	44,29
Identificar la materia prima	4,58	5,19	5,09	5,71	4,71
Buscar la materia prima	4,82	5,83	6,52	5,81	4,96
Retirar la materia prima	145,63	184,75	174,63	146,85	175,46
Colocar la materia prima sobre la mesa de corte	2,45	3,51	2,54	3,41	3,91
Extender correctamente la tela	84,53	75,53	68,41	75,61	73,58
Buscar el patrón de corte	24,53	26,41	24,81	28,93	27,85
Colocar el patrón de corte sobre la tela	4,82	4,51	3,91	4,12	3,47
Buscar la tijera de corte	6,41	4,81	5,81	4,53	4,29
Recoger la tijera de corte	2,47	2,41	2,56	2,71	2,61
Cortar según los patrones	64,82	68,42	72,81	71,51	62,74
Retirar la tela cortada	5,61	4,83	5,46	5,12	4,99
Apilar la tela cortada en el piso	5,14	5,81	4,95	6,02	5,14
Desplazar la tela cortada al área de confección	65,52	64,81	68,42	54,81	68,41
Colocar la materia prima sobre la mesa de trabajo	9,52	8,41	7,63	9,75	8,46
Entregar la hoja de pedido	2,52	2,60	2,73	2,54	2,94

A continuación, la Tabla 23, muestra el tiempo estándar establecido para el proceso de corte.

Tabla 23. Tiempo estándar del proceso de corte

Ficha de tiempo estándar del proceso de corte					
Empresa:	Creaciones Deportivas Andrés	Fecha:	22	11	2023
Elaborado por:	Christian Basantes	Ficha:	01	de	06
Revisado por:	Ing. Christian Ortiz, Mg.				
Tiempo promedio observado por actividad					
#	Actividad	Duración (s)			
1	Desplazar al área de ventas	6,19			
2	Retirar la hoja de pedido	5,13			
3	Desplazar al área de corte	6,98			
4	Limpiar la mesa de trabajo	46,67			
5	Identificar la materia prima	5,06			
6	Buscar la materia prima	5,59			
7	Retirar la materia prima	165,46			
8	Colocar la materia prima sobre la mesa de corte	3,16			
9	Extender correctamente la tela	75,53			
10	Buscar el patrón de corte	26,51			
11	Colocar el patrón de corte sobre la tela	4,17			
12	Buscar la tijera de corte	5,17			
13	Recoger la tijera de corte	2,55			
14	Cortar según los patrones	68,06			
15	Retirar la tela cortada	5,20			
16	Apilar la tela cortada en el piso	5,41			
17	Desplazar la tela cortada al área de confección	64,39			
18	Colocar la materia prima sobre la mesa de trabajo	8,75			
19	Entregar la hoja de pedido	2,66			
Tiempo estándar del proceso					
Parámetro			Detalle		
Tiempo total observado:			512,66 s.		
Factor de desempeño:			0,98		
Tiempo normal:			502,40 s.		
Suplementos:			21%		
Tiempo estándar del proceso:			607,91 s.		
Tiempo estándar del proceso a min.:			10,13 min.		

b) Proceso de diseño

A continuación, la Tabla 24, muestra la toma de muestras del proceso de diseño.

Tabla 24. Toma de muestras del proceso de diseño

Ficha de toma de muestras del proceso de diseño					
Producto:	Camiseta tipo Alemania	Ficha:	02	de	06
Proceso:	Diseño	Fecha de elaboración:	22	11	2023
Realizado por:	Christian Basantes	Operario:	Operario de diseño		
Actividad	Toma de muestras del proceso de diseño (s)				
	t1	t2	t3	t4	t5
Encender los equipos	5,32	4,52	3,28	4,52	5,71
Desplazar al área de ventas	12,82	14,53	12,82	13,81	14,62
Retirar la hoja de pedido	5,53	5,78	5,96	5,39	5,05
Desplazar al área de diseño	14,86	14,75	15,93	15,71	16,85
Preparar el ordenador	3,42	4,58	5,44	4,62	5,12
Iniciar el proceso de diseño	120,00	134,51	98,42	111,42	124,51
Enviar al área de ventas	7,28	4,63	2,82	3,84	4,52
Receptar aprobación del área de ventas	4,52	3,51	4,25	5,31	2,41
Enviar a impresión del diseño	12,82	14,84	13,52	18,72	14,53
Colocar la materia prima sobre la maquina	49,52	51,43	54,82	61,75	53,52
Imprimir el modelo	987,20	1426,30	1285,30	1184,30	1023,00
Cortar los diseños	547,30	574,30	489,50	475,30	584,20
Desplazar la materia prima al área de sublimado	28,43	26,71	24,51	26,91	21,43
Colocar la materia prima sobre la mesa de trabajo	12,84	14,82	12,49	13,53	15,41

A continuación, la Tabla 25, muestra el tiempo estándar establecido para el proceso de diseño.

Tabla 25. Tiempo estándar del proceso de diseño

Ficha de tiempo estándar del proceso de diseño					
Empresa:	Creaciones Deportivas Andrés	Fecha:	22	11	2023
Elaborado por:	Christian Basantes	Ficha:	02	de	06
Revisado por:	Ing. Christian Ortiz, Mg.				
Tiempo promedio observado por actividad					
#	Actividad	Duración (s)			
1	Encender los equipos	4,67			
2	Desplazar al área de ventas	13,72			
3	Retirar la hoja de pedido	5,54			
4	Desplazar al área de diseño	15,62			
5	Preparar el ordenador	4,64			
6	Iniciar el proceso de diseño	117,77			
7	Enviar al área de ventas	4,62			
8	Receptar aprobación del área de ventas	4,00			
9	Enviar a impresión del diseño	14,89			
10	Colocar la materia prima sobre la maquina	54,21			
11	Imprimir el modelo	1181,22			
12	Cortar los diseños	534,12			
13	Desplazar la materia prima al área de sublimado	25,60			
14	Colocar la materia prima sobre la mesa de trabajo	13,82			
Tiempo estándar del proceso					
Parámetro			Detalle		
Tiempo total observado:			1994,43 s.		
Factor de desempeño:			1,05		
Tiempo normal:			2094,15 s.		
Suplementos:			15%		
Tiempo estándar del proceso:			2408,27 s.		
Tiempo estándar del proceso a min.:			40,14 min.		

c) *Proceso de sublimado*

A continuación, la Tabla 26, muestra la toma de muestras del proceso de sublimado.

Tabla 26. Toma de muestras del proceso de sublimado

Ficha de toma de muestras del proceso de sublimado					
Producto:	Camiseta tipo Alemania	Ficha:	03	de	06
Proceso:	Sublimado	Fecha de elaboración:	22	11	2023
Realizado por:	Christian Basantes	Operario:	Operario de sublimado		
Actividad	Toma de muestras del proceso de sublimado (s)				
	t1	t2	t3	t4	t5
Encender la sublimadora	4,42	7,82	8,43	5,71	4,95
Preparar la sublimadora	17,83	19,72	21,43	24,81	19,53
Colocar la tela sobre la sublimadora	47,10	59,10	39,40	45,20	51,40
Colocar el papel impreso sobre la tela	54,30	71,80	69,10	57,10	34,20
Bajar la parte superior de la sublimadora	21,80	38,10	29,40	38,10	42,70
Realizar el proceso de sublimado	627,20	587,30	584,10	529,10	574,30
Retirar la parte superior de la sublimadora	34,20	29,40	34,20	41,20	37,60
Retirar la hoja de la tela	27,40	26,40	28,10	31,20	28,10
Retirar la tela de la sublimadora	118,30	174,30	165,30	142,50	113,60
Colocar la tela en el saco	53,00	42,60	35,10	48,20	39,10
Desplazar las prendas al área de confección	34,63	39,41	42,94	47,51	35,61

A continuación, la Tabla 27, muestra el tiempo estándar establecido para el proceso de sublimado.

Tabla 27. Tiempo estándar del proceso de sublimado

Ficha de tiempo estándar del proceso de sublimado					
Empresa:	Creaciones Deportivas Andrés	Fecha:	22	11	2023
Elaborado por:	Christian Basantes	Ficha:	03	de	06
Revisado por:	Ing. Christian Ortiz, Mg.				
Tiempo promedio observado por actividad					
#	Actividad	Duración (s)			
1	Encender la sublimadora	6,27			
2	Preparar la sublimadora	20,66			
3	Colocar la tela sobre la sublimadora	48,44			
4	Colocar el papel impreso sobre la tela	57,30			
5	Bajar la parte superior de la sublimadora	34,02			
6	Realizar el proceso de sublimado	580,40			
7	Retirar la parte superior de la sublimadora	35,32			
8	Retirar la hoja de la tela	28,24			
9	Retirar la tela de la sublimadora	142,80			
10	Colocar la tela en el saco	43,60			
11	Desplazar las prendas al área de confección	40,02			
Tiempo estándar del proceso					
Parámetro			Detalle		
Tiempo total observado:			1037,07 s.		
Factor de desempeño:			1,00		
Tiempo normal:			1037,07 s.		
Suplementos:			17%		
Tiempo estándar del proceso:			1252,26 s.		
Tiempo estándar del proceso a min.:			20,87 min.		

d) Proceso de confección

A continuación, la Tabla 28, muestra la toma de muestras del proceso de confección.

Tabla 28. Toma de muestras del proceso de confección

Ficha de toma de muestras del proceso de confección					
Producto:	Camiseta tipo Alemania	Ficha:	04	de	06
Proceso:	Confección	Fecha de elaboración:	22	11	2023
Realizado por:	Christian Basantes	Operario:	Operario de confección		
Actividad	Toma de muestras del proceso de confección (s)				
	t1	t2	t3	t4	t5
Encender los equipos de confección	14,82	12,84	13,53	14,51	13,21
Revisar la orden de pedido	14,85	13,52	16,52	18,52	16,52
Preparar la máquina de confección	27,53	29,53	34,85	29,52	37,51
Cambiar los hilos de la maquina	64,81	58,52	51,82	48,93	65,23
Colocar la tela en la máquina	148,20	119,50	165,30	132,40	124,10
Realizar la confección	2338,10	2436,10	2148,30	2396,20	2215,30
Retirar la prenda de la maquina	67,50	54,30	85,20	75,10	86,30
Colocar la prenda sobre la mesa	34,20	45,20	48,30	57,60	48,50
Desplazar las prendas al área de pulido	29,82	24,71	32,48	29,71	37,46
Colocar las prendas sobre la mesa	4,81	3,71	5,81	4,85	5,71

A continuación, la Tabla 29, muestra el tiempo estándar establecido para el proceso de confección.

Tabla 29. Tiempo estándar del proceso de confección

Ficha de tiempo estándar del proceso de confección					
Empresa:	Creaciones Deportivas Andrés	Fecha:	22	11	2023
Elaborado por:	Christian Basantes	Ficha:	04	de	06
Revisado por:	Ing. Christian Ortiz, Mg.				
Tiempo promedio observado por confección					
#	Actividad	Duración (s)			
1	Encender los equipos de confección	13,78			
2	Revisar la orden de pedido	15,99			
3	Preparar la máquina de confección	31,79			
4	Cambiar los hilos de la maquina	57,86			
5	Colocar la tela en la máquina	137,90			
6	Realizar la confección	2306,80			
7	Retirar la prenda de la maquina	73,68			
8	Colocar la prenda sobre la mesa	46,76			
9	Desplazar las prendas al área de pulido	30,84			
10	Colocar las prendas sobre la mesa	4,98			
Tiempo estándar del proceso					
Parámetro			Detalle		
Tiempo total observado:			2720,37 s.		
Factor de desempeño:			1,03		
Tiempo normal:			2801,98 s.		
Suplementos:			22%		
Tiempo estándar del proceso:			3418,42 s.		
Tiempo estándar del proceso a min.:			56,97 min.		

e) *Proceso de pulido*

A continuación, la Tabla 30, muestra la toma de muestras del proceso de pulido.

Tabla 30. Toma de muestras del proceso de pulido

Ficha de toma de muestras del proceso de pulido					
Producto:	Camiseta tipo Alemania	Ficha:	05	de	06
Proceso:	Pulido	Fecha de elaboración:	22	11	2023
Realizado por:	Christian Basantes	Operario:	Operario de pulido		
Actividad	Toma de muestras del proceso de pulido (s)				
	t1	t2	t3	t4	t5
Retirar la tijera de corte de tela	4,82	3,41	4,82	5,47	4,93
Revisar si la prenda requiere reproceso o correcciones	248,20	294,10	348,10	375,20	285,20
Realizar el proceso de pulido	514,30	488,30	419,50	448,20	475,30
Colocar la prenda en la mesa de producto terminado	4,53	5,81	4,72	3,74	5,81
Desplazar las prendas al área de almacenaje	45,81	38,71	49,82	52,57	49,73
Colocar las prendas sobre la mesa	6,71	4,51	5,33	4,58	7,52

A continuación, la Tabla 31, muestra el tiempo estándar establecido para el proceso de pulido.

Tabla 31. Tiempo estándar del proceso de pulido

Ficha de tiempo estándar del proceso de corte					
Empresa:	Creaciones Deportivas Andrés	Fecha:	22	11	2023
Elaborado por:	Christian Basantes	Ficha:	05	de	06
Revisado por:	Ing. Christian Ortiz, Mg.				
Tiempo promedio observado por actividad					
#	Actividad	Duración (s)			
1	Retirar la tijera de corte de tela	4,69			
2	Revisar si la prenda requiere reproceso o correcciones	310,16			
3	Realizar el proceso de pulido	469,12			
4	Colocar la prenda en la mesa de producto terminado	4,92			
5	Desplazar las prendas al área de almacenaje	47,33			
6	Colocar las prendas sobre la mesa	5,73			
Tiempo estándar del proceso					
Parámetro			Detalle		
Tiempo total observado:			841,95 s.		
Factor de desempeño:			1,00		
Tiempo normal:			841,95 s.		
Suplementos:			20%		
Tiempo estándar del proceso:			1010,34 s.		
Tiempo estándar del proceso a min.:			16,84 min.		

f) Proceso de almacenamiento

A continuación, la Tabla 32, muestra la toma de muestras del proceso de almacenamiento.

Tabla 32. Toma de muestras del proceso de almacenamiento

Ficha de toma de muestras del proceso de almacenamiento					
Producto:	Camiseta tipo Alemania	Ficha:	06	de	06
Proceso:	Almacenamiento	Fecha de elaboración:	22	11	2023
Realizado por:	Christian Basantes	Operario:	Operario de almacenamiento		
Actividad	Toma de muestras del proceso de almacenamiento (s)				
	t1	t2	t3	t4	t5
Desplazarse al área de almacenaje de fundas	6,52	7,15	5,47	4,86	6,42
Retirar las fundas	4,51	3,81	5,47	6,71	5,94
Desplazarse al área de almacenaje	7,52	6,72	6,42	5,71	6,78
Colocar la prenda en la mesa	25,20	38,40	45,90	42,80	39,40
Realizar el dobléz de la prenda	185,30	214,30	242,80	207,60	218,40
Colocar la prenda en la funda	85,30	94,10	67,10	75,20	84,30
Sellar la funda	48,20	75,30	48,10	54,30	45,90
Colocar la funda en un saco	48,30	44,70	45,20	44,20	44,50
Colocar el saco en un lugar visible	47,43	51,84	43,51	41,82	49,53
Firmar la hoja de producto terminado	24,82	26,96	24,81	28,84	24,43

A continuación, la Tabla 33, muestra el tiempo estándar establecido para el proceso de almacenamiento.

Tabla 33. Tiempo estándar del proceso de almacenamiento

Ficha de tiempo estándar del proceso de almacenamiento					
Empresa:	Creaciones Deportivas Andrés	Fecha:	22	11	2023
Elaborado por:	Christian Basantes	Ficha:	06	de	06
Revisado por:	Ing. Christian Ortiz, Mg.				
Tiempo promedio observado por actividad					
#	Actividad	Duración (s)			
1	Desplazarse al área de almacenaje de fundas	6,08			
2	Retirar las fundas	5,29			
3	Desplazarse al área de almacenaje	6,63			
4	Colocar la prenda en la mesa	38,34			
5	Realizar el dobléz de la prenda	213,68			
6	Colocar la prenda en la funda	81,20			
7	Sellar la funda	54,36			
8	Colocar la funda en un saco	45,38			
9	Colocar el saco en un lugar visible	46,83			
10	Firmar la hoja de producto terminado	25,97			
Tiempo estándar del proceso					
Parámetro			Detalle		
Tiempo total observado:			523,76 s.		
Factor de desempeño:			0,98		
Tiempo normal:			513,29 s.		
Suplementos:			19%		
Tiempo estándar del proceso:			610,81 s.		
Tiempo estándar del proceso a min.:			10,18 min.		

Análisis

El tiempo estándar se obtuvo de un lote de 10 prendas que parte de un pliego de tela del cual se realiza los desplazamientos de la planta obteniendo que el proceso de confección es el cuello de botella con un tiempo de 155,13 min/lote producto del nivel de complejidad del proceso, además, en el área de pulido se determinó tiempos muertos por la cantidad de defectos presentes considerando que, 8 de cada 10 productos tienen fallos como hilos sobresalidos, exceso de hilado, inadecuada puntada, arrugas, entre otros.

3.5.4 Resumen del estudio de tiempos preliminar

Una obtenido el tiempo estándar de un lote de 10 prendas del producto de mayor demanda se realizó el resumen de este, a continuación, la Figura 25, muestra el detalle.

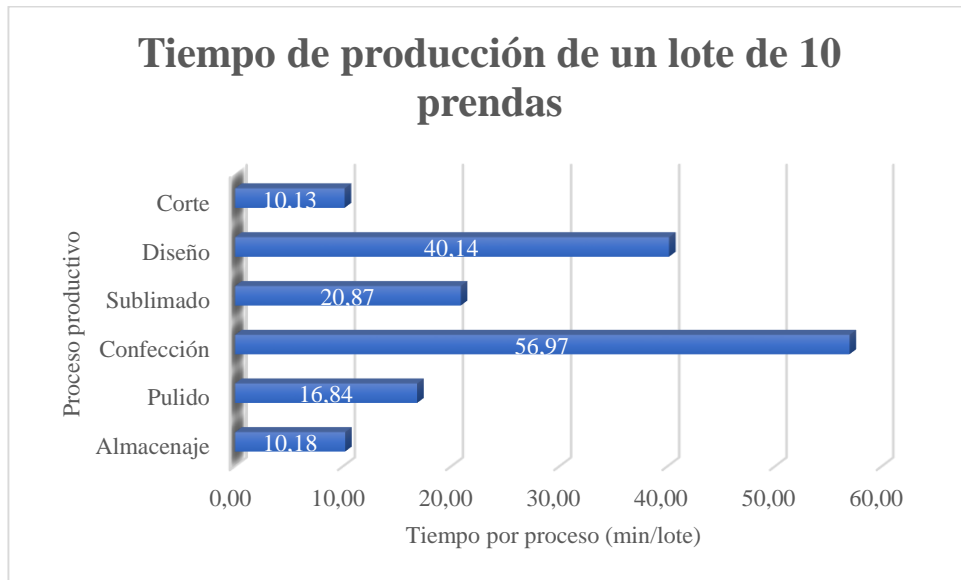


Figura 24. Resumen del tiempo estándar

Análisis

El tiempo estándar para elaborar el producto de mayor demanda es de 155,13 min/lote, donde, se puede observar que el proceso de confección con un estimado de 56,97 min/lote. es el que restringe la capacidad de producción debido a que lo realiza un solo operario y por la complejidad de este. El proceso de corte y el de diseño se elaboran en paralelo, por lo que, no se considera los 10,13 min/lote, empleados para obtener las partes de la prenda de vestir. Este tiempo considerado se ve reducido siendo el más próximo a la realidad de la empresa.

3.5.5 Toma de tiempos según la General Electric

Para determinar la toma de datos fue necesario comparar el tiempo requerido para elaborar una prenda, a continuación, la Tabla 34, muestra los cálculos realizados para valorar el estudio.

Tabla 34. Comparativa de la toma de muestras

Cálculos según la General Electric																							
Elaborado por:	Christian Basantes																						
Revisado por:	Ing. Christian Ortiz, Mg.																						
Fecha:	22/11/2023																						
Tiempo estándar de un lote de pedido																							
$Ts_{lote} = \sum Tiempos\ por\ proceso$																							
$Ts_{lote} = 10,18 + 16,84 + 56,97 + 20,87 + 40,14$																							
$Ts_{lote} = 145\ min/lote$																							
Tiempo estándar para una prenda (segundos)																							
$Ts_{unidad} = \frac{Ts_{lote}}{Prendas\ por\ lote}$																							
$Ts_{unidad} = \frac{145\ \frac{s}{lote}}{10\ \frac{prendas}{lote}}$																							
$Ts_{unidad} = 14,50\ min$																							
General Electric																							
	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th style="background-color: #e1eef6;">Tiempo de ciclo [min]</th> <th style="background-color: #e1eef6;">Número de observaciones recomendadas</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0.10</td><td>200</td></tr> <tr><td>0.25</td><td>100</td></tr> <tr><td>0.50</td><td>60</td></tr> <tr><td>0.75</td><td>40</td></tr> <tr><td>1.00</td><td>30</td></tr> <tr><td>2.00</td><td>20</td></tr> <tr><td>2.00 a 5.00</td><td>15</td></tr> <tr><td>5.00 a 10.00</td><td>10</td></tr> <tr style="border: 2px solid orange;"><td>10.00 a 20.00</td><td>5</td></tr> <tr><td>40 o más</td><td>3</td></tr> </tbody> </table>	Tiempo de ciclo [min]	Número de observaciones recomendadas	0.10	200	0.25	100	0.50	60	0.75	40	1.00	30	2.00	20	2.00 a 5.00	15	5.00 a 10.00	10	10.00 a 20.00	5	40 o más	3
Tiempo de ciclo [min]	Número de observaciones recomendadas																						
0.10	200																						
0.25	100																						
0.50	60																						
0.75	40																						
1.00	30																						
2.00	20																						
2.00 a 5.00	15																						
5.00 a 10.00	10																						
10.00 a 20.00	5																						
40 o más	3																						



Análisis

La General Electric recomienda que para un tiempo entre 10 a 20 minutos se debe realizar una toma de 5 muestras, para el caso de estudio planteado se trabajó con las mismas mediciones realizadas durante el estudio preliminar.

3.6 Capacidad vs demanda

Un método para determinar la metodología de redistribución de planta es el empleo de la comparativa entre la capacidad de producción y la demanda del mercado que tiene la empresa, por lo que fue necesario establecer una comparativa entre las dos variables de estudio.

3.6.1 Capacidad de producción teórica

La capacidad de producción se calculó a partir del tiempo estándar requerido por los operarios para elaborar un producto, a continuación, la Tabla 35, muestra el desarrollo para obtener las prendas elaboradas por día.

Tabla 35. Cálculo de la capacidad de producción teórica

Cálculo de la capacidad de producción		
Elaborado por:	Christian Basantes	
Revisado por:	Ing. Christian Ortiz, Mg.	
Fecha:	22/11/2023	
Capacidad de producción		
Diaria	Semanal	Mensual
$Cp_{día} = \frac{Jornada\ de\ trabajo}{Tiempo\ empleado}$ $Cp_{día} = \frac{28800 \frac{s}{día}}{870,01 \frac{s}{prenda}}$ $Cp_{día} = 33,10$ $\cong 34 \frac{prendas}{día}$	$Cp_{Sem} = Cp_{día} * 5\ días$ $Cp_{Sem} = 33,10 \frac{prendas}{día} * 5\ días$ $Cp_{Sem} = 165,50$ $\cong 166 \frac{prendas}{semana}$	$Cp_{Mes} = Cp_{día} * 22\ días$ $Cp_{Mes} = 33,10 \frac{prendas}{día} * 22\ días$ $Cp_{Mes} = 728,20$ $\cong 729 \frac{prendas}{mes}$

Análisis


Mediante el cálculo de la capacidad de producción obtenido de la elaboración del producto de mayor demanda se obtuvo que bajo condiciones ideales y constantes en la empresa resalta que: en una jornada se obtiene $34 \frac{prendas}{día}$; en una semana con el empleo de los recursos se obtiene $166 \frac{prendas}{semana}$ y; al mes, la producción alcanza un

máximo de $729 \frac{\text{prendas}}{\text{mes}}$. Este valor es aproximado, la capacidad pueda variar según los fenómenos externos o que no ocurren regularmente pero que pueden modificar los tiempos empleados.

3.6.2 Capacidad de producción simulada

Al introducir los datos del estudio de tiempos y movimientos en el software FlexSim (véase anexo C), se obtuvo la capacidad de producción permitiendo trabajar con los datos en un escenario más real al de las condiciones presentes en la empresa Creaciones Deportivas Andrés. A continuación, la Tabla 36, muestra los resultados de la capacidad de producción arrojados por el software FlexSim en los tiempos de diario, semanal y mensual.

Tabla 36. Capacidad de producción simulada

Capacidad de producción simulada	
Elaborado por:	Christian Basantes
Revisado por:	Ing. Christian Ortiz, Mg.
Fecha:	22/11/2023
Simulación de la situación actual	
	
Capacidad de producción diaria	

TIEMPO DE PRODUCCIÓN

Object	Average
_1_CORTE	83.76
_2_DISEÑO	252.34
_3_SUBLIMADO	393.55
_4_CONFECCIÓN1	348.39
_5_PULIDO	113.57
_6_ALMACENAJE	61.30

Throughput

Object	Output
_1_CORTE	50.00
_2_DISEÑO	50.00
_3_SUBLIMADO	44.00
_4_CONFECCIÓN1	36.00
_5_PULIDO	30.00
_6_ALMACENAJE	30.00

Capacidad de producción semanal

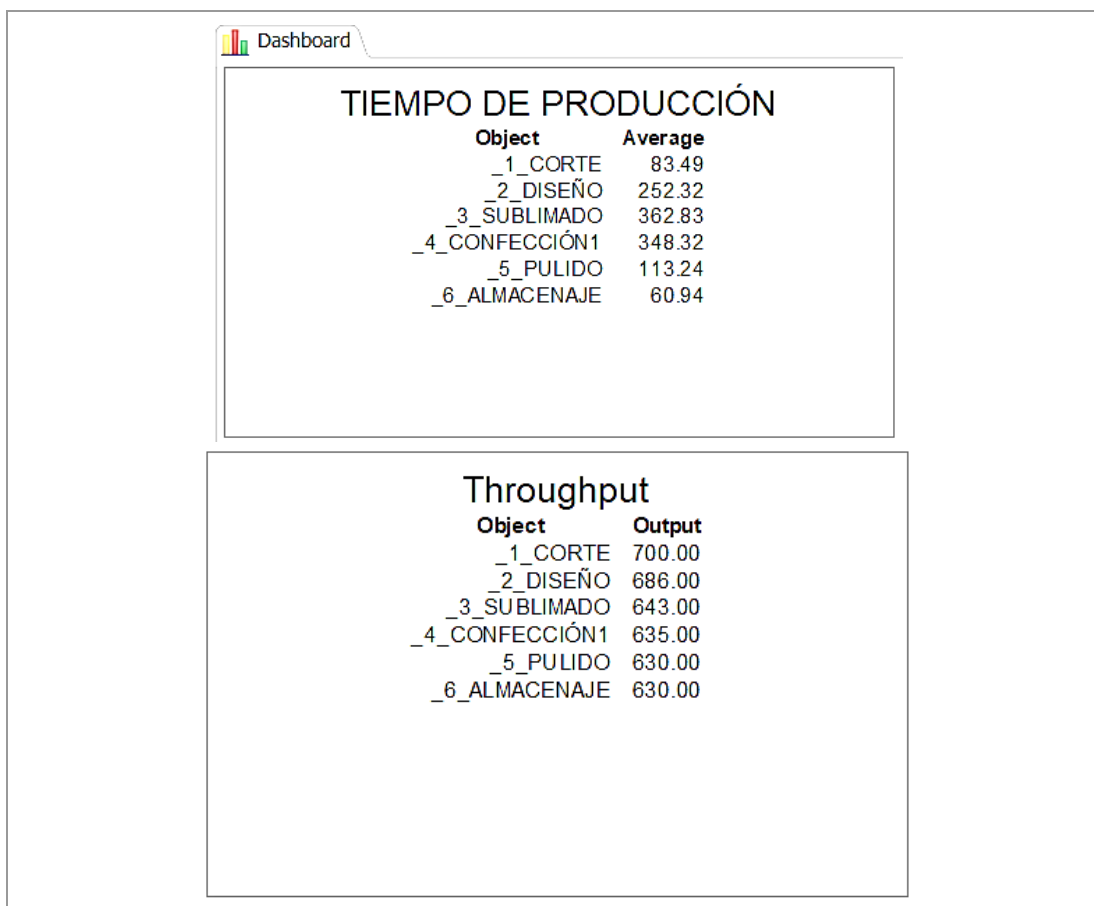
TIEMPO DE PRODUCCIÓN

Object	Average
_1_CORTE	83.54
_2_DISEÑO	252.36
_3_SUBLIMADO	365.97
_4_CONFECCIÓN1	348.35
_5_PULIDO	113.17
_6_ALMACENAJE	60.88

Throughput

Object	Output
_1_CORTE	250.00
_2_DISEÑO	250.00
_3_SUBLIMADO	242.00
_4_CONFECCIÓN1	234.00
_5_PULIDO	230.00
_6_ALMACENAJE	230.00

Capacidad de producción anual



Análisis

De los datos obtenidos, la capacidad: diaria es de 30 prendas, teniendo una variación mínima de 4 con relación a la capacidad calculada; semanal es de 230 prendas, con una variación de 64 con relación a la capacidad calculada y; mensual es de 630, con una variación de 99 prendas de vestir con relación a la capacidad calculada. La variación presente excede un porcentaje considerable ya que se ha programado los procesos de corte y diseño en paralelo, por lo que la simulación incurre en esperas notables en el mes de trabajo, además, para el proceso de confección y pulido se considera el mismo operario produciendo un cuello de botella que es evidenciable en el tiempo de estudio.

3.6.3 Demanda de mercado

Para complementar la comparación, fue necesario evaluar la demanda que tiene la empresa en función de las ventas del producto ofertado. A continuación, la Figura 26, muestra el promedio de ventas de la empresa Creaciones Deportivas Andrés.

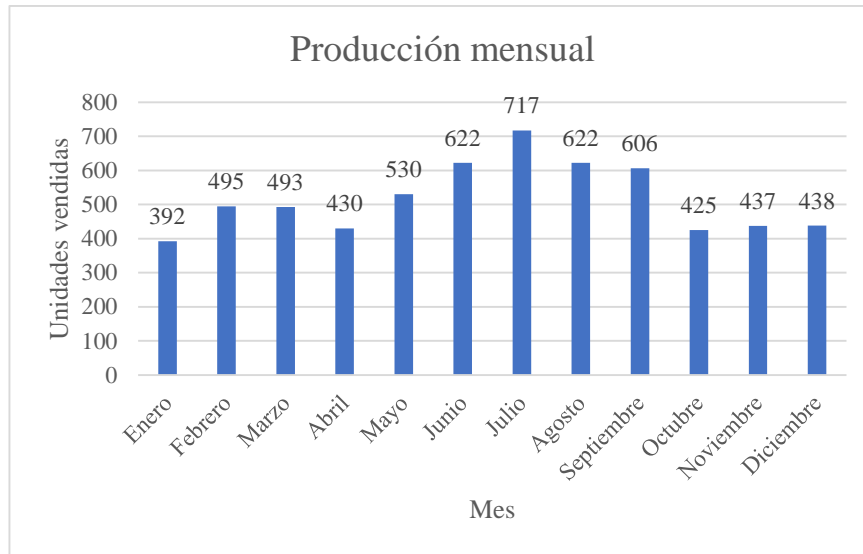


Figura 25. Demanda del mercado en el año 2022

Análisis

La empresa tiene una fluctuación por temporadas, al dedicarse a elaborar prendas para diversas unidades educativas en Ambato, su nicho tiene un pico en los meses junio – septiembre con un máximo de 717 unidades vendidas, sin embargo, cuando está temporada culmina, para los meses de octubre – enero su producción cae hasta un total de 392 unidades. En general, la empresa cuenta con una media de 518 prendas al mes que se deben elaborar para cubrir con la demanda anual del mercado.

3.6.4 Capacidad vs demanda

Una vez que se ha determinado la capacidad de producción y la demanda del mercado fue necesario comparar estos principios para determinar el tipo de distribución de planta que se ajuste a la empresa, la Figura 27, muestra la comparación entre los dos parámetros.

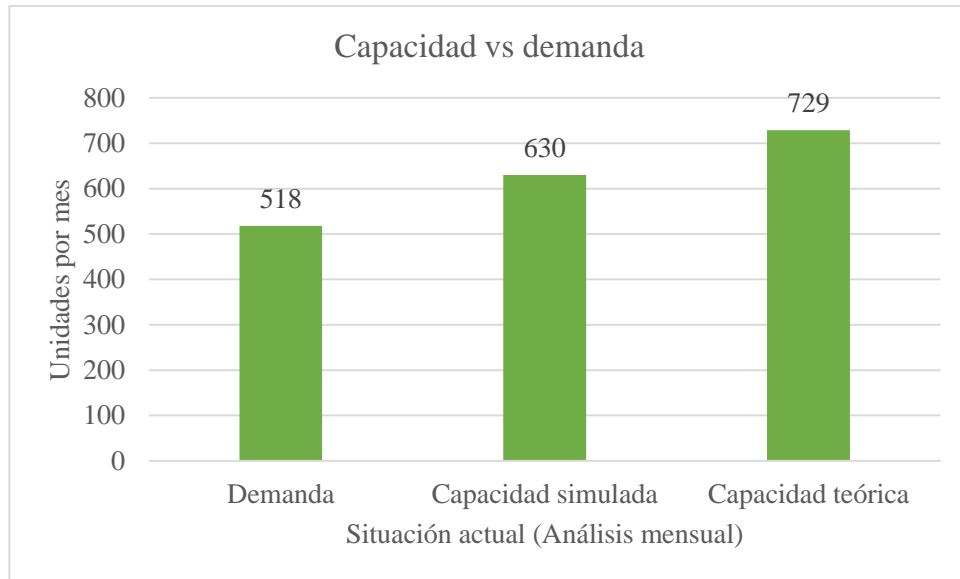


Figura 26. Capacidad vs demanda (mensual)

Análisis

La capacidad máxima estimada según los datos obtenidos de la simulación realizada en el software FlexSim es de 630 prendas/mes, y el máximo teórico bajo condiciones ideales tiene un valor de 729 prendas/mes, mientras que, la demanda máxima estimada del promedio de ventas generadas durante el año 2022 se estima en 518 prendas/mes; desde esta perspectiva se obtuvo que la capacidad actual supera la demanda del mercado por un estimado de 110 prendas/mes de diferencia en los meses de flujo normal con relación a la simulación y 211 prendas/mes con la capacidad calculada.

3.7 Selección del tipo de redistribución de planta

Para realizar la redistribución de planta fue necesario determinar el tipo por el cual la empresa puede modificar las áreas de trabajo de forma que se mantenga todas aquellas restricciones definidas por el gerente de la empresa.

3.7.1 Restricciones del proceso productivo

El proceso productivo tiene ciertas restricciones definidas por el gerente de la empresa textil Creaciones Deportivas Andrés, a continuación, la Tabla 37, muestra todas las limitaciones del desplazamiento del proceso productivo.

Tabla 37. Restricciones del proceso

Restricciones del desplazamiento de las áreas de planta	
Elaborado por:	Christian Basantes
Revisado por:	Ing. Christian Ortiz, Mg.
Fecha:	23/11/2023
Restricciones	
<ul style="list-style-type: none"> • El proceso de confección no se puede desplazar porque no se cuenta con las instalaciones en otra área de la empresa textil. • Se requiere de un espacio para colocar la máquina de bordado con las instalaciones necesarias para energizar el mismo. • Se debe considerar el flujo de materiales a través de los dos pisos de la planta de producción. • Se debe eliminar el área de sublimado manual para realizar una ampliación en el área de diseño. 	

3.7.2 Factores de distribución de planta

Para determinar el tipo de distribución de planta se determinó el peso que tiene cada uno de los factores en función de las necesidades para mejorar las instalaciones en base a un método moderno de ingeniería. A continuación, se describe cada factor:

Factor material. – Determina una disposición de planta específica en función del sistema de producción y almacenamiento de una planta.

Factor maquinaria. – Determina el cálculo de la disposición física de los recursos materiales de la planta.

Factor hombre. – Determinar el espacio físico requerido para el personal a fin de determinar el cumplimiento de las condiciones seguras de trabajo.

Factor movimiento. – Este factor analiza los transportes de los recursos de la planta a fin de reducir costos y tiempos de producción.

Factor edificio. – Este factor analiza un espacio total de la planta adecuado en función de mantener las condiciones seguras en el ambiente laboral.

Factor espera. – Este factor considera el almacenaje temporal de materia prima procesada a fin de reducir paralizaciones que agiliten la producción y disminuyan los costos en general.

Factor servicio. – Para complementar a una planta, no solo es necesario considerar los recursos, sino que también se debe proveer de un factor externo que planifique otras actividades en función del bien común.

Factor medioambiente. – La planta debe conocer el nivel de desechos producidos a fin de aplicar alternativas que cumplan con las leyes de las entidades gubernamentales.

Factor cambio. – Se debe considerar que los cambios del mercado y la capacidad de adaptación de una planta de forma que pueda cubrir la demanda temporal y permanente según se plantea en el entorno económico.

3.7.3 Ponderación de factores de la distribución de planta

Por medio de los factores determinados en el apartado 3.7.2 se analizó el nivel de impacto de cada uno sobre la planta de producción de la empresa. A continuación, la Tabla 38, muestra el método de ponderación realizado para los factores adecuados de la selección de una distribución.

Tabla 38. Ponderación de los factores de redistribución de planta

	Factor								Valor	
	Material	Medioambiente	Servicio	Hombre	Espera	Maquinaria	Edificio	Movimiento	Total	Peso
Material		0	1	0	0	1	1	0	3	0,11
Medioambiente	1		1	0	1	1	0	0	4	0,14
Servicio	0	0		0	1	0	0	1	2	0,07
Hombre	1	1	1		0	1	1	1	6	0,21
Espera	1	0	0	1		0	1	0	3	0,11
Maquinaria	0	0	1	0	1		1	0	3	0,11
Edificio	0	1	1	0	0	0		0	2	0,07
Movimiento	1	1	0	0	1	1	1		5	0,18
TOTAL									28	1

Análisis

De la elaboración de ponderación de los factores para una adecuada redistribución de planta se obtuvo que: el factor hombre se puntuó con un valor de 21 debido a que se trabaja de forma manual y la carga además del desplazamiento de materia prima llegar a causar molestias en un operario; el factor movimiento se puntuó con un valor de 18 ya que va de la mano del hombre por las distancias que se emplean para desplazar los diversos recursos de la empresa; el factor medioambiente se considera con un valor de 14 por el principio de concientización que tiene la empresa con el entorno por lo que realiza el reciclaje periódico de los recursos sobrantes no utilizados; los factores de material, maquinaria y espera se puntúan con el mismo valor de 11 debido a que van de la mano ya que son la parte esencial de la empresa que se consideran para elaborar el producto y; los factores de edificio y servicio se estiman con un valor de 7 debido a que no se consideran en gran medida en el departamento de producción sino que tienen dependencia de otras áreas.

3.7.4 Tipo de distribución de planta

El tipo de distribución de planta por proceso parte del análisis de distribución de áreas diferentes requeridas para realizar cada actividad general y; por producto, la planta es capaz de realizar todos sus procesos en un área común de forma que se mejore el flujo de materiales. Una vez que se consideró cada factor, la Tabla 39, muestra el estudio de la comparación que se realizó entre los tipos de redistribución de planta.

Tabla 39. Selección del tipo de redistribución de planta

Factor de estudio	Estudio de ponderación de distribuciones				
	Ponderación	Por producto	Total	Por proceso	Total
Material	11	3	33	3	33
Medioambiente	14	2	28	2	28
Movimiento	7	1	7	1	7
Hombre	21	2	42	2	42
Espera	11	1	11	2	22
Maquinaria	11	3	33	3	33
Edificio	7	2	14	2	14
Servicio	18	2	36	3	54
TOTAL	100		204		233
Nivel de impacto:	1=bajo; 2=medio; 3=alto				

Análisis

Por medio del factor de ponderación de los métodos de redistribución de planta se obtuvo que: la distribución de planta por producto tiene un valor de 204 en el rango de ajuste de para la empresa mientras que; la distribución por proceso tiene un valor de 233 siendo el óptimo dentro de la empresa según el grado de relevancia de todos los factores tomados en cuenta para elaborar el producto de mayor demanda.

3.8 Parámetros de la distribución de planta

Para iniciar con el proceso de la mejora según la metodología de redistribución de planta seleccionada fue necesario determinar ciertos parámetros que define el total de área requerido para cada proceso de forma que se pueda obtener una mejora óptima y adecuada a la empresa textil Creaciones Deportivas Andrés.

3.8.1 Restricciones de la readecuación de las áreas

La empresa textil requiere una readecuación de las áreas de la planta, sin embargo, tiene ciertas limitaciones que impiden una modificación total, entre las principales restricciones se tiene:

- Se puede eliminar el área frontal al proceso de diseño que era empleada para el proceso de sublimado manual y que no se está utilizando actualmente.
- Tomar en cuenta las instalaciones eléctricas de las máquinas en el proceso de confección.
- El área de sublimado no se puede modificar debido a la dificultad de ensamble de la máquina sublimadora.

Todos estos aspectos determinados fueron evaluados en función del desplazamiento de las diversas áreas de la planta, tomando en cuenta la dificultad de modificación de los espacios más importantes.

3.8.2 Delimitación del espacio para los recursos

Para obtener el espacio requerido de los recursos se empleó el método Guerchet; esta metodología permite determinar el espacio para el flujo de materiales de forma que no existan obstáculos en la línea de producción. La Tabla 40, muestra el estudio de los recursos de la planta por medio del método Guerchet y la Tabla 43, muestra el resumen planteado.

Tabla 40. Espacios por recurso de la planta

Área requerida para las máquinas									
Máquinas	N	n	Medidas (m)						
			lado	ancho	k	Ss	Sg	Se	St
Impresora industrial	2	1	1,62	0,89	0,15	1,44	1,44	0,31	6,39
Bordadora	1	1	0,87	2,54	0,15	2,21	2,21	0,73	5,15
Sublimadora	1	1	1,71	2,52	0,15	4,31	4,31	2,79	11,40
Máquinas de confección alterna	2	1	0,53	1,22	0,15	0,65	0,65	0,06	2,71
Máquinas de confección	12	1	0,53	1,16	0,15	0,61	0,61	0,06	15,44
TOTAL (m²)									26,98
Área requerida para las mesas y estanterías de trabajo									
Mesas y estanterías	N	n	Medidas (m)						
			lado	ancho	k	Ss	Sg	Se	St
Mesas de ordenador	2	1	1,12	1,45	0,15	1,62	1,62	0,40	7,29
Mesa de diseño	1	1	1,75	0,55	0,15	0,96	0,96	0,14	2,06
Estanterías grandes en almacenamiento	2	2	1,2	0,4	0,15	0,48	0,96	0,07	3,02
Estanterías pequeñas de almacenamiento	2	1	0,4	0,65	0,15	0,26	0,26	0,01	1,06
Estanterías de confección	3	1	0,7	1,36	0,15	0,95	0,95	0,14	6,12
Mesa mediana de pulido	1	1	1,2	0,55	0,15	0,66	0,66	0,07	1,39
Mesas y estanterías	N	n	Medidas (m)						
			lado	ancho	k	Ss	Sg	Se	St
Mesa pequeña de pulido	1	1	1,15	0,55	0,15	0,63	0,63	0,06	1,33
Estantería de pulido	1	1	1,15	0,42	0,15	0,48	0,48	0,03	1,00
Mesa grande de pulido	1	2	3,14	1,1	0,15	3,45	6,91	3,58	13,94
Estantería grande de corte	1	1	1,7	0,4	0,15	0,68	0,68	0,07	1,43
Estanterías pequeñas de corte	1	2	1,2	0,4	0,15	0,48	0,96	0,07	1,51
Mesa grande de corte	1	2	2,3	3,55	0,15	8,17	16,33	20,00	44,50
TOTAL (m²)									84,64

Área requerida para otros objetos									
Otros objetos	N	n	Medidas (m)						
			Radio	Pi	k	Ss	Sg	Se	St
Contenedores	6	1	0,3	3,14	0,15	2,96	2,96	1,32	23,42
TOTAL (m^2)									23,42
Nota: N = total de objetos; n = lados empleados para el trabajo; Ss = superficie estática; Sg = superficie gravitacional; Se = superficie de evolución; St = superficie total. El valor de k = 0,15 se toma a partir de la sugerencia para una empresa textil formado entre 0,10 y 0,20.									

Para determinar el equivalente se delimita con la unidad de superficie de $3 m^2$.

Tabla 41. Resumen de la aplicación del método Guerchet

Ítem	Descripción	Área total (m^2)	Unidades de superficie equivalente
1	Área de las máquinas	26,98	9
2	Área de las mesas y estanterías	84,64	28
3	Área para otros objetos	23,42	7,80
Área total para los objetos		135,03	
Área de la planta		177,78	
Área libre		42,74	

Análisis

La empresa cuenta con tres grupos de objetos determinados por medio del método Guerchet donde se observa que el área requerida es de $135,03 m^2$ por lo que se dispone de $42,74 m^2$ para el flujo de los recursos de la planta. Se considera que existen áreas de la planta no utilizados debido a que se retiró los objetos para ampliar el espacio total para realizar la distribución de planta.

3.8.3 Proximidad de las actividades

Para el desarrollo de la tabla relacional fue necesario determinar los motivos generales para realizar la redistribución de planta, la Tabla 42, muestra la lista del estudio que se complementa con los valores de proximidad (véase Tabla 6).

Tabla 42. Lista de motivos generales de proximidad

N	Valor	Justificación
1	Secuencia de operaciones	Es indispensable que las operaciones tengan una secuencia lógica en los dos pisos empleados para desarrollar el producto.
2	Distancia mínima de recorrido	Es necesario reducir la carga – distancia de la materia prima utilizada para realizar el producto.

N	Valor	Justificación
3	Seguridad en las operaciones	Se requiere que la empresa distribuya adecuadamente los recursos para reducir los riesgos mecánicos por la falta de espacio de las áreas.
4	Uso de equipos	Los equipos deben ser readecuados para reducir los desplazamientos producidos por la distancia recorrida.
5	Instalaciones eléctricas para los equipos	No se puede modificar las instalaciones de las máquinas en relación con las conexiones eléctricas.







Análisis

Por medio de la selección de los motivos generados para realizar la proximidad de las áreas de trabajo, se determinó 5 aspectos importantes con puntos relevantes de forma que se limita la movilización de ciertas máquinas hacia otros espacios, además, para el empleo de la distribución se debe considerar una secuencia que reduzca la distancia empleada para movilizar los recursos de la planta.

3.8.4 Tabla relacional de la empresa

Para determinar la proximidad requerida entre las áreas de producción se estableció la relación de las áreas de producción de forma que se reduzca la distancia empleada de los recursos. La Tabla 43, muestra la tabla relacional de los procesos identificados en la empresa textil Creaciones Deportivas Andrés.

Tabla 43. Tabla relacional

1		Corte	A					
2		Diseño	1	A				
3		Sublimado	0	2	O			
4		Confección	5	E	2	U		
5		Pulido	A	4	O	4	U	
6		Almacenaje	5	I	3	U	3	
			E	4	O	3		
			3	I	3			
			E	3				
			2					

Análisis

El área de producción cuenta con 6 áreas indispensables para realizar el producto que se oferta, desde este punto de partida la tabla relacional demuestra que: si bien, toda la secuencia de procesos no es indispensable, es necesario que ciertas áreas estén juntas de forma que la materia prima y el producto terminado se encuentren cerca de todas las salidas para reducir la carga ejercida por el operario; los procesos de sublimado, corte y pulido se deben colocar cerca de las salidas de la misma línea por la cantidad de desechos producidos durante la elaboración de las actividades principales y; el área de diseño debe ser amplio por la cantidad de materia prima obtenida de la impresión de los modelos de las prendas de vestir.

3.8.5 Diagrama relacional

Para el diseño de la nueva distribución de planta se planteó la relación entre las áreas de producción para establecer los parámetros de readecuación de los procesos, la Figura 27, muestra el detalle del estudio.

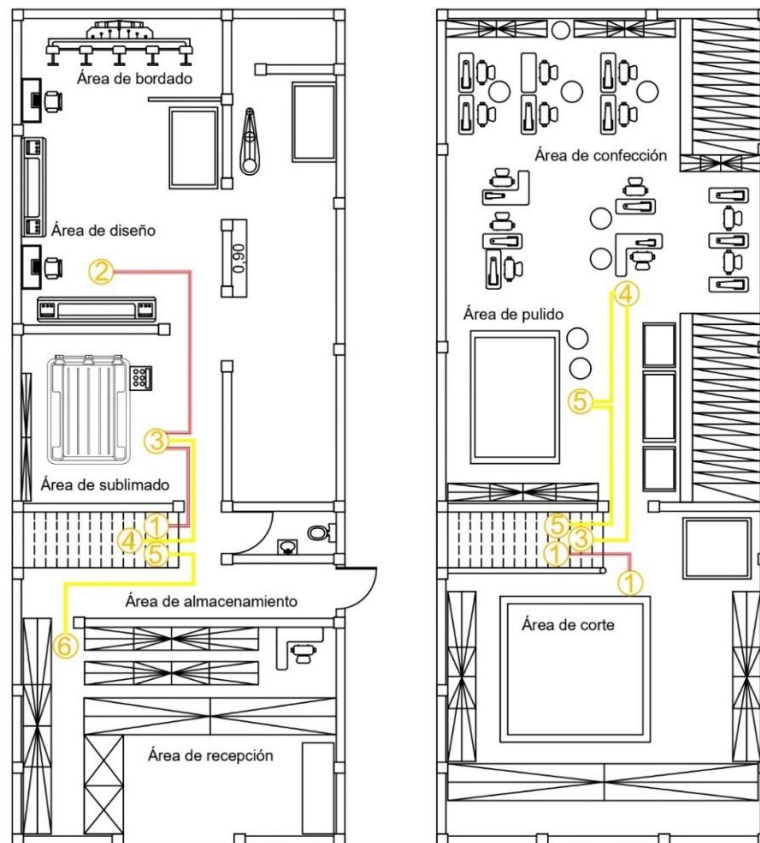


Figura 27. Correlación entre los procesos

Análisis

Según la distribución se puede observar que existe un mayor movimiento entre las áreas de sublimado respecto a diseño y corte por la cantidad excesiva de materia prima empleada previo envío de las prendas por lote donde se reduce la carga empleada para el desplazamiento por lo cual se representa con líneas rojas y; las áreas restantes se consideran importantes debido a la secuencia obtenida para desarrollar el producto se representan con líneas de color amarillo.

3.8.6 Objetos eliminados

Para ampliar el área total de planta se empleó el análisis de los objetos no necesarios en la empresa, por lo que, la Figura 28, muestra los objetos eliminados de las áreas de la planta.

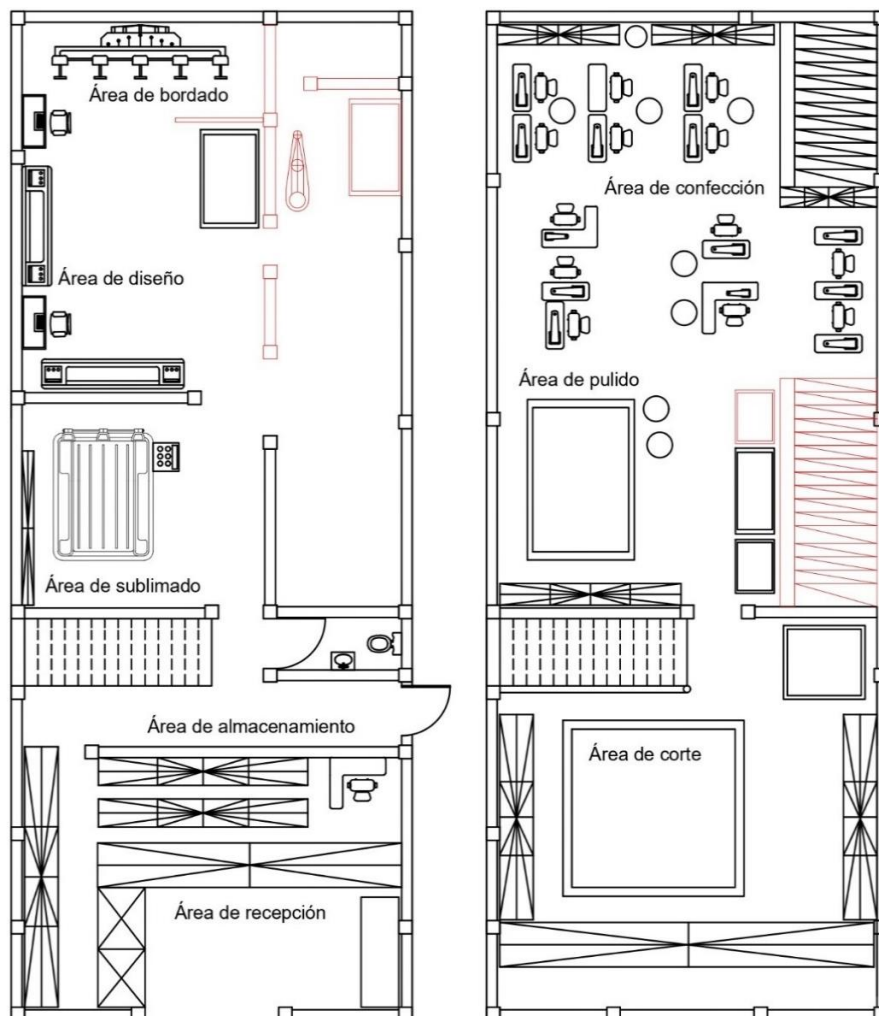


Figura 28. Objetos eliminados de la empresa

Análisis

En el área de diseño el gerente se ha planteado la eliminación de las paredes de forma que se amplié la zona para mejorar colocar los recursos, además, los objetos no tienen ninguna función por lo que son herramientas obsoletas y deben ser retiradas de la empresa; en el área de pulido y de forma similar se va a retirar la pared para ampliar la zona y se va a eliminar una mesa que no tiene reparación y tiene actualmente todos los desechos del proceso de materia prima.

3.8.7 Layout de la planta sin los objetos eliminados

Para observar el espacio total disponible de la planta se eliminaron los objetos del layout desarrollado en el software AutoCAD para el diseño de la nueva distribución de las áreas de trabajo. La Figura 29, muestra el layout sin los objetos eliminados.

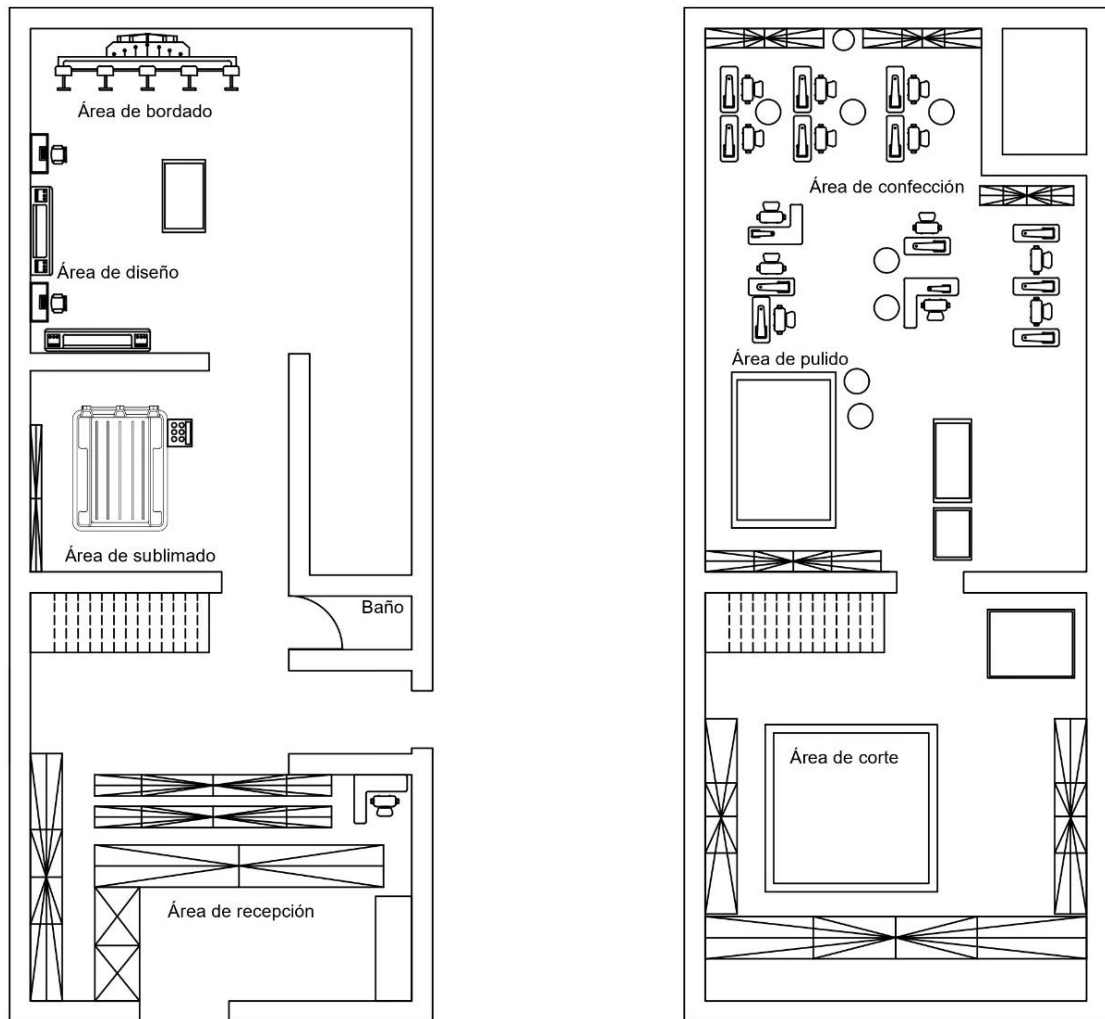


Figura 29. Layout sin los objetos eliminados

Análisis

La empresa contaba con un área de sublimado con componentes antiguos no utilizados en la parte posterior del primer piso que fue retirada en su totalidad, además, las paredes colocadas de madera en la zona permiten su eliminación fácil permitiendo una ampliación. En el segundo piso, por otra parte, se puede ampliar la zona de pulido por medio de la eliminación del cuarto que contiene máquinas y herramientas que ya no se utilizan para producción o que fueron retiradas del área por motivos como los daños irreparables y por la compra de maquinaria nueva.

3.9 Redistribución de planta propuesto

La redistribución de planta se obtuvo a partir del redimensionamiento de los espacios de trabajo para determinar la distancia de recorrido propuesta, a continuación, se muestra los resultados obtenidos de la propuesta.

3.9.1 Layout propuesto de la planta

Para simular la disposición de planta y obtener la distancia de recorrido propuesta fue necesario desarrollar el layout propuesto de la línea de producción. La Figura 30 y 31, muestran la nueva distribución de planta.

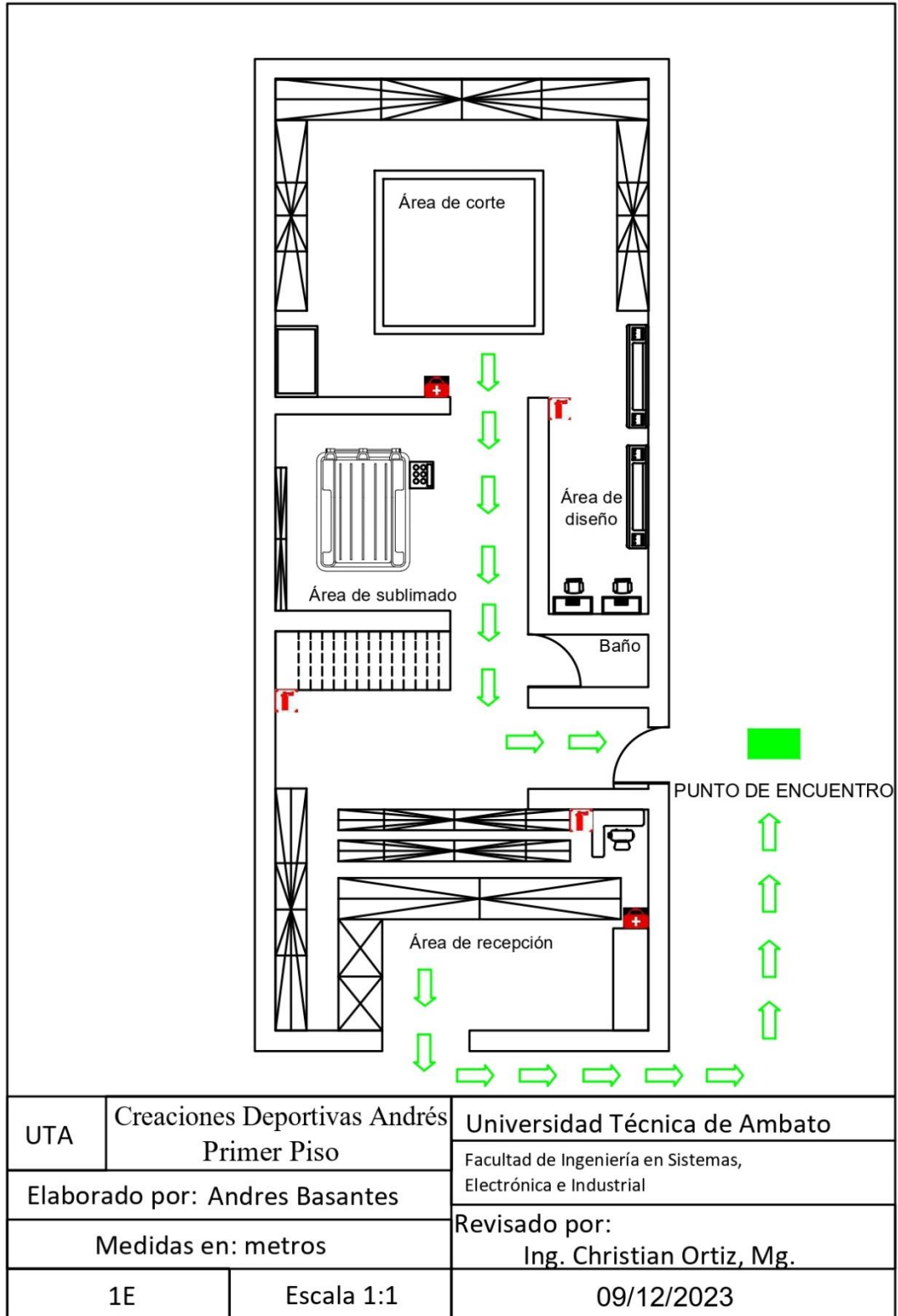


Figura 30. Layout propuesto para la empresa (primer piso)

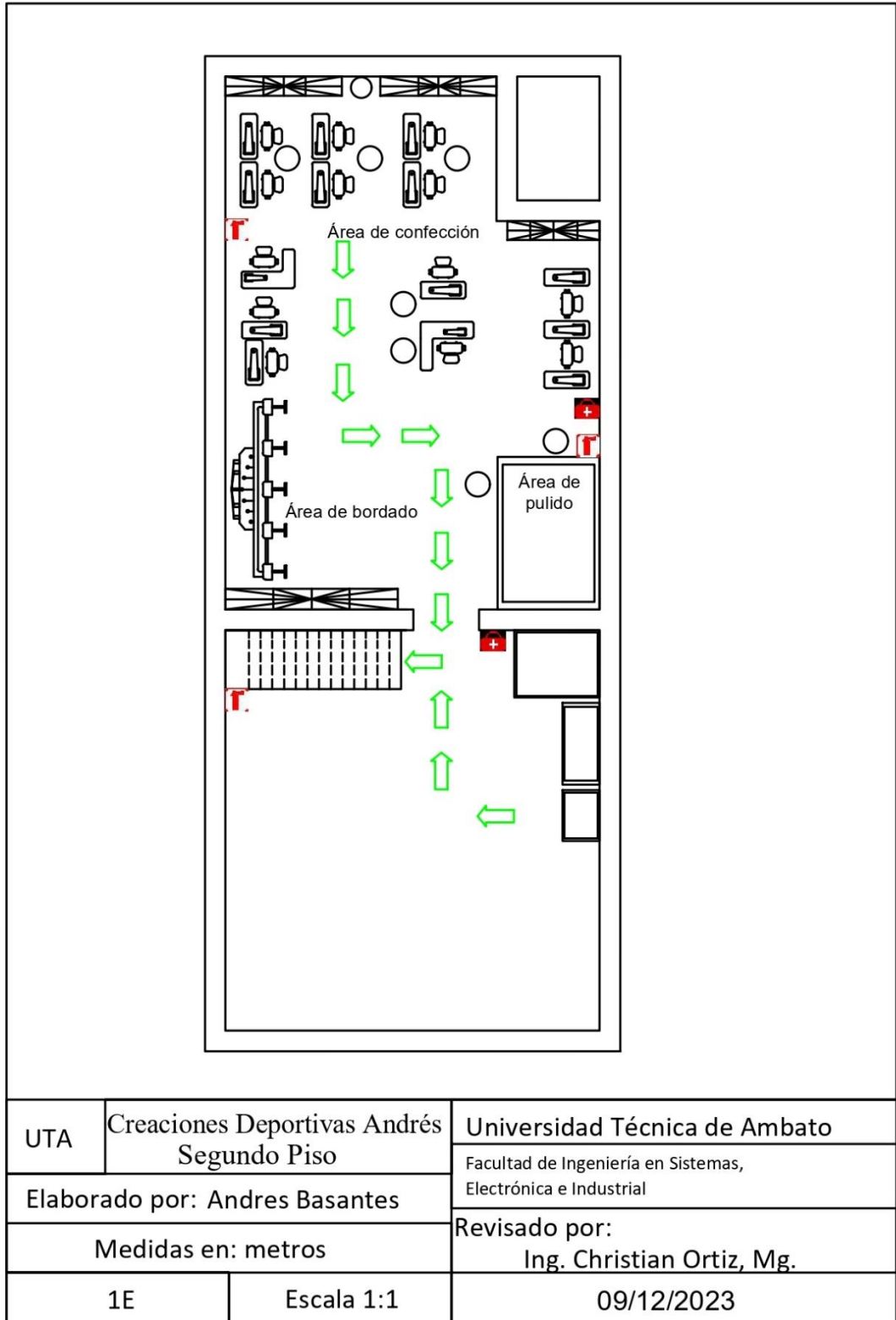


Figura 31. Layout propuesto para la empresa (segundo piso)

Análisis

Al retirar las paredes antiguas de madera de la parte posterior del primer piso se puede colocar los objetos pertenecientes al área de corte de forma que se los tres procesos se juntan mientras que, el área de bordado se colocó en el segundo piso para mantener todas las máquinas de confección en la misma área; las modificaciones realizadas en el segundo piso permiten que en la zona de corte se pueda modificar para abrir una área de almacenamiento de producto terminado mientras las estanterías de la zona de recepción están llenas.

3.9.2 Superficies propuestas para la planta

A fin de obtener una visión sobre los espacios adecuados para desarrollar el producto en las instalaciones, la Figura 32 y la Figura 33, muestran las superficies obtenidas del método Guerchet (Apartado 3.8.2).

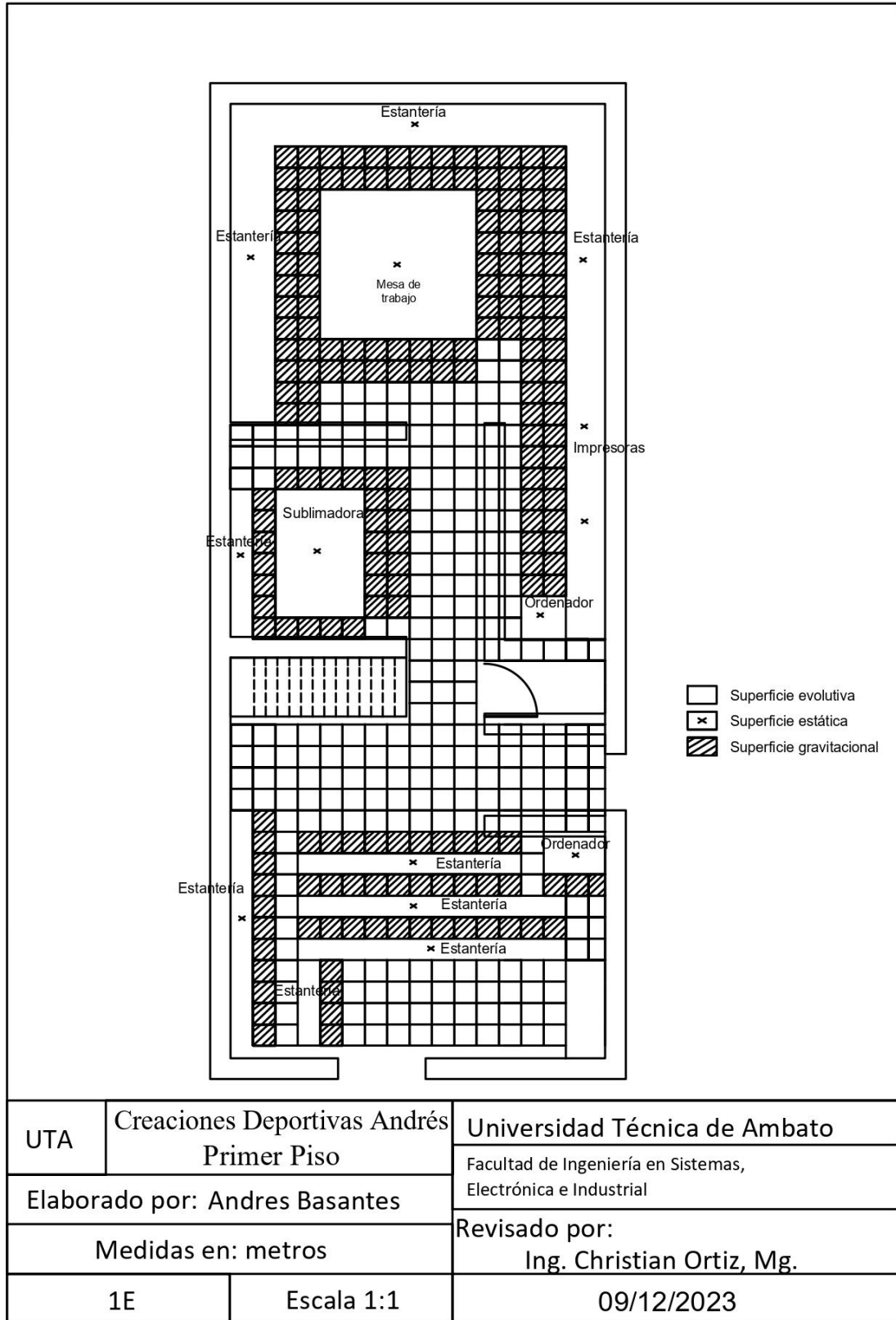


Figura 32. Superficies propuestas para el primer piso

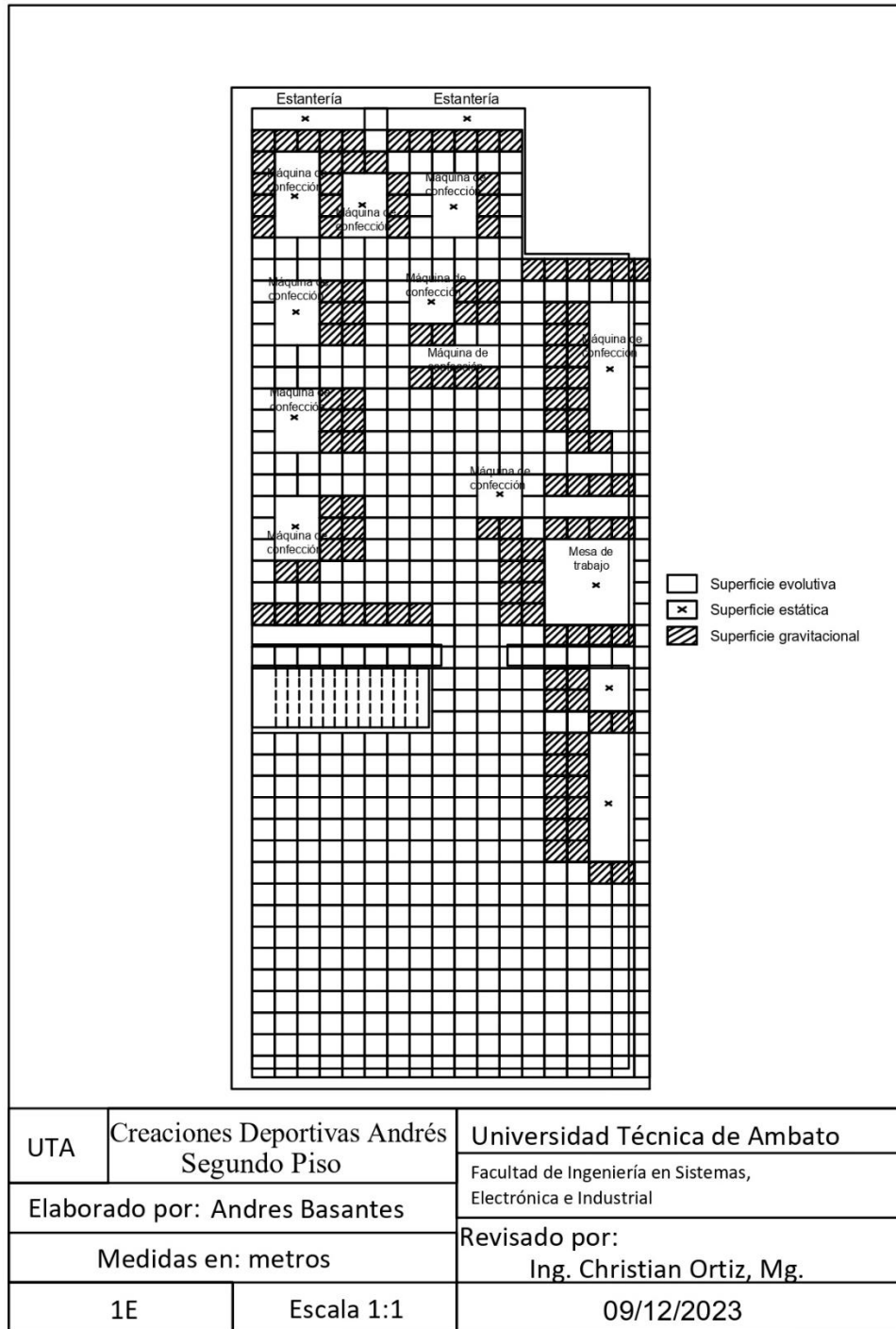


Figura 33. Superficies propuestas para el segundo piso

3.9.3 Diagrama de recorrido propuesto de la planta

Para determinar el recorrido propuesto de la planta se analizó las distancias empleadas para elaborar cada proceso. La Figura 34 y la Figura 35, muestran el estudio de la distancia empleada.

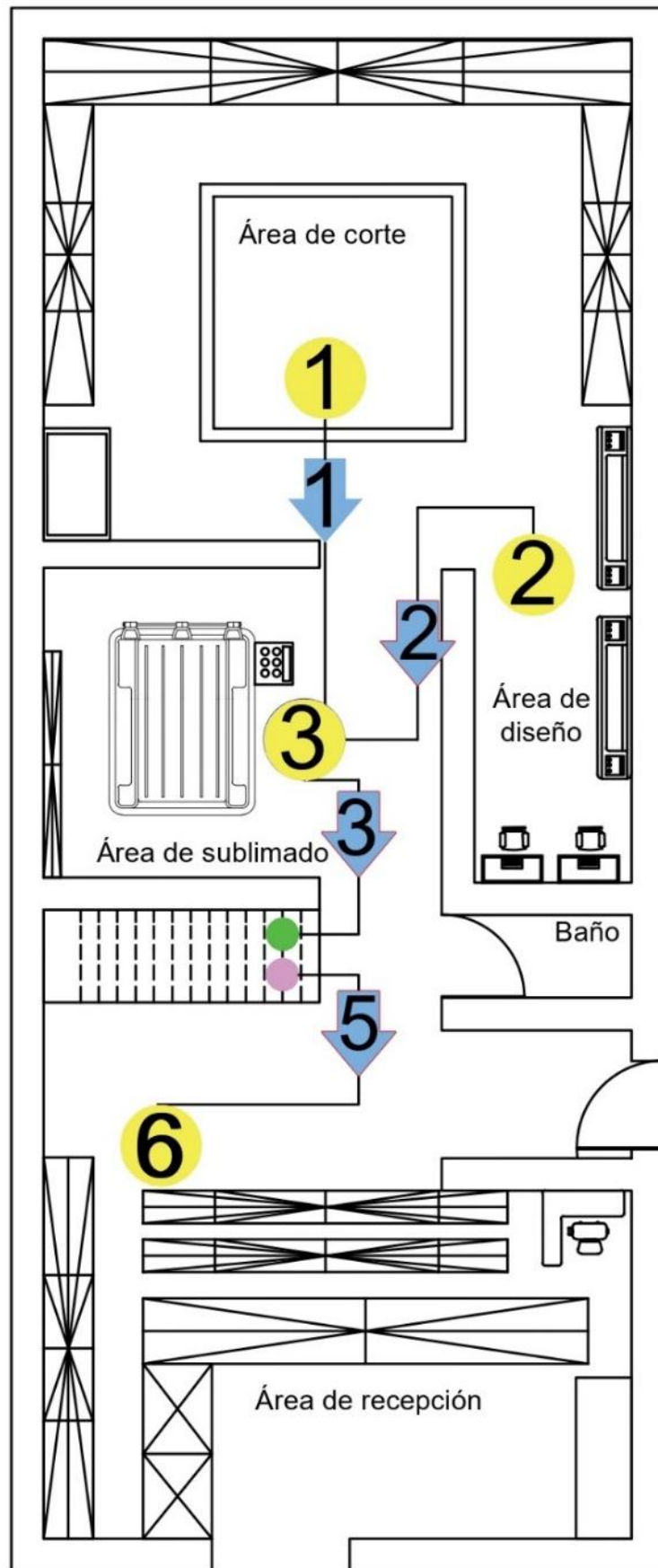


Figura 34. Diagrama de recorrido propuesto (primer piso)

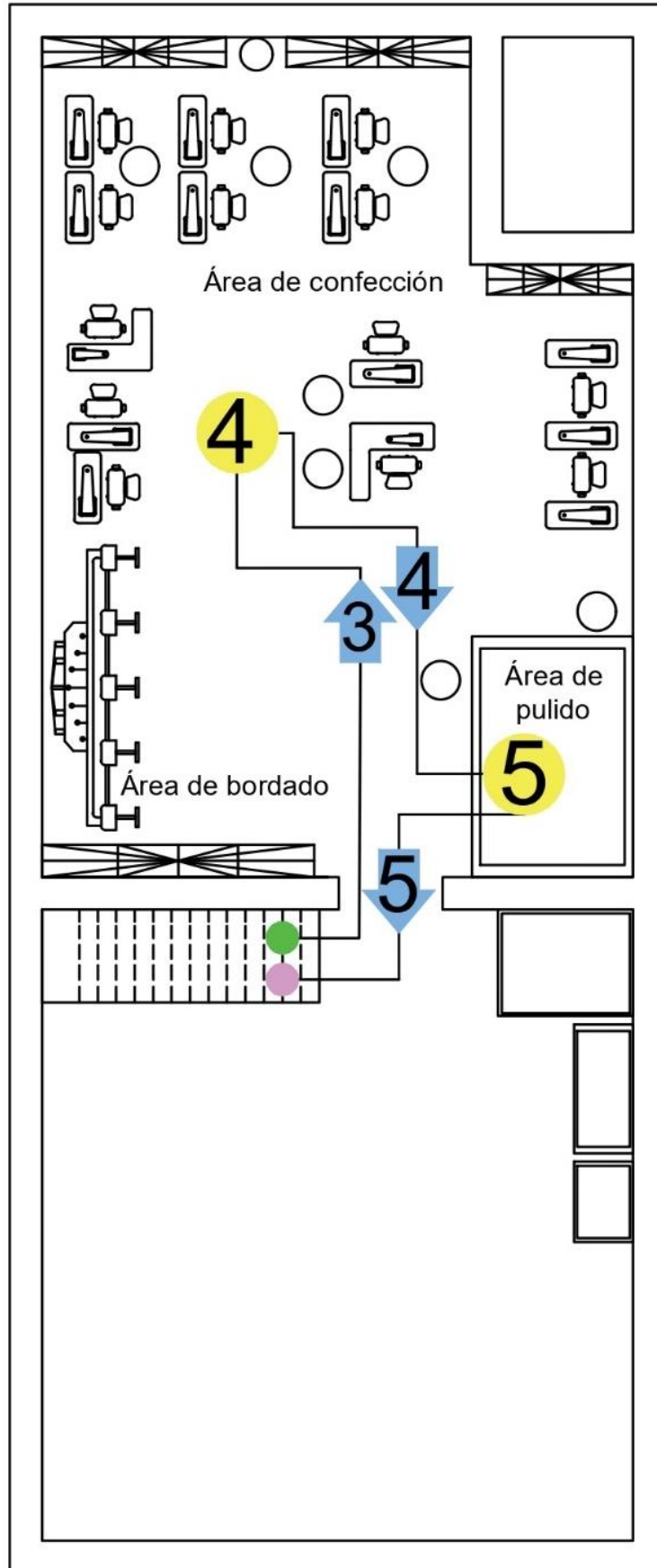


Figura 35. Diagrama de recorrido propuesto (segundo piso)



Análisis

Mediante los cambios ajustados, se observa una proximidad de las áreas en los dos pisos de la planta de forma que la materia prima llega en grandes cantidades a la zona de corte y se envía por lotes hacia confección de forma que se reduce la carga empleada por el operario para desplazar las piezas del producto con menor peso; de esta forma se reduce los movimientos repetitivos producidos entre los pisos de la planta y se mejora el flujo de este.

3.9.3 Distancia total empleada de la situación propuesta

Para determinar la distancia total recorrida del proceso productivo se obtuvo todos los desplazamientos realizados por los recursos a través de la planta una vez readecuadas las áreas de trabajo, la Tabla 44, muestra el detalle del estudio.

Tabla 44. Distancia total recorrida (situación propuesta)

		Distancia recorrida de la situación propuesta					
Elaborado por:		Christian Basantes					
Fecha de elaboración:		08/12/2023					
Distancia empleada para realizar la prenda							
Actividad	N. de actividad	Tipo de actividad					Distancia total recorrida (m)
		●	➔	■	◐	▼	
Corte	1	●					-----
Transporte a sublimado	1		➔				1,57
Diseño	2	●					-----
Transporte a sublimado	2		➔				2,64
Sublimado	3	●					-----
Transporte a confección	3		➔				9,75
Confección	4	●					-----
Transporte a pulido	4		➔				2,24
Pulido	5	●					-----
Transporte a almacenamiento	5		➔				5,50
Almacenamiento	6	●					-----
TOTAL							21,70 m.

Análisis

Al reducir la distancia recorrida por medio de la readecuación de las áreas de corte, bordado y diseño se agruparon los procesos de forma que: las actividades relacionadas con el procesamiento de la materia prima se encuentran en el primer piso y; todas las actividades complementarias de confección ya acabados de la prenda de vestir están en el segundo piso. La planta tiene una distribución lineal permitiendo reducir el flujo de materiales a 21,70 m. y mejorando la capacidad de carga empleada por el operario hasta que el producto final llega al área de almacenamiento previa entrega a su cliente final.



3.10 Tratamiento de las actividades no necesarias

A fin de mejorar la eficiencia de la planta de los tiempos empleados para realizar los productos se analizaron las actividades que no agregan valor o son desperdicios que requieren una acción de cambio o eliminación.

3.10.1 Identificación de las actividades no necesarias

Para determinar la acción requerida sobre las actividades no necesarias de la planta se estableció los parámetros de estas, la Tabla 45, muestra la identificación por proceso de cada tarea.

Tabla 45. Actividades no necesarias

		Estudio de los procesos de la planta		
Elaborado por:		Christian Basantes		
Fecha de elaboración:		11/12/2023		
Identificación de las actividades no necesarias				
Proceso	Actividad	Acción	Justificación	
Corte	Buscar la materia prima	Eliminar	Para eliminar el proceso de búsqueda se requiere modificar el patrón de almacenaje durante el ingreso de la materia prima de forma que se	

			conozca los sitios de cada lote que ingresa a producción.
Corte	Buscar el patrón de corte	Eliminar	Debajo de la mesa se puede colocar los patrones de corte en un cesto para reducir la búsqueda en las estanterías.
Pulido	Revisar si la prenda requiere reproceso o correcciones.	Eliminar	Las prendas entran en su totalidad a pulido y no son rechazadas de forma que no se requiere revisión previo inicio del proceso.
Diseño	Desplazar al área de ventas	Eliminar	El personal de ventas encargado de realizar la impresión del diseño lo puede enviar de forma electrónica de forma que se elimine el uso del papel en el empleo de envío de la hoja de producción.
	Retirar la hoja de pedido	Eliminar	
	Desplazar al área de diseño	Eliminar	
Almacenaje	Desplazarse al área de almacenaje de fundas	Eliminar	Al readecuar las áreas, el área de almacenaje de fundas se desplazó directamente a la estantería propia de almacenaje de forma que se elimina el recorrido innecesario.
	Retirar las fundas	Eliminar	
	Desplazarse al área de almacenaje	Eliminar	

Análisis

Al eliminar las 9 actividades de la planta según la modificación de las instalaciones y la reagrupación de los objetos en cada proceso, se puede optimizar tiempos además de reducir los recorridos empleados de los recursos de forma que se aumente la eficiencia mensual de las salidas exitosas programadas para la producción.

3.10.2 Estudio de tiempos propuesto

Para determinar el nuevo tiempo estándar de la planta se eliminaron las actividades con los tiempos de cada proceso bajo la propuesta de cambios para optimizar el área de producción de la empresa textil Creaciones Deportivas Andrés. A continuación, se muestra los tiempos estándar de cada proceso modificado.

a) Proceso de corte

A continuación, la Tabla 46, muestra el estudio de tiempos propuesto para el proceso de corte.

Tabla 46. Tiempo estándar propuesto para el proceso de corte

Ficha de tiempo estándar del proceso de corte					
Empresa:	Creaciones Deportivas Andrés	Fecha:	11	12	2023
Elaborado por:	Christian Basantes	Ficha:	01	de	04
Revisado por:	Ing. Christian Ortiz, Mg.				
Tiempo promedio observado por actividad					
#	Actividad	Duración (s)			
1	Desplazar al área de ventas	6,19			
2	Retirar la hoja de pedido	5,13			
3	Desplazar al área de corte	6,98			
4	Limpiar la mesa de trabajo	46,67			
5	Identificar la materia prima	5,06			
6	Retirar la materia prima	165,46			
7	Colocar la materia prima sobre la mesa de corte	3,16			
8	Extender correctamente la tela	75,53			
9	Colocar el patrón de corte sobre la tela	4,17			
10	Buscar la tijera de corte	5,17			
11	Recoger la tijera de corte	2,55			
12	Cortar según los patrones	68,06			
13	Retirar la tela cortada	5,20			
14	Apilar la tela cortada en el piso	5,41			
15	Desplazar la tela cortada al área de confección	64,39			
16	Colocar la materia prima sobre la mesa de trabajo	8,75			
17	Entregar la hoja de pedido	2,66			
Tiempo estándar del proceso					
Parámetro			Detalle		
Tiempo total observado:			425,34 s.		
Factor de desempeño:			0,98		
Tiempo normal:			416,83 s.		
Suplementos:			21%		
Tiempo estándar del proceso:			504,36 s.		
Tiempo estándar del proceso en min:			8,41 min.		

Análisis

Al eliminar las dos actividades derivadas de las demoras por la búsqueda de las herramientas necesarias para elaborar el proceso, el tiempo estándar se reduce a 504,36 s. equivalente a una eficiencia del 17,03%. Este valor parte de la modificación de la redistribución de planta obtenido durante el análisis del estudio.

b) Proceso de diseño

A continuación, la Tabla 47, muestra el estudio de tiempos propuesto para el proceso de diseño.

Tabla 47. Tiempo estándar propuesto para el proceso de diseño

Ficha de tiempo estándar del proceso de diseño					
Empresa:	Creaciones Deportivas Andrés	Fecha:	11	12	2023
Elaborado por:	Christian Basantes	Ficha:	02	de	04
Revisado por:	Ing. Christian Ortiz, Mg.				
Tiempo promedio observado por actividad					
#	Actividad	Duración (s)			
1	Encender los equipos	4,67			
2	Preparar el ordenador	4,64			
3	Iniciar el proceso de diseño	117,77			
4	Enviar al área de ventas	4,62			
5	Receptar aprobación del área de ventas	4,00			
6	Enviar a impresión del diseño	14,89			
7	Colocar la materia prima sobre la maquina	54,21			
8	Imprimir el modelo	1181,22			
9	Cortar los diseños	534,12			
10	Desplazar la materia prima al área de sublimado	25,60			
11	Colocar la materia prima sobre la mesa de trabajo	13,82			
Tiempo estándar del proceso					
Parámetro			Detalle		
Tiempo total observado:			1959,55 s.		
Factor de desempeño:			1,05		
Tiempo normal:			2057,52 s.		
Suplementos:			15%		
Tiempo estándar del proceso:			2366,15 s.		
Tiempo estándar del proceso en min:			39,44 min.		

Análisis

Al eliminar las tres actividades derivadas de las demoras por la búsqueda de las órdenes de producción necesarias para elaborar el proceso, el tiempo estándar se reduce a 2366,15 s. equivalente a una eficiencia del 1,75%. Este valor parte de la modificación de la redistribución de planta obtenido durante el análisis del estudio.

c) Proceso de pulido

A continuación, la Tabla 48, muestra el estudio de tiempos propuesto para el proceso de pulido.

Tabla 48. Tiempo estándar propuesto para el proceso de pulido

Ficha de tiempo estándar del proceso de pulido					
Empresa:	Creaciones Deportivas Andrés	Fecha:	11	12	2023
Elaborado por:	Christian Basantes	Ficha:	03	de	04
Revisado por:	Ing. Christian Ortiz, Mg.				
Tiempo promedio observado por actividad					
#	Actividad	Duración (s)			
1	Retirar la tijera de corte de tela	4,69			
2	Realizar el proceso de pulido	469,12			
3	Colocar la prenda en la mesa de producto terminado	4,92			
4	Desplazar las prendas al área de almacenaje	47,33			
5	Colocar las prendas sobre la mesa	5,73			
Tiempo estándar del proceso					
Parámetro			Detalle		
Tiempo total observado:			531,79 s.		
Factor de desempeño:			1,00		
Tiempo normal:			531,79 s.		
Suplementos:			20%		
Tiempo estándar del proceso:			638,15 s.		
Tiempo estándar del proceso en min:			10,64 min.		

Análisis

Al eliminar la actividad derivada del control de calidad de la prenda para determinar si pasa a pulido o producto defectuoso que se devuelve para el proceso de confección, el tiempo estándar se reduce a 638,15 s. equivalente a una eficiencia del 36,84%. Este valor parte de la modificación de la redistribución de planta obtenido durante el análisis del estudio.

d) Proceso de almacenamiento

A continuación, la Tabla 49, muestra el estudio de tiempos propuesto para el proceso de almacenamiento.

Tabla 49. Tiempo estándar propuesto para el proceso de almacenamiento

Ficha de tiempo estándar del proceso de almacenamiento					
Empresa:	Creaciones Deportivas Andrés	Fecha:	11	12	2023
Elaborado por:	Christian Basantes	Ficha:	04	de	04
Revisado por:	Ing. Christian Ortiz, Mg.				
Tiempo promedio observado por actividad					
#	Actividad	Duración (s)			
1	Colocar la prenda en la mesa	38,34			
2	Realizar el dobléz de la prenda	213,68			
3	Colocar la prenda en la funda	81,20			
4	Sellar la funda	54,36			
5	Colocar la funda en un saco	45,38			
6	Colocar el saco en un lugar visible	46,83			
7	Firmar la hoja de producto terminado	25,97			
Tiempo estándar del proceso					
Parámetro			Detalle		
Tiempo total observado:			505,76 s.		
Factor de desempeño:			0,98		
Tiempo normal:			495,64 s.		
Suplementos:			19%		
Tiempo estándar del proceso:			589,82 s.		
Tiempo estándar del proceso en min:			9,83 min.		

Análisis

Al eliminar las tres actividades derivadas de las demoras por la búsqueda de las herramientas necesarias para elaborar el proceso, el tiempo estándar se reduce a 589,82 s. equivalente a una eficiencia del 3,44%. Este valor parte de la modificación de la redistribución de planta obtenido durante el análisis del estudio.

3.10.3 Tiempo estándar del propuesto

Con la eliminación de las actividades no necesarias que causan demoras durante la elaboración de los lotes de pedido se determinó el tiempo estándar propuesto para el desarrollo del producto. La Figura 36, muestra la propuesta del tiempo de producción.

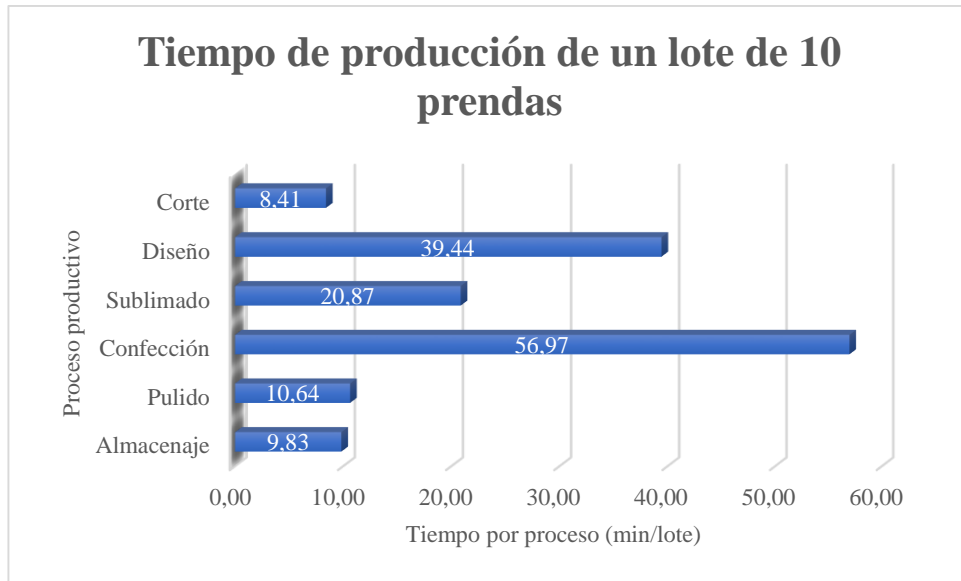


Figura 36. Tiempo estándar propuesto

Análisis

Al eliminar las actividades no necesarias de los procesos de la planta se redujo el tiempo estándar a un valor de 146,16 min/lote equivalente al 5,79%; el valor obtenido parte de la modificación de la distribución y la mejora planteada permitiendo que la empresa pueda mejorar la eficiencia global interna.

3.10.4 Capacidad de producción propuesta

Para determinar la nueva capacidad de producción a partir de la eliminación y mejora de los procesos se ingresaron los datos y la nueva distribución en el software FlexSim de forma que se obtuvo los resultados de la propuesta. La Tabla 50, muestra el resumen obtenido de la simulación propuesta desarrollada en el anexo D.

Tabla 50. Capacidad de producción propuesta

Capacidad de producción simulada	
Elaborado por:	Christian Basantes
Revisado por:	Ing. Christian Ortiz, Mg.
Fecha:	12/12/2023
Simulación de la situación propuesta	



Capacidad de producción diaria

Dashboard

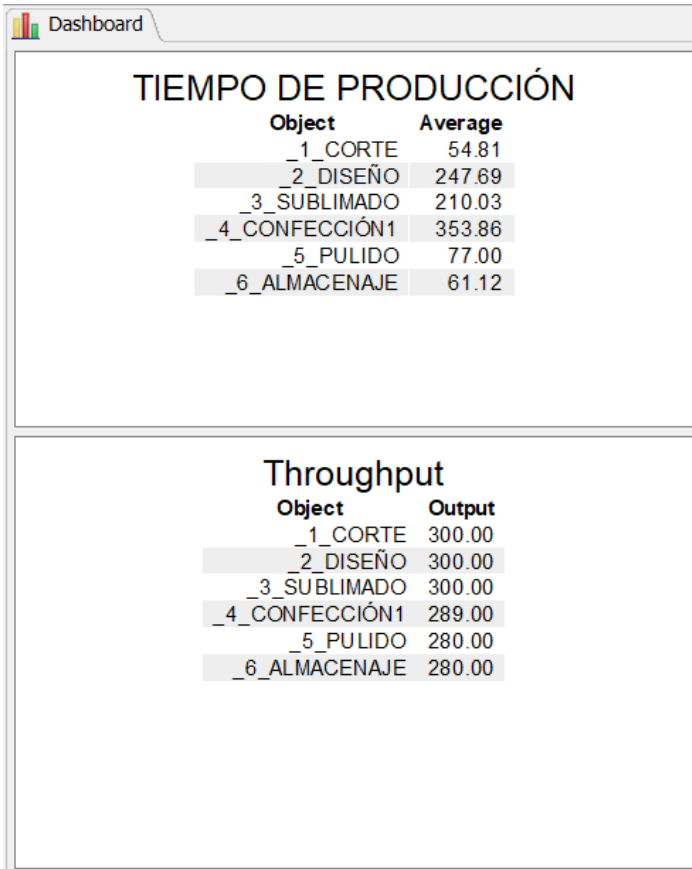
TIEMPO DE PRODUCCIÓN

Object	Average
_1_CORTE	54.72
_2_DISEÑO	247.71
_3_SUBLIMADO	227.83
_4_CONFECCIÓN1	353.64
_5_PULIDO	77.00
_6_ALMACENAJE	61.12

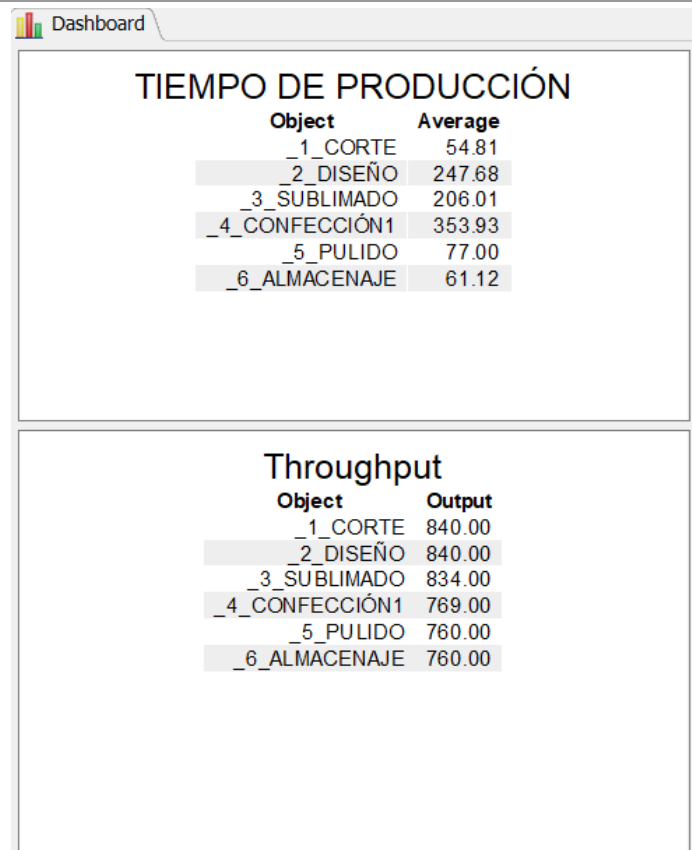
Throughput

Object	Output
_1_CORTE	50.00
_2_DISEÑO	50.00
_3_SUBLIMADO	50.00
_4_CONFECCIÓN1	49.00
_5_PULIDO	40.00
_6_ALMACENAJE	40.00

Capacidad de producción semanal



Capacidad de producción anual



Análisis

Al desarrollar la simulación en el software FlexSim y correr el programa la capacidad de producción: diaria es de 40 prendas; semanal es de 280 prendas y; mensual es de 760 prendas. En la capacidad diaria se observó una mejora de 10 prendas, sin embargo, durante el desarrollo de la simulación para un tiempo de 22 días se obtuvo una mejora de 130 unidades debido a que existen restricciones por el operario que realiza los procesos de pulido y almacenamiento.

3.11 Situación actual vs propuesta

A fin de determinar la mejora obtenida durante el desarrollo de la investigación, se planteó tres parámetros objetivos descritos a continuación.

3.11.1 Distancia actual vs propuesta

Mediante el estudio de redistribución de planta se redujo la distancia total empleada para desarrollar los lotes de producción, la Figura 37, muestra la comparación entre la situación actual y la propuesta de mejora.

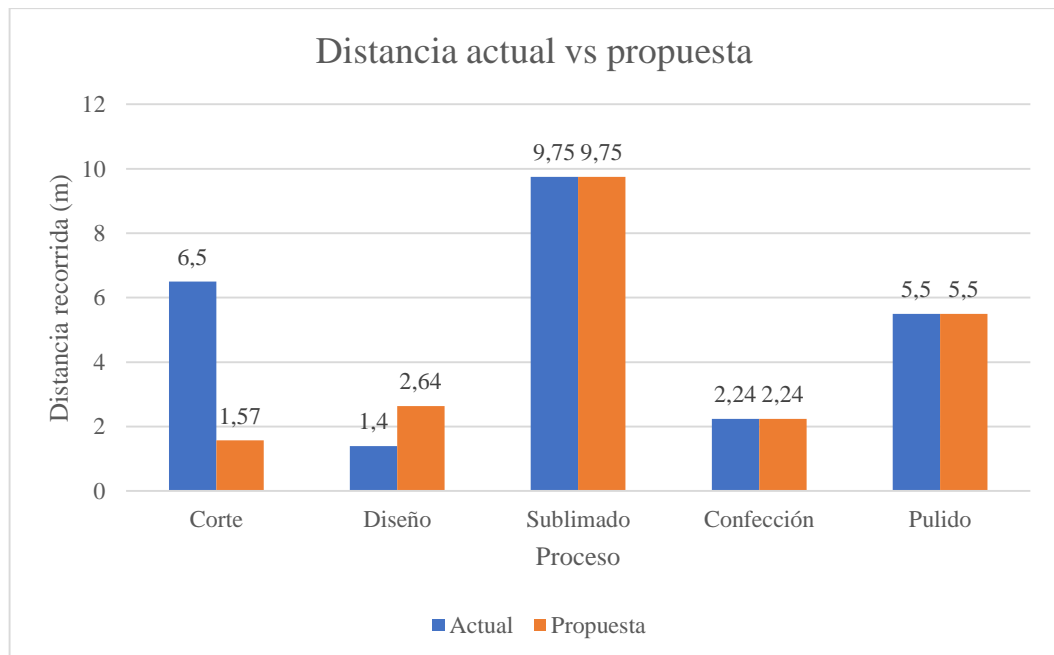


Figura 37. Distancia actual vs propuesta

Análisis

Al aplicar el principio de mínimo recorrido de la planta por medio de la readecuación de la planta, la distancia para el proceso de corte se redujo de 6,50 m. a 1,57 m. de forma que existe menor fatiga del operario del área al trasladar el 100% de la materia prima a su puesto de trabajo y; se incrementó el desplazamiento del área de diseño a sublimado, sin embargo, este significativamente y la carga de la materia prima no es excesivamente mayor a la del área de corte.

3.11.2 Tiempo estándar actual vs propuesto

Para complementar el estudio de redistribución de planta se eliminaron las actividades no necesarias de los procesos, la Figura 38, muestra la comparación entre la situación actual y la propuesta de mejora.

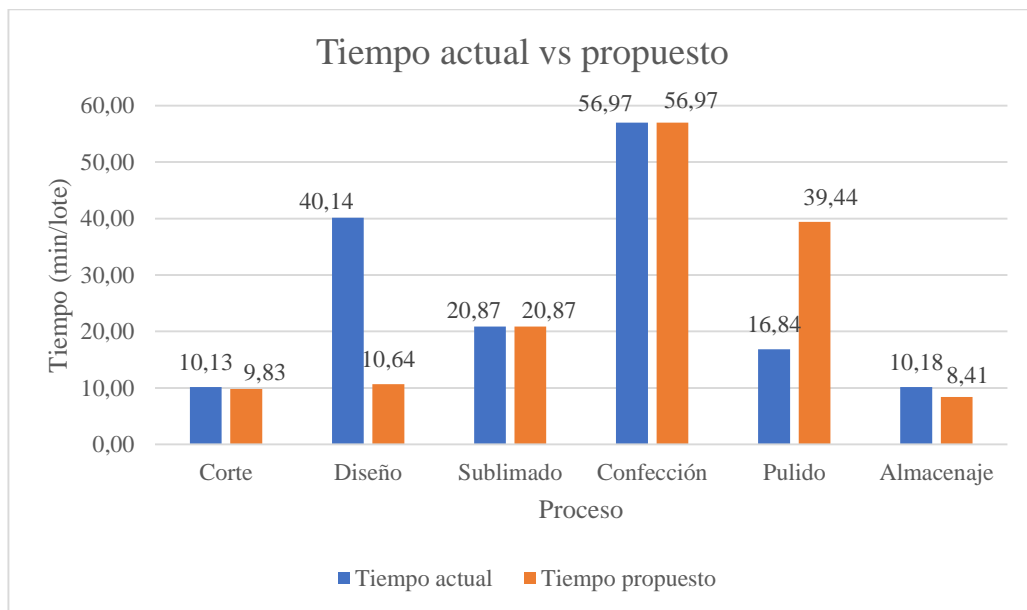


Figura 38. Tiempo estándar actual vs propuesta

Análisis

Al eliminar las actividades no necesarias y reducir los desplazamientos empleados entre las áreas de trabajo el tiempo estándar paso de 155,13 min/lote a 146,16 min/lote equivalente a una mejora del 5,79%. La mejora significativa permite que la empresa pueda mejorar el rendimiento y las salidas de los lotes de producción en mayor medida que puede ser visible a largo plazo.

3.11.3 Capacidad de producción actual vs propuesta

Al optimizar el tiempo estándar empleado para desarrollar los lotes de producción, se determinó la mejora producida de la capacidad de producción diaria, semanal y mensual, la Figura 39, muestra la comparación entre la situación actual y la propuesta de mejora.

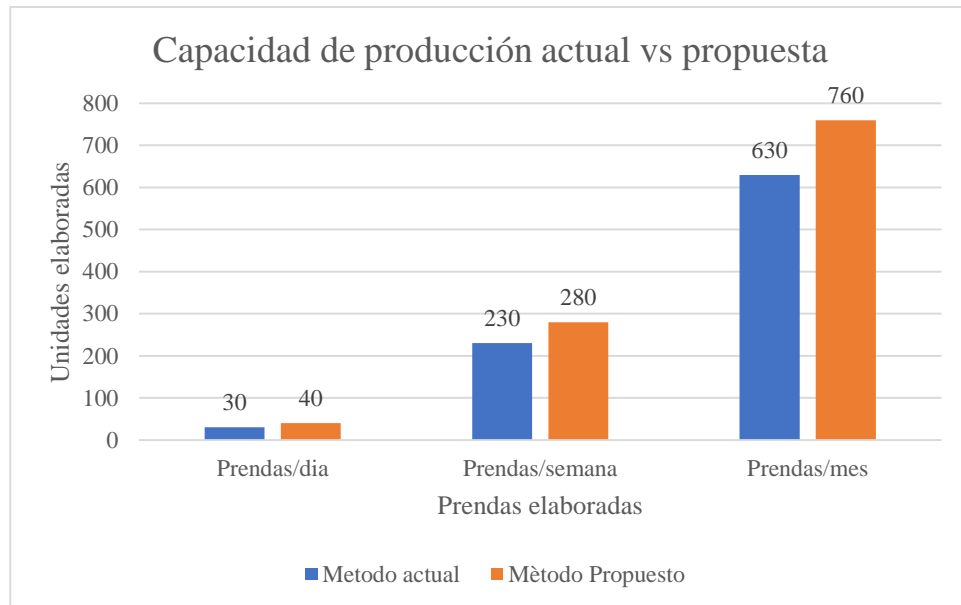


Figura 39. Capacidad de producción actual vs propuesta

Análisis

La capacidad de producción mejoró significativamente al readecuar las áreas de la planta de forma que, al mes existe una diferencia de 130 prendas, equivalente a 17,11% descrito en la propuesta según los datos de la tabla obtenida de la simulación desarrollada en el software FlexSim. Mediante la mejora empleada sobre la empresa se puede mejorar la producción en los meses de mayor demanda correspondientes al inicio de las actividades escolares y el inicio de las temporadas de los juegos deportivos en la ciudad de Ambato.

3.12 Análisis de costos

Para determinar el ingreso estimado de las ventas de los lotes de producción, se realizó la estimación de ganancias ingresadas por medio de la propuesta. A fin de considerar

el análisis en términos monetarios, la Tabla 51, muestra los costos de producción mensual del producto de mayor demanda considerando el valor obtenido de la Figura 38.

Tabla 51. Análisis de costo

Análisis de costo			
Elaborado por:	Christian Basantes		
Revisado por:	Ing. Christian Ortiz, Mg.		
Fecha:	18/12/2023		
Análisis de ganancias extra			
Prendas extra por mes	Costo total del producto	Ganancia por prenda (20% del valor total)	Ganancia mensual (Prendas al mes * ganancia por prenda)
130 prendas extra al mes	\$18,00	\$2,00	\$260,00

Análisis

Según los datos referenciales del gerente, se estima una ganancia del 20% con relación a los costos de producción fijos y variables como valor máximo, por lo tanto, se trabajó con un valor de \$2,00 para realizar el estimado de ganancias extra al mes. Al realizar los cambios según la propuesta de redistribución de planta, la empresa puede elaborar 130 prendas extra al mes (760 productos), donde, la ganancia neta luego de realizar los lotes de pedido es de \$260,00 al mes.

CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Por medio del levantamiento de información de la empresa se determinó que existen actividades innecesarias y largos desplazamientos en los procesos que restringían la capacidad de producción; el conjunto de problemas observado se debe a la inadecuada gestión de las áreas de la planta y por la distribución errónea de los objetos no utilizados que ocupaban la superficie gran parte de la superficie del área de diseño. El resultado fue que el recorrido actual empleado es de 25,29 m. requerido para elaborar lotes de 10 prendas del producto ofertado.
- Mediante el estudio de tiempos desarrollado se obtuvo un valor de 155,13 min/lote empleado para desarrollar un lote de 10 prendas entre las cuales se determinó que existen actividades necesarias y no necesarias; el resultado de este valor fue que la empresa posee la capacidad de desarrollar 630 productos al mes (22 días de trabajo).
- Por medio de la selección de la distribución de planta a través del método de factores ponderados se determinó que por proceso es la que más se ajusta a la empresa y; por medio de la aplicación de las metodologías SLP se consideró la secuencia de las áreas de forma que el método Guerchet determinó que el espacio requerido para los objetos equivale al 75,95% del total de la planta.
- Mediante la propuesta redistribución de planta se consideró la eliminación de las paredes de madera colocadas y los objetos obsoletos en el área de diseño para optimizar el área total; al desplazar los procesos según la secuencia planteada a través de la metodología SLP se optimizó la distancia recorrida a un total de 21,70 m., un tiempo estándar de 146,16 min/lote dando una capacidad de producción propuesta de 760 prendas al mes obtenida de la introducción de los datos en el software FlexSim.

4.2 Recomendaciones

- Determinar parámetros de estudio que permitan determinar la factibilidad de mejora sobre el proceso cuello de botella a través de capacitaciones para la operaria de confección de forma que se reduzca el tiempo de pulido que presenta una gran cantidad de fallas en las prendas elaboradas.
- Eliminar los objetos obsoletos que ya no se utilizan para desarrollar un proceso o que ya no tienen ninguna función dentro de la empresa de forma que se pueda aumentar el espacio físico de la planta.
- Desarrollar un estudio de la demanda de mercado que permita determinar los lotes de producción a elaborar según las temporadas previstas para las ventas en mayor o menor medida.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] J. Castro, La Industria Textil y de la Moda, Responsabilidad Social y la Agenda 2030, *Cuadernos del Centro de Estudios en Diseño y Comunicación*, vol. 2, n° 1, pp. 67-85, 2021.
- [2] I. Narváez, Las competencias laborales en el sector de textiles y confecciones en la provincia Tungurahua, Ecuador, *Cofin Habana*, vol. 13, n° 1, 2019.
- [3] A. Andrade, Estudio de Tiempos y Movimientos para Incrementar la Eficiencia en una Empresa de Producción de Calzado, *Información tecnológica*, vol. 30, n° 3, 2019.
- [4] J. Zapata, Mejora del proceso de distribución en una empresa de transporte, *Investigación administrativa*, vol. 49, n° 126, 2020.
- [5] N. Sablón, Análisis de integración de la cadena de suministros en la industria textil en Ecuador. Un caso de estudio, *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, vol. 29, n° 1, pp. 40-48, 2021.
- [6] K. Torres, Metodología SLP para la Distribución en Planta de Empresas Productoras de Guadua Laminada Encolada (GLG), *Ingeniería*, vol. 25, n° 2, 2020.
- [7] D. Martínez, Integración de la gestión por procesos y el diseño arquitectónico en organizaciones de servicios públicos, *Ingeniería Industrial*, vol. 41, n° 2, 2020.
- [8] E. Ramírez, Propuesta metodológica multicriterio para la distribución semicontinua de plantas, *Suma de Begocios*, vol. 10, n° 23, pp. 132-145, 2019.
- [9] Banco Central del Ecuador, La economía ecuatoriana creció 1,4% en 2018, Quito, 2019.

- [10] E. Yuccha, Distribución de instalaciones para la nueva planta de producción de la empresa de Calzado CASS, Ambato: Repositorio Universidad Técnica de Ambato, 2020.
- [11] I. Herrera, Propuesta de optimización de la distribución en planta, mediante la aplicación de la metodología planificación sistemática de diseño (SLP) en la empresa Tosthachul, Ibarra, 2020.
- [12] E. Ramírez, Propuesta metodológica multicriterio para la distribución semicontinua de plantas, *Suma de Negocios*, vol. 10, n° 23, pp. 132-145, 2019.
- [13] J. López, Redistribución física de la planta de Foamy EVA en la Empresa Plasticaucho Industrial S. A., Universidad Técnica de Ambato, 2021.
- [14] Y. Alvarez, Redistribución de planta para incrementar la productividad en la Empresa Super Papas JJ, Universidad César Vallejo, 2022.
- [15] M. Guachi, Redistribución de planta en la empresa “ECUATINTEX”, Universidad Técnica de Ambato, 2022.
- [16] K. Torres, Metodología SLP para la Distribución en Planta de Empresas Productoras de Guadua Laminada Encolada (GLG), *Ingeniería*, vol. 25, n° 2, pp. 103-116, 2020.
- [17] J. Gutiérrez, Distribución de plantas usando el método SLP: enseñada desde un juego serio, *I+D Revista de Investigaciones*, vol. 16, n° 1, pp. 165-179, 2021.
- [18] B. Cuellar, Diseño de la redistribución de instalaciones para incrementar la satisfacción del cliente de la empresa TAI LOY S. A., Universidad Continental, 2020.
- [19] N. Mendo, Diseño de una distribución de planta para incrementar los niveles de productividad en la empresa inversiones cimas e. I. R. L., Cajamarca: Universidad Privada del Norte, 2021.

- [20] T. Montenegro, Propuesta de un diseño de nueva planta de la empresa textil confecciones TEXMODA para incrementar la productividad, Chiclayo, 2020.
- [21] S. Ruiz, Modelo de mejora para incrementar la productividad y reducir la entrega de mochilas fuera de tiempo en una PYME textil, utilizando distribución de planta y 5s, Lima, 2023.
- [22] G. Ríos, Ingeniería de procesos, Editorial Académica Española, 2022.
- [23] J. Galaviz, Reingeniería De Procesos De Manufactura Industrial, Palibrio, 2020.
- [24] C. Pires, Gestión por procesos en la práctica, Independently Published, 2021.
- [25] C. Custodio, Diseño y planeación del producto, 2020.
- [26] G. Benítez, Herramientas y técnicas de aplicación logística para áreas estratégicas de la cadena de suministro, Editorial Itaca, 2022.
- [27] L. Cuatrecasas, Diseño avanzado de procesos y plantas de producción flexible NE, Profit Editorial, 2021.
- [28] International Institute of Ammonia Refrigeration, ANSI/IIAR Standard 9-2020-, 2020.
- [29] E. Silvera, Logística 2100, Ediciones de la U, 2021.
- [30] C. Escobar, Lean Six Sigma, Programa Editorial Univer, 2021.
- [31] F. Gryna, Manual de control de la calidad, Reverte, 2021.
- [32] J. Cosme, Gestión y planificación del tiempo, Editorial Elearning, S.L., 2020.
- [33] A. Gentile, Práctica de los principios rectores sobre empresas y derechos humanos, *Díkaion*, vol. 31, nº 2, 2022.

- [34] J. Bernal, Simulación y cronometraje de operaciones para calcular el capital humano. Caso: Restaurante Buffet, *Ingeniería Industrial*, vol. 43, n° 3, 2022.
- [35] Á. González, Importancia de un estudio de tiempos y movimientos, *Inventio*, vol. 16, n° 39, 2020.
- [36] J. Zayas, Procedimiento para el estudio de la organización del trabajo en un proceso productivo, *Cofin Habana*, vol. 15, n° 2, 2021.
- [37] C. Cuevas, Importancia de un estudio de tiempos y movimientos, *Inventio*, vol. 16, n° 39, 2020.
- [38] K. E. Perez Tonato, Modelo de simulación para medir la productividad en el proceso de elaboración de calzado de la empresa Strocalza, Ambato, 2019.
- [39] G. Miño, Tiempos estándar para balanceo de línea en área soldadura del automóvil modelo cuatro, *Ingeniería Industrial*, vol. 40, n° 2, 2019.
- [40] M. Motta, Política de competencia, Fondo de Cultura Económica, 2022.
- [41] B. Díaz, Manual para el diseño de instalaciones manufactureras y de servicios, Lima: Fondo Editorial, 2017.
- [42] A. García, Manual de dirección de operaciones, 2021.
- [43] M. Baena, Manufactura y gestión del ciclo de vida del producto (PLM), Instituto Tecnológico Metropolitano – ITM, 2022.
- [44] J. Garcia, Distribución en planta, Repositorio UPV, 2020.
- [45] L. Cuatrecasas, Diseño integral de plantas productivas, Ediciones Díaz de Santos, 2020.

- [46] M. Romero, Metodología de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición para localidades con menos de 100 000 habitantes (Ensanut 100k), *Salud Pública de México*, vol. 61, n° 5, 2020.
- [47] A. Sisalema, Diseño de un plan de merchandising para la competitividad en la empresa “Creaciones Deportivas Andrés”., Ambato, 2018.

ANEXOS

Anexo A. Entrevista a gerente de la empresa CREACIONES DEPORTIVAS ANDRÉS

Entrevista al gerente de la empresa

Nombre: Andrés Sisalema.

1. ¿Cuál es la reseña histórica de la empresa CREACIONES DEPORTIVAS ANDRÉS?

La empresa nace en el año 2000 por la alta demanda de un mercado potencial en el centro de la ciudad de Ambato, una vez que la sociedad inicio con el proceso de expansión, se produjo un déficit en la entrega de uniformes deportivos y escolares, lo que permitió el inicio de las actividades de la empresa CREACIONES DEPORTIVAS ANDRÉS.

2. ¿La empresa cuenta con una filosofía empresarial que permita el flujo de las operaciones internas?

En el año 2020 se la elaboró documentación que permitió generar varios medios de ingreso a la publicidad como es la página y presentación de la empresa. Los datos están almacenados en un manual de procedimientos elaborado para las auditorías realizadas por entidades externas.

3. ¿La empresa cuenta con documentación sobre algún estudio de planificación para estructurar las áreas de la empresa según su posición actual?

Cuando la empresa inició sus actividades en el año 2000, no se contempló estudios que permitan la adecuada distribución de planta, solo se adecuo las instalaciones de la empresa conforme el ingreso de las máquinas y equipos requeridos para elaborar las prendas de vestir.

4. ¿Introdujo equipos nuevos en el área de producción?

En enero 2023, se adquirió máquinas para realizar el proceso de bordado y se realizó la compra de máquinas de costura con sistemas de trabajo modernos que permiten realizar los encargos de los clientes.

5. ¿La distribución actual permite mantener un flujo óptimo de los recursos presentes en la planta de producción?

La empresa no cuenta con espacios de flujo constantes que permitan desplazar todos los recursos de la planta adecuadamente, al adquirir las máquinas y equipos modernos, ciertas áreas se vieron afectadas directamente, lo que produjo un embotellamiento en ciertos puntos clave.

6. ¿Existen áreas del proceso productivo en las cuales no se cuenta con una distribución lógica?

El área de almacenaje de materia prima y producto terminado fue la más afectada ya que se redujo esos espacios para colocar las mesas en las cuales se encuentra algunos equipos de trabajo.

7. ¿Cuál es el principal problema que se presenta en la planta de producción?

La precipitada compra de nuevos equipos y la falta de un estudio previo para colocar adecuadamente los mismos, presentó un gran problema sobre los espacios y zonas de recorrido, por lo que existen varios obstáculos en la planta de producción.

Encuestador: Andrés Basantes

Fecha: 14/09/2023

Anexo B. Ventas de la empresa textil CREACIONES DEPORTIVAS ANDRÉS

A continuación, la Tabla B1, muestra las unidades que se vendieron en el año 2020.

Tabla B1. Unidades vendidas en el año 2020

Producto	Unidades vendidas											
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Camiseta de muray	95	76	54	59	67	112	120	90	80	95	76	54
Camiseta tipo Alemania	59	74	86	88	134	224	235	281	124	94	76	52
Camiseta semiprofesional	50	34	41	84	96	87	81	72	64	57	48	53
Pantaloneta elástica	48	56	51	64	41	67	53	42	64	54	49	51
Pantaloneta soprano	45	49	64	52	39	47	61	53	47	56	43	59
Exterior flexible	35	28	40	49	28	48	67	112	145	64	42	39
Exterior viato	22	34	46	33	28	42	37	67	71	53	41	35
Exterior licra	35	41	29	36	21	46	31	184	167	42	36	51
Polo sencillo	46	51	29	39	26	43	26	37	41	25	34	29
Sudadera especial	43	51	38	25	34	27	29	36	21	29	17	27

A continuación, la Tabla B2, muestra las unidades que se vendieron en el año 2021.

Tabla B2. Unidades vendidas en el año 2021

Producto	Unidades vendidas											
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Camiseta de muray	64	51	67	61	55	76	94	122	61	76	57	49
Camiseta tipo Alemania	49	53	64	71	94	154	265	241	89	71	64	71
Camiseta semiprofesional	76	81	53	76	81	54	73	59	47	68	78	49
Pantaloneta elástica	35	46	34	51	37	56	41	38	51	37	42	64
Pantaloneta soprano	34	39	51	28	26	34	51	29	34	42	34	29
Exterior flexible	23	34	27	31	15	29	43	67	81	39	28	34
Exterior viato	31	24	36	24	17	26	34	43	51	27	34	19
Exterior licra	28	34	17	24	15	27	45	81	145	62	42	43
Polo sencillo	37	41	24	36	27	46	39	41	37	29	24	38
Sudadera especial	35	46	24	19	16	24	39	27	16	34	42	29

A continuación, la Tabla B3, muestra las unidades que se vendieron en el año 2022.







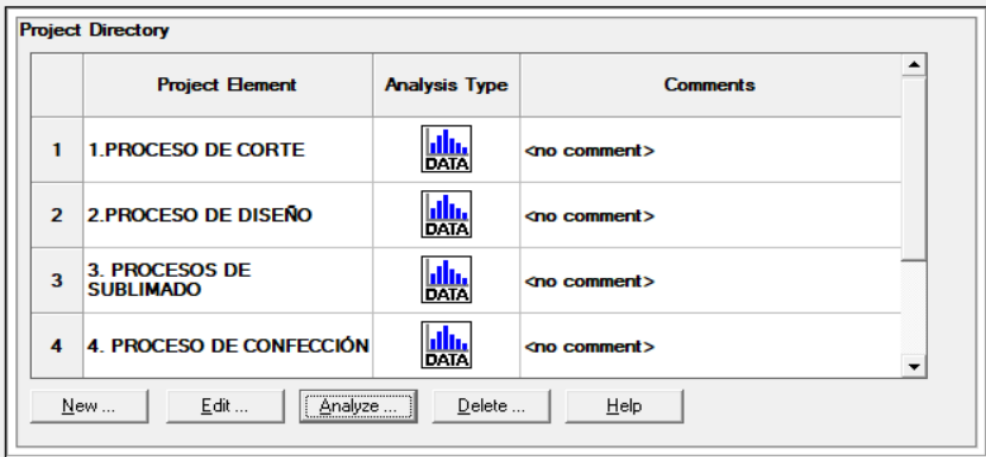












Tabla B3. Unidades vendidas en el año 2022

Producto	Unidades vendidas											
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Camiseta de muray	75	81	94	61	48	175	195	76	54	62	71	61
Camiseta tipo Alemania	42	61	73	52	174	163	197	152	131	81	65	73
Camiseta semiprofesional	37	56	39	63	24	49	63	35	49	36	57	42
Pantaloneta elástica	36	49	52	43	54	39	47	36	41	48	57	29
Pantaloneta soprano	37	54	67	50	42	36	48	59	41	37	49	56
Exterior flexible	29	34	52	37	34	29	46	78	96	29	37	62
Exterior viato	34	25	34	29	40	31	29	59	48	39	24	36
Exterior licra	29	34	24	31	28	37	46	67	82	37	26	49
Polo sencillo	39	42	17	26	37	34	29	36	45	31	24	16
Sudadera especial	34	59	41	38	49	29	17	24	19	25	27	14

Anexo C. Pasos para la elaboración de la simulación en el software FlexSim

A continuación, la Tabla C1, muestra todos los pasos realizados para programar la simulación en el software FlexSim de la planta de producción.

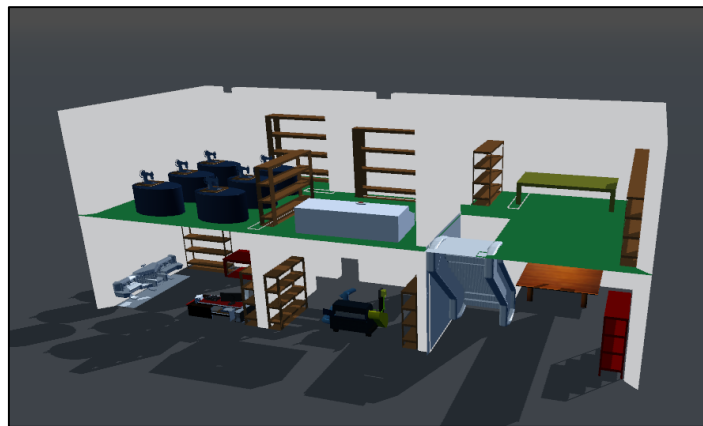
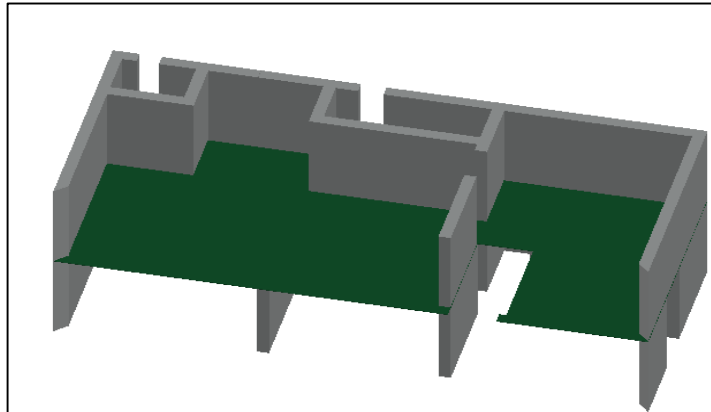
C1. Simulación de la situación actual de la empresa Creaciones Deportivas Andrés

Simulación en software FlexSim																						
1. Números aleatorios																						
Una vez determinado el tiempo estándar, se generó mil números aleatorios en el software Excel de forma que cada tiempo de proceso pueda ser enviado por separado a cada máquina introducida en la simulación.																						
<div style="text-align: center;">  1. Proceso de Corte.txt  2. Proceso de Diseño.txt  3. Proceso de Sublimado.txt  4. Proceso de Confección.txt  5. Proceso de Pulido.txt  6. Proceso de Almacenaje.txt </div>																						
2. Distribuciones por proceso																						
Los datos aleatorios generados en el software Excel son enviados a la herramienta ExpertFit que se encuentra en FlexSim; los archivos introducidos generan una distribución ajustable a los datos que se ingresan.																						
 <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th></th> <th>Project Element</th> <th>Analysis Type</th> <th>Comments</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>1.PROCESO DE CORTE</td> <td></td> <td><no comment></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>2.PROCESO DE DISEÑO</td> <td></td> <td><no comment></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>3. PROCESOS DE SUBLIMADO</td> <td></td> <td><no comment></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>4. PROCESO DE CONFECCIÓN</td> <td></td> <td><no comment></td> </tr> </tbody> </table>				Project Element	Analysis Type	Comments	1	1.PROCESO DE CORTE		<no comment>	2	2.PROCESO DE DISEÑO		<no comment>	3	3. PROCESOS DE SUBLIMADO		<no comment>	4	4. PROCESO DE CONFECCIÓN		<no comment>
	Project Element	Analysis Type	Comments																			
1	1.PROCESO DE CORTE		<no comment>																			
2	2.PROCESO DE DISEÑO		<no comment>																			
3	3. PROCESOS DE SUBLIMADO		<no comment>																			
4	4. PROCESO DE CONFECCIÓN		<no comment>																			
3. Una vez que se genero cada distribución, a continuación, se muestra la tabla con todos los datos extraídos del software ExpertFit																						
#	Etapas	Distribución																				
1	Proceso de Corte	loglogistic(0.000000, 60.695149, 119.968460, getstream(current))																				
2	Proceso de Diseño	johnsonbounded(237.751836, 244.217770, 0.164240, 1.438204, getstream(current))																				
3	Proceso de Sublimado	weibull(121.597932, 4.071111, 4.055927, getstream(current))																				

4	Proceso de Confección	weibull(339.450853, 2.713570, 3.023714, getstream(current))
5	Proceso de Pulido	beta(93.343654, 104.414396, 16.593054, 7.438070, getstream(current))
6	Proceso de Almacenaje	johnsonbounded(57.775552, 64.126961, -0.001579, 1.470115, getstream(current))

4. Entorno de simulación

Una vez realizada la distribución de las instalaciones mediante el software AutoCad, se importa el archivo como extensión .dwg y abrir el documento en FlexSim para desarrollar un estudio de forma más técnica en un entorno real.



5. Programación de las máquinas

Corte

_1_CORTE Properties

Processor Breakdowns Flow Triggers Labels General

Maximum Content Convey Items Across Processor Length

Setup Time

Use Operator(s) for Setup Number of Operators

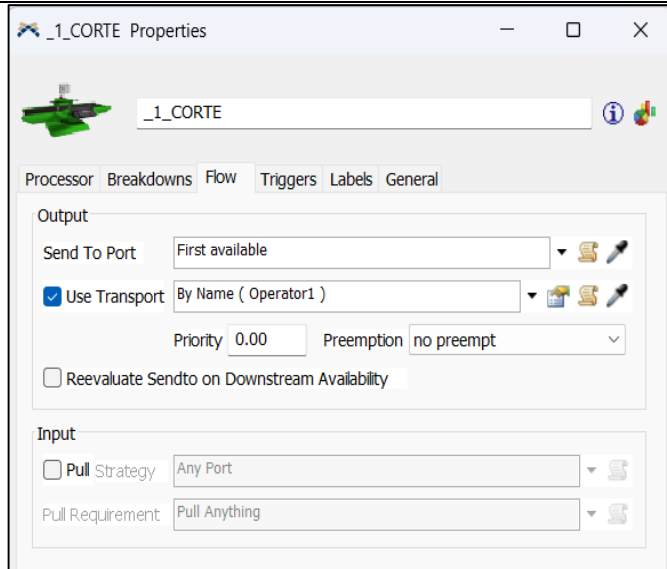
Use Setup Operator(s) for both Setup and Process

Process Time

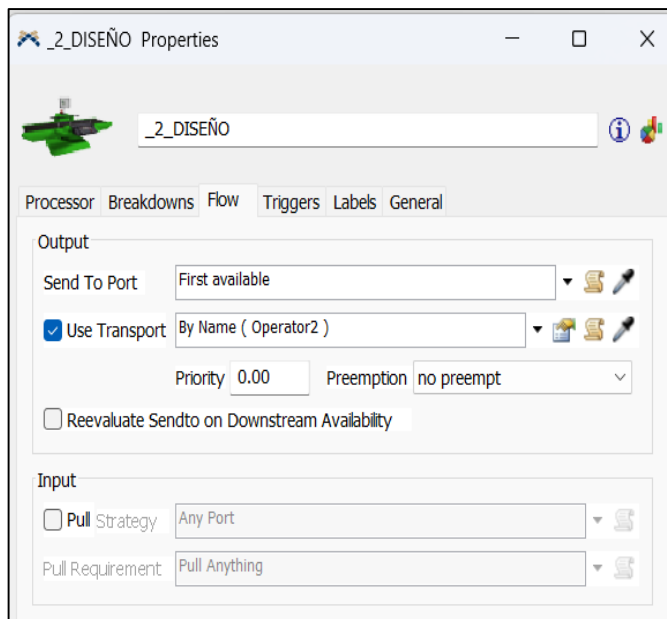
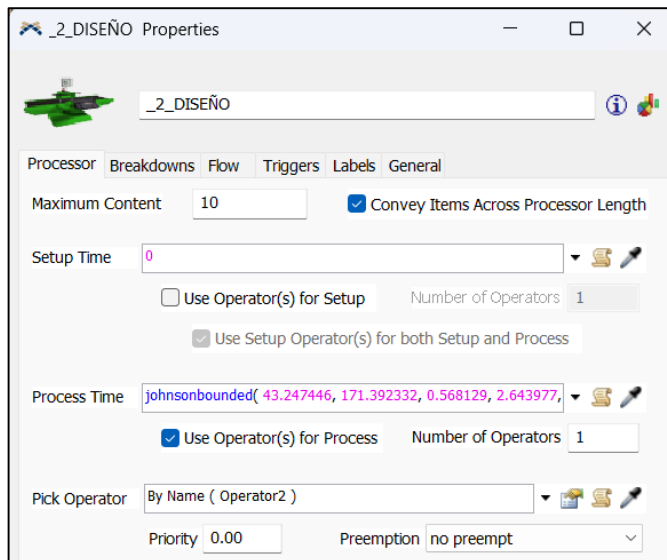
Use Operator(s) for Process Number of Operators

Pick Operator

Priority Preemption



Diseño



Sublimado

_3_SUBLIMADO Properties

_3_SUBLIMADO

ProcessTimes Breakdowns Combiner Flow Triggers Labels General

Setup Time Use Operator(s) for Setup Number of Operators
 Use Setup Operator(s) for both Setup and Process

Process Time Use Operator(s) for Process Number of Operators

Pick Operator Priority Preemption

_3_SUBLIMADO Properties

_3_SUBLIMADO

ProcessTimes Breakdowns Combiner Flow Triggers Labels General

Output

Send To Port Use Transport Priority Preemption
 Reevaluate Sendto on Downstream Availability

Input

Pull
Pull Requirement

Confección

_4_CONFECCIÓN1 Properties

_4_CONFECCIÓN1

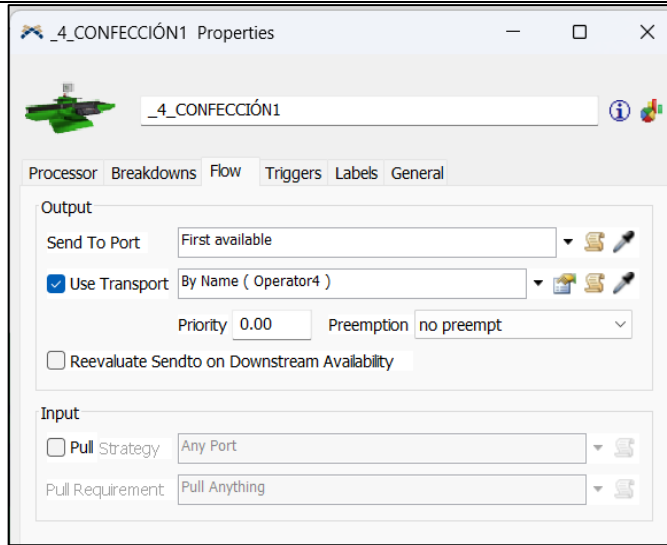
Processor Breakdowns Flow Triggers Labels General

Maximum Content Convey Items Across Processor Length

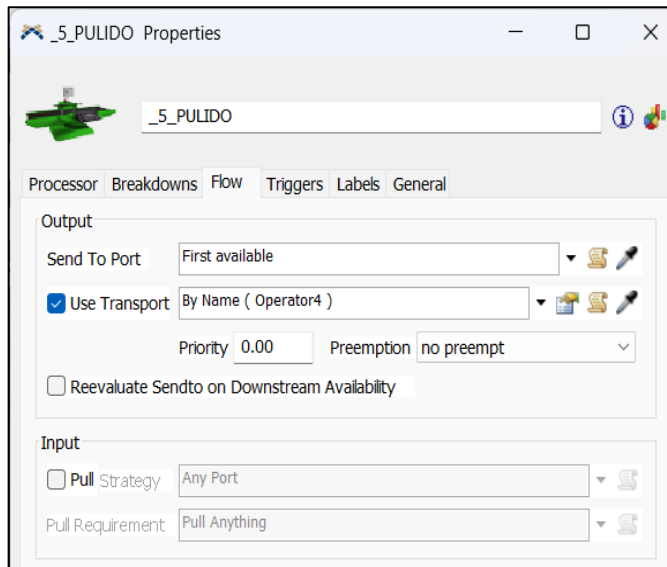
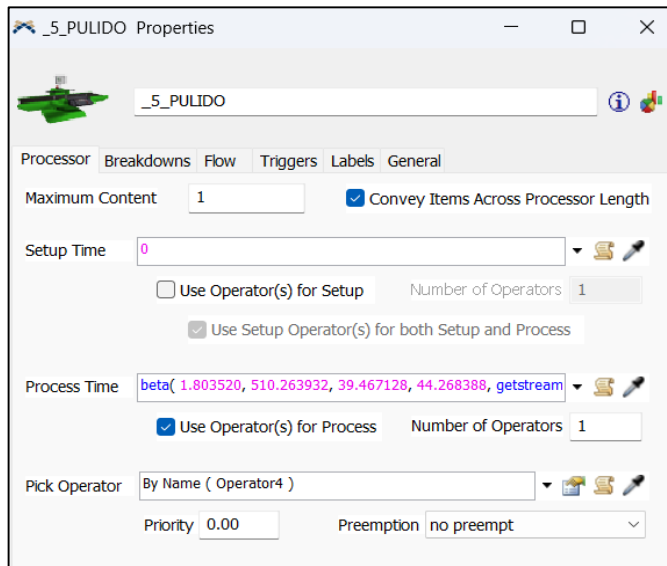
Setup Time Use Operator(s) for Setup Number of Operators
 Use Setup Operator(s) for both Setup and Process

Process Time Use Operator(s) for Process Number of Operators

Pick Operator Priority Preemption



Pulido



Almacenaje

_6_ALMACENAJE Properties

_6_ALMACENAJE

Processor Breakdowns Flow Triggers Labels General

Maximum Content Convey Items Across Processor Length

Setup Time

Use Operator(s) for Setup Number of Operators

Use Setup Operator(s) for both Setup and Process

Process Time

Use Operator(s) for Process Number of Operators

Pick Operator

Priority Preemption

_6_ALMACENAJE Properties

_6_ALMACENAJE

Processor Breakdowns Flow Triggers Labels General

Output

Send To Port

Use Transport

Priority Preemption

Reevaluate Sendto on Downstream Availability

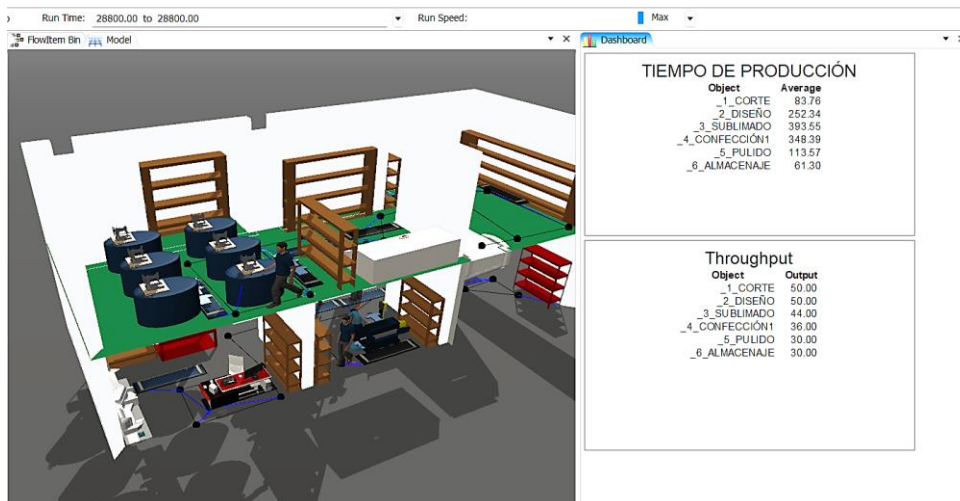
Input

Pull Strategy

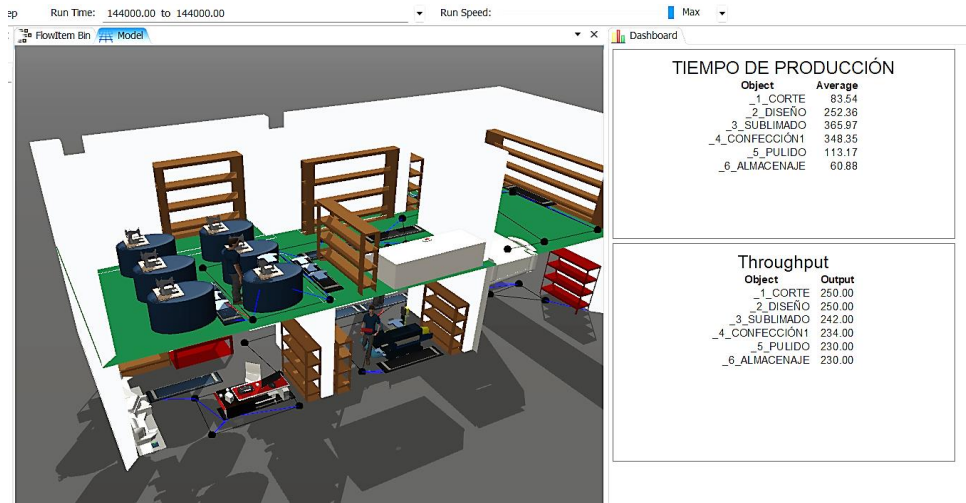
Pull Requirement

6. Resultados de la simulación

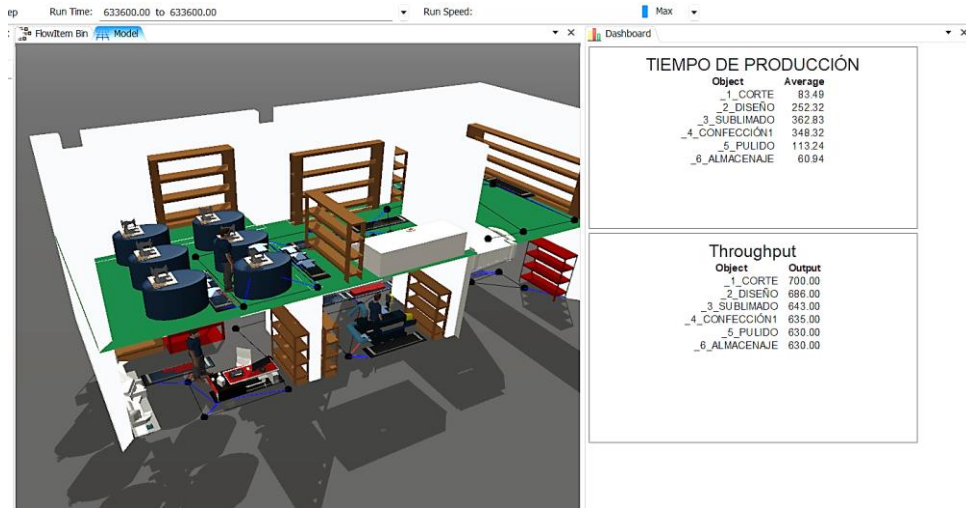
Jornada de trabajo (8 horas)



Semana de trabajo (Una semana)









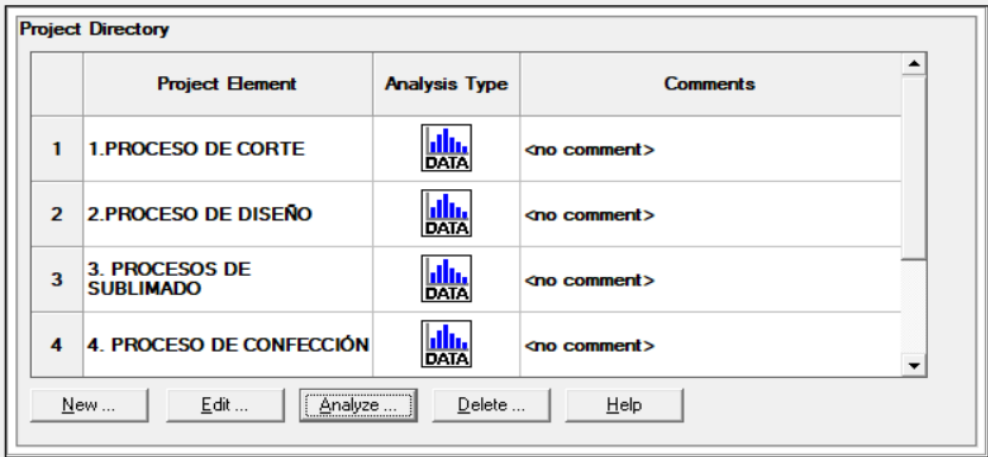












Mes de trabajo (22 días)



Anexo D. Pasos para la elaboración de la simulación propuesta en el software FlexSim

A continuación, la Tabla D1, muestra todos los pasos realizados para programar la simulación en el software FlexSim de la planta de producción.

D1. Simulación de la situación propuesta de la empresa Creaciones Deportivas Andrés

Simulación en software FlexSim																									
1. Números aleatorios																									
Una vez determinado el tiempo estándar, se generó mil números aleatorios en el software Excel de forma que cada tiempo de proceso pueda ser enviado por separado a cada máquina introducida en la simulación.																									
 1. Proceso de Corte.txt  2. Proceso de Diseño.txt  3. Proceso de Sublimado.txt  4. Proceso de Confección.txt  5. Proceso de Pulido.txt  6. Proceso de Almacenaje.txt																									
2. Distribuciones por proceso																									
Los datos aleatorios generados en el software Excel son enviados a la herramienta ExpertFit que se encuentra en FlexSim; los archivos introducidos generan una distribución ajustable a los datos que se ingresan.																									
 <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="4">Project Directory</th> </tr> <tr> <th></th> <th>Project Element</th> <th>Analysis Type</th> <th>Comments</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>1.PROCESO DE CORTE</td> <td></td> <td><no comment></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>2.PROCESO DE DISEÑO</td> <td></td> <td><no comment></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>3. PROCESOS DE SUBLIMADO</td> <td></td> <td><no comment></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>4. PROCESO DE CONFECCIÓN</td> <td></td> <td><no comment></td> </tr> </tbody> </table>		Project Directory					Project Element	Analysis Type	Comments	1	1.PROCESO DE CORTE		<no comment>	2	2.PROCESO DE DISEÑO		<no comment>	3	3. PROCESOS DE SUBLIMADO		<no comment>	4	4. PROCESO DE CONFECCIÓN		<no comment>
Project Directory																									
	Project Element	Analysis Type	Comments																						
1	1.PROCESO DE CORTE		<no comment>																						
2	2.PROCESO DE DISEÑO		<no comment>																						
3	3. PROCESOS DE SUBLIMADO		<no comment>																						
4	4. PROCESO DE CONFECCIÓN		<no comment>																						
3. Una vez que se generó cada distribución, a continuación, se muestra la tabla con todos los datos extraídos del software ExpertFit																									

#	Etapas	Distribución
1	Corte	johnsonbounded(0.004702, 100057491.377744, 1.025590, 0.138107, getstream(current))
2	Diseño	beta(0.024784, 10001812.372329, 0.148139, 0.569058, getstream(current))
3	Sublimado	gamma(0.000000, 14078996.649459, 0.159075, getstream(current))
4	Confección	beta(0.035895, 10005563.063122, 0.154978, 0.624047, getstream(current))
5	Pulido	gamma(0.000000, 176899808.841860, 0.125302, getstream(current))
6	Almacenaje	gamma(0.000000, 174937665.922836, 0.124787, getstream(current))

4. Entorno de simulación

Una vez realizada la distribución de las instalaciones mediante el software AutoCad, se importa el archivo como extensión .dwg y abrir el documento en FlexSim para desarrollar un estudio de forma más técnica en un entorno real.



5. Programación de las máquinas

Corte

_1_CORTE Properties

_1_CORTE

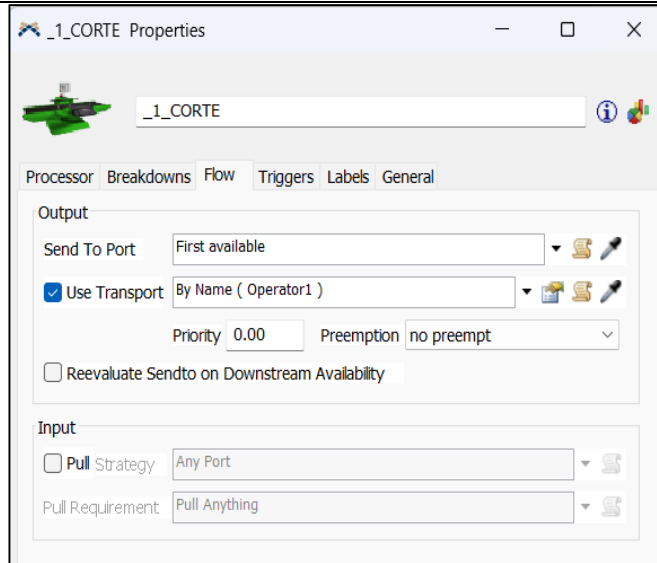
Processor Breakdowns Flow Triggers Labels General

Maximum Content: Convey Items Across Processor Length

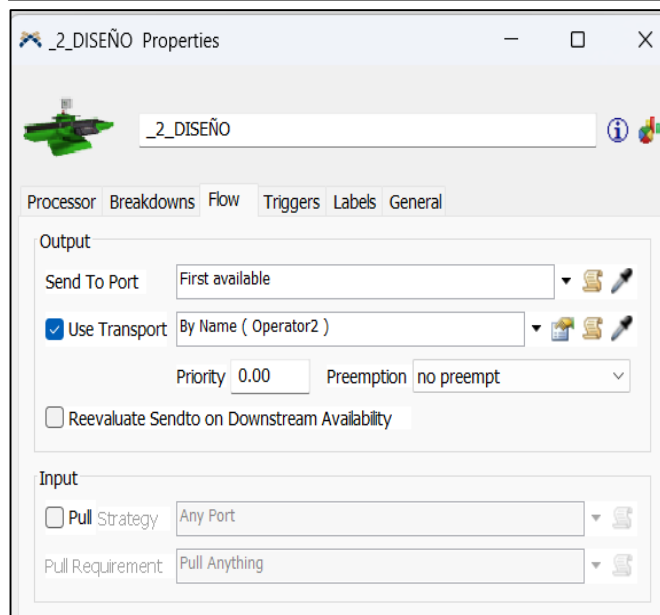
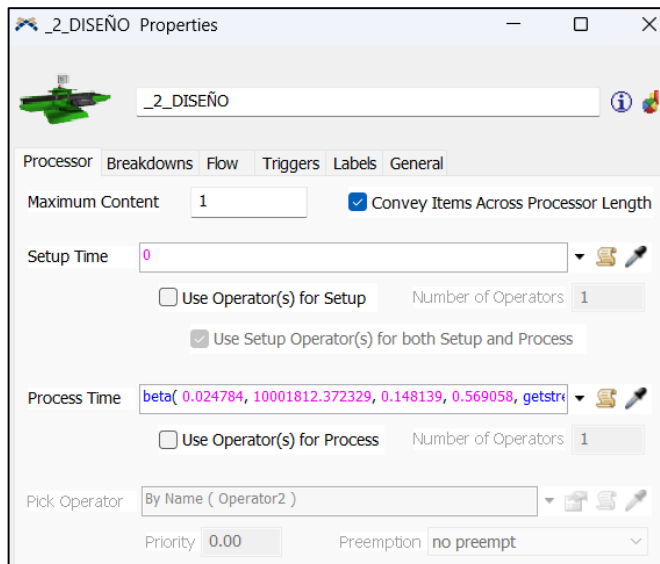
Setup Time: Use Operator(s) for Setup Number of Operators:
 Use Setup Operator(s) for both Setup and Process

Process Time: Use Operator(s) for Process Number of Operators:

Pick Operator: Priority: Preemption:




Diseño





Sublimado

_3_SUBLIMADO Properties





ProcessTimes Breakdowns Combiner Flow Triggers Labels General



Setup Time  

Use Operator(s) for Setup Number of Operators

Use Setup Operator(s) for both Setup and Process


Process Time  

Use Operator(s) for Process Number of Operators

Pick Operator  



Priority Preemption



_3_SUBLIMADO Properties



ProcessTimes Breakdowns Combiner Flow Triggers Labels General

Output

Send To Port  


Use Transport  

Priority Preemption

Reevaluate Sendto on Downstream Availability


Input

Pull

Pull Requirement 



Confección

_4_CONFECCIÓN1 Properties





Processor Breakdowns Flow Triggers Labels General

Maximum Content Convey Items Across Processor Length



Setup Time  

Use Operator(s) for Setup Number of Operators

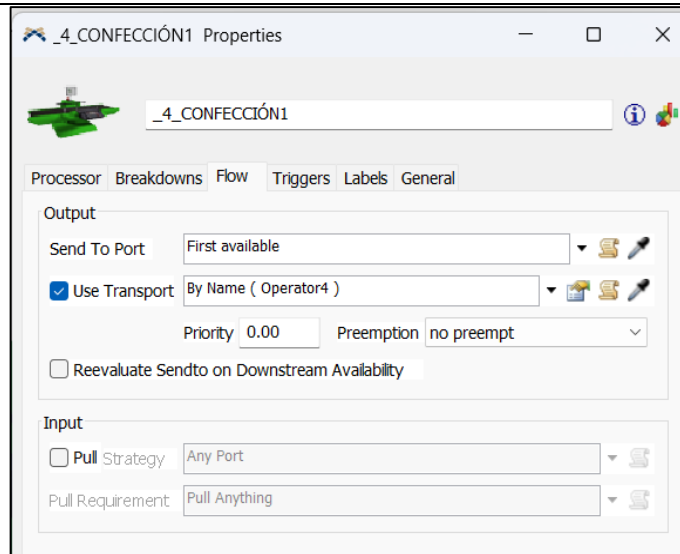
Use Setup Operator(s) for both Setup and Process

Process Time  

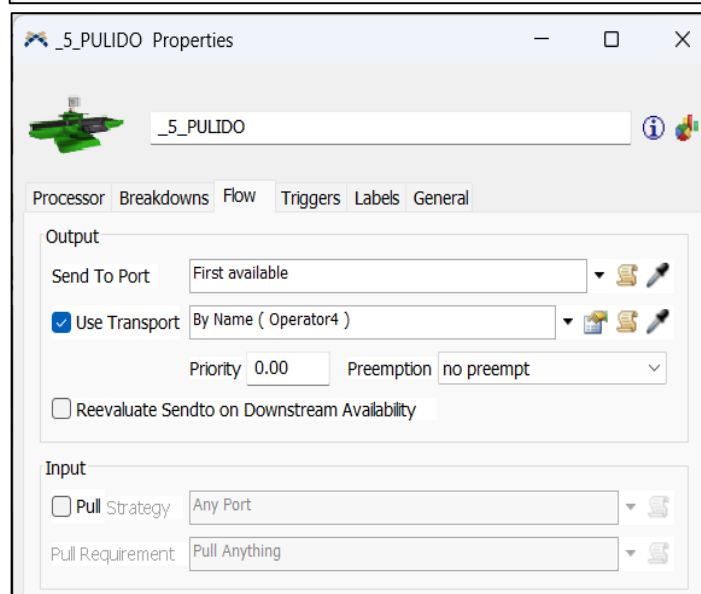
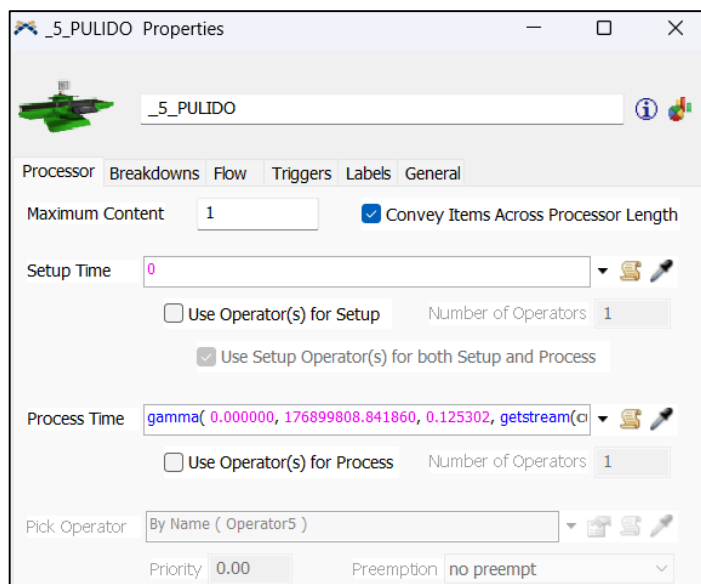
Use Operator(s) for Process Number of Operators

Pick Operator  

Priority Preemption



Pulido



Almacenaje

_6_ALMACENAJE Properties

_6_ALMACENAJE

Processor Breakdowns Flow Triggers Labels General

Maximum Content Convey Items Across Processor Length

Setup Time Use Operator(s) for Setup Number of Operators
 Use Setup Operator(s) for both Setup and Process

Process Time Use Operator(s) for Process Number of Operators

Pick Operator Priority Preemption

_6_ALMACENAJE Properties

_6_ALMACENAJE

Processor Breakdowns Flow Triggers Labels General

Output

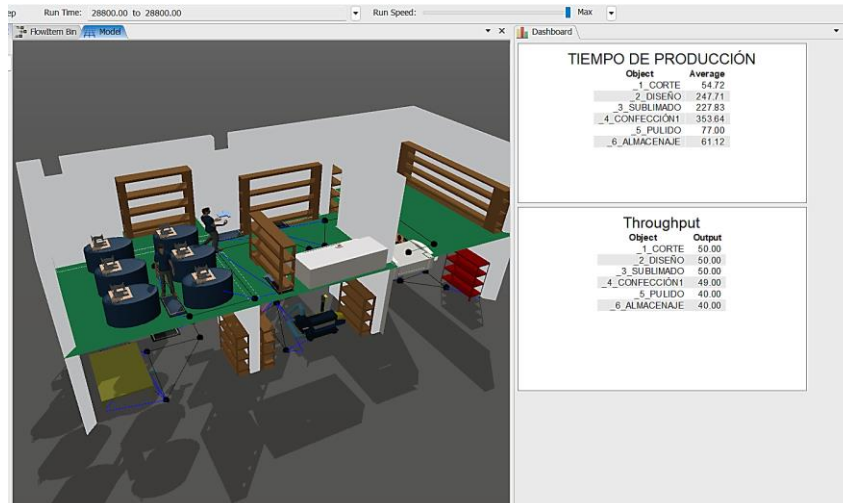
Send To Port Use Transport Priority Preemption
 Reevaluate Sendto on Downstream Availability

Input

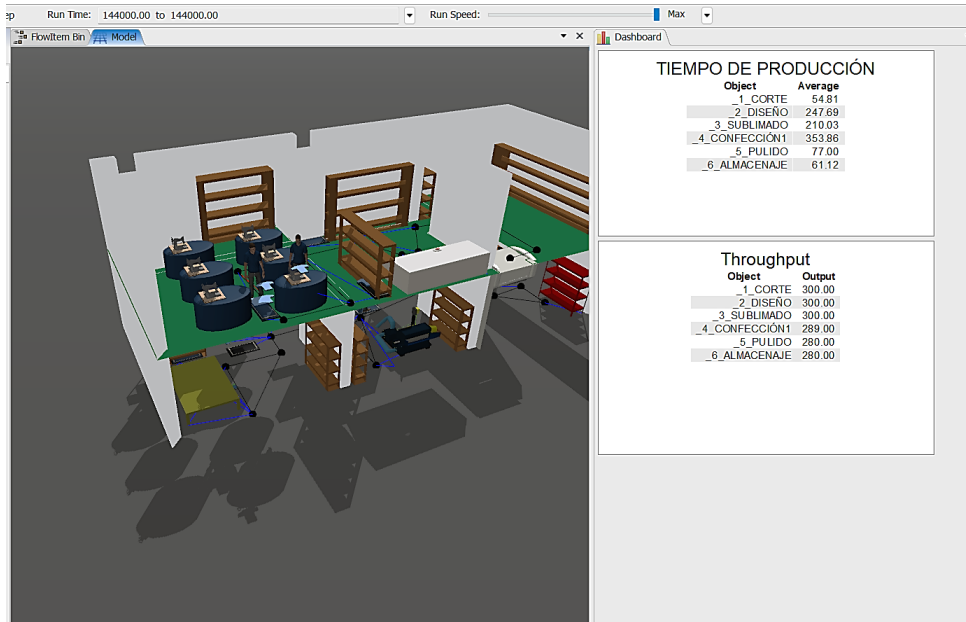
Pull Strategy Pull Requirement

6. Resultados de la simulación

Jornada de trabajo (8 horas)



Semana de trabajo (Una semana)



Mes de trabajo (22 días)

