



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA  
INDOAMÉRICA**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TEMA:**

---

**PROPUESTA PARA LA MEJORA DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN EN LA  
EMPRESA TEXTIL “INDUSTRIA DE TEJIDOS ISRATEX”, UBICADA EN LA  
CIUDAD DE AMBATO.**

---

Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial

**Autor**

Ichina Toapanta Christian Israel

**Tutora**

Mgtr. Cáceres Miranda Lorena Elizabeth

AMBATO – ECUADOR

2025

**AUTORIZACIÓN POR PARTE DE AUTOR PARA LA CONSULTA,  
REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA  
DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.**

Yo Ichina Toapanta Christian Israel declaro ser autor del trabajo de integración curricular con el nombre “PROPUESTA PARA LA MEJORA DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA TEXTIL INDUSTRIA DE TEJIDOS ISRATEX, UBICADA EN LA CIUDAD DE AMBATO”, como requisito para optar al grado de Ingeniero Industrial y autorizo al sistema de Biblioteca de la Universidad Indoamérica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional (RDI – UTI).

Los usuarios del RTI – UTI podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y del exterior, con las cuales la Universidad Indoamérica tenga convenio. La universidad Indoamérica no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo.

Del mismo modo, acepto que los Derechos de Autor, Morales y Patrimoniales, sobre esta obra, serán compartidos entre mi persona y la Universidad Indoamérica, y que no tramitare la publicación de esta obra en ningún otro medio, sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista el potencial de generación de beneficios económicos o patentes, producto de este trabajo, acepto que se deberá firmar convenios específicos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios.

Por constancia de esta autorización, en la ciudad Ambato, a los 05 días del mes de agosto del 2025, firmo conforme:

Autor: Ichina Toapanta Christian Israel.

Firma: \_\_\_\_\_

Número de Cédula: 1805120654

Dirección: Tungurahua, Ambato, Unamuncho, Barrio María del Cisne.

0990461507

## **APROBACIÓN DEL TUTOR.**

En mi calidad de tutor del trabajo de integración curricular “PROPUESTA PARA LA MEJORA DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA TEXTIL INDUSTRIA DE TEJIDOS ISRATEX, UBICADA EN LA CIUDAD DE AMBATO” presentado por Ichina Toapanta Christian Israel para optar por el Título de Ingeniero Industrial.

CERTIFICO.

Que dicho trabajo de Integración Curricular ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte los lectores que se designe.

Ambato 05 de agosto del 2025.

---

Mgtr. Cáceres Miranda Lorena Elizabeth

## **DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD.**

Quien suscribe, declaro que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente trabajo de Integración Curricular, como requerimiento previo para la obtención del Título de Ingeniero Industrial son absolutamente Originales, auténticos y personales y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor.

Ambato 05 de agosto 2025

---

Ichina Toapanta Christian Israel.  
1805120654.

## **APROBACIÓN DE LECTORES.**

El trabajo de Integración Curricular ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, sobre el Tema: PROPUESTA PARA LA MEJORA DEL PROCESO PRODUCTIVO EN LA EMPRESA TEXTIL INDUSTRIA DE TEJIDOS ISRATEX, UBICADA EN LA CIUDAD DE AMBATO, previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial, reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la sustentación del Trabajo de Integración Curricular.

Ambato, 21 de Octubre del 2025.

---

Mgtr. Sánchez Diaz Patricio Eduardo.  
LECTOR.

---

Mgtr. Naranjo Mantilla Olga Marisol.  
LECTOR.

## **DEDICATORIA.**

A Dios y a la Virgen María, por ser mi luz en los momentos de oscuridad, por las bendiciones que han guiado mi camino; a mis padres, cimientos inquebrantables de mi vida, por sus noches en vela, sus sacrificios silenciosos y su amor incondicional.

A mis sobrinos, faros de alegría en los días difíciles, cuyas risas fueron bálsamo para mi alma y me recordaron que la felicidad es símbolo de paz.

Para Isratex, mi segunda piel, empresa familiar que creció conmigo desde que mis manos eran pequeñas para alcanzar las máquinas hasta hoy, que se construye un futuro. Gracias por ser mi escuela de vida, mi sustento y el legado que cuidaré con orgullo.

En especial, a mis abuelitos: “Mamita Carna“, “Papito Matias”, “Mamita Bacha”, y en el cielo a “Papito Miguel”

*Christian Israel Ichina Toapanta.*

## **AGRADECIMIENTO.**

Expreso mi sincero agradecimiento a la Universidad Tecnológica Indoamérica por confiar en mis capacidades y brindarme la oportunidad de desarrollar nuevas tecnologías, así como por permitirme representar a la institución en distintas competencias, experiencias que fortalecieron significativamente mi formación académica y profesional.

A todas las personas e instituciones que, de manera directa o indirecta, aportaron al desarrollo de esta propuesta, brindándome oportunidades para crecer como profesional.

*¡Gracias!*

## ÍNDICE DE CONTENIDO

AUTORIZACIÓN POR PARTE DE AUTOR PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	ii
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	iii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD.....	iv
APROBACIÓN DE LECTORES.....	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xiv
ÍNDICE IMÁGENES.....	xv
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	xvii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xx
RESUMEN EJECUTIVO.....	xxi
ABSTRACT.....	xxii

## CAPÍTULO I

### INTRODUCCIÓN

Antecedentes.....	3
Justificación.....	4
Objetivo general.....	5
Objetivos Específicos.....	5

## **CAPÍTULO II**

### **INGENIERÍA DEL PROYECTO**

Diagnóstico de la situación actual. ....	6
Perfil de la empresa.....	6
Distribución del personal en la empresa. ....	7
Portafolio de productos. ....	8
Elaboración de la tela.....	16
Estudio de tiempos de producción. ....	25
Diagrama de flujo del proceso de los chalecos elaborados en tela de tejido jersey. ..	40
Diagnóstico del cuello de botella (secado). ....	43
Características técnicas de la tela.....	47
Características del vapor generado actualmente. ....	51
Modelo operativo.....	72
Desarrollo del modelo operativo. ....	73

## **CAPÍTULO III**

### **PROPUESTA Y RESULTADOS ESPERADOS**

CAPÍTULO III.....	ix
Presentación de la propuesta.....	76
Desarrollo de la propuesta. ....	76
Propuesta para mejorar el factor de vaporización.....	78
Propuesta para reducir el tiempo de secado de la prenda. ....	81
Resultados esperados. ....	109
Diagrama de flujo respecto a la mejora de la propuesta (Secado).....	112
Generación del vapor en la etapa de prensado.....	113

Cronograma de actividades. ....	119
Análisis de costos. ....	119
“Cuva S” .....	123

## **CAPÍTULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Conclusiones.....	124
Recomendaciones. ....	125
Literatura citada.....	127
Anexos.....	130

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Perfil de Isratex.....	6
<b>Tabla 2.</b> Distribución del personal en la empresa.....	7
<b>Tabla 3.</b> Suéteres en tejido en llano de acrílico en título 2/40 HB. ....	8
<b>Tabla 4.</b> Chalecos en tejido jersey de acrílico en Título 2/40 HB.....	9
<b>Tabla 5.</b> Puños y cuellos tejido en acrílico de Título 1/36. ....	9
<b>Tabla 6.</b> Puños tejidos en acrílico en título 1/36.....	10
<b>Tabla 7.</b> Binchas tejido en acrílico en título 1/36. ....	10
<b>Tabla 8.</b> Procesos productivos para la elaboración de los chalecos. ....	13
<b>Tabla 9</b> Medida de la tela para los cuerpos.....	20
<b>Tabla 10.</b> Medida para los cuellos. ....	21
<b>Tabla 11.</b> Medidas para las binchas.....	21
<b>Tabla 12.</b> Observaciones preliminares en la actividad de “Parafinado”.....	26
<b>Tabla 13.</b> Registro de tiempos observados en la actividad de parafinado (minutos). ...	27
<b>Tabla 14.</b> Ecuaciones estadísticas.....	28
<b>Tabla 15.</b> Análisis estadístico de las muestras.....	30
<b>Tabla 16.</b> Registro de tiempos observados. ....	31
<b>Tabla 17.</b> Evaluación de Promedios, Dispersión y Variabilidad.....	32
<b>Tabla 18.</b> Habilidad .....	33
<b>Tabla 19.</b> Esfuerzo requerido.....	34
<b>Tabla 20.</b> Condiciones ambientales. ....	34
<b>Tabla 21.</b> Consistencia en el desempeño. ....	35
<b>Tabla 22.</b> Factor de valoración para la actividad de parafinado. ....	35
<b>Tabla 23.</b> Factores de valoración para el proceso productivo. ....	36
<b>Tabla 24.</b> Suplementos .....	39
<b>Tabla 25</b> Tiempos normales y suplementos de cada actividad.....	39

<b>Tabla 26</b>	Resumen de tiempos y variabilidad por actividad.....	40
<b>Tabla 27.</b>	Resumen del diagrama de curso de las actividades de planchado y secado..	43
<b>Tabla 28.</b>	Gravedad.....	44
<b>Tabla 29.</b>	Urgencia .....	44
<b>Tabla 30.</b>	Tendencia. ....	45
<b>Tabla 31.</b>	Calificación de las causas.....	45
<b>Tabla 32.</b>	Clasificación de las causas de acuerdo con su calificación.....	46
<b>Tabla 33.</b>	Cálculo de los acumulados y porcentajes.....	46
<b>Tabla 34.</b>	Puntos de densidad. ....	48
<b>Tabla 35.</b>	Diferencia de densidades entre la maquina galga 12 y galga 10.....	48
<b>Tabla 36.</b>	Diferencia de telas elaboradas según el tipo de galgas.....	50
<b>Tabla 37.</b>	Medición de lúmenes en cada muestra.....	51
<b>Tabla 38.</b>	Ecuaciones para analizar la situación actual del vaporizador.....	53
<b>Tabla 39.</b>	Energía útil disponible del GLP. ....	58
<b>Tabla 40.</b>	Parámetros de suministro de los fogones .....	59
<b>Tabla 41.</b>	Ecuaciones para conocer la energía generada en el sistema actual.....	60
<b>Tabla 42.</b>	Área de estudio.....	72
<b>Tabla 43.</b>	Parámetros necesarios.....	78
<b>Tabla 44.</b>	Datos iniciales del sistema.....	87
<b>Tabla 45.</b>	Formulario para conocer la interacción del vapor con la cámara.....	88
<b>Tabla 46.</b>	Tubería nominal (ASME B36.10).....	91
<b>Tabla 47.</b>	Formulario para diseñar la distribución del vapor.....	95
<b>Tabla 48.</b>	Mejora de la actividad de secado.....	108
<b>Tabla 49.</b>	Comparativa del tiempo de proceso actual vs el propuesto. ....	111
<b>Tabla 50.</b>	Tiempo de secado en el proceso actual. ....	111
<b>Tabla 51.</b>	Interacción de la prenda con el vapor.....	111

<b>Tabla 52.</b> Comparación del vapor generado en el proceso actual vs el propuesto. ....	114
<b>Tabla 53.</b> Cronograma de actividades. ....	119
<b>Tabla 54.</b> Análisis de costos. ....	120
<b>Tabla 55.</b> Crecimiento gradual del Gasto. ....	123

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1.</b> Mapa de procesos de Isratex.....	11
<b>Gráfico 2.</b> Venta anual 2024.....	12
<b>Gráfico 3.</b> Estructura jerárquica en la elaboración de chalecos tejidos en jersey.....	13
<b>Gráfico 4.</b> Diagrama de flujo para la elaboración de la tela .....	16
<b>Gráfico 5.</b> Diagrama de flujo para la conformación de las piezas.....	19
<b>Gráfico 6.</b> Plantilla de chaleco talla 26.....	22
<b>Gráfico 7.</b> Diagrama de flujo para la confección y terminados.....	23
<b>Gráfico 8.</b> Diagrama de operaciones del proceso actual.....	41
<b>Gráfico 9.</b> Diagrama de curso .....	42
<b>Gráfico 10.</b> Diagrama de Ishikawa de la actividad de secado. ....	43
<b>Gráfico 11.</b> Priorización de las causas .....	47
<b>Gráfico 12.</b> Tiempo de secado .....	71
<b>Gráfico 13.</b> Modelo operativo.....	72
<b>Gráfico 14.</b> Generación del vapor seco .....	77
<b>Gráfico 15.</b> Distribución del calor sobre la superficie.....	86
<b>Gráfico 16.</b> Inyección del vapor húmedo en la cámara de almacenamiento. ....	94
<b>Gráfico 17.</b> Velocidad de inyección del vapor en la cámara de almacenamiento. ....	95
<b>Gráfico 18.</b> Interfax CX – Programer .....	105
<b>Gráfico 19.</b> Simulación en tiempo real de la Interfax CX – Programer. ....	106
<b>Gráfico 20.</b> Diagrama de curso de la propuesta.....	109
<b>Gráfico 21.</b> Diagrama de bloques de la propuesta en la línea de producción.....	110
<b>Gráfico 22.</b> Diagrama de curso de la propuesta con el rediseño .....	113
<b>Gráfico 23.</b> Curva S: Flujo Acumulado de Desembolso de Divisas.....	123

## ÍNDICE IMÁGENES

<b>Imagen 1.</b> Layout de la empresa .....	7
<b>Imagen 2.</b> Portafolio de productos de temporada. ....	8
<b>Imagen 3.</b> Insumos textiles. ....	8
<b>Imagen 4.</b> Chalecos en jersey .....	12
<b>Imagen 5.</b> Lubricación del hilo .....	17
<b>Imagen 6.</b> Descripción de la Tela en tejido tipo jersey con una faja al 1x1.....	17
<b>Imagen 7.</b> Descripción de un puño tejido al 1x1 .....	18
<b>Imagen 8.</b> Partes del chaleco .....	20
<b>Imagen 9.</b> Tolerancia de corte al coser las piezas.....	24
<b>Imagen 10.</b> Partes a ser rematas y cortadas .....	24
<b>Imagen 11.</b> Efecto térmico de memoria.....	25
<b>Imagen 12.</b> Secado y doblado de la prenda .....	25
<b>Imagen 13.</b> Prueba práctica de luminosidad.....	50
<b>Imagen 14.</b> Máquina de planchado y prensado actualmente .....	51
<b>Imagen 15.</b> Diagrama T- V a presión constante. ....	52
<b>Imagen 16.</b> Dispersión del vapor .....	53
<b>Imagen 17.</b> Estructura base para la ubicación de los fogones .....	86
<b>Imagen 18.</b> Distribución del calor en el recipiente de calefacción.....	87
<b>Imagen 19.</b> Acople entre la cámara de vapor y la de almacenamiento.....	90
<b>Imagen 20.</b> Ubicación del acople entre la generación y el almacenamiento .....	91
<b>Imagen 21.</b> Ensamble del sistema de distribución.....	102
<b>Imagen 22.</b> Distribución de las moléculas por el sistema de conducción .....	103
<b>Imagen 23.</b> Sistema ensamblado.....	103
<b>Imagen 24.</b> Programas de Simulación .....	104
<b>Imagen 25.</b> Interfaz de activación del sistema.....	106

<b>Imagen 26.</b> Ventanas auxiliares del sistema .....	107
<b>Imagen 27.</b> Simulación en tiempo real entre el CX – Programer - CX Designer .....	108

## ÍNDICE DE ECUACIONES

<b>Ecuación 1.</b> Cálculo del número de observaciones. (Kanawaty, 2013).....	26
<b>Ecuación 2.</b> La media aritmética. ....	28
<b>Ecuación 3.</b> La desviación estándar.....	28
<b>Ecuación 4.</b> El coeficiente de variación.....	28
<b>Ecuación 5.</b> Tiempo normal.....	33
<b>Ecuación 6.</b> Factor de valoración .....	35
<b>Ecuación 7.</b> Tiempo estándar.....	38
<b>Ecuación 8.</b> Densidad de puntos en el área de un tejido.....	48
<b>Ecuación 9.</b> Opacidad de los tejidos .....	49
<b>Ecuación 10.</b> Volumen. ....	53
<b>Ecuación 11.</b> Masa.....	53
<b>Ecuación 12.</b> Balance energético.....	54
<b>Ecuación 13.</b> Vaporización parcial del agua.....	54
<b>Ecuación 14.</b> Energía total requerida.....	54
<b>Ecuación 15.</b> Tiempo para obtener el vapor húmedo. ....	54
<b>Ecuación 16.</b> Energía térmica útil.....	55
<b>Ecuación 17.</b> Potencia térmica útil. ....	55
<b>Ecuación 18.</b> Energía disponible del GLP.....	55
<b>Ecuación 19.</b> Fracción de evaporación. ....	55
<b>Ecuación 20.</b> Número de moles.....	56
<b>Ecuación 21.</b> Masa de vapor generado .....	60
<b>Ecuación 22.</b> Masa de vapor seco (no moja).....	61
<b>Ecuación 23.</b> Masa de líquido en suspensión .....	61
<b>Ecuación 24.</b> Número de moléculas (usando constante de Avogadro) .....	61
<b>Ecuación 25.</b> Volumen del vapor (Ecuación del gas ideal).....	61

<b>Ecuación 26.</b> Densidad molecular del vapor .....	61
<b>Ecuación 27.</b> Número de moléculas de agua líquida retenidas en el tejido.....	62
<b>Ecuación 28.</b> Equivalencia en masa de agua retenida. ....	62
<b>Ecuación 29.</b> Masa de agua por prenda .....	62
<b>Ecuación 30.</b> Moléculas por prenda.....	63
<b>Ecuación 31.</b> Área efectiva .....	63
<b>Ecuación 32.</b> Tiempo de secado por prenda (evaporación natural).....	63
<b>Ecuación 33.</b> Flujo másico del vapor.....	88
<b>Ecuación 34.</b> Cálculo del volumen específico del vapor.....	88
<b>Ecuación 35.</b> Caudal volumétrico del vapor.....	88
<b>Ecuación 36.</b> Cálculo del diámetro del orificio .....	88
<b>Ecuación 37.</b> Número de prendas. (Crane Co., 2018) .....	92
<b>Ecuación 38.</b> Cantidad de vapor suministrado. (Crane Co., 2018) .....	93
<b>Ecuación 39.</b> Área efectiva de contacto del tejido.....	95
<b>Ecuación 40.</b> Volumen de vapor necesario por prenda. ....	96
<b>Ecuación 41.</b> Caudal volumétrico por prenda. ....	96
<b>Ecuación 42.</b> Separación entre ductos. ....	96
<b>Ecuación 43.</b> Número de orificios. ....	96
<b>Ecuación 44.</b> Caudal por ducto.....	97
<b>Ecuación 45.</b> Caudal por orificio.....	97
<b>Ecuación 46.</b> Densidad de flujo (Yunus & Michael , 2015).....	101
<b>Ecuación 47.</b> Tiempo de ocio (Palacios Acero , 2016).....	114
<b>Ecuación 48.</b> Factor de valoración (Palacios Acero , 2016).....	115
<b>Ecuación 49.</b> Porcentaje de reducción (Palacios Acero , 2016) .....	115
<b>Ecuación 50.</b> Número de ciclos (Brandon, 2025).....	116
<b>Ecuación 51.</b> Producción total en la jornada. (Brandon, 2025).....	116

<b>Ecuación 52.</b> Incremento de la producción. (Palacios Acero , 2016).....	117
---	-----

## ÍNDICE DE ANEXOS.

<b>Anexo 1.</b> Certificado. ....	147
<b>Anexo 2.</b> Toma de tiempos. ....	131
<b>Anexo 3.</b> Propiedades del G.L.P. ....	140
<b>Anexo 4.</b> Dimensiones de la tubería.....	141
<b>Anexo 5.</b> Interfaz de control.....	142

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA.  
FACULTAD DE INGENIERÍAS.**

**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL.**

**TEMA: PROPUESTA PARA LA MEJORA DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA TEXTIL “INDUSTRIA DE TEJIDOS ISRATEX”, UBICADA EN LA CIUDAD DE AMBATO.**

**Autor:** Ichina Toapanta Christian Israel.

**Tutora:** Mgtr. Cáceres Miranda Lorena Elizabeth.

**RESUMEN EJECUTIVO.**

La presente propuesta tiene como objetivo general proponer la mejora del proceso de producción en la empresa textil Industria de Tejidos Isratex, ubicada en la ciudad de Ambato. A través del estudio de tiempos se detectó que el cuello de botella del proceso es la actividad de secado por vaporización, cuya principal causa de retraso es la espera prolongada hasta que la prenda se seque completamente. Para identificar las causas del problema, se aplicaron herramientas como el diagrama de Ishikawa y la matriz GUT, cuyos resultados señalaron como principales factores: variaciones en las características técnicas de la tela (28,27%), especificaciones inconsistentes (14,13%), y desaprovechamiento tecnológico (12,72%), representando en conjunto un 55,12% de la problemática. Con base en este diagnóstico, se propuso el rediseño de la máquina de planchado y la implementación de un sistema de control automatizado de temperatura con PLC y HMI, con el fin de optimizar el secado y mejorar la calidad del vapor. Gracias a esta mejora, el factor de vaporización aumentó de 0,46 a 0,90 y el tiempo de secado se redujo de aproximadamente 4 horas a 43 minutos, logrando una mejora del 82% en eficiencia. Así mismo, se incrementó la capacidad de absorción de vapor húmedo: en galga 10 se redujo la retención de 94 a 27 gramos y en galga 12 de 17 a 5 gramos, generando un incremento del 70% en la eficiencia de secado. Aunque la producción total de vapor disminuyó levemente (-2,17%), el vapor seco aumentó un 91,37% y el vapor líquido se redujo en un 80%, reflejando una mejora integral del proceso productivo.

**Descriptor:** chaleco, galga, proceso productivo, vapor seco, vapor húmedo

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA.  
FACULTAD DE INGENIERÍAS.**

**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL.**

**TOPIC: PROPOSAL FOR THE IMPROVEMENT OF THE PRODUCTION PROCESS AT THE TEXTILE COMPANY “INDUSTRIA DE TEJIDOS ISRATEX,” LOCATED IN THE CITY OF AMBATO.**

**Autor:** Ichina Toapanta Christian Israel.

**Tutora:** Mgtr. Cáceres Miranda Lorena Elizabeth.

**ABSTRACT.**

This research aims to enhance the production process at "Industria de Tejidos Isratex" in Ambato, Ecuador. A time-motion study identified the bottleneck in the vaporization drying stage, primarily caused by prolonged waiting times for garments to dry completely. Root cause analysis using Ishikawa diagrams and the GUT matrix revealed key factors: variations in fabric technical characteristics (28.27%), inconsistent specifications (14.13%), and underutilized technology (12.72%), collectively accounting for 55.12% of the issue. To address this, a redesign of the ironing machine and the implementation of an automated temperature control system (PLC and HMI) were proposed, optimizing drying efficiency and steam quality. The improvements increased the vaporization factor from 0.46 to 0.90 and reduced drying time from 4 hours to 43 minutes (82% efficiency gain). Additionally, moisture absorption efficiency improved: retention decreased from 94g to 27g (gauge 10) and from 17g to 5g (gauge 12), enhancing drying efficiency by 70%. While total steam production decreased slightly (2.17%), dry steam production increased by 91.37%, and liquid steam production dropped by 80%, demonstrating comprehensive process optimization.

**Keywords:** dry steam, gauge, production process, vest, wet steam

## CAPÍTULO I

### INTRODUCCIÓN

#### **Introducción.**

La mejora de los procesos de producción parte de identificar las acciones que no generan valor, reducir costos e incrementar la calidad del producto final. Sin embargo, en la industria textil a largo de la historia, se han implementado diversas innovaciones en este sector, como el telar de Jacquard, que revolucionó la producción de tejidos complejos, y las contribuciones de Kiichiro Toyoda, quien destacó por su enfoque en la mejora continua. Estos avances no solo transformaron la industria textil, sino que también sentaron las bases para metodologías modernas en la eficiencia operativa (Socconini Pérez Gómez, 2019).

En el mundo, Asia se ha consolidado en el epicentro de la industria textil, países como China, India, Bangladesh y Vietnam lideran la producción y exportación de textiles y confecciones, combinando la mano de obra especializada con tecnología avanzada, lo que ha permitido mantener costos competitivos y altos estándares de calidad. (Martín Martínez , 2020)

En países como Portugal se han implementado metodologías de mejora continua y manufactura esbelta lo que ha demostrado ser una estrategia efectiva para optimizar los procesos de producción en la industria textil, logrando mejoras significativas en eficiencia, calidad y flexibilidad operativa lo que revela que las herramientas como 5S, Value Stream Mapping (VSM), entre otras permiten rediseñar flujos de trabajo, eliminar

cuellos de botella y reducir las actividades que no agregan valor, lo que se traduce en ciclos de producción eficientes y un aprovechamiento de recursos (Luzuriaga Velasquez, Luzuriaga-Eyzaguirre, Algoner, & Luque Sanca, 2023).

En América Latina se refleja un desarrollo heterogéneo condicionado por la dinámica regional. Países como México, Perú, Colombia y Brasil han impulsado redes productivas que integran desde el cultivo de fibras naturales hasta la confección y exportación de prendas, aprovechando su inserción en tratados comerciales y la demanda creciente en mercados internacionales. Sin embargo, persisten limitaciones estructurales como la informalidad laboral, el rezago tecnológico y la fragmentación del sector, lo que obliga a las empresas a buscar innovación, sostenibilidad y alianzas estratégicas para mantener su competitividad frente a un escenario global en constante transformación (Delta maquinas Texteis, 2022).

En Ecuador, la industria textil es una de las áreas que contribuye al crecimiento económico del sector manufacturero, especialmente en las empresas ubicadas en Pichincha, Tungurahua, Guayas e Imbabura, estas empresas se destacan en el área de confección, hilado y tejeduría (Vásconez, 2025). Entre las empresas destacadas en este sector se encuentran Texasas S.A., Delltex Industrial S.A., Industrial Textilana S.A., entre otras (Asociación de Industriales Textiles del Ecuador, 2025). Por ello, esta propuesta se enfocará en proponer mejoras para el proceso productivo, con el fin de garantizar la calidad del producto final.

Isratex es una pequeña empresa ubicada en la ciudad de Ambato, provincia de Tungurahua, especializada en la fabricación de tejidos (llano, jersey, punto y jacquard), así como la producción de cuellos, fajas, puños, binchas y la confección de uniformes escolares. Aunque la empresa cuenta con procesos semiestandarizados en su entorno productivo, por su naturaleza semiindustrial y artesanal ha generado ineficiencias que consumen recursos y afectan la calidad del producto final.

En este contexto, el presente trabajo de titulación tiene como objetivo mejorar el proceso productivo de Isratex, con un especial enfoque en la fabricación de prendas elaboradas en tejido en jersey. Con esto se busca elevar la calidad del producto final y ofrecer una solución efectiva a los problemas identificados, contribuyendo así a mejorar la

competitividad de la empresa en el mercado. Más allá de resolver las ineficiencias actuales, esta propuesta pretende sentar las bases para una cultura de mejora continua que garantice la competitividad de Isratex a largo plazo.

### **Antecedentes**

Isratex es una pequeña empresa ubicada en la ciudad de Ambato, provincia de Tungurahua, dedicada a la fabricación de prendas de vestir para hombres, mujeres, niños y bebés, utilizando tanto telas tejidas como no tejidas. Su portafolio incluye uniformes escolares, ropa de trabajo y otras prendas. Fundada en 1995, la empresa comenzó produciendo ropa de bebé tejida en lana, comercializada en ciudades como Ambato, Riobamba y Cuenca.

Con el aumento de la demanda, Isratex amplió su oferta al incorporar prendas escolares en tejido plano y Jacquard. En 2009, debido al crecimiento del mercado, la empresa modernizó su modelo de producción, reemplazando las máquinas rectilíneas por máquinas circulares. Este cambio facilitó la transición del tejido plano al tejido de punto y Jacquard, lo que permitió expandir la distribución hacia el centro del país. Sin embargo, una crisis financiera obligó a suspender las operaciones de la empresa.

En 2023, Isratex reanudó sus operaciones en el barrio María del Cisne, parroquia Unamuncho, en la ciudad de Ambato. Como parte de su proceso de reingeniería productiva, la empresa optimizó el flujo de trabajo y reincorporó el uso de máquinas rectilíneas por su flexibilidad y eficiencia en la producción. Asimismo, diversificó su portafolio con nuevas líneas como tejido en jersey, cuellos, fajas, puños y binchas, lo que permitió incrementar la capacidad instalada y ampliar su cobertura de distribución a nivel nacional.

A pesar de su larga trayectoria y experiencia en el mercado, Isratex enfrenta desafíos significativos en la mejora de sus procesos productivos. Estas deficiencias impactan directamente en la calidad de los productos, siendo estos evidentes por los problemas recurrentes de devoluciones y descartes, principalmente relacionados con defectos en el prensado (opacidad y alteración superficial por exceso de calor). Además, la empresa no

ha implementado herramientas de mejora continua para optimizar la eficiencia del proceso.

En base a estos antecedentes, se propone optimizar el proceso de fabricación de prendas elaboradas en tejidos de tipo jersey dado que representan la principal fuente de ingresos de la empresa durante el último año, gracias a los contratos establecidos con asociaciones, distribuidoras y locales comerciales.

### **Justificación**

Esta propuesta es **importante** porque busca mejorar el sistema de producción, así como la flexibilidad necesaria para adaptarse a los cambios en la demanda del cliente en un entorno empresarial dinámico donde las necesidades de los consumidores evolucionan continuamente.

El enfoque de esta propuesta genera **impacto** al permitir identificar las tareas que generan no conformidades. Esto optimiza el uso de recursos al priorizar los procesos que generan cuellos de botella (Espera en el tiempo de secado), lo que fortalecerá la posición de la empresa en el mercado mediante entregas oportunas con calidad consistente. Como resultado, se incrementa la fidelización de clientes. Además, el modelo es escalable y puede implementarse en otras líneas de producción o empresas del sector textil.

Adicional, esta propuesta es **útil** por que proporciona una comprensión profunda del comportamiento de la empresa y sus métodos de trabajo. Con esta información, se propone mejorar la disponibilidad del producto final. Al presentar los hallazgos a la gerencia, se brindarán datos claves sobre las falencias presentes en las tareas del proceso, lo que permitirá tomar decisiones informadas y estratégicas para optimizar las operaciones.

Los **beneficiarios** de esta propuesta como lo son; el personal administrativo, los operarios de Industria de Tejidos Isratex y el consumidor final, al gestionar y obteniendo productos a tiempo y gestionar de mejor forma las no conformidades, lo que no solo incrementará las ganancias de la empresa, sino que también fortalecerá la fidelización de los clientes.

Finalmente, la **factibilidad** de esta propuesta está asegurada debido a la cercanía con la empresa y su actividad productiva, lo que facilita la recopilación de información en cualquier momento. Además, se dispone de los recursos bibliográficos necesarios y el respaldo de los docentes, lo que garantiza tanto el éxito de la investigación como su aplicación práctica a futuro en la empresa.

### **Objetivo general**

Proponer la mejora del proceso de producción en la empresa textil “Industria de Tejidos Isratex”, ubicada en la ciudad de Ambato.

### **Objetivos Específicos**

Diagnosticar la situación actual del proceso de producción de chalecos tejidos en la empresa Industria de Tejidos Isratex. Identificando cuellos de botella y desperdicios que afectan la productividad.

Analizar las variables técnicas, operativas y de calidad que inciden en el rendimiento del proceso, mediante herramientas de ingeniería industrial y estudios de tiempos, con el fin de establecer áreas prioritarias de mejora.

Diseñar una solución tecnológica que optimice el proceso de vaporización y secado del producto, incorporando automatización y control, con el propósito de mejorar la eficiencia y calidad en la producción.

## CAPÍTULO II

### INGENIERÍA DEL PROYECTO

#### **Diagnóstico de la situación actual.**

Isratex es una pequeña empresa textil fundada en 1995 y reactivada en 2023, ubicada en Ambato, Tungurahua, Ecuador. Especializada en la producción de textiles, distribuye sus productos a nivel nacional. Actualmente, cuenta con 8 trabajadores directos y complementa su operación con maquilas externas para la confección.

#### **Perfil de la empresa.**

En la Tabla 1 se presenta el perfil de la empresa.

**Tabla 1.** Perfil de Isratex.

<b>INFORMACIÓN GENERAL</b>
<b>• Razón Social: Industria de Tejidos Isratex</b>
<b>• Ubicación:</b>
- Sector: Unamuncho
- Dirección: Lot. Samanga, Barrio María del Cisne, Calle D y L
- Ciudad/Provincia: Ambato, Tungurahua
<b>• Operaciones:</b>
- Actividad: Fabricación textil (RUC)
- Especialidad: Uniformes escolares y ropa de trabajo
<b>• Estructura:</b>
- Representante: Erika Johana Ichina Toapanta

## INFORMACIÓN GENERAL

### • Razón Social: Industria de Tejidos Isratex

- Plantilla: 8 empleados

- Horario: L-V 8:00-17:00

**Fuente:** Industria de tejidos Isratex.

**Elaborado por:** Ichina Toapanta Christian (2025).

### Distribución del personal en la empresa.

Isratex opera con ocho empleados distribuida en tres áreas; administración (gestión de recursos), producción (transformación de insumos) y distribución (entrega de productos). esta estructura se detalla en la Tabla 2.

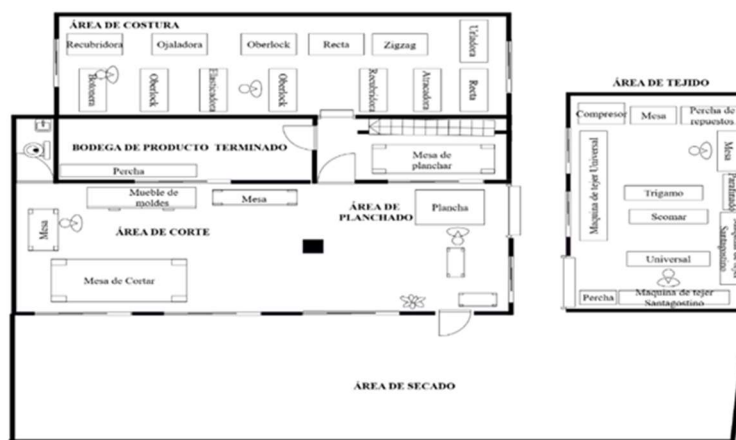
**Tabla 2.** Distribución del personal en la empresa.

Área	N. Personal		Total
	Masculino	Femenino	
Administrativa	1	0	1
Producción	4	2	6
Distribución	1	0	1

**Fuente:** Industria de tejidos Isratex.

**Elaborado por:** Ichina Toapanta Christian (2025).

La Imagen 1 muestra el layout que delimita las áreas donde se ejecuta el proceso productivo.



**Imagen 1.** Layout de la empresa

**Elaborado por:** Ichina Toapanta Christian (2025).

### Portafolio de productos.

Al ser una empresa de producción desarrolla una variedad de textiles según las diferentes épocas del año como se indica en la Imagen 2 e Imagen 3.



Tejido en llano  
Temporada de la  
Sierra



Tejido en jersey  
Temporada de la costa



Tejido en Jacquard y  
punto  
Temporada Navideña

**Imagen 2.** Portafolio de productos de temporada.

**Elaborado por:** Ichina Toapanta Christian (2025).



Fajas



Binchas



Cuellos v puños

**Imagen 3.** Insumos textiles.

**Elaborado por:** Ichina Toapanta Christian (2025).

### Portafolio de productos de temporada.

Al existir productos de temporada se opera bajo pedido, por lo que se optimiza el uso de la materia prima y su rendimiento en la producción. En la Tabla 3 y la Tabla 4 se presenta la información sobre los suéteres tejidos en punto llano y los chalecos elaborados en punto jersey, especificando las tallas disponibles, la cantidad de material requerido para su confección y el número de unidades obtenidas.

**Tabla 3.** Suéteres en tejido en llano de acrílico en título 2/40 HB.

Talla	Material empleado (g)	Unidades
26	100	4
28	216	1

30	207	1
32	231	1
34	275	1
36 – XS	300	1
38 – S	352	1
40 – M	400	1

**Fuente:** Industria de tejidos Isratex.

**Elaborado por:** Ichina Toapanta Christian (2025).

**Tabla 4.** Chalecos en tejido jersey de acrílico en Título 2/40 HB.

<b>Talla</b>	<b>Material requerido (g)</b>	<b>Unidades</b>
26	59	1
28	74	1
30	91	1
32	105	1
34	126	1
36 – XS	137	1
38 – S	155	1

**Fuente:** Industria de tejidos Isratex.

**Elaborado por:** Ichina Toapanta Christian (2025).

### **Insumos textiles.**

La empresa desarrolla complementos para terceros, los detalles de estos productos se muestran en la Tabla 5, Tabla 6 y Tabla 7 donde se indican las tallas disponibles, el material necesario y el número de unidades o juegos que se obtienen según sea el caso.

**Tabla 5.** Puños y cuellos tejido en acrílico de Título 1/36.

<b>Talla</b>	<b>Material requerido (g)</b>	<b>Juegos</b>
26	1000	58
28	1000	56
30	1000	52
32	680	30
34	720	32

36 – XS	760	34
38 – S	800	37
40 – M	600	27

**Fuente:** Industria de tejidos Isratex.

**Elaborado por:** Ichina Toapanta Christian (2025).

**Tabla 6.** Puños tejidos en acrílico en título 1/36.

Talla	Ancho (cm)	Largo (cm)	Material requerido (g)	Unidades
26, 28, 30	60	7	10	1
32, 34, 36 – XS	70	7	12	1
38 – S, 40 – M	80	7	13	1

**Fuente:** Industria de tejidos Isratex.

**Elaborado por:** Ichina Toapanta Christian (2025).

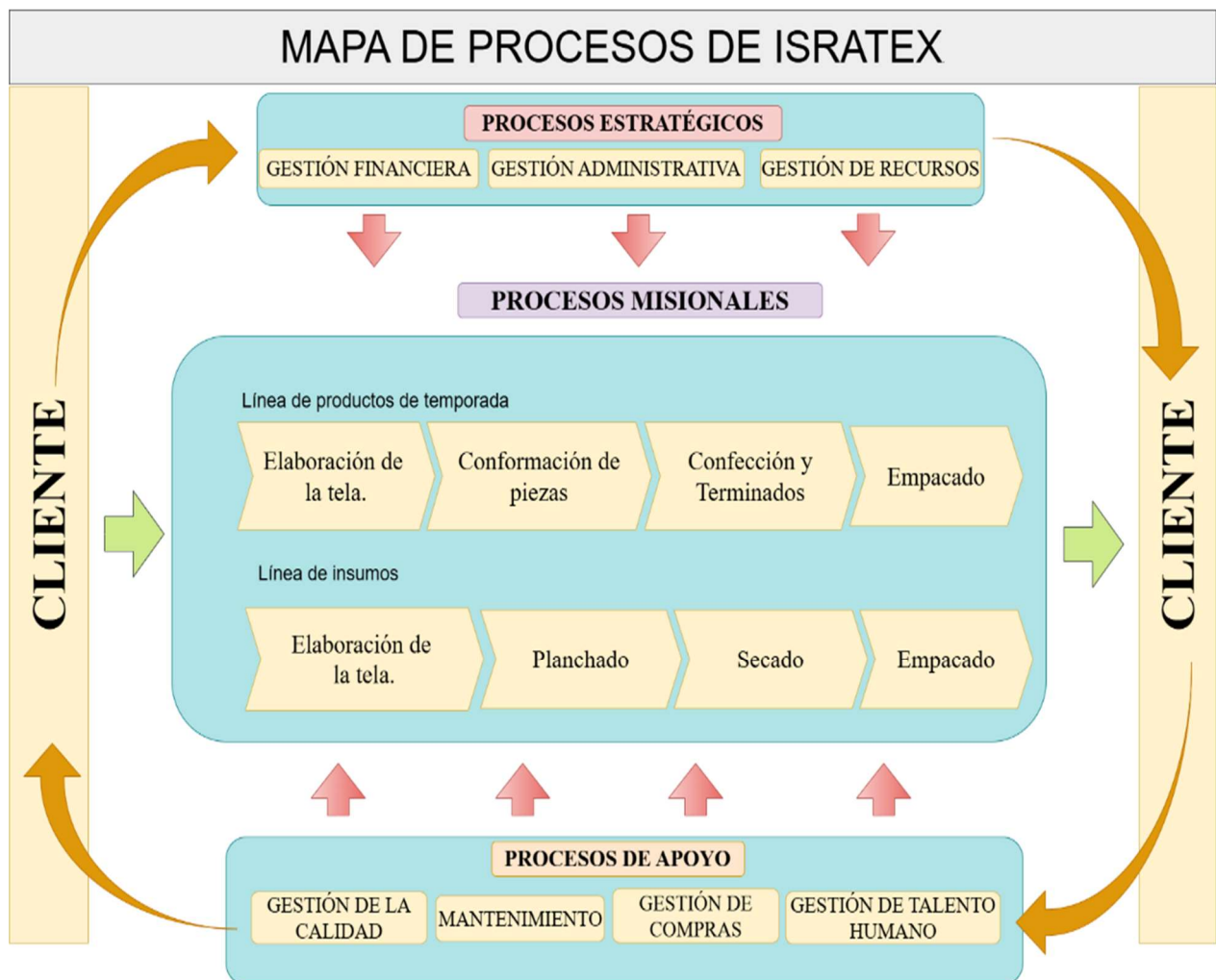
**Tabla 7.** Binchas tejido en acrílico en título 1/36.

Descripción	Ancho (cm)	Largo (cm)	Cantidad (Kg)	Unidades
Tira larga de 80 cm de rendimiento	80	2.5	1	120
Tira de un par de 70 cm de rendimiento	140	2.5	1	130
Tira de 3 unidades 60 cm de rendimiento	180	2.5	1	148

**Fuente:** Industria de tejidos Isratex.

**Elaborado por:** Ichina Toapanta Christian (2025).

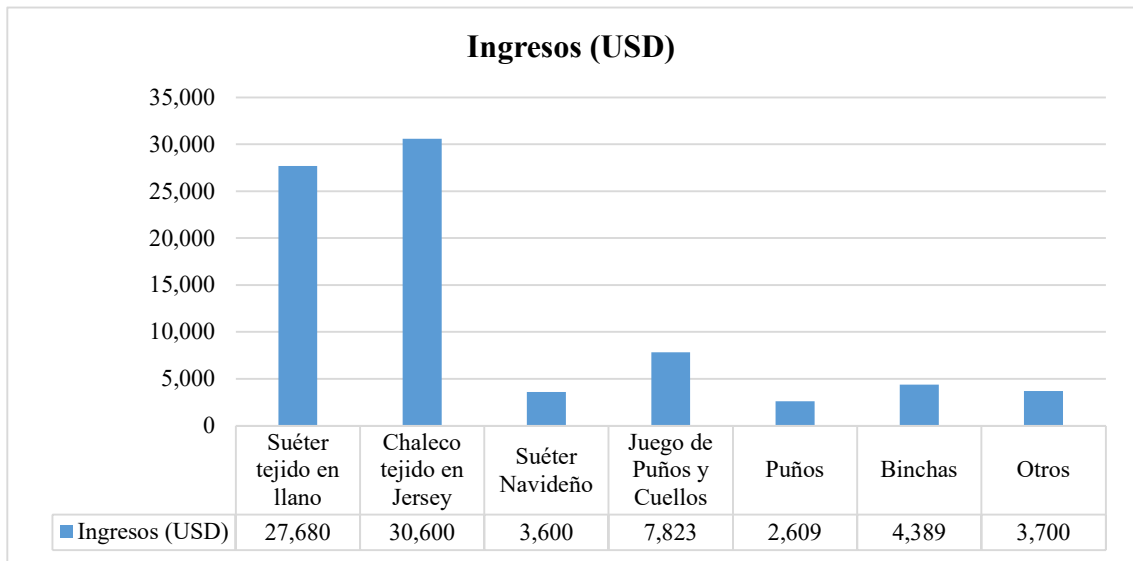
El Gráfico 1 muestra el mapa de procesos de la empresa, donde se indican los procesos de cada línea de producción.



**Gráfico 1.** Mapa de procesos de Isratex  
**Fuente:** Industria de tejidos Isratex.  
**Elaborado por:** Ichina Toapanta Christian (2025).

**Venta Anual.**

El Gráfico 2 muestra la venta anual donde se presentan los ingresos correspondientes por cada producto elaborado por la empresa en el año 2024.



**Gráfico 2.** Venta anual 2024

**Fuente:** Industria de tejidos Isratex.

**Elaborado por:** Ichina Toapanta Christian (2025).

La Imagen 4 muestra al pullover tejido jersey como el producto de mayor rendimiento comercial el mismo que es ilustrado en la Imagen 4.

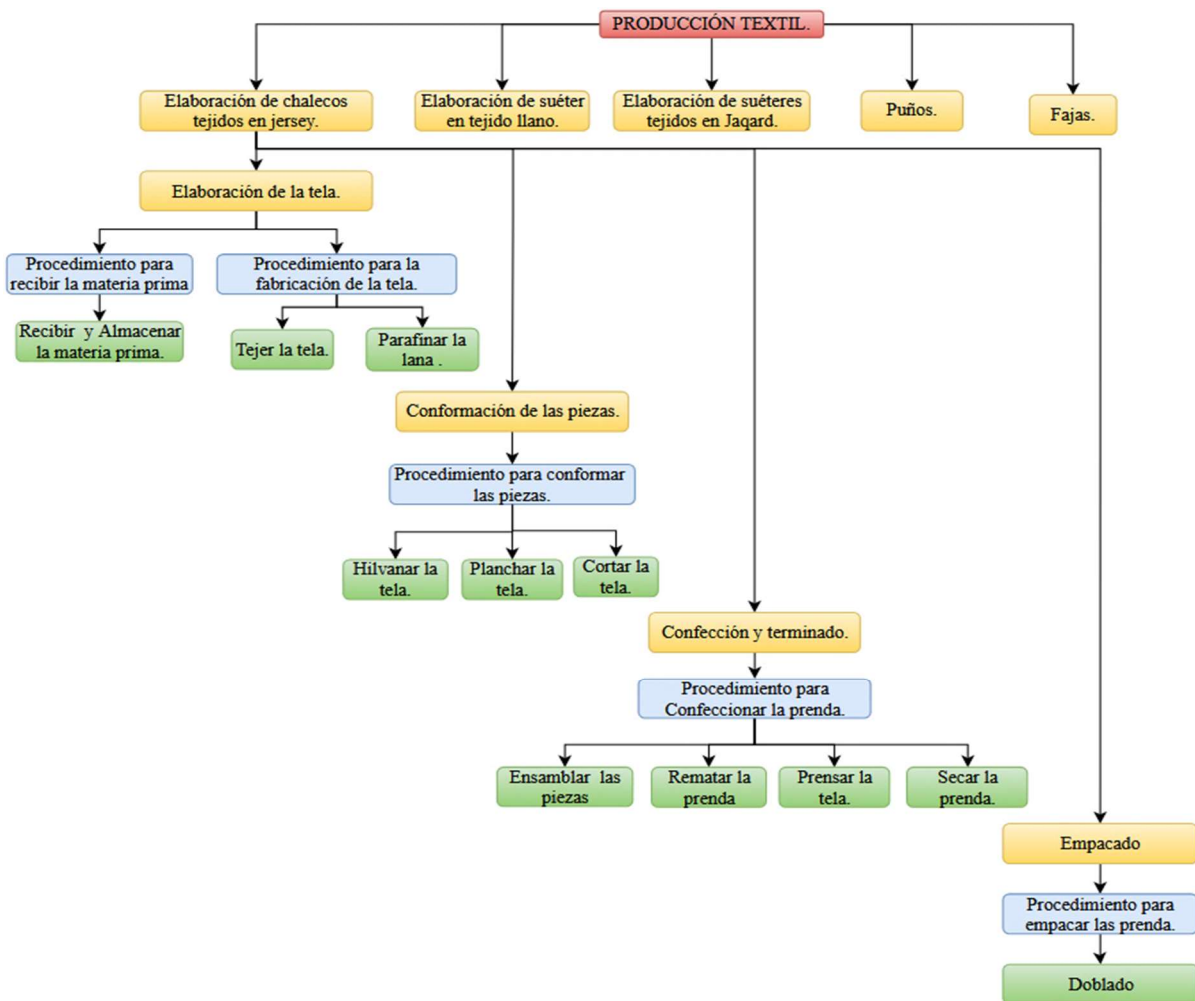


**Imagen 4.** Chalecos en jersey.

**Fuente:** Industria de tejidos Isratex.

**Proceso productivo para la elaboración de chalecos tejidos en jersey.**

Para entender el proceso de producción de los chalecos, se parte de la estructura jerárquica del proceso como muestra el Gráfico 3 con el fin de identificar las actividades que deben considerarse en la propuesta.










**Gráfico 3.** Estructura jerárquica en la elaboración de chalecos tejidos en jersey.





**Fuente:** Industria de tejidos Isratex.

La organización de la producción se detalla en la Tabla 8, la cual muestra las actividades ejecutadas a lo largo del proceso productivo.

**Tabla 8.** Procesos productivos para la elaboración de los chalecos.

Nº	ACTIVIDADES	DESCRIPCIÓN	IMAGEN DE LA ACTIVIDAD.
1	Recibir y Almacenar la materia prima.	La materia prima (hilo acrílico) es recepcionada y dispuesta en el área de almacenamiento, se verifica que el material esté libre de alteraciones o contaminantes sólidos (tierra, polvo, pelusa, entre otros) que puedan afectar la eficiencia del proceso de transformación.	

2	Parafinar lana (Parafinado).	El operario coloca el cono vacío en la enconadora, donde las fibras son lubricadas con parafina a razón de 2,22 g por cono (20 g permiten procesar 9 conos). Durante el proceso se inspecciona la continuidad del hilo, registrándose un promedio de 4 nudos por cono; en caso de detección, el operario corrige mediante el nudo Weaver's Knot.	
3	Tejer la tela (Tejido).	Durante la operación, se liberan las piezas considerando la separación de la tela producida. El proceso presenta un rendimiento promedio de 5 metros de tela por cada cono de 1 kg de hilo, con un ancho útil de 70 cm.	
4	Hilvanar la tela (Hilvanado).	El operario textil realiza el remate de los fillos mediante costura manual, utilizando aguja e hilo para corregir la ondulación.	
5	Planchar la tela (Planchado).	El planchado se realiza en pequeños lotes de seis unidades, las cuales se colocan juntas y alineadas para garantizar que cada pieza adopte sus dimensiones reales de forma simultánea.	
6	Cortar la tela (Corte).	Después del planchado, el tejido se coloca en doble capa sobre la mesa de corte y se marca siguiendo las guías del patrón. Para facilitar el manejo y el corte, las piezas se organizan en grupos de seis unidades.	
7	Ensamblado las piezas (Ensamblado)	El operador une las piezas con una máquina overlock de doble aguja, realizando costura de 4 hilos con hilo 'chino' y acrílico 2/40 HB. La costura se realiza por tallas según el pedido, ensamblando cuerpos, mangas y cuellos.	

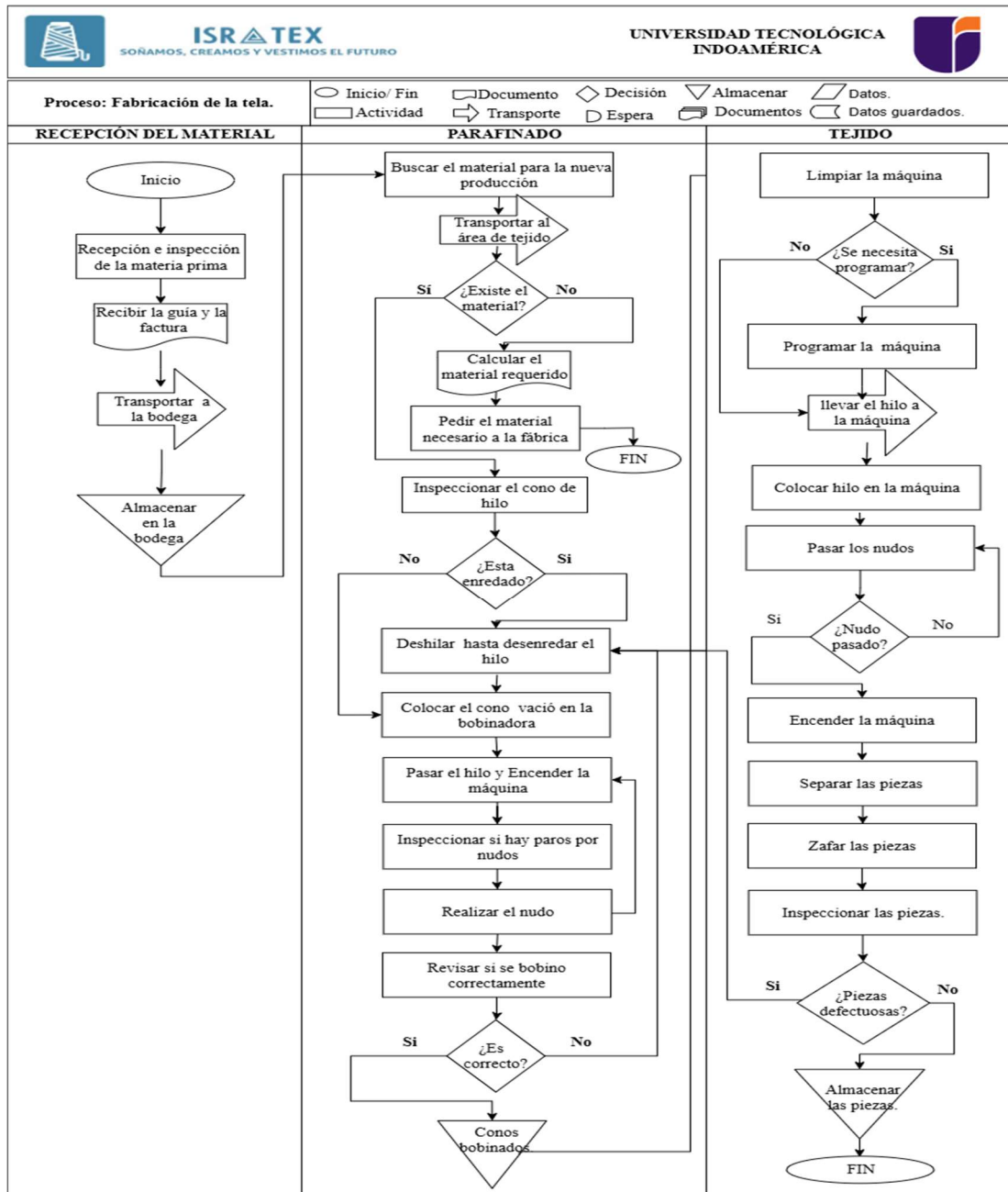
8	Rematar la prenda (Rematado)	<p>La prenda ensamblada presenta hilos sueltos en las costuras. Para garantizar la integridad, se realiza un remate manual con uan aguja, asegurando los hilos sin cortarlos para prevenir deshilachado. Esta actividad se realiza en un tiempo estándar de 1.5 minutos por unidad, con una inspección visual para verificar la calidad del remate.</p>	
9	Prensar la tela (Prensado)	<p>El operador posiciona la prenda individualmente en la plancha, aplicando vapor y presión para moldear y fijar la forma, garantizando la estabilidad dimensional del producto.</p>	
10	Secar la prenda (Secado).	<p>La prenda retiene humedad tras el proceso anterior, por lo que es fundamental realizar el secado para evitar la proliferación de bacterias que causan malos olores. El secado se realiza a una temperatura de 18 °C.</p>	
11	Doblado	<p>El operario recoge las prendas y las dobla por la mitad, evitando la formación de pliegues que puedan afectar la presentación final del producto.</p>	

**Fuente:** Industria de tejidos Isratex.

**Elaborado por:** Ichina Toapanta Christian (2025).

## Elaboración de la tela.

El Gráfico 4 muestra el diagrama de flujo para la elaboración de la tela para los chalecos.



**Gráfico 4.** Diagrama de flujo para la elaboración de la tela.

**Fuente:** Industria de tejidos Isratex.

**Elaborado por:** Ichina Toapanta Christian (2025).

Una vez recibida la materia prima, se procede a lubricar el hilo mediante la aplicación de parafina, con el objetivo de reducir la fricción durante el tejido, de forma

paralela se realiza el control de nudos y la regulación de la tensión del hilo, lo que garantiza la uniformidad en la estructura de la tela. En este contexto, la Imagen 5 ilustra la presencia de nudos en el hilo, así como la capa de parafina utilizada para su lubricación.

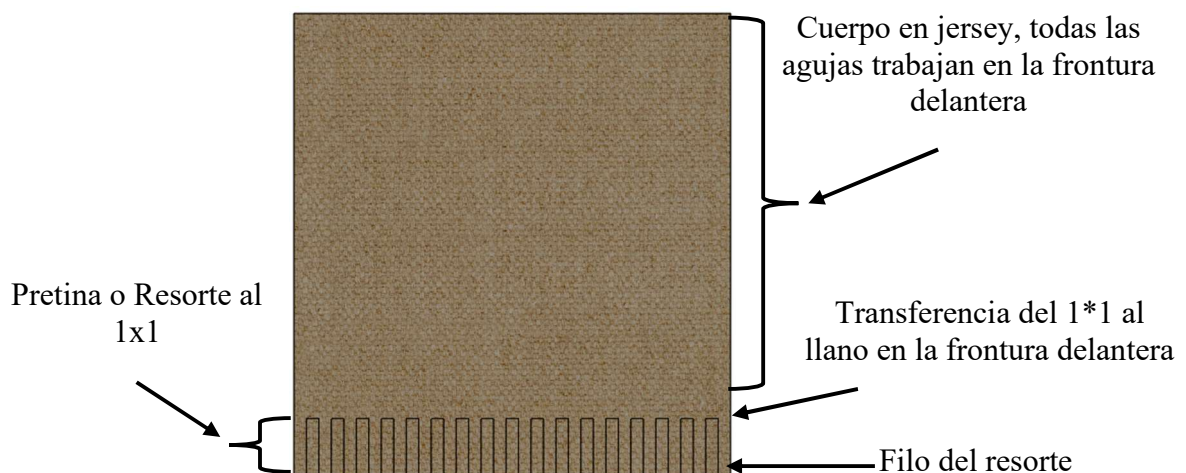


**Imagen 5.** Lubricación del hilo.

**Fuente:** Industria de tejidos Isratex.

**Elaborado por:** Ichina Toapanta Christian (2025).

Cada tipo de tejido producido en la empresa se rige por estándares internos. Esta propuesta se centra en el hilo de título 2/40 HB, procesada en máquinas de tejer tanto de galga 12 como de galga 10 como se muestra en la Imagen 6.



**Imagen 6.** Descripción de la Tela en tejido tipo jersey con una faja al 1x1.

**Fuente:** Industria de tejidos Isratex.

**Elaborado por:** Ichina Toapanta Christian (2025).

En la Imagen 7 se muestra el estándar del resorte, el cual tiene una longitud de 5,25 cm con una tolerancia de  $\pm 0,25$ cm.



**Imagen 7.** Descripción de un puño tejido al 1x1.

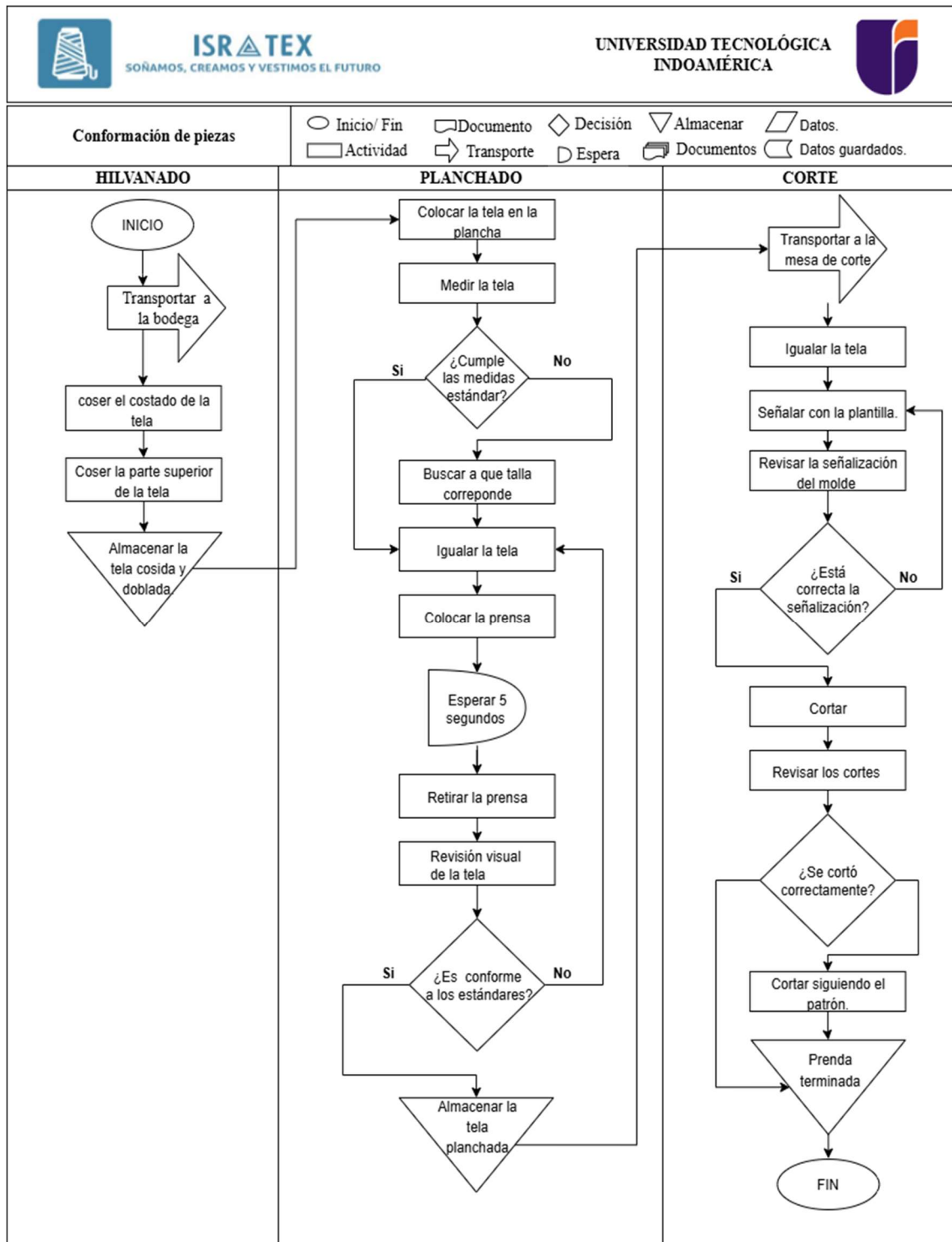
**Fuente:** Industria de tejidos Isratex.

**Elaborado por:** Ichina Toapanta Christian (2025).

Inicialmente, la máquina trabaja con platinas cerradas en 1x1 en ambas fronturas, posteriormente, con platinas cruzadas en 1x1, con el fin de evitar la ondulación del borde, logrando un acabado recto y compacto. Luego, se retoma el tejido con platinas cerradas en 1x1 y, finalmente, se transfiere completamente el tejido a la frontura delantera, alcanzando un total de 40 pasadas en galga 10 y 46 pasadas en galga 12

## Conformación de las piezas.

Una vez elaborada la tela, se continúa con la conformación de las piezas. El flujo de trabajo se encuentra representado en el Gráfico 5.



**Gráfico 5.** Diagrama de flujo para la conformación de las piezas.

**Fuente:** Industria de tejidos Isratex.

La conformación de las piezas se hace en función de las partes del chaleco como se indica en la Imagen 8 .



**Imagen 8.** Partes del chaleco.  
**Fuente:** Industria de tejidos Isratex.

**Medidas estándar por cada talla.**

Para la elaboración de los chalecos la tela se ajusta a los estándares de medidas establecidas por la empresa las cuales se presentan desde la Tabla 9 hasta la Tabla 11.

**Tabla 9** Medida de la tela para los cuerpos.

Tallas	Largo (cm)	Ancho (cm)
26	40	35
28	45	37
30	50	40
32	55	43
34	60	46
36 – XS	65	48
38 – S	70	51
40 – M	75	53

**Fuente:** Industria de tejidos Isratex.  
**Elaborado por:** Ichina Toapanta Christian (2025).

**Tabla 10.** Medida para los cuellos.

<b>Tallas</b>	<b>Largo (cm)</b>	<b>Ancho (cm)</b>
26	3.5	40
28	3.5	45
30	3.5	50
32	3.5	55
34	3.5	60
36 – XS	3.5	65
38 – S	3.5	70
40 – M	3.5	75

**Fuente:** Industria de tejidos Isratex.

**Elaborado por:** Ichina Toapanta Christian (2025).

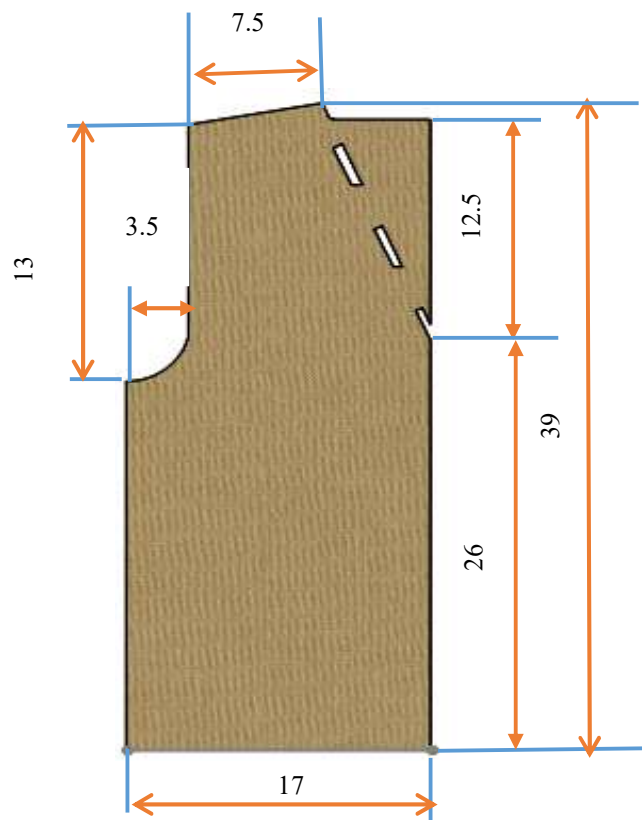
**Tabla 11.** Medidas para las binchas.

<b>Tallas</b>	<b>Largo (cm)</b>	<b>Ancho</b>
26	3	35
28	3	40
30	3	45
32	3	50
34	3	55
36 – XS	3	60
38 – S	3	65
40 – M	3	70

**Fuente:** Industria de tejidos Isratex.

**Elaborado por:** Ichina Toapanta Christian (2025).

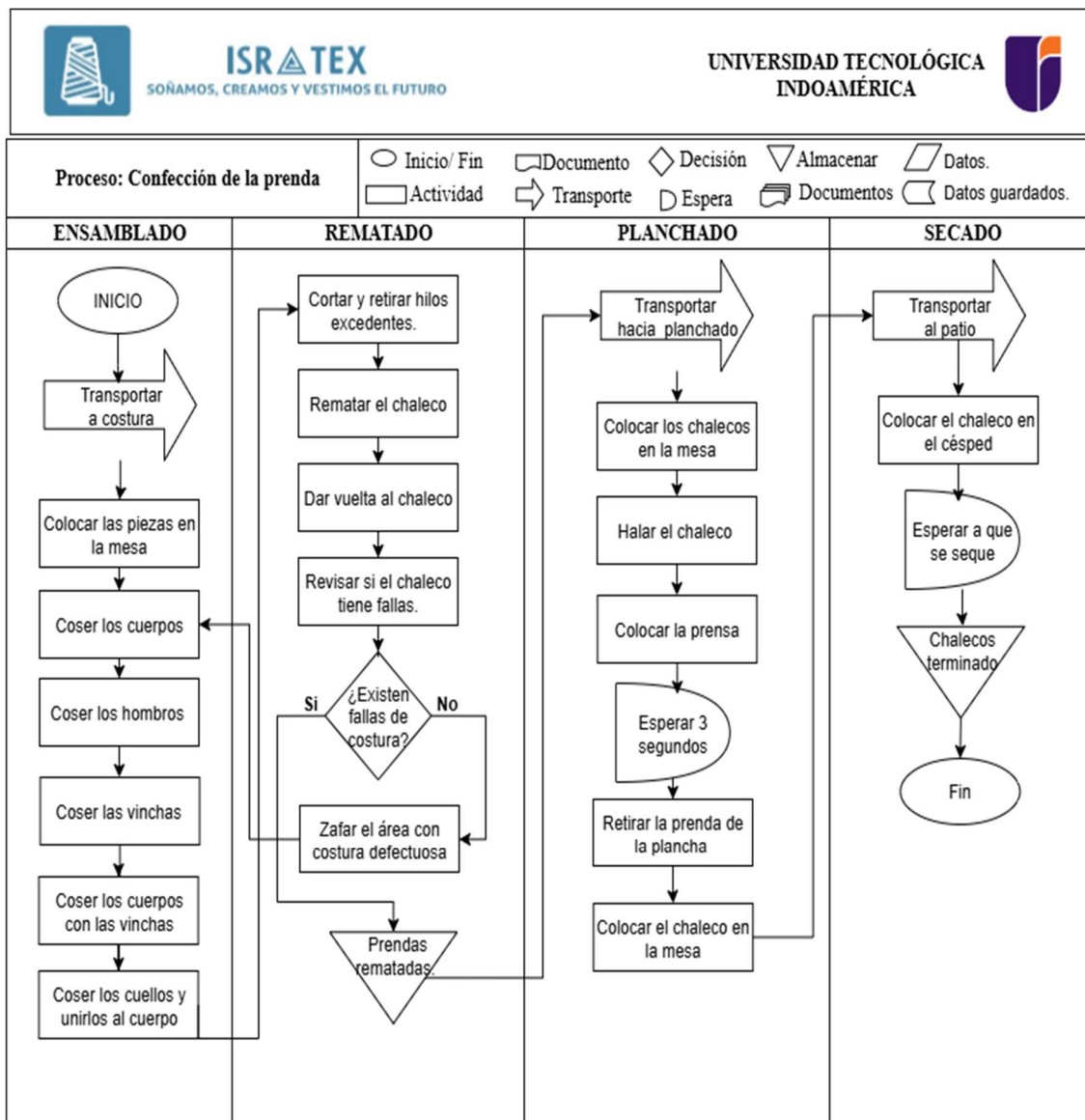
Las plantillas cuentan con medidas estándar, definidas según las especificaciones de la empresa. El Gráfico 6 muestra como ejemplo la plantilla correspondiente a la talla 26.



**Gráfico 6.** Plantilla de chaleco talla 26.  
**Fuente:** Industria de tejidos Isratex.

## Confección y terminado de la prenda.

El Gráfico 7 muestra el diagrama de flujo para la confección y terminados de los chalecos.



**Gráfico 7.** Diagrama de flujo para la confección y terminados.

**Fuente:** Industria de tejidos Isratex.

Para el ensamblado de las prendas se utilizan máquinas de coser tipo overlock. Al ser de doble aguja, permiten realizar cortes en las costuras, como se indica en la Imagen 9.



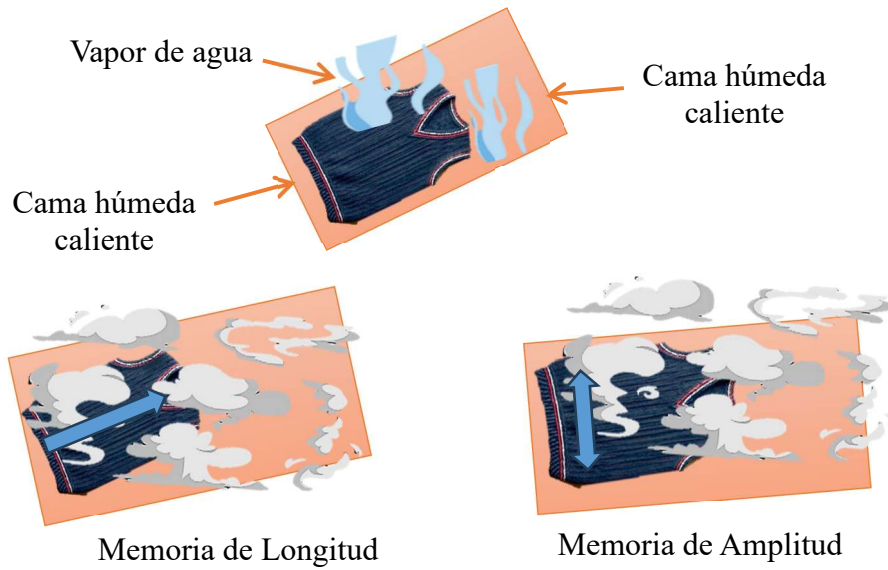
**Imagen 9.** Tolerancia de corte al coser las piezas.  
**Fuente:** Industria de tejidos Isratex.

El rematado de las prendas se realiza mediante el uso de una aguja de punto, mientras que el corte de las sisas sobrantes se corta con el uso de unas tijeras. La Imagen 10 señala las zonas donde se encuentran los hilos que deben ser rematados y cortados, conforme a los estándares establecidos por la empresa.



**Imagen 10.** Partes a ser rematas y cortadas.  
**Fuente:** Industria de tejidos Isratex.

El prensado de la prenda se realiza sobre una cama caliente con abundante vapor de agua, el cual activa la memoria de las fibras textiles, permitiendo que estas recuperen su forma original acomodándose en su posición final. Además, este proceso elimina las arrugas generadas durante las etapas anteriores de producción. La Imagen 17 muestra el efecto térmico del vapor sobre las prendas.



**Imagen 11.** Efecto térmico de memoria.  
**Fuente:** Industria de tejidos Isratex.

La Imagen 12 muestra el secado de la prenda el cual se realiza de forma natural al aire libre, lo que permite que la prenda conserve su forma final al ser doblada y almacenada.



**Imagen 12.** Secado y doblado de la prenda.  
**Fuente:** Industria de tejidos Isratex.

**Estudio de tiempos de producción.**

Para garantizar la representatividad estadística en el estudio de tiempos de la actividad, se aplica la metodología establecida por la Organización Internacional del Trabajo (OIT), complementada con la Ecuación 1 propuesta por Kanawaty, (2013). Esta ecuación permite calcular el número de muestras, considerando la variabilidad observada en las mediciones y ajustándola a un nivel de confianza estadístico.

La ecuación, establece un nivel de confianza del 95,45 %, equivalente a  $\pm 2$  desviaciones estándar. Esto implica que existe una probabilidad del 95.45 % de que el valor verdadero del tiempo promedio de la actividad se encuentre dentro del intervalo calculado. El error estadístico asociado, correspondiente al 5 %, representa la probabilidad de que el tiempo promedio real esté fuera de este intervalo, lo que refleja la incertidumbre inherente al muestreo.

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

Nivel de confianza: 95,45%

Margen de error:  $\pm 5\%$

**Ecuación 1.** Cálculo del número de observaciones. (Kanawaty, 2013)

Donde:

**n**= Número de observaciones.

**c**= Número de observaciones piloto.

$\sum x$ = Suma de las observaciones.

**40** = Constante.

Para validar la ecuación, se seleccionó la actividad de 'Parafinado', que es la tarea inicial dentro de la actividad de la Elaboración de la tela, la Tabla 12 indica a continuación la toma de 10 muestras de tiempos en minutos según recomienda la OIT por medio del tiempo cronometrado acumulativo.

**Tabla 12.** Observaciones preliminares en la actividad de “Parafinado”.

Nº	$\sum x$	$\sum x^2$
1	15.66	245.45
2	18.38	337.93
3	16.23	263.51
4	16.383	268.41
5	18.983	360.36
6	15.60	243.36
7	17.133	293.54

8	16.63	276.66
9	19.33	373.77
10	17.01	289.56
Total	$\sum x: 171.36$	$\sum x^2: 2.952,59$

**Fuente:** Industria de tejidos Isratex.

**Elaborado por:** Ichina Toapanta Christian (2025).

Desarrollo de la Ecuación 1 con base a los datos recolectados en la actividad de parafinado.

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

$$n = \left( \frac{40 \sqrt{(10 * 2.952,59 \text{ min}^2) - (171.36 \text{ min})^2}}{171.36 \text{ min}} \right)^2$$

$$n = \left( \frac{40 * 12.63 \text{ min}}{171.36 \text{ min}} \right)^2$$

$$n = \left( \frac{505.32 \text{ min}}{171.36 \text{ min}} \right)^2$$

$$n = (2.95)^2$$

$$n \approx 9.00$$

Para el estudio de tiempos y según los estándares de la OIT, siempre se debe aproximar el tamaño de la muestra al entero superior;  $n = 9$ , como se muestra a continuación en la Tabla 13 donde se indica la recolección de los datos y el número de observaciones requeridas:

**Tabla 13.** Registro de tiempos observados en la actividad de parafinado (minutos).

N°	Tarea	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	n
2	Parafinado	16.00	18.00	16.00	16.40	19.00	16.00	17.10	16.60	19.30	17.020	9.00

**Fuente:** Industria de tejidos Isratex.

**Elaborado por:** Ichina Toapanta Christian (2025).

Para identificar las actividades críticas, se realiza un análisis estadístico de los tiempos observados utilizando tres indicadores clave, cuyas fórmulas se presentan en la

Tabla 14: la media aritmética (Ecuación 2), que calcula el tiempo promedio de ejecución de las actividades; la desviación estándar (Ecuación 3), que mide la variabilidad absoluta de los tiempos; y el coeficiente de variación (Ecuación 4), que evalúa la variabilidad relativa como un porcentaje. Este último indicador es especialmente útil, ya que un coeficiente de variación superior al 10 % sugiere una alta dispersión en los tiempos, indicando la necesidad de estandarizar los procesos para mejorar la eficiencia.

**Tabla 14.** Ecuaciones estadísticas.

<b>Ecuaciones.</b>
<p><b>Ecuación 2.</b> La media aritmética.</p> $\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$ <p>Donde:</p> <p><math>\sum x</math>: Suma de todos los tiempos observados.  <math>n</math>: Número total de observaciones.</p>
<p><b>Ecuación 3.</b> La desviación estándar</p> $\sigma = \sqrt{\frac{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}}{n - 1}}$ <p>Donde:</p> <p><math>\sum x^2</math>: Suma de los tiempos al cuadrado.  <math>(\sum x)^2</math>: Suma de los tiempos, elevada al cuadrado.  <math>n - 1</math>: Grados de libertad.</p>
<p><b>Ecuación 4.</b> El coeficiente de variación</p> $cs = \frac{\sigma}{\bar{x}} * 100$ <p>Donde:</p> <p><math>\sigma</math>: Desviación estándar.  <math>\bar{x}</math>: Media aritmética.</p>

**Fuente:** (Palacios Acero , 2016)

**Elaborado por:** Ichina Toapanta Christian (2025).

El análisis estadístico del proceso de parafinado incluye el cálculo de: la media (Ecuación 2), la desviación estándar (Ecuación 3) y el coeficiente de variación (Ecuación 4), parámetros fundamentales para evaluar la dispersión de los datos.

- La media de la actividad de parafinado.

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

$$\bar{x} = \frac{171.366 \text{ min}}{10}$$

$$\bar{x} = 17.13 \text{ min}$$

- La desviación estándar de la actividad de parafinado.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}}{n - 1}}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{2,952.599 \text{ min}^2 - \frac{(171.366 \text{ min})^2}{10}}{10 - 1}}$$

$$\sigma = 1.29 \text{ min}$$

- El coeficiente de variación de la actividad de parafinado.

$$cs = \frac{\sigma}{\bar{x}} 100$$

$$cs = \frac{1.29 \text{ min}}{17.31 \text{ min}} * 100\%$$

$$cs = 7.50\%$$

La Tabla 15 muestra la actividad de parafinado la cual tiene un coeficiente de variación del 7.5% (inferior al 10% establecido por la OIT como umbral de aceptabilidad), por lo que se determina que el proceso presenta una dispersión moderada-baja, lo que cumple con los estándares requeridos.

**Tabla 15.** Análisis estadístico de las muestras.

<b>Resumen del análisis estadístico</b>				
<b>N°</b>	<b>Tarea</b>	<b><math>\bar{x}</math></b>	<b><math>\Sigma</math></b>	<b>cs</b>
<b>2</b>	Parafinado	17.13 min	1.286 min	7.5%

**Fuente:** Industria de tejidos Isratex.

**Elaborado por:** Ichina Toapanta Christian (2025).

El formato estandarizado de medición temporal se aplica de manera transversal a todas las operaciones del proceso productivo en Isratex, garantizando la uniformidad en la recolección de los datos. Los resultados detallados de estos registros cronométricos se presentan en la Tabla 16 , que consolida los tiempos medidos para cada operación del flujo productivo.

**Tabla 16.** Registro de tiempos observados.

N°	Actividad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	n
1	Recepción	7.12	8.12	8.1	10.3	8.1	9.91	9.51	7.43	10.5	7.31	32
2	Parafinado	15.6	18.31	16.2	16.4	19	15.6	17.13	16.63	19.3	17.02	9
3	Tejido	13.4	12.75	13.4	14.9	13.3	14.4	15.38	13.97	13.9	12.57	6
4	Hilvanado	2.23	2.65	1.98	1.65	2.47	2.38	2.57	2.34	2.57	1.45	49
5	Planchado	1.33	1.08	1.12	1.03	1.21	1.23	1.15	1.57	1.18	1.1	24
6	Corte	1.3	1.4	1.2	1.5	1.4	1.35	1.26	1.35	1.43	0.57	61
7	Ensamblado	2.48	2.57	1.77	1.67	1.83	1.65	2.02	1.98	1.93	1.75	38
8	Rematado	0.89	1.03	0.96	0.86	1.17	0.95	1.01	0.93	0.91	0.85	14
9	Prensado	0.75	1.08	1.12	0.53	0.66	0.96	0.75	0.65	0.8	1.1	91
10	Secado	168	180.3	225	154	132	194	181.3	132.6	165	203.5	42
11	Doblado	0.2	0.23	0.19	0.25	0.23	0.2	0.17	0.24	0.24	0.17	28

**Fuente:** Industria de tejidos Isratex.

**Elaborado por:** Ichina Toapanta Christian (2025).

Una vez tomado el número de muestras requeridas, detalladas en el Anexo 1, es fundamental realizar un análisis estadístico que permita validar la confiabilidad de los datos. Este análisis incluye el cálculo del coeficiente de variación (CV) como se muestra en la Tabla 17, el cual indica el grado de dispersión de los tiempos observados respecto a la media.

**Tabla 17.** Evaluación de Promedios, Dispersión y Variabilidad en el Estudio de Tiempos.

Nº	Proceso	Actividad	$\bar{X}$	$\sigma$	CV
1	R.P.M	Recepción	8.90	2.30	26%
2	Elaboración de la tela y	Parafinado	17.10	0.88	5%
3		Tejido	13.80	0.80	6%
4	Preparación de las piezas	Hilvanado	2.50	0.64	25%
5		Planchado	1.40	0.29	22%
6		Corte	0.70	0.14	43%
7	Elaboración de la prenda	Ensamblado	2.30	0.48	21%
8		Rematado	0.90	0.12	13%
9		Prensado	0.80	0.19	23%
10		Secado	179.80	42.56	24%
11		Doblado	0.20	0.031	15%

**Fuente:** Industria de tejidos Isratex.

**Elaborado por:** Ichina Toapanta Christian (2025).

El coeficiente de variación (CV) es un indicador estadístico que permite evaluar la dispersión relativa de los tiempos de proceso y por tanto, la consistencia con la que se ejecutan las actividades (Escalante & González , 2015). Sin embargo, para garantizar la confiabilidad de los datos, es necesario complementar este análisis con la valoración del ritmo del operador, el cual permite normalizar los tiempos observados. De esta manera, se obtiene una evaluación precisa, al considerar tanto la variabilidad de los tiempos como la velocidad de ejecución del trabajo.

Tiempo normal. Es el tiempo requerido para realizar una tarea cuando el operador trabaja a un ritmo normal, es decir, ni rápido ni lento, y sin considerar suplementos por

fatiga, necesidades personales o demoras inevitables. Este valor se expresa mediante la Ecuación 5 (Palacios Acero , 2016).

$$TN=(TOM)* (\text{Factor de variación \%})$$

**Ecuación 5.** Tiempo normal (Escalante & González , 2015)

Donde:

**TN** = Tiempo normal.

**TOM**= Tiempo observado medio.

**Factor de valoración%** = valor considerado al aplicar el método de Westinghouse.

Para conocer lo factores de valoración se toma en consideración el método de Westinghouse el mismo que evalúa las condiciones de trabajo del operador calificadas desde la Tabla 18 a la Tabla 22.

**Tabla 18.** Habilidad

Descripción	Código	Valor	Observaciones
Super hábil	A1	0.15	Movimientos perfectos, máxima eficiencia.
Super hábil	A2	0.13	Casi perfecto, errores mínimos.
Excelente	B1	0.11	Muy por encima del promedio.
Excelente	B2	0.08	Ligera superioridad.
Buena	C1	0.06	Competente, pero sin destacar.
Buena	C2	0.03	Eficacia básica.
Regular	D	0.00	Ritmo estándar (100%).
Regular	E1	-0.05	Ligera deficiencia, requiere supervisión.
Aceptable	E2	-0.10	Errores frecuentes.
Pobre	F1	-0.15	Falta de entrenamiento evidente.
Pobre	F2	-0.22	Incompetencia grave, riesgos de calidad.

**Fuente:** (Escalante & González , 2015)

**Elaborado por:** Ichina Toapanta Christian (2025).

**Tabla 19.** Esfuerzo requerido

<b>Descripción</b>	<b>Código</b>	<b>Valor</b>	<b>Observaciones</b>
Excesivo	A1	0.13	Máxima motivación, ritmo sostenido sin fatiga
Excesivo	A2	0.12	Ritmo muy acelerado, cercano al límite de sostenibilidad.
Excelente	B1	0.10	Alto compromiso, ritmo rápido pero seguro
Excelente	B2	0.08	Buen ritmo, ligeramente superior al estándar.
Bueno	C1	0.05	Alto rendimiento, pausas mínimas
Bueno	C2	0.02	Desempeño adecuado, pero no óptimo.
Promedio	D	0.00	Ritmo normal
Regular	E1	-0.04	Ligera falta de interés o fatiga (ritmo algo lento).
Regular	E2	-0.08	Desmotivación evidente, pausas frecuentes.
Pobre	F1	-0.12	Desmotivación clara, pausas excesivas
Pobre	F2	-0.17	Ritmo muy lento, posible sabotaje o fatiga extrema.

**Fuente:** (Escalante & González , 2015)

**Elaborado por:** Ichina Toapanta Christian (2025).

**Tabla 20.** Condiciones ambientales.

<b>Descripción</b>	<b>Código</b>	<b>Valor</b>	<b>Observaciones</b>
Ideales	A	0.06	Herramientas ergonómicas, ambiente perfecto.
Excelente	B	0.04	Buen mantenimiento preventivo, ambiente limpio y organizado.
Buenas	C	0.02	Equipos en buen estado, espacio adecuado.
Promedio	D	0.00	Condiciones básicas aceptables.
Regular	E	-0.03	Herramientas desgastadas pero funcionales, espacio algo limitado.
Pobre	F	-0.04	Falta de mantenimiento, calor/ruido excesivo.

**Fuente:** (Escalante & González , 2015)

**Elaborado por:** Ichina Toapanta Christian (2025).

**Tabla 21.** Consistencia en el desempeño.

Descripción	Código	Valor	Observaciones
Perfecta	A1	0.04	Repetición idéntica en cada ciclo.
Excelente	B	0.03	Variación casi imperceptible (<2% entre ciclos).
Buena	C	0.01	Variaciones mínimas (<5%).
Promedio	D	0.00	Variaciones ocasionales (5-10%), sin patrón claro.
Regular	C	-0.02	Tiempos fluctuantes (15-20%), falta de estandarización.
Pobre	D1	-0.04	Errores frecuentes, métodos no estandarizados.

**Fuente:** (Escalante & González , 2015)

**Elaborado por:** Ichina Toapanta Christian (2025).

Los factores de valoración se aplican mediante la Ecuación 6 , que calcula el ajuste global sumando los factores específicos (habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia) a una constante base de 1.

$$\text{Factor de variación} = 1 + \sum \text{Factores}$$

**Ecuación 6.** Factor de valoración (Escalante & González , 2015).

Donde:

**Factor de variación** = Coeficiente total.

**1**= Valor base

**Suma de factores** = Suma de los factores adicionales

La Tabla 22 presenta a continuación el desarrollo de la fórmula para determinar el factor de valoración en la actividad de parafinado.

**Tabla 22.** Factor de valoración para la actividad de parafinado.

Parafinado					
Tipo	Descripción	Código	Valor	$FV = 1 + \sum \text{Factores}$	FV
Habilidad	Excelente	A2	0.13		

Parafinado						
Tipo	Descripción	Código	Valor	$FV = 1 + \sum \text{Factores}$		FV
Esfuerzo	Bueno	B1	0.10	FV = 1.00 + 0.13 + 0.10 + 0.00		1.20
Condiciones	Pésimas	D	0.00	+ 0.02		
Consistencia	Buena	B	0.02			

**Fuente:** Industria de tejidos Isratex.

**Elaborado por:** Ichina Toapanta Christian Israel (2025)

Una vez obtenido el factor de variación mediante la Ecuación 6 se calcula el tiempo normal aplicando la Ecuación 5, que consiste en multiplicar el tiempo observado (ver Tabla 17 ) por dicho factor.

$$TN = TOM * (\text{Factor de variación})$$

$$TN = 17.12 \text{ min} * 1.21$$

$$TN = 20.73 \text{ min}$$

En la Tabla 23 se calcula la variabilidad del tiempo de cada actividad, integrando el tiempo observado con los factores asociados a cada puesto de trabajo (habilidad del operador según la escala Westinghouse, condiciones laborales y consistencia en movimientos), así como el tiempo normal expresado en minutos.

**Tabla 23.** Factores de valoración para el proceso productivo.

Factor de valoración – Tiempo normal.						
Actividad	Tipo	Descripción	Código	Valor	$FV = 1 + \sum \text{Factores}$	TN (min)
Recepción	Habilidad	Excelente	A2	0.13	1.29	11.48
	Esfuerzo	Bueno	B1	0.12		
	Condiciones	Pésimas	D	0.02		
	Consistencia	Buena	B	0.02		
Parafinado	Habilidad	Excelente	A2	0.13	1.21	20.73
	Esfuerzo	Bueno	B1	0.10		
	Condiciones	Pésimas	D	-0.04		

**Factor de valoración – Tiempo normal.**

<b>Actividad</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Código</b>	<b>Valor</b>	$FV = 1 + \sum \text{Factores}$	<b>TN (min)</b>
Tejido	Consistencia	Buena	B	0.02	1.23	16.97
	Habilidad	Excelente	B1	0.11		
	Esfuerzo	Excelente	B1	0.10		
	Condiciones	Buenas	C	0.02		
	Consistencia	Buena	C	0.00		
Hilvanado	Habilidad	Super hábil	A1	0.15	1.19	3.02
	Esfuerzo	Excelente	B2	0.08		
	Condiciones	Regular	E	-0.02		
	Consistencia	Regular	C	-0.02		
Planchado	Habilidad	Super hábil	A2	0.13	1.14	1.54
	Esfuerzo	Bueno	C1	0.05		
	Condiciones	Regular	E	-0.02		
	Consistencia	Regular	C	-0.02		
Corte	Habilidad	Super hábil	A2	0.13	1.31	0.86
	Esfuerzo	Excesivo	A2	0.12		
	Condiciones	Buenas	C	0.02		
	Consistencia	Perfecta	A1	0.04		
Ensamblado	Habilidad	Excelente	B1	0.11	1.21	2.77
	Esfuerzo	Excelente	B1	0.10		
	Condiciones	Promedio	D	0.00		
	Consistencia	Buena	C	0.00		
Rematado	Habilidad	Super hábil	A2	0.13	1.07	0.98
	Esfuerzo	Regular	E1	-0.04		
	Condiciones	Promedio	D	0.00		
	Consistencia	Regular	C	-0.02		
Prensado	Habilidad	Super hábil	A2	0.13	1.14	0.93
	Esfuerzo	Bueno	C1	0.05		
	Condiciones	Regular	E	-0.02		
	Consistencia	Regular	C	-0.02		
Secado	Habilidad	Super hábil	A1	0.15	1.16	208.52
	Esfuerzo	Bueno	C1	0.05		

Factor de valoración – Tiempo normal.						
Actividad	Tipo	Descripción	Código	Valor	$FV = 1 + \sum \text{Factores}$	TN (min)
	Condiciones	Pobre	F	-0.04		
	Consistencia	Promedio	D	0.00		
	Habilidad	Super hábil	A2	0.13		
Doblado	Esfuerzo	Excelente	B2	0.08	1.17	0.21
	Condiciones	Regular	E	-0.02		
	Consistencia	Regular	C	-0.02		

**Fuente:** Industria de tejidos Isratex.

**Elaborado por:** Ichina Toapanta Christian (2025).

**Tiempo estándar.** Es el periodo necesario para que un trabajador capacitado ejecute una actividad, manteniendo una velocidad de trabajo constante y procedimientos establecidos (Palacios Acero , 2016) .

El tiempo estándar, calculado mediante la Ecuación 7, en la línea de producción varía en función de los suplementos aplicables, los cuales se detallan en la Tabla 24. Según la OIT, la suma porcentual de estas categorías determina el valor total de los suplementos a considerar.

$$TE = TN \times \left( 1 + \frac{\%Suplementos}{100} \right)$$

**Ecuación 7.** Tiempo estándar (Kanawaty, 2013).

Donde:

**TE** = Tiempo estándar.

**TN**=Tiempo normal.

**%Suplementos**= compensación de las pausas necesarias e inevitables.

**1**= 100 % del tiempo normal.

**100** = Porcentaje de suplementos a una proporción decimal.

**Tabla 24.** Suplementos

<b>Categoría</b>	<b>Suplementos</b>
<b>Necesidades Personales</b>	5%
<b>Fatiga (ligera – severa)</b>	4-30%
<b>Demoras inevitables</b>	3-10%

**Fuente:** Kanawaty , 2013

**Elaborado por:** Ichina Toapanta Christian (2025),

Desarrollo de la fórmula para la actividad de parafinado.

$$TE = TN \times \left(1 + \frac{\%Suplementos}{100}\right)$$

$$TE = 20.73\text{min} \times \left(1 + \frac{23\%}{100\%}\right)$$

$$TE = 20.73\text{min} \times (1.23)$$

$$TE = 25.50 \text{ min}$$

En la Tabla 25 se presenta el tiempo estándar para cada una de las actividades de la línea de producción, y se califican los suplementos de acuerdo con las condiciones de estas.

**Tabla 25** Tiempos normales y suplementos de cada actividad.

<b>Tarea</b>	<b>Tiempo normal (min)</b>	<b>Necesidades personales</b>	<b>Fatiga</b>	<b>Demoras inevitables.</b>	<b>Suplementos</b>	<b>Tiempo estándar (min)</b>
Recepción	11.48	5%	8%	8%	21%	25.50
Parafinado	20.73	5%	6%	5%	16%	24.04
Tejido	16.97	5%	10%	4%	19%	20.19
Hilvanado	3.02	5%	10%	3%	18%	3.57
Planchado	1.54	5%	18%	8%	31%	2.02
Corte	0.86	5%	8%	4%	17%	1.01
Ensamblado	2.77	5%	12%	6%	23%	3.40
Rematado	0.98	5%	5%	4%	14%	1.12

<b>Tarea</b>	<b>Tiempo normal (min)</b>	<b>Necesidades personales</b>	<b>Fatiga</b>	<b>Demoras inevitables.</b>	<b>Suplementos</b>	<b>Tiempo estándar (min)</b>
Prensado	0.93	5%	15%	7%	27%	1.18
Secado	208.52	5%	3%	8%	16%	241.89
Doblado	0.21	5%	3%	3%	11%	0.24

**Fuente:** Industria de tejidos Isratex.

**Elaborado por:** Ichina Toapanta Christian (2025).

La Tabla 26 muestra el factor de valoración, el tiempo normal (TN), el coeficiente de variación (CV%) y los tiempos estándar (TE) de cada actividad, lo que permite cuantificar el nivel de estabilidad de cada una dentro del proceso productivo.

**Tabla 26** Resumen de tiempos y variabilidad por actividad.

<b>Tarea</b>	<b>Factor de variación</b>	<b>TN (min)</b>	<b>CV%</b>	<b>TE (min)</b>
Recepción	1.29	11.48	26%	11.50
Parafinado	1.21	20.73	5%	24.00
Tejido	1.23	16.97	6%	20.20
Hilvanado	1.19	3.02	25%	3.60
Planchado	1.14	1.54	22%	2.00
Corte	1.31	0.86	21%	1.00
Ensamblado	1.21	2.77	21%	3.40
Rematado	1.07	0.98	13%	1.10
Prensado	1.14	0.93	23%	1.20
Secado	1.16	208.52	24%	241.90
Doblado	1.17	0.21	15%	0.20

**Fuente:** Industria de tejidos Isratex.

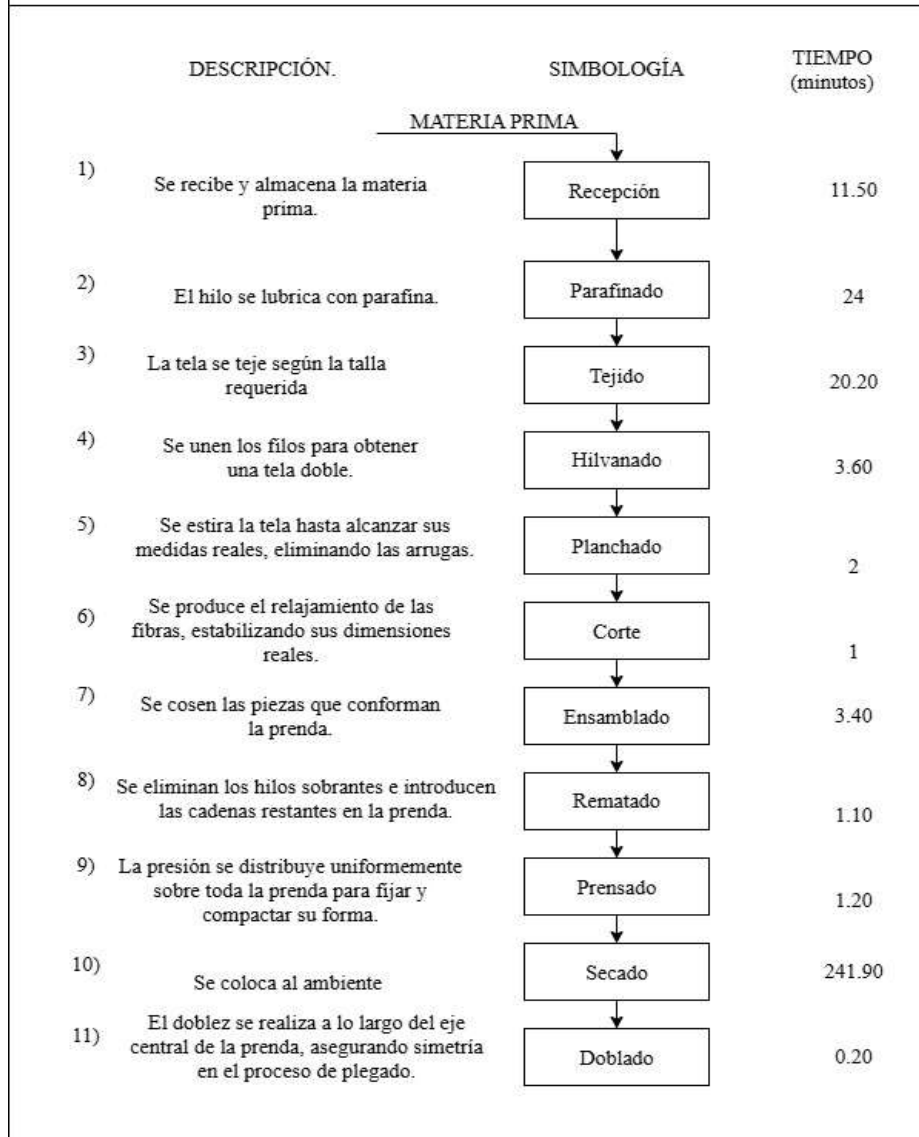
**Elaborado por:** Ichina Toapanta Christian (2025).

### **Diagrama de flujo del proceso de los chalecos elaborados en tela de tejido jersey.**

Con la información obtenida en la Tabla 26, se presenta el diagrama de bloques del proceso de elaboración de chalecos tejidos en tela jersey, como se muestra en el Gráfico 8, donde se indica la descripción, las operaciones y el tiempo de cada actividad.



**Diagrama de bloques del proceso**



**Gráfico 8.** Diagrama de operaciones del proceso actual.

**Fuente:** Industria de tejidos Isratex.

**Elaborado por:** Ichina Toapanta Christian (2025).

Con base en el diagrama de bloques presentado en el Gráfico 8, se elaboró el diagrama de curso de las actividades de secado y su actividad precedente (prensado), dado su estrecho vínculo operacional. Este análisis permite identificar tanto las actividades que no generan valor agregado como los factores que contribuyen a la sobrecarga del proceso, tal como se detalla en el Gráfico 9.

DIAGRAMA DE CURSO DEL PROCESO		Resumen			Hoja	1	De	1
Proceso: Elaboración de chaleco tejido en jersey	Símbolo	Operaciones	Total	T(Seg)	Tiempo	Actual	Propuesto	
Cantidad de tareas	●	Operación	7	297.20	00:04:57	SI	N/A	
222.00	➔	Transporte	4	702.00	00:11:42	SI	N/A	
Distancia recorrida en metros.	■	Inspección	1	60.00	00:01:00	SI	N/A	
76	●	Espera.	1	14280.00	03:58:00	SI	N/A	
Tamaño del lote : Dos docenas	▼	Almacenamiento	1	12.00	00:00:12	SI	N/A	
			Total	15351.20	04:15:39	SI	N/A	
Método:			Seguimiento al:		Comentario			
<input checked="" type="checkbox"/>	Actual	<input type="checkbox"/>	Propuesto	Operario	<input type="checkbox"/>	Este proceso debe ser analizado para conocer la situación actual de la empresa y así poder conocer sus mudas.		
Operador: 3 operadores			Material	<input checked="" type="checkbox"/>				
Elaborado por: Christian Ichina			Fecha: 22 de Abril 2025	Equipo	<input type="checkbox"/>			
Revisado por : Mg Cáceres Lorena			Fecha: 3 de Mayo 2025					
Aprobado por: Mg Cáceres Lorena			Fecha: 7 de Mayo 2025					

N	Descripción de la tarea	Cant	Distancia (m)	T(seg)	●	➔	■	●	▼	Observaciones
1	Transportar del área de costura al área de planchado.	1	14	36.00						Se trasladan el total de unidades
2	Colocar los chalecos en la mesa.	1	1	0.80						
3	Recoger el chaleco y colocarla en la plancha.	24	1	96.00						Se recogen de forma individual
4	Revisar si el chaleco esta bien ubicado en la plancha.	24	0	60.00						Ubicación en la cama caliente
5	Esperar que las fibras se relajen .	24	0	36.00						
6	Estirar el chaleco.	24	0	1.20						
7	Colocar la prensa en la plancha.	24	0	9.60						Evitar quemaduras
8	Retirar la prensa .	24	0	1.20						
9	Retirar el chaleco de la plancha y ubicarla en la mesa .	24	1	144.00						
10	Transportar del área de planchado hacia el área de secado.	1	28	30.00						
11	Colocar el chaleco al ambiente.	24	1	144.00						
12	Esperar que el chaleco se seque.	1	0	14280.00						
13	Sujetar el chaleco.	24	0	9.60						
14	Transportar el chaleco a la mesa.	1	30	41.00						
15	Almacenar hasta la próxima actividad.	1	0	15.00						Colchón para el siguiente proceso.
TOTAL		222	76	14904	7	4	1	1	1	Revisión
					Número de plano : 1		Diagrama N° 1		1	

**Gráfico 9.** Diagrama de curso.

**Fuente:** Industria de tejidos Isratex.

**Elaborado por:** Ichina Toapanta Christian (2025).

Se presenta la Tabla 27 donde se indica el resumen del diagrama de curso.

**Tabla 27.** Resumen del diagrama de curso de las actividades de planchado y secado.

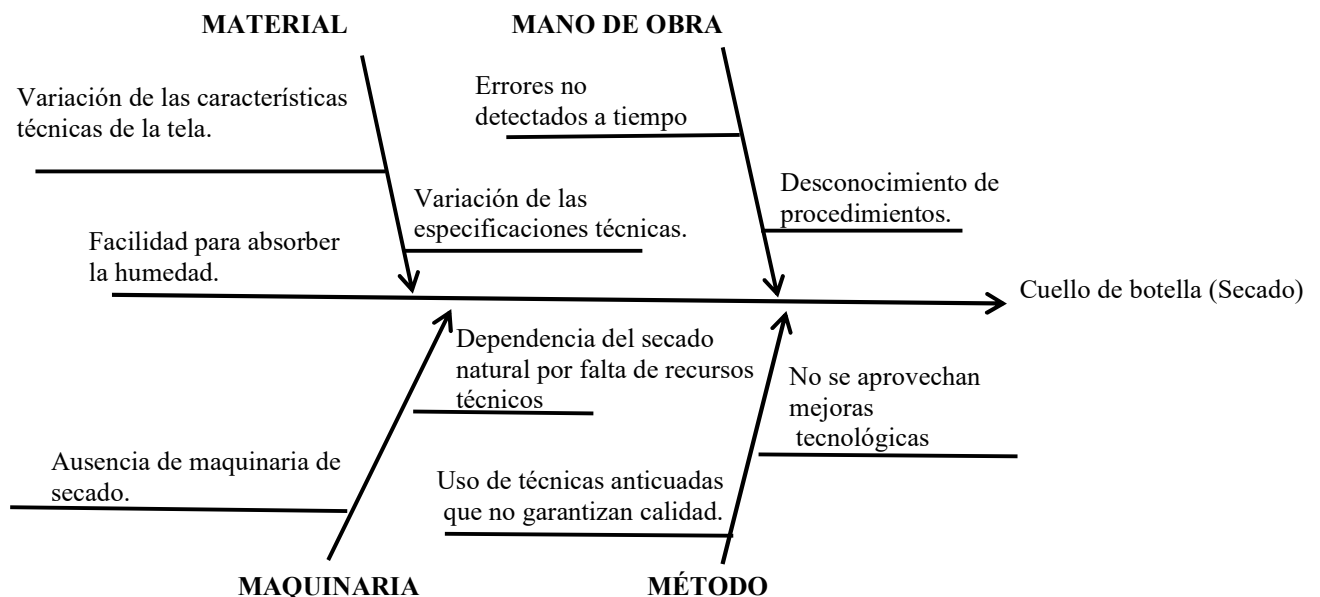
Chaleco tejido en jersey	Símbolo	Operaciones	Total	T(Seg)	Tiempo	Actual	Propuesto
Distancia recorrida (m):	●	Operación	7	297.20	00:04:57	SI	N/A
	→	Transporte	4	702.00	00:11:42	SI	N/A
	■	Inspección	1	60.00	00:01:00	SI	N/A
76	●	Espera.	1	14280.00	03:58:00	SI	N/A
	▼	Almacenamiento	1	12.00	00:00:12	SI	N/A
Tamaño del lote: cuatro docenas			Total	15351.20	04:15:39	SI	N/A

**Elaborado por:** Ichina Toapanta Christian (2025).

El tiempo total registrado es de cuatro horas, quince minutos y treinta y nueve segundos (04:15:39). De este tiempo, aproximadamente cuatro horas corresponden a tiempo de espera, lo que representa más del 90 % del tiempo tiempo total de la actividad. Por esta razón, se procederá a realizar un diagnóstico específico del tiempo de espera.

#### Diagnóstico del cuello de botella (secado).

El Gráfico 10 muestra el diagrama de Ishikawa, en el que se indican las causas que provocan el alto consumo de tiempo en la actividad de secado.



**Gráfico 10.** Diagrama de Ishikawa de la actividad de secado.

**Fuente:** Industria de tejidos Isratex.

**Elaborado por:** Ichina Toapanta Christian (2025).

En el diagrama presentado se muestra el análisis basado en la metodología de las 4M, donde se han considerado únicamente las variables de Mano de obra, Materiales, Método y Maquinaria. Las dimensiones de Medición y Medio ambiente fueron excluidas por las siguientes razones técnicas:

**Medición:** No se cuenta con indicadores confiables, precisos ni estandarizados que permitan cuantificar adecuadamente esta variable dentro de la tarea de secado. Por lo tanto, al ser incluida se tendría un alto grado de incertidumbre en el análisis.

**Medio ambiente:** El proceso se realiza en un entorno que no está controlado ni estandarizado, lo que genera una alta variabilidad en cuanto a los factores ambientales como temperatura, ventilación, iluminación, etc. Debido a esa inestabilidad, no fue posible considerar esta M como un factor constante o medible.

#### **Evaluación de las causas.**

Se desarrolla la matriz GUT (Gravedad, Urgencia, Tendencia) para priorizar las causas mediante la calificación según los criterios establecidos desde la Tabla 28 hasta la Tabla 30 (Diamantino, 2024).

**Tabla 28.** Gravedad.

<b>Gravedad</b>
1. No es grave
2. No es muy grave
3. Grave
4. Muy grave
5. Extremadamente grave

**Fuente:** (Diamantino, 2024).

**Elaborado por:** Ichina Toapanta Christian (2025).

**Tabla 29.** Urgencia

<b>Urgencia.</b>
1. No es urgente
2. No es muy urgente
3. Urgente
4. Muy urgente.

5. Extremadamente urgente.

**Fuente:** (Diamantino, 2024).

**Elaborado por:** Ichina Toapanta Christian (2025).

**Tabla 30.** Tendencia.

<b>Tendencia.</b>
1. No hay tendencia a empeorar
2. Empeorará a largo plazo
3. Empeorará a medio plazo
4. Empeorará a corto plazo
5. Empeorará rápidamente

**Fuente:** (Diamantino, 2024).

**Elaborado por:** Ichina Toapanta Christian (2025).

A continuación, se muestra en la Tabla 31 la calificación de las causas indicadas en el Gráfico 10.

**Tabla 31.** Calificación de las causas.

<b>Nº</b>	<b>Causa</b>	<b>G</b>	<b>U</b>	<b>T</b>	<b>Nota</b>
1	Facilidad para absorber la humedad	4	3	3	36
2	Variación de las características técnicas de la tela	5	4	4	80
3	Errores no detectados a tiempo	3	4	2	24
4	Desconocimiento de procedimientos	3	3	3	27
5	Variación de las especificaciones técnicas.	5	4	2	40
6	Uso de técnicas anticuadas que no garantizan calidad	5	3	2	30
7	Dependencia del secado natural por falta de recursos técnicos	4	3	1	12
8	Ausencia de maquinaria de secado	5	2	3	30
9	No se aprovechan mejoras tecnológicas en el procesó anterior.	4	1	1	4

**Fuente:** Industria de tejidos Isratex.

**Elaborado por:** Ichina Toapanta Christian (2025).

La Tabla 32 prioriza las causas, ordenadas de mayor a menor, y la Tabla 33 muestra los porcentajes acumulados por cada causa, lo que permite identificar las causas principales del problema encontrado.

**Tabla 32.** Clasificación de las causas de acuerdo con su calificación.

N°	Causa	Nota
1	Variación de las características técnicas de la tela	80
2	Variación de las especificaciones técnicas.	40
3	No se aprovechan mejoras tecnológicas en el procesó anterior.	36
4	Uso de técnicas anticuadas que no garantizan calidad	30
5	Ausencia de maquinaria de secado	30
6	Desconocimiento de procedimientos	27
7	Errores no detectados a tiempo	24
8	Dependencia del secado natural por falta de recursos técnicos	12
9	Facilidad para absorber la humedad	4

**Fuente:** Industria de tejidos Isratex.

**Elaborado por:** Ichina Toapanta Christian (2025).

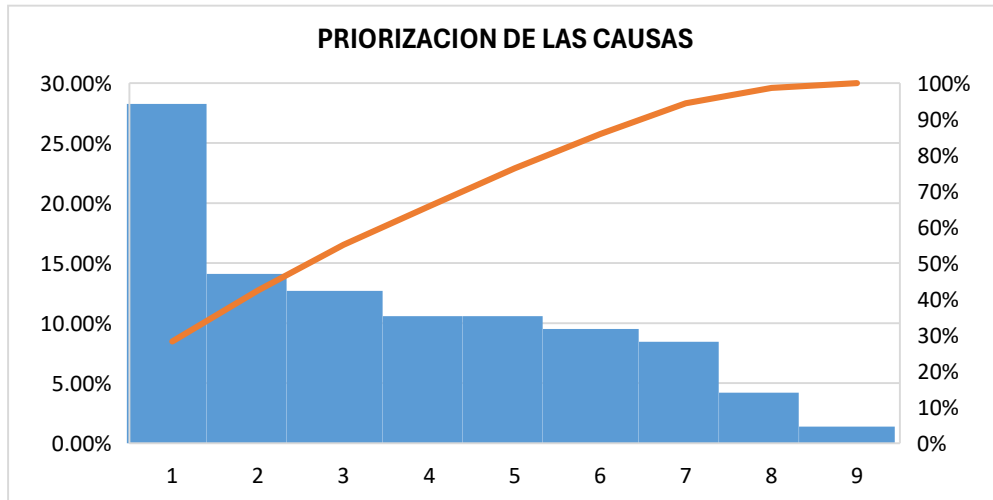
**Tabla 33.** Cálculo de los acumulados y porcentajes

N°	Causa	Nota	Acumulado	%	% Acumulado
1	Variación de las características técnicas.	80	80	28.27%	28.27%
2	Variación de las especificaciones técnicas.	40	120	14.13%	42.40%
3	No se aprovechan mejoras tecnológicas en el procesó anterior.	36	156	12.72%	55.12%
4	Técnicas anticuadas.	30	186	10.60%	65.72%
5	Ausencia de maquinaria de secado.	30	216	10.60%	76.33%
6	Desconocimiento de procedimientos.	27	243	9.54%	85.87%
7	Errores no detectados a tiempo.	24	267	8.48%	94.35%
8	Dependencia del secado natural.	12	279	4.24%	98.59%
9	Facilidad para absorber la humedad.	4	283	1.41%	100.00%

**Fuente:** Industria de tejidos Isratex.

**Elaborado por:** Ichina Toapanta Christian (2025).

Con el fin de definir prioridades en el análisis, se presenta el Gráfico 11 , la cual ilustra la priorización de las causas clasificadas en la Tabla 33 .



**Gráfico 11.** Priorización de las causas.

**Fuente:** Industria de tejidos Isratex.

**Elaborado por:** Ichina Toapanta Christian (2025).

El Gráfico 11 presenta la variación de las características técnicas (28.27%), la variación de las especificaciones técnicas (14,13%) y el no aprovechamiento de las mejoras tecnológicas en el proceso anterior (12.72%) como las principales causas.

### **Características técnicas de la tela.**

Por su naturaleza y calidad, la tela debe cumplir con los criterios y estándares de la empresa, además de los indicadores de calidad establecidos según la normativa internacional para Textiles: Métodos para el Análisis de Tejidos Parte 2: Determinación de la Masa por Unidad de Área (ISO 7211-2:2025).

### **Densidad del tejido**

Se define como el número de hilos por unidad de longitud (hilos/cm o hilos/pulgada) en tejidos planos, o como el número de puntadas por unidad de área (puntos/cm<sup>2</sup>) en tejidos de punto (ISO 7211-2, 2025). La calidad de la tela se determina según los estándares industriales, basados en los niveles de densidad clasificados en la Tabla 34. Esta tabla especifica el número de puntos requeridos por centímetro cuadrado (puntos/cm<sup>2</sup>) para definir el tipo de tela, tomando como referencia el hilo acrílico 2/40 HB.

**Tabla 34.** Puntos de densidad.

Densidad de la tela de acuerdo con el número de puntos/cm <sup>2</sup>	Puntos/cm <sup>2</sup>	Tipo de tela.
Bajo	20 – 40	Telas livianas
Medio	40 - 80	Jersey estándar
Alto	80 – 150	Tejidos pesados/ compactos.

**Fuente:** ISO 7211-2,2025.

Para calcular la densidad de la tela por centímetro cuadrado, se aplica el método de densidad de puntos de acuerdo con la Ecuación 8 según (Kazi Md. Elias, Mohammad , & H. M., 2024), que consiste en contar el número de columnas (wales) por el número de pasadas (courses) presentes en un área de 1 cm<sup>2</sup> del tejido donde:

$$\text{Densidad de puntos} = W \times C$$

**Ecuación 8.** Densidad de puntos en el área de un tejido (Kazi Md. Elias, Mohammad , & H. M., 2024).

Donde;

**W** = Número de agujas (wales) unidad de amplitud.

**C** = Número de pasadas (courses) unidad de longitud.

A continuación, la Tabla 35 muestra los estándares de trabajo de las respectivas galgas, donde se indica el número de agujas, pasadas y puntos obtenidos mediante la formula propuesta por (Kazi Md. Elias, Mohammad , & H. M., 2024), en un área de trabajo de 1cm de amplitud por un 1cm de longitud.

**Tabla 35.** Diferencia de densidades entre la maquina galga 12 y galga 10.

Parámetros	Galga 12	Galga 10	Unidad
Nº de Agujas	8	5	Agujas /cm
Nº de Pasadas	12	8	Pasadas/cm
Puntos	96	40	Puntos/cm <sup>2</sup>
Área de trabajo	1 cm <sup>2</sup>	1 cm <sup>2</sup>	

**Fuente:** Industria de tejidos Isratex.

**Elaborado por:** Ichina Toapanta Christian (2025).

Opacidad textil. Es la capacidad de un textil para atenuar la luz visible, determinada por reflectancias difusas bajo condiciones establecidas de laboratorio, tal

como indica la norma para textiles: Ensayos de solidez del color - Parte A08: Vocabulario y términos generales (ISO 105-A08:2020, 2020). La opacidad en la tela no solo depende de la densidad también depende del título de la lana que se utiliza además de los factores ambientales como indica la Ecuación 9 la cual muestra la fórmula propuesta por (Kazi Md. Elias, Mohammad , & H. M., 2024) para calcular la opacidad tomando como referencia la densidad y el factor de corrección que es del 5 % emitido en el catálogo de productos de Deltex S.A.

$$\text{Opacidad}(\%) = 100 * (1 - e^{-K*D}) + C$$

**Ecuación 9.** Opacidad de los tejidos (Kazi Md. Elias, Mohammad , & H. M., 2024).

Donde:

**D** = Densidad dada.

**k** = 0.018 (coeficiente de atenuación para acrílico).

**C** = 5% (factor de corrección por el título 2/40 HB).

A continuación, se muestra el análisis cuantitativo de la opacidad en las telas producidas con máquinas de tejer de galga 12 y 10 por medio de la densidad de los puntos y la transmisión lumínica.

### **Galga 12**

$$\text{Opacidad}(\%) = 100\% * (1 - e^{-K*D}) + C$$

$$\text{Opacidad}(\%) = 100\% * (1 - e^{-0.018*96}) + 5\%$$

$$\text{Opacidad}(\%) = 100\% * (1 - 0.1779) + 5\%$$

$$\text{Opacidad}(\%) = 82.21\% + 5\%$$

$$\text{Opacidad}(\%) = 87.21\%$$

### **Galga 10**

$$\text{Opacidad}(\%) = 100\% * (1 - e^{-K*D}) + C$$

$$\text{Opacidad}(\%) = 100\% * (1 - e^{-0.018*40}) + 5\%$$

$$\text{Opacidad}(\%) = 100\% * (1 - 0.4868) + 5\%$$

$$\text{Opacidad}(\%) = 51.32\% + 5\%$$

$$\text{Opacidad}(\%) = 56.32\%$$

### Comparación de opacidad en tejidos tipo jersey de acrílico 2/40 HB.

Los resultados se presentan a continuación en la Tabla 36 donde se muestra una comparación de la opacidad entre las galgas 10 y 12.

**Tabla 36.** Diferencia de telas elaboradas según el tipo de galgas.

<b>Criterio</b>	<b>Galga 10</b>	<b>Galga 12</b>
Densidad Puntos/cm	40	96
Opacidad base	51.32%	82.21%
Ajuste HB (+5%)	56.32% Translúcido	87.21% (semicopado)

**Fuente:** (Kazi Md. Elias, Mohammad , & H. M., 2024)

**Elaborado por:** Ichina Toapanta Christian (2025).

Para consolidar el muestreo físico con la fórmula teórica se usa del luxómetro para conocer el nivel de opacidad que existe en las telas tanto para máquinas de galga 10 y para galga 12 según la medición de lúmenes que pasa por la tela ajustándose a la densidad deseada o requerida.

En la Imagen 13 se observan los tipos de tela tejidas con hilo 2/40 HB.



**Muestra A.**



**Muestra B.**



**Muestra C.**

**Imagen 13.** Prueba práctica de luminosidad.

**Fuente:** Industria de tejidos Isratex.

**Elaborado por:** Ichina Toapanta Christian (2025).

La Tabla 37 registra la transmitancia lumínica (sobre 1000 lúmenes) de cada muestra, vinculando estos valores a la porosidad observada en la Tabla 34. Puntos de densidad. para determinar su opacidad.

**Tabla 37.** Medición de lúmenes en cada muestra.

Muestra	% de bloqueo de luz	Lúmenes Transmitidos.
Alta (A)	84	300
Media (B)	70	500
Baja (C)	50	700

**Fuente:** Industria de tejidos Isratex.

**Elaborado por:** Ichina Toapanta Christian (2025).

Tomando como referencia la Tabla 33, se identifica que una de las causas es la falta de aprovechamiento de las mejoras tecnológicas en el proceso anterior. En este contexto, se determina que la etapa que introduce humedad a la prenda corresponde al prensado.

#### **Características del vapor generado actualmente.**

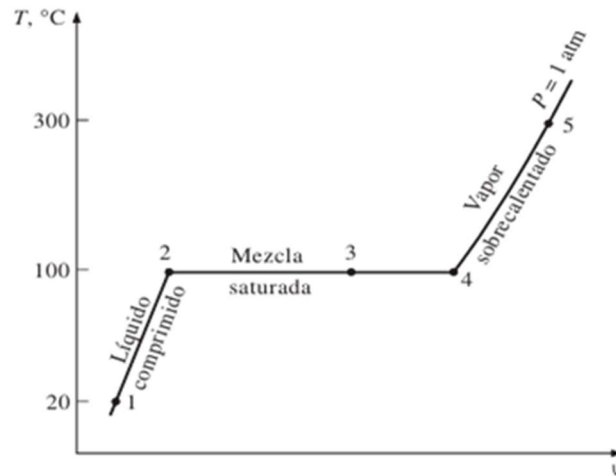
El análisis de la maquinaria en uso evidencia diversas deficiencias, como se muestra en la Imagen 14. Dicha maquinaria carece de sensores, actuadores y de una pantalla que permita un control adecuado del proceso, además de presentar acumulación de lodos en su interior.



**Imagen 14.** Máquina de planchado y prensado actualmente.

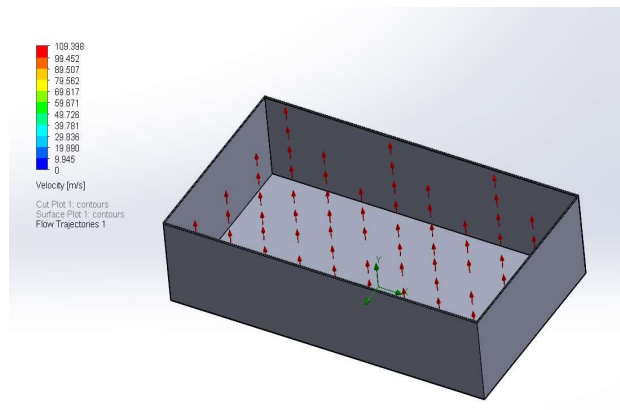
**Fuente:** Industria de tejidos Isratex.

La condición actual de la evaporación del agua se muestra en la Imagen 15, la cual describe las etapas necesarias para alcanzar la fase requerida. Según lo indicado, el proceso está generando vapor húmedo; es decir, únicamente logra producir una mezcla saturada.



**Imagen 15.** Diagrama T- V a presión constante.  
**Fuente:** (Yunus & Michael , 2015)

Con base en la Imagen 14 e Imagen 15 se diseña la forma rectangular del recipiente mostrado, lo que permite desarrollar la simulación presentada en la Imagen 16, donde se observa la dispersión del vapor en un sistema abierto. Cabe señalar que, si bien la dispersión es uniforme, esta no es óptima debido a la ausencia de mecanismos de control; es decir, no se utilizan válvulas adicionales, aparte de la válvula de gas, lo que dificulta el control del proceso.



**Imagen 16.** Dispersión del vapor.

**Elaborado por:** Ichina Toapanta Christian (2025).

En base a esto se presentan las ecuaciones en la Tabla 38, las cuales permiten determinar de forma cuantitativa la situación actual de la máquina.

**Tabla 38.** Ecuaciones para analizar la situación actual del vaporizador.

<b>Ecuaciones.</b>
<p><b>Ecuación 10.</b> Volumen.</p> $V = h * a * l$ <p>Donde:</p> <p><b>V:</b> Volumen del recipiente (m<sup>3</sup>).  <b>h:</b> Altura del recipiente (m).  <b>a:</b> Ancho del recipiente (m).  <b>l:</b> Largo del recipiente (m).</p>
<p><b>Ecuación 11.</b> Masa.</p> $m = \rho * V$ <p>Donde:</p> <p><b>m</b> = masa (Kg)  <b>V</b> = Volumen (m<sup>3</sup>).  <b>ρ</b> = Densidad del agua (Kg/m<sup>3</sup>).</p>

## Ecuaciones.

**Ecuación 12.** Balance energético.

$$Q_1 = m * c_p * (T_{\text{final}} - T_{\text{inicial}})$$

Donde:

$Q_1$  = Calor necesario para calentar el agua (J).

$m$  = Masa (Kg).

$c_p$  = Calor específico del agua líquida (J/Kg\*°C)

$T_{\text{final}}$  = Temperatura final (°C).

$T_1$  = Temperatura inicial del agua (°C).

**Ecuación 13.** Vaporización parcial del agua.

$$Q_2 = m_{\text{evap}} * x * l_v$$

Donde:

$Q_2$  = Energía necesaria para evaporar parcialmente el agua (KJ).

$m_{\text{evap}}$  = Masa total de agua (Kg).

$x$  = Calidad del vapor

$l_v$  = Calor latente de vaporización del agua a 100 °C (KJ/Kg).

**Ecuación 14.** Energía total requerida.

$$Q_{\text{total}} = Q_1 + Q_2$$

Donde:

$Q_{\text{total}}$  = Energía total para calentar y vaporizar parcialmente (kJ).

$Q_1$  = Energía para calentar el agua (kJ).

$Q_2$  = Energía para evaporar parcialmente (kJ).

**Ecuación 15.** Tiempo para obtener el vapor húmedo.

$$t = \frac{Q_{\text{total}}}{P_{\text{útil}}}$$

Donde:

$t$  = Tiempo requerido (segundos).

$Q_{\text{total}}$  = Energía total necesaria (kJ).

$P_{\text{útil}}$  = Potencia efectiva del sistema (kW = kJ/s).

## Ecuaciones.

**Ecuación 16.** Energía térmica útil.

$$Q_{\text{útil}} = Q_{\text{Total}} * \eta$$

Donde:

$Q_{\text{útil}}$  = Energía efectiva transferida al agua (kW).

$Q_{\text{total}}$  = Energía total nominal de los fogones (kW).

$\eta$  = Eficiencia térmica del sistema (fracción entre 0 y 1).

**Ecuación 17.** Potencia térmica útil.

$$P_{\text{útil}} = P_{\text{fogones}} * \eta$$

Donde:

$P_{\text{útil}}$  = Potencia efectiva transferida al agua (kW).

$P_{\text{fogones}}$  = Potencia total nominal de los fogones (kW).

$\eta$  = Eficiencia térmica del sistema (fracción entre 0 y 1).

**Ecuación 18.** Energía disponible del GLP.

$$Q_{\text{GLP}} = m_{\text{GLP}} * \text{PCI}$$

Donde:

$Q_{\text{GLP}}$  = Energía total disponible del gas licuado (kJ).

$m_{\text{GLP}}$  = Masa de GLP disponible (Kg).

$\text{PCI}$  = Poder calorífico inferior del GLP (KJ/Kg), aproximadamente 45,000 KJ/Kg.

**Ecuación 19.** Fracción de evaporación.

$$x = \frac{Q_1}{m \cdot L_v}$$

Donde:

$x$  = Fracción de evaporación

$Q_1$  = Energía suministrada (J)

$m$  = Masa del líquido (Kg)

$L_v$  = Calor latente de vaporización (Kg/KJ)

### Ecuaciones.

**Ecuación 20.** Número de moles.

$$n = \frac{m}{M}$$

Donde:

**n** = Número de moles (mol)

**m** = Masa de la sustancia (g)

**M** = Masa molar de la sustancia (g/mol)

**Fuente:** (Yunus & Michael , 2015)

**Elaborado por:** Ichina Toapanta Christian (2025).

### Condiciones iniciales del sistema.

Se determina la eficiencia de la generación de vapor para el prensado, considerando la capacidad del sistema actual en cuanto al volumen mediante la Ecuación 10 y la masa de agua con la Ecuación 11 (Yunus & Michael , 2015).

Volumen

$$V = 0.20 \text{ m} * 0.90 \text{ m} * 1.60 \text{ m}$$

$$V = 0.288 \text{ m}^3$$

Masa de agua.

$$m = 1000 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} * 0.288 \text{ m}^3$$

$$m = 288 \text{ Kg}$$

Para determinar el balance energético, se utiliza la Ecuación 12; la vaporización parcial se calcula mediante la Ecuación 13, mientras que la cantidad de calor necesaria para lograr una vaporización parcial específica se determina con la Ecuación 14. Esta última es esencial en aplicaciones donde se requiere obtener un vapor controlado (Yunus & Michael, 2015).

➤ Calentar el agua de 14°C a 100°C

$$Q_1 = m * c_p * (T_{\text{final}} - T_{\text{inicial}})$$

$$Q_1 = 288 \text{ Kg} * 4186 \frac{\text{J}}{\text{Kg}} \text{ } ^\circ\text{C} * (100^\circ\text{C} - 14^\circ\text{C})$$

$$Q_1 = 288 \text{ Kg} * 4186 \frac{\text{J}}{\text{Kg} * ^\circ\text{C}} * (86^\circ\text{C})$$

$$Q_1 = 103.48 \text{ MJ}$$

- Vaporización parcial del agua.

$$Q_2 = m * x * l_v$$

$$Q_2 = m = 288 \text{ Kg} * 0.46 * 2257 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg}}$$

$$Q_2 = 301.43 \text{ MJ}$$

- Energía total requerida

$$Q_{\text{Total}} = Q_1 + Q_2$$

$$Q_{\text{Total}} = 103.48\text{MJ} + 301.43\text{MJ}$$

$$Q_{\text{Total}} = 404.91\text{MJ}$$

### Energía útil del GLP.

Se debe considerar la energía disponible mediante la Ecuación 18 para el gas licuado de petróleo (GLP), de acuerdo con su composición como se muestra en el Anexo 2, según la Hoja de Datos de Seguridad (MSDS), la cual indica los parámetros presentados en la Tabla 39.

**Tabla 39.** Energía útil disponible del GLP.

Parámetro	Símbolo	Valor
Masa de GLP	M	15 Kg
Poder calórico	PCI	22380 kcal/m <sup>3</sup> ≈ 45000 KJ/Kg

**Fuente:** (Compañía de Minas Buenaventura S.A.A., 2025)

**Elaborado por:** Ichina Toapanta Christian (2025).

Energía total disponible.

$$Q_{\text{Disponible.}} = 15\text{Kg} * 45000 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg}}$$

$$Q_{\text{Disponible.}} = 675 \text{ 00KJ}$$

Tomando en consideración que solo se aprovecha el 60 % de la energía suministrada, se establece que esta corresponde a la eficiencia térmica del sistema, por lo que la energía útil se calcula mediante la Ecuación 16.

$$Q_{\text{útil}} = 675\,000\text{KJ} * \frac{60\%}{100\%}$$

$$Q_{\text{útil}} = 405\,000\text{KJ}$$

Para cuantificar la capacidad operativa del sistema en términos de eficiencia energética y productividad, se toma en consideración la potencia, la eficiencia y el tiempo de generación (Yunus & Michael , 2015).

La potencia térmica se calcula mediante la Ecuación 17 con los valores indicados en la Tabla 40

**Tabla 40.** Parámetros de suministro de los fogones

Parámetro	Símbolo	Valor
Potencia total	P total	3 fogones × 20 kW = 60 KJ/S
Eficiencia térmica	H	0.6

**Fuente:** (Compañía de Minas Buenaventura S.A.A., 2025)

**Elaborado por:** Ichina Toapanta Christian (2025).

Potencia útil suministrada.

$$P_{\text{útil}} = 60 \frac{\text{kJ}}{\text{S}} * 0.60$$

$$P_{\text{útil}} = 36 \frac{\text{kJ}}{\text{S}}$$

El tiempo para obtener el vapor húmedo se calcula de acuerdo con la Ecuación 15.

$$t = \frac{405\,000\text{KJ}}{36 \frac{\text{KJ}}{\text{S}}}$$

$$t = 11250 \text{ s}$$

$$t = 11250 \text{ s} \rightarrow 187.5 \text{ min} \approx 3.2 \text{ horas.}$$

**Fracción de vaporización.** Es un indicador clave en el proceso de vaporización controlada, el cual permite conocer la humedad específica del vapor por medio de la Ecuación 19 (Yunus & Michael , 2015).

$$x = \frac{Q_1}{m \cdot L_v}$$

$$x = \frac{301.87 \text{ kJ}}{288 \text{ Kg} * 2257 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg}}}$$

$$x = \frac{301.87 \text{ kJ}}{649.61 \text{ KJ}}$$

$$x = 0.46$$

Una vez definidas las entradas, se procede a identificar la cantidad de vapor generado, considerando que la calidad del vapor es de 0,46, según lo calculado mediante la Ecuación 19. Por esta razón, en la Tabla 41 se presentan las ecuaciones utilizadas para completar el diagnóstico de la situación actual.

**Tabla 41.** Ecuaciones para conocer la energía generada en el sistema actual.

<b>Ecuaciones.</b>
<p><b>Ecuación 21.</b> Masa de vapor generado</p> $m_{\text{vapor}} = m_{\text{agua}} * x$ <p>Donde:</p> <p><b>m<sub>vapor</sub></b> = Masa de vapor generado (kg)  <b>m<sub>agua</sub></b> = Masa total de agua disponible (kg)  <b>x</b> = Fracción de vaporización (valor entre 0 y 1).</p>

## Ecuaciones.

### Ecuación 22. Masa de vapor seco (no moja)

$$m_{\text{vapor seco}} = x * m_{\text{vapor}}$$

Donde:

$m_{\text{vapor seco}}$  = Masa de vapor efectivamente seco (kg)

$m_{\text{vapor}}$  = Masa total de vapor generado (kg)

$x$  = Fracción de vaporización.

### Ecuación 23. Masa de líquido en suspensión

$$m_{\text{vapor líquida}} = (1 - x) * m_{\text{vapor}}$$

Donde:

$m_{\text{vapor líquida}}$  = Masa del líquido en suspensión o remanente (kg)

$x$  = Fracción de vaporización.

$m_{\text{vapor}}$  = Masa total de vapor generado (kg)

### Ecuación 24. Número de moléculas (usando constante de Avogadro)

$$N = n * N_A$$

Donde:

$N$  = Número total de moléculas.

$n$  = Número de moles (mol).

$N_A$  = Número de Avogadro ( $\approx 6.022 \times 10^{23}$  moléculas/mol)

### Ecuación 25. Volumen del vapor (Ecuación del gas ideal)

$$V = \frac{nR}{P}$$

Donde:

$V$  = Volumen del vapor ( $m^3$ )

$n$  = Número de moles

$R$  = Constante de los gases ideales (8.314 J/mol·K)

$T$  = Temperatura absoluta (K).

$P$  = Presión absoluta (Pa)

### Ecuación 26. Densidad molecular del vapor

### Ecuaciones.

$$n_{\text{moléculas}} = \frac{N}{V}$$

Donde:

$n_{\text{moléculas}}$  = Densidad molecular (moléculas/m<sup>3</sup>)

$N$  = Número de moléculas.

$V$  = Volumen ocupado (m<sup>3</sup>)

**Ecuación 27.** Número de moléculas de agua líquida retenidas en el tejido

$$N_{\text{retenidas}} = \frac{m_{\text{líquido}}}{M} * N_A$$

Donde:

$N_{\text{retenidas}}$  = Número de moléculas retenidas.

$m_{\text{líquido}}$  = Masa de agua retenida (kg o g)

$M$  = Masa molar del agua (kg/mol o g/mol)

$N_A$  = Número de Avogadro

**Ecuación 28.** Equivalencia en masa de agua retenida.

$$m_{\text{retenida u' til}} = N * (1 - \text{Porosidad efectiva})$$

Donde:

$m_{\text{retenida u' til}}$  = Equivalente en masa de agua efectivamente retenida (kg)

$N$  = Total de partículas/moléculas

**Porosidad efectiva** = Fracción de poros abiertos (sin retención)

**Ecuación 29.** Masa de agua por prenda

$$m_{\text{prenda}} = \frac{m_{\text{retenida}}}{N_{\text{prendas}}}$$

Donde:

$m_{\text{prenda}}$  = Masa de agua retenida por prenda (kg)

$m_{\text{retenida}}$  = Masa total retenida (kg)

$N_{\text{prendas}}$  = Número total de prendas

<b>Ecuaciones.</b>
<p><b>Ecuación 30.</b> Moléculas por prenda</p> $N_{\text{prenda}} = \frac{N_{\text{Totales}}}{N_{\text{numero de prendas}}}$ <p>Donde:</p> <p><b>N<sub>prenda</sub></b> = Moléculas por prenda  <b>N<sub>Totales</sub></b> = Número total de moléculas en el sistema  <b>N<sub>numero de prendas</sub></b> = Número total de prendas</p>
<p><b>Ecuación 31.</b> Área efectiva</p> <p style="text-align: center;">Área efectiva = Superficie de trabajo – Superficie desperdiciada</p> <p>Donde:</p> <p><b>Superficie desperdiciada</b> = Superficie que no se utiliza.  <b>Superficie efectiva</b> = Superficie que se utiliza.  <b>A<sub>efectiva</sub></b> = Superficie efectiva donde interviene el vapor.</p>
<p><b>Ecuación 32.</b> Tiempo de secado por prenda (evaporación natural)</p> $t = \frac{m_{\text{vapor en la prenda}}}{\text{Tasa de evaporacion} * A_{\text{efectiva}}}$ <p>Donde:</p> <p><b>t</b> = Tiempo de secado (s)  <b>m<sub>vapor en la prenda</sub></b> = Masa de vapor presente en la prenda (kg)  <b>Tasa de evaporacion</b> = (kg/s·m<sup>2</sup>)  <b>A<sub>efectiva</sub></b> = Superficie efectiva donde interviene el vapor.</p>

**Fuente:** (Crane Co., 2018).

**Elaborado por:** Ichina Toapanta Christian (2025).

### **Análisis del vapor generado y su fraccionamiento físico.**

Para entender el comportamiento del vapor en el sistema de prensado, es fundamental estimar la masa total de vapor generado. Esta se calcula mediante la Ecuación 21, lo que permite determinar cuánta agua cambia efectivamente de estado.

$$m_{\text{vapor}} = m_{\text{agua}} * x$$

$$m_{\text{vapor}} = 288 \text{ Kg} * 0.46$$

$$m_{\text{vapor}} = 132.48 \text{ Kg}$$

Este vapor se clasifica en dos componentes: el vapor seco, que no condensa sobre la prenda, y el líquido en suspensión, que permanece en forma de microgotas. Estas fracciones se determinan mediante la Ecuación 22 y la Ecuación 23, respectivamente. Su diferenciación es clave, ya que el vapor seco transfiere calor sin humedecer, mientras que el líquido en suspensión es el responsable de la humedad retenida en el tejido.

- Masa de vapor seco (no moja).

$$m_{\text{vapor seco}} = x * m_{\text{vapor}}$$

$$m_{\text{vapor seco}} = 0.46 * 132.48 \text{ Kg}$$

$$m_{\text{vapor seco}} = 60.94 \text{ Kg}$$

- Masa de líquido en suspensión.

$$m_{\text{líquida}} = (1 - x) * m_{\text{vapor}}$$

$$m_{\text{líquida}} = (1 - 0.46) * 133.63 \text{ Kg}$$

$$m_{\text{líquida}} = 71.63 \text{ Kg}$$

### **Estimación molecular del vapor; número de moles y moléculas.**

El estudio molecular permite comprender el proceso desde una escala fisicoquímica. A partir de la masa de vapor seco, se calcula el número de moles de vapor mediante la Ecuación 20, utilizando la masa molar del agua (18 kg/kmol), y considerando que se trabaja con una masa de vapor de 62 kg.

$$n = \frac{m}{M}$$

$$n = \frac{62.0\text{kg}}{0.018 \text{ kg/mol}}$$

$$n = \frac{62.0\text{kg}}{0.018 \text{ kg/mol}}$$

$$n = 3.444,44 \text{ moles}$$

Una vez determinado el número de moléculas en el vapor seco se aplica la Ecuación 24 con ayuda de la constante de Avogadro ( $N_A = 6.02 * 10^{23}$ ) para obtener el número total de moléculas presentes en el vapor.

$$N = n * N_A$$

$$N = 3.444,44 \text{ moles} * 6.02 * 10^{23}$$

$$N = 2.07 * 10^{27} \text{ moléculas}$$

### **Caudal del volumen y la densidad molecular del vapor.**

Empleando la Ecuación 25, se determina el volumen total ocupado por el vapor, considerando el número de moles, la constante universal de los gases y las condiciones de temperatura y presión.

$$V = \frac{nR}{P}$$

$$\frac{nR}{P} = \frac{3.444,44 \text{ moles} * 8.314 \text{ J} \frac{\text{mol}}{\text{°K}}}{101,325 \text{ Pa}}$$

$$\frac{nR}{P} \approx 0.282 \frac{\text{m}^3}{\text{k}}$$

$$V = 0.282 \frac{\text{m}^3}{\text{k}} * 373^\circ\text{C}$$

$$V = 0.282 \frac{\text{m}^3}{\text{k}} * 373^\circ\text{C}$$

$$V = 105.4\text{m}^3$$

A partir de este volumen, se calcula la densidad molecular (Ecuación 26), expresada como el número de moléculas por unidad de volumen (moléculas/m<sup>3</sup>). Esta densidad permite prever la eficacia del contacto entre el vapor y la superficie textil, así como su posible comportamiento en condiciones de expansión o confinamiento.

$$n = \frac{2.07 * 10^{27} \text{moléculas}}{1105.4\text{m}^3}$$

$$n \approx 1.96 * 10^3 \frac{\text{moléculas}}{\text{m}^3}$$

### **Interacción entre el vapor y el tejido: retención de humedad.**

Una parte crítica del proceso es la retención de agua en el tejido, la cual se ve influenciada por la porosidad efectiva del material. Primero, se estima el número total de moléculas de agua líquida en suspensión a través de la Ecuación 27.

$$\text{Moléculas} = \frac{m_{\text{líquido}}}{\text{masa molar}} * N_A$$

$$\text{Moléculas} = \frac{71.63 \text{ Kg}}{0,018 \frac{\text{Kg}}{\text{mol}}} * .6.022 * 10^{23}$$

$$\text{Moléculas.} = 2.39 * 10^{27} \text{moléculas.}$$

Se calcula cuántas moléculas quedan retenidas mediante la Ecuación 28, la cual permite identificar el número de moléculas de agua líquida retenidas en el tejido, en función de la Tabla 36, que muestra la porosidad efectiva de la tela. Este análisis se aplicó a dos tipos de tejido (Galga 10 y Galga 12), lo que se traduce directamente en diferentes cantidades de masa de agua absorbida.

➤ Partículas retenidas en el Tejido de Galga 10

$$\text{Partículasretenidas} = 2.39 * 10^{27} * \left(1 - \frac{56.32\%}{100}\right)$$

$$\text{Partículasretenidas} = 2.39 * 10^{27} * (1 - 0.5632)$$

$$\text{Partículasretenidas} = 2.39 * 10^{27} * (1 - 0.4368)$$

$$\text{Partículasretenidas} \approx 1.04 * 10^{27} \text{ moléculas.}$$

- Equivalencia en masa.

$$m_{\text{retenida}} = 71.63 \text{ kg} * 0.4368$$

$$m_{\text{retenida}} 31.28 \text{ kg}$$

- Partículas retenidas en el Tejido en Galga 12.

$$\text{Partículasretenidas} = 2.39 * 10^{27} * \left(1 - \frac{87.21\%}{100}\right)$$

$$\text{Partículasretenidas} = 2.39 * 10^{27} * (1 - 0.8721)$$

$$\text{Partículasretenidas} = 2.39 * 10^{27} * 0.1279$$

$$\text{Partículasretenidas} = 3.05 * 10^{26} \text{ moléculas .}$$

- Equivalencia en masa.

$$m_{\text{retenida}} = 71.63 \text{ kg}(1 - 0.8721)$$

$$m_{\text{retenida}} = 71.63 \text{ kg}(0.1279)$$

$$m_{\text{retenida}} = 9.16 \text{ kg}$$

### **Distribución de agua por prenda y tiempo de secado**

Con base en la Ecuación 29, se calcula la masa total retenida y, considerando el número de prendas procesadas, se determina la masa de agua retenida por unidad textil tomando en cuenta un rendimiento de 330 prendas.

- Masa de agua por prenda en Galga 10.

$$\text{Masa por prenda} = \frac{\text{Masa total retenida}}{\text{Número de prendas}}$$

$$\text{Masa por prenda} = \frac{31.29\text{kg}}{330 \text{ prenda}}$$

$$\text{Masa por prenda} = 0.0948 \frac{\text{Kg}}{\text{prenda}}$$

- Masa de agua por prenda en Galga 12.

$$\text{Masa por prenda} = \frac{\text{Masa total retenida}}{\text{Número de prendas}}$$

$$\text{Masa por prenda} = \frac{9.16 \text{ kg}}{330 \text{ prenda}}$$

$$\text{Masa por prenda} = 0.027 \frac{\text{Kg}}{\text{prenda}}$$

Su equivalente en moléculas, calculado mediante la Ecuación 28, es clave para determinar la magnitud del secado requerido por prenda.

- Equivalente en moléculas en Galga 10.

$$\text{Masa por prenda} = \frac{1.044 * 10^{27} \text{ moléculas} .}{330}$$

$$\text{Masa por prenda} = 3.164 * 10^{24} \text{ moléculas} .$$

- Equivalente en moléculas en Galga 12.

$$\text{Masa por prenda} = \frac{3.05 * 10^{26} \text{ moléculas} .}{330}$$

$$\text{Masa por prenda} = 9.24 * 10^{23} \text{ moléculas} .$$

El área donde se aplica el vapor es importante, considerando que la Ecuación 31 permite calcular la superficie total.

- Área efectiva utilizada

Área efectiva = Superficie de trabajo – Superficie desperdiciada

$$\text{Área efectiva utilizada} = 15900 \text{ cm}^2 - 12.05 \text{ cm}^2$$

$$\text{Área efectiva utilizada} = 15887.95 \text{ cm}^2$$

La Ecuación 32 permite encontrar el tiempo de secado de la prenda, considerando la tasa de evaporación para la ciudad de Ambato, que es de 0,06 kg/(m<sup>2</sup>·h) .

- Tiempo de evaporación de galga 10.

$$t = \frac{m}{G * A_{\text{efectiva}}}$$

$$t = \frac{0.0948 \frac{\text{Kg}}{\text{prenda}}}{0.06 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2 * \text{h}} * 0.38 \text{ m}^2}$$

$$t = \frac{0.0948 \frac{\text{kg}}{\text{prendas}}}{0.0228 \frac{\text{Kg}}{\text{h}}}$$

$$t = 4.16 \frac{\text{h}}{\text{prenda}}$$

- Tiempo de evaporación de galga 12.

$$t = \frac{m}{G * A_{\text{efectiva}}}$$

$$t = \frac{0.027 \frac{\text{Kg}}{\text{prenda}}}{0.06 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2 * \text{h}} * 0.38 \text{ m}^2}$$

$$t = \frac{0.027 \frac{\text{kg}}{\text{prenda}}}{0.0228 \frac{\text{Kg}}{\text{h}}}$$

$$t = 1.18 \frac{\text{h}}{\text{prenda}}$$

Estos cálculos se refuerzan de acuerdo con la toma de tiempos realizada, tal como se indica el Gráfico 12, donde se considera el tiempo del cuello de botella como referencia.

DIAGRAMA DE CURSO DEL PROCESO		Resumen			Hoja	1	De	1
Proceso: Elaboración de chaleco tejido en jersey	Símbolo	Operaciones	Total	T(Seg)	Tiempo	Actual	Propuesto	
Cantidad de tareas	●	Operación	7	297.20	00:04:57	SI	N/A	
222.00	→	Transporte	4	702.00	00:11:42	SI	N/A	
Distancia recorrida en metros.	■	Inspección	1	60.00	00:01:00	SI	N/A	
76	●	Espera.	1	14280.00	03:58:00	SI	N/A	
Tamaño del lote : Dos docenas	▼	Almacenamiento	1	12.00	00:00:12	SI	N/A	
			Total	15351.20	04:15:39	SI	N/A	
Método:			Seguimiento al:		Comentario			
X	Actual	Propuesto	Operario	<input type="checkbox"/>	Este proceso debe ser analizado para conocer la situación actual de la empresa y así poder conocer sus mudas.			
Operador: 3 operadores			Material	<input checked="" type="checkbox"/>				
Elaborado por: Christian Ichina		Fecha: 22 de Abril 2025	Equipo	<input type="checkbox"/>				
Revisado por: Mg Cáceres Lorena		Fecha: 3 de Mayo 2025						
Aprobado por: Mg Cáceres Lorena		Fecha: 7 de Mayo 2025						

N	Descripción de la tarea	Cant	Distancia (m)	T(seg)	●	→	■	●	▼	Observaciones
1	Transportar del área de costura al área de planchado.	1	14	36.00						Se trasladan el total de unidades
2	Colocar los chalecos en la mesa.	1	1	0.80						
3	Recoger el chaleco y colocarla en la plancha.	24	1	96.00						Se recogen de forma individual
4	Revisar si el chaleco esta bien ubicado en la plancha.	24	0	60.00						Ubicación en la cama caliente
5	Esperar que las fibras se relajen .	24	0	36.00						
6	Estirar el chaleco.	24	0	1.20						
7	Colocar la prensa en la plancha.	24	0	9.60						Evitar quemaduras
8	Retirar la prensa .	24	0	1.20						
9	Retirar el chaleco de la plancha y ubicarla en la mesa .	24	1	144.00						
10	Transportar del área de planchado hacia el área de secado.	1	28	30.00						
11	Colocar el chaleco al ambiente.	24	1	144.00						
12	Esperar que el chaleco se seque.	1	0	14280.00						
13	Sujetar el chaleco.	24	0	9.60						
14	Transportar el chaleco a la mesa.	1	30	41.00						
15	Almacenar hasta la próxima actividad.	1	0	15.00						Colchón para el siguiente proceso.
TOTAL		222	76	14904	7	4	1	1	1	Revisión
		Número de plano : 1			Diagrama N° 1				1	

**Gráfico 12.** Tiempo de secado.

**Fuente:** Industria de tejidos Isratex.

**Elaborado por:** Ichina Toapanta Christian (2025).

Los cálculos demuestran que el sistema genera vapor de calidad moderada (fracción de vaporización  $x=0.46$ ), donde de los 288 Kg de agua procesada producen

133.63 Kg de vapor, compuesto por 62.0 Kg de vapor seco y 71.63 Kg de líquido en suspensión para lo cual en los tejidos, la Galga 10 se retienen  $1.24 \times 10^{27}$  moléculas (31.25 Kg) mientras que en la Galga 12 se capturan  $3.05 \times 10^{26}$  moléculas (9.16 Kg), mostrando mayor retención en tejidos más densos por lo cual para el secado natural en la ciudad de Ambato que es de 18°C con una humedad relativa del 70% (Meteoblue, 2025), requieren 4.15 horas por prenda, tiempos que cambian en condiciones no favorables.

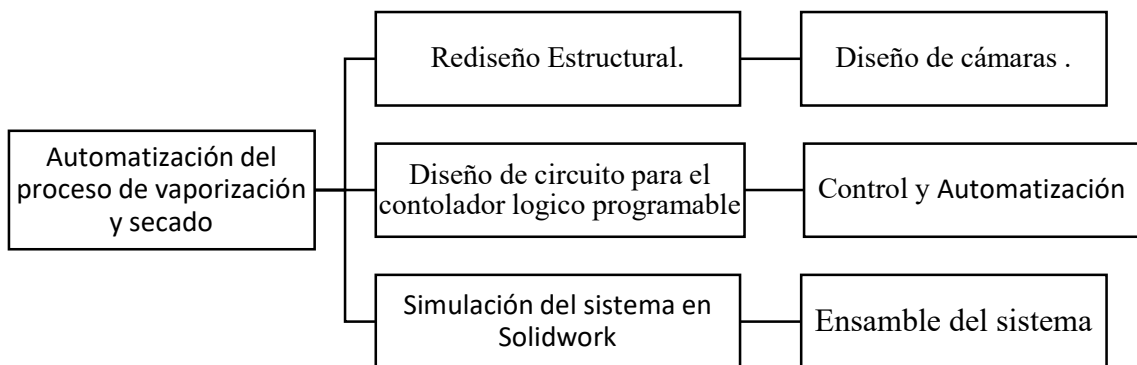
**Área de estudio.**

**Tabla 42.** Área de estudio.

<b>Dominio</b>	<b>Tecnología y Sociedad.</b>
Línea de investigación	Sistemas Industriales.
Campo	Ingeniería Industrial.
Área	Gestión de sistemas productivos.
Aspecto	Mejora del proceso.
Objeto de estudio	Reducir el tiempo de secado
Periodo de análisis.	Marzo 2025 – Julio 2025

**Elaborado por:** Ichina Toapanta Christian (2025).

**Modelo operativo.**



**Gráfico 13.** Modelo operativo

**Elaborado por:** Ichina Toapanta Christian (2025).

## **Desarrollo del modelo operativo.**

### **Equipó de control.**

Partiendo del impacto que genera el vapor en la prenda, se seleccionan los elementos comerciales y, al mismo tiempo, se aprovechan los recursos existentes en la empresa para diseñar un sistema de control que genere vapor seco de forma controlada durante la etapa de planchado. El objetivo es reducir la interacción entre el vapor húmedo y la tela, procurando que el vapor se libere de manera concentrada en un área útil, y evitando que el operador cause malformaciones en las prendas terminadas.

### **Rediseño Estructural.**

## **Transferencia de calor y humedad: rol del vapor en equipos de planchado industrial**

Se define las condiciones requeridas de producción del vapor su generación, almacenamiento y finalmente su distribución sobre la prenda sin afectar su calidad.

### **Diseño Cad.**

El uso de SolidWorks resulta pertinente para la simulación del flujo térmico en estructuras metálicas debido a que el software integra un entorno de diseño CAD 3D con potentes herramientas de análisis mediante el módulo SolidWorks Simulation. Esta combinación permite no solo modelar con precisión las geometrías de las piezas, sino también evaluar de forma detallada la transferencia de calor, la distribución de temperaturas y los efectos térmicos sobre el material.

Además, SolidWorks ofrece una interfaz intuitiva que facilita la configuración de condiciones de las cargas térmicas y materiales, lo que permite obtener resultados confiables en menor tiempo en comparación con métodos experimentales. Su pertinencia también radica en que los análisis térmicos pueden complementarse con simulaciones estructurales, favoreciendo un enfoque integral en el estudio de las respuestas mecánicas y térmicas de las estructuras metálicas bajo diferentes escenarios de operación.

En este sentido, la elección de SolidWorks asegura una solución eficiente, precisa y económica para el análisis del flujo térmico, contribuyendo tanto al diseño óptimo como a la toma de decisiones técnicas fundamentadas en la presente propuesta.

### **Diseño de circuitos.**

#### **Diseño de circuito para el controlador lógico programable.**

#### **CX Programmer**

El uso del software CX Programmer resulta pertinente en el desarrollo de la propuesta de mejora del proceso de prensado, debido a que permite programar, simular y controlar sistemas automatizados de forma precisa y adaptable. Este software facilita la creación y verificación de rutinas de control para los ciclos de vaporización, lo que asegura una mayor confiabilidad en la operación. (Greenfield, 2009)

Desde el punto de vista técnico, CX Programmer proporciona un entorno de programación que permite configurar variables como tiempos de operación, parámetros de vaporización y condiciones de seguridad, asegurando un control óptimo del proceso. Esto contribuye a reducir la variabilidad, mejorar la estandarización y garantizar que las mejoras propuestas puedan ejecutarse de manera práctica (Greenfield, 2009).

Además, su pertinencia radica en la posibilidad de simular y validar la lógica de control antes de su aplicación real, lo que reduce riesgos operativos y facilita la corrección de posibles errores. Esto asegura que la propuesta no solo sea conceptualmente viable, sino que también pueda ser implementada con un alto grado de precisión y confiabilidad.

En términos de sostenibilidad y eficiencia, el uso de CX Programmer permite un control más eficiente del vapor y del tiempo de secado, lo que repercute en un mejor aprovechamiento de la energía y de los recursos, alineándose con los objetivos de mejorar el proceso productivo.

#### **CX Designer.**

El uso del software CX-Designer es pertinente dentro de la propuesta, ya que permite diseñar, configurar y simular interfaces gráficas HMI (Human Machine

Interface), facilitando la interacción entre el operario y el sistema de control del proceso de secado. Gracias a este software, es posible representar en pantallas gráficas variables críticas como tiempos de operación, temperatura, humedad o ciclos de vaporización, garantizando un monitoreo claro y en tiempo real (Mughees, 2023).

Desde el punto de vista técnico, CX-Designer permite crear interfaces amigables que contribuyen a reducir errores humanos, mejorar la trazabilidad de los parámetros de operación y estandarizar el control del proceso. Su pertinencia radica en que proporciona una visualización intuitiva del sistema, lo que optimiza la supervisión y facilita la toma de decisiones rápidas por parte del personal (Omron Corporation, 2025).

Asimismo, la posibilidad de simular y probar las pantallas antes de la implementación real reduce tiempos de ajuste y minimiza fallas en la etapa de puesta en marcha. Esto garantiza que la propuesta de mejora no solo sea viable en el plano teórico, sino también práctica y funcional en la operación cotidiana del proceso textil.

En términos de eficiencia y confiabilidad, CX-Designer aporta al mejor control del secado mediante una interfaz flexible y personalizada, lo que asegura una mayor eficiencia operativa y una interacción hombre-máquina más efectiva.

### **Ensamblaje del circuito.**

Se prevé tener simulaciones con datos reales tales como la temperatura y humedad lo cual permita destacar las condiciones ambienteles que existen en el área de planchado.

## **CAPÍTULO III.**

### **PROPUESTA Y RESULTADOS ESPERADOS.**

#### **Presentación de la propuesta.**

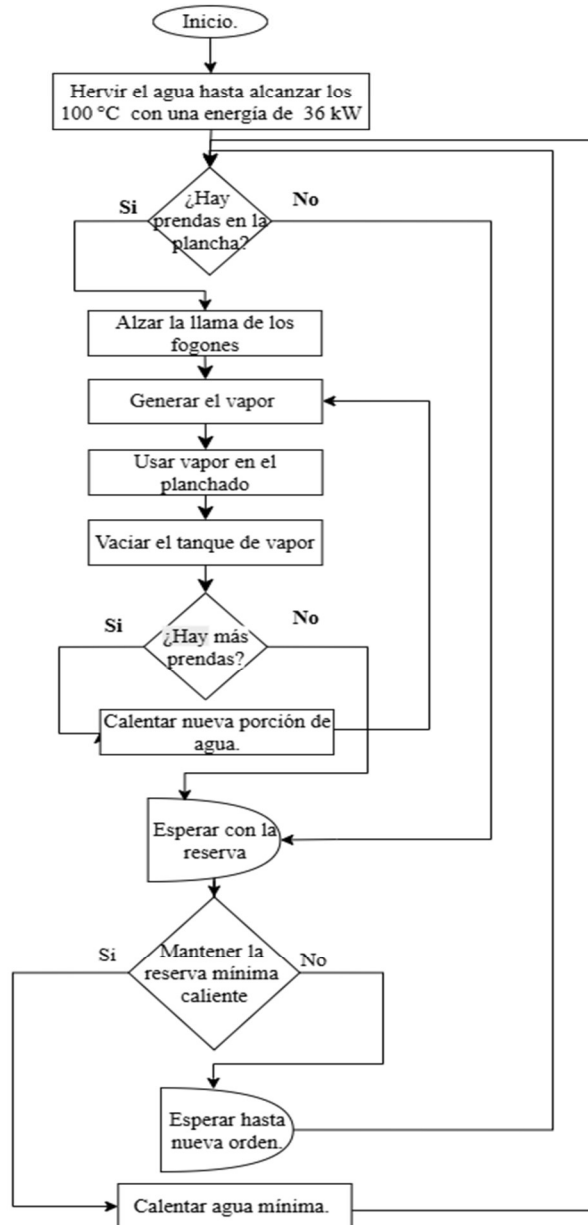
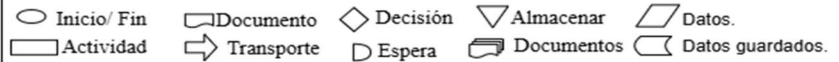
Según el análisis previo, se requiere el rediseño de la máquina de prensado con el fin de controlar la calidad del vapor de agua además de implantar controles que indiquen el nivel de presión, temperatura y el volumen de agua, ya que actualmente el proceso se realiza de forma artesanal y no cuenta con indicadores que permitan una correcta estandarización

#### **Desarrollo de la propuesta.**

Para el inicio del rediseño se toma como referencia el funcionamiento requerido como indica la Gráfico 14 para cumplir con las expectativas previstas en el funcionamiento del sistema.



**Funcionamiento de la plancha.**



**Gráfico 14.** Generación del vapor seco.

**Elaborado por:** Ichina Toapanta Christian (2025).

Con base en las características técnicas de operación del sistema, la Tabla 43 presenta los parámetros técnicos necesarios para comprender la transferencia de energía requerida y la energía útil que debe suministrarse. Esta corresponde a 0,122 Kg de vapor seco, determinada previamente en el diagnóstico de la situación actual, a una temperatura

de 115 °C. Dicho vapor es necesario para activar las propiedades funcionales de las prendas confeccionadas en tejido tipo Jersey

**Tabla 43.** Parámetros necesarios.

<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>
Masa de agua por ciclo	0.122 Kg (por prenda)
Temperatura inicial	14 °C
Temperatura vapor seco	1115 °C
Calor específico agua	4.18 KJ/Kg·°C
Calor latente vaporización	2260 KJ/Kg

**Fuente:** Industria de tejidos Isratex.

**Elaborado por:** Ichina Toapanta Christian (2025).

El funcionamiento del sistema depende de la cantidad de vapor requerido además de las condiciones que se muestren es por ello por lo que a continuación se presentan los cálculos previos al rediseño del nuevo sistema.

### **Propuesta para mejorar el factor de vaporización.**

#### **Estudio previo al desarrollo del sistema.**

Se calcula el volumen del recipiente donde se contiene el agua mediante la multiplicación de sus dimensiones como indica la Ecuación 10.

$$V = 0.10 \text{ m} * 0.90 \text{ m} * 1.60\text{m}$$

$$V = 0.144 \text{ m}^3$$

Posteriormente, se multiplicar el volumen por la densidad del agua ( $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ ) en la Ecuación 11, para obtener la masa total del agua disponible para el proceso

$$m = 1000 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} * 0.144 \text{ m}^3$$

$$m = 144 \text{ Kg}$$

### **Energía para Calentar y Vaporizar el Agua.**

Para conocer la cantidad de energía térmica necesaria para incrementar la temperatura del agua desde su valor inicial (14°C) hasta el punto de ebullición (100°C), se utiliza la fórmula del calor sensible (Ecuación 12), la cual considera la masa del agua, su calor específico y el cambio de temperatura.

$$Q_1 = m * c_p * (T_{\text{final}} - T_{\text{inicial}})$$

$$Q_1 = 144 \text{ Kg} * 4186 \frac{\text{J}}{\text{Kg}} \text{ } ^\circ\text{C} * (100^\circ\text{C} - 14^\circ\text{C})$$

$$Q_1 = 144 \text{ Kg} * 4186 \frac{\text{J}}{\text{Kg} * ^\circ\text{C}} * (86^\circ\text{C})$$

$$Q_1 = 51.77 \text{ MJ}$$

Una vez alcanzada la temperatura de ebullición, se calcula la energía requerida para transformar la masa de agua en vapor con una calidad del 0.90. Para ello, se aplica la Ecuación 13, que relaciona la masa a vaporizar, la fracción de vaporización y el calor latente de vaporización del agua.

$$Q_2 = m * x * l_v$$

$$Q_2 = 144 \text{ Kg} * 0.90 * 2257 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg}}$$

$$Q_2 = 291.41 \text{ MJ}$$

La energía total se obtiene mediante la Ecuación 14, la cual suma la energía requerida para calentar el agua ( $Q_1$ ) y la energía necesaria para su vaporización parcial ( $Q_2$ ), representando así el requerimiento energético total para producir vapor seco a partir del estado inicial del agua.

$$Q_{\text{Total}} = Q_1 + Q_2$$

$$Q_{\text{Total}} = 51.77 \text{ MJ} + 291.41 \text{ MJ}$$

$$Q_{\text{Total}} = 343.18 \text{ MJ}$$

Conocida la energía total requerida por el sistema, esta será suministrada por tres quemadores de 20 kW cada uno. A partir de ello, se procede a calcular la potencia útil del sistema mediante la Ecuación 17, la cual multiplica la potencia total por la eficiencia térmica del sistema, estimada en un 60 %. Esta información se puede contrastar en la Tabla 40, con el fin de determinar la potencia útil real disponible para transferir la energía al agua.

$$P_{\text{útil}} = P_{\text{total}} * H$$

$$P_{\text{útil}} = 60 \frac{\text{kJ}}{\text{s}} * 0.60$$

$$P_{\text{útil}} = 36 \frac{\text{kJ}}{\text{s}}$$

El tiempo necesario para alcanzar la condición de vapor húmedo se calcula mediante la Ecuación 15. Este valor permite dimensionar la duración del ciclo de generación de vapor bajo condiciones operativas reales.

$$t = \frac{Q_{\text{total.}}}{P_{\text{útil.}}}$$

$$t = \frac{343.18 \text{ MJ}}{36 \frac{\text{kJ}}{\text{s}}}$$

$$t = 9533 \text{ s}$$

$$t = 9533 \text{ s} \rightarrow \approx 2.65 \text{ horas.}$$

### **Propuesta para reducir el tiempo de secado de la prenda.**

#### **Distribución de masa generada: vapor seco y líquido suspendido.**

La calidad del vapor se determina mediante la Ecuación 19, a través del cálculo del factor de vaporización, el cual relaciona la cantidad de agua efectivamente convertida en vapor con el total de agua tratada.

$$x = \frac{Q_1}{m \cdot L_v}$$

$$x = \frac{51.77 \text{ MJ}}{144 \text{ Kg} * 2257 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg}}}$$

$$x = \frac{51770 \text{ kJ}}{324.97 \text{ KJ}}$$

$$x = 0.90$$

Observación: Una fracción de 0.90 indica una alta eficiencia del proceso de vaporización.

La masa total de vapor se descompone mediante la Ecuación 21 en dos componentes: la fracción correspondiente al vapor seco, determinada mediante la Ecuación 22 (que no condensa ni humedece), y la fracción líquida en suspensión, obtenida con la Ecuación 23 (vapor húmedo). Este análisis resulta fundamental para evaluar la calidad del vapor aplicado al tejido.

Masa de Vapor Generado.

$$m_{\text{vapor}} = m_{\text{agua}} * x$$

$$m_{\text{vapor}} = 144 \text{ Kg} * 0.90$$

$$m_{\text{vapor}} = 129.6 \text{ Kg}$$

Masa de vapor seco (no moja).

$$m_{\text{vapor seco}} = x * m_{\text{vapor}}$$

$$m_{\text{vapor seco}} = 0.90 * 129.6 \text{ Kg}$$

$$m_{\text{vapor seco}} = 116.64 \text{ kg}$$

Masa de líquido en suspensión.

$$m_{\text{líquida}} = (1 - x) * m_{\text{vapor}}$$

$$m_{\text{líquida}} = (1 - 0.90) * 129.6 \text{ Kg}$$

$$m_{\text{líquida}} = 12.96 \text{ Kg}$$

La cantidad de moléculas de agua retenidas en el tejido depende de su porosidad efectiva, indicada en la Tabla 34. El número de partículas atrapadas en la estructura textil se calcula mediante la Ecuación 27, aplicando un factor de retención basado en dicha porosidad.

Partículas retenidas en el Tejido de Galga 10

$$\text{Partículas retenidas} = \text{Moléculas totales} * (1 - \text{Porosidad efectiva})$$

$$\text{Partículas retenidas} = 2.39 * 10^{27} * \left(1 - \frac{56.32\%}{100}\right)$$

$$\text{Partículas retenidas} = 2.39 * 10^{27} * (1 - 0.5632)$$

$$\text{Partículas retenidas} = 2.39 * 10^{27} * (1 - 0.4368)$$

$$\text{Partículas retenidas} \approx 1.04 * 10^{27} \text{ moléculas.}$$

Partículas retenidas en el Tejido de Galga 12.

$$\text{Partículas retenidas} = \text{Moléculas totales} * (1 - \text{Porosidad efectiva})$$

$$\text{Partículas retenidas} = 2.39 * 10^{27} * \left(1 - \frac{87.21\%}{100}\right)$$

$$\text{Partículas retenidas} = 2.39 * 10^{27} * (1 - 0.8721)$$

$$\text{Partículas retenidas} = 2.39 * 10^{27} * 0.1279$$

$$\text{Partículas retenidas} = 3.05 * 10^{26} \text{ moléculas .}$$

Una vez determinado el número de partículas retenidas, este valor se convierte a unidades de masa (kg). Para ello, se calcula su equivalencia mediante la Ecuación 28, con el objetivo de analizar cuánta agua permanece efectivamente en el tejido después del proceso de vaporización.

Equivalencia en masa en tejido de Galga 10

$$m_{\text{retenida}} = m_{\text{líquida}} * (1 - \text{Porosidad efectiva})$$

$$m_{\text{retenida}} = 12.96 \text{ Kg} * \left(1 - \frac{56.32\%}{100}\right)$$

$$m_{\text{retenida}} = 12.96 \text{ Kg} * 0.4368$$

$$m_{\text{retenida}} = 5.66 \text{ kg}$$

Equivalencia en masa en tejido de Galga 12

$$m_{\text{retenida}} = m_{\text{líquida}} * (1 - \text{Porosidad efectiva})$$

$$m_{\text{retenida}} = 12.96 \text{ Kg} * \left(1 - \frac{87.21\%}{100}\right)$$

$$m_{\text{retenida}} = 12.96 \text{ Kg} * 0.1279$$

$$m_{\text{retenida}} = 1.66 \text{ kg}$$

La masa total de agua retenida en el tejido se calcula mediante la Ecuación 29, la cual divide este valor entre el número total de prendas (330) para determinar cuánta humedad permanece en cada una de ellas.

Equivalencia de la masa por unidad en tejido de Galga 10.

$$m_{\text{retenida por prenda}} = \frac{m_{\text{total de agua retenida}}}{N \text{ prendas}}$$

$$m_{\text{retenida por prenda}} = \frac{5.66 \text{ kg}}{330 \text{ prendas}}$$

$$m_{\text{retenida por prenda}} = 0.017 \frac{\text{kg}}{\text{prendas}}$$

Equivalencia de la masa por unidad en tejido de Galga 12.

$$m_{\text{retenida}} = \frac{m_{\text{retenida}}}{N \text{ prendas}}$$

$$m_{\text{retenida}} = \frac{1.66 \text{ kg}}{330 \text{ prendas}}$$

$$m_{\text{retenida}} = 0.0050 \frac{\text{kg}}{\text{prendas}}$$

### **Tiempo de secado por prenda**

El área de aplicación del vapor es importante; para ello se ocupa la Ecuación 31 para determinar la superficie que utiliza cada prenda.

$$\text{Área efectiva} = \text{Superficie de trabajo} * \text{Superficie desperdiciada}$$

$$\text{Área efectiva utilizada} = 19 \text{ cm} * 19 \text{ cm} = 0.38 \text{ m}^2$$

La Ecuación 32 permite determinar el tiempo de secado necesario para eliminar la humedad de cada prenda. Este cálculo se realiza considerando la tasa de evaporación del agua por metro cuadrado y el área efectiva del tejido, lo que permite estimar la duración total del proceso de secado.

Tiempo del líquido impregnado en la prenda.

$$t = \frac{m}{G * A_{\text{efectiva}}}$$

$$t = \frac{0.017 \frac{\text{Kg}}{\text{prenda}}}{0.06 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2 * \text{h}} * 0.38 \text{ m}^2}$$

$$t = \frac{0.0172 \frac{\text{kg}}{\text{prendas}}}{0.0228 \frac{\text{Kg}}{\text{h}}}$$

$$t = 0.74 \frac{\text{h}}{\text{prenda}}$$

$$t \approx 45.2 \text{ minutos}$$

Tiempo de secado en galga 12.

$$t = \frac{m}{G * A_{\text{efectiva}}}$$

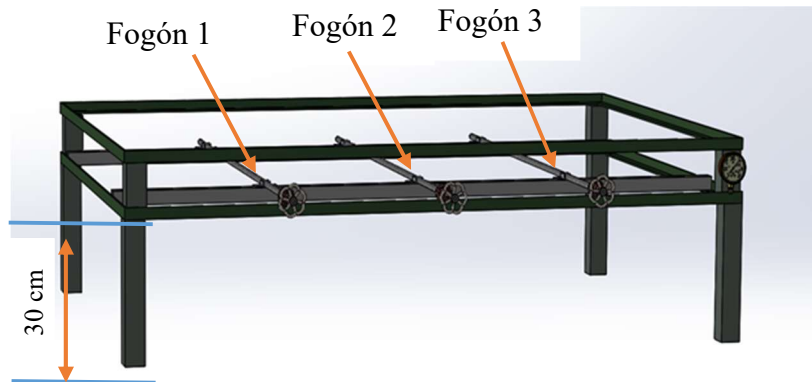
$$t = \frac{0.00502 \frac{\text{Kg}}{\text{prenda}}}{0.06 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2 * \text{h}} * 0.38 \text{ m}^2}$$

$$t = \frac{0.00502 \frac{\text{kg}}{\text{prendas}}}{0.0228 \frac{\text{Kg}}{\text{h}}}$$

$$t = 0.22 \frac{\text{h}}{\text{prenda}}$$

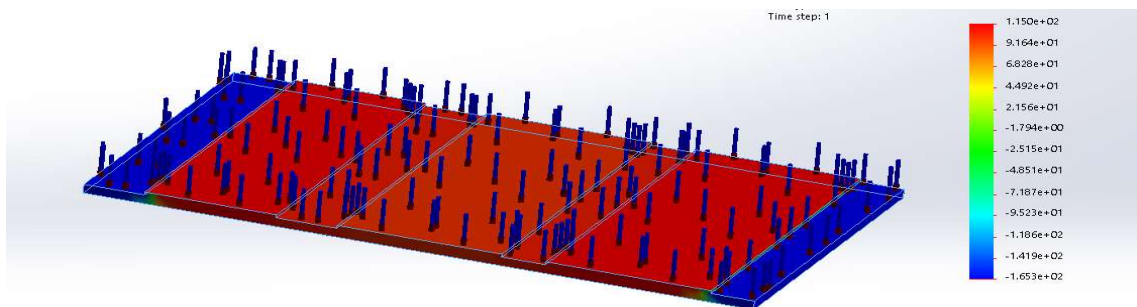
$$t \approx 13.2 \text{ minutos}$$

Para considerar la energía requerida, se toma en cuenta la normativa de la National Fire Protection Association. (NFPA -101), la cual establece que, en entornos industriales, los fogones deben ubicarse a una altura de entre 10 cm y 30 cm desde el nivel del piso como indica la Imagen 17, proporcionando un total de 60 Kw de energía calorífica al sistema.



**Imagen 17.** Estructura base para la ubicación de los fogones.  
**Elaborado por:** Ichina Toapanta Christian (2025).

El Gráfico 15 muestra la distribución del calor en toda la superficie de los fogones.

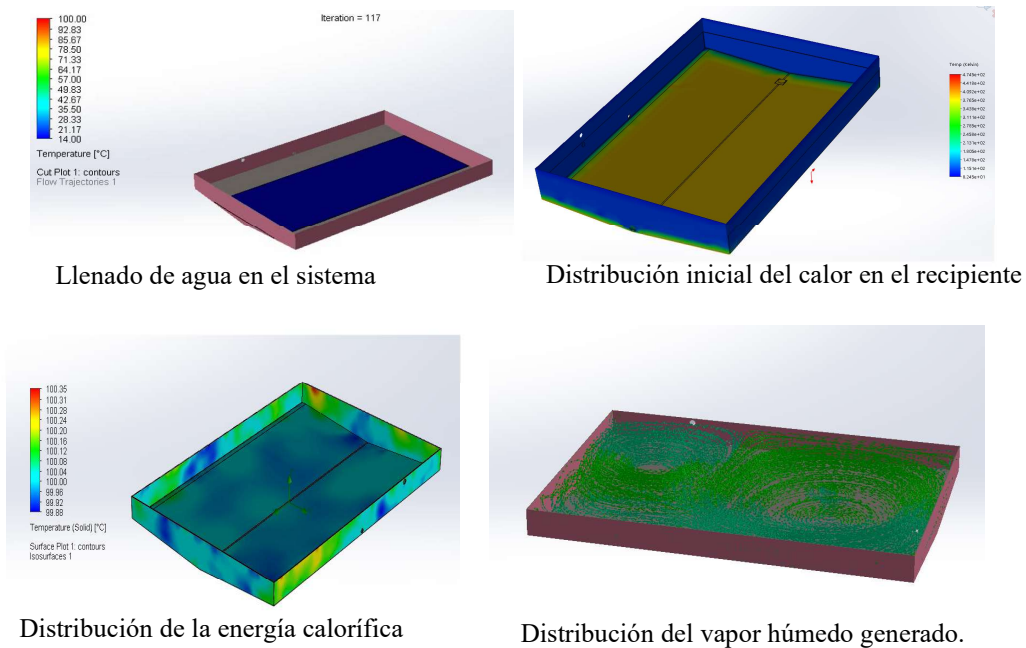


**Gráfico 15.** Distribución del calor sobre la superficie.  
**Elaborado por:** Ichina Toapanta Christian (2025).

### **Distribución de energía calorífica en el tanque de almacenamiento de agua.**

Al producirse una transferencia de energía desde los fogones hacia la cámara de almacenamiento de agua, se realiza una transmisión continua de calor que permite operar el sistema bajo principios de entalpía.

La Imagen 18 muestra la distribución del calor en el recipiente, evidenciando una dispersión relativamente uniforme en gran parte del área. No obstante, se presentan variaciones térmicas en las paredes. Al tratarse de vapor húmedo, este tiende a acumularse en la parte superior del tanque. Por esta razón, una distribución simétrica del calor desde el centro mejora el flujo del vapor hacia la siguiente cámara, manteniendo una presión constante y evitando el arrastre de agua líquida junto con el vapor.



**Imagen 18.** Distribución del calor en el recipiente de calefacción

**Elaborado por:** Ichina Toapanta Christian (2025).

Datos iniciales del sistema de transmisión del vapor.

En la Tabla 44 se presentan los datos necesarios para calcular el diámetro de la tubería que conducirá el vapor hacia la cámara de almacenamiento.

**Tabla 44.** Datos iniciales del sistema.

Descripción	Valor.
Masa de vapor	132.48 Kg
Tiempo de generación	2.72 horas $\approx$ 9792 s

**Elaborado por:** Ichina Toapanta Christian (2025).

### Comportamiento dentro del sistema.

Para entender el comportamiento del vapor dentro del sistema de calefacción del agua se plantea la Tabla 45.

**Tabla 45.** Formulario para conocer la interacción del vapor con la cámara.

Ecuaciones.
<p><b>Ecuación 33.</b> Flujo másico del vapor.</p> $\dot{m} = \frac{\text{Masa de vapor generado}}{\text{Tiempo de generación.}}$ <p>Donde:</p> <p><b><math>\dot{m}</math></b> = Flujo másico del vapor (kg/s)  <b>Masa de vapor generado</b>= Cantidad total de vapor producido (kg)  <b>Tiempo de generación</b> = Duración del proceso de generación de vapor (s)</p>
<p><b>Ecuación 34.</b> Cálculo del volumen específico del vapor.</p> $v = v_f + x * (v_g - v_f)$ <p>Donde:</p> <p><b>v</b> = Volumen específico del vapor (m<sup>3</sup>/kg)  <b>v<sub>f</sub></b> = Volumen específico del agua saturada (m<sup>3</sup>/kg)  <b>v<sub>g</sub></b> = Volumen específico del vapor saturado (m<sup>3</sup>/kg)  <b>x</b> = Título del vapor (fracción entre 0 y 1)</p>
<p><b>Ecuación 35.</b> Caudal volumétrico del vapor</p> $Q = \dot{m} * v_{Esp}$ <p>Donde:</p> <p><b>Q</b> = Caudal volumétrico (m<sup>3</sup>/s)  <b>m</b>=Flujo másico (kg/s)  <b>v<sub>Esp</sub></b> = Volumen específico del vapor (m<sup>3</sup>/kg)</p>
<p><b>Ecuación 36.</b> Cálculo del diámetro del orificio</p> $Q = \left( \frac{\pi D^2}{4} \right) * v$ <p>Donde:</p>

**Q** = Caudal volumétrico (m<sup>3</sup>/s)  
**D**= Diámetro del orificio (m)  
**v**= Velocidad del vapor en el orificio (m/s)  
**A** = Área de la sección del orificio (m<sup>2</sup>)

**Fuente:** (Crane Co., 2018)

**Elaborado por:** Ichina Toapanta Christian (2025).

Una vez presentadas las fórmulas, la cantidad de masa de vapor que fluye por segundo durante el proceso se calcula mediante la Ecuación 34. Este valor representa la tasa de generación de vapor y permite evaluar la capacidad del sistema.

$$\dot{m} = \frac{\text{Masa de vapor generado}}{\text{Tiempo de generación.}}$$

$$\dot{m} = \frac{129.6 \text{ Kg}}{9533 \text{ s}}$$

$$\dot{m} \approx 0.0136 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

Calculada la masa de vapor, se determina el volumen específico mediante la Ecuación 34, la cual permite conocer el volumen ocupado por un kilogramo de vapor. Este parámetro es necesario para convertir el flujo másico en caudal volumétrico.

$$v = v_f + x * (v_g - v_f)$$

$$v = 0.001043 \frac{\text{m}^3}{\text{Kg}} + 0.90 * (1.6720 \frac{\text{m}^3}{\text{Kg}} - 0.001043 \frac{\text{m}^3}{\text{Kg}})$$

$$v = 0.001043 \frac{\text{m}^3}{\text{Kg}} + 0.90 * (1.670957 \frac{\text{m}^3}{\text{Kg}})$$

$$v = 1.505 \frac{\text{m}^3}{\text{Kg}}$$

Se calcula el volumen de vapor que circula por segundo mediante la Ecuación 35. Este dato es clave para dimensionar tuberías, cámaras y salidas de vapor.

$$Q = 0.01353 \frac{\text{Kg}}{\text{s}} * 1505 \frac{\text{m}^3}{\text{Kg}}$$

$$Q = 0.0205 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

La velocidad recomendada para obtener vapor saturado a baja presión está entre 10 y 15 m/s (Crane Co., 2018). Para evitar el sobredimensionamiento del sistema, se toma como referencia un valor intermedio que es de 12 m/s, con el fin de proceder al cálculo de la dimensión del orificio de distribución mediante la Ecuación 36, partiendo del caudal en la Ecuación 35

$$Q = A * v$$

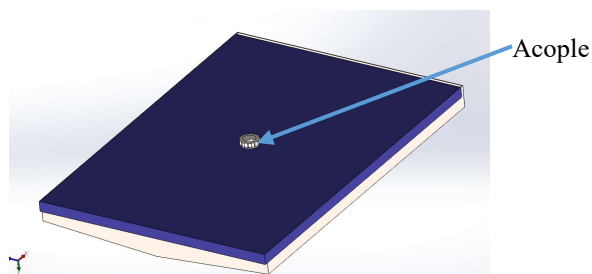
$$Q = \left( \frac{\pi D^2}{4} \right) * v$$

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi v}}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 * 0.0205 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{\pi * 12 \frac{\text{m}}{\text{s}}}}$$

$$D \approx 0.0465 \text{ m} \rightarrow 46.5 \text{ mm}$$

La Imagen 19 muestra el acople por el cual se escapará el vapor hacia la cámara de almacenamiento



**Imagen 19.** Acople entre la cámara de vapor y la de almacenamiento.  
**Elaborado por:** Ichina Toapanta Christian (2025).

La Tabla 46 muestra las uniones según la norma de la American Society of Mechanical Engineers. (ASME-B36.10). A partir de esta información, se procede a seleccionar el acople cuyo diámetro se acerque más al requerido para el desfogue. Si se requiere otra dimensión, esta se presenta en el Anexo 3.

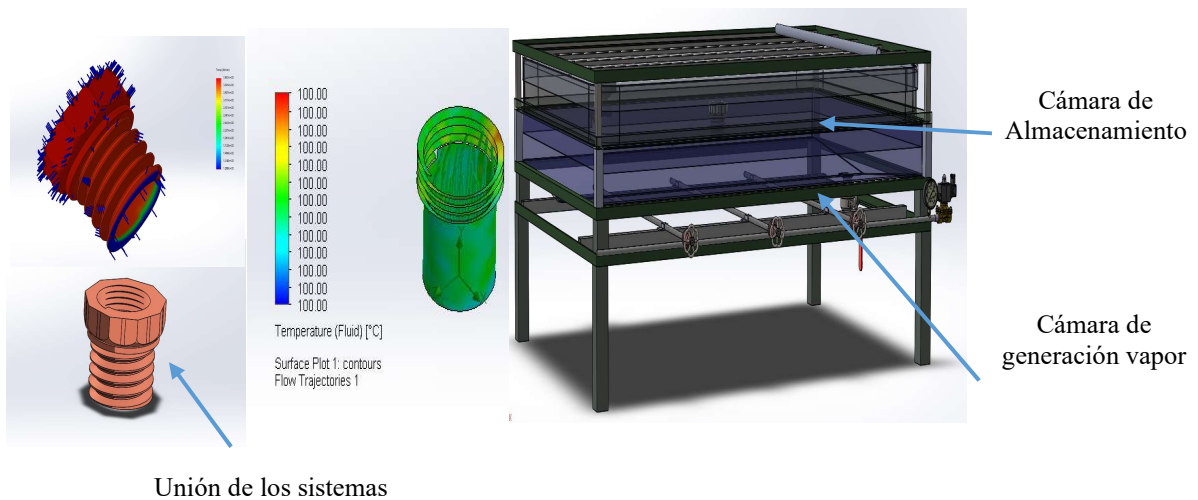
**Tabla 46.** Tubería nominal (ASME B36.10)

Tubería nominal (NPS/DN)	Diámetro externo (OD)	Diámetro interno (ID)	Espesor
2" (DN50)	60.3 mm	52.5 mm	3.91 mm
1½" (DN40)	48.3 mm	40.9 mm	3.68 mm

**Fuente:** (unisignflex., 2025)

**Elaborado por:** Ichina Toapanta Christian (2025).

La Imagen 20 muestra la conexión entre la cámara de calentamiento de agua y la cámara de almacenamiento de vapor mediante un conducto de cobre de 2". Este componente no solo permite el flujo del vapor, sino que también facilita la distribución uniforme del calor. En esta zona, se registra una temperatura constante de 115 °C, lo que confirma la ausencia de deficiencias en el sistema, ya que el calor latente del vapor se mantiene de manera eficientemente durante su transferencia.



**Imagen 20.** Ubicación del acople entre la generación y el almacenamiento.

**Elaborado por:** Ichina Toapanta Christian (2025).

## Almacenamiento del vapor.

### Capacidad de la Cámara de Almacenamiento.

La captación de vapor en una cámara individual permite controlar el flujo de vapor requerido para cada prenda; por esta razón, es necesario cuantificar la cantidad de vapor que se debe captar para satisfacer una demanda de 0.0948 kg por prenda, considerando el flujo calculado. Para ello se desarrollan las fórmulas presentadas en la página 88.

El volumen de almacenamiento en el sistema se determina mediante la Ecuación 10 y la masa de vapor contenido con la Ecuación 11, con el fin de establecer cuánto vapor puede ser almacenado en una cámara cerrada según su volumen y la densidad.

- Volumen de la cámara de almacenamiento.

$$V = 0.15 \text{ m} * 0.90 \text{ m} * 1.56 \text{ m}$$

$$V = 0.2106 \text{ m}^3$$

- Masa de vapor en el volumen.

$$\text{Masa} = \frac{0.2106 \text{ m}^3}{1.505 \frac{\text{m}^3}{\text{g}}}$$

$$\text{Masa} \approx 0.14 \text{ Kg}$$

### Cantidad de prendas que se pueden procesar.

Dividiendo la masa de vapor disponible en la cámara entre la cantidad de vapor necesaria por prenda, como muestra la Ecuación 37, se obtiene el número máximo de prendas que pueden tratarse simultáneamente con una carga de vapor.

$$N_{\text{Prendas}} = \frac{\text{Volumen del recipiente.}}{\text{Masa de vapor}}$$

**Ecuación 37.** Número de prendas. (Crane Co., 2018)

- Donde:

$N_{\text{Prendas}}$  = Número de prendas que se puede procesar.

**Volumen del recipiente**= Volumen total de la cámara de almacenamiento.

**Masa de vapor** = Masa de vapor que aloja la cámara

Se desarrolla la Ecuación 37.

$$N_{\text{Prendas}} = \frac{0.14 \text{ Kg}}{0.0948 \frac{\text{Kg}}{\text{Prenda}}}$$

$$N_{\text{Prenda}} \approx 1.48 \text{ prendas}$$

### Tasa de alimentación de vapor en condiciones reales

Se calcula la cantidad de vapor suministrada mediante la Ecuación 38, considerando que la prenda permanece en contacto con el vapor durante 40 segundos bajo condiciones operativas reales (tiempo y masa calculados).

$$\dot{m}_r = \frac{\text{Masa de vapor}}{\text{Tiempo real}}$$

**Ecuación 38.** Cantidad de vapor suministrado. (Crane Co., 2018)

Donde:

$\dot{m}_r$  = Número de prendas que se puede procesar.

**Masa de vapor** = Volumen total de la cámara de almacenamiento.

**Tiempo real** = Masa de vapor que aloja la cámara

Se desarrolla la Ecuación 38 para conocer la tasa de alimentación de vapor en condiciones reales.

$$\dot{m}_r = \frac{0.14 \text{ Kg}}{40 \text{ s}}$$

$$\dot{m}_r = 0.0035 \frac{\text{Kg}}{\text{s}}$$

## Comparación entre vapor requerido y vapor generado.

Este análisis permite identificar si el sistema produce suficiente vapor para satisfacer la demanda del proceso. Si el flujo generado es inferior al requerido, se evidenciarán limitaciones en la eficiencia operativa.

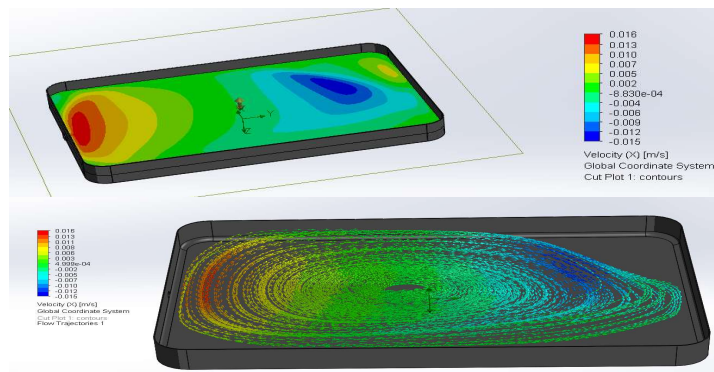
Vapor requerido.

$$\dot{m} = 0.01353 \frac{\text{Kg}}{\text{s}}$$

Vapor generado.

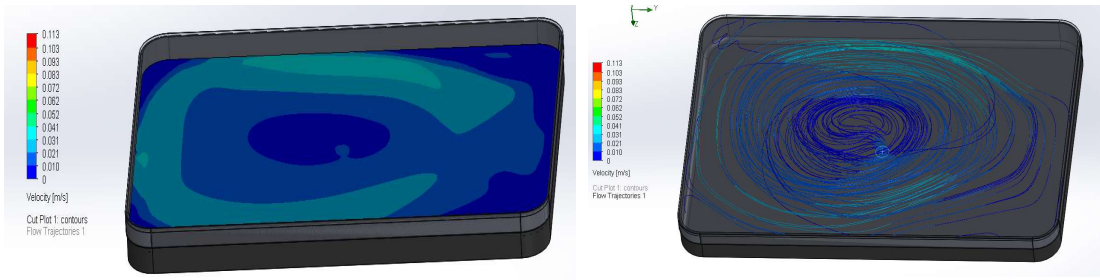
$$\dot{m}_r = 0.0035 \frac{\text{Kg}}{\text{s}}$$

El generador puede suministrar suficiente vapor para llenar la cámara de almacenamiento de 0.216 m<sup>3</sup> (dimensiones: 0.15 m × 0.90 m × 1.60 m) dentro del tiempo estimado, sin afectar el suministro efectivo. El Gráfico muestra la inyección de vapor por el centro inferior, generando un patrón de convección natural en el que el vapor caliente asciende, desplazando el más frío hacia los bordes y las esquinas inferiores. Esto produce una distribución desigual de temperatura, con mayor calor en la zona lateral derecha y menor en las esquinas inferiores.



**Gráfico 16.** Inyección del vapor húmedo en la cámara de almacenamiento.  
**Elaborado por:** Ichina Toapanta Christian (2025).

El Gráfico 17 muestra la velocidad de distribución dentro de la cámara, un factor importante, dado que inicialmente se trabaja con un flujo de 12 m/s, valor de referencia en la zona de entrada. Sin embargo, al llegar a la zona de desalojo, la velocidad aumenta hasta 30 m/s debido a la ausencia de obstáculos que generen resistencia. Este aumento se ve influenciado por la geometría rectangular de la cámara, la cual afecta la dinámica del flujo y puede provocar variaciones en la distribución de la velocidad.



**Gráfico 17.** Velocidad de inyección del vapor en la cámara de almacenamiento.  
**Elaborado por:** Ichina Toapanta Christian (2025).

**Distribución del vapor.**

La distribución del vapor debe ajustarse al vapor generado; por ello, es fundamental calcular su conducción a través de los ductos. En la Tabla 47 se presentan las ecuaciones necesarias para determinar la separación entre ductos, sus diámetros, el número total de ductos, la cantidad de orificios, entre otros parámetros.

**Tabla 47.** Formulario para diseñar la distribución del vapor.

<b>Ecuaciones.</b>
<p><b>Ecuación 39.</b> Área efectiva de contacto del tejido.</p> $= b * h$ <p>Donde:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>A</b> = Área de contacto del tejido (m<sup>2</sup>)</li> <li><b>b</b> = Base o ancho de la prenda (cm)</li> <li><b>h</b> = Altura o largo de la prenda (cm)</li> </ul>

### Ecuaciones.

**Ecuación 40.** Volumen de vapor necesario por prenda.

$$V = m \times v$$

Donde:

**V** = Volumen de vapor requerido por prenda (m<sup>3</sup>)

**m** Masa de vapor requerida por prenda (kg)

**v**= Volumen específico del vapor (m<sup>3</sup>/kg)

**Ecuación 41.** Caudal volumétrico por prenda.

$$Q = \frac{V}{t}$$

Donde:

**Q** = Caudal volumétrico (m<sup>3</sup>/s)

**V**= Volumen de vapor por prenda (m<sup>3</sup>)

**T**= Tiempo de exposición (s)

**Ecuación 42.** Separación entre ductos.

$$S = \frac{L}{n - 1}$$

Donde:

**S** = Separación entre ductos (cm)

**L** = Longitud total del sistema de distribución (cm)

**n**= Número total de ductos

**Ecuación 43.** Número de orificios.

$$N_{\text{total}} = N_{\text{ductos}} \times \frac{90 \text{ cm}}{2 + 1}$$

Donde:

**N<sub>total</sub>** = Número total de orificios de salida del vapor

**N<sub>ductos</sub>** = Número de ductos (longitudinales)

**90** = Altura del sistema

**2 + 1**= Espaciado constante entre orificios en cm

<b>Ecuaciones.</b>
<p><b>Ecuación 44.</b> Caudal por ducto.</p> $Q_{\text{ducto}} = \frac{Q_{\text{total}}}{N}$ <p>Donde:</p> <p><math>Q_{\text{ducto}}</math> = Caudal que pasa por cada ducto (m<sup>3</sup>/s)  <math>Q_{\text{total}}</math> = Caudal total del sistema (m<sup>3</sup>/s)  <math>N</math> = Número de ductos</p>
<p><b>Ecuación 45.</b> Caudal por orificio.</p> $Q_{\text{orificio}} = \frac{Q_{\text{ducto}}}{N}$ <p>Donde:</p> <p><math>Q_{\text{orificio}}</math> = Caudal que pasa por cada orificio (m<sup>3</sup>/s)  <math>Q_{\text{ducto}}</math> = Caudal total (m<sup>3</sup>/s)  <math>N</math> = Número total de orificios</p>

**Fuente:** (Matteini, 2018)

A partir de estas Ecuaciones se calcula el área efectiva en la que el vapor va a trabajar es decir la superficie donde se colocara la prenda.

### **Área efectiva de contacto del tejido**

Se determina el área total expuesta al vapor durante el planchado multiplicando el largo por el ancho de la zona de contacto, como se indica en la Ecuación 39. Este valor es necesario para calcular la superficie por la que se distribuirá el vapor.

$$A = b * h$$

$$A = 140 \text{ cm} * 90 \text{ cm}$$

$$A = 1.26 \text{ cm}^2$$

### **Volumen y caudal por prenda.**

Se calcula el volumen total de vapor necesario para cada prenda utilizando la Ecuación 40.

$$V = m \times v$$

$$V = 0.0948 \text{ kg} \times 1.505 \frac{\text{m}^3}{\text{Kg}}$$

$$V = 0.1427 \text{ m}^3$$

A partir de este valor, se determina el caudal requerido para suministrar dicho volumen en un tiempo específico de 40 segundos, empleando la Ecuación 41.

$$Q = \frac{V}{t}$$

$$Q = \frac{0.14 \text{ m}^3}{40 \text{ s}}$$

$$Q = 0.0357 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

Una vez determinado el caudal, se calcula la separación entre los 7 ductos de distribución utilizando la Ecuación 42.

$$S = \frac{L}{n - 1}$$

$$S = \frac{140 \text{ cm}}{7 - 1}$$

$$S = 23.33 \text{ cm}$$

### **Diseño de ductos y orificios.**

Se dimensiona el sistema de conducción del vapor calculando el número de orificios considerando la altura final del sistema mediante la Ecuación 43.

$$N_{\text{total}} = N_{\text{ductos}} \times \frac{90 \text{ cm}}{2 + 1}$$

$$N_{\text{total}} = 7 \times 46$$

$$N_{\text{total}} = 322 \text{ orificios}$$

El caudal emitido por cada ducto se determina mediante la Ecuación 44.

$$Q_{\text{ducto}} = \frac{Q_{\text{ducto}}}{N}$$

$$Q_{\text{ducto}} = \frac{0.0357 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{7}$$

$$Q_{\text{ducto}} = 0.00050964 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

Este caudal se distribuye por cada orificio con la Ecuación 45.

$$Q_{\text{orificio}} = \frac{Q_{\text{orificio}}}{N_{\text{total}}}$$

$$Q_{\text{ducto}} = \frac{0.0357 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{322}$$

$$Q_{\text{ducto}} = 1.11 * 10^{-5} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$Q_{\text{ducto}} = 11.1 \frac{\text{cm}^3}{\text{s}}$$

Una vez determinados el caudal, el número de ductos y la separación entre ellos, se establece el diámetro de los ductos con la Ecuación 36.

$$Q = \left( \frac{\pi D^2}{4} \right) * v$$

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi v}}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 * 0.003467 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{\pi * 12 \frac{\text{m}}{\text{s}}}}$$

$$D \approx 0.00195 \text{ m} \rightarrow 1.95 \text{ cm}$$

También se determina el diámetro del orificio para dispersar el vapor hacia la prenda mediante la Ecuación 36 .

$$Q = \left(\frac{\pi D^2}{4}\right) * v$$

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi v}}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 * 1.11 * 10^{-5} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{\pi * 12 \frac{\text{m}}{\text{s}}}}$$

$$D \approx 0.0193 \text{ m} \rightarrow 1.93 \text{ mm}$$

Se deben utilizar orificios de 2 mm de diámetros, de acuerdo con la normativa ASME B36.10.

### **Densidad del vapor.**

La densidad del flujo vapor se determina como el inverso del volumen específico, como se presenta en la Ecuación 46, lo que permite conocer la masa por unidad de volumen de vapor.

$$\rho = \frac{1}{v}$$

**Ecuación 46.** Densidad de flujo (Yunus & Michael , 2015)

Donde.

**ρ:** Densidad específica.

**v:** Volumen específico.

**1:** una unidad de masa (1 kilogramo).

$$\rho = \frac{1}{1.505 \frac{\text{m}^3}{\text{Kg}}}$$

$$\rho = 0.6645 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$$

**Flujo másico superficial del vapor.**

La Ecuación 32 evalúa cuánta masa de vapor atraviesa una unidad de área por segundo, considerando la superficie total del tejido y el tiempo de exposición. Esta ecuación es útil para analizar la homogeneidad del proceso.

$$G = \frac{m}{A * T}$$

$$G = \frac{\text{masa por prenda.}}{A * T}$$

$$G = \frac{0.0948 \frac{\text{Kg}}{\text{Prenda}}}{126 \text{ m}^2 * 40 \text{ s}}$$

$$G = 0.00188 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2 * \text{s}}$$

### Número total de partículas y moléculas aplicadas por prenda.

Se determina el número de moles de vapor por prenda (Ecuación 26), y posteriormente, se multiplica por el número de Avogadro para obtener el total de moléculas que interactúan con cada prenda durante el proceso (Ecuación 27).

$$n = \frac{m}{G}$$

$$n = \frac{0.0948 \frac{\text{Kg}}{\text{Prenda}}}{0.00188 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2 * \text{s}}}$$

$$n = 5.25 \text{ mol}$$

$$N = n * N_A$$

$$N = 5.25 \text{ mol} * 6.022 * 10^{23}$$

$$N = 3.17 * 10^{24} \text{ moléculas}$$

La Imagen 21 muestra el ensamblaje del sistema de distribución de vapor, el cual cuenta con siete llaves de paso que permiten regular el uso del vapor según sea necesario. La distribución considera exclusivamente el vapor requerido para el tratamiento de una sola prenda, evitándose así el sobredimensionamiento al no utilizar todo el vapor generado de forma simultánea.

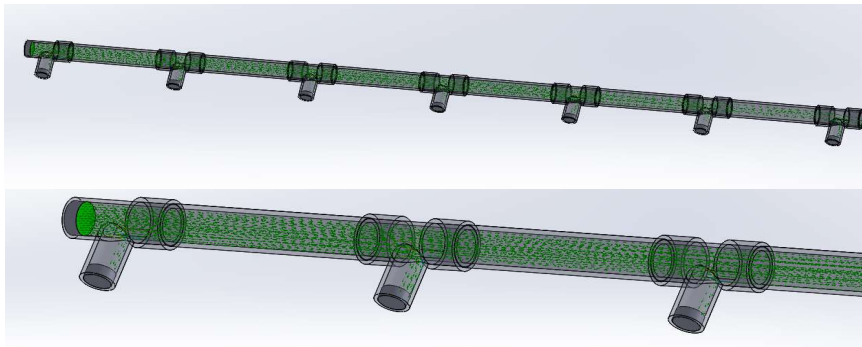


**Imagen 21.** Ensamble del sistema de distribución

**Elaborado por:** Ichina Toapanta Christian (2025).

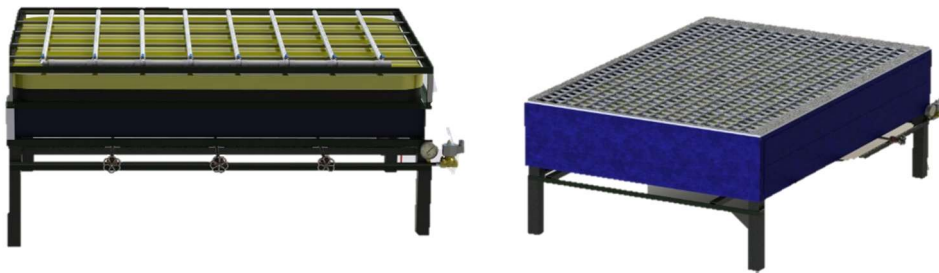
La Imagen 22 muestra un caudal de distribución de 0.0948 kg, el cual ocupa un volumen de 0.1427 m<sup>3</sup> a un título de vapor del 90 %, generando un caudal puntual de 0.0035675 m<sup>3</sup>/s durante 40 s. Este vapor será distribuido sobre un área de 140 cm por 90 cm (1.26 m<sup>2</sup>) mediante una red de 7 ductos, uniformemente espaciados cada 23.33 cm, cada uno con 46 orificios separados a 2 cm entre sí.

El caudal por orificio es de 11.08 cm<sup>3</sup>/s, lo que permite un control preciso del suministro de vapor. Para asegurar una velocidad de flujo adecuada (12 m/s), el diámetro interno requerido para el ducto principal es de 1.945 cm, por lo que, según la normativa ASME B36.10, se recomienda un ducto de 2 cm de diámetro para la distribución. Además, se estimó la densidad del vapor en 0.6645 kg/m<sup>3</sup> y el flujo másico superficial en 0.00188 kg/(s·m<sup>2</sup>), con una cantidad aproximada de  $3.17 \times 10^{24}$  moléculas de vapor involucradas por ciclo.



**Imagen 22.** Distribución de las moléculas por el sistema de conducción.  
**Elaborado por:** Ichina Toapanta Christian (2025).

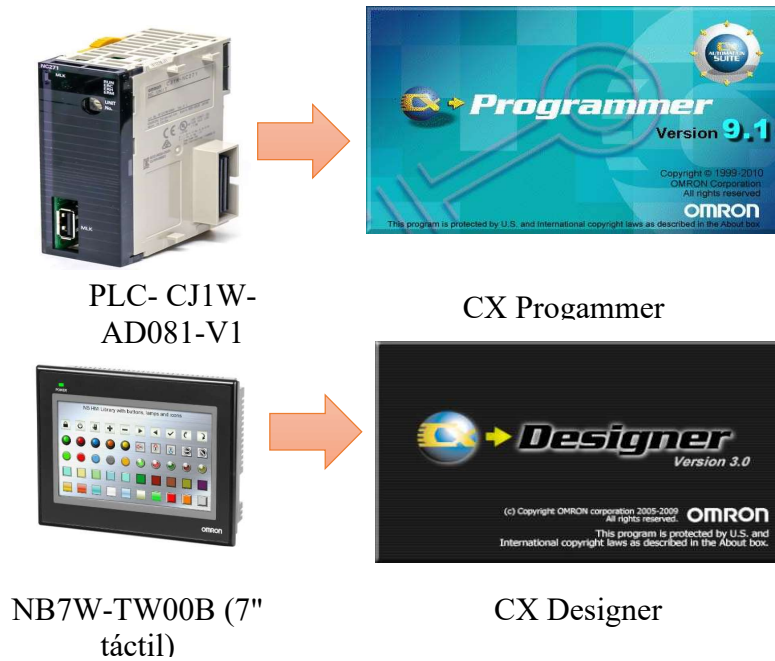
La Imagen 23 presenta el ensamble de las cámaras junto con el sistema de distribución de vapor en su configuración definitiva, de acuerdo con los cálculos realizados.



**Imagen 23.** Sistema ensamblado  
**Elaborado por:** Ichina Toapanta Christian (2025).

## Sistema de control.

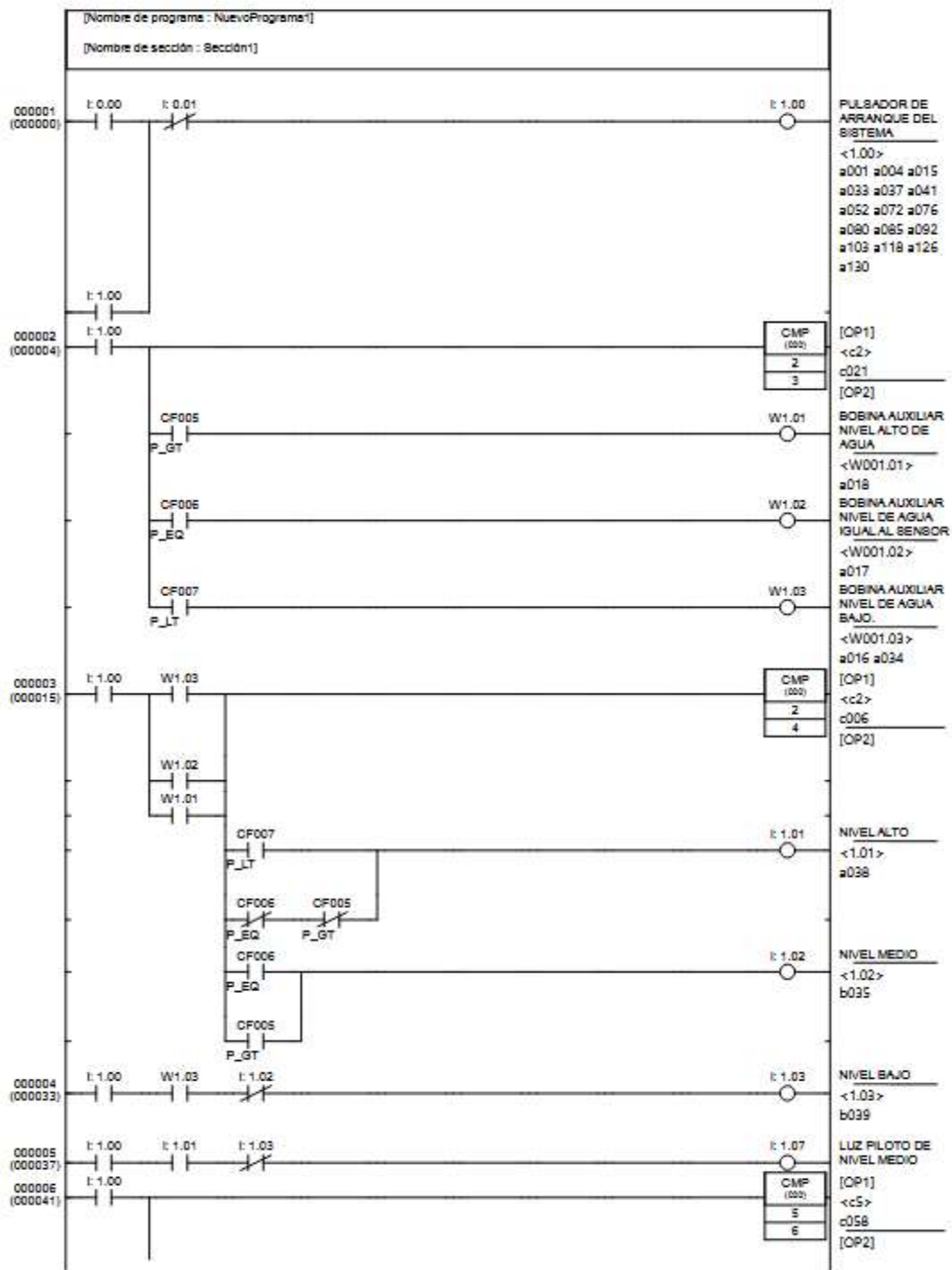
La Imagen 24 muestra el programador lógico Omron CJ1W-AD081-V1, el cual puede simularse en el software CX-Programmer. Además, se observa el HMI NB7W-TW00B, que también puede simularse en CX-Designer. Gracias a la robustez de estos dispositivos, es posible realizar una previsualización eficaz del sistema de control.



**Imagen 24.** Programas de Simulación.

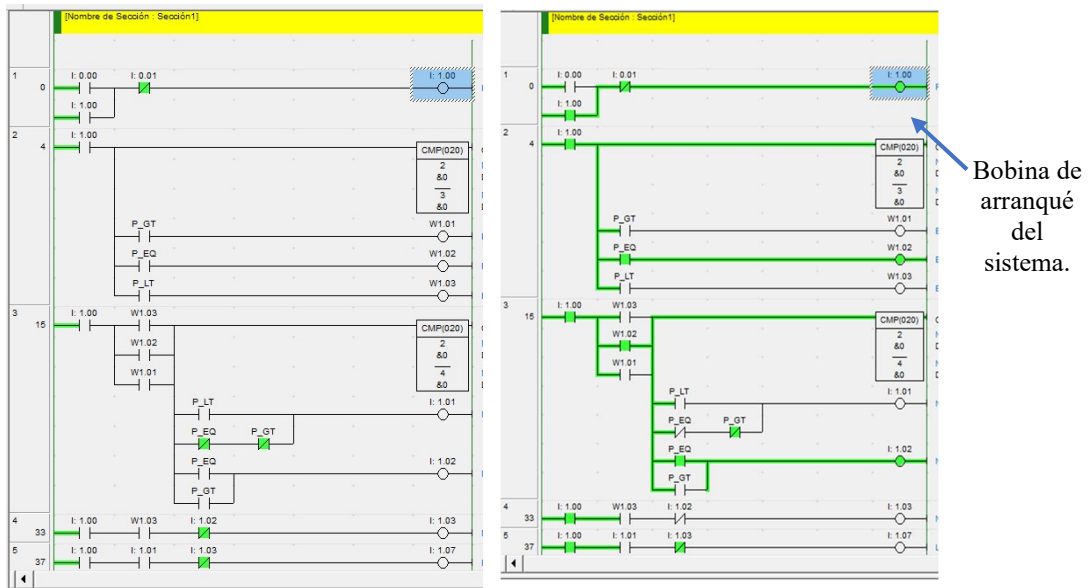
**Fuente:** (Omron Corporation, 2025)

El sistema se controla mediante programación en lenguaje escalera, como se muestra en el Gráfico 18 , donde se observan los componentes que integran el circuito.



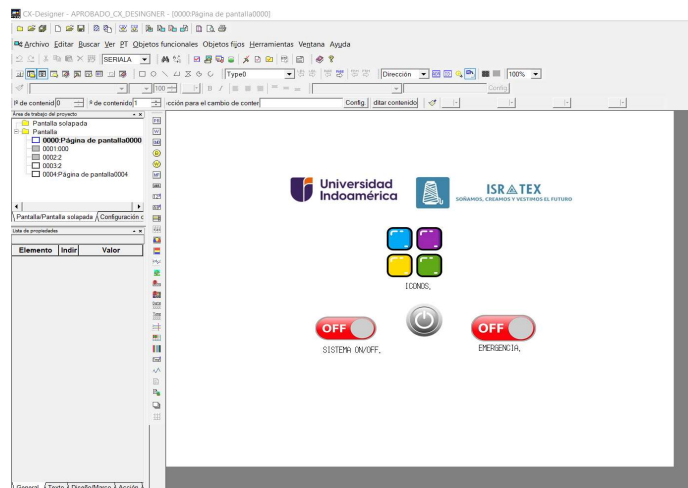
**Gráfico 18.** Interfax CX – Programer.  
**Elaborado por:** Ichina Toapanta Christian (2025).

El Gráfico 19 muestra la simulación de los sensores y actuadores en condiciones reales, mediante la activación del botón de encendido general del sistema.



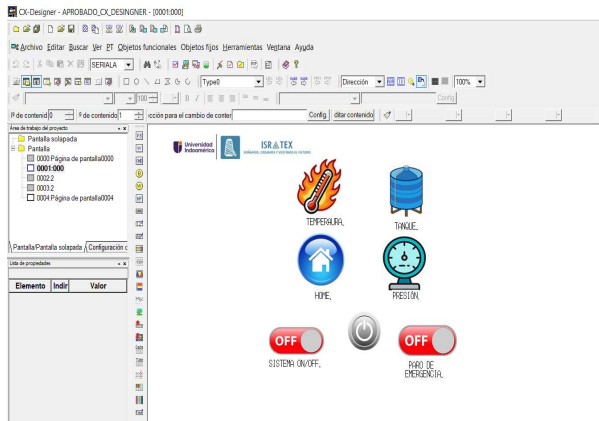
**Gráfico 19.** Simulación en tiempo real de la Interfax CX – Programer.  
**Elaborado por:** Ichina Toapanta Christian (2025).

Para que el control se realice de forma didáctica, se utiliza el software de programación CX-Designer. La Imagen 25 muestra la interfaz del software utilizada para identificar las entradas, salidas y actuadores que integran el sistema. En el Anexo 4 se muestra la conformación de estos.

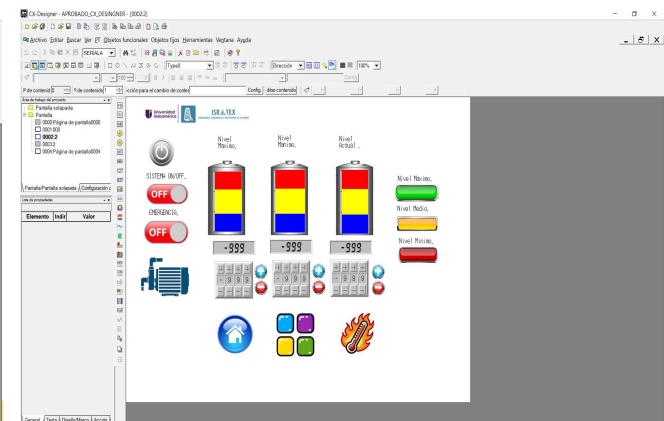


**Imagen 25.** Interfaz de activación del sistema.  
**Elaborado por:** Ichina Toapanta Christian (2025).

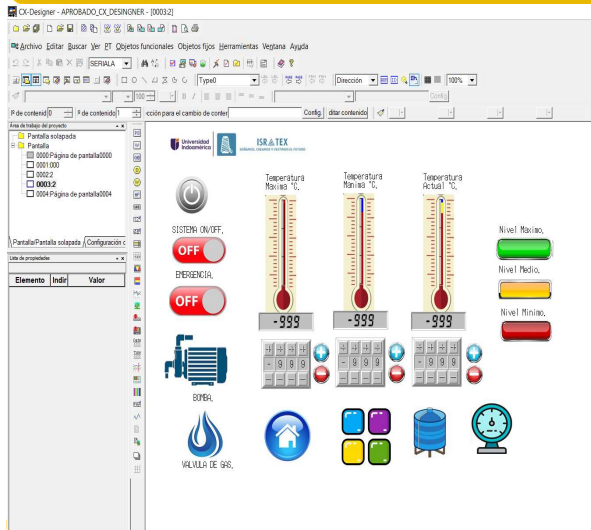
La Imagen 26 muestra el control del proceso a través de la interfaz HMI, en la cual se han establecido cuatro páginas de control según los requerimientos del panel. Se han creado pantallas específicas para el control de la temperatura, el volumen de agua, la presión y un menú general de control.



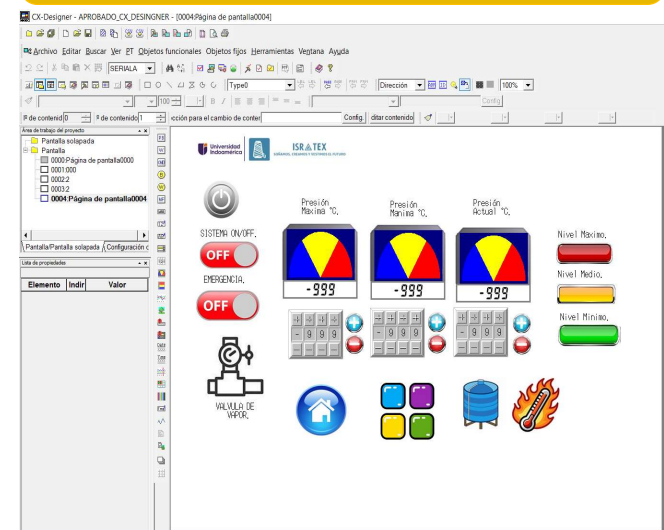
Menú de inicio



Panel de control del liquido



Panel de temperatura.

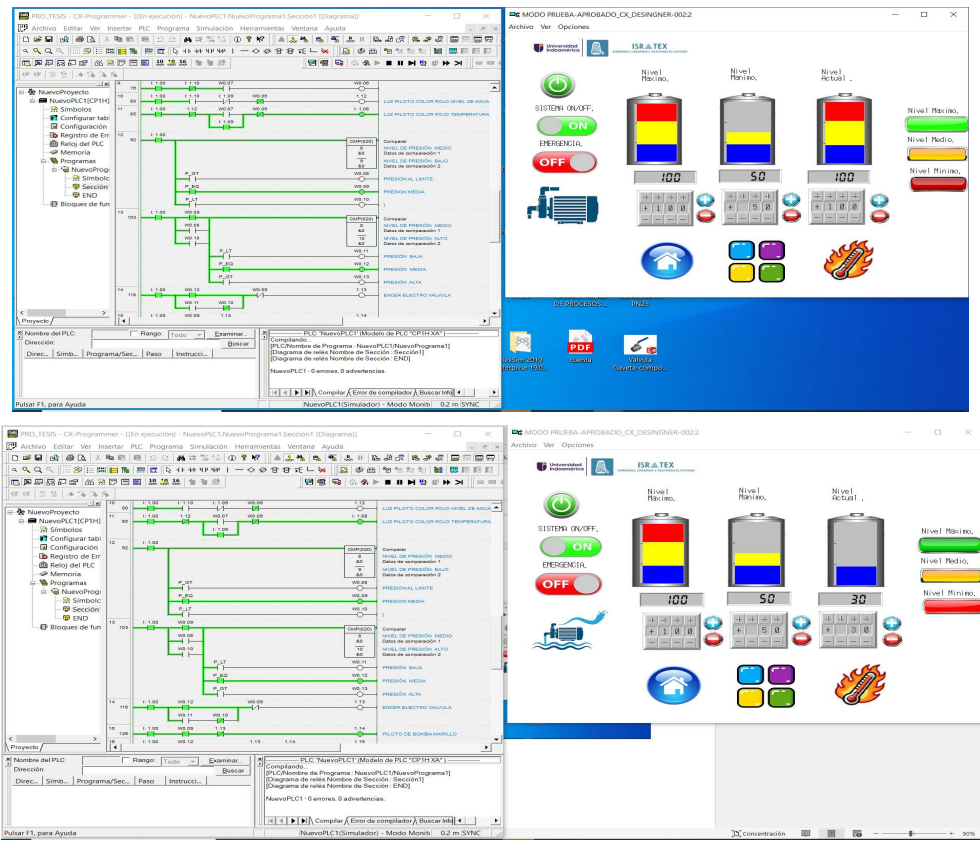


Panel de presión.

**Imagen 26.** Ventanas auxiliares del sistema.  
Elaborado por: Ichina Toapanta Christian (2025).

### Integración del sistema (CX – Programer - CX Designer)

La integración entre los sistemas permite una simulación didáctica del software. La Imagen 27 muestra la simulación de la interacción entre la programación en escalera y la interfaz de usuario.



**Imagen 27.** Simulación en tiempo real entre el CX – Programer - CX Designer.

**Elaborado por:** Ichina Toapanta Christian (2025).

Una vez finalizada la propuesta, se evidenció que, a diferencia del método actual que carece de indicadores para controlar la actividad, los tiempos de secado se redujeron significativamente como muestra la Tabla 48

**Tabla 48.** Mejora de la actividad de secado.

Galga	Método Actual	Propuesta
10	≈ 4 horas	≈ 43 minutos
12	≈ 1 horas.	≈ 13 minutos

**Elaborado por:** Ichina Toapanta Christian (2025).

A continuación, se presenta el diagrama de curso para evidenciar la mejora del proceso con esta propuesta, como se observa en el Gráfico 20.

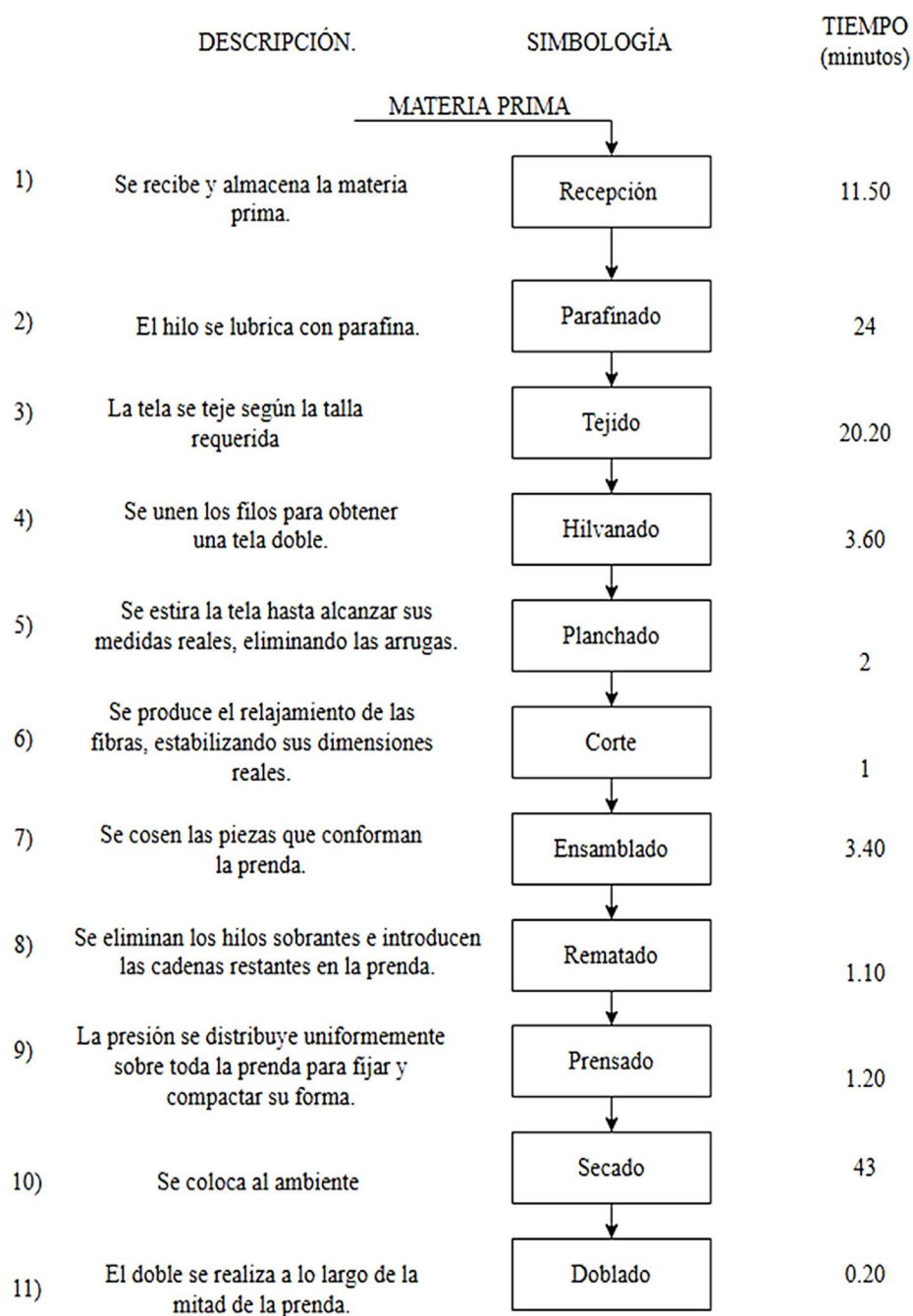
DIAGRAMA DE CURSO DEL PROCESO		Resumen			Hoja	1	De	1
Proceso: Elaboración de chaleco tejido en jersey	Símbolo	Operaciones	Total	T(seg)	Tiempo	Actual	Propuesto	
Cantidad de tareas	●	Operación	7	297.20	00:04:57	N/A	SI	
222.00	➔	Transporte	4	251.00	00:04:11	N/A	SI	
Distancia recorrida en metros.	■	Inspección	1	60.00	00:01:00	N/A	SI	
76	●	Espera.	1	2580.00	00:43:00	N/A	SI	
Tamaño del lote :	▼	Almacenamiento	1	15.00	00:00:15	N/A	SI	
			Total	3203.20	00:53:08	N/A	SI	
Método:			Seguimiento al:		Comentario			
Actual		X	Propuesto		Operario	La propuesta debe ser revisada para conocer si el sistema de control es efectiva en el proceso.		
Elaborado por: Christian Ichina		Fecha: 25 de Junio 2025		Material				
Revisado por : Mg Cáceres Lorena		Fecha: 14 de Julio 2025		Equipo				
Aprobado por: Mg Cáceres Lorena		Fecha: 24 de Julio 2025						

N	Descripción de la tarea	Cant	Distancia (m)	T(seg)	●	➔	■	●	▼	Observaciones
1	Transportar del área de costura al área de planchado.	1	14	36.00						Se trasladan el total de unidades
2	Colocar los chalecos en la mesa.	1	1	0.80						
3	Recoger el chaleco y colocarla en la plancha.	24	1	96.00						Se recogen de forma individual
4	Revisar si el chaleco está bien ubicado en la plancha.	24	0	60.00						Ubicación en la cama caliente
5	Esperar que las fibras se relajen .	24	0	36.00						
6	Estirar el chaleco.	24	0	1.20						
7	Colocar la prensa en la plancha.	24	0	9.60						Evitar quemaduras
8	Retirar la prensa .	24	0	1.20						
9	Retirar el chaleco de la plancha y ubicarla en la mesa .	24	1	144.00						
10	Transportar del área de planchado hacia el área de secado.	1	28	30.00						
11	Colocar el chaleco al ambiente.	24	1	144.00						
12	Esperar que el chaleco se seque.	1	0	2580.00						La calidad del vapor debe ser de 0.9, es decir se debe aplicar vapor saturado.
13	Sujetar el chaleco.	24	0	9.60						
14	Transportar el chaleco a la mesa.	1	30	41.00						
15	Almacenar hasta la próxima actividad.	1	0	15.00						Colchón para el siguiente proceso.
TOTAL		222	76	3204	7	4	1	1	1	Revisión
				Número de plano : 1	Diagrama N° 1				3	

**Gráfico 20.** Diagrama de curso de la propuesta.  
**Elaborado por:** Ichina Toapanta Christian (2025).

### Resultados esperados.

El Gráfico 21 presenta el diagrama de bloques con la propuesta de mejora del proceso de producción en la empresa textil “Industria de tejidos Isratex”, ubicada en la ciudad de Ambato.



**Gráfico 21.** Diagrama de bloques de la propuesta en la línea de producción.  
**Elaborado por:** Ichina Toapanta Christian (2025).

De acuerdo con el diagrama de bloques, se evidencia una disminución del tiempo en la línea de producción, como se muestra en la Tabla 49

**Tabla 49.** Comparativa del tiempo de proceso actual vs el propuesto.

	<b>Método Actual</b>	<b>Propuesta</b>
Preproceso productivo para la elaboración de chales tejidos en jersey.	5 horas, 9 minutos y 12 segundos (309 minutos).	1 hora, 51 minutos y 12 segundos (224 minutos)

**Elaborado por:** Ichina Toapanta Christian (2025).

### **Evaluación de la propuesta presentada**

La condición de los chalecos tejidos en jersey en la actividad actual de secado se presenta en la Tabla 50, la cual muestra el número de partículas, la masa total retenida en un conjunto de 330 prendas correspondiente al rendimiento del agua en el tanque de almacenamiento, así como la masa retenida por prenda y el tiempo de secado requerido.

**Tabla 50.** Tiempo de secado en el proceso actual.

<b>Parámetro</b>	<b>Galga 10</b>	<b>Galga 12</b>
Partículas retenidas (moléculas)	$\approx 1.04 \times 10^{27}$	$\approx 3.05 \times 10^{26}$
Masa total retenida (para 330 prendas)	31.28 kg	9.16 kg
Masa retenida por prenda	0.0948 kg/prenda	0.0270 kg/prenda
Tiempo de secado estimado	$\approx 4.16$ horas ( $\approx 249.6$ min)	$\approx 1.18$ horas ( $\approx 70.8$ min)

**Elaborado por:** Ichina Toapanta Christian (2025).

El vapor generado al interactuar con la tela se queda impregnado con lo cual se cuantificó la mejora de estos en base a los siguientes parámetros presentados en la Tabla 51.

**Tabla 51.** Interacción de la prenda con el vapor.

<b>Parámetro</b>	<b>Galga 10</b>	<b>Galga 12</b>
Partículas retenidas (moléculas)	$\approx 1.04 \times 10^{27}$	$\approx 3.05 \times 10^{26}$
Masa total retenida por prenda	5.66 kg	1.66 kg
Masa retenida por prenda	0.017 kg/prenda	0.0050 kg/prenda

---

Tiempo de secado estimado	≈ 45.2 minutos	≈ 13.2 minutos
---------------------------	----------------	----------------

---

**Elaborado por:** Ichina Toapanta Christian (2025).

**Diagrama de flujo respecto a la mejora de la propuesta (Secado).**

En el Gráfico 22 se muestra el diagrama de curso propuesto, considerando que el factor de vaporización es de 0.9 y que la distribución del vapor permite captar 17 gramos de agua por prenda en la tela tejida de galga 10 y 5 gramos por prenda en la tela tejida de galga 12. Es decir, deben quedar impregnadas aproximadamente  $1.04 \times 10^{27}$  moléculas en galga 10 y  $3.05 \times 10^{26}$  moléculas en galga 12.

DIAGRAMA DE CURSO DEL PROCESO		Resumen			Hoja	1	De	1	
Proceso: Elaboración de chaleco tejido en jersey	Símbolo	Operaciones	Total	T(Seg)	Tiempo	Actual	Propuesto		
Cantidad de tareas	●	Operación	7	297.20	00:04:57	N/A	SI		
222.00	➔	Transporte	4	251.00	00:04:11	N/A	SI		
Distancia recorrida en metros.	■	Inspección	1	60.00	00:01:00	N/A	SI		
76	●	Espera.	1	2580.00	00:43:00	N/A	SI		
Tamaño del lote :	▼	Almacenamiento	1	15.00	00:00:15	N/A	SI		
			Total	3203.20	00:53:08	N/A	SI		
Método:		Seguimiento al:			Comentario				
Actual	<input checked="" type="checkbox"/>	Propuesto	Operario			<input type="checkbox"/>			
Operador: 3 operadores		Fecha: 25 de Junio 2025			Material				La propuesta debe ser revisada para conocer si el sistema de control es efectiva en el proceso.
Elaborado por: Christian Ichina		Fecha: 14 de Julio 2025			Equipo				
Revisado por : Mg Cáceres Lorena		Fecha: 24 de Julio 2025							
Aprobado por: Mg Cáceres Lorena									

N	Descripción de la tarea	Cant	Distancia (m)	T(seg)	●	➔	■	●	▼	Observaciones
1	Transportar del área de costura al área de planchado.	1	14	36.00						Se trasladan el total de unidades
2	Colocar los chalecos en la mesa.	1	1	0.80						
3	Recoger el chaleco y colocarla en la plancha.	24	1	96.00						Se recogen de forma individual
4	Revisar si el chaleco esta bien ubicado en la plancha.	24	0	60.00						Ubicación en la cama caliente
5	Esperar que las fibras se relajen .	24	0	36.00						
6	Estirar el chaleco.	24	0	1.20						
7	Colocar la prensa en la plancha.	24	0	9.60						Evitar quemaduras
8	Retirar la prensa .	24	0	1.20						
9	Retirar el chaleco de la plancha y ubicarla en la mesa .	24	1	144.00						
10	Transportar del área de planchado hacia el área de secado.	1	28	30.00						
11	Colocar el chaleco al ambiente.	24	1	144.00						
12	Esperar que el chaleco se seque.	1	0	2580.00						La calidad del vapor debe ser de 0.9, es decir se debe aplicar vapor saturado.
13	Sujetar el chaleco.	24	0	9.60						
14	Transportar el chaleco a la mesa.	1	30	41.00						
15	Almacenar hasta la próxima actividad.	1	0	15.00						Colchón para el siguiente proceso.
TOTAL		222	76	3204	7	4	1	1	1	Revisión
					Número de plano : 1		Diagrama N° 1			3

**Gráfico 22.** Diagrama de curso de la propuesta con el rediseño.

**Elaborado por:** Ichina Toapanta Christian (2025).

### Generación del vapor en la etapa de prensado.

Con la propuesta de mejora mediante la incorporación del sistema de control, se busca incrementar el factor de vaporización, pasando de 0.46 a 0.90, manteniendo la

misma energía suministrada de 405,000 kJ y una potencia útil de 36 kJ/s. En la Tabla 52 se presenta la comparación entre la generación de vapor en el método actual y en la propuesta.

**Tabla 52.** Comparación del vapor generado en el proceso actual vs el propuesto.

<b>Método</b>	<b>Actual</b>	<b>Propuesto.</b>
Tiempo de generación del vapor.	≈3.2 horas.	≈ 2.65 horas.
Factor de vaporización	0.46	0.9
Masa de vapor generado.	132.48 Kg	129.6 Kg
Masa de vapor seco	60.94 Kg	116.64 Kg
Masa de vapor liquido en suspensión.	71.63 Kg	12.96 Kg

**Elaborado por:** Ichina Toapanta Christian (2025).

En base al tiempo propuesto, se estima que el secado de un ciclo de 40 unidades teóricas se realiza en ≈ 45.2 minutos. Considerando que anteriormente, en una jornada de 300 minutos, se lograban secar aproximadamente 48 unidades teóricas y 40 unidades prácticas, con la propuesta planteada, en ese mismo lapso es posible completar ≈266 unidades, incrementando de forma significativa la capacidad productiva.

La Ecuación 47 permite calcular la reducción absoluta de tiempo considerando el tiempo ocioso, definida como la diferencia entre el tiempo anterior y el tiempo tras la propuesta de mejora, expresada en minutos.

$$T_o = nc - ST_i$$

**Ecuación 47.** Tiempo de ocio (Palacios Acero , 2016).

Donde:

**nc** = Tiempo total necesario por unidad.

**ST<sub>i</sub>**= Tiempo de ejecución de la tarea.

**T<sub>o</sub>** = Tiempo de ocio.

$$T_o = 249.6 \text{ min} - 45.2 \text{ min}$$

$$T_o = 204.4 \text{ min}$$

$$204.4 \text{ min} \approx 3 \text{ horas y } 24 \text{ minutos}$$

La Ecuación 48 permite indicar la eficiencia en la actividad de secado del chaleco tejido en jersey en relación con el tiempo original.

$$E(\%) = 100\% * \frac{STi}{nc}$$

**Ecuación 48.** Factor de valoración (Palacios Acero , 2016).

Donde:

**nc** = Tiempo total necesario por unidad.

**STi**= Tiempo de ejecución de la tarea.

**E(%)** = Eficiencia.

$$E = 100\% * \frac{45.2}{249.6} *$$

$$E = 18.1\%$$

cuantifica la disminución relativa del tiempo tras la propuesta de mejora en la actividad de secado.

$$\text{Ahorro de tiempos en \%} = \frac{\begin{matrix} \text{Tpo. por} \\ \text{pieza método} \\ \text{antiguo} \end{matrix} - \begin{matrix} \text{Tpo. por} \\ \text{pieza nuevo} \\ \text{método} \end{matrix}}{\text{Tpo. por pieza método antiguo}} * 100\%$$

**Ecuación 49** cuantifica la disminución relativa del tiempo tras la propuesta de mejora en la actividad de secado.

$$\text{Ahorro de tiempos en \%} = \frac{\begin{matrix} \text{Tpo. por} \\ \text{pieza método} \\ \text{antiguo} \end{matrix} - \begin{matrix} \text{Tpo. por} \\ \text{pieza nuevo} \\ \text{método} \end{matrix}}{\text{Tpo. por pieza método antiguo}} * 100\%$$

**Ecuación 49.** Porcentaje de reducción (Palacios Acero , 2016)

$$\text{Ahorro de tiempos en \%} = \frac{249.6 \text{ min} - 45.2 \text{ min}}{249.6 \text{ min}} * 100\%$$

$$\text{Ahorro de tiempos en \%} = 81.9\%$$

Con base en la propuesta, se halló que el tiempo de secado de 40 unidades practicas se reduce en 3 horas, 24 minutos, lo que representa una disminución del 81.9 %. Cabe señalar que con esta propuesta solo se requiere el 18.1 % del tiempo anterior, es decir, 45.2 minutos en lugar de 249.6 minutos.

### **Impacto de la mejora en la productividad del secado**

La producción diaria se cuantifica considerando el tiempo disponible de 300 minutos por jornada, en consideración la capacidad real de 40 unidades por ciclo.

### **Número de ciclos en la jornada**

$$N_{ciclos} = \frac{T_{día}}{T_{ciclo}}$$

**Ecuación 50.** Número de ciclos (Brandon, 2025)

Donde:

$T_{día}$  = Tiempo total disponible en la jornada (300 min).

$T_{ciclo}$  = Tiempo que tarda un ciclo de secado.

$N_{ciclos}$  = Número de ciclos.

### **Producción total en la jornada**

$$Q_{día} = N_{ciclos} * Q_{ciclos}$$

**Ecuación 51.** Producción total en la jornada. (Brandon, 2025)

Donde:

$Q_{día}$  = Cantidad de unidades producidas en la jornada.

$N_{ciclos}$  = Número de ciclos posibles.

$Q_{ciclos}$  = Cantidad de unidades que se secan por ciclo (40 unidades).

### **Método actual.**

Número de ciclos en la jornada.

$$N_{ciclos} = \frac{300 \text{ min}}{249.6 \text{ min}}$$

$$N_{\text{ciclos}} \approx 1.20$$

Producción total por jornada.

$$Q_{\text{día}} = 1.20 * 40 \text{ unidades/día}$$

$$Q_{\text{día}} = 48 \text{ unidades/día}$$

### Método propuesto.

Número de ciclos en la jornada.

$$N_{\text{ciclos}} = \frac{300 \text{ min}}{45.2 \text{ min}}$$

$$N_{\text{ciclos}} \approx 6.64$$

Producción total por jornada.

$$Q_{\text{día}} = 6.64 * 40 \text{ unidades/día}$$

$$Q_{\text{día}} \approx 266 \text{ unidades/día}$$

El incremento de la producción se calcula mediante la Ecuación 52 tomando en consideración la producción actual y la producción proyectada tras la propuesta.

$$\text{El incremento de producción en \%} = \frac{\begin{array}{c} \text{Piezas producidas} \\ \text{por minuto, metodo} \\ \text{nuevo} \end{array} - \begin{array}{c} \text{Piezas producidas} \\ \text{por minuto, metodo} \\ \text{antiguo} \end{array}}{\begin{array}{c} \text{Piezas producidas} \\ \text{por minuto, metodo} \\ \text{antiguo} \end{array}} * 100\%$$

**Ecuación 52.** Incremento de la producción. (Palacios Acero , 2016)

$$\text{El incremento de producción en \%} = \frac{266 \text{ unidades/día} - 40 \text{ unidades/día}}{40 \text{ unidades/día}} * 100\%$$

$$\text{El incremento de producción en \%} = 565\%$$

### **Aplicabilidad de la propuesta.**

La propuesta para proceso de secado y prensado de los chalecos tejidos en jersey se centra en la mejora del tiempo y en la eficiencia del uso del vapor, con el objetivo de incrementar la productividad y reducir el tiempo ocioso (espera para el secado) en la línea de producción. Actualmente, se requiere aproximadamente 249.6 minutos ( $\approx 4$  horas y 10 minutos). Con la propuesta, se estima la reducción a 45.2 minutos ( $\approx 45$  minutos) como se muestra en la Tabla 50. Tiempo de secado en el proceso actual., lo que representa una disminución absoluta de 204.4 minutos, equivalente a una reducción del 81.9 % ( Ecuación 49). Esto significa que únicamente se utiliza el 18.1 % del tiempo que requería el método actual ( Ecuación 48 ), liberando la capacidad de producción y aumentando el aprovechamiento de la jornada laboral.

En términos de productividad, la propuesta permite un aumento significativo en la producción diaria. Considerando un tiempo disponible de 300 minutos por jornada y una capacidad de 40 unidades por ciclo, el método actual logra secar aproximadamente 48 unidades teóricas por día. Con la propuesta, la producción total estimada asciende a 266 unidades por jornada, lo que implica un incremento del 565 % en la producción diaria ( Ecuación 52). Esto demuestra que la reducción del tiempo de ciclo tiene un impacto directo en la capacidad productiva, permitiendo atender un mayor volumen sin necesidad de aumentar la jornada de trabajo.

La propuesta también incluye mejoras en el factor de vaporización, pasando de 0.46 a 0.90, y optimiza la interacción del vapor con la tela tejida. Como resultado, se propone una menor impregnación de humedad por prenda ( $\approx 17$  g por prenda en galga 10 y  $\approx 5$  g por prenda en galga 12), reduciendo el vapor líquido en suspensión y mejorando la eficiencia térmica del proceso. Esta optimización permite un secado uniforme, minimizando defectos y la necesidad de retrabajos, lo que contribuye a la mejora de la calidad del producto final.

**Cronograma de actividades.**

Para una futura implementación se plantea en el cronograma de actividades ( Tabla 53 ).

**Tabla 53.** Cronograma de actividades.

<b>Cronograma de actividades.</b>																	
<b>Mes</b>		<b>Mes 1</b>				<b>Mes 2</b>				<b>Mes 3</b>				<b>Mes 4.</b>			
<b>Actividad</b>	<b>Semana</b>	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	Socialización de la propuesta con la gerencia		x														
Socialización con el personal de la línea de producción.			x														
Identificación de la maquinaria en la que se va a realizar la "Mejora tecnológica"				x													
Limpieza de la maquina					x												
Despiece de la maquina					x												
Integrar las partes mecánicas						x	x	x									
Realizar una primera prueba con las partes mecánicas integradas.									x								
Integrar la fase de potencia del sistema de control										x							
Integrar el sistema de control										x	x	x					
Realizar pruebas de funcionamiento													x				
Calibrar y reajustar el sistema integrado al sistema mecánico														x			

**Elaborado por:** Ichina Toapanta Christian (2025).

**Análisis de costos.**

Para realizar el análisis de costos, se toman en consideración los factores directos e indirectos, como se muestra en la Tabla 54.

**Tabla 54.** Análisis de costos.



**ISR TEX**  
SOÑAMOS, CREAMOS Y VESTIMOS EL FUTURO

**PROYECTO:** Máquina de vapor

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**HOJA 1 DE 1**

RUBRO : 1

UNIDAD: C/U

DETALLE: REINGENIERÍA DE MAQUINARIA DE VAPOR

<b>EQUIPO DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>TARIFA B</b>	<b>COSTO HORA C=AxB</b>	<b>RENDIMIENTO R</b>	<b>COSTO D=CxR</b>
-------------------------------	-----------------------	---------------------	-----------------------------	--------------------------	------------------------

=====

**SUBTOTAL M**

\$ -

<b>MANO DESCRIPCIÓN</b>	<b>DE</b>	<b>OBRA</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>JORNAL/HR B</b>	<b>COSTO SUELDO</b>	<b>Tiempo Meses</b>	<b>COSTO D=CxR</b>
-----------------------------	-----------	-------------	-----------------------	------------------------	-------------------------	-------------------------	------------------------

Peón 1		EO B2	1.00	\$ 8.00	\$ 470.00	1	\$ 470.00
--------	--	-------	------	---------	-----------	---	-----------

Peón 2		EO E2	1.00	\$ 8.00	\$ 470.00	1	\$ 470.00
--------	--	-------	------	---------	-----------	---	-----------

=====

**SUBTOTAL N** \$ 940.00

<b>MATERIALES DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>PRECIO UNIT. B</b>	<b>COSTO C=AxB</b>
PLC CJ1W-AD081-V1	1	1.00000	\$ 1,700.00	\$ 1,700.00
HMI NB7W-TW00B	1	1.00000	\$ 1,200.00	\$ 1,200.00
Pt100 3 Hilos Industrial -200 A450°C M8 Sensor De Temperatura		3.00000	\$ 20.00	\$ 60.00
Transductor Sensor De Presion Autonics Psan Tps30		1.00000	\$ 200.00	\$ 200.00
Transmisor De Presión Industrial 10 Bar Ect10.0a Trafag		2.00000	\$ 60.00	\$ 120.00
Camara de calefaccion		1.00000	\$ 600.00	\$ 600.00
Distribucion tubos		1.00000	\$ 800.00	\$ 800.00
Camara de almacenamiento		1.00000	\$ 400.00	\$ 400.00
Energia electrica	Kw	110.00000	\$ 0.097	\$ 10.67
Agua(100 m3)	m3	0.05000	\$ 0.89	\$ 0.04

**SUBTOTAL O** \$ 5,090.71

<b>TRANSPORTE DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>TARIFA B</b>	<b>COSTO C=AxB</b>
-----------------------------------	---------------	-----------------------	---------------------	------------------------

Transporte de materiales	4.00	20.00	80.00
Trasporte de encomiendas	4.00	10.00	40.00
Trasporte de Partes ensambladas	1.00	50.00	50.00
			=====
<b>SUBTOTAL P</b>			170.00

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>		\$6,200.71
<b>INDIRECTOS (%)</b>	25.00%	\$ 1,550.18
<b>UTILIDAD (%)</b>	0.00%	\$ -
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>		\$7,750.89
<b>VALOR UNITARIO</b>		<b>\$7,750.89</b>

**SON:** Siete mil setecientos cincuenta dólares con ochenta y nueve centavos.

**ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA**

FECHA: 26/09/2025

**Elaborado por:** Ichina Toapanta Christian (2025).

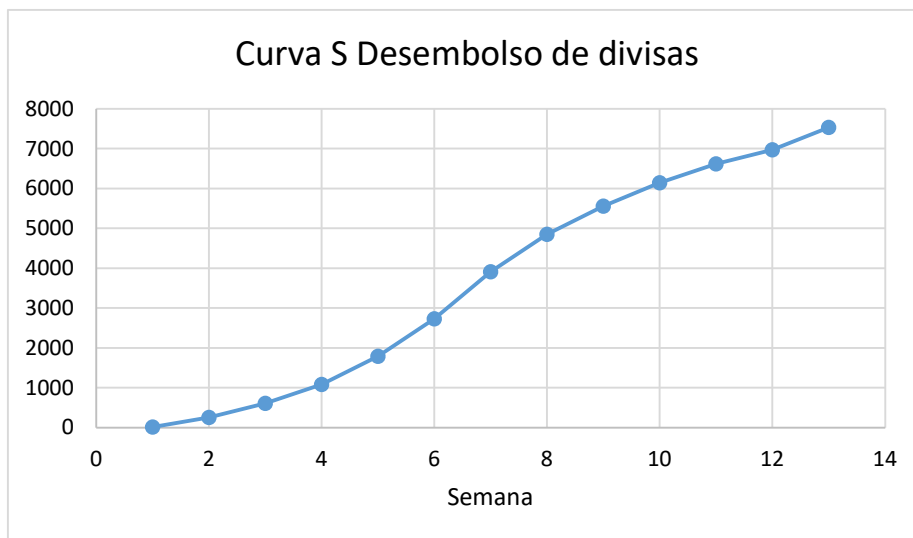
### “Cuva S”.

La ejecución del proyecto presenta un flujo de desembolsos acumulados con un comportamiento progresivo, representado por una curva S ( Gráfico 22 ) En las etapas iniciales, el flujo de caja es limitado, ya que los pagos completos se concentran únicamente en la adquisición de materiales. La Tabla 55 indica el comportamiento escalonado el mismo que refleja un control financiero coherente con la planificación del proyecto.

**Tabla 55.** Crecimiento gradual del Gasto.

Semanas	\$	\$ Acumulado	Comentarios
1	\$ 18.86	\$ 18.86	Inicio del proyecto
2	\$ 235.74	\$ 254.60	Crecimiento suave
3	\$ 353.61	\$ 608.21	Crecimiento gradual
4	\$ 471.48	\$ 1,079.69	Incremento mayor
5	\$ 707.22	\$ 1,786.91	Crecimiento acelerado
6	\$ 942.96	\$ 2,729.87	Punto máximo de avance
7	\$ 1,178.70	\$ 3,908.57	Máximo crecimiento semanal
8	\$ 942.96	\$ 4,851.53	Comienza desaceleración
9	\$ 707.22	\$ 5,558.75	Descenso progresivo
10	\$ 589.35	\$ 6,148.10	Descenso continúa
11	\$ 471.48	\$ 6,619.58	Desaceleración marcada
12	\$ 353.61	\$ 6,973.19	Cierre
13	\$ 563.77	\$ 7,536.96	Final del proyecto

**Elaborado por:** Ichina Toapanta Christian (2025).



**Gráfico 23.** Curva S: Flujo Acumulado de Desembolso de Divisas.

**Elaborado por:** Ichina Toapanta Christian (2025).

## CAPÍTULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

#### Conclusiones.

- La empresa, al ser de carácter artesanal y no contar con una línea de producción definida para los chalecos tejidos en jersey, presentó tiempos de producción elevados, estimados en aproximadamente 309 minutos por lote. El diagnóstico permitió identificar el cuello de botella en la actividad de secado, donde el tiempo de espera alcanzaba  $\approx 240$  minutos, representando aproximadamente el 80 % del tiempo total de procesamiento de un lote de 5 horas, 9 minutos y 12 segundos. Además, se evidenciaron deficiencias en la etapa de prensado, relacionadas con la falta de control sobre la temperatura, la calidad del vapor y la cantidad de energía suministrada.
- Mediante la toma de tiempos se identificó su cuello de botella y se cuantificaron sus causas para conocer el porqué del excesivo tiempo de secado el cual es de  $\approx 240$  minutos es decir el 80 % del proceso de un lote que toma 5 horas, 9 minutos y 12 segundos tomando en consideración, las operaciones continuas razón por la cual se pasó a clasificar según su porcentaje acumulado como lo es la Variación de las características técnicas de la tela 28.27%, Variación de las especificaciones técnicas de la tela . 14.13% y el no aprovechar las mejoras tecnológicas en el procesó anterior. 12.72% sumando un acumulado del 55.12% de las razones por las cual el tiempo de secado es elevado.

- Como resultado de la propuesta de mejora, se realizó una reingeniería de la máquina de prensado, logrando transformar el vapor húmedo con un factor de vaporización de 0.46 a un vapor seco con un factor de 0.90. Esto permite reducir el tiempo de secado de cada ciclo de  $\approx 240$  minutos a  $\approx 45.2$  minutos, lo que representa una disminución absoluta de 204.4 minutos y un ahorro de tiempo del 81.9 %. Este cambio mejora significativamente la eficiencia del proceso e incrementa la capacidad productiva pasando de 40 a 266 unidades en la actividad de secadas.

### **Recomendaciones.**

- Se recomienda que Industria de Tejidos Isratex implemente la propuesta de mejora del proceso de secado, con el objetivo de reducir los tiempos de producción sin comprometer la calidad del producto. La factibilidad técnica se garantiza mediante el control del factor de vaporización y el rediseño del ciclo de secado, mientras que la sostenibilidad se asegura gracias a la optimización del uso de vapor y energía, reduciendo el desperdicio de recursos.
- Se sugiere establecer un sistema de seguimiento de indicadores de producción, eficiencia y calidad, que permita verificar que los resultados alcanzan las expectativas establecidas. Esto asegura la viabilidad técnica y fomenta la sostenibilidad operativa, al optimizar el uso de recursos y minimizar pérdidas.
- Es recomendable documentar y estandarizar las operaciones de la línea de secado, identificando cada movimiento y procedimiento de la propuesta. Esto fortalece la factibilidad técnica y contribuye a la sostenibilidad, al reducir desperdicios y optimizar el uso de los recursos disponibles.
- La mejora debe aplicarse en fases piloto, evaluando su desempeño y ajustando parámetros de tiempo, vapor y temperatura según sea necesario. Esto garantiza que la propuesta sea viable técnicamente y sostenible, permitiendo mejorar la eficiencia del proceso sin comprometer la calidad.

- Se sugiere considerar la aplicación de la propuesta en otras líneas de productos o procesos similares, asegurando que los beneficios de eficiencia, reducción de tiempos y uso responsable de recursos se puedan replicar de manera efectiva en la empresa.

### **Literatura citada.**

Huertas González, B. (2021). El futuro de la industria textil con la sostenibilidad y la incorporación de los tejidos inteligentes (p. 68). Universidad Pontificia de Comillas.

Asociación Americana de Químicos y Coloristas Textiles (AATCC). (2021). Manual técnico AATCC (Vol. 96). AATCC.

Asociación de Industriales Textiles del Ecuador. (2025, marzo 14). Asociación de Industriales Textiles del Ecuador. AITE | Industria. <https://www.aite.com.ec/industria.html>

Ballestas Arrieta, A. V., Barreto Rios, D. J., & Fajardo Morales, L. E. (2019). Factory of shirts as pedagogical play for the balance. ResearchGate, 1–5.

Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. (2025). HDSM\_0181-A. San Isidro.

Crane Co. (2018). Flow of fluids through valves, fittings, and pipe (8th ed.). Crane Technical Paper No. 410.

Delta Máquinas Têxteis. (2022, diciembre 12). Industria textil en América Latina: conoce el panorama de este mercado. <https://deltamaquinastexteis.com.br/es/industria-textil-en-america-latina-conoce-el-panorama-de-este-mercado/>

Diamantino, M. (2024, noviembre 8). Matriz GUT. Sydle. <https://www.sydle.com/es/blog/matriz-gut-62d05b64675a2377260936ae>

Escalante, A., & González, J. (2015). Ingeniería industrial: Métodos y tiempos con manufactura ágil. México.

- Gutiérrez Pulido, H., & Vara Salazar, R. (2018). Control estadístico de la calidad y seis sigmas (2ª ed., P. E. Roig Vázquez & A. L. Delgado Rodríguez, Eds.). McGraw-Hill.
- Huanca, J. C. (2021, julio). Mejora en el proceso de fabricación de ropa deportiva mediante herramientas de lean manufacturing y optimización matemática. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*.  
<https://cris.pucp.edu.pe/es/publications/mejora-en-el-proceso-de-confecci%C3%B3n-de-ropa-deportiva-usando-herra>
- International Organization for Standardization (ISO). (2020). ISO 105-A08:2020.
- International Organization for Standardization (ISO). (2025). ISO 7211-2:2024. Métodos de análisis de la construcción de tejidos – Parte 2: Determinación del número de hilos por unidad de longitud.
- Kanawaty, G. (2013). Introducción al estudio del trabajo (4ª ed.). Oficina Internacional del Trabajo.  
<https://www.gsconsultores.org/comunica/Introducci%C3%B3n%20al%20estudio%20del%20trabajo,%204ta%20Edici%C3%B3n%20-%20George%20Kanawaty-FREELIBROS.ORG.pdf>
- Kazi Md. Elias, E., Mohammad, O. R., & Z. H., H. M. (2024, agosto). Predicción de la densidad de puntadas de las telas terminadas utilizando telas de punto gris mezcladas con trama. *Journal of Textile Science and Technology*, 10(3), 13.  
<https://doi.org/10.4236/jtst.2024.103004>
- Luzuriaga Velasquez, J., Luzuriaga-Eyzaguirre, C., Algoner, W., & Luque Sanca, C. (2023). Lean manufacturing and its impact on productivity: A systematic review of the literature between 2013 and 2023 in industrial companies in the textile. *LEIRD 2023*, 9. <https://laccei.org/LEIRD2023-VirtualEdition/meta/fp554.html>
- Martín Martínez, M. D. (2020). Contribución del sector textil al progreso de países emergentes en Asia. Universidad Pontificia de Comillas.


- Omron Corporation. (2025, julio 11). Omron. <https://www.omron.com/global/es/about/>
- Palacios Acero, L. C. (2016). Ingeniería de métodos: Movimientos y tiempos (Vol. 2). Ecoe Ediciones. <https://doi.org/9789587713428>
- Pardo Álvarez, J. M. (2013). Configuración y usos de un mapa de procesos. AENOR - Asociación Española de Normalización y Certificación.
- Perugachi Limaico, L. M. (2024, abril-junio). Implementación de lean manufacturing en la mediana empresa textil de Antonio. Revista Científica de Salud y Desarrollo Humano. Otavalo.
- Socconini Pérez Gómez, L. V. (2019). Lean manufacturing: Paso a paso. Marge Books.
- Tongxiang Zhuoyi Textile Co., Ltd. (2025, enero 21). Los 10 principales fabricantes de la industria mundial de tejidos de punto de poliéster. [suedefabricsupplier](https://www.suedefabricsupplier.com).
- Unisignflex. (2025, marzo 17). Cómo evaluar la calidad de los tejidos publicitarios. [https://unisignflex.com/es/C%C3%B3mo-evaluar-la-calidad-de-los-tejidos publicitarios/](https://unisignflex.com/es/C%C3%B3mo-evaluar-la-calidad-de-los-tejidos-publicitarios/)
- Yunus, A. Ç., & Michael, A. B. (2015). Termodinámica (8ª ed.). McGraw-Hill.

**ANEXOS.**

**Anexo 1.** Toma de tiempos.

<b>n</b>	<b>Procedimiento</b>	<b>Actividad</b>	<b>n</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>
1	Procedimiento para recibir la materia prima	Recepción y almacenamiento	9	7.12	8.12	8.1	10.3	8.1	9.91	9.51	7.43	10.5	7.31	5.2
2	Procedimiento para la fabricación de la tela.	Parafinado	6	15.6	18.31	16.2	16.4	19	15.6	17.13	16.63	19.3	17	
3		Tejido	82	13.4	12.75	13.4	14.9	13.3	14.4	15.38	13.97	13.9	12.6	
4	Procedimiento para conformar las piezas.	Hilvanado	117	2.23	2.65	1.98	1.65	2.47	2.38	2.57	2.34	2.57	1.45	1.5
5		Planchado	31	1.33	1.08	1.12	1.03	1.21	1.23	1.15	1.57	1.18	1.1	1.7
6		Corte	33	0.6	0.68	0.63	0.75	0.83	0.65	0.81	0.63	0.86	0.57	0.3
7		Ensamblado	32	2.48	2.57	1.77	1.67	1.83	1.65	2.02	1.98	1.93	1.75	2.2
8	Procedimiento para confeccionar la prenda.	Rematado	119	0.89	1.03	0.96	0.86	1.17	0.95	1.01	0.93	0.91	0.85	0.9
9		Prensado	84	0.75	1.08	1.12	0.53	0.66	0.96	0.75	0.65	0.8	1.1	1.2
10		Secado	65	168	180.3	225	154	132	194	181.3	132.6	165	204	235
11	Procedimiento para empacar las prendas.	Doblado	9	0.2	0.23	0.19	0.25	0.23	0.2	0.17	0.24	0.24	0.17	0.2


**Elaborado por:** Ichina Toapanta Christian (2025).

Continúa 

<b>n</b>	<b>Procedimiento</b>	<b>Actividad</b>	<b>n</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>20</b>	<b>21</b>	<b>22</b>
<b>1</b>	Procedimiento para recibir la materia prima	Recepción y almacenamiento	9	10.3	8.4	9.5	15.3	10.3	12.1	8.12	5.1	10.1	5.93	8.2
<b>2</b>	Procedimiento para la fabricación de la tela.	Parafinado	6											
<b>3</b>		Tejido	82											
<b>4</b>	Procedimiento para conformar las piezas.	Hilvanado	117	2.53	2.8	1.6	3.25	2.81	3.72	2.14	2.7	2.45	3.12	3
<b>5</b>		Planchado	31	1.49	1.3	1.7	1.94	0.98	1.58	1.28	2.1	1.24	1.24	1
<b>6</b>		Corte	33	0.81	0.3	0.5	0.63	0.72	0.72	0.43	0.7	0.57	0.57	0.7
<b>7</b>		Ensamblado	32	3.12	1.9	2.2	3.13	2.55	2.12	2.81	3.1	2.35	2.35	2.5
<b>8</b>	Procedimiento para confeccionar la prenda.	Rematado	119	0.87	0.9	0.7	0.83	1.01	1.53	0.82	1	1.01	0.83	1
<b>9</b>		Prensado	84	0.97	1.3	0.9	0.68	1.37	1.07	0.59	0.8	0.96	0.96	0.7
<b>10</b>		Secado	65	135	155	210	127	194	89.5	124	145	225	225	185
<b>11</b>	Procedimiento para empacar las prendas.	Doblado	9	0.21	0.2	0.2	0.17	0.19	0.27	0.18	0.2	0.21	0.23	0.3

Continúa →

<b>n</b>	<b>Procedimiento</b>	<b>Actividad</b>	<b>n</b>	<b>23</b>	<b>24</b>	<b>25</b>	<b>26</b>	<b>27</b>	<b>28</b>	<b>29</b>	<b>30</b>	<b>31</b>	<b>32</b>	<b>33</b>
<b>1</b>	Procedimiento para recibir la materia prima	Recepción y almacenamiento	9	9.5	8.3	7.7	9.3	4.3	8.2	7.3	13.1	11	10.9	
<b>2</b>	Procedimiento para la fabricación de la tela.	Parafinado	6											
<b>3</b>		Tejido	82											
<b>4</b>	Procedimiento para conformar las piezas.	Hilvanado	117	1.2	1.4	1.6	2.8	2.5	1.5	1.2	2.93	2	1.56	2.4
<b>5</b>		Planchado	31	1.3	1.5									
<b>6</b>		Corte	33	0.6	0.8	0.8	0.7	0.8	0.6	0.9	0.57	0.6		
<b>7</b>		Ensamblado	32	2.5	2.1	3.1	2.2	3.2	2.1	2.2	2.13	1.6	2.57	1.8
<b>8</b>	Procedimiento para confeccionar la prenda.	Rematado	119	1.1	1	1.1	1.1	1.3	1	1.2	1.11	1	1.12	
<b>9</b>		Prensado	84	0.8	0.8	0.6	0.8	0.3	0.5	0.7	0.82	0.6	0.92	0.9
<b>10</b>		Secado	65	238	294	185	247	189	245	234	187	120	134	163
<b>11</b>	Procedimiento para empacar las prendas.	Doblado	9	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3					

Continúa 

<b>n</b>	<b>Procedimiento</b>	<b>Actividad</b>	<b>n</b>	<b>34</b>	<b>35</b>	<b>36</b>	<b>37</b>	<b>38</b>	<b>39</b>	<b>40</b>	<b>41</b>	<b>42</b>	<b>43</b>	<b>44</b>
<b>1</b>	Procedimiento para recibir la materia prima	Recepción y almacenamiento	9											
<b>2</b>	Procedimiento para la fabricación de la tela.	Parafinado	6											
<b>3</b>		Tejido	82											
<b>4</b>	Procedimiento para conformar las piezas.	Hilvanado	117	2.5	2.73	2.38	2.57	1.89	1.83	1.78	2.45	1.5	2.6	2.2
<b>5</b>		Planchado	31											
<b>6</b>		Corte	33											
<b>7</b>		Ensamblado	32											
<b>8</b>	Procedimiento para confeccionar la prenda.	Rematado	119											
<b>9</b>		Prensado	84	0.7	0.75	0.78	0.82	0.67	0.83	0.75	0.64	1	0.5	0.8
<b>10</b>		Secado	65	189	168.3	183.3	140.2	187.3	126.3	156.9	180.1	198		
<b>11</b>	Procedimiento para empacar las prendas.	Doblado	9											

Continúa →

<b>n</b>	<b>Procedimiento</b>	<b>Actividad</b>	<b>n</b>	<b>45</b>	<b>46</b>	<b>47</b>	<b>48</b>	<b>49</b>	<b>50</b>	<b>51</b>	<b>52</b>	<b>53</b>	<b>54</b>	<b>55</b>
1	Procedimiento para recibir la materia prima	Recepción y almacenamiento	9											
2	Procedimiento para la fabricación de la tela.	Parafinado	6											
3		Tejido	82											
4	Procedimiento para conformar las piezas.	Hilvanado	117	1.7	3.8	2.4	2.6	3.8						
5		Planchado	31											
6		Corte	33											
7		Ensamblado	32											
8		Rematado	119											
9	Procedimiento para confeccionar la prenda.	Prensado	84	1	0.8	0.7	0.9	1	0.8	0.8	0.9	0.8	1	1
10		Secado	65											
11	Procedimiento para empacar las prendas.	Doblado	9											

Continúa →

<b>n</b>	<b>Procedimiento</b>	<b>Actividad</b>	<b>n</b>	<b>56</b>	<b>57</b>	<b>58</b>	<b>59</b>	<b>60</b>	<b>61</b>	<b>62</b>	<b>63</b>	<b>64</b>	<b>65</b>	<b>66</b>
1	Procedimiento para recibir la materia prima	Recepción y almacenamiento	9											
2	Procedimiento para la fabricación de la tela.	Parafinado	6											
3		Tejido	82											
4		Hilvanado	117											
5	Procedimiento para conformar las piezas.	Planchado	31											
6		Corte	33											
7		Ensamblado	32											
8	Procedimiento para confeccionar la prenda.	Rematado	119											
9		Prensado	84	0.5	0.6	1	0.8	0.9	0.7	0.8	0.7	0.7	1	1
10		Secado	65											
11	Procedimiento para empacar las prendas.	Doblado	9											

Continúa →

<b>n</b>	<b>Procedimiento</b>	<b>Actividad</b>	<b>n</b>	<b>67</b>	<b>68</b>	<b>69</b>	<b>70</b>	<b>71</b>	<b>72</b>	<b>73</b>	<b>74</b>	<b>75</b>	<b>76</b>	<b>77</b>
1	Procedimiento para recibir la materia prima	Recepción y almacenamiento	9											
2	Procedimiento para la fabricación de la tela.	Parafinado	6											
3		Tejido	82											
4		Hilvanado	117											
5	Procedimiento para conformar las piezas.	Planchado	31											
6		Corte	33											
7		Ensamblado	32											
8		Rematado	119											
9	Procedimiento para confeccionar la prenda.	Prensado	84	0.9	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	1	1.1	0.9	0.7	0.8
10		Secado	65											
11	Procedimiento para empacar las prendas.	Doblado	9											

Continúa →

n	Procedimiento	Actividad	n	78	79	80	81	82	83	Continúa →				
										84	85	86	87	88
1	Procedimiento para recibir la materia prima	Recepción y almacenamiento	9											
2	Procedimiento para la fabricación de la tela.	Parafinado	6											
3		Tejido	82											
4		Hilvanado	117											
5	Procedimiento para conformar las piezas.	Planchado	31											
6		Corte	33											
7		Ensamblado	32											
8	Procedimiento para confeccionar la prenda.	Rematado	119											
9		Prensado	84	0.8	0.3	0.6	0.5	0.8	1	0.7	0.8	1	1	1.1
10		Secado	65											
11	Procedimiento para empacar las prendas.	Doblado	9											

Continúa →

<b>n</b>	<b>Procedimiento</b>	<b>Actividad</b>	<b>n</b>	89	90	91
1	Procedimiento para recibir la materia prima	Recepción y almacenamiento	9			
2	Procedimiento para la fabricación de la tela.	Parafinado	6			
3		Tejido	82			
4		Hilvanado	117			
5	Procedimiento para conformar las piezas.	Planchado	31			
6		Corte	33			
7		Ensamblado	32			
8	Procedimiento para confeccionar la prenda.	Rematado	119			
9		Prensado	84	0.9	0.6	0.8
10		Secado	65			
11	Procedimiento para empacar las prendas.	Doblado	9			

## Anexo 2. Propiedades del G.L.P.

### Tabla de Propiedades:

Los G.L.P. comerciales no son productos puros, sino mezclas de butano y propano con otros hidrocarburos. Las propiedades fisicoquímicas del propano y el butano se dan en la Tabla 1.

	PROPANO		BUTANO			
	Puro	Comercial	Puro	Comercial		
Fórmula química	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>		C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>		-	
Temperatura crítica	96,8		152		°C	
Presión crítica	42		37,5		kg/cm <sup>2</sup>	
Temp. ebullición (a 1 kg/cm <sup>2</sup> )	-42,1	-40	-0,5	-10	°C	
Límites inflamabilidad en aire	9,5	10	8,5	8,8	%	
	2,2	2,2	1,9	1,8	%	
Temperatura inflamación	466	535	405	525	°C	
Peso molecular	44	~46	58	~58		
LIQUIDO	Masa volumétrica a 15° C	0,506		0,582	kg/l (g/cm <sup>3</sup> )	
	Densidad (peso específico 20° C)		0,505		kg/l (g/cm <sup>3</sup> )	
	Viscosidad dinam. (15° C)	1060		1800	micropoises	
	Calor específico (C.N.)	0,58		0,55	kcal/kg °C	
	Poder calorífico superior	12040	11900	11842	11800	kcal/kg
	Poder calorífico inferior	11080	11000	10930	10900	kcal/kg
	Calor latente vaporización	101,7		92,2		kcal/kg
GAS	Viscosidad (20° C)	80		74	micropoises	
	Densidad rel. (15° C)	1,52	1,43	2,06	1,86	-
	(a presión atmosférica) (20° C)		1,85		2,41	-
	Masa volumétrica (15° C)	1,86		2,46		kg/m <sup>3</sup>
	Calor específico o pres. cte.	0,390		0,396		kcal/ m <sup>3</sup> °C
	(a 15° C) a vol. cte.	0,346		0,363		kcal/m <sup>3</sup> °C
	Poder calorífico superior (C.N.)	24350	22000 (20°)	32060	28300 (20°)	kcal/m <sup>3</sup>
Poder calorífico inferior (C.N.)	22380	20400 (20°)	29560	26200 (20°)	kcal/m <sup>3</sup>	
Tensión vapor a 20° C	11	9,2	2,2	2,90	hg/cm <sup>2</sup> ab	
Tensión vapor a 50° C	22	18	5	6,6	kg/cm <sup>2</sup> ab	
Temperatura máxima llama (en aire)		1925		1895	°C	
Temperatura máxima llama (en oxígeno)		2820		2820	°C	
Índice Wobbe		18390		20750	kcal/m <sup>3</sup>	
Punto de rocío (aprox.)		-43		-4		

Elaborado por: Ichina Toapanta Christian (2025).

Anexo 3. Dimensiones de la tubería.



Dimensiones de Tubos de Acero ANSI B36.10 & 36.19 (Unidad en pulgada)

Tamaño Nominal del Tubo (NPS)		Diámetro Exterior (pulgada)	Tubos Cédula / Pipe Schedule																
NPS	DN	OD	SCH 5s	SCH 10s	SCH 10	SCH 20	SCH 30	SCH 40s	SCH STD	SCH 40	SCH 60	SCH 80s	SCH XS	SCH 80	SCH 100	SCH 120	SCH 140	SCH 160	SCH XXS
1/8	6	0.405		1.240				0.068	0.068	0.068		0.095	0.095	0.095					
1/4	8	0.540		1.650				0.088	0.088	0.088		0.119	0.119	0.119					
3/8	10	0.675		1.650				0.091	0.091	0.091		0.126	0.126	0.126					
1/2	15	0.840	0.065	2.110				0.109	0.109	0.109		0.147	0.147	0.147				0.188	0.294
3/4	20	1.050	0.065	2.110				0.113	0.113	0.113		0.154	0.154	0.154				0.219	0.308
1	25	1.315	0.065	2.770				0.133	0.133	0.133		0.179	0.179	0.179				0.250	0.358
1 1/4	32	1.660	0.065	2.770				0.140	0.140	0.140		0.191	0.191	0.191				0.250	0.382
1 1/2	40	1.900	0.065	2.770				0.145	0.145	0.145		0.200	0.200	0.200				0.281	0.400
2	50	2.375	0.065	2.770				0.154	0.154	0.154		0.218	0.218	0.218				0.344	0.436
2 1/2	65	2.875	0.083	3.050				0.203	0.203	0.203		0.276	0.276	0.276				0.375	0.552
3	80	3.500	0.083	3.050				0.216	0.216	0.216		0.300	0.300	0.300				0.438	0.600
3 1/2	90	4.000	0.083	3.050				0.226	0.226	0.226		0.318	0.318	0.318					
4	100	4.500	0.083	3.050				0.237	0.237	0.237		0.337	0.337	0.337		0.438		0.531	0.674
5	125	5.563	0.109	3.400				0.258	0.258	0.258		0.375	0.375	0.375		0.500		0.625	0.750
6	150	6.625	0.109	3.400				0.280	0.280	0.280		0.432	0.432	0.432		0.562		0.719	0.864
8	200	8.625	0.109	3.760		0.250	0.277	0.322	0.322	0.322	0.406	0.500	0.500	0.500	0.594	0.719	0.812	0.906	0.875
10	250	10.750	0.134	4.190		0.250	0.307	0.365	0.365	0.365	0.500	0.500	0.500	0.594	0.719	0.844	1.000	1.125	1.000
12	300	12.750	0.156	4.570		0.250	0.330	0.375	0.375	0.406	0.562	0.500	0.500	0.688	0.844	1.000	1.125	1.312	1.000
14	350	14.000	0.156	4.780	0.250	0.312	0.375		0.375	0.438	0.594		0.500	0.750	0.938	1.094	1.250	1.406	
16	400	16.000	0.165	4.780	0.250	0.312	0.375		0.375	0.500	0.656		0.500	0.844	1.031	1.219	1.438	1.594	
18	450	18.000	0.165	4.780	0.250	0.312	0.438		0.375	0.562	0.750		0.500	0.938	1.156	1.375	1.562	1.781	
20	500	20.000	0.188	5.540	0.250	0.375	0.500		0.375	0.594	0.812		0.500	1.031	1.281	1.500	1.750	1.969	
22		22.000	0.188	5.540	0.250	0.375	0.500		0.375		0.875		0.500	1.125	1.375	1.625	1.875	2.125	
24	600	24.000	0.218	6.350	0.250	0.375	0.562		0.375	0.688	0.969		0.500	1.219	1.531	1.812	2.062	2.344	
26		26.000			0.312	0.500	0.000		0.375				0.500						
28	700	28.000			0.312	0.500	0.625		0.375				0.500						
30		30.000	0.250	7.920	0.312	0.500	0.625		0.375				0.500						
32	800	32.000			0.312	0.500	0.625		0.375	0.688			0.500						
34		34.000			0.312	0.500	0.625		0.375	0.688			0.500						
36	900	36.000			0.312	0.500	0.625		0.375	0.750			0.500						
38		38.000							0.375				0.500						
40	1000	40.000						0.375											
42		42.000				0.500			0.375	0.750			0.500						
44	1100	44.000							0.375				0.500						
46		46.000							0.375				0.500						
48	1200	48.000							0.375			0.500							

Fuente: (unisignflex., 2025)

## Anexo 4. Interfaz de control.

### Pantalla 0000

#### Propiedades de pantalla

##### Título

Página de pantalla0000

Nº de pantalla	0
Anchura	1024
Altura	753
Color de fondo	15
Archivo de fondo	
Compresión	ON
Orden de presentación	Mostrar primero marcos y objetos fijos
Utilizar como pantalla emergente	OFF
Posición	Centro de la pantalla
Y	0
X	0
Permitir entrada en otras pantallas	Prohibir
Cerrar al cambiar de pantalla básica	No cerrar
Sin barra de título	Visualización
Nº de contenidos	1
Dirección para el cambio de contenido	
Cambiar contenido vinculado con alarma	ON
Nº de contenido cuando no se produce una alarma	0
Instrucción alternancia	OFF
Dirección para alternancia	
Tecla de función F1	
Tecla de función F2	
Tecla de función F3	
Intervalo de comunicaciones de Smart Active Parts	0

#### Macro (Al cargar una pantalla)

Habilitar	OFF
<u>Detalles</u>	

#### Macro (Al descargar una pantalla)

Habilitar	OFF
<u>Detalles</u>	

### Pantalla 0001

#### Propiedades de pantalla

##### Título

000

Nº de pantalla	1
----------------	---

Elaborado por: Ichina Toapanta Christian (2025).

Continua →



Anchura	1024
Altura	753
Color de fondo	15
Archivo de fondo	
Compresión	ON
Orden de presentación	Mostrar primero marcos y objetos fijos
Utilizar como pantalla emergente	OFF
Posición	Centro de la pantalla
Y	0
X	0
Permitir entrada en otras pantallas	Prohibir
Cerrar al cambiar de pantalla básica	No cerrar
Sin barra de título	Visualización
Nº de contenidos	1
Dirección para el cambio de contenido	
Cambiar contenido vinculado con alarma	ON
Nº de contenido cuando no se produce una alarma	0
Instrucción alternancia	OFF
Dirección para alternancia	
Tecla de función F1	
Tecla de función F2	
Tecla de función F3	
Intervalo de comunicaciones de Smart Active Parts	0

**Macro (Al cargar una pantalla)**

Habilitar	OFF
<u>Detalles</u>	

**Macro (Al descargar una pantalla)**

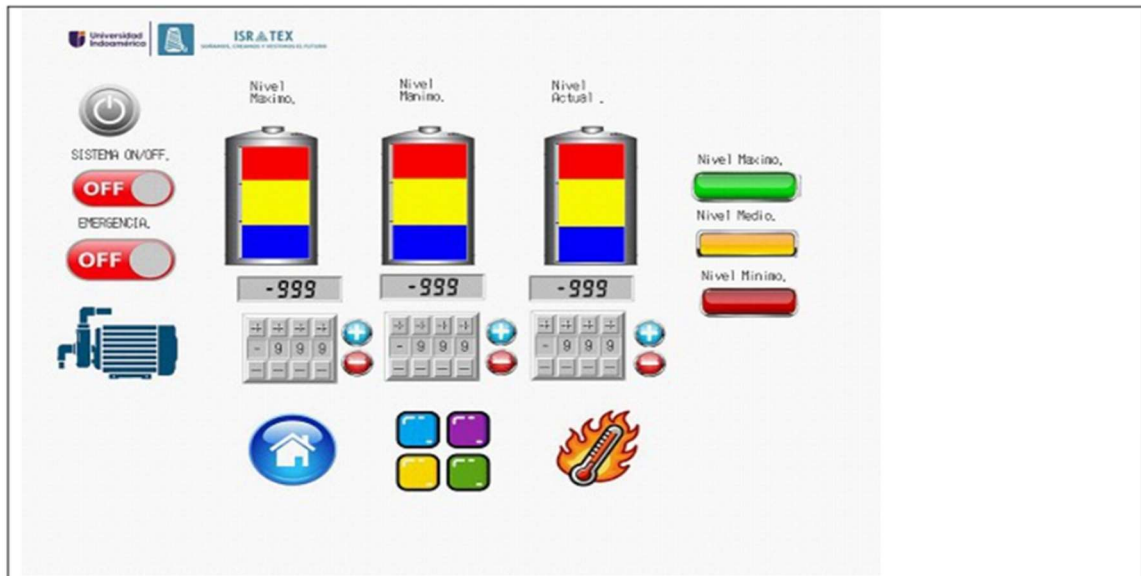
Habilitar	OFF
<u>Detalles</u>	

**Pantalla 0002**

**Propiedades de pantalla**

<u>Título</u>	
2	
Nº de pantalla	2

Continua →



Anchura	1024
Altura	753
Color de fondo	15
Archivo de fondo	
Compresión	ON
Orden de presentación	Mostrar primero marcos y objetos fijos
Utilizar como pantalla emergente	OFF
Posición	Centro de la pantalla
Y	0
X	0
Permitir entrada en otras pantallas	Prohibir
Cerrar al cambiar de pantalla básica	No cerrar
Sin barra de título	Visualización
Nº de contenidos	1
Dirección para el cambio de contenido	
Cambiar contenido vinculado con alarma	ON
Nº de contenido cuando no se produce una alarma	0
Instrucción alternancia	OFF
Dirección para alternancia	
Tecla de función F1	
Tecla de función F2	
Tecla de función F3	
Intervalo de comunicaciones de Smart Active Parts	0

**Macro (Al cargar una pantalla)**

Habilitar	OFF
Detalles	

**Macro (Al descargar una pantalla)**

Habilitar	OFF
Detalles	

**Pantalla 0003**

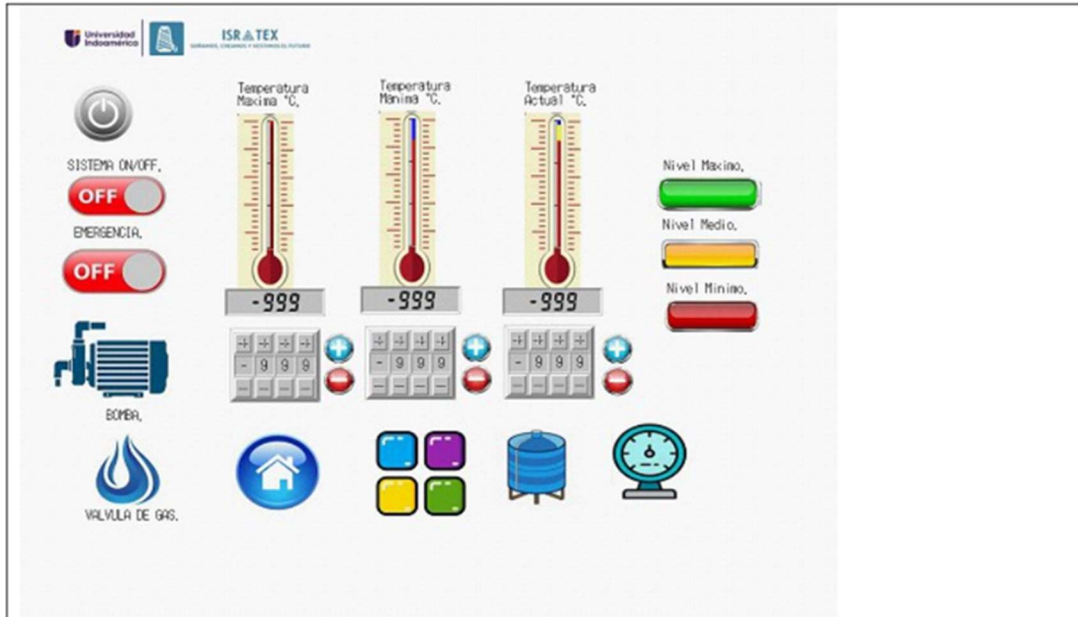
**Propiedades de pantalla**

**Título**

2

Nº de pantalla	3
----------------	---

Continua →



Anchura	1024
Altura	768
Color de fondo	15
Archivo de fondo	
Compresión	ON
Orden de presentación	Mostrar primero marcos y objetos fijos
Utilizar como pantalla emergente	OFF
Posición	Centro de la pantalla
Y	0
X	0
Permitir entrada en otras pantallas	Prohibir
Cerrar al cambiar de pantalla básica	No cerrar
Sin barra de título	Visualización
Nº de contenidos	1
Dirección para el cambio de contenido	
Cambiar contenido vinculado con alarma	ON
Nº de contenido cuando no se produce una alarma	0
Instrucción alternancia	OFF
Dirección para alternancia	
Tecla de función F1	
Tecla de función F2	
Tecla de función F3	
Intervalo de comunicaciones de Smart Active Parts	0

Macro (Al cargar una pantalla)

Habilitar	OFF
Detalles	

Macro (Al descargar una pantalla)

Habilitar	OFF
Detalles	

Pantalla 0004

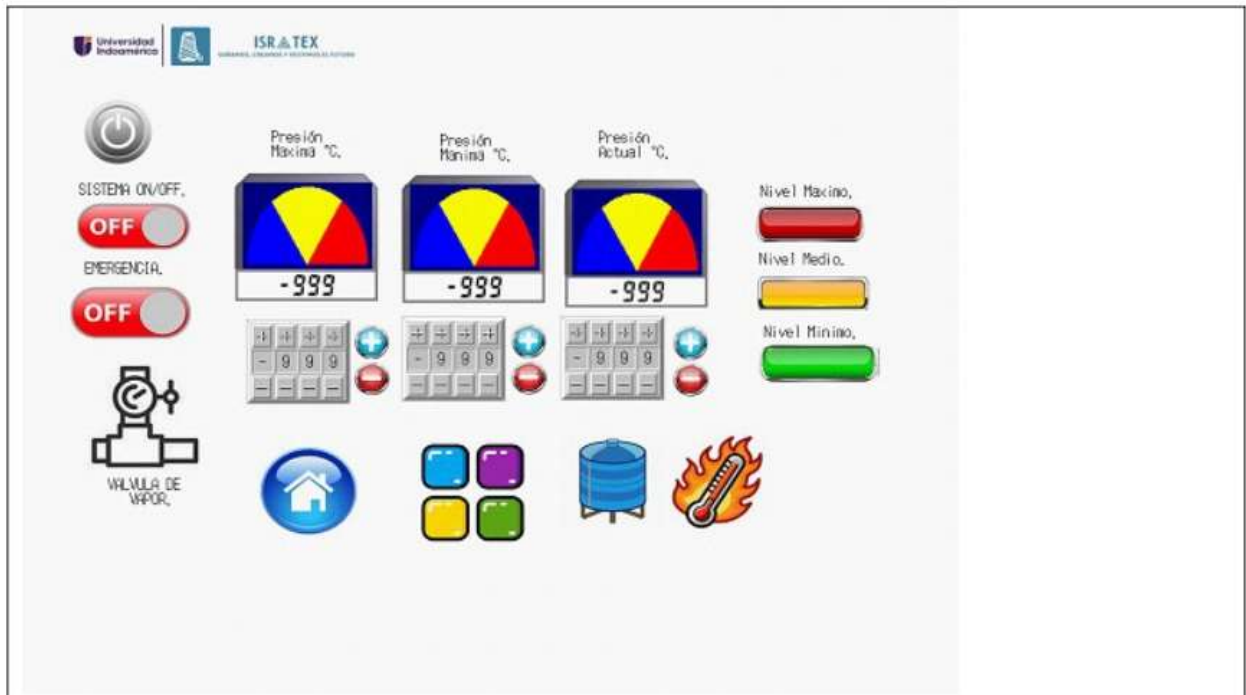
Propiedades de pantalla

Título

Página de pantalla0004

Nº de pantalla	4
----------------	---

Continua →



Anchura	1024
Altura	753
Color de fondo	15
Archivo de fondo	
Compresión	ON
Orden de presentación	Mostrar primero marcos y objetos fijos
Utilizar como pantalla emergente	OFF
Posición	Centro de la pantalla
Y	0
X	0
Permitir entrada en otras pantallas	Prohibir
Cerrar al cambiar de pantalla básica	No cerrar
Sin barra de título	Visualización
Nº de contenidos	1
Dirección para el cambio de contenido	
Cambiar contenido vinculado con alarma	ON
Nº de contenido cuando no se produce una alarma	0
Instrucción alternancia	OFF
Dirección para alternancia	
Tecla de función F1	
Tecla de función F2	
Tecla de función F3	
Intervalo de comunicaciones de Smart Active Parts	0

**Macro (Al cargar una pantalla)**

Habilitar	OFF
Detalles	

**Macro (Al descargar una pantalla)**

Habilitar	OFF
Detalles	

## Anexo 5. Certificado.



**ISR TEX**  
SORAHOS, CREAMOS Y VESTIMOS EL FUTURO

Ambato 31 de Julio del 2025.

### CETIFICADO.

Yo, **Ichina Toapanta Ericka Johana**, portadora de la cédula de identidad N° **1804786125**, en calidad de Gerente de la empresa "Industria de Tejidos Isratex", ubicada en la provincia de Tungurahua, cantón Ambato, certifico que el Sr. **Ichina Toapanta Christian Israel**, portador de la cédula de identidad N° **1805120654**, en calidad de estudiante de la Universidad Tecnológica Indoamérica, realizó su trabajo de titulación con el tema: **"Propuesta para la mejora del proceso de producción en la empresa textil Industria de Tejidos Isratex, ubicada en la ciudad de Ambato"**. Luego de conocer la estructura y el contenido del trabajo, se concluye que la propuesta presentada permitirá **incrementar la productividad, minimizar los tiempos y mejorar el proceso de producción de chalecos tejidos**, siendo además extrapolable a otros procesos similares dentro de la empresa.

Se certifica que el Sr. Ichina Toapanta Christian Israel ha demostrado responsabilidad, compromiso, actitud y aptitud profesional para cumplir con los objetivos planteados en su propuesta. **Industria de Tejidos Isratex**, como parte de su compromiso con la sociedad y la comunidad educativa, respalda y certifica el **cumplimiento y la viabilidad de la propuesta presentada** por el estudiante mencionado.



ERICKA JOHANA ICHINA  
TOAPANTA ICHINA  
TOAPANTA  
Industria de Tejidos Isratex



**Ericka Johana Ichina Toapanta**  
**Gerente**  
**Industria de Tejidos Isratex**

📍 Lotización Samanga, Barrio María del Cisne – Ambato  
📞 WhatsApp: +593 998136511 ✉ erikaichina@yahoo.com  
🆔 RUC: 1804786125001