



**UNIVERSIDAD INDOAMÉRICA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TEMA:**

---

**MEJORA DEL PROCESO DE CONTROL DE CALIDAD EN EL ÁREA DE TEJEDURÍA PARA LA REDUCCIÓN DE DEFECTOS EN TEJIDOS DE PUNTO Y CONTROL DE RENDIMIENTOS (m/kg), EN UNA EMPRESA TEXTIL**

---

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

**Autor(a)**

Canchig Quillupangui Oscar Paúl

**Tutor(a)**

Ing. Ron Valenzuela Pablo Elicio MSc.

QUITO– ECUADOR  
2025

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

Yo, Oscar Paúl Canchig Quillupangui, declaro ser autor del Trabajo de Integración Curricular con el nombre “Mejora del proceso de control de calidad en el área de tejeduría para la reducción de defectos en tejidos de punto y control de rendimientos (m/kg), en una empresa textil”, como requisito para optar al grado de Ingeniero Industrial y autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Tecnológica Indoamérica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional (RDI-UTI).

Los usuarios del RDI-UTI podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y del exterior, con las cuales la Universidad tenga convenios. La Universidad Tecnológica 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 Tecnológica Indoamérica, y que no tramitaré 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 deberán firmar convenios específicos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Quito, a los 26 días del mes de septiembre de 2025, firmo conforme:

Autor: Oscar Paúl Canchig Quillupangui

Firma: .....

Número de Cédula: 1716417231

Dirección: Pichincha, Quito, Machachi, San Antonio de Uribe.

Correo Electrónico: [ocanchig@indoamerica.edu.ec](mailto:ocanchig@indoamerica.edu.ec)

Teléfono: 0939137733

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de Tutor del En mi calidad de Tutor del Trabajo de Integración Curricular “Mejora del proceso de control de calidad en el área de tejeduría para la reducción de defectos en tejidos de punto y control de rendimientos (m/kg), en una empresa textil” presentado por Oscar Paúl Canchig Quillupangui, para optar por el Título 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.

Quito, 26 de septiembre del 2025

.....  
Ing. Pablo Elicio Ron Valenzuela MSc.

## **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

Quito, 26 de septiembre 2025

.....  
Oscar Paúl Canchig Quillupangui  
CI. 1716417231

## **APROBACIÓN DE LECTORES**

El Trabajo de Integración Curricular ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, sobre el Tema: **MEJORA DEL PROCESO DE CONTROL DE CALIDAD EN EL ÁREA DE TEJEDURÍA PARA LA REDUCCIÓN DE DEFECTOS EN TEJIDOS DE PUNTO Y CONTROL DE RENDIMIENTOS (m/kg), EN UNA EMPRESA TEXTIL**, 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.

Quito, 26 de septiembre de 2025

.....

Ing. Jacqueline del Pilar Villacís Guerrero MSc.  
LECTOR

.....

Ing. Fabián Alberto Sarmiento Ortiz MSc.  
LECTOR

## **DEDICATORIA**

A ti mamá, aunque tus manos ya no están para abrazarme, tu amor me envuelve cada día con más fuerza. Esta tesis es el reflejo de cada valor que sembraste en mí, la disciplina, la humildad, la lucha incansable y el deseo de superarme, aun en los momentos más difíciles. Tu ausencia ha sido mi mayor dolor, pero también mi mayor impulso para seguir adelante y alcanzar lo que tú siempre soñaste para mí, porque fuiste y sigues siendo mi luz, mi guía y mi razón. Gracias por todo lo que me diste, por lo que me enseñaste, y por seguir viviendo en mi corazón.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios, por concederme la vida, la salud y la fortaleza necesarias para culminar este proceso, siendo su guía y apoyo una constante en cada paso de mi formación. Expreso mi más profundo reconocimiento a mi esposa Miriam, por su amor incondicional, paciencia y comprensión, por acompañarme en cada etapa del camino y ser mi pilar en los momentos de dificultad. A mis hijos Emily y Mateo, mi mayor motivo y fuente de inspiración, les dedico este logro como ejemplo de perseverancia y entrega. A mi familia, gracias por el apoyo emocional, la confianza y por estar presentes en cada momento importante. Agradezco también a la Universidad y a los docentes por permitirme formarme profesionalmente y brindarme las herramientas necesarias para enfrentar nuevos desafíos como ingeniero industrial.

## Índice de contenido

TEMA:.....	i
AUTORIZACIÓN.....	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 figuras .....	xii
Resumen Ejecutivo.....	xiii
Abstract .....	xiv
Capítulo I.....	1
Introducción .....	1
Antecedentes.....	3
Justificación.....	5
Objetivos.....	7
Objetivo general:.....	7
Objetivos específicos: .....	7
Capítulo II .....	8

Ingeniería de Proyecto.....	8
Diagnóstico de la Situación Actual de la Empresa.....	8
Problemática Identificada .....	10
Conclusión del diagnóstico .....	19
Levantamiento del proceso de tejeduría mediante la herramienta Sipoc.....	20
Análisis de las principales causas de los defectos en los tejidos de punto y la variabilidad en los rendimientos (m/kg) en el área de tejeduría, mediante el diagrama de Pareto.....	22
Área de estudio .....	24
Modelo Operativo.....	25
Desarrollo del Modelo Operativo .....	25
Capítulo III .....	27
Propuesta y Resultados Esperados .....	27
Presentación de la propuesta.....	27
Lista maestra de documentos.....	28
Procedimiento para el proceso de tejeduría.....	29
Instructivo control de calidad de hilo .....	34
Registro control de título de hilo .....	41
Registro valores estadística Uster.....	42
Procedimiento de calibración de máquinas circulares.....	43
Procedimiento tejido continuo y monitoreo de producción.....	51
Instructivo de operación de la máquina de tejido .....	56
Procedimiento de inspección final y clasificación del tejido .....	61

Registro de inspección final .....	67
Procedimiento de control de rendimiento (m/kg).....	68
Registro de control de rendimientos m/kg.....	73
Tabla rendimiento de tela cruda .....	74
Procedimiento de mantenimiento preventivo de máquinas circulares .....	75
Registro cronograma semanal de mantenimiento.....	81
Resultados esperados .....	82
Cronograma de implementación.....	84
Análisis de costos .....	84
Determinación del VAN y TIR.....	86
Capítulo IV .....	91
Conclusiones y Recomendaciones .....	91
Conclusiones.....	91
Recomendaciones .....	92
Bibliografía.....	93
ANEXOS.....	94

## Índice de tablas

<b>Tabla 1</b> Macroproceso de tejeduría .....	8
<b>Tabla 2</b> Defectos encontrados en el proceso de tejeduría .....	13
<b>Tabla 3</b> Análisis de los defectos en la elaboración de rollos de tela detectados .....	14
<b>Tabla 4</b> Aspectos críticos de gestión del proceso productivo .....	19
<b>Tabla 5</b> Matriz SIPOC .....	20
<b>Tabla 6</b> Matriz causas de los efectos de tejeduría .....	23
<b>Tabla 7</b> Lista de contenido de documentos .....	28
<b>Tabla 8</b> Actividades para la implementación del nuevo sistema de control de calidad .....	84
<b>Tabla 9</b> Matriz de costos .....	84

## Índice de figuras

<b>Figura 1</b> Gráfica de participación en exportaciones textiles mundiales.....	2
<b>Figura 2</b> Diagrama de flujo del proceso de tejido .....	10
<b>Figura 3</b> Espina de pescado en base a la problemática de los defectos de tejido de punto.....	12
<b>Figura 4</b> Gráfica de defectos de tejeduría .....	15
<b>Figura 5</b> Espina de pescado en base a la problemática de control de rendimientos.....	17
<b>Figura 6</b> Gráfica de control de rendimiento de tejido crudo (Jersey) .....	18
<b>Figura 7</b> Diagrama de Red del Modelo Operativo .....	25
<b>Figura 8</b> Curva “S” .....	86

**UNIVERSIDAD INDOAMERICA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**AUTOR(A):** Oscar Paúl Canchig Quillupangui

**TUTOR (A):** Ing. Pablo Elicio Ron Valenzuela MSc.

### **Resumen Ejecutivo**

**TEMA: MEJORA DEL PROCESO DE CONTROL DE CALIDAD EN EL ÁREA DE TEJEDURÍA PARA LA REDUCCIÓN DE DEFECTOS EN TEJIDOS DE PUNTO Y CONTROL DE RENDIMIENTOS (m/kg), EN UNA EMPRESA TEXTIL**

El presente estudio se enfoca en el análisis de defectos de tejido y rendimientos m/kg en el proceso de tejeduría en una empresa textil, con el propósito de mejorar el proceso de control de calidad mediante la aplicación de herramientas de Ingeniería Industrial. La metodología utilizada contiene un enfoque cualitativo y cuantitativo, para ello se aplicó un diagrama SIPOC en el levantamiento del proceso, se realizó un análisis de la problemática con Ishikawa y complementado con el diagrama de Pareto para la evaluación de los defectos más recurrentes en el tejido de punto corresponden a orificios, fallas de aguja y caída de tejido, concentrando la mayoría de las no conformidades y herramientas financieras como el VAN y el TIR para evaluar la viabilidad de la propuesta. Los principales resultados evidenciaron variaciones significativas en el rendimiento (m/kg), lo que justifica la necesidad de acciones correctivas. La propuesta elaborada incluye procedimientos operativos estandarizados, instructivos y registros que permitirán estandarizar el proceso de tejeduría y establecer controles de calidad en puntos críticos del proceso y un rediseño organizacional para fortalecer la supervisión y el seguimiento. Finalmente, la conclusión principal establece que la implementación de estas mejoras no solo contribuirá a reducir defectos y optimizar los rendimientos, sino también generará beneficios económicos sustentables para la empresa, validando así su pertinencia mediante indicadores financieros sólidos.

**Palabras clave:** Calidad, mejora continua, productividad, rendimiento, tejeduría.

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA**

**FACULTY OF ENGINEERING**

**Industrial Engineering**

**AUTHOR: CANCHIG QUILLUPANGUI OSCAR PAUL**

**TUTOR: RON VALENZUELA PABLO ELICIO**

**Abstract**

**IMPROVING THE QUALITY CONTROL PROCESS IN WEAVING TO REDUCE  
DEFECTS IN KNITTED FABRICS AND CONTROL YIELD (m/kg) IN A TEXTILE  
COMPANY**

This study focuses on analyzing fabric defects and m/kg yields in the weaving process of a textile company to improve the quality control process through the application of Industrial Engineering tools. The methodology used contains a qualitative and quantitative approach, for which a SIPOC diagram was applied to the process survey, an analysis of the problem with Ishikawua was carried out and complemented with the Pareto chart for the evaluation of the most recurrent defects in knitted fabric corresponding to holes, needle failures and fabric drop, concentrating the majority of nonconformities and financial tools such as NPV and IRR to evaluate the viability of the proposal. The main results revealed significant variations in yield (m/kg), justifying the need for corrective action. The proposal includes standardized operating procedures, instructions, and records that will enable the standardization of the weaving process and establish quality controls at critical points, as well as an organizational redesign to enhance supervision and monitoring. Ultimately, the main conclusion is that implementing these improvements will not only reduce defects and optimize yields but also generate sustainable economic benefits for the company, thereby validating their relevance through solid financial indicators.

**Keywords:** Quality, Continuous Improvement, Productivity, Performance, Weaving

**(Anexo 14**

Aprobación de abstract departamento de idiomas)

# Capítulo I

## Introducción

La industria textil es un sector que tradicionalmente ha sido uno de los pilares del desarrollo económico mundial, dado su impacto en la economía secundaria y su capacidad para generar empleos dentro de un país en vías de desarrollo. Además, es entendida como una fusión de arte, ciencia y negocio, de manera que, la industria textil transforma fibras naturales y sintéticas en productos que consumimos a diario. No obstante, en un entorno de creciente globalización, las empresas del rubro se ven obligadas a mantener estándares de calidad cada vez más establecidos para competir en el exigente mercado internacional (Lecca, 2023).

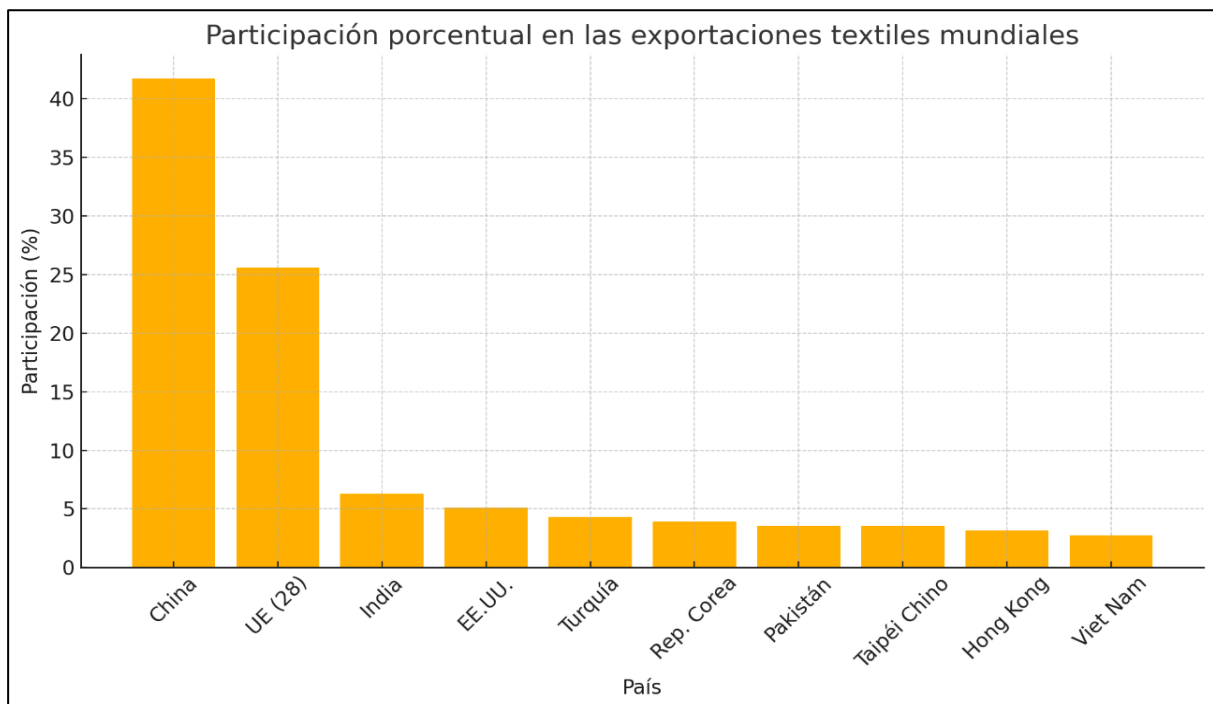
De acuerdo con González y Gallardo (2019), la industria textil se ha transformado y tecnificado de forma vertiginosa de adentrarse al mercado, contribuyendo con ello a mejorar su nivel de producción. La industria textil se basa en una diversidad de procesos logísticos de gran riesgo (producción, transporte) y normativas a medida, que junto a cadenas de producción y externalizaciones a gran escala conforman parte del engranaje textil. Por lo tanto, desde la perspectiva de la globalización textil se ha determinado lo siguiente:

Se estima que, desde 2006, el valor de las exportaciones a nivel mundial en referencia a las mercancías ha incrementado aproximadamente un 32%, alcanzando un volumen de 16 billones de dólares. En 2016, el 5 % de esto hace referencia a prendas de vestir y textiles. La actividad comercial de productos agropecuarios, manufacturas y mercancías es la que más se ha incrementado con el aumento del 67% y el 37% respectivamente. En lo que corresponde al sector textil china continúa representando el país con mayor exportación de textiles siendo responsable del 37% de las exportaciones a nivel global; así la siguiente lista corresponde a los 10 países principales que exportan textiles en millones de dólares: China 106; Unión Europea (28) 65; India 16; Estados Unidos 13; Turquía 11; República de Corea 10; Pakistán 9; Taipéi Chino 9; Hong Kong 8 y Viet

Nam 7. Cabe mencionar que, la industria textil, junto con la confección, el cuero y el calzado, es una de las industrias geográficamente divididas con producción y mercado en rápida transformación, que ofrece millones de trabajos en todo el mundo, especialmente para mujeres jóvenes, demostrando su relevancia globalmente como un pilar del comercio y de la economía mundial (p. 1-3). Como se muestra en la Figura 1.

**Figura 1**

*Gráfica de participación en exportaciones textiles mundiales*



*Nota.* Tomado de González y Gallardo (2019). Elaborado por el investigador, 2025.

En cuanto al contexto ecuatoriano, la industria textil representa un sector estratégico que agrega valor a la economía del país. No obstante, las empresas textiles en Ecuador enfrentan problemas idénticos a los de otros países, particularmente en relación con el control de calidad en la tejeduría. Investigaciones realizadas en empresas textiles ecuatorianas, como la de Sánchez (2020), señala que los sistemas de control inadecuados en la sección de tejido, donde no se mantiene supervisión, conducen a una alta tasa de productos defectuosos y un uso ineficiente de recursos, reduciendo así la productividad.

La subdivisión de tejeduría en la industria textil constituye una fase donde se elabora la prenda a partir del hilo en forma de tejido textil, lo que plantea un foco crítico de atención por mecanización, mano y materia prima (Blas & Chueca, 2024). En esta fase, un sistema de control de calidad que esté bien administrado permite descubrir el momento adecuado de intervención para evitar anomalías en los productos finales tales como la producción de bucles, presencia de orificios, cuadra del tejido, cálculo de la densidad de puntos y variación en el peso por longitud. No olvidemos que de acuerdo con la investigación de Bonilla et al. (2022), las prendas de vestir se dividen en dos partidas 61 y 62, cabe mencionar que cuando se contrasta los años 2000 2018 y 2019 se identifica que la partida 61 mantiene cambios del 6% en miles de dólares estadounidenses y del 1, 06% toneladas métricas. Por su parte, la partida 62 evidencia variaciones del 62,8% en miles de dólares estadounidenses y del 16,69% en toneladas métricas.

El control de los rendimientos en el área de tejeduría, expresados en metros por kilogramo (m/kg), constituye un indicador técnico de gran relevancia que permite la evaluación de la eficiencia del proceso de conversión de la materia prima en tela. Esta característica física del tejido se relaciona estrechamente con el gramaje ( $g/m^2$ ) y refleja cuánta tela útil se obtiene por unidad de peso utilizado, siendo un parámetro crítico desde una perspectiva económica como operativo. Un manejo ineficiente de este indicador implica un mayor consumo de materia prima para alcanzar volúmenes de producción similares, incrementando los costos operativos y reduciendo la competitividad de la empresa.

### **Antecedentes**

INTELA-Industrial Textil Latinoamericana C. L empresa ecuatoriana fundada en 1990, se ha posicionado como una empresa destacada en la fabricación de artículos de punto en el país. Su filosofía de negocio consiste en la capitalización de oportunidades mediante la producción de textil de alta rotación y con una capacidad de estructuración productiva orientada al cumplimiento de estándares de calidad, además de ofrecer productos de alta aceptación,

incluyendo una amplia variedad de tejidos como la diversidad en colores, para la elaboración de ropa casual, uniforme y deportiva, entre otros. El compromiso principal de INTELA se basa en ofrecer una atención personalizada a sus clientes y maximizar la calidad de los productos (INTELA, 2025). Sin embargo, en los últimos años la planta de tejidos se ha enfrentado a una serie de problemas sostenidos que han deteriorado la calidad del producto, impactando tanto el nivel de satisfacción del cliente como los resultados de productividad interna. Esta situación ha generado la necesidad de poder determinar las verdaderas causas de los defectos y de implementar un sistema de control más efectivo que optimice el rendimiento de fabricación de tela.

Uno de los problemas más críticos a resolver es la presencia de defectos en el tejido de punto como: falla de aguja, caída de tejidos, huecos, manchas de aceite y falta de homogeneidad en la densidad de los tejidos que predominan. Defectos de este tipo se causan en gran parte por la falta de consistencia en la calidad de la materia prima, problemas con el ajuste mecánico de las maquinas circulares, la estandarización de las condiciones operativas y los ciclos de trabajo, así como los errores y decisiones humanas que se toman en la puesta en marcha y durante la operatividad de las máquinas. Además, la falta de protocolos rigurosos de inspección ya sea durante el proceso o de una vez del tejido terminado, ha dado lugar a pocas variaciones controladas que afectan de manera negativa a los productos terminados, lo que limita la competitividad de la compañía en un mercado cada vez más desafiante.

Estos problemas de calidad, para la compañía, no solo impacta el costo de producción, sino también la planificación eficiente de recursos. De igual forma, factores como el desgaste del equipo, el mantenimiento preventivo inadecuado y los estándares variables de formación del personal operativo tienen un efecto directo en estos resultados, a pesar de que hay algunas iniciativas por parte del área de producción para monitorear estos factores, hasta el día de hoy

no ha habido una metodología integral para el análisis y control que permita una mejora continua.

Cabe mencionar que, la falta de estandarización en las técnicas utilizadas para los controles de calidad ha limitado la capacidad de respuesta del negocio a las quejas de los clientes, así como el impacto en las pérdidas de producción. Asimismo, la falta de un sistema de control de calidad definible en la etapa de tejido ha llevado a retrabajos, tiempos muertos, desperdicio de material y un considerable descenso en la eficiencia del proceso. Por ende, se necesita desarrollar una propuesta de construcción específica que, basada en la evaluación actual, defina metas claras y acciones concretas dirigidas al monitoreo y control de los defectos de producción identificados, al tiempo que se mejora la eficiencia productiva.

Motivado por dicha realidad, la investigación que se presenta a continuación pretende ofrecer una respuesta más elaborada mediante la creación de una propuesta de control de calidad específicamente diseñada para el proceso de tejeduría de tejidos de punto. El planteamiento está fundamentado en la Ciencia de la Ingeniería Industrial, técnicas de control estadístico de procesos (SPC) y metodologías de mejora continua, con la finalidad de crear un modelo que pueda aplicarse y replicarse en otras situaciones similares. Así, se espera que el estudio ayude al consolidado operativo de la Industria Textil Latinoamericana y, a su vez, en el desarrollo de alternativas científicas en el sector textil nacional.

En este contexto, la presente investigación se justifica al proponer una metodología orientada a optimizar el control de calidad en la tejeduría, contribuyendo no solo a la reducción de desperdicios y defectos en los tejidos de punto, sino también al fortalecimiento de los estándares de calidad que demanda el mercado nacional e internacional.

### **Justificación**

La tejeduría o texturización es una de las etapas más críticas en la cadena de valor textil, ya que transforma la materia prima en tejido, que es el insumo principal para procesos

posteriores. La calidad del tejido producido en esta etapa tiene un impacto en el producto final, la satisfacción del cliente y la reputación general de la empresa. Este estudio se vuelve **importante** al abordar sistemáticamente los problemas que afectan esta calidad, fomentando un enfoque técnico dirigido a reducir el error humano, mejorar la precisión operativa y aumentar los estándares de producción de manera equilibrada y sostenible.

El **impacto** de este estudio se proyecta tanto a nivel interno como externo de la organización. A nivel interno, resulta en la mejora de métricas de eficiencia, como la cantidad de materias primas utilizadas, el nivel de retrabajo y el tiempo dedicado a la producción. Externamente, la empresa fortalecerá su posición en mercados más exigentes al mejorar la calidad de los tejidos de punto y los rendimientos, proporcionando así una ventaja competitiva basada en la excelencia operativa. Además, la reducción de desechos y defectos apoya indirectamente prácticas de producción basadas en la sostenibilidad y en acciones responsables con el medio ambiente.

La **utilidad** de esta propuesta radica en su carácter metodológico y su aplicación práctica. El modelo diseñado podrá ser replicado y adaptado a otros contextos dentro del sector textil, ofreciendo una herramienta técnica que permite diagnosticar fallas, establecer puntos críticos de control y mejorar el rendimiento operativo en la etapa de tejeduría. Asimismo, el estudio proporciona una base para estudios futuros relacionadas con la eficiencia de procesos productivos en industrias similares, fortaleciendo el vínculo entre la teoría y la práctica dentro de la ingeniería industrial.

Los principales **beneficiarios** de esta investigación son los responsables operativos y técnicos de la Industria Textil Latinoamericana, ya que contarán con una guía sistemática para fortalecer el control de calidad en tejeduría. Asimismo, los directivos de la empresa obtendrán información clave para la toma de decisiones estratégicas, al disponer de indicadores más confiables y procesos más eficientes. De manera indirecta, los consumidores finales también se

benefician al recibir productos con mayores estándares de calidad, al igual que el sector textil nacional, al contar con propuestas que contribuyen al fortalecimiento técnico de sus procesos productivos.

La propuesta planteada es **factible** desde el punto de vista técnico, económico y operativo, ya que se basa en el uso de herramientas de ingeniería industrial ampliamente conocidas, validadas y aplicables sin necesidad de inversiones excesivas. Además, se cuenta con el respaldo y disposición de la Industria Textil Latinoamericana para suministrar información relevante y participar en el análisis de sus procesos internos. Al tratarse de una investigación con enfoque metodológico y no experimental, se evita la necesidad de pruebas piloto costosas, lo que refuerza aún más su viabilidad dentro del marco de una tesis de maestría.

## **Objetivos**

### ***Objetivo general:***

Mejorar el proceso de control de calidad en el área de tejeduría mediante la aplicación de herramientas de ingeniería industrial para la reducción de defectos en el tejido de punto y control de rendimientos (m/kg), en una empresa textil.

### ***Objetivos específicos:***

- Levantar el proceso de tejeduría mediante la herramienta SIPOC para el mejoramiento del control del proceso.
- Analizar las principales causas de los defectos en los tejidos de punto y la variabilidad en los rendimientos (m/kg) en el área de tejeduría, mediante el diagrama de Pareto.
- Diseñar una propuesta de mejora al proceso de tejeduría mediante procedimientos operativos y organizacionales para el control de calidad de tela cruda.

## Capítulo II

### Ingeniería de Proyecto

#### Diagnóstico de la Situación Actual de la Empresa

Como una de las empresas más representativas de la industria ecuatoriana dedicada a la fabricación de tejidos de punto para el sector textil, INTELA - Industrial Textil Latinoamericana Cía. Ltda. fue fundada en 1990. Su línea de producción incluye fibras como poliéster 100%, mezclas poliéster/algodón y tejidos con elastano. El proceso de tejeduría es una etapa clave en la transformación del hilo en tela tubular cruda, que posteriormente pasa al área de acabados. La calidad del producto generado en esta etapa tiene un impacto directo en el desempeño y apariencia del producto terminado, su modelo productivo se basa en un sistema de altas rotaciones con una estructura flexible y orientada a lograr calidad y satisfacción del cliente, sin embargo, en la actualidad el proceso de tejeduría presenta deficiencias en dos aspectos fundamentales que afectan significativamente la calidad del producto, la eficiencia de los procesos y la posición competitiva de la empresa en la industria textil nacional.

1. El control de calidad de los tejidos de punto producidos.
2. El monitoreo del rendimiento de producción medido en metros por kilogramo (m/kg).

Ambos factores están estrechamente relacionados con los estándares de calidad exigidos por el cliente y los costos de producción. Ver Tabla 1

**Tabla 1**

#### *Macroproceso de tejeduría*

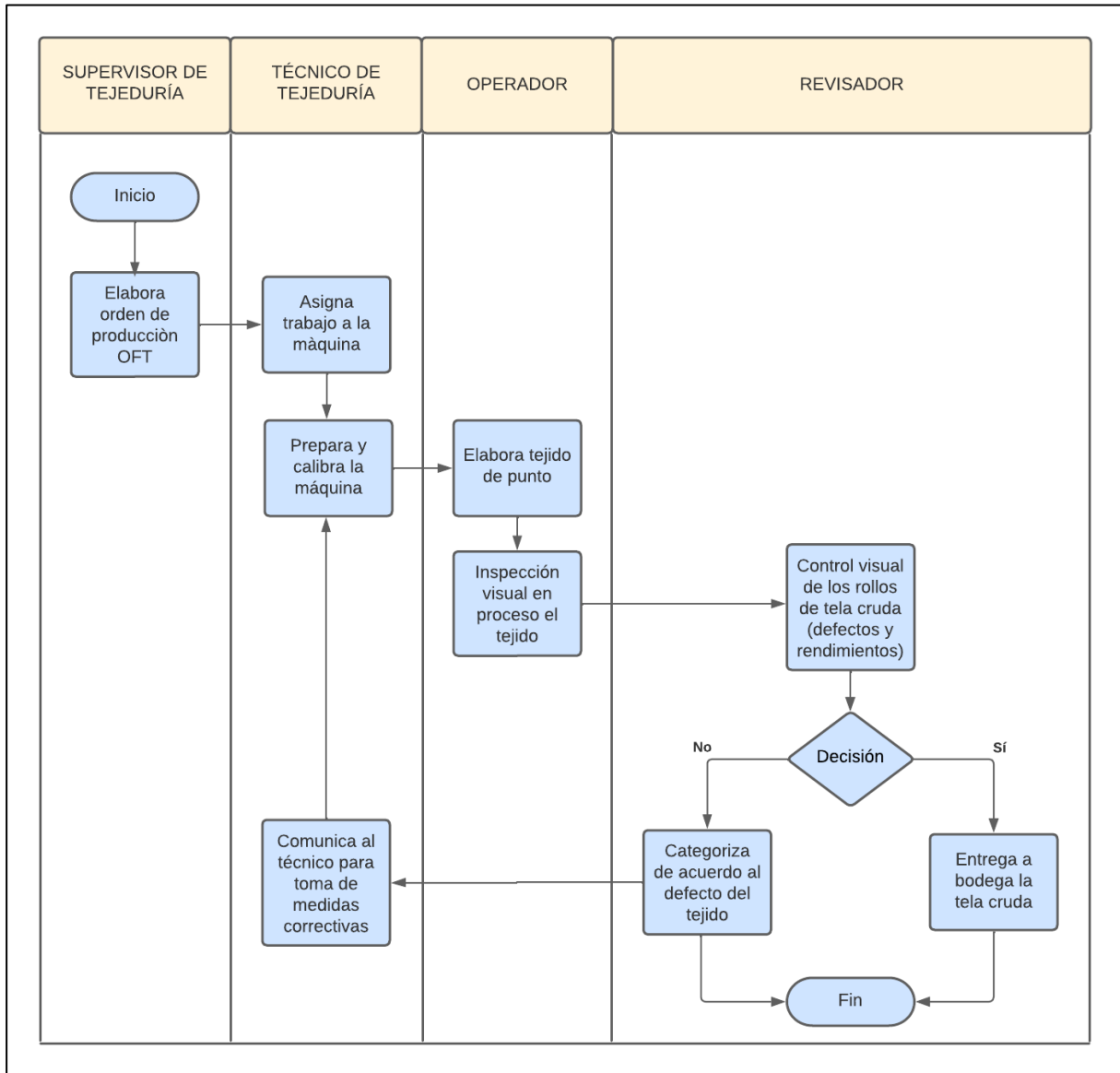
<b>Subproceso</b>	<b>Entradas</b>	<b>Actividades Clave</b>	<b>Salidas</b>	<b>Responsables</b>
Recepción y revisión de insumos	Conos de hilo (poliéster, algodón, mezclas), guías de producción, registros de lote	Verificación de tipo y cantidad de hilo Revisión visual de insumos Registro de entrada en sistema	Hilo clasificado y almacenado para producción	Jefe de Bodega – Asistente de verificar el hilo

Alimentación de máquinas	Hilo aprobado, máquinas circulares disponibles	Montaje de conos en alimentadores  Configuración inicial de la máquina según el tipo de tejido	Máquinas listas para producción	Operario de máquina
Calibración técnica	Parámetros de fabricación (tipo de tela, densidad, aguja, platina)	Ajuste de RPM, tensión del hilo, calibre Validación técnica Prueba de arranque	Máquina calibrada con especificaciones del lote	Técnico textil – Supervisor
Proceso de tejido continuo	Máquina calibrada, hilo en alimentación continua	Tejido continuo sin cortes Monitoreo del sistema mecánico Sustitución de hilo al agotarse	Tubo de tela generado en forma continua	Operario – Supervisor de línea
Inspección en línea	Tubo de tela cruda saliendo de la máquina	Revisión visual rápida Detección de motas, agujas rotas, tensiones anómalas Registro de fallos si se detectan	Tela pre inspeccionada	Inspector en línea
Corte y etiquetado	Tubo continuo de tela terminada	Corte del tubo en rollos estándar Colocación de etiquetas: lote, fecha, operario Registro en sistema	Rollos listos para inspección final	Auxiliar de producción
Inspección final	Rollos de tela etiquetados	Revisión detallada con lámparas Detección de fallas: motas, huecos, hilos rotos Clasificación por calidad: A, B o C	Rollos clasificados y aprobados o rechazados	Revisor de tela cruda
Registro de producción	Rollos clasificados, datos de peso	Ingreso de datos en sistema AS2 Cálculo de rendimiento (m/kg)	Registro de rendimiento (m/kg), trazabilidad del lote	Supervisor de tejeduría
Almacenamiento final	Rollos aprobados	Transporte a bodega Almacenamiento según lote y orden de producción	Tela cruda lista para tintorería	Bodeguero

**Nota.** Se realiza una explicación detallada del proceso de tejeduría. Elaborado por el investigador, 2025.

**Figura 2**

*Diagrama de flujo del proceso de tejido*



**Nota.** Con base en la observación directa del proceso productivo en el área de tejeduría de INTELA, Elaborado por el investigador, 2025.

***Problemática Identificada***

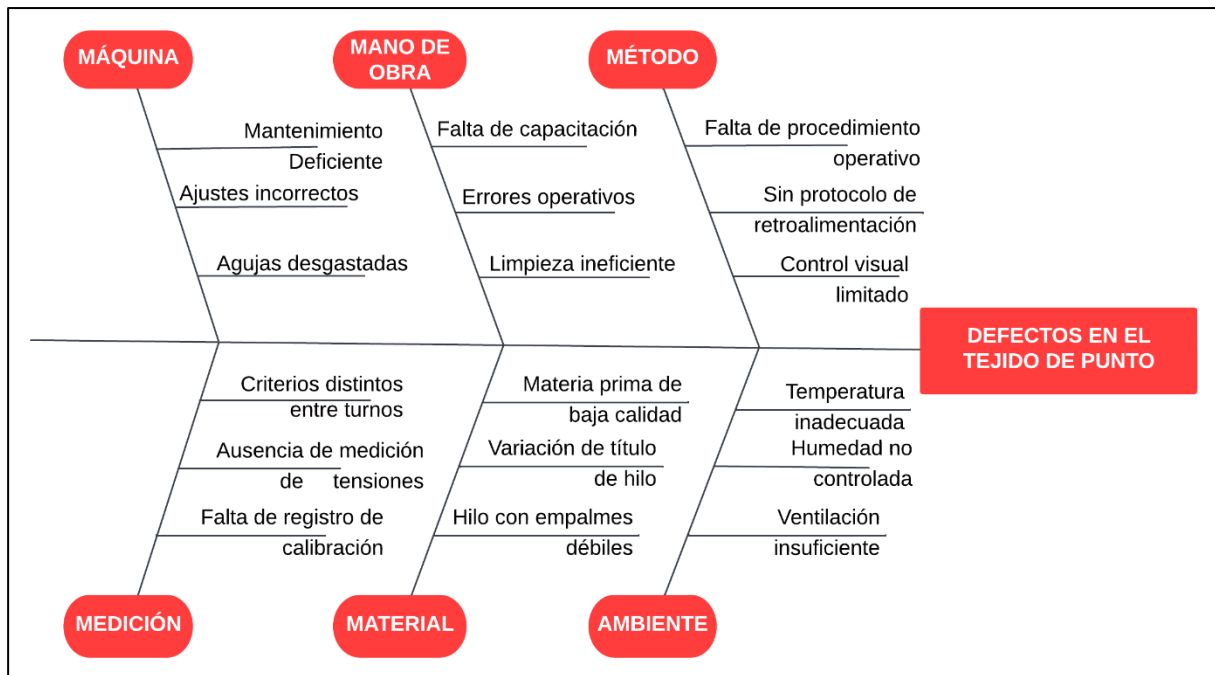
En el área de fabricación de tejido de punto se identifican como principales problemas los defectos recurrentes del producto (falla de aguja, caídas de tejido, orificios y manchas de aceite

entre otros) y el control de rendimientos (m/kg) del tejido; las causas de estas no conformidades se relacionan directamente con deficiencias en la gestión del proceso entre los cuales están:

- La ausencia de procedimientos estandarizados para el control de calidad lo que limita la uniformidad y rigurosidad en la ejecución de controles, afectando la calidad del producto final.
- La falta de un sistema formal y documentado de inspección puesto que no se dispone de un sistema estructurado de inspección en línea ni al cierre del rollo, lo que evidencia la carencia de una inspección sistemática que permita la detección temprana de no conformidades.
- La no codificación de los defectos hace que no exista una clasificación formal para los defectos recurrentes y esto impide la recopilación y análisis cuantitativo de datos, dificultando la priorización y seguimiento de acciones correctivas.
- La inspección visual subjetiva y no estandarizada hace que la dependencia exclusiva de la experiencia individual del operario, sin el soporte de formatos homogéneos o listas de verificación, genera variabilidad en la identificación de defectos y aumenta el riesgo de omisiones.
- La carencia de retroalimentación inmediata y la falta de mecanismos para comunicar oportunamente las desviaciones detectadas retrasa la implementación de acciones correctivas, favoreciendo la repetición de fallas y el deterioro de la calidad.
- La ausencia de un control sistemático de un indicador (KPI) en el área de tejeduría impide detectar oportunamente desviaciones y corregir sus causas, lo que prolonga el problema en el tiempo. Esta situación representa no solo un sobre costo interno, sino también un riesgo en el cumplimiento de las expectativas del cliente.

**Figura 3**

*Espina de pescado en base a la problemática de los defectos de tejido de punto*



**Nota.** Metodología de análisis causa-efecto de Ishikawa, aplicada a los defectos recurrentes identificados en INTELA, Elaborado por el investigador, 2025.

El diagrama de Ishikawa aplicado al área de tejeduría de punto en INTELA no solo permite clasificar las causas de los defectos en seis categorías (máquina, mano de obra, método, medición, material y ambiente), sino también visualizar la interacción entre ellas y su impacto en la variabilidad de la producción.

En la práctica, este análisis revela que los problemas de mayor incidencia están asociados a fallas técnicas de las máquinas y a deficiencias en el mantenimiento, lo que coincide con los resultados obtenidos en el Pareto. Asimismo, la falta de estandarización en los métodos y la capacitación insuficiente del personal agravan la ocurrencia de defectos, considerando que los operadores no cuentan con lineamientos claros ni herramientas de control adecuadas para responder a los problemas en el momento en que se presentan.

De este análisis se desprende la necesidad de tomar decisiones estratégicas orientadas a la estandarización y control del proceso. Es decir, implementar procedimientos de mantenimiento preventivo más rigurosos, fortalecer los programas de capacitación técnica, estandarizar formatos de control de calidad y asegurar la confiabilidad de los instrumentos de medición. Además, al reconocer que factores externos como la humedad y la temperatura inciden en la estabilidad del tejido, resulta imprescindible incorporar mecanismos de monitoreo ambiental.

En conjunto, estas decisiones derivadas del análisis causa-efecto permiten direccionar la propuesta de mejora hacia un sistema integral que reduzca la incidencia de defectos, optimice el rendimiento (m/kg) y garantice una producción más estable y competitiva, como se puede observar en la Figura 3.

**Tabla 2**

*Defectos encontrados en el proceso de tejeduría*

Primer Semestre	ene-25		feb-25		mar-25		abr-25		may-25		jun-25	
	Núm Rollos	%	Núm Rollos	%	Núm Rollos	%	Núm Rollos	%	Núm Rollos	%	Núm Rollos	%
Rollos aprobados	7917	91,74	9070	91,85	8729	90,69	9140	91,14	10993	90,16	9878	88,20
Rollos con defecto	713	8,26	805	8,15	896	9,31	888	8,86	1200	9,84	1322	11,80
Total, Producido	8630	100	9875	100	9625	100	10028	100	12193	100	11200	100

*Nota.* Registros del área de revisión de calidad en INTELA, correspondientes al primer semestre, Elaborado por el investigador, 2025.

Durante el periodo comprendido entre enero y junio de 2025, se implementó un sistema de seguimiento de indicadores clave en el área de tejeduría, enfocado en evaluar el nivel de calidad alcanzado y la frecuencia de los principales defectos detectados en el proceso productivo. Los datos recopilados provienen de inspecciones realizadas en línea y al finalizar

cada rollo, permitiendo obtener una visión integral del desempeño del área, como se puede observar en la Tabla 2.

Para la empresa se tiene como meta o un porcentaje de error que no supere el 5% por cuanto conlleva a realizar actividades de reproceso y que va en desmedro de la calidad del producto y económicamente representa en la utilidad para la empresa.

**Tabla 3**

*Análisis de los defectos en la elaboración de rollos de tela detectados*

Defectos	ene-25	feb-25	mar-25	abr-25	may-25	jun-25	Total defectos
Orificios	285	322	358	355	480	529	2330
Falla de aguja	178	201	224	222	300	331	1456
Caída de tejido	107	121	134	133	180	198	874
Manchas de aceite	71	81	90	89	120	132	582
Doble hilo	50	56	63	62	84	93	408
Falla de licra	21	24	27	27	36	40	175
Total mes	713	805	896	888	1200	1322	5824

**Nota.** Registros del área de revisión de calidad de INTELA, Elaborado por el investigador, 2025.

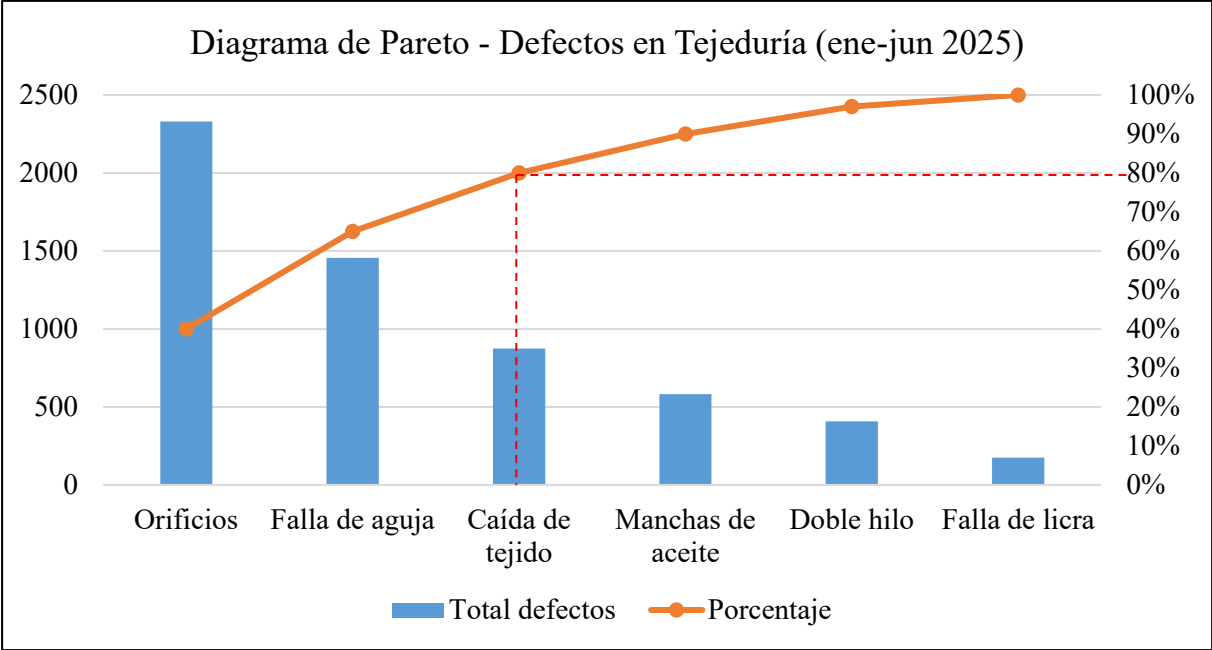
La tabla presenta un resumen detallado de la cantidad de defectos identificados durante las inspecciones de calidad realizadas mensualmente en el área de tejeduría a lo largo del período de análisis. Esta información cuantitativa permite evaluar la incidencia y evolución de los distintos tipos de no conformidades presentes en el tejido crudo, como se puede observar en la Tabla 3.

El diagrama de Pareto, denominado así por Vilfredo Pareto, es un instrumento gráfico que posibilita el reconocimiento y clasificación por orden de significancia en relación con las causas más importantes que producen la mayor parte de defectos, se basa específicamente en el Principio 80/20 el cual sostiene que el 80% de los inconvenientes son consecuencia del 20% de

las causas. Es ampliamente utilizado en calidad, ingeniería industrial y gestión, por su capacidad de analizar datos y enfocar acciones correctivas (Chávez y Becerra, 2024). En el caso de defectos en tejeduría, su aplicación permite visualizar cuáles son los defectos más relevantes, facilitando decisiones a fin de optimizar los procesos y la calidad de los productos.

**Figura 4**

*Gráfica de defectos de tejeduría*



*Nota.* Análisis de registros de inspección visual realizados en el área de tejeduría de INTELA, Elaborado por el investigador, 2025.

El análisis del diagrama de Pareto muestra que los defectos más recurrentes identificados en el proceso de tejeduría son los orificios, la falla de aguja y la caída de tejido, concentrando aproximadamente el 80% del total de defectos detectados. Esta identificación permite priorizar las acciones de mejora en el área de tejeduría, enfocando recursos y esfuerzos en las causas que generan mayor impacto en la calidad del tejido crudo.

En consecuencia, se propone diseñar planes de mantenimiento preventivo, ajustes en las máquinas y capacitaciones específicas al personal para reducir significativamente estos

defectos, optimizando la eficiencia operativa y disminuyendo los desperdicios en los procesos productivos, como se puede observar en la Figura 4.

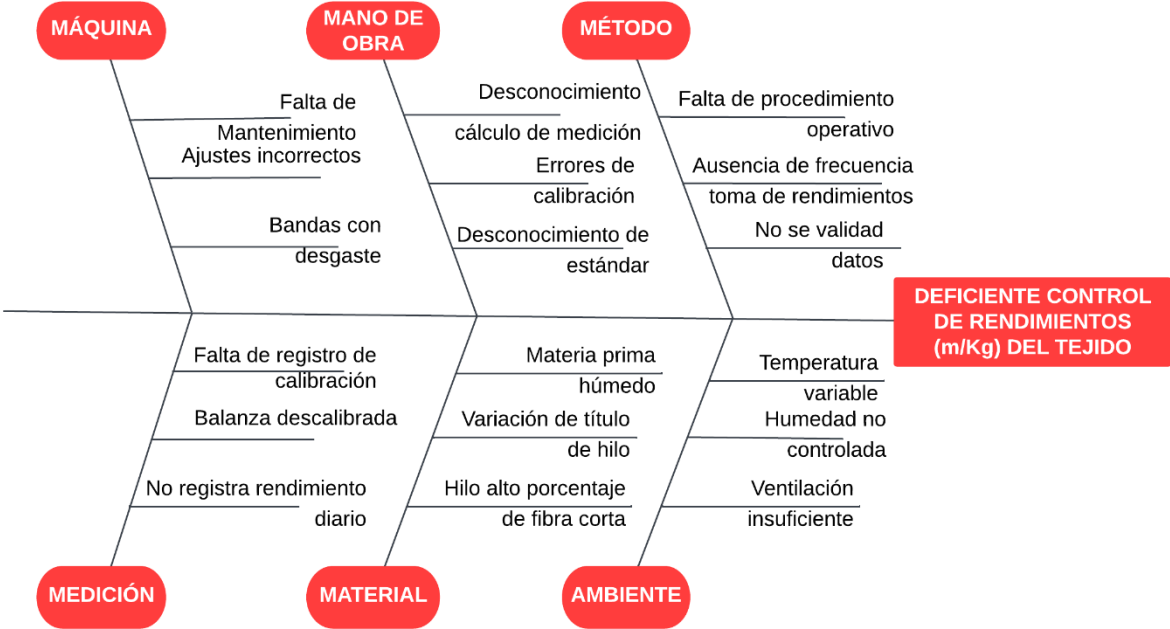
### **El impacto del Control Deficiente del Rendimiento del Tejido**

El control deficiente del rendimiento del tejido, medido en metros por kilogramo (m/kg), constituye una vulnerabilidad crítica dentro del proceso de tejeduría de punto. Este indicador es esencial para evaluar la eficiencia en la utilización del hilo, garantizando que el producto final cumpla con las especificaciones técnicas y los requerimientos de rendimiento establecidos por el cliente. La precisión en la medición del rendimiento es determinante para la elaboración de cotizaciones acertadas y la planificación de consumos proyectados de materia prima.

Actualmente, la ausencia de un sistema de monitoreo continuo y sistemático del rendimiento impide la detección oportuna de desviaciones respecto al valor teórico esperado. Esta falta de seguimiento limita la capacidad de implementar acciones correctivas inmediatas, afectando la consistencia del proceso y aumentando el riesgo de incumplimiento en los estándares de calidad y eficiencia productiva.

**Figura 5**

*Espina de pescado en base a la problemática de control de rendimientos*



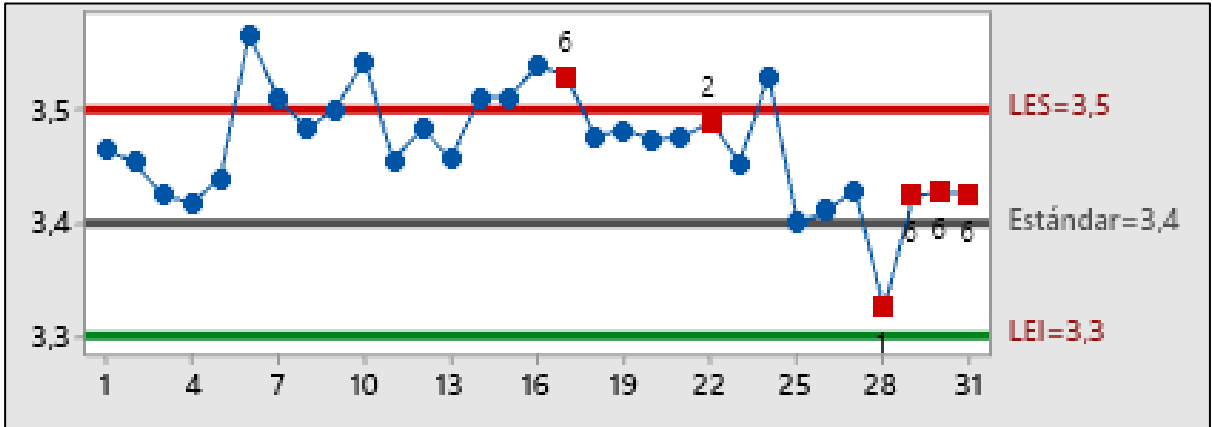
*Nota. Identificación de causas asociadas a la variabilidad del rendimiento (m/kg) en el área de tejeduría de INTELA, Elaborado por el investigador, 2025.*

El análisis de las posibles causas asociadas al deficiente control de los rendimientos del tejido (m/kg) revela una problemática de múltiples causas que compromete directamente a la característica del producto. Entre los factores identificados destacan fallas mecánicas por falta de mantenimiento, ajustes incorrectos o desgaste de bandas en las máquinas; prácticas operativas sin estandarización y ausencia de procedimientos que aseguren una toma sistemática de rendimientos; así como desconocimiento del cálculo adecuado por parte del personal. Adicionalmente, se evidencian deficiencias en la calibración y registro de los instrumentos de medición, condiciones ambientales no controladas y variaciones en las características del hilo, como alto porcentaje de fibra corta o diferencias en el título. Esta combinación de causas técnicas y organizacionales conlleva a variaciones significativas en el rendimiento real respecto

al teórico, impactando el consumo de materia prima, los costos y la competitividad de la empresa, como se puede ver en la Figura 5.

Los gráficos de control, también conocidos como gráficos de Shewhart, son herramientas estadísticas visuales basadas en series temporales que permiten monitorear la estabilidad de un proceso productivo respecto a límites de variación predefinidos. Facilitan la detección de patrones, tendencias o anomalías en el desempeño del proceso, diferenciando entre causas comunes y especiales de variación. Su uso posibilita identificar el momento oportuno para intervenir y aplicar acciones correctivas, optimizando la gestión de la calidad (Muñoz y Guaña, 2023). En el área de tejeduría, estos gráficos permiten supervisar el rendimiento del tejido, expresado en metros por kilogramo (m/kg), en distintos lotes de producción. La comparación de estos valores con los límites máximos, mínimos y el estándar definido ayuda a detectar irregularidades que podrían afectar la calidad o el aprovechamiento del material, como se puede ver en la Figura 6.

**Figura 6**  
*Gráfica de control de rendimiento de tejido crudo (Jersey)*



**Nota.** Registro de rendimientos diarios del tejido tipo Jersey en el área de tejeduría de INTELA, Elaborado por el investigador, 2025.

El análisis de la gráfica de control de rendimiento del tejido crudo tipo Jersey muestra fluctuaciones significativas respecto al estándar de 3,4 m/kg. Además, Se identifica que en

varios puntos los valores superan el límite superior (LES = 3,5), Mientras que el final del mes se evidencia desviaciones importantes por debajo del límite inferior (LEI = 3,3). Las variaciones expuestas no son aleatorias, en su lugar relacionan factores identificados en el diagnóstico como problemas de calibración de máquinas que generan inestabilidad en la densidad del tejido y deficiencias en la materia prima especialmente en hilos con variabilidad en el título, repercutiendo de manera directa en el rendimiento de la tela.

De manera similar, La recurrencia de desviaciones en el rendimiento que exceden los límites establecidos puede relacionarse con la intervención del operador y su grado de capacitación. Un manejo inapropiado del control del hilo, la detección tardía de fallas en las agujas o demoras en la realización de ajustes en la máquina pueden ocasionar un aumento en los residuos, afectando negativamente la eficiencia del proceso.

Por lo tanto, el comportamiento irregular evidenciado en la gráfica refleja que la variabilidad del rendimiento tiene un origen multifactorial donde la calidad de la materia prima, la correcta calibración de equipos y la pericia técnica del personal representan elementos indispensables que requieren ser estandarizados con la finalidad de brindar seguridad en la estabilidad productiva de la empresa.

### ***Conclusión del diagnóstico***

Durante el primer semestre del año 2025, en INTELA se implementó un sistema interno de seguimiento que permitió la obtención de datos cuantitativos relevantes sobre la calidad y frecuencia de defectos en el área de tejeduría. Este sistema facilitó un análisis detallado de los registros mensuales, evidenciando aspectos críticos para la gestión del proceso productivo que da como resultado final lo que a continuación se representa en la tabla.

#### **Tabla 4**

##### *Aspectos críticos de gestión del proceso productivo*

<b>Defectos representativos</b>	<b>Rendimientos (m/kg)</b>
---------------------------------	----------------------------

Orificios	Falla de aguja	Caída de tejido	Total rollos con defecto	Estándar	Límite superior	Límite inferior	Fuera de límite
2330	1456	874	5824	3,40	3,50	3,30	>3,50
40%	25%	15%	100%		20%	10%	5%

*Nota.* Consolidado de datos de defectos y rendimientos del primer semestre de 2025 en INTELA, Elaborado por el investigador, 2025.

En el estudio efectuado en el área de tejeduría se identificaron dos focos críticos: los defectos del tejido y la variabilidad en los rendimientos (m/kg). Los defectos predominantes son orificios (40%), falla de aguja (25%) y caída de tejido (15%), concentrando el 80% de las no conformidades, lo que evidencia problemas mecánicos relacionados con la calidad de las agujas y el ajuste de las máquinas. En cuanto a los rendimientos, aunque el estándar es 3,40 m/kg, un 20% de los lotes opera cerca del límite superior (3,50 m/kg), un 10% cerca del límite inferior (3,30 m/kg), y un 5% supera el límite superior, poniendo en riesgo el cumplimiento del rendimiento requerido. Estos hallazgos indican la necesidad de implementar un plan de mejora en el control de calidad para reducir la variabilidad, minimizar defectos críticos y asegurar la estabilidad del proceso, fortaleciendo así la competitividad y sostenibilidad de la empresa textil, como se puede observar en la Tabla 4.

### ***Levantamiento del proceso de tejeduría mediante la herramienta Sipoc***

Con base en el primer objetivo específico, se llevó a cabo el levantamiento estructurado al proceso de tejeduría mediante la herramienta SIPOC con el fin de identificar con claridad los insumos requeridos, las actividades críticas del proceso y sus productos resultantes, así como los clientes internos del flujo productivo, como se puede observar en la tabla 5.

**Tabla 5**

*Matriz SIPOC*

SIPOC para el Proceso de Tejeduría en INTELA		
Elemento	Descripción	INTELA

S – (Suppliers)	Proveedores que suministran materia prima, repuestos o insumos al área de tejeduría.	1) MORE HUMAN: proveedor de hilo importado Kanwual (20/1Ne, 22/1Ne, 24/1Ne) 2) ARIESCOPE: proveedor de hilo importado PT (20/1Ne, 22/1Ne, 24/1Ne)
I – (Inputs)	Materiales, documentos o insumos que se necesitan para ejecutar el proceso.	1) Hilo de mezcla poliéster 65% -algodón 35% Peinado, 20/1Ne, 22/1Ne, 24/1Ne, Kangual 2) Hilo de mezcla poliéster 65% -algodón 35% Peinado, 20/1Ne, 22/1Ne, 24/1Ne, PT
P – (Process)	Actividades clave del proceso productivo, desde el inicio hasta el fin de la operación.	1. Recepción de hilo 2. Montaje en alimentadores 3. Calibración de máquina 4. Tejido continuo 5. Inspección en línea 6. Corte y etiquetado de rollo. 7. Envío a inspección final 8. Almacenamiento bodega de tela cruda
O – (Outputs)	Productos o servicios generados por el proceso, listos para ser utilizados o enviados.	Rollos de tela de 22,5 kg Registro de producción en el sistema AS2.
C – (Customers)	Destinatarios de las salidas del proceso, quienes utilizan o reciben los productos.	Área de Tintorería Área de Acabados  Bodega de tela acabada

**Nota.** Matriz SIPOC describe de manera estructurada los elementos clave del proceso de tejeduría en INTELA, Elaborado por el investigador, 2025.

El análisis SIPOC sobre el proceso de tejeduría en INTELA muestra de forma ordenada y sistemática todos los elementos que el tejido produce de punto, comenzando con los proveedores y terminando con los clientes internos. En la sección de "Suppliers", se observa una dependencia directa de dos proveedores de hilo (importado), lo que genera una dualidad en la calidad de los insumos utilizados. Esta variabilidad puede afectar la homogeneidad en el

tejido además de impactar la estabilidad del rendimiento (m/kg) especialmente si no hay controles estrictos para la recepción. Asimismo, en la categoría de "Inputs", se destaca el uso de hilos con diferentes tecnologías de hilado (peinado y open end), lo cual demanda ajustes técnicos diferenciados en la maquinaria, representando un factor de riesgo si no se gestionan de forma estandarizada.

En cuanto al "Process", se identifican ocho etapas críticas, siendo la calibración de la máquina, el tejido continuo y la inspección en línea controles intermedios claves para asegurar la calidad del producto final. Aun así, la falta de monitoreo formal o digital intermedio entre las etapas puede ocasionar que múltiples errores queden ocultos hasta fases posteriores, incrementando los costos en retrabajo. Por otro lado, los "Outputs", representados por los rollos de tela y sus registros en el sistema AS2, revelan un buen nivel de sistematización, aunque sin evidencia clara de retroalimentación inmediata hacia etapas anteriores en caso de defectos. Finalmente, en la sección de "Customers", refleja la integración vertical interna con otras áreas de la empresa las cuales serán beneficiosas para realizar un rediseño colaborativo de procesos. Sin embargo, esta misma conexión exige una mayor sincronización entre la calidad de la tela cruda y los procesos posteriores (tintorería y acabados), reforzando la necesidad de una mejora estructural en los controles de calidad desde la fuente.

### ***Análisis de las principales causas de los defectos en los tejidos de punto y la variabilidad en los rendimientos (m/kg) en el área de tejeduría, mediante el diagrama de Pareto***

En esta sección se elabora el diagnóstico de las causas más comunes de los defectos en los tejidos de punto y la variabilidad en los rendimientos de tela, expresados en metros por kilogramo (m/kg), con el objetivo central de determinar antecedentes críticos que afectan la calidad y productividad en el área de tejeduría. Con esto se podrá proporcionar una mejoría inmediata orientada al control de calidad resultando ser mucho más eficaz a través de una propuesta desarrollada en el apartado siguiente como se puede ver en la Tabla 6.

**Tabla 6***Matriz causas de los efectos de tejeduría*

<b>CAUSAS DE LOS DEFECTOS</b>	
<b>MANCHAS DE ACEITE</b>	Uso excesivo de aceite en partes móviles como levas, agujas y platinas.  Problemas de limpieza de bancada de la maquina
<b>DOBLE HILO</b>	Al desenrollarse mal, el hilo arrastra otro hilo del cono adyacente o de una guía vecina.  En el cono de hilo viene partes de hilo con dos cabos
<b>FALLA DE LICRA</b>	Mal ajuste de la tensión de la licra.  Problemas en el alimentador de licra
<b>ORIFICIOS</b>	Platinas o agujas defectuosa Hilo con empalmes débiles
<b>CAÍDA DE TEJIDO</b>	Fallo de platinas o agujas, que no enganchan el hilo y permiten que el tejido se deslice. Motas en el hilo
<b>FALLA DE AGUJA</b>	Agujas desgastadas, rotas o trabadas, lo que impide la formación del punto. Uso prolongado sin mantenimiento. Hilo con motas

**Nota.** La tabla recoge las principales causas identificadas para cada tipo de defecto presente en el proceso de tejeduría en INTELA, Elaborado por el investigador, 2025.

La matriz de defectos ha identificado seis problemas recurrentes en los procesos de tejido. Notablemente, estos incluyen “manchas de aceite” que surgen Uso excesivo de aceite en partes móviles como levas, agujas y platinas y problemas de limpieza de bancada de la maquina, a los cuales se pueden agregar “doble hilo” asociadas con procesos de hilado deficientes y alimentadores sucios. También hay “falla de licra”, que provienen de un mal ajuste de la tensión o por problemas de alimentación. En concordancia a ello, mediante el uso del diagrama de Pareto presentado en la Figura 4, se logró identificar algunos defectos entre los que resaltan orificios,

fallas de aguja y caída de tejido concentrando la mayoría de las no conformidades detectadas en el proceso de tejeduría. Este resultado responde al principio 80/20, que sostiene que un número limitado de causas suele ser responsable de la mayor parte de los problemas, permitiendo enfocar los esfuerzos de mejora en los puntos críticos del proceso.

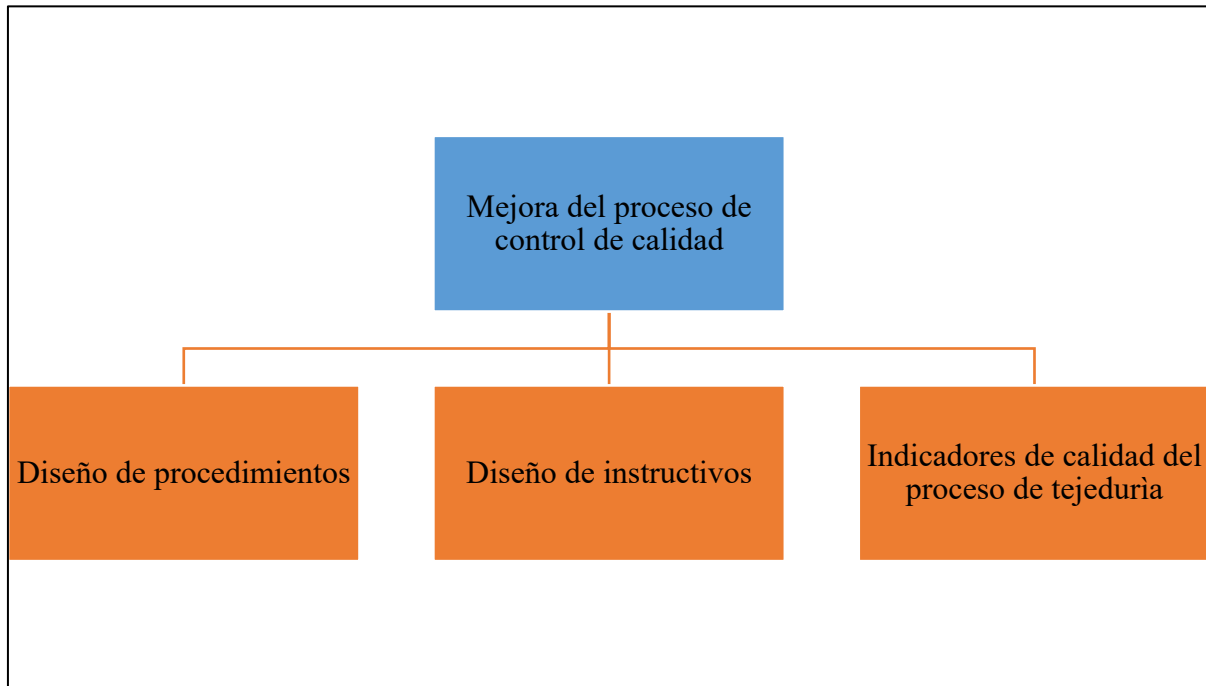
### **Área de estudio**

- Dominio: Tecnología y sociedad
- Línea de Investigación: Sistemas Industriales
- Sub - línea: Producción, análisis, diseño, simulación, logística, validación, P+L, mantenimiento y mejora de sistemas productivos combinando calidad, costo y tiempos de entrega oportunos.
- Aspecto: Control de calidad
- Objeto de estudio: Control de calidad en el proceso de tejeduría
- Periodo: enero – agosto 2025

## Modelo Operativo

### Figura 7

Diagrama de Red del Modelo Operativo



*Nota.* Diagrama representa la estructura del modelo operativo propuesto para área de tejeduría de INTELA, Elaborado por el investigador, 2025.

El modelo operativo propuesto en esta investigación está orientado a la mejora del proceso de control de calidad en el área de tejeduría, con el objetivo de reducir la incidencia de defectos y optimizar el rendimiento del tejido, medido en metros por kilogramo (m/kg). Este modelo se estructura sobre tres componentes fundamentales e interrelacionados, que se describen a continuación, como se puede observar en la Figura 7:

### Desarrollo del Modelo Operativo

#### 1. Diseño de Procedimientos

En este componente abarca la elaboración de procedimientos operativos estandarizados (POE) que regulan las actividades críticas dentro del proceso de tejeduría. El propósito fundamental es asegurar la uniformidad en la ejecución de las tareas, minimizar la variabilidad

operativa y garantizar que cada fase del proceso productivo se realice conforme a parámetros previamente definidos, contribuyendo así al mantenimiento de la calidad del tejido.

- Definición precisa de responsabilidades y roles.
- Secuenciación lógica de actividades.
- Establecimiento de criterios de aceptación y rechazo.
- Implementación de métodos sistemáticos para el registro y trazabilidad de datos.

## **2. Diseño de Instructivos**

Este elemento implica el desarrollo de instructivos técnicos específicos para la operación y control de equipos, orientados a guiar al personal en el manejo adecuado de las máquinas, el ajuste de parámetros críticos (tensión, velocidad, número de alimentadores) y la detección oportuna de defectos.

- Formatos prácticos con diagramas e instrucciones claras.
- Reducción de errores humanos mediante la estandarización del conocimiento técnico.
- Homogeneización de las prácticas operativas entre los diferentes turnos y operarios.

## **3. Indicadores de Calidad del Proceso de Tejeduría**

El tercer componente se centra en la definición y monitoreo de indicadores clave de desempeño (KPIs) para el proceso de tejeduría, permitiendo una gestión basada en datos objetivos.

- Porcentaje de defectos detectados en tela cruda.
- Rendimiento en m/kg respecto a valores estándar.
- Tasa de reprocesos y rechazo de lotes.

La implementación y seguimiento de estos indicadores proporcionan información cuantitativa para la toma de decisiones, posibilitando la identificación temprana de desviaciones, la aplicación de acciones correctivas y la evaluación continua de la efectividad de las mejoras implementadas.

## **Capítulo III**

### **Propuesta y Resultados Esperados**

#### **Presentación de la propuesta**

El presente capítulo tiene como finalidad desarrollar una propuesta de mejora enfocada en la reducción de defectos en los tejidos de punto y el control de los rendimientos (m/kg) en una empresa textil. Se basa en un diagnóstico que involucra la situación actual, las principales causas de no conformidad y el uso de herramientas de la ingeniería industrial. A lo largo del capítulo se explican los procedimientos propuestos, los formatos para el control y seguimiento, el cronograma y el análisis técnico económico relevante para su ejecución. De este modo, se busca que el proceso sea más eficiente, con menos variabilidad y mayor calidad en el producto final.

Esta propuesta metodológica integral, estará fundamentada en herramientas de gestión, que permitan:


- Estandarizar procesos y procedimientos operativos.
- Implementar sistemas formales de inspección y seguimiento de KPIs.
- Capacitar al personal en técnicas de control de calidad y análisis de datos.
- Fomentar la mejora continua mediante retroalimentación y acciones correctivas oportunas.

Con esta estrategia, INTELA podrá optimizar la eficiencia y calidad en la producción de tejido de punto, asegurando la sostenibilidad y crecimiento del área de tejeduría.

## Lista maestra de documentos

**Tabla 7**


*Lista de contenido de documentos*

	<b>Proceso Tejeduría</b>	<b>Revisión: 00</b>
	<b>Lista maestra de documentos</b>	<b>Fecha: 15-07-25</b>
	<b>REG-TEJ-001</b>	<b>Páginas: 1-1</b>

<b>Tipo</b>	<b>Código</b>	<b>Nombre del documento</b>	<b>Última revisión</b>	<b>Versión</b>
Procedimiento	PRO-TEJ-001	Recepción, manipulación, transporte y almacenamiento de materia prima	15/7/2025	0
Procedimiento	PRO-TEJ-002	Calibración de máquinas circulares	15/7/2025	0
Procedimiento	PRO-TEJ-003	Tejido continuo y monitoreo de producción	15/7/2025	0
Procedimiento	PRO-TEJ-004	Inspección final y clasificación del tejido	15/7/2025	0
Procedimiento	PRO-TEJ-005	Control de rendimiento (m/kg)	15/7/2025	0
Procedimiento	PRO-TEJ-006	Mantenimiento preventivo de máquinas circulares	15/7/2025	0
Instructivo	INS-TEJ-001	Control de calidad de hilo	15/7/2025	0
Instructivo	INS-TEJ-002	Operación de la máquina de tejido	15/7/2025	0
Tabla	TAB-TEJ-001	Tabla rendimiento de tela cruda	15/7/2025	0
Registro	REG-TEJ-001	Lista maestra de documentos	15/7/2025	0
Registro	REG-TEJ-002	Control de título de hilo	15/7/2025	0
Registro	REG-TEJ-003	Valores estadística Uster	15/7/2025	0
Registro	REG-TEJ-004	Inspección final	15/7/2025	0
Registro	REG-TEJ-005	Control de rendimientos m/kg	15/7/2025	0
Registro	REG-TEJ-006	Cronograma semanal de mantenimiento	15/7/2025	0

Elaborado por Oscar Canchig	Revisado por Supervisor de tejeduría	Aprobado por Jefe de planta

## Procedimiento para el proceso de tejeduría

	<b>Proceso Tejeduría</b>	<b>Revisión: 00</b>
	<b>Procedimiento Recepción, manipulación, transporte y almacenamiento de materia prima</b>	<b>Fecha: 15-07-25</b>
	<b>PRO-TEJ-001</b>	<b>Páginas: 1-5</b>

### Control de cambios

Revisión	Cambios detallados	Fecha	Responsable

### 1. Objetivo

Establecer controles estrictos en la recepción, manipulación, transporte y almacenamiento del hilo para garantizar su trazabilidad y preservar su calidad, evitando daños que afecten el producto final.

### 2. Alcance

Abarca desde la recepción y validación inicial del hilo hasta su almacenamiento final en la bodega de materia prima de Intelta, previo a su uso en el proceso de tejeduría.

### 3. Términos y definiciones

- **Tejeduría:** Proceso que consiste en el entrelazado sistemático de hilos para formar una estructura de tela, mediante la creación de mallas interconectadas que conforman un tejido.
- **Hilo:** Materia prima principal utilizada en el proceso de tejeduría.
- **Lote:** Conjunto de conos de hilo que comparten el mismo código de producción, garantizando uniformidad y trazabilidad
- **KPI:** Indicador clave de desempeño utilizado para medir la eficacia y eficiencia de procesos productivos o de calidad.

### 4. Responsables

- Supervisor de tejeduría
- Asistente de tejeduría

## **5. Descripción detallada del procedimiento**

### **5.1. Recepción y verificación inicial**

Al ingreso de un nuevo lote (contenedor) de hilo en la bodega de materia prima de INTELA, el Supervisor o Asistente de Tejeduría realiza la revisión del packing list para verificar las características técnicas y cumplir con las especificaciones del pedido y se confirma el certificado del lote o ficha técnica con la documentación de recepción.

### **5.2. Inspección visual y detección de contaminación**

Simultáneamente, se lleva a cabo una inspección visual minuciosa de las cajas de hilo para identificar cualquier irregularidad, tales como defectos en el bobinado, roturas, deformaciones, humedad o indicios de contaminación que puedan afectar la calidad del hilo.

### **5.3. Manipulación y almacenamiento**

Luego de validar el lote recibido, se procede a su manipulación siguiendo los protocolos establecidos para preservar la integridad física del hilo, evitando daños mecánicos, contaminación o deformaciones. El hilo es almacenado exclusivamente en ubicaciones designadas y controladas para minimizar riesgos de contaminación y para garantizar las condiciones adecuadas que aseguren su calidad hasta su uso en la producción.

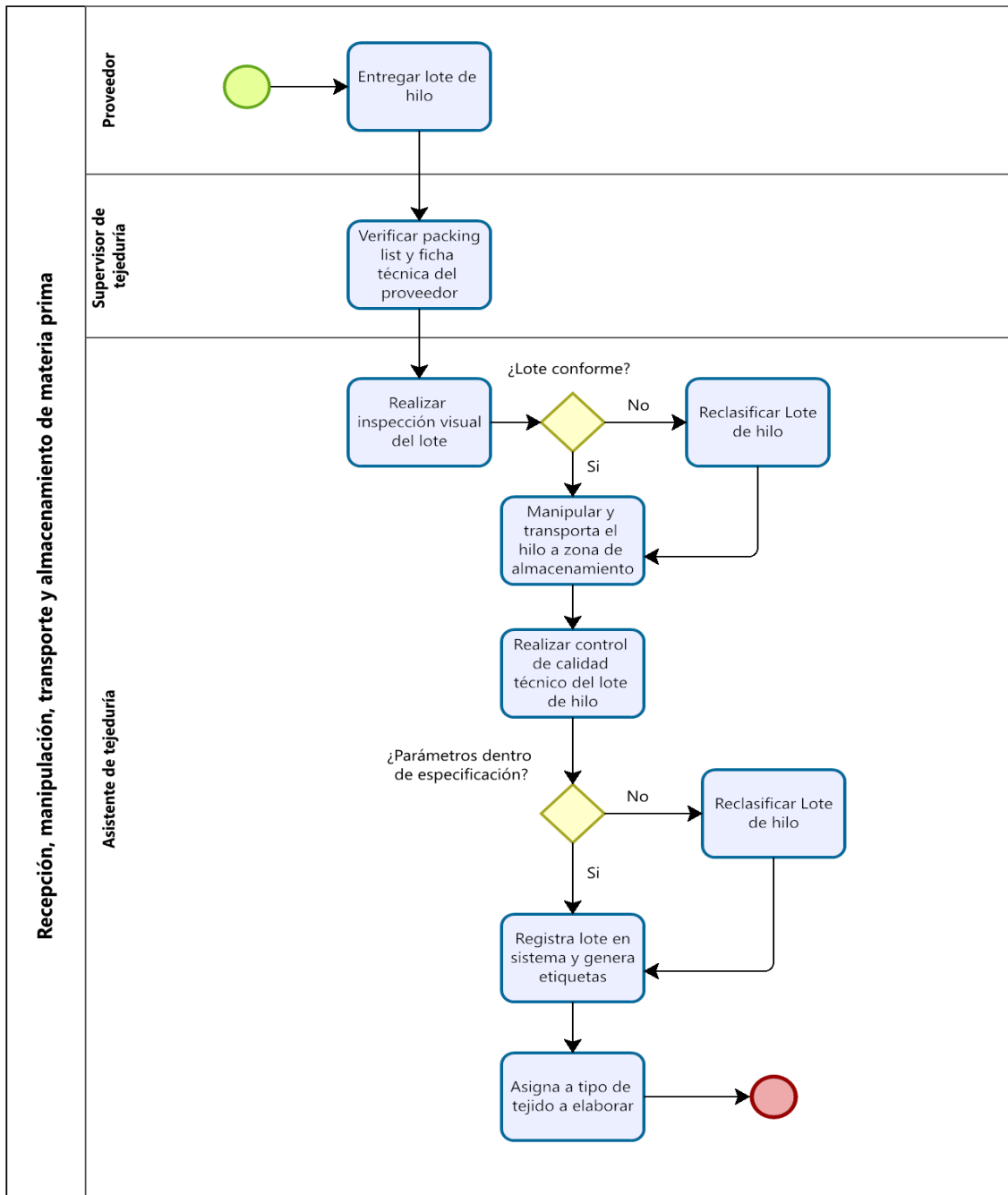
### **5.4. Control de calidad de materia prima**

Como parte del procedimiento de recepción, y conforme al Instructivo de control de calidad de hilo, se valida la calidad del hilo ingresado mediante la revisión de la ficha técnicas del lote hilo emitido por el proveedor, verificando que los parámetros se encuentren conforme a las especificaciones establecidas. Esta validación asegura la consistencia y uniformidad del hilo utilizado en el proceso productivo, lo cual es fundamental para garantizar la calidad y el desempeño del tejido producido.

## **5.5. Registro y Garantía de Trazabilidad**

Todo lote de hilo recibido y validado es registrado en el sistema AS2 generando una etiqueta para cada caja de hilo la cual, incluyendo datos detallados del proveedor, número de lote, fecha de recepción y cantidad, peso neto, este registro garantiza la trazabilidad integral del material y sostiene la documentación necesaria para el control y seguimiento durante toda la cadena productiva.

## 6. Diagrama e flujo



## 7. Indicadores


<b>Objetivo:</b> Asegurar la conformidad de las propiedades físicas del hilo recibido con los estándares técnicos requeridos para el proceso de tejeduría.					
<b>Nombre</b>	% de lotes con parámetros fuera de tolerancia				
<b>Descripción</b>	Evalúa si los valores de título, CV% DE TITULO, U%, Thin -50% y +50%, Neps, Hairiness, están dentro del rango especificado.				
<b>Fórmula de cálculo</b>	<b>Fuente verificación</b>	<b>Responsable indicador</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Meta</b>	<b>Responsable análisis</b>
	Reportes de control de título - estadísticas USTER	Supervisor de tejeduría	Mensual	≤ 5%	Supervisor de tejeduría
$\left( \frac{\text{Lotes de hilo fuera de tolerancia}}{\text{Total lotes de hilo recibidos}} \right) \times 100$					

## 8. Registros

- Packing list
- Instructivo de control de calidad de hilo - INS-TEJ-001
- Ficha técnicas del lote hilo

Elaborado por Oscar Canchig	Revisado por Supervisor Tejeduría	Aprobado por Jefe de Planta

## Instructivo control de calidad de hilo

	<b>Proceso Tejeduría</b>	<b>Revisión: 00</b>
	<b>Instructivo control de calidad de hilo</b>	<b>Fecha: 15-07-25</b>
	<b>INS-TEJ-001</b>	<b>Páginas: 1-7</b>

### Control de cambios

Revisión	Cambios detallados	Fecha	Responsable

#### 1. Objetivo

Garantizar que el hilo recibido en el área de Tejeduría cumpla estrictamente con las especificaciones técnicas establecidas, enfocándose en la verificación precisa del título (Ne o Denier) y la evaluación de la regularidad del hilo mediante análisis estadístico basado en parámetros USTER®. Esto permite asegurar la calidad y uniformidad del producto final, previniendo desviaciones que puedan afectar el proceso productivo y las características del tejido.

#### 2. Alcance

Aplica a las actividades de verificación de calidad del hilo en INTELA, para hilos usados en máquinas circulares de gran diámetro en tejeduría., comprende la evaluación del título nominal y la validación estadística de propiedades físico-textiles mediante el sistema USTER®, desde la recepción hasta la aprobación o rechazo para uso en producción.

#### 3. Descripción detallada del instructivo

##### 3.1. Control de título de hilo

Con el propósito de asegurar que el título de hilo cumple con los requerimientos técnicos definidos, se establece un procedimiento de control estadístico que incluye la inspección de una

muestra representativa proveniente de cada contenedor ingresado a bodega. Dado que cada contenedor contiene un cierto número de cajas de hilo, se utiliza un método de muestreo para atributos, aplicando un nivel de confianza del 95% y un margen de error permitido del 10%.

La fórmula utilizada para determinar el tamaño de muestra es la siguiente:

$$n = \frac{N \times Z^2 \times p \times (1 - p)}{E^2 \times (N - 1) + Z^2 \times p \times (1 - p)}$$

Donde:

- n: número de muestras
- N: población total (número de cajas)
- Z: valor correspondiente al 95% de confianza (1.96)
- p: proporción estimada de defectos (0.5)
- E: error máximo permitido (0.10)

La frecuencia de verificación del título se realiza en cada contenedor recibido, dentro de las primeras 12 horas desde su arribo a bodega. La frecuencia mínima de control es diaria, en caso de recepciones continuas.

### **Pasos a seguir para el control de título**

#### **a. Selección y preparación de muestras**

- Extraer las muestras representativas de hilo (conos de hilo), con el número de etiqueta del cartón donde se tomó la muestra, el número de muestra dependerá del total de cajas de hilo que contenga el contenedor aplicando el cálculo de tamaño de muestra.
- En la devanadora, insertar las muestras de hilo en el porta conos y cortar cada muestra a una longitud exacta de 100 metros, garantizando precisión en la medición del hilo.

## **b. Medición de masa**

- Pesar cada una de las muestras individualmente utilizando una balanza analítica calibrada, con sensibilidad mínima de 0.001 gramos.
- Registrar cuidadosamente el peso de cada una de las muestras en gramos en el Formato control de título de hilo.
- Proceder a sacar el peso promedio de las muestras registradas en gramos.
- Obtener la longitud promedio de las muestras registradas en metros.

## **c. Cálculo del título**

- Calcular el título de hilo en Ne (número ingles) del peso promedio obtenido, para esto se realiza el cálculo título hilo aplicando la siguiente fórmula, el peso corresponde al valor medido y la longitud es el total de 100 metros.

$$\text{Título de hilo (Ne)} = \left( \frac{590,54 \times \text{longitud de hilo (m)}}{\text{Peso de promedio (gr)}} \right)$$

## **Donde**

590, 54 = una constante que relaciona la longitud y el peso de un hilo para expresar su grosor en el sistema de numeración inglés (Ne).

Longitud de hilo (m) = es la longitud de las muestras promedio (100 metros)

Peso promedio (gr) = peso promedio que se obtuvo de las 10 muestras

## **d. Comparación con especificaciones técnicas**

- Contrastar cada valor obtenido con el título nominal indicado en la ficha técnica del proveedor con su respectiva desviación.
- Documentar cualquier desviación individual detectada.

## **e. Criterios para la aceptación**

Se considera que el hilo cumple con las especificaciones si:

- El promedio de título está dentro de los márgenes permitidos.

- La desviación estándar es inferior al límite máximo establecido.
- El porcentaje de error no supera el umbral definido (usualmente +/-0,4).

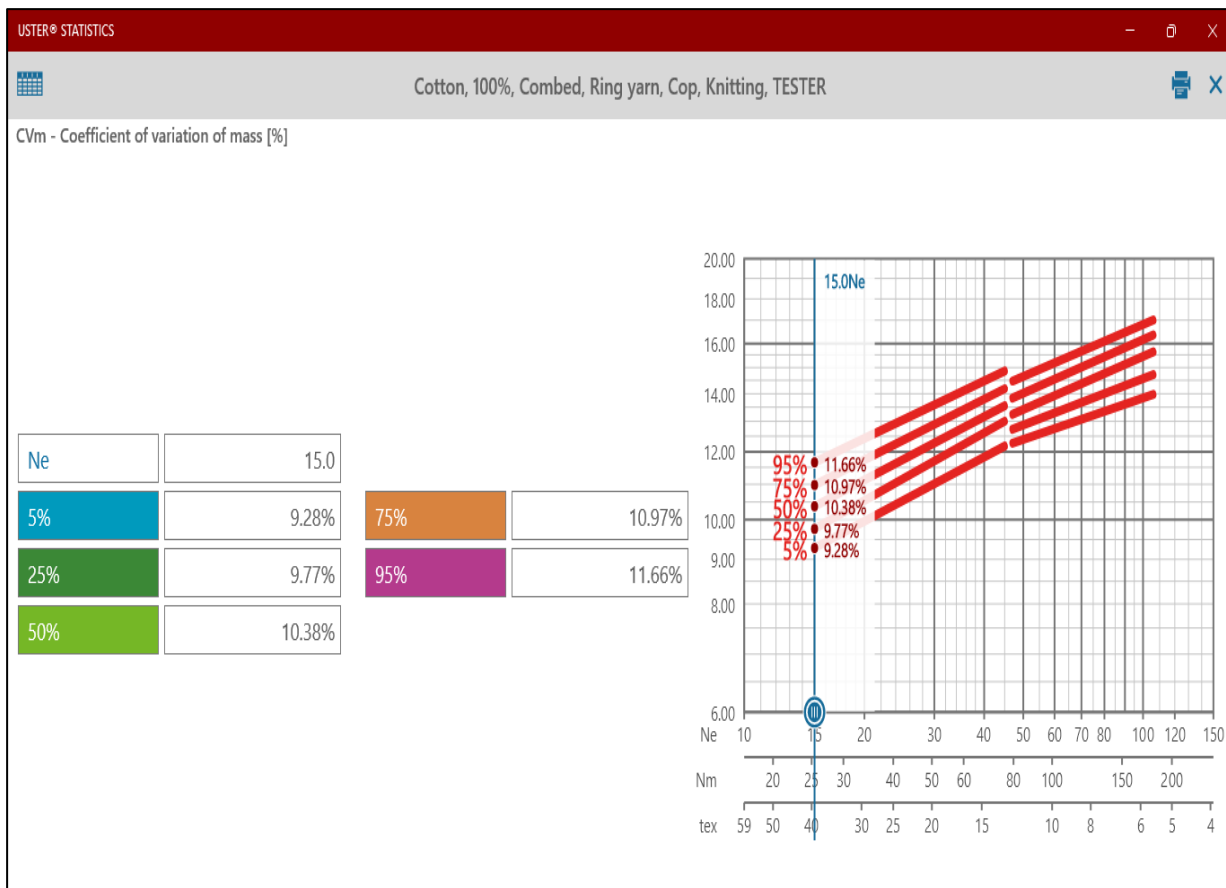
**f. Registro y documentación**

- Registrar exhaustivamente los datos obtenidos, en el formato Control de título de hilo.
- Incluir identificación del lote, fecha de análisis, técnico responsable y resultado final (conforme o no conforme).
- En caso de encontrar desviaciones fuera de tolerancia comunicar al Supervisor de tejeduría para tomar de acción correctivas.

**3.2. Evaluación de la regularidad del hilo en Estadísticas Uster**

Las Estadísticas Uster constituyen un recurso fundamental en la industria textil, ofreciendo parámetros de referencia reconocidos internacionalmente que permiten evaluar y comparar la calidad de los hilados producidos a nivel mundial.

Esta metodología permite realizar el control de calidad al 100% de los contenedores de hilo que ingresan a la bodega de INTELA. Cada contenedor cuenta con su respectiva ficha técnica del lote, la cual se evalúa y compara en el software de estadísticas USTER para su validación y liberación. La revisión se lleva a cabo en cada recepción, bajo condiciones que garantizan la integridad y exactitud de la ficha técnica, asegurando la trazabilidad del proceso. Esta técnica permite detectar desviaciones en la calidad del hilo, tales como imperfecciones, delgadez, pilling y la uniformidad (CV%), de manera oportuna, alineando el control con los estándares internacionales y optimizando el rendimiento en tejeduría.



Paso esta evaluación se deben seguir los siguientes pasos:

**a. Determinación de la composición del hilo**

- Verificar la naturaleza del material, confirmando si el hilo es 100% algodón, poliéster o una mezcla de fibras, de acuerdo con la información proporcionada en la ficha técnica o etiqueta del producto.

**b. Identificación del sistema de hilatura**

- Confirmar el método de fabricación del hilo, distinguiendo entre sistemas tales como hilatura por anillos (ring-spun), open-end, combed, o cualquier otro proceso mediante ficha técnica del proveedor.

**c. Comprobación del título nominal**

- Verificar el título nominal especificado del hilo, que puede expresarse en unidades Ne o tex, asegurando que coincide con los valores técnicos declarados en la ficha del proveedor para el lote recibido.

**d. Acceso y configuración en USTER® STATISTICS**

- Iniciar desde el computador al software USTER® STATISTICS e ingresar al módulo denominado “Benchmark” para realizar comparaciones de calidad.

**e. Configurar los parámetros de búsqueda seleccionando**

- Tipo de hilo (por ejemplo: algodón 100%, peinado, hilatura por anillos)
- Aplicación correspondiente al uso final del hilo (por ejemplo: tejido de punto)
- Título exacto del hilo (como Ne 20, Nm 34, Tex 30), asegurando que coincida con las especificaciones del lote analizado.
- Comparación con ficha técnica

Testing Items		Customer Quality Requirement	Result	
Yarn Count	Actual count	c	19.85	
	CV%	%	1.09	
Yarn Evenness	Uster IP%	%	7.94	
	IPI	Thin Places(-50%)	0.0	
		Thick Places(+50%)	11.1	
		Neps(+200%)	29.7	
Yarn Hairiness	Hairiness	H	7.86	
		SH	1.62	
Yarn Strength	Strength	Average	766.3	
		CV%	7.21	
	Breaking Tenacity	NKM		25.95
		Elongation	Average	8.83
CV%	%		6.55	
Yarn Twist	Twist Per Inch	TPH	13.55	
	Twist Per Meter	TPM	533.46	
Yarn Blending Ratio	POLYESTER	%	65	
	COMBED COTTON	%	35	


- Ingresar los valores de la ficha técnica uno por uno.
- Registrar los datos y comparar con la tabla de los valores de la ficha técnica y el percentil correspondiente del software.

Parámetro en ficha	Comparar con percentil USTER	Aceptable si:
CV% del título	≤ percentil 25 o 50	Uniformidad media a alta
U%	≤ percentil 50	Adecuado para tejido de punto
Thin -50% (/km)	≤ percentil 25 o 50	Bajo número de adelgazamientos
Thick +50% (/km)	≤ percentil 50	Control de zonas gruesas
Neps (/km)	≤ percentil 50	Buena limpieza del hilo
Hairiness	Dentro de ficha / ≤ p50	Sin exceso de pelo

- Intela ha dispuesto que el percentil debe ser  $\leq 50$ , para dar por liberado el lote de hilo.
- En caso de que el percentil sea  $>$  al 50 el lote de hilo debe ser separado para la asignación a un tejido donde cubra los defectos.
- **Registros**
- Registro control de título de hilo - REG-TEJ-002
- Ficha Técnica de hilo.
- Evaluación de Ficha Técnica en software USTER® (documento interno).
- Registro valores resultantes de estadística Uster - REG-TEJ-003

Elaborado por Oscar Canchig	Revisado por Supervisor Tejeduría	Aprobado por Jefe de Planta

## Registro control de título de hilo

	<b>Proceso Tejeduría</b>	<b>Revisión: 00</b>
	<b>Registro control de título de hilo</b>	<b>Fecha: 15-07-25</b>
	<b>REG-TEJ-002</b>	<b>Páginas: 1-1</b>

Fecha: 05-08-2025

Lote de hilo: BOD-000001795

Título nominal: 24/1Ne


Composición: Poliéster 65% algodón 35%

Responsable: Oscar Canchig

# Muestra	Número de etiqueta	Longitud (m)	Peso (gr)	Observaciones
1	0003270595	100	2,46	
2	0003270610	100	2,44	
3	0003270510	100	2,44	
4	0003270615	100	2,46	
5	0003270630	100	2,45	
6	0003270645	100	2,44	
7	0003270660	100	2,46	
8	0003270665	100	2,46	
9	0003270670	100	2,46	
10	0003270690	100	2,43	
Promedio		<b>100</b>	<b>2,45</b>	
<b>Título Resultante +/- 0,4</b>	$\text{Título de hilo (Ne)} = \left( \frac{590,54 \times \text{longitud de hilo (m)}}{\text{Peso de promedio (gr)}} \right)$		<b>24.10 Ne</b>	

Elaborado por Oscar Canchig	Revisado por Supervisor Tejeduría	Aprobado por Jefe de Planta

## Registro valores estadística Uster

	Proceso Tejeduría	Revisión: 00
	Registro valores estadística Uster	Fecha: 15-07-25
	REG-TEJ-003	Páginas: 1-1


Fecha: 05-08-2025  
 Lote de hilo: 0003270595  
 Título nominal: 20/1 Ne Kanwual  
 Composición: Poliéster 65% - Algodón 35%  
 Responsable: Oscar Canchig

Parámetro en ficha a controlar	Comparar con percentil USTER	Valores obtenidos en estadísticas USTER	Resultado
CV% del título	≤ percentil 25 o 50	1.09%	Aceptado (≤ p25)
U%	≤ percentil 50	7,94%	Excelente (<p5)
Thin -50% (/km)	≤ percentil 25 o 50	0	Excelente (p5–p25)
Thick +50% (/km)	≤ percentil 50	11,1	Regular (> p50)
Neps (/km)	≤ percentil 50	29,7	Regular (> p50)
Hairiness	Dentro de ficha / ≤ p50	7,86	Malo (> p75)

**Observaciones:** Hilo con partes gruesas, neps y velocidad fuera de parametro

Elaborado por Oscar Canchig	Revisado por Supervisor Tejeduría	Aprobado por Jefe de Planta
--------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------

## Procedimiento de calibración de máquinas circulares

 INDUSTRIA TEXTIL LATINOAMERICANA C. LTDA.	<b>Proceso tejeduría</b>	<b>Revisión: 00</b>
	<b>Procedimiento de calibración de máquinas circulares</b>	<b>Fecha: 15-07-25</b>
	<b>PRO-TEJ-002</b>	<b>Páginas: 1-8</b>

### Control de cambios

Revisión	Cambios detallados	Fecha	Responsable

### 1. Objetivo

Definir los pasos sistemáticos para instalar correctamente el hilo y configurar los parámetros técnicos de las máquinas circulares, asegurando un proceso eficiente que garantice la calidad del tejido resultante.

### 2. Alcance

Abarca todas las actividades desde la asignación de la máquina circular para la producción hasta la validación final de la prueba de arranque, incluyendo el montaje del hilo, la configuración de parámetros técnicos y la verificación inicial del correcto funcionamiento para garantizar la calidad del tejido.

### 3. Términos y definiciones

**RPM (Revoluciones por Minuto):** Medida de la velocidad angular que indica la cantidad de vueltas completas que realiza el eje de la máquina circular en un minuto. Este parámetro influye directamente en la velocidad de producción y en la calidad del tejido.

**Calibración:** Proceso de ajuste y configuración de los parámetros técnicos de la máquina circular (como tensión, velocidad, galga, entre otros) de acuerdo con las características

específicas del tipo de tejido a producir, con el fin de asegurar la calidad y uniformidad del producto final.

**Alimentador:** Dispositivo o mecanismo encargado de transportar y suministrar de forma controlada el hilo desde la bobina o cono hasta las agujas de la máquina circular, garantizando un flujo continuo y sin interrupciones durante el proceso de tejido.

**OFT:** Orden de trabajo de tejido crudo

#### **4. Responsables**

- Operario de máquina de tejido
- Técnico de mantenimiento de tejido
- Supervisor de tejeduría
- Bodeguero de tela cruda

#### **5. Descripción detallada del procedimiento**

##### **5.1. Emisión de Orden de Fabricación de Tela Cruda (OFT)**

- El Supervisor de Tejeduría es el responsable directo de emitir la Orden de Fabricación de Tela Cruda (OFT).
- La emisión de la OFT se basará en el plan de producción del área de tejeduría, el cual a su vez se deriva de la programación general establecida por el departamento de Planeación y Control de Producción.
- La OFT deberá especificar detalladamente los parámetros técnicos requeridos, en función del tipo de tejido a producir, esto incluye, el título del hilo y el lote de material a utilizar, asegurando la alineación con los requerimientos específicos del producto.
- La OFT constituye el documento base y la autorización formal para la liberación del proceso productivo.

## **5.2. Preparar máquina de tejido**

- Es responsabilidad de operador de máquina de tejido realizar una limpieza completa de la máquina de tejido, eliminando residuos de hilo, polvo, suciedad o restos de lubricantes, especialmente en las zonas de alimentación, platinas, juntas y superficies de contacto.
- Revisar que no existan piezas dañadas, desgastadas o sueltas en el cuerpo de la máquina, tales como agujas, platinas, alimentadores, sistemas de tensión, entre otros.
- Verificar la correcta instalación y ajuste de las platinas y agujas según el tipo de tejido a producir.
- Realizar una prueba de funcionamiento con carga para observar la operación mecánica y detectar cualquier anomalía en el movimiento de piezas.

## **5.3. Calibración de máquina de tejido**

El técnico de mantenimiento de circulares es responsable de ejecutar, la calibración de las máquinas las que comprenden la verificación y ajuste de los siguientes parámetros críticos:

- Calibración de las poleas de alimentación.
- Altura del cilindro.
- Tensión del tejido.
- Tensión del hilo.
- Velocidad de operación, expresada en revoluciones por minuto (RPM).
- Número de vueltas necesarias para completar el llenado del rollo.
- Verificar de forma continua el cumplimiento de los parámetros calibrados durante la operación de las máquinas de tejido.
- Realizar los ajustes técnicos necesarios para asegurar que los parámetros se mantengan dentro de los estándares especificados en la Ficha Técnica del Tejido de la máquina correspondiente a cada tipo de tejido, como se puede observar grafica.



- La ficha técnica del tejido representa el documento principal para el inicio del proceso productivo, puesto que incluye toda la información detallada que el personal de producción necesita para llevar a cabo la fabricación del tejido de manera precisa. Este documento contiene especificaciones clave tales como la composición de las fibras, el tipo y título nominal del hilo, el tipo de tejido requerido, parámetros para acabados, dimensiones y colores, entre otros datos relevantes que garantizan que el producto final cumpla con los estándares de calidad establecidos.
- Como herramienta fundamental, la ficha técnica sirve como referencia para los operadores y supervisores, facilitando la correcta aplicación de los procedimientos y asegurando la uniformidad en la producción, puesto que, contribuye a una comunicación efectiva entre departamentos y permite el seguimiento adecuado de cada lote, otorgando trazabilidad y control durante todo el ciclo de fabricación.
- Documentar todas las acciones de verificación, calibración y ajuste realizadas, para asegurar la trazabilidad y el control del mantenimiento preventivo y correctivo.

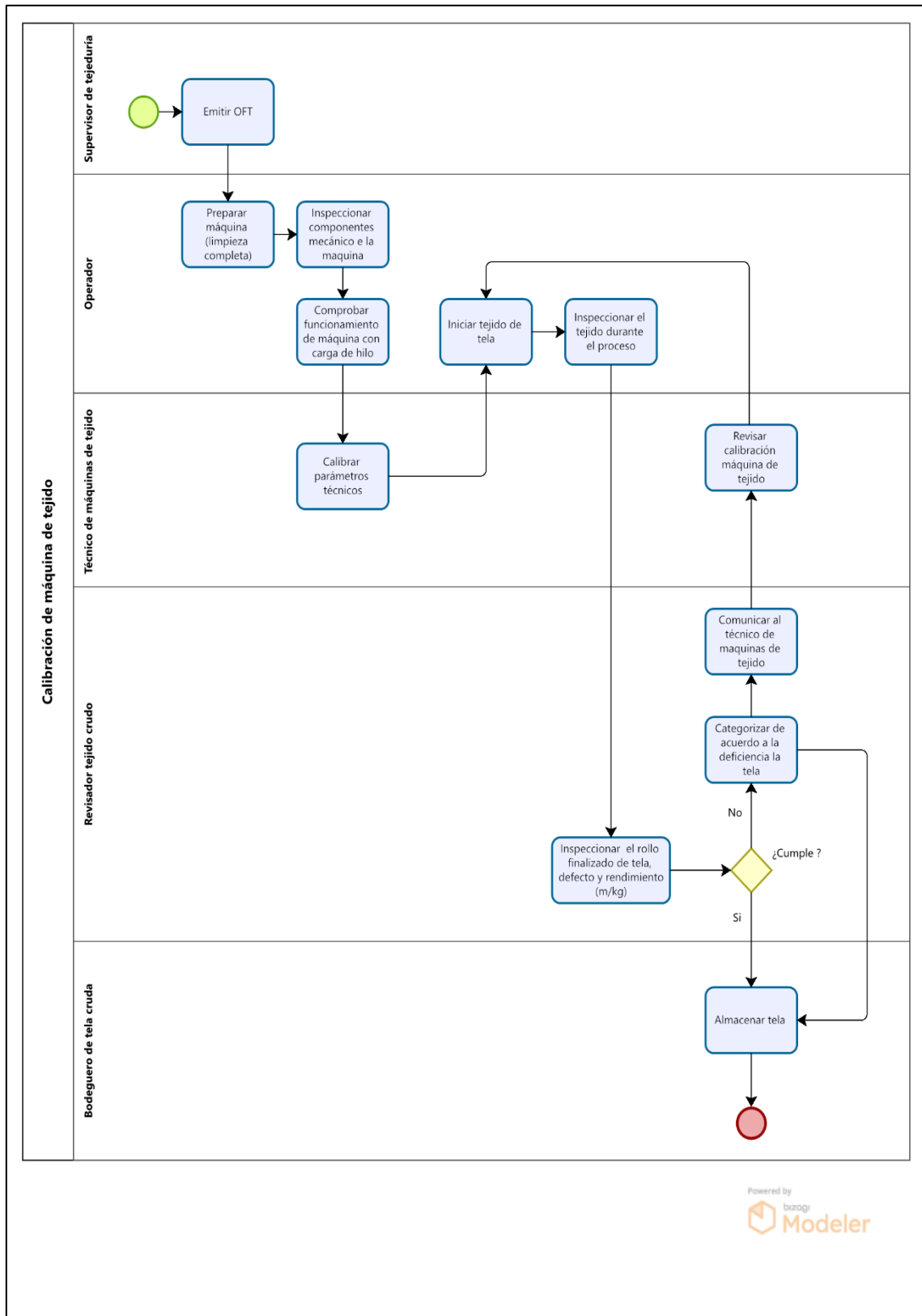
#### **5.4. Inspección final del tejido**

- El personal designado para la revisión es responsable de controlar el rendimiento del tejido conforme Procedimiento de Control de Rendimiento (m/kg)
- El revisador debe realizar una inspección minuciosa y completa de la superficie total del rollo de tejido crudo, con el fin de identificar y descartar la presencia de defectos críticos en la apariencia del material, siguiendo los lineamientos establecidos en el Procedimiento de Inspección Final y Clasificación del Tejido.
- Si durante el control de calidad del tejido se detecta alguna anomalía o desviación fuera de los parámetros establecidos, el revisador debe reportarlo inmediatamente al técnico encargado de las máquinas de tejido para su pronta corrección.

## **5.5. Almacenamiento**

- Una vez finalizada la inspección y clasificada la calidad del tejido, este debe ser entregado al bodeguero de tejido crudo para su almacenamiento en la bodega destinada para tela cruda, asegurando condiciones adecuadas para mantener su integridad hasta su uso posterior.
- Adicionalmente, cualquier modificación relacionada con productos, materiales o títulos debe ser planificada y coordinada de forma conjunta entre los departamentos de Mantenimiento, Tejeduría y Terminados, a fin de garantizar la correcta implementación y control del proceso productivo.

## 6. Diagrama de flujo



## 7. Indicadores


<b>Objetivo:</b> Asegurar que las máquinas circulares se mantengan dentro de los parámetros operativos óptimos tras su calibración inicial, minimizando la necesidad de ajustes adicionales.					
<b>Nombre</b>	% de calibraciones que requieren ajustes adicionales				
<b>Descripción</b>	Mide el porcentaje de máquinas circulares que, tras una calibración inicial, requirieron ajustes adicionales para alcanzar las condiciones operativas estándar. Este indicador permite evaluar la efectividad del procedimiento de calibración técnica aplicado.				
<b>Fórmula de cálculo</b>	<b>Fuente verificación</b>	<b>Responsable indicador</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Meta</b>	<b>Responsable análisis</b>
	Registro de calibraciones de máquinas	Técnico de mantenimiento	Mensual	≤ 5%	Supervisor de tejeduría
$\left( \frac{\text{N}^\circ \text{ de máquinas inspeccionadas}}{\text{N}^\circ \text{ total de máquinas calibradas}} \right) \times 100$					

## 8. Registros

- Procedimiento de control de rendimiento (m/kg) - PRO-TEJ-005
- Procedimiento de inspección final y clasificación del tejido - PRO-TEJ-004
- Ficha técnica del tejido

Elaborado por Oscar Canchig	Revisado por Supervisor Tejeduría	Aprobado por Jefe de Planta

## Procedimiento tejido continuo y monitoreo de producción

	Proceso tejeduría	Revisión: 00
	Procedimiento de tejido continuo y monitoreo de producción	Fecha: 15-07-25
	PRO-TEJ-003	Páginas: 1-5

### Control de cambios

Revisión	Cambios detallados	Fecha	Responsable

### 1. Objetivo

Definir y ejecutar los procedimientos operativos destinados a garantizar la continuidad ininterrumpida del proceso de tejido, asegurando simultáneamente la implementación de controles de calidad en línea para mantener los estándares productivos y minimizar defectos en tiempo real.

### 2. Alcance

Abarcar todas las etapas del proceso productivo, desde el inicio de la producción del tejido hasta la salida final del rollo de tela cruda, incluyendo la supervisión continua y aplicación de controles de calidad en cada fase para asegurar la conformidad del producto.

### 3. Términos y definiciones

**Malla:** Estructura conformada por el entrelazado de hilos en el proceso de tejido, que forma la base del tejido textil y determina sus propiedades mecánicas y funcionales.

**Paro de máquina:** Detención total o parcial del sistema productivo debido a eventos programados o fallas operativas, que interrumpe temporalmente el proceso de fabricación y requiere acciones correctivas para la pronta reanudación.

#### **4. Responsables**

- Operario de máquinas de tejido
- Técnico de mantenimiento de circulares

#### **5. Descripción detallada del procedimiento**

##### **5.1. Inicio de producción**

- La producción debe iniciarse exclusivamente en máquinas circulares que hayan sido previamente calibradas conforme a la Ficha Técnica del tejido, establecidos por el técnico de mantenimiento de circulares, para asegurar condiciones óptimas para obtener un tejido uniforme y de alta calidad desde el inicio del proceso.
- El operario de máquinas de tejido deberá verificar que la máquina de tejido este apta para el proceso antes de arrancar la máquina, garantizando así la reproducibilidad y consistencia del producto fabricado.

##### **5.2. Inicio del tejido**

El proceso de inicio de tejido se llevará a cabo estrictamente conforme a lo establecido en el Instructivo de Operación de la Máquina de Tejido, en es este documento guía detalladamente las secuencias y parámetros necesarios para asegurar un arranque controlado y eficiente, garantizando la correcta colocación del hilo, y la puesta en marcha progresiva del equipo, y así, se asegura la calidad del tejido desde el comienzo y se minimizan riesgos de fallas o daños en la maquinaria y al tejido.

##### **5.3. Monitoreo continuo**

- El operario de máquinas de tejido durante todo el proceso de tejido del rollo de tela, inspeccionara visual y mecánica el tejido crudo.

- Esta inspección incluye la vigilancia directa de la estructura de la malla para detectar imperfecciones como orificios, falla de aguja, caídas de tejido entre otros, así como el monitoreo del funcionamiento mecánico del equipo para identificar posibles fallas o desviaciones en tiempo real.
- Cualquier anomalía detectada deberá ser corregida al instante para evitar afectaciones en la calidad final y reducir rechazos.

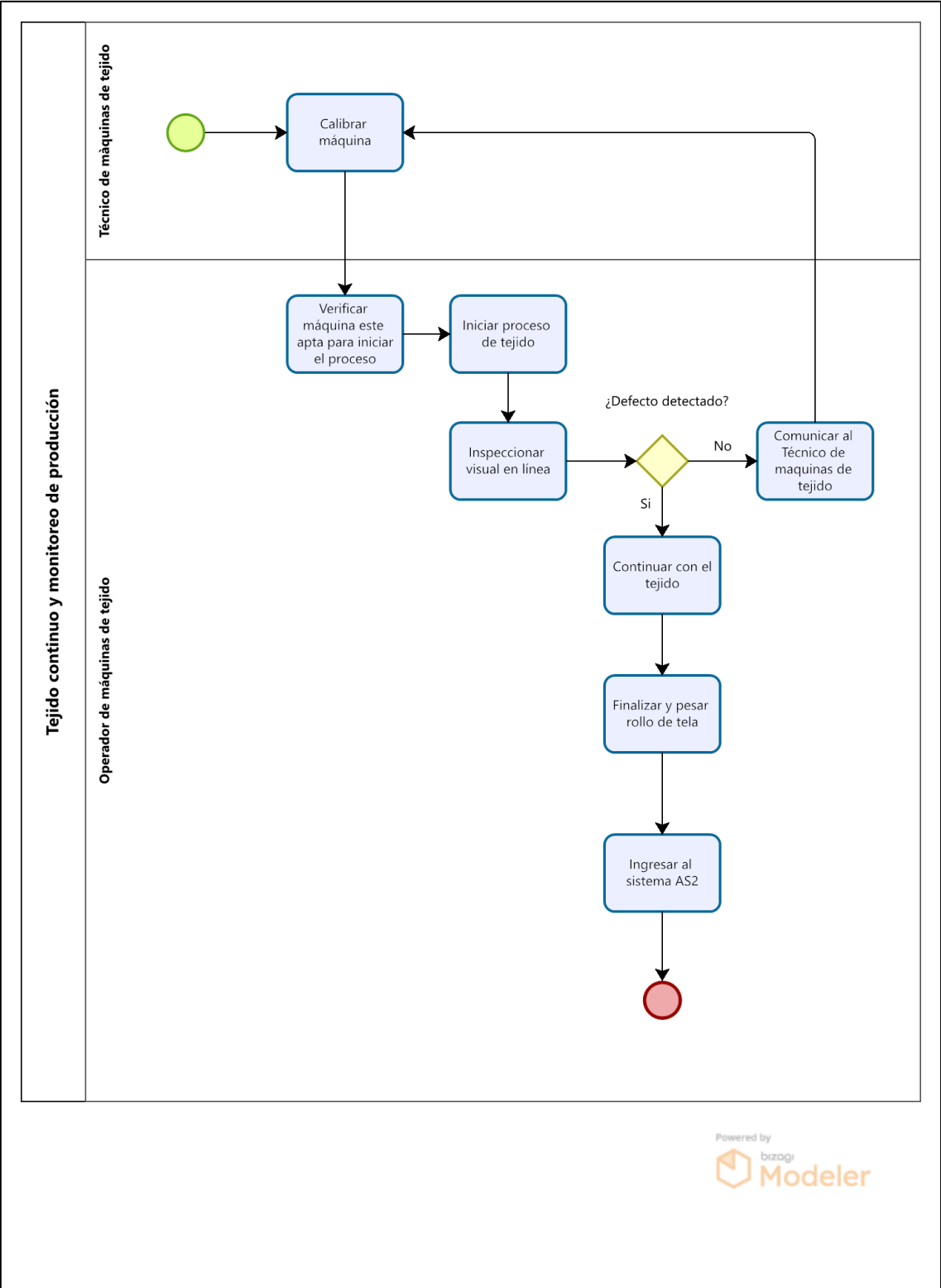
#### **5.4. Reporte de eventos operativos**

Todos los eventos que impliquen paro de máquina, ya sea por mantenimiento programado, fallas técnicas o cualquier otro motivo, deberán ser reportados inmediatamente al técnico de mantenimiento de circulares, en este reporte debe incluir información detallada sobre la causa del paro, la duración del mismo, las acciones tomadas para la reanudación y cualquier incidencia asociada que pueda impactar en la producción o calidad.

#### **5.5. Registro de producción**

Al finalizar el tejido de cada rollo, el operario de máquinas de tejido procederá a su pesaje con balanzas calibradas para obtener el peso exacto en kilogramos, e ingresar al sistema AS2 con el número de OFT correspondiente al tejido, el sistema genera una etiqueta, facilitando la trazabilidad del producto durante el almacenamiento, transporte y control de calidad posterior.

6. Diagrama de flujo



## 7. Indicadores

<b>Objetivo:</b> Garantizar la detección oportuna de defectos durante el proceso de inspección en línea, para evitar la salida de producto no conforme.					
<b>Nombre</b>	% de Rollos con defectos detectados en inspección en línea				
<b>Descripción</b>	Mide el porcentaje de rollos que presentan defectos durante la inspección en línea en el proceso de tejeduría. Este indicador permite identificar fallas en el proceso de tejido y tomar acciones correctivas inmediatas para evitar reprocesos o retrabajos.				
<b>Fórmula de cálculo</b>	<b>Fuente verificación</b>	<b>Responsable indicador</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Meta</b>	<b>Responsable análisis</b>
	hojas de evaluación visual en planta	Supervisor de tejeduría	Mensual	≥ 95%	Supervisor de tejeduría
$\left( \frac{\text{N}^\circ \text{ rollos con defectos detectados en línea}}{\text{N}^\circ \text{ total de rollos inspeccionados en línea}} \right) \times 100$					


**Meta:** ≥ 95%

## 8. Registros

- Instructivo de Operación de la Máquina de Tejido - INS-TEJ-002
- Ficha Técnica del tejido
- OFT
- Etiqueta del Rollo

Elaborado por Oscar Canchig	Revisado por Supervisor Tejeduría	Aprobado por Jefe de Planta

## Instructivo de operación de la máquina de tejido

	<b>Proceso Tejeduría</b>	<b>Revisión: 00</b>
	<b>Instructivo de operación de la máquina de tejido</b>	<b>Fecha: 15-07-25</b>
	<b>INS-TEJ-002</b>	<b>Páginas: 1-5</b>

### Control de cambios

Revisión	Cambios detallados	Fecha	Responsable

### 1. Objetivo

Definir los pasos operativos necesarios para la puesta en marcha, monitoreo continuo y parada segura de la máquina circular de gran diámetro, con el fin de asegurar que las operaciones se realicen bajo condiciones óptimas de seguridad, eficiencia productiva y mantenimiento de la calidad requerida en el tejido producido.

### 2. Alcance

Este procedimiento es aplicable a los operarios encargados del manejo y operación de máquinas circulares de gran diámetro en el proceso de tejido, abarcando todas las actividades desde la preparación inicial, puesta en marcha, monitoreo continuo, hasta la parada programada de los equipos.

### 3. Descripción detallada del instructivo

Es responsabilidad del operador de máquinas de tejido:

#### a. Preparación

- Verificar la disponibilidad y correspondencia de la OFT de producción y el tipo de tela a fabricar.

- Realizar una limpieza general y minuciosa de la máquina antes de iniciar operaciones, asegurándose de eliminar residuos de hilos, polvo o suciedad que puedan afectar el funcionamiento y la calidad del tejido.
- Confirmar que el hilo cumpla con las especificaciones de título, composición.
- Inspeccionar físicamente el hilo para detectar daños o defectos visibles.
- Revisar y ajustar las guías de hilo para evitar roces o tensiones excesivas.
- Verificar el nivel y estado de lubricación en partes móviles.
- Comprobar que los dispositivos de seguridad (sensores, protectores) estén instalados y operativos.
- Confirmar la calibración y correcto ajuste de instrumentos de medición y control en la máquina.

#### **b. Carga del hilo**

- Instalar correctamente los conos de hilo en las filetas de la máquina, asegurándose de que estén fijos y sin movimientos que puedan generar desconexiones o tensión irregular.
- Pasar el hilo cuidadosamente desde el cono, a través de las guías, platinas y alimentadores, según el trazado establecido para ese equipo.
- Realizar una prueba de alimentación previa con máquina detenida para verificar que el hilo se desplace sin atascarse ni presentar tensión excesiva.
- Retirar nudos, impurezas o daños detectados en el hilo antes del inicio.

#### **c. Arranque de máquina**

- Realizar un encendido progresivo, incrementando la velocidad gradualmente hasta alcanzar las revoluciones de trabajo indicadas.
- Observar detenidamente la formación inicial de tela para identificar defectos como rayas, pliegues, doble hilo o roturas tempranas.

- Verificar que la rotación sea en el sentido correcto y que no haya vibraciones o ruidos anómalos.

#### **d. Monitoreo durante la operación**

- Realizar inspecciones visuales periódicas del tejido para detectar imperfecciones como puntos faltantes, orificios, falla de aguja, hilos rotos, contaminación entre otros.
- En caso de que se rompa un hilo del alimentador, retirar inmediatamente hilos rotos y realizar empalmes limpios para evitar defectos y paros prolongados.
- El operario de tejido se percata de una falla de aguja mediante el sensor de la máquina por lo cual para automáticamente y luego procede a mover la máquina manualmente para la ubicación de la aguja rota.
- Una vez ubicada la aguja se procede al cambio de misma por una nueva.
- En caso de una platina rota se pone fuera de operación a la máquina y luego procede por una nueva y se reanuda el trabajo de la máquina.
- Mantener comunicación constante con el equipo de mantenimiento para anticipar o corregir fallas.
- Cumplir con los procedimientos de seguridad, evitando el acceso no autorizado a la máquina durante operación.

#### **e. Cambio de rollo**

- Al concluir el tejido del rollo, se observa el encendido del indicador contador que señala la finalización del metraje asignado al rollo.
- Proceder a borrar o resetear el contador correspondiente para iniciar el conteo del siguiente rollo sin errores.
- Colocar una señal identificativa consistente en un hilo de color, adherido cuidadosamente a una hebra del tejido, para marcar el punto de inicio de la siguiente etapa.

- Asegurar que el hilo de color esté bien fijado y visible para facilitar el seguimiento en las siguientes operaciones.
- Ejecutar limpieza minuciosa interna y externa de la máquina, eliminando pelusas, residuos o acumulaciones que puedan afectar la próxima puesta en marcha, mediante sopleteo con aire comprimido y con un paño limpiar la bancada de la máquina y afectar la calidad del tejido.
- Poner en funcionamiento la máquina para realizar cuatro revoluciones completas del cilindro o sistema circular de tejido, manteniendo vigilancia sobre el comportamiento del hilo de color y la tela.
- Posteriormente, detener la máquina de forma segura.
- Romper cuidadosamente el hilo de color que se utilizó como señal, asegurándose que esta acción no genere daños en el tejido ni el mecanismo.
- Volver a poner en marcha la máquina, permitiendo que el tejido avance hasta que la señal (hilo de color) regrese a la posición inicial o predeterminada para la siguiente operación.
- Verificar visualmente que la señal haya llegado correctamente a su lugar y que el tejido continúe sin defectos.
- Abrir completamente las puertas protectoras de la máquina para acceder de manera segura a la zona de enrollado del rollo de tela.
- Identificar la señal situada en el tejido, compuesta por dos vueltas de hilo de color por encima y dos vueltas por debajo.
- Realizar el corte de la tela justo sobre esa sección marcada para asegurar la correcta separación y referencia visual.
- Retirar cuidadosamente el rollo completo de tela de la máquina, evitando roces o daños tanto en el material como en el equipo y reanudar la operación.

**f. Pesaje del rollo terminado e ingreso al sistema**


- Tras extraer el rollo de la máquina, llevarlo a la estación designada para pesaje en el área de ingreso de producción.
- Utilizar la balanza calibrada para obtener el peso neto del rollo del tejido crudo.
- Acceder al sistema AS2 con las credenciales autorizadas del personal de producción.
- Registrar la producción ingresando el número de Orden de Fabricación de Tejido (OFT) asignada a ese lote.
- Introducir datos relevantes del rollo, nombre del operador.
- Confirmar el ingreso en el sistema para asegurar la trazabilidad y control actualizado de la producción.
- Imprimir la etiqueta que contiene información clave como número de lote, peso, fecha y código identificativo del rollo.

**4. Registros**

- No aplica.

Elaborado por Oscar Canchig	Revisado por Supervisor Tejeduría	Aprobado por Jefe de Planta

## Procedimiento de inspección final y clasificación del tejido

	<b>Proceso tejeduría</b>	<b>Revisión: 00</b>
	<b>Procedimiento de inspección final y clasificación del tejido</b>	<b>Fecha: 15-07-25</b>
	<b>PRO-TEJ-004</b>	<b>Páginas: 1-6</b>

### Control de cambios

Revisión	Cambios detallados	Fecha	Responsable

### 1. Objetivo

Ejecutar la inspección final visual del tejido crudo utilizando máquina revisadora con luz, con el fin de identificar y clasificar defectos conforme a los niveles de calidad establecidos y registrar los resultados obtenidos para asegurar la conformidad del producto antes de su almacenamiento o despacho, garantizando el cumplimiento de los estándares de calidad definidos en el proceso.

### 2. Alcance

Este procedimiento es aplicable a todas las actividades realizadas desde la finalización del proceso de tejido hasta la clasificación final del rollo de tela cruda, incluyendo la inspección visual en máquina revisadora de luz, identificación y clasificación de defectos, registro de resultados y la preparación del producto para su almacenamiento en la bodega de tela cruda.

### 3. Términos y definiciones

**Tela calidad 1:** Rollo inspeccionado sin defectos, estos cumplen con todas las especificaciones técnicas y estándares de calidad establecidos, considerado apto para el

almacenamiento temporal en bodega de tela cruda previo a la entrega al siguiente proceso que es tintorería.

**Tela Calidad 1 con observación:** Rollo con defectos menores identificados durante la inspección visual final, estos defectos no afectan la funcionalidad ni la integridad del producto.

**Tela Calidad 2:** Rollo identificado con defectos graves durante la inspección visual final, tales como orificios, manchas, caída significativa del tejido o cualquier otra condición que comprometa la calidad y funcionalidad del producto.

#### **4. Responsables**

- Revisor de tejido crudo
- Operario de máquina de tejido
- Supervisor de tejeduría
- Bodeguero de tela cruda

#### **5. Descripción detallada del procedimiento**

##### **5.1 Recepción del rollo terminado**

- El rollo de tela terminado es transferido por parte del operario de máquinas de tejido desde el área de tejido hasta el área de inspección final.
- Cada rollo debe estar correctamente identificado con la etiqueta de producción, que incluye datos como número de rollo, lote, peso, operador, registrado en sistema AS2, operador responsable y número de máquina utilizada.
- Se valida la integridad de la etiqueta y la correspondencia con los registros de producción antes de trasladar el rollo a la máquina revisadora.

##### **5.2. Preparación para inspección en máquina de revisión**

- El revisador de tejido crudo despliega el rollo completo sobre la mesa de la máquina de inspección equipada con iluminación directa para resaltar cualquier irregularidad en la tela.
- Se asegura que la superficie del tejido esté completamente extendida y sin arrugas o dobleces que puedan dificultar la inspección.
- La inspección debe cubrir como mínimo el 100% del largo del rollo para garantizar una revisión exhaustiva y completa.

### 5.3. Inspección visual y detección de defectos

El revisador de tejido crudo se inspecciona minuciosamente, observando continuamente toda la superficie del tejido, para garantizar así la uniformidad en la aplicación de los criterios de evaluación de calidad y empleara un código a los defectos identificados durante la inspección con el fin de asegurar uniformidad en la evaluación y facilitar el registro y análisis de calidad, y esta busca determinar defectos como:

- **Orificios (OR-01):** Agujeros o roturas en el tejido que afectan su integridad mecánica.
- **Fallas de aguja (FA-02):** Defectos generados por imperfecciones en la aguja de la máquina, como puntos saltados o tejidos inconsistentes.
- **Doble hilo (DH-03):** Presencia de doble hilado o entrelazado incorrecto que afecta la uniformidad del tejido.
- **Manchas de aceite (MA-04):** Presencia de residuos o manchas de aceite que comprometen la apariencia y calidad.
- **Caídas de tejido (CT-05):** Áreas donde el tejido se ha caído o distorsionado, generando debilidades.
- **Rayas o falta de homogeneidad (RF-06):** Desuniformidad en la textura o patrón del tejido, que puede afectar la apariencia o funcionalidad.

- **Contaminación (CO-07):** Se denomina contaminación a la presencia de fibras ajenas, en color o tipo, que no pertenecen a la composición original del tejido y que afectan su calidad visual y funcional
- **Barrado (BA-08):** son bandas horizontales o franjas visibles en la tela que presentan diferencias de color o tonalidad en comparación con el resto del tejido.
- **Telas sin licra (SL-09):** presentan defectos originados por la ausencia del elastómero que aporta elasticidad y recuperación

Cada rollo que presente un defecto debe identificarse con etiqueta adhesiva fosforescente y esta debe estar adherida a la etiqueta de trazabilidad para su fácil localización posterior.

#### **5.4. Clasificación del rollo según nivel de defectos detectado**

La clasificación lo realiza el revisador de tejido crudo, se basa en la cantidad, tipo y severidad de los defectos observados durante la inspección:

**Clase calidad 1:** Rollo sin defectos visibles, cumpliendo con todos los estándares de calidad establecidos.

**Clase calidad 1 adjunta etiqueta fosforescente:** Rollo con defectos menores, con un máximo de 3 defectos menores por cada rollo inspeccionados, puesto que estos defectos no afectan la funcionalidad del tejido y el rollo queda sujeto a aprobación para su liberación.

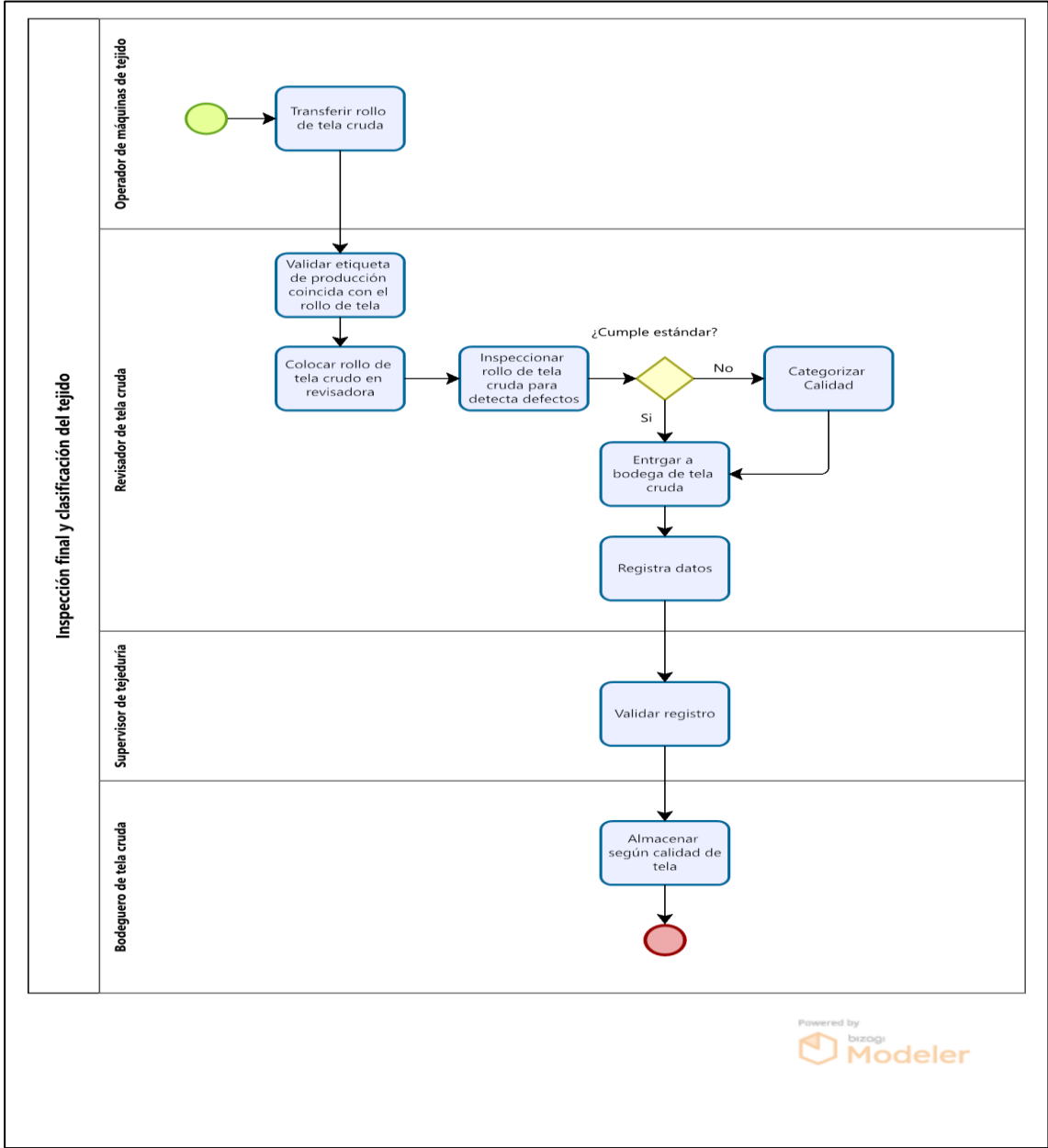
**Clase calidad 2:** Rollo con defectos graves que exceden los límites de tolerancia (orificios, manchas extensas, caída significativa de tejido, entre otros.), el cual requiere ser segregado para la disposición especial conforme a protocolos internos.

#### **5.5. Registrar en formato de inspección final**

Todos los datos relevantes del rollo inspeccionado se registran de forma precisa en el Formato de Inspección Final, donde el supervisor de tejeduría valida los datos y estos datos son ingresados a una hoja de cálculo de Excel para el análisis y toma de acciones.

Finalmente se entrega la tela revisada y clasificada al bodeguero de tela cruda para su respectivo almacenamiento.

**6. Diagrama de flujo**



## 7. Indicadores


<b>Objetivo:</b> Evaluar la proporción de rollos que presentan defectos durante el proceso de inspección, con el fin de monitorear la calidad del tejido y tomar decisiones correctivas a tiempo					
<b>Nombre</b>	% de Rollos con defectos				
<b>Descripción</b>	Mide el porcentaje de rollos que presentan algún tipo de defecto después del proceso de tejido. Este indicador permite evaluar el nivel de conformidad del producto y determinar la eficacia del control de calidad aplicado.				
<b>Fórmula de cálculo</b>	<b>Fuente verificación</b>	<b>Responsable indicador</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Meta</b>	<b>Responsable análisis</b>
	Reportes de inspección final	Supervisor de tejeduría	Mensual	≥ 95%	Supervisor de tejeduría
$\left( \frac{\text{N}^\circ \text{ rollos con defectos detectados}}{\text{N}^\circ \text{ total de rollos inspeccionados}} \right) \times 100$					

## 8. Registros

- Registros de inspección final, FOR-TEJ-003

Elaborado por Oscar Canchig	Revisado por Supervisor Tejeduría	Aprobado por Jefe de Planta

## Registro de inspección final

 <small>INDUSTRIA TEXTIL LATINOAMERICANA C. LTDA.</small>	<b>Proceso Tejeduría</b>	<b>Revisión: 00</b>
	<b>Registro de inspección final</b>	<b>Fecha: 15-07-25</b>
	<b>REG-TEJ-004</b>	<b>Páginas: 1-1</b>


Defecto	Código
Orificios	OR-01
Falla de aguja	FA-02
Doble hilo	DH-03
Manchas de aceite	MA-04
Caída de tejido	CT-05
Rayas o falta de homogeneidad	RF-06
Contaminación	CO-07
Barrado	BA-08
Tela sin licra	SL-09

Fecha	M	# Rollo	OR-01	FA-02	DH-03	MA-04	CT-05	RF-06	CO-07	BA-08	SL-09	Disposición	Operador	Turno
5/8/25	1	2966542		1									DC	1
5/8/25	2	2966965	1				1						CA	1
5/8/25	3	2966901				1							CC	1
5/8/25	4	2966416	1										OC	1
5/8/25	5	2968206	1										PR	1

**Responsable de la revisión:** Oscar Canchig

Elaborado por Oscar Canchig	Revisado por Supervisor Tejeduría	Aprobado por Jefe de Planta

## Procedimiento de control de rendimiento (m/kg)

	<b>Proceso tejeduría</b>	<b>Revisión: 00</b>
	<b>Procedimiento de control de rendimiento (m/kg)</b>	<b>Fecha: 15-07-25</b>
	<b>PRO-TEJ-005</b>	<b>Páginas: 1-5</b>

### Control de cambios

Revisión	Cambios detallados	Fecha	Responsable

### 1. Objetivo

Garantizar que todos los tipos de tejido cumplan con los parámetros establecidos de rendimiento expresados en metros lineales por kilogramo (m/kg).

### 2. Alcance

Abarca todas las actividades comprendidas desde la clasificación inicial de los diferentes tipos de tejido, basándose en sus características técnicas como, ancho y composición, hasta el traslado final y entrega conforme a la bodega de tela cruda.

### 3. Términos y definiciones

**m/kg (metros lineales por kilogramo):** Unidad de medida que indica la cantidad de metros lineales de tejido que se obtienen por cada kilogramo de material. Es un parámetro fundamental para evaluar el rendimiento del tejido, calculado en base al peso del rollo de tela (kg) y el ancho (m) del tejido.

**Lote:** Conjunto de rollos de tela agrupados bajo un mismo código o identificación que comparten características técnicas homogéneas.

#### **4. Responsables**

- Supervisor de Tejeduría
- Revisor de tejido cruda
- Bodeguero de tela cruda

#### **5. Descripción detallada del procedimiento**

##### **5.1. Pesaje y medición individual de rollos**

- Es responsabilidad del operario de máquinas de tejido pesar el rollo completo sobre la báscula, asegurándose que se encuentre en posición estable para evitar errores en la medición.
- Generar en el sistema AS2, la etiqueta de acuerdo a la OFT asignada y coloca el rollo del tejido en el área de revisión final.
- Es responsabilidad del revisador de tejido crudo medir el ancho de tela con el flexómetro asignado.
- Colocar el rollo en la bandeja de entrada a la máquina revisadora, encerrar él cuenta metros, pasar por los rodillos transportadores y proceder contabilizar los metros lineales que contiene el rollo de tela, en este punto se tiene que verificar que exista tensiones en la trayectoria de la bandeja de entrada a los rodillos transportadores para que el resultado se confiable.
- Anotar los valores de peso y longitud para su posterior cálculo.

##### **5.2. Cálculo de la relación metros por kilogramo (m/kg)**

Es responsabilidad del revisador de tejido crudo realizar esta actividad, con el peso del rollo y los metros lineales del rollo se procede a calcular el rendimiento de ese tipo de tejido.

$$\text{Rendimiento (m/kg)} = \frac{\text{Longitud total del rollos (m)}}{\text{Peso neto del rollo (kg)}}$$

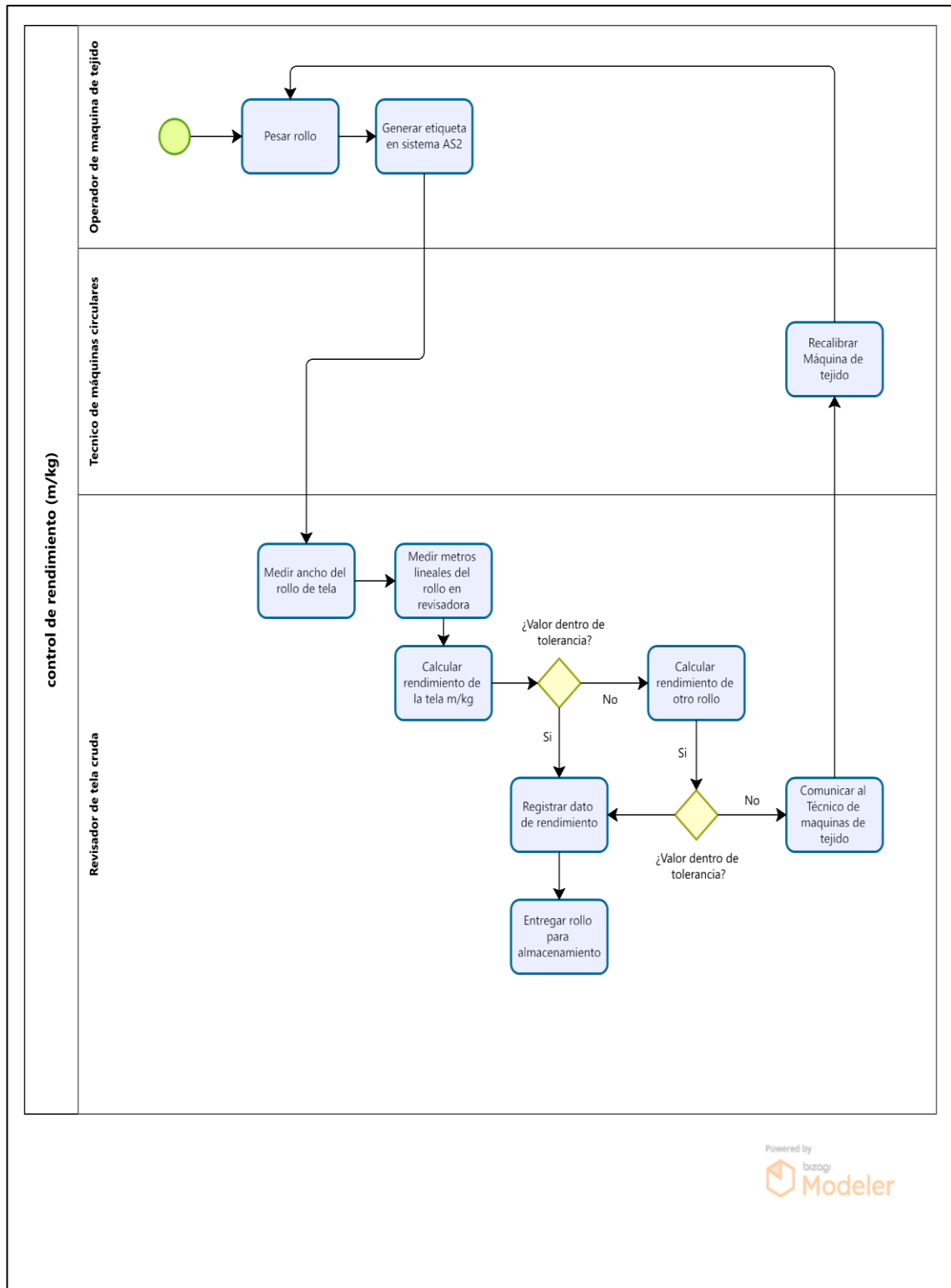
Donde:

Longitud total del rollo (m) = los metros lineales que contiene el rollo en metros

Peso neto del rollo (kg) = peso total del rollo de tela en kilogramos

- Realizar control de calidad del cálculo y registrar en el Formato Control de Rendimiento (m/kg), Interpretar el valor calculado para identificar desviaciones respecto a los estándares de fabricación o especificaciones técnicas del tipo de tela que se encuentra en la Tabla de Rendimientos de Tela Cruda.
- Verificar que el valor m/kg calculado esté dentro del rango de tolerancia permitido.
- En caso de desviación fuera de rango realizar una inspección adicional para determinar causas de inconformidad.
- En caso de reincidir en la desviación comunicar al técnico de máquinas de tejido para definir acciones correctivas o disposición final del rollo.
- Registrar datos en Formato Control de Rendimiento.
- Los datos digitalizar en un formato de Excel para su análisis estadístico y trazabilidad.
- Entregar rollo de tela a bodeguero de tela cruda para su almacenamiento.

## 6. Diagrama de flujo



## 7. Indicadores


<b>Objetivo:</b> Controlar que los rollos producidos cumplan con las especificaciones técnicas establecidas, asegurando la calidad del producto.					
<b>Nombre</b>	% de rollos fuera de especificación				
<b>Descripción</b>	Evalúa el porcentaje de rollos que presentan desviaciones en los parámetros técnicos como ancho, gramaje, tipo de tejido, comparados con la tabla de especificaciones técnica.				
<b>Fórmula de cálculo</b>	<b>Fuente verificación</b>	<b>Responsable indicador</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Meta</b>	<b>Responsable análisis</b>
	Registro control de rendimientos (m/kg)	Supervisor de tejeduría	Mensual	≤ 5%	Supervisor de tejeduría
$\left( \frac{\text{N}^\circ \text{ rollos fuera de especificación}}{\text{N}^\circ \text{ total de rollos inspeccionados}} \right) \times 100$					

## 8. Registros

- Tabla de rendimiento de tela cruda
- Registro control de rendimiento - REG-TEJ-004

Elaborado por Oscar Canchig	Revisado por Supervisor Tejeduría	Aprobado por Jefe de Planta


## Registro de control de rendimientos m/kg

 <small>INDUSTRIA TEXTIL LATINOAMERICANA C. LTDA.</small>	<b>Proceso Tejeduría</b>	<b>Revisión: 00</b>
	<b>Registro de control de rendimientos m/kg</b>	<b>Fecha: 15-07-25</b>
	<b>REG-TEJ-005</b>	<b>Páginas: 1-1</b>

Fecha	Máq	N° rollo	Tejido	Ancho (m)	Longitud (m)	Peso rollo (kg)	Rendimiento (m/kg)	Turno	Responsable
5/8/25	1	3462994	F180		40,94	22.66	1,80	1	VG
5/8/25	2	3462968	F180		39,64	22.56	1,75	1	VG
5/8/25	3	3462982	J3.00		69,50	22.36	3,10	1	VG
5/8/25	4	3463009	J3.5		59,78	22.44	3,56	1	VG
5/8/25	5	3463008	PQ		48,50	22.34	2,17	1	VG

Elaborado por Oscar Canchig	Revisado por Supervisor Tejeduría	Aprobado por Jefe de Planta


## Tabla rendimiento de tela cruda

 <small>INDUSTRIA TEXTIL LATINOAMERICANA C. LTDA.</small>	<b>Proceso Tejeduría</b>	<b>Revisión: 00</b>
	<b>Tabla rendimiento de tela cruda</b>	<b>Fecha: 15-07-25</b>
	<b>TAB-TEJ-001</b>	<b>Páginas: 1-1</b>

<b>Producto</b>	<b>Ancho (cm)</b>	<b>Rendimiento (m/kg)</b>
<b>Tolerancia</b>	<b>+/-1 cm</b>	<b>+/-6 cm</b>
Fleece	121	<b>1,84</b>
Fleece 102	125	<b>1,79</b>
FLeece sin perchar	106	<b>1,93</b>
Tooper	125	<b>1,90</b>
Jersey 3,00	103	<b>3,10</b>
Jersey 3,50	102	<b>3,50</b>
Jersey 4.2	98	<b>4,44</b>
Jersey 120 x 2,30	143	<b>2,40</b>
Jersey 120 x 2,10	150	<b>2,15</b>
Jersey spun	105	<b>3,30</b>
Jersey Algodón	143	<b>2,35</b>
Pique	117	<b>2,20</b>
Pique nido	121	<b>2,65</b>
Keyla	136	<b>2,00</b>
Wafer	255	<b>2,55</b>
Alemania	97	<b>4,20</b>
Alemania 120	112	<b>3,66</b>
Lluvia	112	<b>4,77</b>
James	119	<b>4,41</b>
Microfibra 120	115	<b>3,54</b>
Roma	102	<b>4,90</b>
Roma mundial	118	<b>4,15</b>
Ribb acanalado	48	<b>2,64</b>
Ribb normal	55	<b>4,20</b>
Ribb spun	60	<b>4,60</b>

Elaborado por Oscar Canchig	Revisado por Supervisor de tejeduría	Aprobado por Jefe de planta
--------------------------------	---	--------------------------------

## Procedimiento de mantenimiento preventivo de máquinas circulares

 INDUSTRIA TEXTIL LATINOAMERICANA C. LTDA.	<b>Proceso tejeduría</b>	<b>Revisión: 00</b>
	<b>Procedimiento de mantenimiento preventivo de máquinas circulares</b>	<b>Fecha: 15-07-25</b>
	<b>PRO-TEJ-006</b>	<b>Páginas: 1-6</b>

### Control de cambios

Revisión	Cambios detallados	Fecha	Responsable

### 1. Objetivo

Definir los lineamientos técnicos y procedimientos operativos para la ejecución del mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo en máquinas circulares de gran diámetro, asegurando la óptima funcionalidad, exactitud operacional y la extensión sostenida de la vida útil de los equipos.

### 2. Alcance

Abarca todas las máquinas circulares de gran diámetro localizadas en el área de tejeduría de la planta INTELA.

### 3. Términos y definiciones

- **Mantenimiento preventivo:** Actividad programada para evitar fallas mediante limpieza, lubricación, ajuste y verificación de componentes.
- **Técnico de mantenimiento:** Personal encargado de realizar las tareas técnicas del mantenimiento.
- **Operario de tejido:** Encargado del uso de la máquina y de reportar anomalías.

### 4. Responsables

- Técnico de mantenimiento de circulares
- Ayudante de mantenimiento de circulares
- Operario de máquina de tejido

## **5. Descripción detallada del procedimiento**

### **5.1. Mantenimiento Preventivo**

El mantenimiento preventivo en máquinas circulares de gran diámetro se realiza con el fin de garantizar la continuidad operativa y evitar fallas inesperadas mediante labores programadas y evitar defectos en el tejido.

### **5.2. Limpieza Diaria**

Es responsabilidad del operario de máquinas de tejido detener la máquina antes de iniciar la limpieza.

- Realizar la limpieza de la maquina cada cambio de rollo de tejido esto implica con aire comprimido sopletear la maquina con la finalidad de retirar partículas de fibra, polvo, residuos en el cilindro de la máquina, platinas, agujas, alimentadores.
- Con un paño retirar la acumulación de aceite el cilindro y de la bancada de la máquina para evitar que haya contaminación de aceite en el tejido.
- Verificar y limpiar el sistema neumático, asegurándose de eliminar humedad o suciedad que pueda afectar el desempeño.

### **5.3. Planificación semanal de mantenimiento**

El técnico de mantenimiento de circulares elabora un cronograma semanal de mantenimiento en función a las horas de trabajo de las máquinas de tejido, en el que se especifican las máquinas que serán objeto de mantenimiento preventivo. Este calendario se

comunica con antelación al supervisor del área de tejeduría para coordinar las actividades y minimizar interrupciones en la producción.

#### **5.4. Preparación para Parada de Máquina**

El operario de máquinas de tejido encargado concluye la producción del rollo en curso y libera la máquina, dejándola disponible para realizar las labores de mantenimiento previstas.

#### **5.5. Desconexión de Suministros**

Previo a cualquier intervención, el técnico de mantenimiento de circulares realiza la desconexión segura de la fuente eléctrica y del sistema de aire comprimido, garantizando condiciones seguras para el personal y el equipo.

#### **5.6. Limpieza General**

- El ayudante de mantenimiento de circulares procede al desmontaje de los elementos que componen el cilindro de la máquina.
- Procede a eliminar residuos textiles, polvo, grasa y pelusa acumulados principalmente en zonas críticas como platinas, platillos, agujas y canaletas, utilizando las herramientas adecuadas.
- Se aplican los lubricantes recomendados para piezas móviles, tales como guías y levas, atendiendo estrictamente las indicaciones del manual del fabricante para asegurar la correcta operación y prolongar la vida útil de los componentes.

#### **5.7. Verificación y Revisión de Componentes Clave**

- El técnico de mantenimiento de circulares es responsable de verificar el ajuste y control de tensión en correas de transmisión para evitar deslizamientos o fallos.
- Comprobación del nivel de aceite en motores, cuando sea aplicable, garantizando el correcto nivel y reemplazo si se requiere.

- Inspección del sensor de parada para confirmar su funcionamiento y respuesta.
- Evaluación visual y funcional de agujas y platinas en busca de desgaste.
- Cualquier daño detectado durante la inspección se documenta. Si la pieza presenta un daño menor que permita su sustitución inmediata, el técnico procederá a reemplazarla, previa autorización del supervisor. En caso de daños mayores, se informa para coordinar acciones correctivas.

#### **5.8. Prueba en Vacío**

- Una vez finalizadas las labores de mantenimiento, se enciende la máquina sin carga (sin hilo) para confirmar que todos los sistemas funcionan correctamente y sin anomalías.

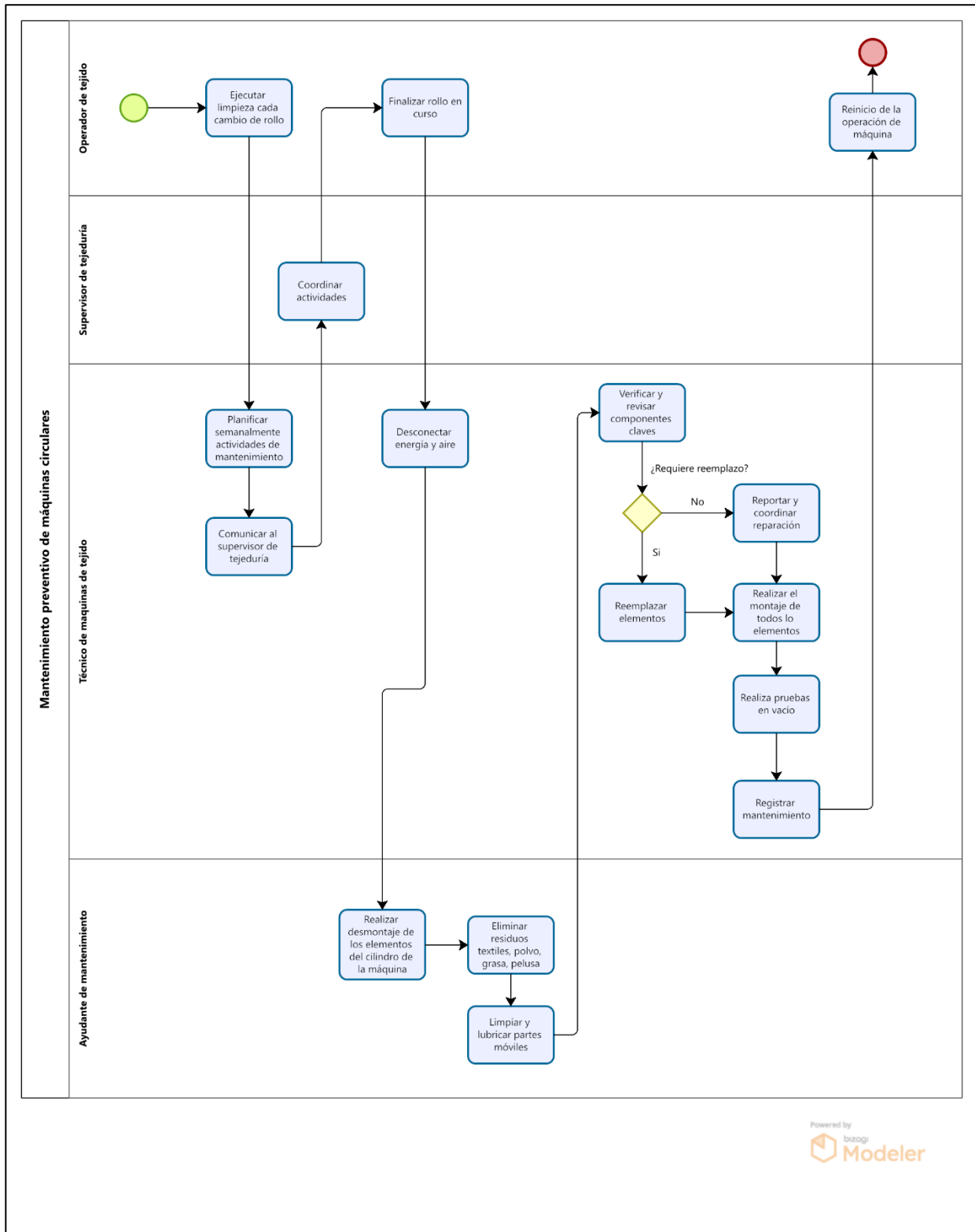
#### **5.9. Registro del Mantenimiento**

El técnico de mantenimiento de circulares completa el formulario de mantenimiento, consignando la fecha, máquina intervenida, actividades realizadas y observaciones relevantes, asegurando trazabilidad y control documental.

#### **5.10. Reinicio de Operaciones**

El operario de máquinas de tejido verifica que la máquina se encuentra operativa y en condiciones óptimas para retomar la producción, iniciando con una nueva orden de trabajo.

## 6. Diagrama de flujo



## 7. Indicadores


<b>Objetivo:</b> Asegurar la ejecución efectiva del plan de mantenimiento preventivo en las máquinas circulares, con el fin de garantizar la continuidad operativa, minimizar paros no programados y la calidad del tejido.					
<b>Nombre</b>	% de cumplimiento del plan de mantenimiento				
<b>Descripción</b>	Evalúa el grado de cumplimiento mensual del cronograma de mantenimiento preventivo planificado, mediante el seguimiento de las máquinas programadas y aquellas que efectivamente recibieron mantenimiento.				
<b>Fórmula de cálculo</b>	<b>Fuente verificación</b>	<b>Responsable indicador</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Meta</b>	<b>Responsable análisis</b>
	Cronograma de mantenimiento	Técnico de mantenimiento	Mensual	≥ 95%	Supervisor de tejeduría
$\left( \frac{\text{N}^\circ \text{ máquinas ejecutado el mantenimiento}}{\text{N}^\circ \text{ máquinas programadas}} \right) \times 100$					

## 8. Registros

- Cronograma semanal de mantenimiento preventivo - FOR-TEJ-005
- Formulario de mantenimiento, formato libre

Elaborado por Oscar Canchig	Revisado por Supervisor Tejeduría	Aprobado por Jefe de Planta

## Registro cronograma semanal de mantenimiento

	<b>Proceso Tejeduría</b>	<b>Revisión: 00</b>
	<b>Cronograma semanal de mantenimiento</b>	<b>Fecha: 15-07-25</b>
	<b>REG-TEJ-006</b>	<b>Páginas: 1-1</b>

**Fecha:** 04 al 08 agosto 2025

**Responsable:** Técnico de mantenimiento

Máquina circular	Fecha último mantenimiento	Paro por mantenimiento (h)	Horas trabajo Actual	Fecha paro programado	Observaciones
1	9 junio 2025	1080	1038	4 agosto 2025	
2	10 junio 2025	1080	1014	5 agosto 2025	
3	11 junio 2025	1080	990	6 agosto 2025	
4	12 junio 2025	1080	966	7 agosto 2025	
5	23 junio 2025	900	756	8 agosto 2025	
6					
7					
8					
9					

**Nota.**

### Puntos a considerar antes de realizar el mantenimiento

1. Los mantenimientos se realizarán en un periodo aproximado de trabajo según el tipo de hilo a tejer

Elaborado por Oscar Canchig	Revisado por Técnico de mantenimiento	Aprobado por Supervisor de tejeduría

## **Resultados esperados**

Con la implementación integral de la propuesta técnica presentada en el área de tejeduría de Intela, la empresa espera lograr una reducción significativa de los defectos más críticos en el área de tejeduría, en el porcentaje de rollos defectuosos, reduciéndolo del 9.5% al 5%, especialmente aquellos vinculados a orificios, fallas de aguja y caída de tejido, los cuales fueron identificados como prioritarios mediante el análisis de Pareto, lo que generará un ahorro anual evitando la generación de reclasificaciones y desperdicios. Se anticipa una mejora sustancial en la calidad del tejido, gracias a un enfoque preventivo que inicia con el control riguroso de la materia prima incluyendo inspección, mediante estadísticas USTER, verificando de título del hilo hasta el seguimiento en línea del proceso mediante inspecciones periódicas y registros digitalizados.

Además, se anticipa un impacto positivo en el rendimiento del tejido (m/kg) mediante la estandarización y el monitoreo continuo de la configuración de las máquinas, ajustadas según el tipo de hilo y tela, esta práctica reducirá la variabilidad entre lotes, favoreciendo una mayor eficiencia en el aprovechamiento del recurso textil. El fortalecimiento del mantenimiento preventivo contribuirá a minimizar paradas no planificadas y defectos derivados del desgaste de los elementos mecánicos de los equipos.

La estandarización de seis procedimientos técnicos, sumado el talento humano, se proyecta un aumento en el nivel de autonomía técnica del personal gracias al plan de capacitación semestral planteado, que contempla contenidos sobre calidad, mantenimiento autónomo y análisis de defectos, con un enfoque práctico y participativo, lo que asegurará la uniformidad en la ejecución de tareas y la reducción de errores operativos. Adicionalmente, la implementación de formatos estructurados para el control de calidad, trazabilidad digital mediante códigos de barras, e indicadores de cumplimiento permitirán una mejor toma de decisiones basada en datos cuantitativos permitiendo así mejorar la calidad y detectar

oportunamente desviaciones, fortaleciendo la retroalimentación entre áreas clave como tejeduría, tintorería y acabados. En conjunto, la propuesta busca consolidar un sistema de gestión de calidad más robusto, preventivo y sostenible, alineado con los objetivos estratégicos de productividad y mejora continua de la empresa.

La disminución de defectos en los rollos de tela especialmente en los que se ha identificado como críticos (orificios, fallas de aguja y caída de tejido), tiene un impacto sobre el rendimiento de los tejidos expresado en metros lineales por kilogramo, destacando que cada defecto trae como consecuencia la pérdida de material o la necesidad de reclasificación genera una disminución efectiva de los metros utilizables por rollo, afectando la eficiencia global del proceso de tejeduría. En este contexto, mantener un control riguroso de calidad a través de inspecciones finales y clasificación de rollos de acuerdo con la severidad de defectos representa una manera de incrementar el rendimiento esperado.

Los indicadores de calidad propuestos anteriormente como el porcentaje de rollos con defectos, el porcentaje de rollos fuera de especificación, monitorear cuantitativamente la eficiencia del control de calidad y así reducir el número de rollos con defectos, disminuyendo las pérdidas del material y los retrabajos, lo que se traduce en rollos más completos y uniformes generando un efecto positivo sobre el indicador del rendimiento m/kg, considerando que el peso del rollo y la longitud de tela inspeccionada constituyen un uso más eficiente de la materia prima evitando desviaciones con base a los estándares establecidos en la tela.

Finalmente, implementar procedimientos estandarizados capacitar al personal y digitalizar los registros facilitan la correlación entre la reducción de defectos y la mejora del rendimiento es decir el monitoreo continuo de los parámetros de máquina y trazabilidad de cada rollo facilitan la identificación de patrones que puedan afectar la producción con el fin de optimizar ajustes en tiempo real de modo que la gestión de defectos mejora la calidad estática del tejido así como incrementa la productividad y eficiencia del trabajo.

## Cronograma de implementación

Tabla 8

*Actividades para la implementación del nuevo sistema de control de calidad*

Actividad	Octubre 25	Noviembre 25	Diciembre 25
Levantamiento del proceso de tejeduría con herramienta SIPOC	X		
Diagnóstico de defectos con diagrama de Pareto	X		
Revisión técnica de maquinaria (setup, mantenimiento preventivo)	X	X	
Elaboración y validación de formatos de control de calidad		X	
Capacitación al personal sobre nuevos formatos y procedimientos		X	
Implementación del control en línea y de registros en planta		X	X
Seguimiento y ajuste del nuevo proceso de control de calidad			X
Análisis de resultados y comparación con situación anterior			X
Elaboración del informe final de implementación			X

**Nota.** El cronograma detalla las actividades clave distribuidas en el último trimestre,

Elaborado por el investigador, 2025.

## Análisis de costos

La incorporación de los cambios sugeridos al sistema de control de calidad en el departamento de tejido conlleva gastos relacionados con el personal, materiales, capacitación y algunas modificaciones técnicas. Aquí están los componentes clave.

Tabla 9

*Matriz de costos*

Detalle	Cantidad	Costo unitario (USD)	Costo total (USD)
Procedimiento para el proceso de tejeduría	1	200	200
Procedimiento de calibración de máquinas circulares	1	180	180

Procedimiento tejido continuo y monitoreo de producción	1	150	150
Procedimiento de inspección final y clasificación del tejido	1	120	120
Procedimiento de control de rendimiento (m/kg)	1	130	130
Procedimiento de mantenimiento preventivo de máquinas circulares	1	170	170
Subtotal procedimientos			<b>950</b>
Insumo 1: Papelería e impresión	1	50	50
Insumo 2: Material didáctico para capacitaciones	1	70	70
Subtotal insumos			120
Capacitación del personal (15 personas)	1	150	150
Soporte técnico externo (mantenimiento máquinas)	1	300	300
<b>Total general</b>			<b>1.520</b>

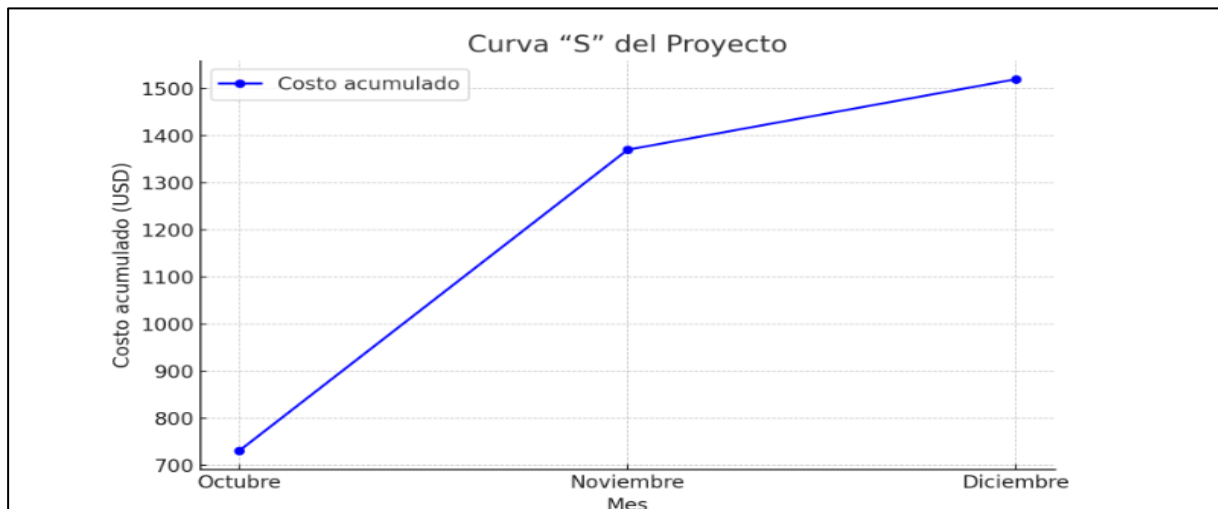
**Nota.** La tabla detalla los costos directos asociados a la implementación para la mejora del sistema de control de calidad, Elaborado por el investigador, 2025.

### **Análisis de costo y tiempo (Curva “S”)**

La Curva “S” permite visualizar el avance acumulado de la inversión a lo largo del tiempo y relacionarla con el cronograma de ejecución. A continuación, se muestra la figura resumen con el acumulado mensual de acuerdo a la tabla anterior como se puede observar en la Figura 8:

## Figura 8

### Curva "S"



**Nota.** Elaboración propia. La gráfica muestra la evolución acumulada del costo del proyecto de mejora, Elaborado por el investigador, 2025.

La curva S, muestra el progreso realizado en relación con el tiempo y los gastos realizados mensualmente. El gráfico muestra el mayor gasto durante el primer mes (octubre). Este gasto corresponde a la fase de implementación y capacitación; luego, en noviembre, esta fase se completa, pero con una inversión reducida. No hay inversión adicional para diciembre, ya que el trabajo se limita a actividades de monitoreo y evaluación.

### ***Determinación del VAN y TIR***

Con el fin de evaluar la viabilidad a nivel financiero de la propuesta abordada se ha considerado emplear dos indicadores clave: Beneficio Anual Medio (BAM) y la Tasa Interna de Retorno (TIR), considerando que ambos permiten estimar el impacto económico y rentabilidad de la inversión de la propuesta.

### **Cálculo del VAN (Valor Actual Neto)**

El VAN permite conocer si un proyecto es rentable, genera valor económico, es financieramente viable, y cuál es su valor presente neto.

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+r)^t} - I$$

Donde:

$F_t =$  flujo neto de beneficio en el año  $t$

$r =$  tasa de descuento (10%)

$t =$  año o periodo

$I =$  inversión inicial (1520 USD)

$n =$  Número de periodos (5 años)

**Inversión inicial (Año 0): 1.520 USD**

**Tasa de descuento (k): 15%**

FLUJO PROYECTADOS				
AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
500 USD	550 USD	600 USD	650 USD	700 USD

$$VAN = \frac{500}{(1+0,15)^1} + \frac{550}{(1+0,15)^2} + \frac{600}{(1+0,15)^3} + \frac{650}{(1+0,15)^4} + \frac{700}{(1+0,15)^5} - 1520$$

$$VAN = \frac{500}{1,15} + \frac{550}{1,32} + \frac{600}{1,52} + \frac{650}{1,75} + \frac{700}{2,01} - 1520$$

$$VAN = 434,78 + 416,67 + 394,74 + 371,43 + 348,26 - 1520$$

$$VAN = 1965,88 - 1520$$

$$VAN = 445,88 \text{ USD}$$

El VAN es positivo, lo cual genera valor económico.

**Cálculo de la TIR (Tasa Interna de Retorno)**

El TIR es una de las medidas empleadas para conocer la rentabilidad que representa la tasa de descuento que hace que el Valor Actual Neto (VAN) del proyecto sea igual a cero es decir representa la tasa de interés que iguala los flujos netos de efectivo del proyecto con la inversión inicial.

$$TIR = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{FNE_t}{(1 + TIR)^t} - I_0}{n} = 0$$

Donde:

$FNE_i$  = Flujo neto de efectivo en el periodo  $t_i$

$TIR$  = Tasa interna de retorno (desconocida)

$I_0$  = Inversión inicial

$n$  = número de periodos

Se busca la tasa que hace que  $VAN = 0$ , para esto se calcula con dos tasas.

#### Tasa 25%

$$VAN = \frac{500}{(1 + 0,25)^1} + \frac{550}{(1 + 0,25)^2} + \frac{600}{(1 + 0,25)^3} + \frac{650}{(1 + 0,25)^4} + \frac{700}{(1 + 0,25)^5} - 1520$$

$$VAN = \frac{500}{1,25} + \frac{550}{1,56} + \frac{600}{1,95} + \frac{650}{2,44} + \frac{700}{3,05} - 1520$$

$$VAN = 400 + 352,56 + 307,69 + 266,39 + 229,51 - 1520$$

$$VAN = 1556,15 - 1520$$

$$VAN = 36,15 \text{ USD}$$

#### Tasa 30%

$$VAN = \frac{500}{(1 + 0,30)^1} + \frac{550}{(1 + 0,30)^2} + \frac{600}{(1 + 0,30)^3} + \frac{650}{(1 + 0,30)^4} + \frac{700}{(1 + 0,30)^5} - 1520$$

$$VAN = \frac{500}{1,30} + \frac{550}{1,69} + \frac{600}{2,20} + \frac{650}{2,86} + \frac{700}{3,71} - 1520$$

$$VAN = 384,62 + 325,44 + 272,73 + 227,27 + 188,68 - 1520$$

$$VAN = 1398,74 - 1520$$

$$VAN = -121,26 \text{ USD}$$

### Interpolación lineal para la TIR

$$TIR \approx r_1 + \left( \frac{VAN_1}{VAN_1 - VAN_2} \right) X (r_2 - r_1)$$

Donde:

$r_1 =$  Tasa menor que da Van positivo

$r_2 =$  Tasa mayor que da Van negativo

$VAN_1 =$  VAN calculado con la tasa  $r_1$

$VAN_2 =$  VAN calculado con la tasa  $r_2$

$$TIR \approx 25\% + \left( \frac{36,15}{36,15 + 121,26} \right) X (30\% - 25\%)$$

$$TIR \approx 25\% + \left( \frac{36,15}{157,41} \right) X (5\%)$$

$$TIR \approx 25\% + 1,15\%$$

$$TIR \approx 26,15\%$$

### Conclusión

Con un horizonte de cinco años, la inversión demuestra rentabilidad económica. El Valor Actual Neto (VAN) es positivo, lo que indica que el proyecto genera valor económico agregado para la empresa. Además, la Tasa Interna de Retorno (TIR) calculada en 26.15% supera ampliamente la tasa de corte del 15%, confirmando la viabilidad financiera del proyecto y su atractivo desde el punto de vista de inversión.

## **Interpretación del VAN en el contexto de la empresa INTELA**

El VAN positivo calculado a cinco años confirma la rentabilidad y viabilidad financiera del proyecto en INTELA, con recuperación de la inversión acelerada, casi durante el primer o segundo año. Esto se debe a que los beneficios netos anuales, inicialmente 500 USD con incrementos, superan el 30% de la inversión inicial de 1,520 USD, logrando un retorno menor a tres años.

INTELA, con una planta consolidada y alta producción, requiere una inversión baja en proporción a su volumen, lo que la hace viable y estratégica sin afectar su flujo de caja, operativamente, el modelo propuesto busca reducir defectos (hasta 5% mensual).

## Capítulo IV

### Conclusiones y Recomendaciones

#### Conclusiones

- Emplear la herramienta SIPOC facilitó la identificación estructurada de los elementos clave del proceso de tejeduría partiendo de proveedores hasta llegar a los clientes, lo que contribuye a comprender de forma integral el flujo de actividades, insumos, salidas y responsables involucrados. Este tipo de levantamiento destaca la necesidad de estandarizar procedimientos y mejorar los controles en etapas o áreas críticas con la finalidad de asegurar una mayor eficiencia operativa y consistencia en la calidad del tejido.
- El análisis realizado mediante el diagrama de Pareto 80/20 permitió identificar que el 80% de los defectos que ocurren con mayor incidencia en los tejidos de punto, tres son los más representativos, los orificios (40%), fallas de aguja (25%) y caída de tejido (15%). Por ello, es prioritario mencionar que estos defectos están relacionados de manera directa con fallas técnicas en los equipos, insuficiente mantenimiento preventivo y limitaciones en la capacitación del personal. En este contexto y considerando que del 100% de las muestras tomadas el 25,8% está fuera del rango establecido, se determinó, una importante variabilidad en los rendimientos (m/kg), lo que evidencia la necesidad de fortalecer el control del proceso para minimizar desperdicios y mejorar la productividad.
- El diseño de la propuesta de mejora basada en procedimientos operativos estandarizados, instructivos y registros de control y un cronograma previamente estructurado de las actividades a implementar representa una alternativa viable que, contribuye a la optimización del proceso de tejeduría. Además, esta propuesta incorpora acciones técnicas y organizacionales orientadas a garantizar el control de calidad del

tejido, así como a fortalecer una futura trazabilidad del proceso y mejorar el desempeño del personal, contribuyendo a reducir la incidencia de no conformidades.

### **Recomendaciones**

- Se recomienda implementar de manera formal el modelo SIPOC como herramienta de gestión en el área de tejeduría, a fin de mantener una visión sistémica del proceso y facilitar la toma de decisiones basada en datos. Esto incluye mantener actualizados los registros de proveedores, entradas, procesos, salidas y clientes internos.
- Es necesario complementar un programa riguroso de mantenimiento preventivo y correctivo de las máquinas de tejido, acompañado de capacitaciones periódicas al personal técnico, con enfoque en la identificación temprana de defectos y acciones correctivas. Esto contribuirá a disminuir la frecuencia de los defectos más críticos identificados y estabilizar los rendimientos del proceso.
- Finalmente, se recomienda aplicar la propuesta de mejora diseñada, priorizando la socialización e implementación gradual de los procedimientos operativos, el uso sistemático de los registros de control y la evaluación periódica de su eficacia mediante indicadores de calidad establecidos en la propuesta. De igual manera, se sugiere el seguimiento continuo mediante auditorías internas que permitan verificar el cumplimiento de las acciones planteadas y ajustar las estrategias cuando sea necesario.

## Bibliografía

- Blas, C., & Chueca, J. (2024). *Sostenibilidad en la cadena de suministro textil: Una guía práctica para empresas en busca de un futuro más responsable*. Trabajo fin de grado, Universidad Politécnica de Madrid. [https://oa.upm.es/82370/1/TFG\\_CAROLINA\\_VALLE\\_BLAS.pdf](https://oa.upm.es/82370/1/TFG_CAROLINA_VALLE_BLAS.pdf)
- Bonilla, A., Siluk, J., & Michein, C. (2022). *Análisis prospectivo estratégico del sector textil productivo ecuatoriano para incrementar la competitividad en las exportaciones*. Tesis de grado, Universidad Federal de Santa María. <https://journal.espe.edu.ec/ojs/index.php/Sigma/article/view/2827/2242>
- Chávez, L., De la Rosa, S., & Becerra, M. (2024). Diagrama de Pareto. *Boletín de innovación, logística y operaciones*, 52. <https://revistascientificas.cuc.edu.co/bilo/article/download/4920/5363/51627>
- González, A., & Gallardo, G. (2019). Producción textil y su relación con la responsabilidad social corporativa. *Dimensión Empresarial*, 17(1). <https://doi.org/10.15665/dem.v17i1.1591>
- INTELA. (23 de Abril de 2025). *Industria Textil Latinoamericana*. <https://www.intela.com.ec/>
- Lecca, C. (24 de Noviembre de 2023). *Aprende todo sobre la industria textil y su importancia*. <https://www.chio-lecca.edu.pe/blogs/articulos/industria-textil>
- Muñoz, S., Parra, E., & Guaña, E. (2023). Tecnologías de la Información y Comunicación orientadas a la gestión por procesos. *ECA Sinergia*. chrome-extension://efaidnbmninnibpcjpcglclefindmkaj/<https://www.redalyc.org/journal/5885/588575738002/588575738002.pdf>
- Sánchez, E. (2020). *Producción de prendas de vestir en Ecuador en los últimos diez años*. Tesis de grado, Universidad Católica del Ecuador. <https://repositorio.puce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/7fcb4acb-becc-49ca-a59c-44db01ebb609/content>

## ANEXOS

### Anexo 1

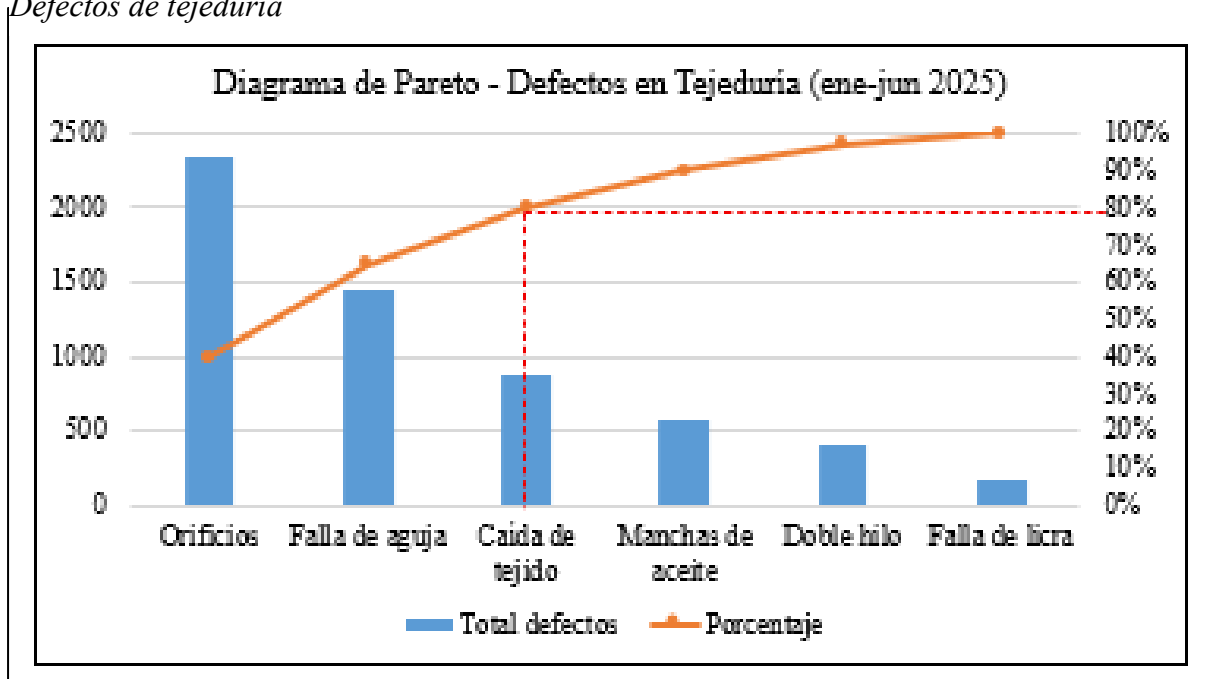
#### Matriz SIPOC del proceso de tejeduría

SIPOC para el Proceso de Tejeduría en INTELA		
Elemento	Descripción	INTELA
S – (Suppliers)	Proveedores que suministran materia prima, repuestos o insumos al área de tejeduría.	1) MORE HUMAN: proveedor de hilo importado Kanwual (20/1Ne, 22/1Ne, 24/1Ne) 2) ARIESCOPE: proveedor de hilo importado PT (20/1Ne, 22/1Ne, 24/1Ne)
I – (Inputs)	Materiales, documentos o insumos que se necesitan para ejecutar el proceso.	1) Hilo de mezcla poliéster 65% -algodón 35% Peinado, 20/1Ne, 22/1Ne, 24/1Ne, Kangual 2) Hilo de mezcla poliéster 65% -algodón 35% Peinado, 20/1Ne, 22/1Ne, 24/1Ne, PT
P – (Process)	Actividades clave del proceso productivo, desde el inicio hasta el fin de la operación.	1. Recepción de hilo 2. Montaje en alimentadores 3. Calibración de máquina]  4. Tejido continuo 5. Inspección en línea 6. Corte y etiquetado de rollo.  7. Envío a inspección final 8. Almacenamiento bodega de tela cruda
O – (Outputs)	Productos o servicios generados por el proceso, listos para ser utilizados o enviados.	Rollos de tela de 22,5 kg  Registro de producción en el sistema AS2.
C – (Customers)	Destinatarios de las salidas del proceso, quienes utilizan o reciben los productos.	Area de Tintorería  Area de Acabados  Bodega de tela acabada

*Nota.* El diagrama SIPOC resume de manera estructurada los elementos clave del proceso de tejeduría, Elaborado por el investigador, 2025.

## Anexo 2

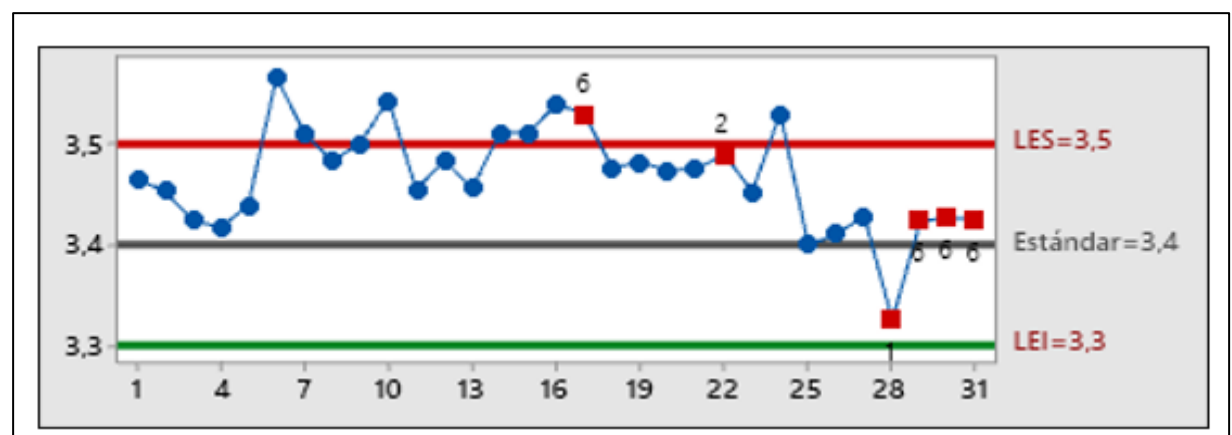
### Defectos de tejeduría



*Nota.* El diagrama de Pareto identifica que los defectos más recurrentes, los cuales representan aproximadamente el 80% del total de defectos reportados, Elaborado por el investigador, 2025.

## Anexo 3

### Gráfica de control de rendimientos (m/kg)



*Nota.* El gráfico de control muestra que el 25,8% de los lotes evaluados se encuentran fuera del límite superior de especificación, Elaborado por el investigador, 2025.

## Anexo 4

### Lista de Indicadores de calidad

Indicador	Fórmula de calculo	Meta	Frecuencia
% de lotes con parámetros fuera de tolerancia	$\left(\frac{\text{Lotes de hilo fuera de tolerancia}}{\text{Total lotes de hilo recibidos}}\right) \times 100$	$\leq 5\%$	Mensual
% de calibraciones que requieren ajustes adicionales	$\left(\frac{\text{N}^\circ \text{ de máquinas inspeccionadas}}{\text{N}^\circ \text{ total de máquinas calibradas}}\right) \times 100$	$\leq 5\%$	Mensual
% de Rollos con defectos detectados en inspección en línea	$\left(\frac{\text{N}^\circ \text{ rollos con defectos detectados en línea}}{\text{N}^\circ \text{ total de rollos inspeccionados en línea}}\right) \times 100$	$\geq 95\%$	Mensual
% de Rollos con defectos	$\left(\frac{\text{N}^\circ \text{ rollos con defectos detectados}}{\text{N}^\circ \text{ total de rollos inspeccionados}}\right) \times 100$	$\geq 95\%$	Mensual
% de rollos fuera de especificación	$\left(\frac{\text{N}^\circ \text{ rollos fuera de especificación}}{\text{N}^\circ \text{ total de rollos inspeccionados}}\right) \times 100$	$\leq 5\%$	Mensual
% de rollos fuera de especificación	$\left(\frac{\text{N}^\circ \text{ rollos fuera de especificación}}{\text{N}^\circ \text{ total de rollos inspeccionados}}\right) \times 100$	$\leq 5\%$	Mensual

*Nota.* El cuadro muestra los principales indicadores de calidad definidos para evaluar el desempeño del proceso de tejeduría en INTELA, Elaborado por el investigador, 2025.

## Anexo 5

### Cronograma de implantación de la propuesta

Actividad	Octubre 25	Noviembre 25	Diciembre 25
Levantamiento del proceso de tejeduría con herramienta SIPOC	X		
Diagnóstico de defectos con diagrama de Pareto	X		
Revisión técnica de maquinaria (separ. mantenimiento preventivo)	X	X	
Elaboración y validación de formatos de control de calidad		X	
Capacitación al personal sobre nuevos formatos y procedimientos		X	
Implementación del control en línea y de registros en planta		X	X
Seguimiento y ajuste del nuevo proceso de control de calidad			X

**Nota.** El cronograma detalla las actividades clave distribuidas en el último trimestre del año,

Elaborado por el investigador, 2025.

## Anexo 6


### Matriz de costo

Detalle	Cantidad	Costo unitario (USD)	Costo total (USD)
Procedimiento para el proceso de tejeduría	1	200	200
Procedimiento de calibración de máquinas circulares	1	180	180
Procedimiento tejido continuo y monitoreo de producción	1	150	150
Procedimiento de inspección final y clasificación del tejido	1	120	120
Procedimiento de control de rendimiento (m/kg)	1	130	130
Procedimiento de mantenimiento preventivo de máquinas circulares	1	170	170
<b>Subtotal procedimientos</b>			<b>950</b>
Insumo 1: Papelería e impresión	1	50	50
Insumo 2: Material didáctico para capacitaciones	1	70	70
<b>Subtotal insumos</b>			<b>120</b>
Capacitación del personal (15 personas)	1	150	150
Soporte técnico externo (mantenimiento máquinas)	1	300	300
<b>Total general</b>			<b>1.520</b>

*Nota.* El presupuesto contempla los costos directos asociados a la elaboración de procedimientos, adquisición de insumos, capacitación y soporte técnico externo, Elaborado por el investigador, 2025.

## Anexo 7

### Procedimientos para el área de tejeduría

	Proceso tejeduría	Revisión: 00
	Procedimiento de calibración de máquinas circulares	Fecha: 15-07-25
	PRO-TEJ-002	Páginas: 1-8

**Control de cambios:**

Revisión	Cambios detallados	Fecha	Responsable

**1. Objetivo**

Definir los pasos sistemáticos para instalar correctamente el hilo y configurar los parámetros técnicos de las máquinas circulares, asegurando un proceso eficiente que garantice la calidad del tejido resultante.

**2. Alcance**

Abarca todas las actividades desde la asignación de la máquina circular para la producción hasta la validación final de la prueba de arranque, incluyendo el montaje del hilo, la configuración de parámetros técnicos y la verificación inicial del correcto funcionamiento para garantizar la calidad del tejido.

**3. Términos y definiciones**

**RPM (Revoluciones por Minuto):** Medida de la velocidad angular que indica la cantidad de vueltas completas que realiza el eje de la máquina circular en un minuto. Este parámetro influye directamente en la velocidad de producción y en la calidad del tejido.


**Calibración:** Proceso de ajuste y configuración de los parámetros técnicos de la máquina circular (como tensión, velocidad, galga, entre otros) de acuerdo con las características

40

*Nota.* Procedimiento técnico forma parte del sistema documentado de control de calidad implementado en el área de tejeduría, Elaborado por el investigador, 2025.

## Anexo 8

### Instructivos para el área de tejeduría

	Proceso Tejeduría	Revisión: 00
	Instructivo control de calidad de hilo	Fecha: 15-07-25
	INS-TEJ-001	Páginas: 1-6

**Control de cambios:**

Revisión	Cambios detallados	Fecha	Responsable

**1. Objetivo**

Garantizar que el hilo recibido en el área de Tejeduría cumpla estrictamente con las especificaciones técnicas establecidas, enfocándose en la verificación precisa del título (Ne o Denier) y la evaluación de la regularidad del hilo mediante análisis estadístico basado en parámetros USTER®. Esto permite asegurar la calidad y uniformidad del producto final, previniendo desviaciones que puedan afectar el proceso productivo y las características del tejido.


**2. Alcance**

Aplica a las actividades de verificación de calidad del hilo en INTELA, para hilos usados en máquinas circulares de gran diámetro en tejeduría., comprende la evaluación del título nominal y la validación estadística de propiedades físico-textiles mediante el sistema USTER®, desde la recepción hasta la aprobación o rechazo para uso en producción.

**Nota.** Instructivo técnico forma parte del sistema documentado de control de calidad implementado en el área de tejeduría, Elaborado por el investigador, 2025.

## Anexo 9

### Registro para el área de tejeduría

	<b>Proceso Tejeduría</b>	Revisión: 00
	<b>Registro control de título de hilo</b>	Fecha: 15-07-25
	<b>REG-TEJ-002</b>	Página: 1-1

Fecha: 05-08-2025

Lote de hilo: B0D-000001795

Título nominal: 24/1Ne

Composición: Poliéster 65% algodón 35%

Responsable: Oscar Canchig

# Muestra	Número de etiqueta	Longitud (m)	Peso (gr)	Observaciones
1	0003270595	100	2,46	
2	0003270610	100	2,44	
3	0003270510	100	2,44	
4	0003270615	100	2,46	
5	0003270630	100	2,45	
6	0003270645	100	2,44	
7	0003270660	100	2,46	
8	0003270665	100	2,46	
9	0003270670	100	2,46	
10	0003270690	100	2,43	
Promedio		100	2,45	
<b>Título Resultante +/- 0,4</b>	$\text{Título de hilo (Ne)} = \left( \frac{290,54 \times \text{longitud de hilo (m)}}{\text{Peso de provista (gr)}} \right)$		<b>24.10 Ne</b>	

Elaborado por <u>Oscar Canchig</u>	Revisado por Supervisor Tejeduría	Aprobado por Jefe de Planta

**Nota.** Registro técnico forma parte del sistema documentado de control de calidad implementado en el área de tejeduría, Elaborado por el investigador, 2025.

## Anexo 10

### Área de tejeduría INTELA



*Nota.* La imagen muestra una máquina circular de gran diámetro en operación dentro del área de tejeduría de la empresa INTELA, Elaborado por el investigador, 2025.

## Anexo 11

### *Inspección final de tela cruda*



*Nota.* proceso de inspección final de tela cruda en una máquina revisadora, donde se detectan defectos, Elaborado por el investigador, 2025.

## Anexo 12

### *Defectos críticos en tela cruda*



**Nota.** Defectos críticos observados en la tela cruda durante el proceso de inspección, Elaborado por el investigador, 2025.

## Anexo 13

### *Control de Rendimientos m/kg*



*Nota.* proceso de medición del rendimiento en metros por kilogramo (m/kg) de la tela cruda en la máquina medidora, Elaborado por el investigador, 2025.

## Anexo 14

*Aprobación de abstract departamento de idiomas*

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA**

**FACULTY OF ENGINEERING**

**Industrial Engineering**

**AUTHOR:** CANCHIG QUILLUPANGUI OSCAR PAUL

**TUTOR:** RON VALENZUELA PABLO ELICIO

### **ABSTRACT**

**IMPROVING THE QUALITY CONTROL PROCESS IN WEAVING TO REDUCE DEFECTS IN KNITTED FABRICS AND CONTROL YIELD (m/kg) IN A TEXTILE COMPANY**

This study focuses on analyzing fabric defects and m/kg yields in the weaving process of a textile company to improve the quality control process through the application of Industrial Engineering tools. The methodology used contains a qualitative and quantitative approach, for which a SIPOC diagram was applied to the process survey, an analysis of the problem with Ishikawua was carried out and complemented with the Pareto chart for the evaluation of the most recurrent defects in knitted fabric corresponding to holes, needle failures and fabric drop, concentrating the majority of nonconformities and financial tools such as NPV and IRR to evaluate the viability of the proposal. The main results revealed significant variations in yield (m/kg), justifying the need for corrective action. The proposal includes standardized operating procedures, instructions, and records that will enable the standardization of the weaving process and establish quality controls at critical points, as well as an organizational redesign to enhance supervision and monitoring. Ultimately, the main conclusion is that implementing these improvements will not only reduce defects and optimize yields but also generate sustainable economic benefits for the company, thereby validating their relevance through solid financial indicators.

**KEYWORDS:** Quality, Continuous Improvement, Productivity, Performance, Weaving

