



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DEL PROCESO DE
POLIÉSTER Y ALGODÓN (PES/CO) DE LA EMPRESA INSOMET,
UBICADA EN LA PARROQUIA PASTOCALLE LATACUNGA”.**

AUTORES:

Cevallos Soria Milton Ruben

Vargas Albán Mario Alejandro

TUTOR:

Ing. MSc. Bladimiro Hernán Navas Olmedo

Latacunga-Ecuador

Febrero-2018



Universidad
Técnica de
Cotopaxi



Ingeniería
Industrial

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, **Cevallos Soria Milton Ruben** y **Vargas Albán Mario Alejandro**, declaramos ser autores de la presente propuesta Investigativa: **“EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DEL PROCESO DE POLIÉSTER Y ALGODÓN (PES/CO) DE LA EMPRESA INSOMET, UBICADA EN LA PARROQUIA PASTOCALLE LATACUNGA”**, siendo el ingeniero MSc. Hernán Navas, director del presente trabajo; y eximo Expresamente a la UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, y a sus representantes legales de posible reclamos o acciones.

Además, se certifica que las ideas, conceptos, procedimientos, y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra responsabilidad:

Cevallos Soria Milton Ruben

C.I. 171622842-2

Vargas Albán Mario Alejandro

C.I. 050380387-6



Universidad
Técnica de
Cotopaxi



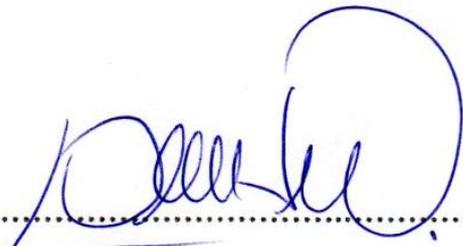
Ingeniería
Industrial

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

“EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DEL PROCESO DE POLIÉSTER Y ALGODÓN (PES/CO) DE LA EMPRESA INSOMET, UBICADA EN LA PARROQUIA PASTOCALLE LATACUNGA”, de **Cevallos Soria Milton Ruben con C.I. 1716228422-2** y **Vargas Albán Mario Alejandro con C.I. 050380387-6**, de la carrera de **Ingeniería Industrial**, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la **Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas** de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, Febrero, 2018



.....
Ing. MSc. Bladimiro Hernán Navas Olmedo
C. C. 050069554-9



APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la **Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas**; por cuanto, los postulantes : **Cevallos Soria Milton Ruben con C.I. 1716228422-2** y **Vargas Albán Mario Alejandro con C.I. 050380387-6**, con el título de Proyecto de Titulación: **“EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DEL PROCESO DE POLIÉSTER Y ALGODÓN (PES/CO) DE LA EMPRESA INSOMET, UBICADA EN LA PARROQUIA PASTOCALLE LATACUNGA”**, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, febrero, 2018

Para constancia firman:

.....

Lector 1 (Presidente)

Ing. MSc. Cristian Xavier Espín Beltrán
C.C. 050226936-8

.....

Lector 2

Ing. MSc. Ángel Marcelo Tello Cóndor
C.C. 050151855 – 9

.....

Lector 3

Ing. MSc. Raúl Heriberto Andrango Guayasamín
C. C. 171752625-3



Industria Ecuatoriana de Textiles

Pastocalle, 17 de enero de 2018

CARTA AVAL

DE: Ing. Hugo Jiménez Pasquel,
Gerente de HILANSUR LATACUNGA

PARA: UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

Presente.-

Notificamos que la empresa **Industria Ecuatoriana De Textiles Insomet Hilansur Latacunga**, apoya la realización del proyecto , **EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DEL PROCESO DE HILATURA DE ALGODÓN Y POLIÉSTER (PES/CO)**, llevado a cabo por los señores estudiantes **de la Universidad Técnica de Cotopaxi:** Vargas Albán Mario Alejandro y Cevallos Soria Milton , en los meses de Agosto 2017 hasta Febrero 2018.

Declaramos conocer y aceptar los términos y condiciones previstas para la ejecución del Proyecto de Investigativo, estando conformes con todas aquellas actividades que se prevean realizar con nuestro apoyo.

Sin otro particular saludos cordiales a la Universidad Técnica de Cotopaxi

Atentamente:
INSOMET Cia. Ltda

Industria Ecuatoriana de Textiles

Ing. Hugo Jiménez
GERENTE

Cel. 0985447078

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de tesis a mi Dios, a mi amada esposa Paola Canchi, a mis hijos y a mis padres. A Dios en primer Lugar porque es la razón de mi vida que me ha fortalecido y cuidado en esta travesía, a mi amada esposa por su cariño su confianza y comprensión brindada desde el primer momento que en pese con este reto, a mis amados hijos que supieron entender, la ausencia de mi parte para conquistar un sueño y a mis padres que me brindaron la oportunidad de vivir, que gracias a sus consejos soy un hombre que lucha por ser útil a la sociedad y entregado a su familia. Es por ello que soy lo que soy ahora, los amo con todo mi corazón.

Milton

DEDICATORIA

Primero dedico a Dios por darme la sabiduría, inteligencia y conocimiento para realizar el siguiente proyecto.

Segundo a mis padres, a mi papá Martín por todo el apoyo y ejemplo que siempre me brindó, por su esfuerzo diario a pesar de los golpes de la vida, siempre estuvo ahí para brindarme su apoyo, a mi madre Mariana por siempre creer en mí y nunca dejarme solo a pesar de mis errores, que con el amor de mamá siempre va estar ahí para darme aliento para salir adelante y vencer mis obstáculos. A mi hermano Kevin por ser mi amigo, cómplice y la persona que siempre va estar conmigo en las buenas y en las malas, con el que hemos luchado siempre en unión de Familia.

Y por último le dedico a mi amiga, compañera, enamorada Andrea por apoyarme siempre en cada paso que he dado, y darme esas palabras de aliento cuando más lo he necesitado, con su ayuda incondicional.

Con amor:

Mario

AGRADECIMIENTO

Gracias Dios por permitirme cumplir un sueño
Gracias mi Dios por cuidar de mí y de mi familia
Gracias Dios por darme una ayuda idónea que me
ayuda que me empuja, que me motiva a seguir
adelante, gracias mi amor Paola Gardenia Gracias
mi Dios por permitirme ser tu hijo Gracias Dios
por brindarme sabiduría e inteligencia Gracias mi
Dios por permitirme culminar con éxito Los retos
de la vida universitaria
Gracias muchas gracias por amarme.

Milton

AGRADECIMIENTO

Por medios del presente quiero agradecer a los docentes que conforman la UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, la FACULTADA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS, de la Carrera de INGENIERÍA INDUSTRIAL, por los conocimientos impartidos a lo largo de mi vida universitaria.

También quiero agradecer al Msc. Hernán Navas, por ser nuestro tutor, y apoyarnos en este tiempo en la guía y los conocimientos necesarios para la realización del proyecto, además el apoyo que nos brindó el Ing. Hugo Rene Jiménez PASquel, Gerente Administrativo de la Empresa INSOMET – HILANSUR Latacunga, por abrirnos las puertas de su empresa para realizar mencionado proyecto, y creer en las capacidades y habilidades que he adquirido.

Mario

ÍNDICE GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	iv
AVAL DE LA ELABORACIÓN DE LA PROPUESTA	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO	viii
ÍNDICE GENERAL.....	x
ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiv
ÍNDICE DE ECUACIONES	xv
RESUMEN.....	xvi
ABSTRACT	xvii
AVAL DE TRADUCCIÓN.....	xviii
1. INFORMACIÓN GENERAL:	1
2. JUSTIFICACIÓN:.....	2
3. BENEFICIARIOS:	3
4. EL PROBLEMA:	4
Situación problemática:	4
Planteamiento del problema:	5
5. OBJETIVOS:.....	5
Objetivo general:	5
Objetivos específicos:.....	5
6. ACTIVIDADES:	6
7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICO:.....	7
Primera variable:.....	7
Segunda variable:	10
8. HIPÓTESIS:	12
9. METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL:	12
Tipos de investigación.....	12
Investigación aplicada:	12
Según el nivel de investigación:	12

Investigación exploratoria	12
Descriptiva:.....	12
Explicativa:.....	13
De Campo:.....	13
Técnicas de investigación:.....	13
La observación:.....	13
El fichaje:.....	13
La entrevista:	13
Métodos de investigación:.....	13
Método cuantitativo:.....	13
El método de la medición:.....	14
10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	14
Analizar la secuencia de producción mediante el levantamiento de procesos	14
Secuencia de producción	14
Eficiencia y capacidades de proceso de planta.....	20
Seguimiento del producto y de las personas.....	22
Identificar el cuello de botella por eficiencias.....	29
Diagnosticar la causa, cantidad y costo del desperdicio que resulta de los procesos.....	30
Variable que incide de forma directa en el desperdicio de poliéster y algodón.	30
Balance de masa:	49
Valores de producción y merma convertidos a valores monetarios.	54
Propuesta de solución para la disminución de desperdicio	57
Propuesta de capacidad requerida o instalada para implantar una planta de reproceso de chapón.....	61
11. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS	68
12. IMPACTOS	71
13. PRESUPUESTO PARA LA PROPUESTA:.....	74
14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	75
Conclusiones:	75
Recomendaciones:	75
15. BIBLIOGRAFÍA:.....	76
16. ANEXOS	78

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Beneficiarios directos por género.....	3
Tabla 2.	Beneficiarios indirectos por género.....	4
Tabla 3.	Actividades relacionadas a los objetivos planteados.....	6
Tabla 4.	Materia prima de algodón y poliéster con su código de designación por lote.....	17
Tabla 5.	Identificación del tipo de producción global de INSOMET.....	18
Tabla 6.	Identificación de tipo de proceso de cardas, manuales y open-end.....	19
Tabla 7.	Datos de producción para cálculo de capacidad real.....	21
Tabla 8.	Calculo de capacidades, utilización y eficiencia.....	22
Tabla 9.	Cálculo de capacidades, utilización y eficiencia.....	23
Tabla 10.	Cálculo de eficiencia hombre.....	23
Tabla 11.	Cálculo de tiempo de ciclo real.....	26
Tabla 12.	Desviación estándar, límites superior e inferior y T. real.....	27
Tabla 13.	Cálculo de eficiencia real por componentes separados.....	28
Tabla 14.	Tabulación causa- efecto.....	33
Tabla 15.	Frecuencias para el diagrama (80-20).....	34
Tabla 16.	Muestras de temperatura y humedad.....	38
Tabla 17.	Factores para límites de control.....	40
Tabla 18.	Datos de media y rangos, variable temperatura.....	40
Tabla 19.	Datos de media y rangos, variable humedad.....	43
Tabla 20.	Cuadro psicométrico estandarizados de T y HR de INSOMET.....	47
Tabla 21.	T y HR óptima según el Instituto Norteamericano de Tecnología Textil.....	48
Tabla 22.	Ventajas y desventajas de temperatura y humedad controlada y no controlada....	48
Tabla 23.	Ventajas y desventajas de temperatura y humedad controlada y no controlada....	52
Tabla 24.	Resultados de balance de masa para cálculo de %.....	54
Tabla 25.	Valores de producción, y desperdicio convertidos en unidades producidas (conos)	55
Tabla 26.	Comparación de costos y pérdidas económicas.....	58
Tabla 27.	Comparación de costos y pérdidas económicas.....	59
Tabla 28.	Cálculo de capacidad Requerida.....	62
Tabla 29.	Cálculo de capacidad Requerida.....	63
Tabla 30.	Cálculo de capacidad Requerida.....	64
Tabla 31.	Cálculo de capacidad requerida.....	66

Tabla 32. Balance de líneas para número de máquinas.	66
Tabla 33. Eficiencia por procesos, por capacidades y teórica de fabricación de hilo título 24 0e.....	68
Tabla 34. Pronostico de merma de reproceso y chapón reutilizado.	69
Tabla 35. Pronostico de porcentaje de baja de desperdicio basado en el balance de masa mensual y por trimestre.	70
Tabla 36. Tabla de impactos de la propuesta de la evaluación del rendimiento de los procesos	71
Tabla 37. Matriz de impacto ambiental: procesos, fisonomía ambiental, y medidas correctivas para la planta de reutilización.	73
Tabla 38. Presupuesto para la planta de reutilización de desperdicio.	74

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Método sistemático de mejora de procesos.	7
Figura 2. Modelo para medición del rendimiento organizacional, Quinn y Rohrbaugh (1983).....	8
Figura 3. Elementos del proceso.	9
Figura 4. Diagrama de procesos de hilo titulo 24 Oe planta INSOMET.	14
Figura 5. Diagrama de bloques de hilo titulo 24 Oe planta INSOMET.....	15
Figura 6. Tabla para cálculo del número de observaciones	25
Figura 7. Comparación de tiempos y eficiencias	29
Figura 8. Diagrama causa – efecto	32
Figura 9. Diagrama de Pareto.....	35
Figura 10. Tabla de constantes para diagramas de control “rodorta.webs.ull.es”	39
Figura 11. Gráfico \bar{x} (temperatura)	41
Figura 12. Gráfico \bar{r} (Temperatura)	42
Figura 13. Gráfico \bar{x} (Humedad).....	44
Figura 14. Gráfico \bar{r} (Humedad).....	45
Figura 15. Direcciones de corrección de temperatura y humedad	46
Figura 16. Carta psicométrica para ubicación de valores de composición ambiental	47
Figura 17. Balance de masa	49
Figura 18. Balance de masa global mezcla Íntima.....	51
Figura 19. Porcentajes de Entradas- materia prima, salida-cono de hilo 24Oe, chapón, basura y wype.....	53
Figura 20. Comparación de costos y pérdidas económicas.....	56
Figura 21. Dispersión lineal	60
Figura 22. Dispersión logarítmica.....	60
Figura 23. Comparación de merma mensual y por trimestre de junio, julio y agosto.	70

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1.	Utilización.....	20
Ecuación 2.	Eficiencia	20
Ecuación 3.	Eficiencia para tiempo óptimo / tiempo real.....	27
Ecuación 4.	Límite de control superior para medias	36
Ecuación 5.	Límite de control superior para rangos.....	36
Ecuación 6.	Límite de control inferior para medias.....	37
Ecuación 7.	Límite de control inferior para rangos	37
Ecuación 8.	Balance general de masa por unidad de tiempo:.....	49
Ecuación 9.	Acumulación	50
Ecuación 10.	Variable a para regresión lineal	57
Ecuación 11.	Variable b para regresión lineal	58
Ecuación 12.	Horas máquina	62
Ecuación 13.	Horas hombre.....	62
Ecuación 14.	Horas reales de trabajo.....	63
Ecuación 15.	Personal en línea	63
Ecuación 16.	Unidades hora	64
Ecuación 17.	Capacidad instalada	64
Ecuación 18.	Número de líneas requeridas.....	65
Ecuación 19.	Eficiencia de líneas	65
Ecuación 20.	Eficiencia de las personas	65

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

TÍTULO: EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DEL PROCESO DE POLIÉSTER Y ALGODÓN (PES/CO) DE LA EMPRESA INSOMET, UBICADA EN LA PARROQUIA PASTOCALLE LATACUNGA

Autores:

Cevallos Soria Milton Ruben
Vargas Albán Mario Alejandro

RESUMEN

En el presente proyecto de titulación se realizó una Evaluación del rendimiento de los procesos de poliéster y algodón denominado mezcla íntima que pretende minimizar el desperdicio de basura, chapón y Wype en las líneas de cardado manuales y open- end para lo cual se procedió a realizar un levantamiento de los procesos, esto permitió entender la secuencia y tipo de proceso en el caso de Insomet es continuo ya que sus líneas no cumplen con paros para abastecerse y sus tiempos de ciclo depende de la velocidad de las máquinas, otra actividad es el seguimiento del producto y de las personas, en las líneas de producción donde se encontró la causa o cuello de botella del sistema, que una vez identificado se lo analizó mediante diagramas de control y determinando el impacto que tiene sobre los componentes mecánicos y la materia prima, para cuantificar estas variables se utilizó una técnica como es el balance de masa, pero muy útil si se elimina variables como consumo y energía ya que en la fabricación de hilas no existe reacción química pero si reajustándose de manera consistente a deformación cuya ecuación resultante utiliza variables como entradas y salidas esto a su vez transformándolos a valores monetarios, muestra las pérdidas que se tiene en las fronteras del sistema, para lo cual se propuso la implantación de un método de reutilización el cual fue sometido a un estudio de capacidad de proceso para minimizar las pérdidas de material de poliéster y algodón.

Palabras clave: Cardado, manuales, open- end, balance de masa, poliéster, algodón

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
FACULTY OF ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES

THEME: POLYESTER AND COTTON PROCESSES (PES / CO) PERFORMANCE EVALUATION AT THE “INSOMET” COMPANY, IN THE PASTOCALLE - LATACUNGA PARISH.

Authors:

Cevallos Soria Milton Ruben
Vargas Albán Mario Alejandro

ABSTRACT

In this research, a polyester and cotton processes called intimate mixture performance evaluation was carried out, which aim is to minimize the garbage waste, flat and Wype in the cardado lines, manuales and open end, for which, a survey of the processes allowed to understand the sequence and type of process, in the case of Insomet is continuous since their lines do not comply with stoppages to supply themselves and their cycle times depend on the machines speed, another activity is the product monitoring and people understanding that the follow-up to the operators in the production lines where the cause or the bottleneck system was found, that a once identified, it was analyzed by means of control diagrams and determining the impact it has on the mechanical components and the raw material, to quantify these variables we used a technique: the mass balance, but very useful if variables such as consumption and energy are eliminated since in the production of lint there is no chemical reaction but if readjusting consistently to deformation whose resulting equation uses variables such as inputs and outputs this in turn transforming them into monetary values, shows the losses that it is held at the system borders, for which, a reuse method implementation was proposed, which was subjected to a capacity process study to minimize polyester and cotton material losses.

Keywords: Cardado, manuales, open- end, mass balance, polyester, flat.



AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; informe legal CERTIFICO que: la traducción del resumen de la tesis al Idioma Inglés presentado por los señores egresados de la Carrera de Ingeniería Industrial de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicada: **Cevallos Soria Milton Ruben** y **Vargas Albán Mario Alejandro**, cuyo título versa “**EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LOS PROCESOS DE POLIÉSTER Y ALGODÓN (PES/CO) DE LA EMPRESA INSOMET, UBICADA EN LA PARROQUIA PASTOCALLE LATACUNGA**”, lo realizo bajo mi supervisión y cumple con las correctas estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a los peticionarios hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimare conveniente.

Latacunga, Enero, 2018

Atentamente,

MsC. Lidia Rebeca Yugla Lema
DOCENTE DEL CENTRO DE IDIOMAS
C.C 050265234-0



CENTRO
DE IDIOMAS

1. INFORMACIÓN GENERAL:

Título: “EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DEL PROCESO DE POLIÉSTER Y ALGODÓN (PES/CO) DE LA EMPRESA INSOMET, UBICADA EN LA PARROQUIA PASTOCALLE LATACUNGA”.

- **Fecha De Inicio:**

Septiembre del 2017.

- **Fecha De Finalización:**

Febrero del 2018.

- **Lugar de Ejecución:**

La planta industrial INSOMET se encuentra ubicada en la parroquia de Pastocalle, Cantón Latacunga, perteneciente a la provincia de Cotopaxi-zona 3.

- **Facultad Que Auspicia:**

Facultad De Ciencias De La Ingeniería Y Aplicadas.

- **Carrera que auspicia:**

Ingeniería Industrial.

- **Proyecto de Investigación Vinculado:**

Proyecto Investigador

- **Equipo de trabajo:**

Tutor: Ing. MSc. Bladimiro Hernán Navas Olmedo

- **Autores:**

Milton Ruben Cevallos Soria

Mario Alejandro Vargas Albán

- **Área del conocimiento:**

- **Áreas y Subáreas del Conocimiento UNESCO**

“Ingeniería, industria y construcción”

“Numeral. 54 de Industria y producción”, “textil era

- **Objetivos del plan del buen vivir:**

“Objetivo N° 10 impulsar la transformación de la matriz productiva”.

- **Políticas y lineamientos estratégicos:**

Promover la intensidad tecnológica en la producción primaria, “de bienes intermedios y finales”

“Literal b”: “Tecnificar los encadenamientos productivos en la generación de materias primas y la producción bienes de capital, con mayor intensidad tecnológica en sus procesos productivos”

- **Líneas de investigación de la universidad:**

“N° 4 que corresponde a procesos Industriales”

- **Líneas De Investigación de La Carrera:**

“La administración y gestión de la producción”

- **Sub líneas de investigación de la carrera:**

N°3 de Gestión de la producción

2. JUSTIFICACIÓN:

La evaluación del rendimiento de los procesos permitirá a INSOMET conocer la eficiencia productiva de sus procesos y tener en cuenta soluciones como la reutilización de la materia prima para evitar pérdidas económicas y mejorar la productividad de las Máquinas.

Para lo cual se pretende realizar estudios basados en gestión de la producción e ingeniería de métodos, que aportara datos relevantes de eficiencia y manejo adecuado de los desperdicios, que beneficiará en la economía de la empresa así como la de sus trabajadores.

El posicionamiento en el mercado textil como una empresa sólida productiva y eficiente, que práctica la mejora continua en cada uno de sus procesos depende de la certeza con que se recopile la información y se planteen soluciones acordes a la necesidad de la planta ya que al tener recién dos años de funcionamiento tras una larga temporada de para productiva se hace necesaria la evaluación de los procesos que permita saber si los procedimientos de manejo y control de la materia prima son adecuados.

3. BENEFICIARIOS:

Tabla 1. Beneficiarios Directos por Género.

Beneficiarios	Género	Cargos	Cantidad
Directo	Masculino -Administrativo	Gerente Grupo Ortiz	1
Directo	Masculino- Administrativo	Jefe de producción	1
Directo	Femenino -Administrativo	Secretaria	1
Directo	Femenino –Planta	Control de calidad-Planta	1
Directo	Femenino –Planta	Bodega	1
Directo	Masculinos –Planta	Mantenimiento- mecánico	12
Directo	Masculinos	Producción Planta	92
Indirecto	Cliente	Sucursal Cuenca	1
Total			110

Fuente: Empresa INSOMET.

La tabla anterior nos muestra el número de beneficiarios directos e indirectos identificando su género y cargo dentro de la organización en primer lugar se tiene como beneficiario directo al gerente general de la empresa INSOMET, también se tiene como beneficiarios directos al jefe de producción, los operadores y supervisores que en planta en su totalidad son de género masculino los cuales tendrán una base de producción por turno que estandarice la cantidad de producción, otro departamento que se beneficiara es el de control de calidad el mismo que tiene una analista de calidad que contarán con datos confiables de producto satisfecho o insatisfecho.

Tabla 2. Beneficiarios indirectos por Género

Indirecto	Cliente	Sucursal Cuenca	1
		Total	1

Fuente: Empresa INSOMET.

Los beneficiarios indirectos pero los más importantes en la sucursal de Cuenca que está encargado del márketing y distribución del producto.

4. EL PROBLEMA:

Situación Problemática:

A nivel mundial la tendencia de la mejora continua es primordial para el desarrollo textil eró de las empresas en el mundo es de esta manera que:

Uno de los objetivos claros de esta innovación textil es la contribución con el cuidado ambiental y la reducción de desechos textiles que anualmente llegan a rellenos sanitarios. De igual manera, se utilizan fibras como la lana y algodón para adquirir hilos de menor calidad utilizados para la elaboración de trapos de limpieza. Los países que empezaron con la nueva tendencia del reciclaje llamada “Ecofashion”, que consiste en utilizar los retazos de las prendas de vestir recicladas en nuevas prendas, son: Alemania, Japón, Estados Unidos y Reino Unido. (PRO ECUADOR, 2012, p.19)

El crecimiento de la textil era en el Ecuador se ha ido incrementando de forma exponencial pero se encuentra limitada por factores internos de control tanto productivos así como de calidad este crecimiento se ha visto mermado por los mismos métodos de trabajo que son reguladas según criterios de la organización basadas en su experiencia, más no por asesoría técnica calificada.

PRO ECUADOR (2012) afirma: “No existen datos sobre producción nacional de textiles y confecciones, información que al existir, beneficiaría tanto al sector como a las diversas entidades públicas para poder implantar políticas públicas que incentiven el desarrollo y fortalecimiento del sector en temas puntales” (Pag.4)

La empresa INSOMET que se encuentra localizada en la parroquia Pastocalle, que se especializa en la producción de conos de hilo de 2.6 kilogramos a base de el Cotton (algodón), y el pes (polyester), que siguen una secuencia para llegar a tener el producto terminado. El principal problema que tiene La planta es una producción muy inconstante que tiene una considerable variación de producción en turnos rotativos de 12 horas laborables esto debido a factores como temperatura que fluctúa entre los 30° centígrados en el día hasta los 20° centígrados en la noche, falta de humedad en el ambiente interno de planta sumado a la gran cantidad de desperdicio que resulta de los procesos en línea de Unifloc, Unimix y RM, Manuares que a diario arrojan grandes cantidades de merma lo que origina pérdidas monetarias importantes y niveles bajos de producción.

Planteamiento del problema:

¿Cómo la evaluación del rendimiento de los procesos minimizara las pérdidas de materia prima en los procesos productivos de INSOMET CIA Ltda.?

5. OBJETIVOS:

Objetivo General:

- Evaluar el rendimiento de los procesos de INSOMET CIA, Ltda. Que permita minimizar el desperdicio mediante un sistema de reutilización.

Objetivos Específicos:

- Analizar la secuencia de producción mediante el levantamiento de procesos.
- Diagnosticar la causa, cantidad y costo del desperdicio que resulta de los procesos.
- Proponer una solución de disminución del desperdicio que aumente la productividad de planta.

6. ACTIVIDADES:

Tabla 3. Actividades relacionadas a los objetivos planteados

Objetivos	Actividades	Resultados	Herramienta	Métodos
1,0 Analizar la secuencia y tipo de producción mediante el levantamiento de procesos	1,1 Reconocer la secuencia de producción	1,1 identificar el tipo de producción, Eficiencia, utilización y capacidades de planta.	1,1 Diagrama de procesos, Diagrama de bloques,	Investigación de campo
	1,2 Realizar un seguimiento del producto y de las personas.	1,2 Eficiencia por procesos, Identificar el cuello de botella	1,2 Curso grama Analítico, diagrama hombre maquina	
2,0 Diagnosticar la causa, cantidad y costo del desperdicio que resulta de los procesos	1,3 Determinar la variable que incide de forma directa en el desperdicio de poliéster y algodón	1,3 Medir la causa, que provoca el desperdicio de poliéster y algodón	1,3 Entrevista estructurada, Diagrama de Ishikawa, diagrama de Pareto, diagramas de control, carta psicrométrica	Investigación de campo
	1,4 Realizar un balance de masa	1,4 Identificar los Input-Output y la acumulación en el sistema	1,4 Hojas de cálculo Excel	
	1,5 Transformar los valores de producción y merma en valores monetarios.	1,5 Cuantificar las pérdidas económicas para la empresa	1,5 Hojas de cálculo Excel	
3,0 Proponer una solución de disminución del desperdicio que aumente la productividad de planta	1,6 Realizar la capacidad requerida (instalada) para implantar una planta de reproceso	1,6 Estimaciones de merma, número de máquinas de reproceso para disminuir la merma.	1,6 Hojas de cálculo Excel, regresión lineal	Método experimental

Elaborado por: Autores

En la tabla anterior se realiza una clasificación de objetivos, actividades, resultados y los métodos que se utilizan para la aplicación del proyecto en relación con el objetivo uno se

guiarán al levantamiento de información que encaminarán al conocimiento sistemático que tiene la empresa en sus procesos, de la misma manera para el segundo objetivo se realizarán mediciones para lo cual se cuantificara los costos la eficiencia la el nivel de productividad de la materia prima que entra y sale del proceso, en última instancia se tiene la propuesta de reutilizar la materia prima e implementar un manual de procesos permita disminuir el desperdicio y aumentar la productividad.

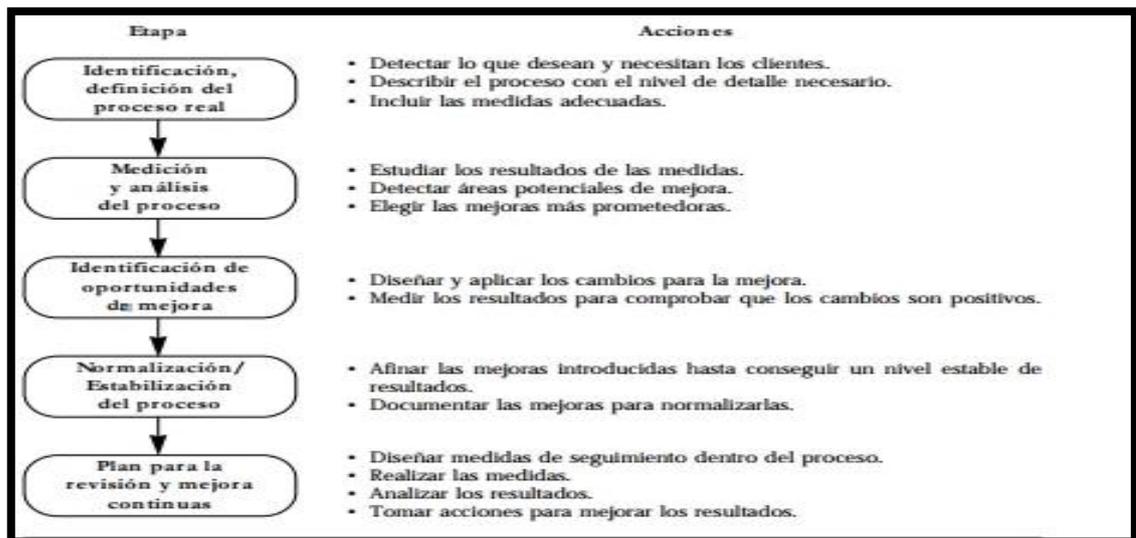
7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICO:

Primera Variable:

En las empresas de alta competitividad se tiene un especial énfasis en la gestión de procesos para la evaluación de los mismos es así como se afirma que:

Como se ha apuntado, la importancia de los procesos fue apareciendo de forma progresiva en los modelos de gestión empresarial. No irrumpieron con fuerza como la solución, sino que se les fue considerando poco a poco como unos medios muy útiles para transformar la empresa y para adecuarse al mercado. (Zaratiegui, 1999, pag.82)

Figura 1. Método sistemático de mejora de procesos.

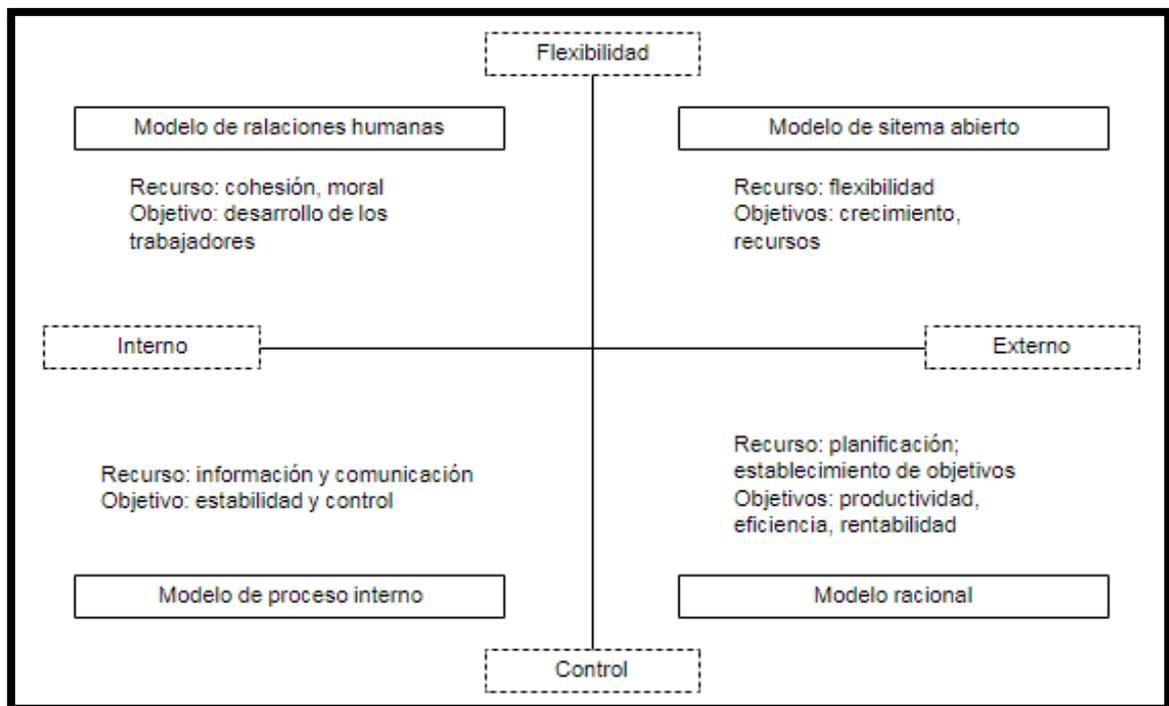


Fuente: (zaratiegui, pág. 83)

Los factores internos de una empresa son aquellos que se pueden controlar así como Gálvez manifiesta lo siguiente.

Modelo de procesos internos: analiza el rendimiento de la empresa desde el punto de vista interno, da especial importancia al control, la estabilidad y la comunicación de información. Pone especial atención al evo-lución de factores tales como la organización en las tareas del personal, la eficiencia de los procesos operativos internos y la calidad de los productos o servicios. (Gálvez, 2011, pag.132)

Figura 2. Modelo para medición del rendimiento organizacional, Quinn y Rohrbaugh (1983)



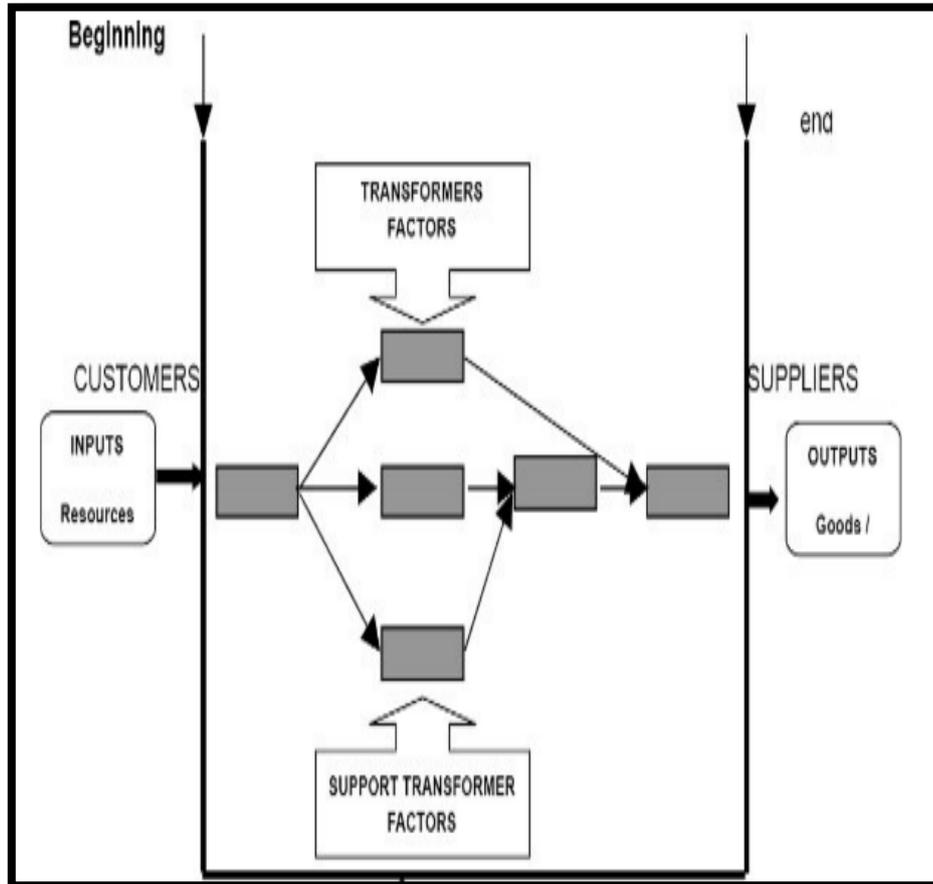
Fuente: Quinn Y Rohrbaugh (1983)

El control de los procesos va de la mano con la mejora continua para tener una buena gestión de procesos, Carrasco afirma que:

Desde el punto de vista de la gestión de procesos, el control de procesos se refiere específicamente a asegurarse que el rendimiento del proceso se mantenga dentro del estándar de cumplimiento, medido según los indicadores formalizados. Los indicadores se refieren a: rendimiento frente al cliente, riesgos, eficiencia, calidad y otros aspectos de interés. (Carrasco, 2011, pag.36)

Mallar (2010) afirma: “Un proceso es un conjunto de actividades de trabajo interrelacionadas, que se caracterizan por requerir ciertos insumos (inputs: productos o servicios obtenidos de otros proveedores) y actividades específicas que implican agregar valor, para obtener ciertos resultados (outputs)” (pág. 10)

Figura 3. Elementos del proceso.



Fuente: Mallar (2010), pag.10

Pino, García y Piattini sostienen que los resultados para la mejora de los procesos depende de una evaluación del rendimiento esto lo expresan en el siguiente extracto:

Para la realización de una evaluación de procesos en una organización es necesario seguir un método de evaluación que produzca resultados cuantitativos que caractericen el rendimiento y la capacidad del proceso (o la madurez de la organización), estos resultados ofrecen información que permite determinar el estado actual de los procesos software (fortalezas, debilidades y riesgos) que sirven para definir estrategias para la ejecución de la mejora de procesos. Para ayudar a obtener información relevante acerca del rendimiento y la capacidad

del proceso es necesario proporcionar un conjunto de medidas que sean utilizadas en la actividad de evaluación de procesos con el objetivo de conseguir datos más representativos y objetivos de éste. (Pino, F. J., García, F., Serrano, M., & Piattini, M., 2006, pág. 20)

Segunda Variable:

En Ecuador específicamente en la ciudad de Cuenca se tiene pensado implantar alternativas de sistemas de gestión para la reutilización de remanentes de desechos textiles, María Belén Cordero Cobos Afirma Que:

Es de suma importancia relevar la existencia de a nivel global de varios proyectos, programas y funciones dedicadas a las expansión, mecanización y mejoramiento de la producción de materiales generados a partir del reciclaje de fibras, telas y prendas de vestir utilizadas, habían de las posibilidades y proceso para la reutilización de fibras tanto naturales, como artificiales y sintéticas. Entonces como metodología de re uso, se propone a recuperar y reciclaje de los textiles a partir de su regeneración. Esto proporciona una serie de beneficios tales como los ambientales y económicos por su capacidad de reducir el uso del agua y plaguicidas, en el caso del algodón por ejemplo: o la posibilidad de la reducción de espacio en vertederos donde son depositados fibras sintéticas, las mismas que no se descomponen y hasta producen metano, lo cual contribuye al calentamiento global. Por otro lado también está la reducción la presión sobre la obtención de las materias primas, esto incluye materias tradicionales en la industria textil como algodón o lana, así como el aceite y otros productos químicos empleados para producir fibras sintéticas. (Cordero, 2013, p.90)

En la actualidad se es importante realizar evaluaciones de rendimiento de los procesos que abarcan técnicas como el análisis de causa efecto, para crear sistemas de reutilización de desperdicio textil los cuales aumentan la economía de las organizaciones y cuida el medio ambiente.

En países vecinos como Colombia se tiene una amplia visión para el desarrollo textil ya que para este país es una importante fuente de ingresos para la economía del mismo y representa una fuente de empleo para miles de colombianos se menciona a continuación:

Existe un grupo de investigación en la Universidad EAFIT que apoya la aplicación de conocimientos generados como fruto del trabajo de los equipos de investigación e innovación. Busca mejorar la productividad y la competitividad de las empresas con negocios nuevos o actuales, por lo que es una fuente de examen como generadora de oportunidades de mejora del clúster textil, confección, diseño y moda. (Vargas, 2013, pág.11)

El clúster es nada más que preparar un sector que acoja a empresas que tienen un producto de fabricación en común juntándolos con sus proveedores y compradores.

Para trabajos de investigación como los de Mateus Vargas que en su análisis nos comunica que:

Con el objetivo de alcanzar el desarrollo sostenible a partir de la visión que hace el Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible destinado para el año 2050 y relacionándolo con el incremento del desempeño económico causado por un progreso ambiental; este trabajo. Se centra en el mejoramiento de la productividad de la hilatura desde el enfoque de eco-eficiencia por medio de herramientas de Producción más Limpia. Sistema Integral de Gestión para la disminución y el aprovechamiento del desperdicio de algodón generado en la industria, creando un nuevo producto a partir del residuo de algodón que se utilizó en el mercado para sustituir otro producto a base de algodón 100%. El ciclo de vida de los dos productos fue comparado por criterios establecidos en el software utilizado para determinar los efectos ambientales, un producto que se ingresó a un mercado abastecido por otros bienes que prestan la misma función con otro tipo de características. Todo lo anterior se enmarcó en la multi-metodología que asocio tres puntos de vista distintos (material, social y personal) en la problemática solucionada y analizada por las herramientas antes mencionadas. Los resultados muestran un mejoramiento de la productividad y disminución de efectos ambientales por la disminución del desperdicio en la fase productiva, reutilización del mismo en el proceso y comercialización del nuevo producto. (Vargas, 2013, pag.7)

La importancia de la reutilización de materiales de Hilatura son necesarios para las industria que se dedican a la transformación de algodón y poliéster ya que según lo mencionado por “Vargas en sus estudios de grado” el desperdicio en los procesos de hilatura correspondiente a textil eras son altos debido claro está a muchos factores como el tipo de material, procedencia, costo y calidad del mismo.

8. HIPÓTESIS:

Con la evaluación del rendimiento de los procesos de la empresa INSOMET CIA. Ltda. Se reutilizará el desperdicio minimizando las pérdidas de materia prima.

9. METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL:

La metodología utilizada en la evaluación del rendimiento de los procesos de INSOMET se efectúa en el campo mismo de los procesos ya que la planta tiene sistemas de proceso rehabilitados tras una larga temporada estos sistemas están clasificados en tres procesos importantes como son el de apertura o limpieza, el de cardado donde se tiene la primera cinta de hilo que pasa a manuales donde se tiene una mezcla de 80% poliéster con un 20% algodón que juntos pasan aun último proceso en open- end que da un producto final en cono de hilo título 24 Oe para esto se recurre a tipos, niveles y técnicas de investigación que se detalla a continuación.

Tipos de Investigación

Investigación aplicada:

La ejecución del proyecto está bajo la investigación aplicada ya que el cumplimiento de los objetivos se efectuara en el mismo lugar de los hachos para tener información confiable y veras.

Según el nivel de investigación:

Investigación exploratoria

Este nivel de investigación llevara a analizar para posteriormente tratar de mejorar aspectos que no se tomaron en cuenta, en el montaje de las maquinarias, en la calidad de los insumos y en la distribución de planta.

Descriptiva:

Este método descriptivo ayuda a elaborar diagramas de flujo y de recorrido basados en la secuencia de producción de las líneas operativas, este método debe realizarse al principio de las actividades como un levantamiento de los procesos.

Explicativa:

Con este nivel de técnica se busca explicar las causas y los efectos de la baja productividad y los altos niveles de desperdicio que se tiene a lo largo de periodos de producción tomando en cuenta que existen 2 turnos rotativos de 12 horas cada uno.

De Campo:

Con la investigación de Campo se puede Evaluar las variables internas para diagnosticar problemas que se tiene en los procesos de producción para posteriormente aplicar soluciones acorde a la necesidad de la empresa.

Técnicas de investigación:**La observación:**

Se utiliza la observación para recopilar datos de forma directa, ya que esta técnica permitirá detallar el recorrido de los procesos productivos de INSOMET e identificar el foco de desperdicio existente en la planta.

El fichaje:

Con el fichaje podremos copilar la información en un sistema computarizado, en el cual el departamento de producción y los investigadores del proyecto tengan acceso directo.

La entrevista:

Con la entrevista se tendrá información de primera mano por parte del personal de la empresa ya que son los ellos, los que tienen contacto directo con la maquinaria y los insumos.

Métodos de investigación:**Método Cuantitativo:**

Mediante este método cuantitativo se realiza cálculos y mediciones que arrojan datos reales de Cantidad de la cantidad de merma que se acumula en el sistema.

El método de la Medición:

Entendiendo que todo lo que se puede medir se puede mejorar, guiara al proyecto a buscar variaciones medibles en el producto terminado que resulta de hilar el algodón y el poliéster.

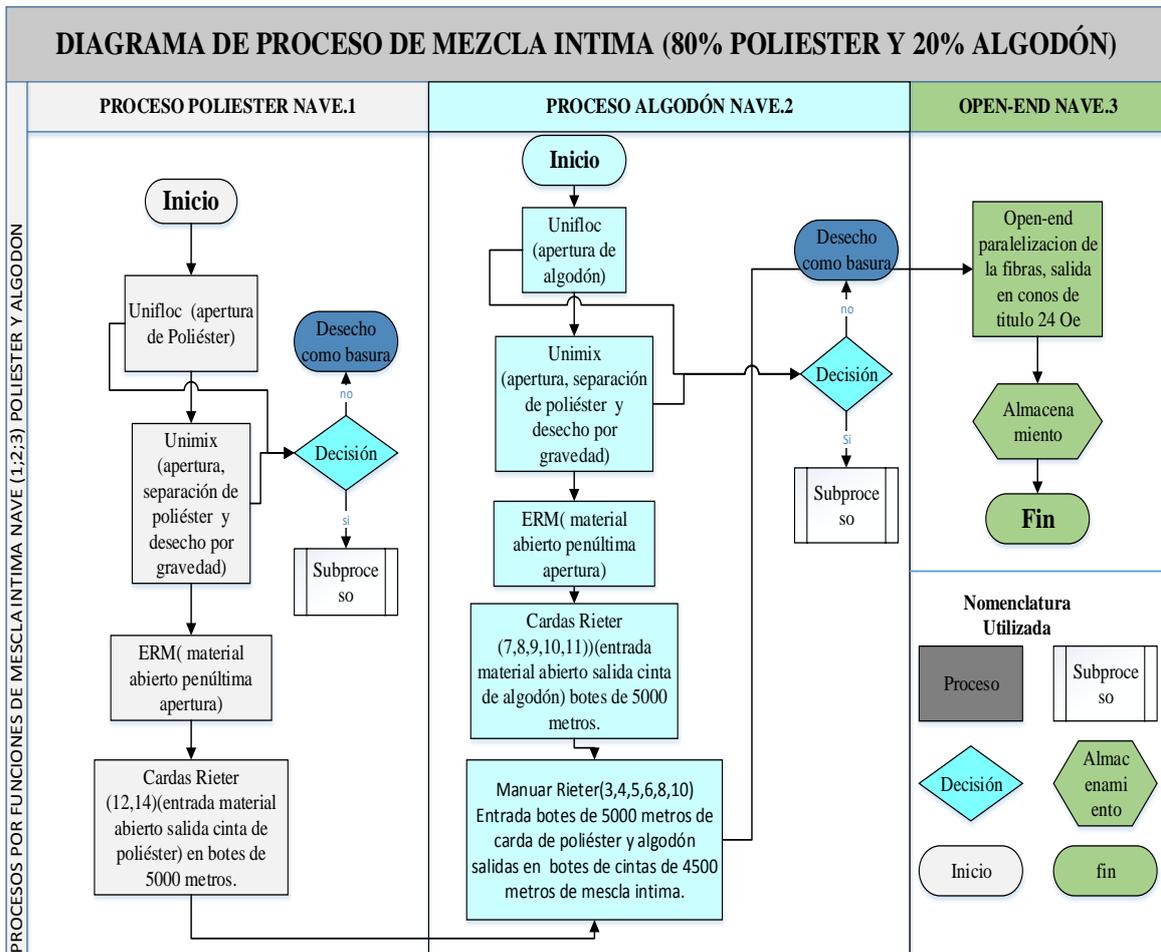
10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Analizar la secuencia de producción mediante el levantamiento de procesos

Secuencia de producción

La secuencia del producción se examinan por medio del diagrama de producción, en la mezcla intima (80-20) de poliéster y algodón la siguiente tabla ilustra el recorrido que realiza la materia prima hasta convertirse en cono de hilo.

Figura 4. Diagrama de procesos de hilo Titulo 24 Oe planta INSOMET.

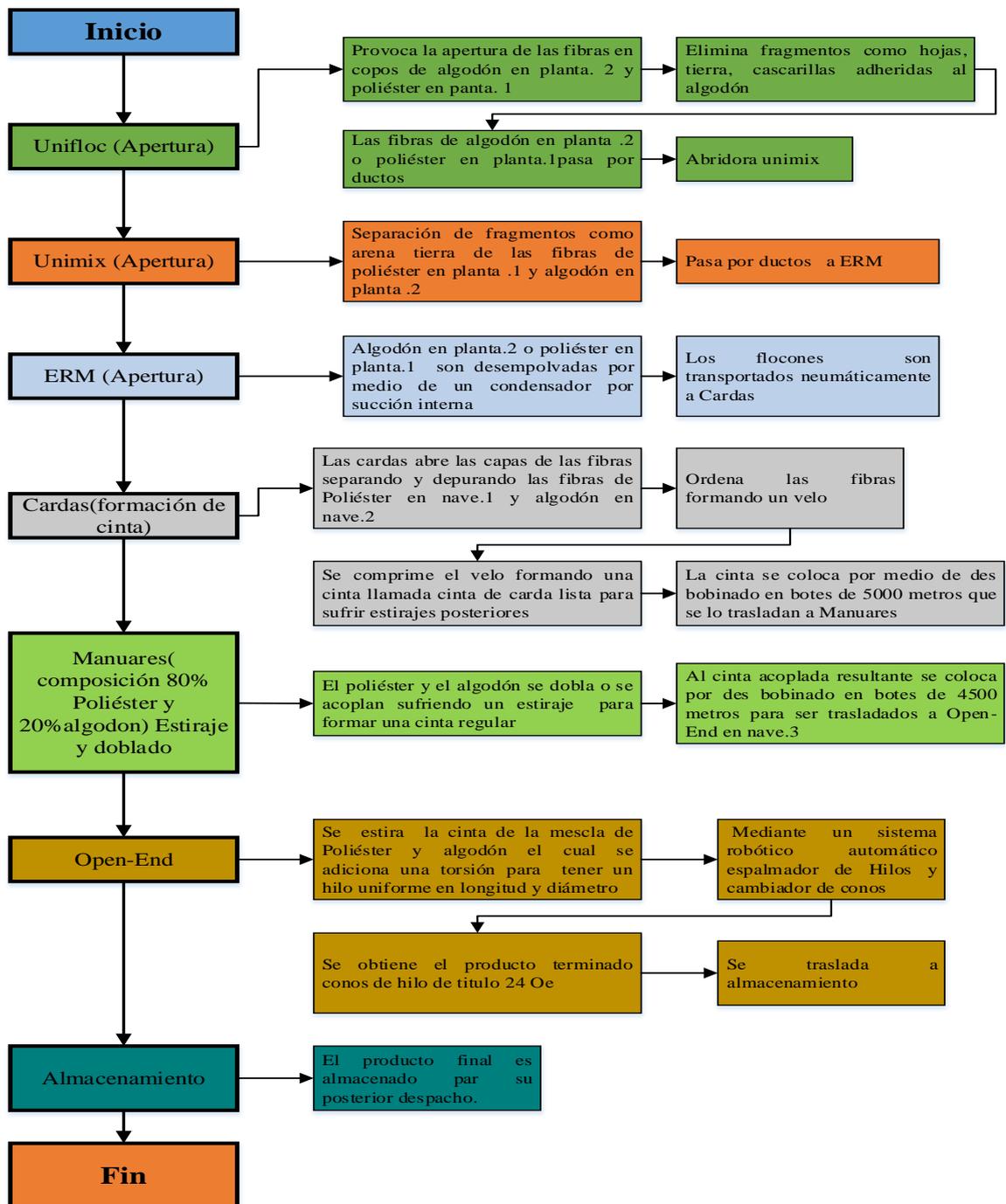


Elaborado por: Autores

Análisis e interpretación:

La figura indica la secuencia que sigue el poliéster, y algodón y la mezcla de los mismos, para posteriormente bobinarse en open-end, el siguiente diagrama describe de forma más detallada los procesos.

Figura 5. Diagrama de bloques de hilo Título 24 Oe planta INSOMET.



Elaborado por: Autores

Análisis e interpretación

Proceso de Hilatura de Mezcla Íntima (Pes/Co)

Proceso de apertura del poliéster y algodón para formar cinta de carda.

El primer paso inicia en el la máquina Unifloc (Apertura) donde las fibras son absorbidas como copos de algodón nave dos y poliéster en nave uno en la cual se elimina fragmentos como hojas tierra y cascarilla que se encuentran adheridas al algodón por lo general estos copos son enviados por medio de ductos a la máquina Unimix (apertura) en este proceso se elimina fragmentos como tierra, arena de las fibras de algodón y en bajos porcentajes del poliéster de la misma manera que el proceso anterior las fibras resultantes son dirigidas a la maquina ERM(apertura) donde son desempolvadas por un condensador por medio de succión interna donde la fibras forman flocones que son transportados neumáticamente a cardas donde en este proceso se abre las capas de los flocones separando y depurando las fibras de poliéster en nave uno y algodón en nave dos esto hace que se forme un velo de novia la cual se comprime formando una cinta la cual es denominada cinta de carda que es apta para deformaciones y estiramiento posterior, esta cinta se coloca en botes de 5000 metros por medio de un des bobinador estos pasos se realizan tanto para el poliéster como par el algodón denotando el poliéster al ser un producto derribado del petróleo no tiene tantas impurezas como el algodón.

Mescla de 80% de poliéster con 20% de algodón mescla íntima o poli algodón en cinta de 4500 metros.

En manuares el poliéster y el algodón se doblan o se acoplan sufriendo estiraje en el caso del algodón formando una cinta regular que se coloca en botes de 4500 metros por medio de des bobinadores estos botes se trasladan a la siguiente etapa en las maquinas open-end

Torsión y bobinado en conos

En open- end sufre torsión la cinta resultante de manuares formando un hilo uniforme en longitud y diámetro el cual mediante un brazo robótico el cual cambia de cono

automáticamente y en palma el hilo para dar como resultado un producto terminado de conos de hilos los cuales adquirirán un título que depende del diámetro del hilo este producto es almacenado para su posterior despacho.

Tabla 4. Materia prima de Algodón y Poliéster con su código de designación por lote.

MATERIA PRIMA ALGODÓN			Código Designado
Proveedor	Número de contenedores	Procedencia	
CALCOT	13	Algodón de EEUU	0811
CALCOT	5	Algodón de EEUU	0822
FUNALGODON	1	Algodón Ecuatoriano	0833
FUNALGODON	1	Algodón Ecuatoriano	0844
GREENBELT	10	Algodón de EEUU	0855
MATERIA PRIMA POLIÉSTER			Código Designado
Proveedor	Número de contenedores	Procedencia	
INDORAMA	15	Poliéster de la Indonesia	1111
EASTLON	5	Poliéster de la Taiwán	1122

Elaborado por: Autores, en colaboración de Maribel Hidalgo

Análisis e interpretación:

La tabla anterior nos muestra a los proveedores, procedencia, número de contenedores y código de designación por lote, lo que corrobora que la producción global de planta es por lote, esto lo confirmo Maribel Hidalgo quien realiza estudios de trazabilidad global de la planta.

Identificación de tipo de producción global para el caso de mezcla íntima (80-20)

Tabla 5. Identificación del tipo de producción global de INSOMET.

Tipo de producción global de INSOMET							
Proyecto		Intermitente		En línea		Por lotes	
Único		Volúmenes de producción bajos		Volumen de producción muy altos	X	Grandes volúmenes de producción	X
Las instalaciones dependen del producto	X	Volúmenes de producción variados	X	Producción estandarizada	X	Bajo nivel de variedad entre sus productos	X
Lugar establecido por el cliente		Secuencia diferente por el producto		Gran cantidad de operadores		los lotes de materia van pasando de operación en operación	X
Mano de obra seleccionada		Se elabora por pedido del cliente		Gran cantidad de líneas secuenciales			
Total	1	Total	1	Total	2	Total	3

Elaborado por: Autores

Análisis e interpretación:

En la tabla no se toma en cuenta el tipo de producción continua debido a su paridad con el tipo de producción por lotes, ya que en INSOMET se tiene seguimiento de entradas y salidas manejada por lotes, mediante la trazabilidad de la materia prima.

Identificación de tipo de producción por proceso para el caso de mezcla íntima (80-20)

Tabla 6. Identificación de tipo de proceso de Cardas, Manuales y Open-End

Tipo de producción por procesos de INSOMET					
Intermitente		En línea		Continua	X
Volúmenes de producción bajos		Volumen de producción muy altos	X	Grandes volúmenes de producción	X
Volúmenes de producción variados (MIX)	X	Producción estandarizada	X	Productos estandarizados	X
Secuencia diferente por el producto		Gran cantidad de operadores		Su producción puede ir por 24 horas seguidas	X
Se elabora por pedido del cliente		Gran cantidad de líneas secuenciales		Poca mano de obra	X
Existe tiempos muertos		Existe tiempos muertos		Procesos automatizados sin tiempos muertos	X
				Nivel de contacto con el cliente bajo	X
Total	1	total	2	total	6

Elaborado por: Autores

Análisis e interpretación:

En INSOMET el tipo de producción es continuos debido a la automatización en sus líneas, donde sus operadores cumplen labores de control y abastecimiento sin paras de tiempos muertos.

Existe una acumulación de materia prima al salir de cardas para abastecer las líneas de manuales y open-end durante 24 horas seguidas.

Eficiencia y capacidades de proceso de planta.

Para medir la eficiencia de planta se tiene en cuenta los siguientes pasos a seguir:

- Número de Máquinas de conos de hilo. (Open-end) =9
- Número de husos en los cuales se bobinas los conos de hilo=220
- Número de horas en los que se llena un cono de hilo en este caso= 24 horas
- El peso del cono de hilo =2.6 kg
- Eficiencia de la planta para el producto de mezcla intima título 24= 90%
- Con estos datos se calculara la capacidad teórica, capacidad efectiva, capacidad real, utilización y la eficiencia.

Ecuación 1. Utilización

$$Utilizacion = \frac{Capacidad Real}{Capacidad Teórica} * 100\% \quad (1)$$

De dónde:

- % = Utilización
- Capacidad real
- Capacidad teórica

Ecuación 2. Eficiencia

$$Eficiencia = \frac{Capacidad Real}{Capacidad Efectiva} * 100\% \quad (2)$$

De dónde:

- %= Eficiencia
- Capacidad real
- Capacidad efectiva

Tabla 7. Datos de producción para cálculo de capacidad real.

Producción anual 2017 del hilo 24 Oe mezcla íntima kl.								
Mes	Valores de transferencia (kg)					Total Por Mes (kg)	N. Meses	P. Ponderado (kg)
Enero	18403,9	11166,55	0	0	0	29.570,45	1	29.570
Febrero	5527,06	18920,94	19261,95	19529,92	2384,65	65.624,52	1	65.625
Marzo	17337,35	23258,8	24020,83	24132,92	22446,28	111.196,18	1	111.196
Abril	2645,75	25895,62	20241	26753,95	21388,08	96.924,40	1	96.924
Mayo	34097,79	31285,4	28925,15	26352,4	19606,22	140.266,96	1	140.267
Junio	7647,3	25210,6	24600,85	22851,1	26649,25	106.959,10	1	106.959
Julio	23958,6	25916,2	24155,2	23155,53	8817,75	106.003,28	1	106.003
Agosto	12589,35	28014,7	23353,95	24263,75	18738	106.959,75	1	106.960
Septiembre	9218,45	27535,5	30699,91	31203,6	32927,35	131.584,81	1	131.585
Octubre	30579,5	24422,8	328575	32777	0	416.354,30	1	416.354
Noviembre	25403,8	28553,2	28387,5	27482	21560,6	131.387,10	1	131.387
Diciembre	8434,1	30029,1	0	0	0	38.463,20	1	38.463
Total Anual						$\Sigma = 1.481.294,05$	12	PP. =123.441

Elaborado por: Autores

Análisis e interpretación:

La matriz anterior muestra las producciones mensuales durante el periodo 2017, mediante un promedio ponderado y con una asignación de 1 por cada mes, se tienen una acumulación de 1.481.294,05kg que al dividirlo para los 12 se tiene 123.441kg que es la capacidad real de producción de INSOMET

En la siguiente tabla se muestra la capacidad utilizada y la eficiencia global de la planta para el proceso de Hilo 24 Oe mezcla íntima KI.

Tabla 8. Calculo de capacidades, utilización y eficiencia.

N. Máquinas	N. Conos producidos	Día/ Mes	peso (kg)	Capacidad Teórica	Eficiencia - planta	Capacidad Efectiva	Capacidad Real	Utilización	Eficiencia Real
9	220	30	2,6	154.440	90%	138.996	123.441	80%	89%

Elaborado por: Autores

Análisis e interpretación:

La tabla anterior muestra mediante el cálculo de capacidades y la eficiencia de planta que según fuentes de INSOMET es del 90% una utilización real del 80% y una eficiencia del 89%, con una variación porcentual entre eficiencias del -1%

Seguimiento del producto y de las personas

Seguimiento de las personas

Se señala que la técnica siguiente de ingeniería de métodos es solo para el cálculo de eficiencia del hombre no se toma valido el cálculo de máquinas ya que el proceso es continuo y los operarios cumplen funciones de supervisión y control de los equipos no intervienen de forma directa en las labores de proceso de la materia prima en producto terminado.

Por lo que el diagrama siguiente sirve como ilustración para señalar el tipo de producción con la que se maneja en la industria textil a nivel nacional y por lo general a nivel internacional en países vecinos como Colombia Brasil.

Tabla 9. Cálculo de capacidades, utilización y eficiencia.

Diagrama Hombre- Máquina(Tiempos Teóricos)														
Diagrama N.1	Resumen													
Proceso	Actividad	Simbología		Máquina	Hombre	Propuesta	Observación							
Transformación de poliéster	Operación	●		3	1	-	Proceso continuo							
Transformación de algodón	Transporte	➔		0	3	-								
	Espera	◐		0	8	-								
Método: Actual	Inspección	■		0		-								
Lugar: Pastocalle	Almacenamiento	▲		0	1	-								
Empresa: Insomet	Total (Tiempo)	Total (Tiempo)	total		3	13	0							
Descripción	Minutos Máquina	Minutos Hombre	S. Máquina	simbología de proceso Hombre				Observación						
Colocación pacas	1.440	10,00	●	●	➔	◐	■	▲						
Apertura de fibras (PyA)		41,67												
Separación de fragmentos (Apertura)														
Desempolvado succión interna														
Formación de velo (primera cinta)														
Colocación de bote de cinta														
Traslado bote de cinta		1,00												
Estiraje de cinta		6,43												
Colocación de bote de cinta														
Traslado bote de cinta		1,00												
formación de hilo uniforme en conos		1,375												
Traslado de conos		3,00												
Almacenamiento de conos		2,00												
Total		1.440							1.438	3	1	3	8	1

Elaborado por: Autores

Tabla 10. Cálculo de Eficiencia hombre.

Tiempo de ciclo	1.440	minutos
Tiempo de hombre	17,00	minutos
Tiempo muerto	1.423	minutos
Eficiencia de Hombre	1,18	%

Elaborado por: Autores

Análisis e interpretación:

Para procesos continuos la eficiencia de las personas dependerá directamente de la eficiencia de los procesos (en máquinas), el valor 1.18% no refleja la correlación entre la variable dependiente que son las personas y la variable independiente que son los procesos en las máquinas.

Seguimiento del producto por procesos en máquinas.

Eficiencia por procesos en cardas, manuales y open-end

Debido a la baja eficiencia, alta variabilidad en los datos de producción mensual ya a la identificación del cuello de botella del proceso de hilatura de mezcla íntima (80% poliéster y 20% algodón) se realiza un cálculo de eficiencia por procesos tomando en cuenta los siguientes parámetros de producción variable (Tiempo).

- Tiempo de ciclo óptimo que es el menor tiempo de los ciclos en condiciones favorables
- Tiempo de operación del operario
- Tiempos muertos

De donde la Toma de datos con N muestras para un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5%, para lo cual se toma 5 muestras ya que los ciclos son (>) 2 minutos para determinar el número real de muestras, se sigue los siguientes pasos cálculo del:

- $Rango = X_{max} - X_{min}$
- Promedio
- Cociente entre rango y media
- $\frac{R}{\bar{x}}$
- Comparación en tabla para un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5% que se tiene de la tabla para cálculos de números de observación.

Figura 6. Tabla para cálculo del número de observaciones

TABLA PARA CALCULO DEL NUMERO DE OBSERVACIONES					
R/X	5	10	R/X	5	10
0	0	0	0.48	68	39
0.01	1	1	0.50	74	42
0.02	1	1	0.52	80	46
0.03	1	1	0.54	86	49
0.04	1	1	0.56	93	53
0.05	1	1	0.58	100	57
0.06	1	1	0.60	107	61
0.07	1	1	0.62	114	65
0.08	1	1	0.64	121	69
0.09	1	1	0.66	129	74
0.10	3	2	0.68	137	78
0.12	4	2	0.70	145	83
0.14	6	3	0.72	153	88
0.16	8	4	0.74	162	93
0.18	10	6	0.76	171	98
0.20	12	7	0.78	180	103
0.22	14	8	0.80	190	108
0.24	13	10	0.82	199	113
0.26	20	11	0.84	209	119
0.28	23	13	0.86	218	126
0.30	27	15	0.88	229	131
0.32	30	17	0.90	239	138
0.34	34	20	0.92	250	143
0.36	38	22	0.94	261	149
0.38	43	24	0.96	273	156
0.40	47	27	0.98	284	162
0.42	52	30	1.00	296	169
0.44	57	33	1.02	303	173
0.46	63	36	1.04	313	179

Fuente: Autor anónimo.

En la siguiente matriz muestra los tiempos reales de producción en cardas, manuales y open-end para posteriormente calcular la eficiencia mediante la razón entre tiempo de ciclo óptimo sobre el tiempo real:

Tabla 11. Cálculo de tiempo de ciclo real.

R =		13		R =		2		R =		9	
X =		49,8		X =		7,1		X =		1448	
R/X =		0,26		R/X =		0,28		R/X =		0,01	
N.M		20		N.M		13		N.M		1	
Cards tiempo en minutos				Manuales tiempo en minutos				Open- En tiempo en minutos			
Primera muestra		Muestra (90% -5%)		Primera muestra		Muestra (90% -5%)		Primera muestra		Muestra (90% -5%)	
N	Muestras	N	Muestras	N	Muestras	N	Muestras	N	Muestras	N	Muestras
1	55	1	55	1	8	1	8	1	1453	1	1,450
2	55	2	55	2	8	2	8	2	1449		
3	51	3	51	3	8	3	8	3	1448		
4	46	4	46	4	7	4	7	4	1447		
5	42	5	42	5	7	5	7	5	1444		
	49,8	6	71	6	7	6	7		1448,2		
		7	75	7	7	7	7				
		8	67	8	7	8	7				
		9	69	9	6	9	6				
		10	66	10	6	10	8				
		11	45		7,1	11	7				
		12	62			12	7				
		13	70			13	9				
		14	61				7,50				
		15	62								
		16	75								
		17	53								
		18	49								
		19	46								
		20	63								
			61,29								

Elaborado por: Autores

Análisis e interpretación:

Con los dato aleatorios de N muestras de tiempos obtenidos de la matriz anterior se calcula la eficiencia real de planta, basados en datos proporcionados por registros de producción que son considerados óptimos para los procesos de cardado, mezcla en manuares y enconado en open- end:

Ecuación 3. Eficiencia para tiempo óptimo / tiempo real

$$E = \frac{T.O}{T.R} * 100\% \quad (3)$$

De dónde:

- E = Eficiencia
- T. O = Tiempo óptimo
- T. R = Tiempo real

Tabla 12. Desviación estándar, límites superior e inferior y T. Real

Procesos	D. estándar (minutos)	Promedio (minutos)
Cardas	10,47	59,15
Manuares	0,77	7,38
Open-end	0	1,450
Procesos	Límite superior (minutos)	límite inferior (minutos)
Cardas	69,62	48,68
Manuares	8,15	6,6
Open-end	0	0
Procesos	T. Real (minutos)	
Cardas	61,29	
Manuares	7,5	
Open-end	1,450	

Elaborado por: Autores

Tabla 13. Cálculo de eficiencia real por componentes separados.

Cardas	ÓPTIMO	Velocidad(m/min)	Distancia(m)	tiempo(m)	Eficiencia
		120	5000	41,67	68%
	REAL	Velocidad(m/min)	Distancia(m)	tiempo(m)	
		81,59	5000	61,29	
Manuales	ÓPTIMO	Velocidad(m/min)	Distancia(m)	tiempo(m)	
		700	4500	6,43	86%
	REAL	Velocidad(m/min)	Distancia(m)	tiempo(m)	
		600,0	4500	7,50	
Open-en	ÓPTIMO	Velocidad(m/min)	Distancia(m)	tiempo(m)	
		73,34	105,638	1,440	99%
	REAL	Velocidad(m/min)	Distancia(m)	tiempo(m)	
		72,85	105,638	1,450	
Eficiencia total					

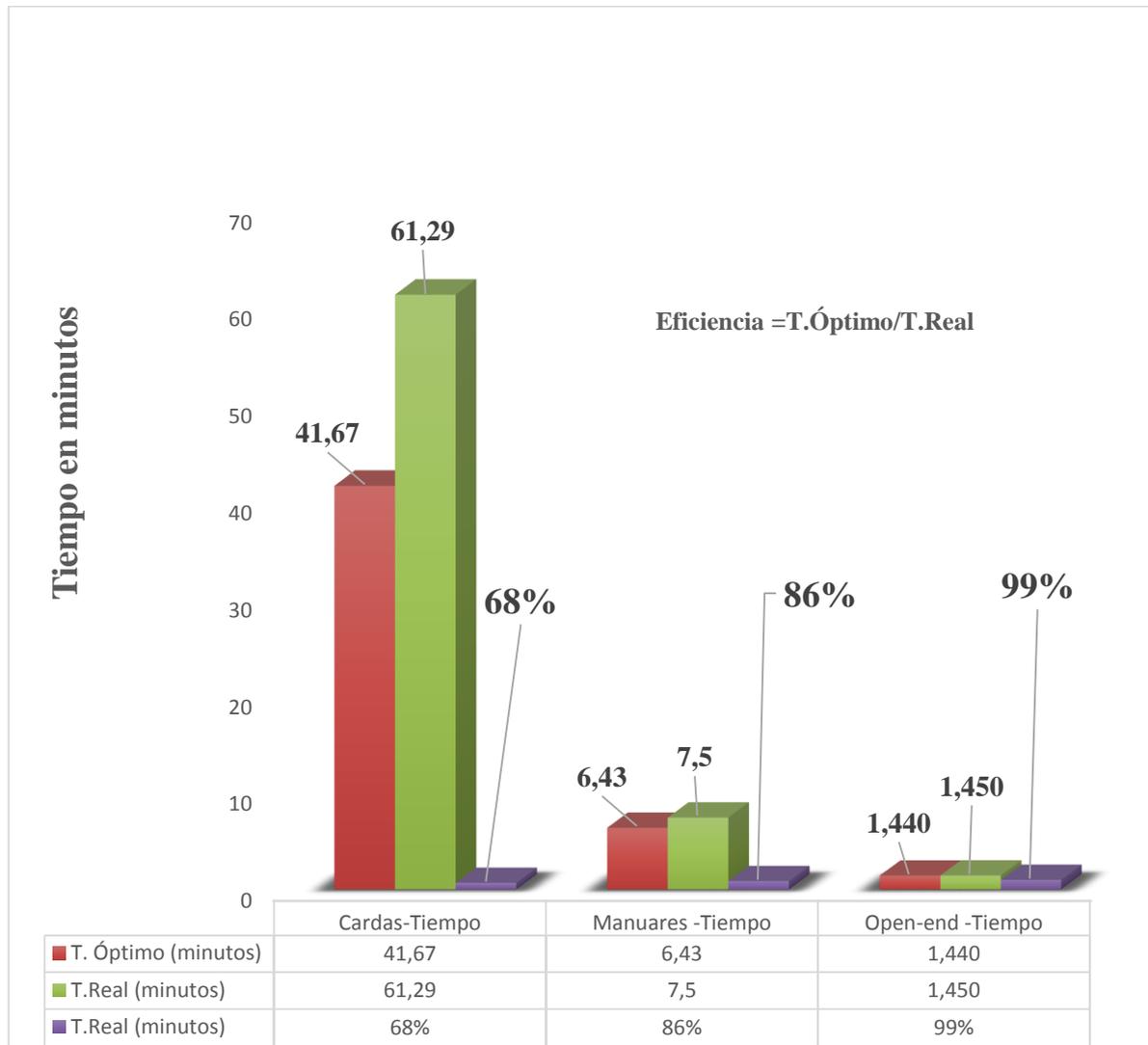
Elaborado por: Autores

Análisis e interpretación:

Estos tiempos son los que transcurren para que en cardas se tenga un bote de cinta de 5000 metros tras la operación de apertura, botes de 4500 metros de mezcla de poliéster y algodón en manuales y finalmente conos de 105,638 metros de hilo título 24 Oe, además de la tabla se toma como variable para la medición el tiempo óptimo proporcionado por **INSOMET** y tiempo real de ciclo obtenidas de las muestras aleatorias. La siguiente figura nos ilustra los porcentajes de cada proceso.

Identificar el cuello de botella por eficiencias.

Figura 7. Comparación de tiempos y eficiencias



Elaborado por: Autores

Análisis e interpretación:

El Gráfico muestra la eficiencia por cada proceso del sistema, teniendo al procesos de cardado como cuello de botella ya que su eficiencia es la más baja con un 68%.

La (VP) variación porcentual entre la eficiencia real 89% y la eficiencia del promedio ponderado entre procesos 84% es de -5.61%

Diagnosticar la causa, cantidad y costo del desperdicio que resulta de los procesos

Variable que incide de forma directa en el desperdicio de poliéster y algodón.

Para el diagnóstico de la causa o problema que se pretende es recomendable utilizar herramientas tales como fichas que permiten recolectar información cuantitativa como cualitativa, para procesos de hilatura se guiara de fichas de carácter estructurada.

Para realizar Entrevista estructurada. Javier Murillo Torrecilla Máster en Tecnologías de la Información y la Comunicación en Educación nos dice sobre la entrevista estructurada que:

El investigador lleva a cabo una planificación previa de todas las Preguntas que quiere formular. Prepara por tanto un gran banco de preguntas que irán coordinadas por un guion realizado de forma Secuenciada y dirigida. El entrevistado no podrá llevar realizar ningún tipo de comentarios, ni realizar apreciaciones. Las preguntas serán de tipo cerrado y sólo se podrá afirmar, negar o responder una respuesta concreta y exacta sobre lo que se le pregunta. (Murillo, Hernández, Martín & Gómez, 2015, pág. 8).

Para este estudio de campo se tiene en cuenta los siguientes aspectos.

- Fuente de información
- Medio de información
- Conocimiento del tema
- Elaboración de banco de preguntas
- Tipo de formato cualitativo- cuantitativo

Los departamentos en cuestión tienen que ver de forma directa con la fabricación de hilos de cono, los cuales proveen de información valiosa para el diagnóstico.

- Dirección Técnica
- Control de Calidad
- Mantenimiento
- Producción (personal operativo)

Entrevista Dirigida al Personal Técnico Operativo.

Tema: Desarrollo de un Sistema de Información para apoyar la causa y efecto de la variación de producción mensual

Fecha: ____/____/____

Nombre del Entrevistado:

Empresa:

Objetivo:

Conocer las causas de variación de producción para determinar los altos índices de merma en los procesos de Hilatura.

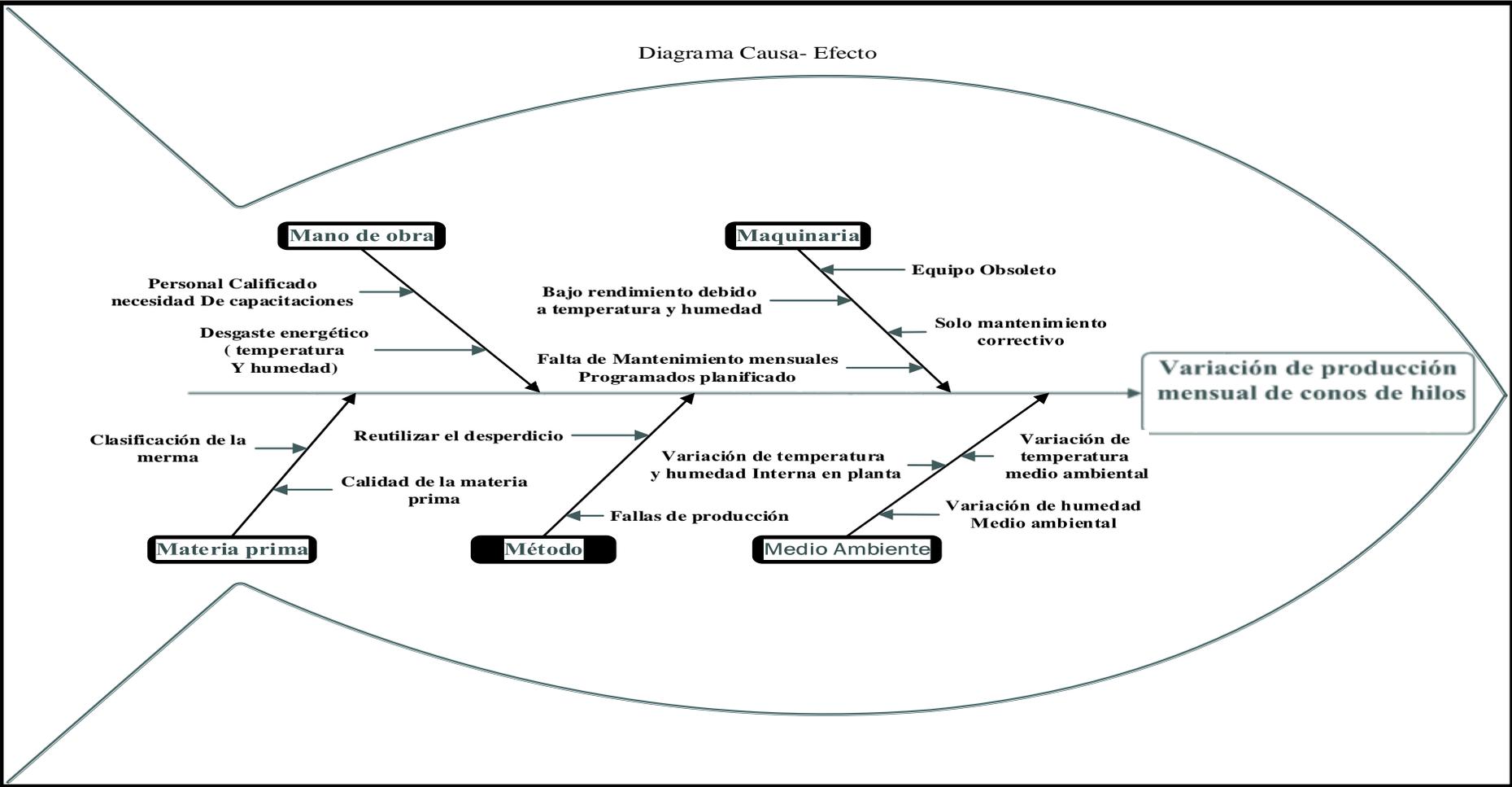
Preguntas:

1. ¿Opina usted que el equipo ya cumplió su vida útil y es obsoleto para el proceso de hilatura?.....
2. ¿Cree usted que la temperatura y humedad influye en el rendimiento de las máquinas?.....
3. ¿Sabe usted si hay planes de mantenimiento planificados?.....
4. ¿Qué tipo de mantenimiento se realiza a las máquinas?.....
5. ¿Usted cree que está calificado para operar o dar mantenimiento a la maquinaria?.....
6. ¿Cree usted que la temperatura y humedad influye en el rendimiento de los operarios?.....
7. ¿Opina usted que las jornadas de doce horas son las más adecuadas?.....
8. ¿Piensa usted que debería existir una planta de reutilización de desperdicio de la materia prima ?.....
9. ¿Piensa usted que la planeación de producción es acertada?.....
10. ¿La clasificación que se le da a la Merma es por calidad de insumo reutilizable o como desecho?.....
11. ¿La materia prima es de primera calidad para el proceso?.....
12. ¿Acaso la temperatura y humedad interna en planta influye en la calidad y cantidad del producto?.....
13. ¿Sabe usted si la temperatura y humedad del medio ambiente externo a la planta de hilatura influye en la calidad y cantidad del producto?.....

Entrevistador: Mario Vargas Albán

Elaborado por: Milton Rubén Cevallos

Figura 8. Diagrama Causa – Efecto



Elaborado por: Autores

Tabla 14. Tabulación causa- efecto

Tabulación De Causas De diagrama Causa- Efecto								
Causas	Soluciones	Criterios						
Maquinaria	Solución	Factor	Causa Directa	Solución	Factible	Medible	B. Costo	Total
Equipo Obsoleto	Cambiar Equipo	1	1	1	1	1	1	6
Bajo rendimiento de máquinas (Temperatura y humedad)	Refrigerar Motores, ventilador independiente	8	8	5	6	8	5	40
Falta de mantenimientos mensuales programados	Estudio(Fiabilidad Mecánica)	8	7	5	9	8	5	42
Solo mantenimiento correctivo	Mantenimientos predictivos (F.M)	4	4	5	5	4	6	28
Mano de obra	Solución	Factor	causa Directa	Solución	Factible	Medible	B. Costo	Total
Personal calificado, Mas capacitación técnica	Capacitaciones	1	2	2	2	2	1	10
Desgaste energético (Temperatura y humedad) en personal	Hidratación continua(H2O)	1	1	1	1	1	1	6
Método	Solución	Factor	causa Directa	Solución	Factible	Medible	B. Costo	Total
largas jornadas de Trabajo	Minorar a jornadas de (8H)	1	1	1	1	1	1	6
No se reutiliza el desperdicio resultante de los procesos	Tener una planta de reutilización	10	10	10	10	10	10	60
Fallas de producción	Planificación	1	1	1	1	1	1	6
Materia prima	Solución	Factor	causa Directa	Solución	Factible	Medible	B. Costo	Total
Clasificación de la merma	Por calidad de reutilización	1	1	1	1	1	1	6
Calidad de materia prima	Otros proveedores	1	1	1	1	1	1	6
Medio ambiente	Solución	Factor	causa Directa	Solución	Factible	Medible	B. Costo	Total
Variación de temperatura y humedad interna en planta	Habilitar sistema de a climatización	10	9	9	9	10	8	55
Variación de temperatura y humedad externa	A climatización en planta	2	2	3	3	3	2	15

Elaborado por: Autores

Análisis e interpretación:

De la valoración se tiene un peso que se le da a cada criterio que va del 1 a 10 para cuantificar las variables del diagrama causa-efecto. En que a mayor valoración se considera como una mayor incidencia y consistente para encontrar las causas directas a solucionar en la organización.

Tabla 15. Frecuencias para el diagrama (80-20).

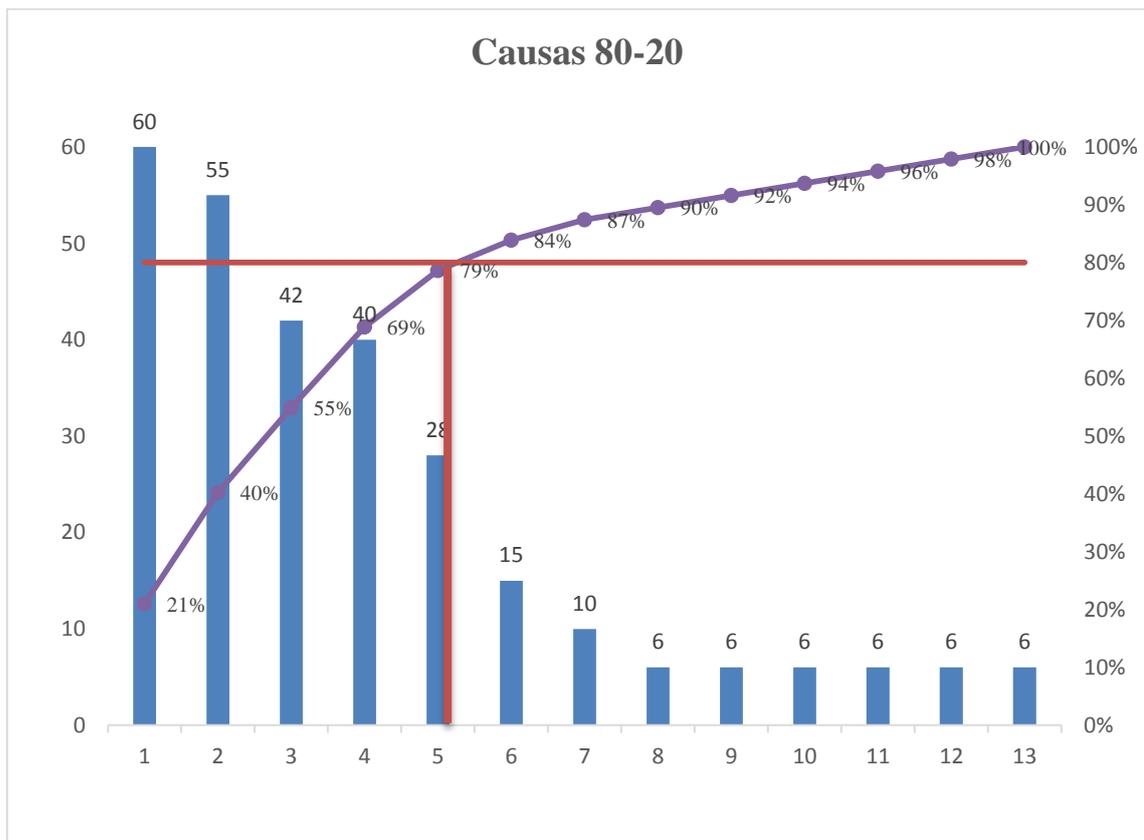
Número	Causas	Frecuencia	fi	F.R	F.R.A	80-20
		F	fi			
1	Falta de un sistema de reutilización de desperdicio	60	60	0,21	21%	80%
2	Variación de temperatura y humedad interna en planta	55	115	0,19	40%	80%
3	Falta de mantenimientos mensuales programados	42	157	0,15	55%	80%
4	Bajo rendimiento de las máquinas (Temperatura y humedad)	40	197	0,14	69%	80%
5	Solo mantenimiento correctivo	28	225	0,10	79%	80%
6	Variación de temperatura y humedad externa	15	240	0,05	84%	80%
7	Personal calificado, Mas capacitación técnica	10	250	0,03	87%	80%
8	Desgaste energético (Temperatura y humedad)	6	256	0,02	90%	80%
9	Clasificación de la merma	6	262	0,02	92%	80%
10	Equipo Obsoleto	6	268	0,02	94%	80%
11	largas jornadas de Trabajo	6	274	0,02	96%	80%
12	Fallas de producción	6	280	0,02	98%	80%
13	Calidad de materia prima	6	286	0,02	100%	80%
Total		286				

Elaborado por: Autores

Análisis e interpretación:

En la tabla anterior se calcula la frecuencia acumulada, frecuencia relativa. Frecuencia relativa acumulada y la columna (80-20) para la elaboración del diagrama de Pareto en la que el 20% de las causas producen el 80% de los problemas en una organización.

Figura 9. Diagrama de Pareto



Elaborado por: Autores

Análisis e interpretación:

La gráfica muestra como el 20% de las causas que en este caso son:

- Falta de un sistema de reutilización de desperdicio que resulta de los procesos
- Variación de temperatura y Humedad interna en planta
- Falta de mantenimientos mensuales programados
- Bajo rendimiento de máquinas (Temperatura y humedad)
- Solo mantenimiento correctivo

Estas variables son las que ocasionan que se tenga una eficiencia baja en el proceso de cardas, apuntando a la no existencia de un sistema de reutilización ya que el factor determinante para que un proceso sea eficiente en la fabricación de hilas es la variable (temperatura y humedad) controladas.

Entonces el factor crítico que incide en el rendimiento de los procesos es directamente la temperatura y humedad.

Evaluación del factor crítico (temperatura)

El gráfico \bar{x} - \bar{R} (medias y rangos) permite determinar las tendencias consistentes con respecto a un valor medio preestablecido para esta se utilizan las ecuaciones siguientes:

Ecuación 4. Límite de control superior para medias

$$LSCx = \bar{x} + A2 * \bar{R} \quad (4)$$

De dónde:

- LCSx = Límite de control superior de medias
- \bar{x} = Promedio de los promedios
- A2 = factor para diagramas de medias
- \bar{R} = Promedio de rangos

Ecuación 5. Límite de control superior para rangos.

$$LSCR = D4 * \bar{R} \quad (5)$$

De dónde:

- LSCR= Límite de control superior de rangos
- D4= Factor de diagramas para amplitudes
- \bar{R} = Promedio de rangos

Mientras que para los rangos se trata de monitorear la variabilidad que se tiene en los procesos claro está utilizando los rangos máximo y mínimo para esto utilizaremos las siguientes ecuaciones:

Ecuación 6. Límite de control inferior para medias.

$$LSCx = \bar{\bar{x}} - A2 * \bar{R} \quad (6)$$

De dónde:

- LCSx = Límite de control superior de medias
- $\bar{\bar{x}}$ = Promedio de los promedios
- A2= factor para diagramas de medias
- \bar{R} = Promedio de rangos

Ecuación 7. Límite de control inferior para rangos

$$LSCR = D3 * \bar{R} \quad (7)$$

De dónde:

- LSCR= Límite de control superior de rangos
- D3= Factor de diagramas para amplitudes
- \bar{R} = Promedio de rangos

La relación de entre humedad relativa y temperatura es:

Aumento de temperatura menor humedad es decir inversamente proporcional para sistemas controlados en ambiente seco, que diferencia de sistemas abiertos húmedos como es el caso de plantas ubicadas a nivel del mar es directamente proporcional debido a que cuentan con una humedad relativa alta por el medio ambiente que contiene más vapor de agua.

Tabla 16. Muestras de temperatura y humedad

Tomas de Medidas de Temperatura y Humedad relativa											
	Días	lunes		Martes		Miércoles		Jueves		Viernes	
N	Hora	Temperatura (°C)	Humedad (%)								
1	8:00 am	25	50,5	21	62	21	65	23	58	24	53
2	10:00 am	23,6	58	25	55	26	48	27	50	26	51
3	12:00 pm	29	48	27	48	30	40	26	52	26	47
4	14:00 pm	35	43	26	52	27	48	29	50	28	44
5	16:00 pm	28,2	47	28	44	27	47	27	53	26	51
6	18:00 pm	26	46	24	57	23	59	22	59	24	55
7	20:00 pm	24	57	24	56	23	59	21	58	25	54
8	22:00 pm	22,4	61	23	57	21	61	21	61	22	60
9	12:00 pm	23	60	19	75	21	63	24	59	21	63
10	2:00 pm	21	65	22	66	20	67	23	59	23	59
11	16:00 pm	23	61	23	63	22	63	21	63	22	57
12	6:00 am	23	59	20	57	21	65	22	57	23	57

Elaborado por: Autores

Análisis e interpretación:

Las muestras fueron recolectadas y facilitadas por los operadores de los tres turnos que laboran en la textil era en los horarios rotativos de 12 horas laborables para posteriormente añadirlas a la matriz de N. Muestras para lo cual se descarta el método tradicional de toma de muestras y se analiza mediante la estadística descriptiva de tendencia central de datos de medias y rangos para temperatura y humedad.

Figura 10. Tabla de constantes para diagramas de control “rodorta.webs.ull.es”

Observaciones en la muestra, n	Diagrama para medias			Diagrama para desviaciones estándares						Diagrama para amplitudes						
	Factores para límites de control			Factores para línea central		Factores para límites de control				Factores para línea central		Factores para límites de control				
	A	A ₂	A ₃	c ₄	1/c ₄	B ₃	B ₄	B ₅	B ₆	d ₂	1/d ₂	d ₃	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄
2	2.121	1.880	2.659	0.7979	1.2533	0	3.267	0	2.606	1.128	0.8865	0.853	0	3.686	0	3.267
3	1.732	1.023	1.954	0.8862	1.1284	0	2.568	0	2.276	1.693	0.5907	0.888	0	4.358	0	2.574
4	1.500	0.729	1.628	0.9213	1.0854	0	2.266	0	2.088	2.059	0.4857	0.880	0	4.698	0	2.282
5	1.342	0.577	1.427	0.9400	1.0638	0	2.089	0	1.964	2.326	0.4299	0.864	0	4.918	0	2.114
6	1.225	0.483	1.287	0.9515	1.0510	0.030	1.970	0.029	1.874	2.534	0.3946	0.848	0	5.078	0	2.004
7	1.134	0.419	1.182	0.9594	1.04230	0.118	1.882	0.113	1.806	2.704	0.3698	0.833	0.204	5.204	0.076	1.924
8	1.061	0.373	1.099	0.9650	1.0363	0.185	1.815	0.179	1.751	2.847	0.3512	0.820	0.388	5.306	0.136	1.864
9	1.000	0.337	1.032	0.9693	1.0317	0.239	1.761	0.232	1.707	2.970	0.3367	0.808	0.547	5.393	0.184	1.816
10	0.949	0.308	0.975	0.9727	1.0281	0.284	1.716	0.276	1.669	3.078	0.3249	0.797	0.687	5.469	0.223	1.777
11	0.905	0.285	0.927	0.9754	1.0252	0.321	1.679	0.313	1.637	3.173	0.3152	0.787	0.811	5.535	0.256	1.744
12	0.866	0.266	0.886	0.9776	1.0229	0.354	1.646	0.346	1.610	3.258	0.3069	0.778	0.922	5.594	0.283	1.717
13	0.832	0.249	0.850	0.9794	1.0210	0.382	1.618	0.374	1.585	3.336	0.2998	0.770	1.025	5.647	0.307	1.693
14	0.802	0.235	0.817	0.9810	1.0194	0.406	1.594	0.399	1.563	3.407	0.2935	0.763	1.118	5.696	0.328	1.672
15	0.775	0.223	0.789	0.9823	1.0180	0.428	1.572	0.421	1.544	3.472	0.2880	0.756	1.203	5.741	0.347	1.653
16	0.750	0.212	0.763	0.9835	1.0168	0.448	1.552	0.440	1.526	3.532	0.2831	0.750	1.282	5.782	0.363	1.637
17	0.728	0.203	0.739	0.9845	1.0157	0.466	1.534	0.458	1.511	3.588	0.2787	0.744	1.356	5.820	0.378	1.622
18	0.707	0.194	0.718	0.9854	1.0148	0.482	1.518	0.475	1.496	3.640	0.2747	0.739	1.424	5.856	0.391	1.608
19	0.688	0.187	0.698	0.9862	1.0140	0.497	1.503	0.490	1.483	3.689	0.2711	0.734	1.487	5.891	0.403	1.597
20	0.671	0.180	0.680	0.9869	1.0133	0.510	1.490	0.504	1.470	3.735	0.2677	0.729	1.549	5.921	0.415	1.585
21	0.655	0.173	0.663	0.9876	1.0126	0.523	1.477	0.516	1.459	3.778	0.2647	0.724	1.605	5.951	0.425	1.575
22	0.640	0.167	0.647	0.9882	1.0119	0.534	1.466	0.528	1.448	3.819	0.2618	0.720	1.659	5.979	0.434	1.566
23	0.626	0.162	0.633	0.9887	1.0114	0.545	1.455	0.539	1.438	3.858	0.2592	0.716	1.710	6.006	0.443	1.557
24	0.612	0.157	0.619	0.9892	1.0109	0.555	1.445	0.549	1.429	3.895	0.2567	0.712	1.759	6.031	0.451	1.548
25	0.600	0.153	0.606	0.9896	1.0105	0.565	1.435	0.559	1.420	3.931	0.2544	0.708	1.806	6.056	0.459	1.541

Fuente: “rodorta.webs.ull.es”

La tabla anterior nos sirve para tener los factores de límite de control, para diagramas de medias y amplitudes de los límites superior e inferior del gráfico $\bar{x}-\bar{r}$ (medias y rangos).

**Tabla 17. Factores para límites de control
Seleccionados para n=12**

Factores	
A2	0,266
D2	0,283
D4	1,717

Elaborado por: Autores

Los factores que se utilizan son basados en el número de muestras que para el caso del factor crítico de temperatura es $n = 12$ muestras, de donde A2 se utiliza para medias D2 y D4 son amplitudes para los límites superior e inferior

Tabla 18. Datos de media y rangos, variable Temperatura

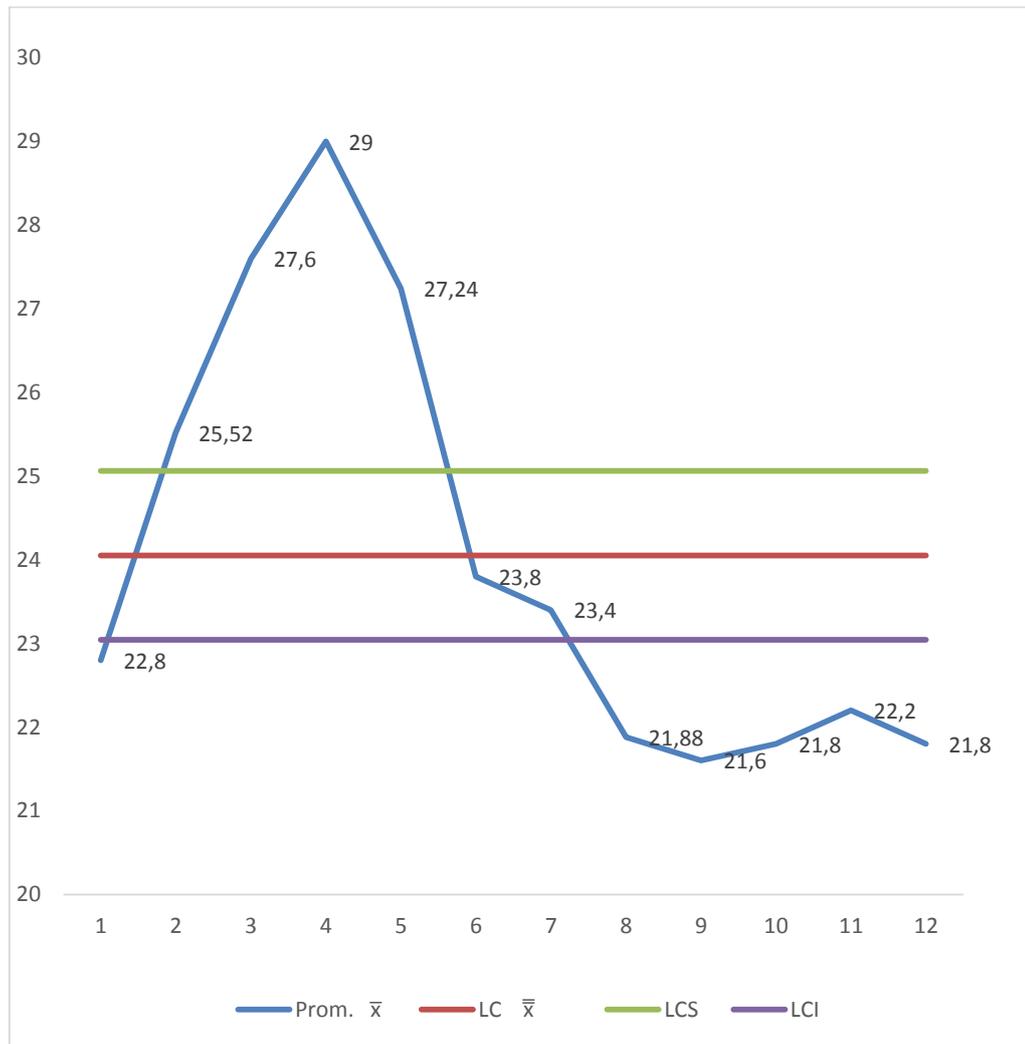
Datos De Medias Gráfico \bar{x} (Temperatura)				Datos de Rangos Gráfico \bar{r} (Temperatura)			
Prom. \bar{x}	LC \bar{x}	LCS	LCI	R	LC \bar{r}	LCS	LCI
22,8	24,05	25,06	23,04	4	3,8	6,52	1,08
25,52	24,05	25,06	23,04	3,4	3,8	6,52	1,08
27,6	24,05	25,06	23,04	4	3,8	6,52	1,08
29	24,05	25,06	23,04	9	3,8	6,52	1,08
27,24	24,05	25,06	23,04	2,2	3,8	6,52	1,08
23,8	24,05	25,06	23,04	4	3,8	6,52	1,08
23,4	24,05	25,06	23,04	4	3,8	6,52	1,08
21,88	24,05	25,06	23,04	2	3,8	6,52	1,08
21,6	24,05	25,06	23,04	5	3,8	6,52	1,08
21,8	24,05	25,06	23,04	3	3,8	6,52	1,08
22,2	24,05	25,06	23,04	2	3,8	6,52	1,08
21,8	24,05	25,06	23,04	3	3,8	6,52	1,08

Elaborado por: Autores

Análisis e interpretación:

La tabla anterior permite calcular los límites superior e inferior de medias y rangos mediante el cálculo de los promedios de los promedios y la variabilidad que se encuentra fuera de las mediadas de tendencia central.

Figura 11. Gráfico \bar{x} (temperatura)



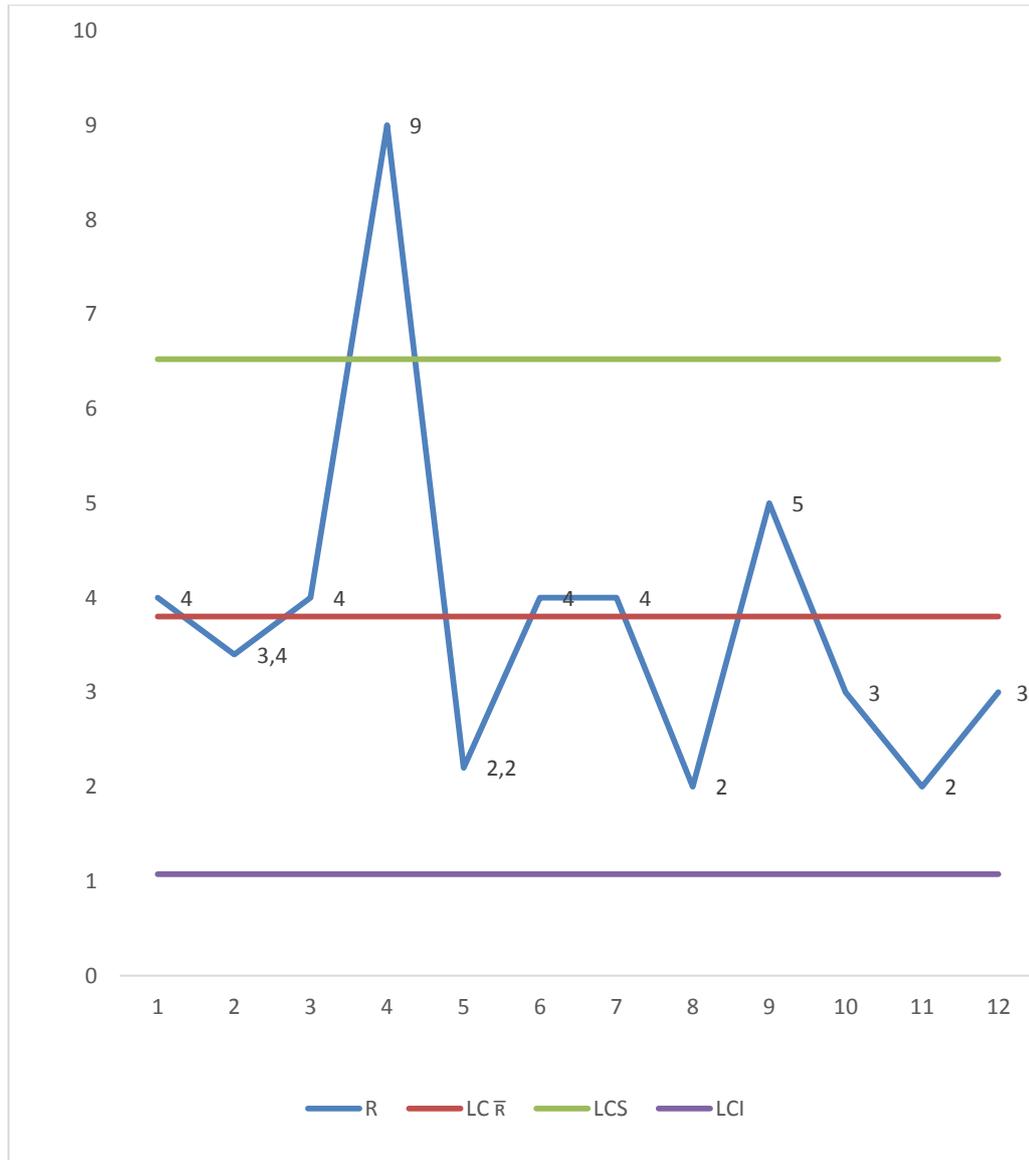
Elaborado por: Autores

Análisis e interpretación:

La figura muestra los límites de control superior e inferior y la línea de tendencia central en la que los valores temperatura 25.52, 27.6, 29, 27.24 están fuera del valor nominal y su tolerancia superior que denota la variabilidad del factor temperatura especialmente en horas del día.

De la misma manera se tiene los valores que se encuentran fuera de la línea de tendencia central y de la línea de tolerancia inferior pero que a pesar de estar fuera se considera ideal en los procesos de hilatura.

Figura 12. Gráfico \bar{r} (Temperatura)



Elaborado por: Autores

Análisis e interpretación:

De la misma manera en el gráfico de rangos el valor 9 se encuentra fuera de la línea de tolerancia límite de control superior indicándonos que la variable temperatura en rangos, sale del valor nominal lo cual muestra que efectivamente se tiene una alta incidencia en los

procesos de hilatura pues son valores que afectan tanto a la materia prima así como a los componentes mecánicos.

Tabla 19. Datos de media y rangos, variable Humedad.

Datos De Medias Gráfico \bar{x} (Humedad)				Datos de Rangos Gráfico \bar{r} (Humedad)			
Promedio. \bar{x}	LC \bar{x}	LCS	LCI	R	LC \bar{r}	LCS	LCI
57,7	56,04	58,58	53,50	14,5	9,54	16,38	2,70
52,4	56,04	58,58	53,50	10	9,54	16,38	2,70
47	56,04	58,58	53,50	12	9,54	16,38	2,70
47,4	56,04	58,58	53,50	9	9,54	16,38	2,70
48,4	56,04	58,58	53,50	9	9,54	16,38	2,70
55,2	56,04	58,58	53,50	13	9,54	16,38	2,70
56,8	56,04	58,58	53,50	5	9,54	16,38	2,70
60	56,04	58,58	53,50	4	9,54	16,38	2,70
64	56,04	58,58	53,50	16	9,54	16,38	2,70
63,2	56,04	58,58	53,50	8	9,54	16,38	2,70
61,4	56,04	58,58	53,50	6	9,54	16,38	2,70
59	56,04	58,58	53,50	8	9,54	16,38	2,70

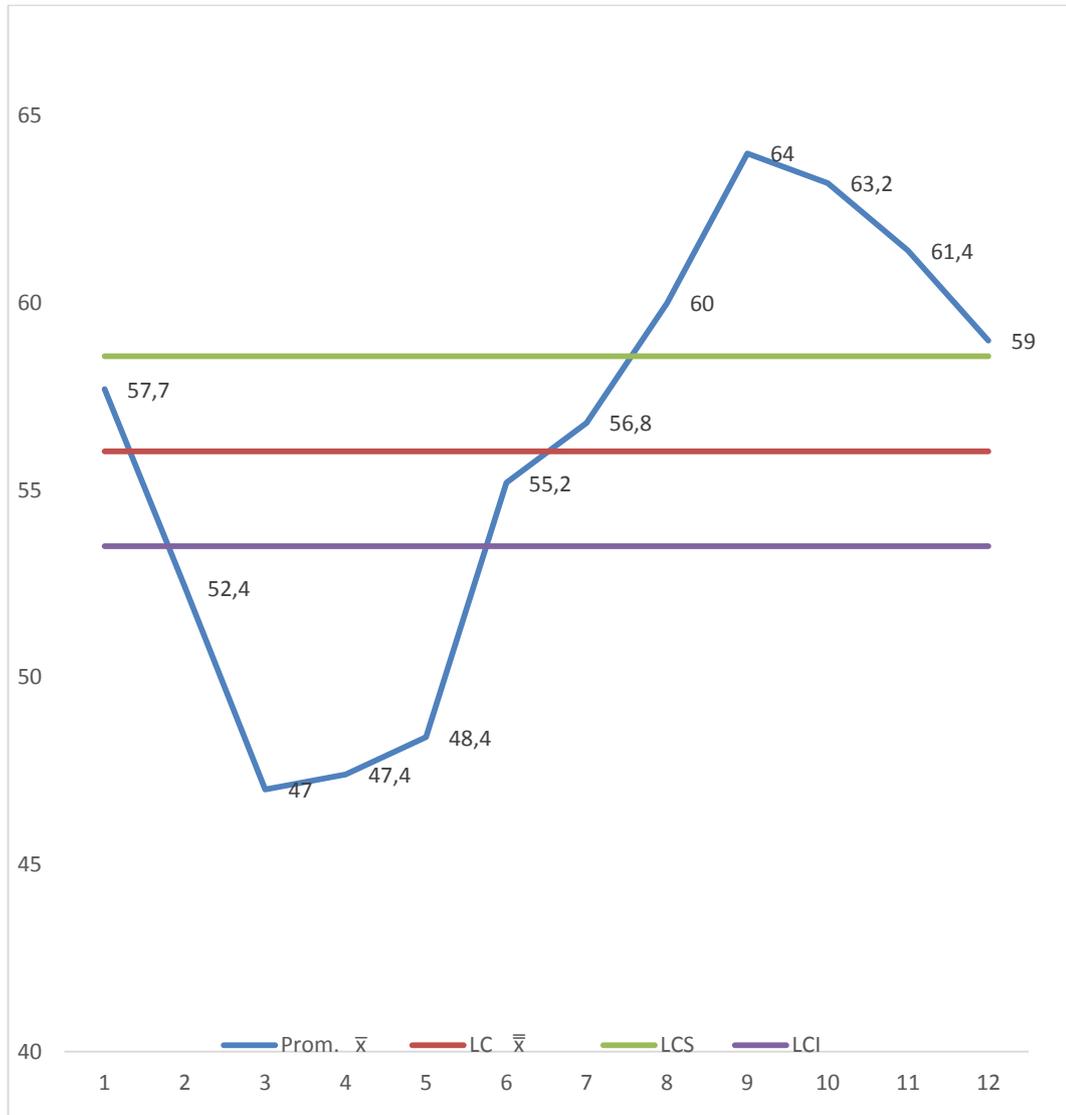
Elaborado por: Autores

Análisis e interpretación:

Al igual que la tabla de datos de media y rangos, variable Temperatura se puede obtener los límites de control superior e inferior basados en la figura de constantes de límites de control para analizar los valores de humedad.

Por lo contrario en la gráfica se puede apreciar como la variable humedad se encuentra dentro de los valores de tolerancia ya que su dispersión no tiene esta tan alejada de la línea nominal.

Figura 13. Gráfico \bar{x} (Humedad)

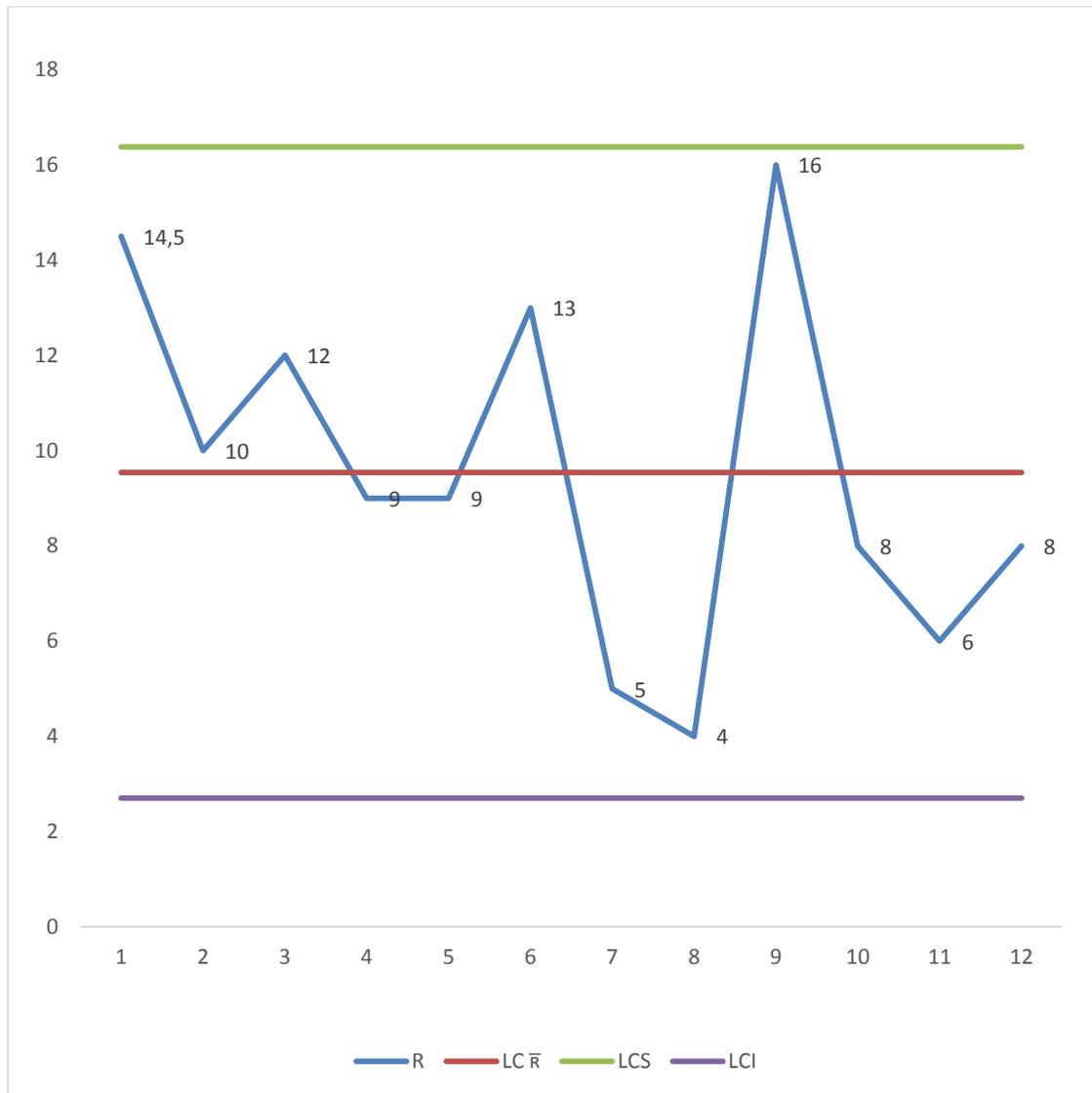


Elaborado por: Autores

Análisis e interpretación:

La figura muestra como existe una dispersión de valores fuera de los límites de control afectando directamente los que se encuentran muy por debajo del límite inferior 52,4, 47, 47,4, y 48,4 que causan en el proceso problemas con la materia prima y bajo rendimiento de las máquinas específicamente en los motores.

Figura 14. Gráfico \bar{r} (Humedad)



Elaborado por: Autores

Análisis e interpretación:

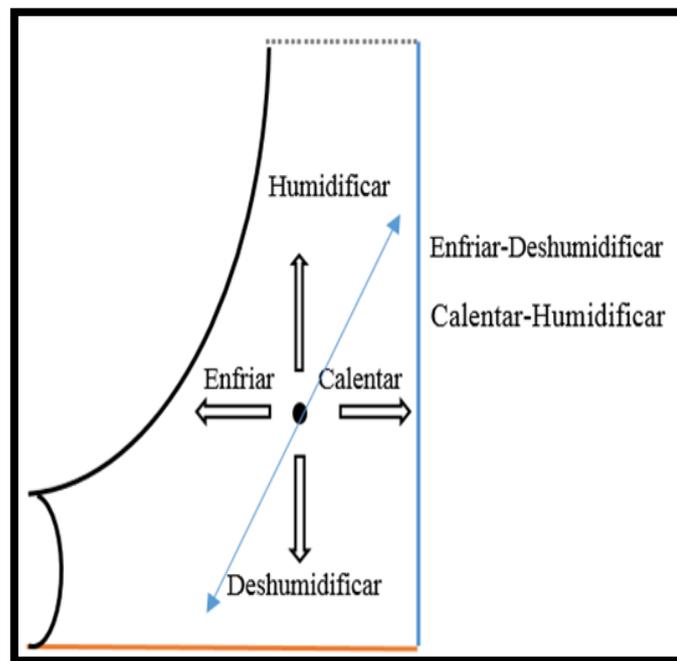
Por lo contrario en la gráfica se puede apreciar como la variable humedad se encuentra dentro de los valores de tolerancia ya que su dispersión no tiene una gran variabilidad en sus valores, debido a las altas temperaturas que influyen en la calidad de los procesos.

Estandarización de temperatura y humedad relativa mediante carta psicométrica.

Para la estandarización se realiza una tabla tomando en cuenta los datos de temperaturas y humedad relativa que se relacionan con las variables siguientes:

- Temperatura de bulbo seco = BS que se mide en ($^{\circ}\text{C}$) o ($^{\circ}\text{F}$) es la medida que se realiza con un termómetro convencional de mercurio.
- Temperatura de bulbo Húmedo= BH que se mide en ($^{\circ}\text{C}$) o ($^{\circ}\text{F}$) es la medida que se realiza con un termómetro convencional de mercurio empapado con agua.
- Punto de Roció= PR temperatura más baja en la que se condensa el vapor de agua transformándose en neblina o rocío.
- Humedad relativa= HR Es la relación de vapor de agua contenida en el aire.
- Entalpía = H Cantidad de energía que un sistema intercambia, entre el vapor de agua y aire por encima de 0 ($^{\circ}\text{C}$).
- Humedad específica o absoluta= w Es la cantidad de vapor de agua que se encuentra por unidad de volumen en el aire.

Figura 15. Direcciones de corrección de temperatura y humedad



Elaborado por: Autores

Análisis e interpretación:

La figura muestra las direcciones de corrección de temperatura y humedad relativa si se quiere humidificar se tiene que subir la humedad relativa, si se pretende deshumidificar se tiene que enfriar orientarse más a la curva de rocío bajando la temperatura relativa, muy por lo contrario si se quiere calentar se tiene que subir la temperatura.

Tabla 20. Cuadro psicrométrico estandarizados de T y HR de INSOMET

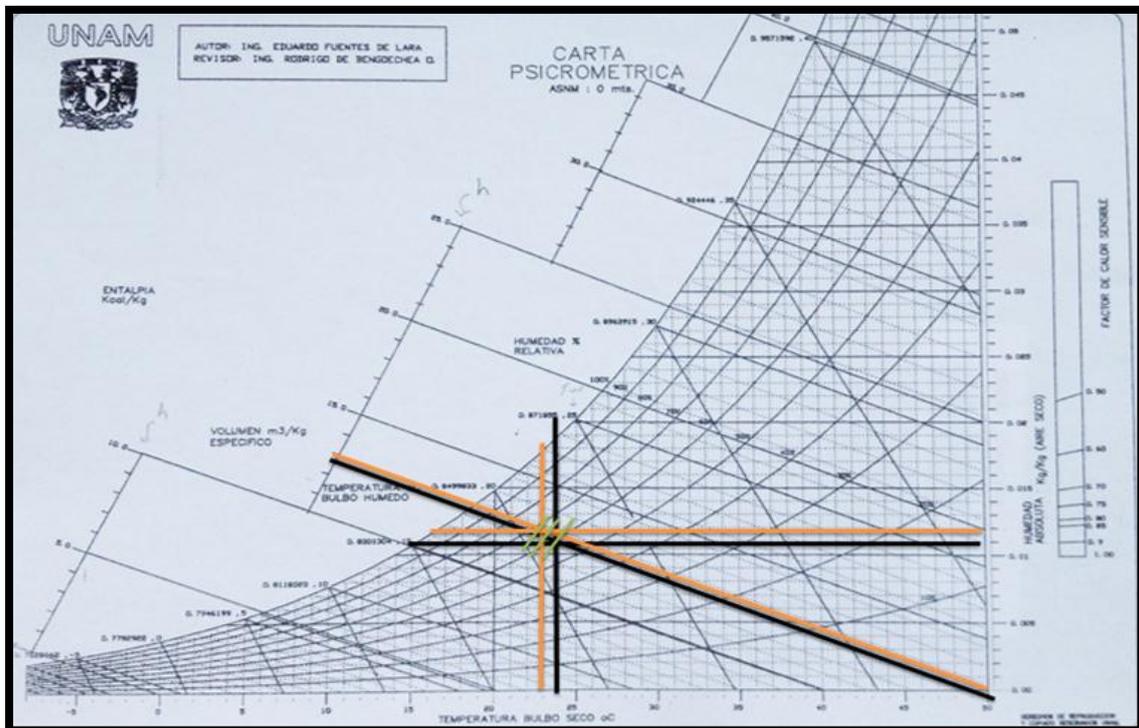
Variabes	BS (°c)	BH (°c)	HR (%)	PR (°c)	W (kg H2O/kg de aire seco)	H (Kcal/kg de aire seco)
LC \bar{X}	24,05	18	56,04	15	0,010-0,011	12,4
LCS	25,06	19,9	58,58	16,4	0,012	13,8
LCI	23,04	16,4	53,5	13	0,009-0,010	11,4

Elaborado por: Autores

Análisis e interpretación:

La tabla anterior muestra los cálculos de las variables basados en los datos de diagrama de control de medias y rangos en los que la T y HR son óptimos para los procesos para los cual se recurre a una carta psicrométrica en los que basta tener dos datos para ir despejando valores adicionales de la composición de vapor de agua por cada mol de aire presente en el medio ambiente controlado.

Figura 16. Carta psicrométrica para ubicación de valores de composición ambiental



Fuente: Eduardo Fuentes Lara (UNAM)

Tabla 21. T y HR óptima según el Instituto Norteamericano de Tecnología Textil

Variables	BS (°c)	BH (°c)	HR (%)	PR (°c)	W (kg H2O/kg de aire seco)	H (Kcal/kg de aire seco)
V. óptima	23	18,2	65	16	0,011-0,012	13

Fuente: Jürg Suter, ing. Ind. Estudio basado en datos del Instituto Norteamericano de Tecnología Textil.

Según Suter (1968) los estudios del Instituto Norteamericano de Tecnología Textil ha comprobado que la mejor temperatura relativa para fabricación de hilos es una HR que tiene variación de valores entre el 60% hasta el 70% que puede aumentar en ciertas fibras su elasticidad hasta en un 15%, teniendo al algodón de mayor incremento a la lana con menor incremento y al poliéster como estático.

“Al mantener un nivel de humedad relativa de 65-75% HR en la industria textil, se puede reducir el desarrollo de la electricidad estática, aumentar la absorción del hilo, evitar que se rompa el hilo, eliminar el polvo y pelusas” (Briceño Vargas, 2017, p.5)

Tabla 22. Ventajas y desventajas de temperatura y humedad controlada y no controlada

Ventajas temperatura y humedad controlada 23°C y 65 %	Desventajas de temperatura altas y baja humedad
de humedad que puede aumentar a 55-75% (%hR)	Aire seco
Reducir el desarrollo de electricidad estática	Material más delgado
Aumenta la absorción del hilo	Baja absorción del hilo
Evita que se rompa el hilo	Menos elástico, genera más fricción
Elimina el polvo y la pelusa	Propenso a la electricidad estática.
Aumenta la calidad	Baja calidad del producto
Mantiene constante el peso del producto	Disminución de velocidad de la maquinas
Menos imperfecciones, son más uniformes y se sienten mejor al tacto.	Volatilidad de las fibras
Velocidad de las máquinas se incremente o se mantiene constantes	

Elaborado por: Autores

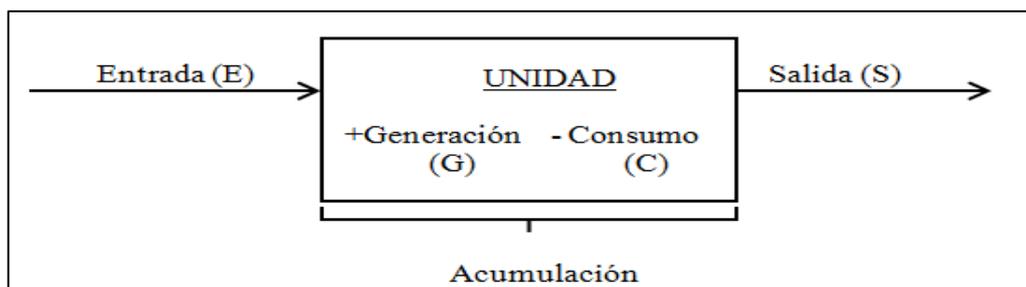
Análisis e interpretación:

La temperatura y la humedad son los factores directos que incurren para que se obtenga desperdicio de los procesos de apertura específicamente en cardas, de igual manera afectan el rendimiento de las maquinas por las altas temperaturas que recalientan los motores.

Balance de masa:

El balance de masa o también llamado balance de materia es una técnica utilizada por los químicos e ingeniero industriales para determinar las entradas y salidas de un proceso así como la acumulación generación y consumo.

Figura 17. Balance de masa



Elaborado por: Autores

Análisis e interpretación:

Ecuación 8. Balance general de masa por unidad de tiempo:

$$\dot{A} = \dot{E} - \dot{S} + \dot{G} - \dot{C} \quad (8)$$

De dónde:

- \dot{A} = Acumulación por unidad de tiempo
- \dot{E} = Entrada por unidad de tiempo
- \dot{S} = Salida por unidad de tiempo
- \dot{G} = Generación por unidad de tiempo
- \dot{C} = Consumo por unidad de tiempo

Y sin reacción química, esto más claro quiere decir que no abra ni generación ni consumo solo se tendrá deformación tanto como lo que entra menos lo que sale dará una acumulación:

Ecuación 9. Acumulación

$$\dot{A} = \dot{E} - \dot{S} \quad (9)$$

De dónde:

- \dot{A} = Acumulación por unidad de tiempo
- \dot{E} = Entrada por unidad de tiempo
- \dot{S} = Salida por unidad de tiempo

De donde para la identificación de los Input-Output del proceso de hilatura se toma en cuenta el sistema no estacionario ya que las fibras de algodón y poliéster no sufren reacción química es decir generación y consumo pero si deformación física.

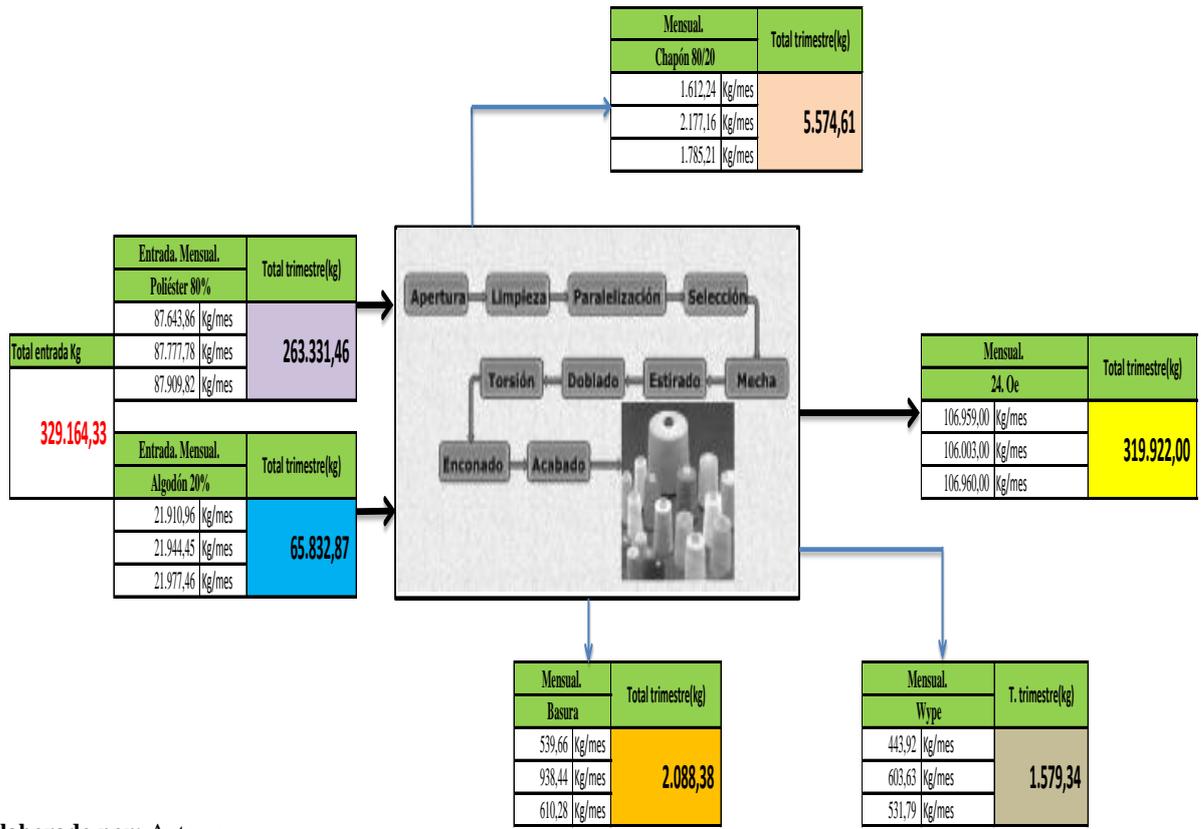
- \dot{A} = Merma
- \dot{E} = Input
- \dot{S} = Output

Cálculo global de balance de masa de 80% poliéster con 20% de algodón.

Se realiza una relación entre la ecuación $\dot{A} = \dot{E} - \dot{S}$ y la ecuación $\dot{E} = \dot{S} + D$, la primera se encuentra en estado no estacionario y sin reacción química y la segunda en estado estacionario, si se despeja la segunda ecuación la variable D que es para la ingeniería industrial la merma o desperdicio y se tiene la misma ecuación que la primera $A=E-S$ entonces $E=S+D$Despejando $D=E-S$ por lo cual $A=D$ entonces la acumulación es igual al desperdicio.

Para los cálculos pertinentes se tiene en cuenta la recolección de 3 meses de merma resultante del proceso de hilatura. Y las producciones reales de los meses de junio julio y agosto

Figura 18. Balance de masa global Mezcla Íntima.



Elaborado por: Autores

Análisis e interpretación:

El diagrama muestra 2 entradas y 4 salidas o a su vez una salida y 3 variables de acumulación en el sistema. Si se compara con las ecuaciones ya acordadas para el cálculo.

Como desperdicio se tiene:

- Chapón 80/20
- Basura
- Wype

Y producción real de los meses de:

- Junio
- Julio
- Agosto

Para encontrar las entradas en porcentajes de los componentes de mezcla íntima de Poliéster y algodón se tiene que determinar el valor de cada uno de los componentes

- Poliéster =?
- Algodón =?
- Entrada total =?

Tabla 23. Ventajas y desventajas de temperatura y humedad controlada y no controlada

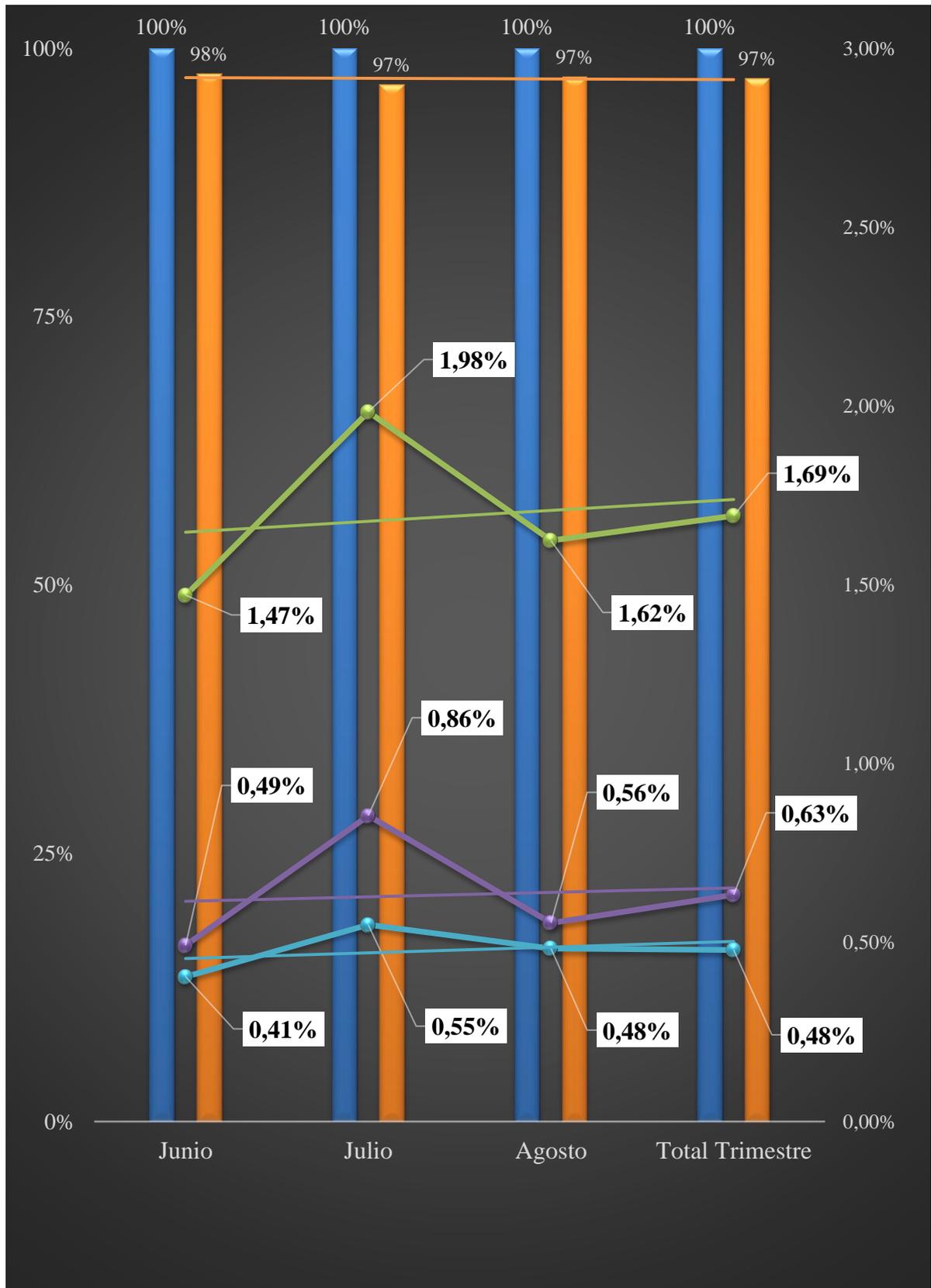
Variables	Salida	Salida			Entrada		E. total
Datos	Producción mensual(kg)	Desperdicio (kg)			Poliéster Kg	Algodón kg	100%
Mes	24. Oe	Chapón 80/20	Basura	Wype	80%	20%	
Junio	106.959,00	1.612,24	539,66	443,92	87.643,86	21.910,96	109.554,82
Julio	106.003,00	2.177,16	938,44	603,63	87.777,78	21.944,45	109.722,23
Agosto	106.960,00	1.785,21	610,28	531,79	87.909,82	21.977,46	109.887,28
Total	319.922,00	5.574,61	2.088,38	1.579,34	263.331,46	65.832,87	329.164,33

Elaborado por: Autores

Análisis e interpretación:

La tabla anterior muestra los resultados de las entradas de sistema reales mensuales y por el trimestre, al tener las tres variables en valores ya encontrados se puede determinar cuánto es el 80% de poliéster y cuanto es el 20 % de algodón esto por mes y por el trimestre.

Figura 19. Porcentajes de Entradas- materia prima, salida-cono de hilo 24Oe, chapón, basura y wype



Elaborado por: Autores

Tabla 24. Resultados de balance de masa para cálculo de %

Variables	E. total (kg)	Salida			Salida
Datos		Desperdicio			Producción mensual (kg)
Mes		Chapón 80/20 (kg)	Basura (kg)	Wype (kg)	Título 24. Oe
Junio	109.555	1.612	540	444	106.959
Julio	109.722	2.177	938	604	106.003
Agosto	109.887	1.785	610	532	106.960
Total Trimestre	329.164	5.575	2.088	1.579	319.922

Elaborado por: Autores

Análisis e interpretación:

Los porcentajes y las tablas indican la variación que se tienen en cada mes y por trimestre tanto de entrada como de salidas.

Para minimizar las pérdidas de producción se tiene que enfocar en el foco de desperdicio que en la tabla y figura anterior muestra un indicador con un alto porcentaje de desperdicio tanto mensual como en el trimestre al chapón como factor crítico ya que sobrepasa el 1% mientras que la basura y wype se encuentran en rangos de 0 a 1 de despilfarro aceptable por el proceso mismo de hilatura.

Valores de producción y merma convertidos a valores monetarios.

En la siguiente tabla se detalla los valores de merma y producción transformados a valores monetarios.

Tabla 25. Valores de producción, y desperdicio convertidos en unidades producidas (conos)

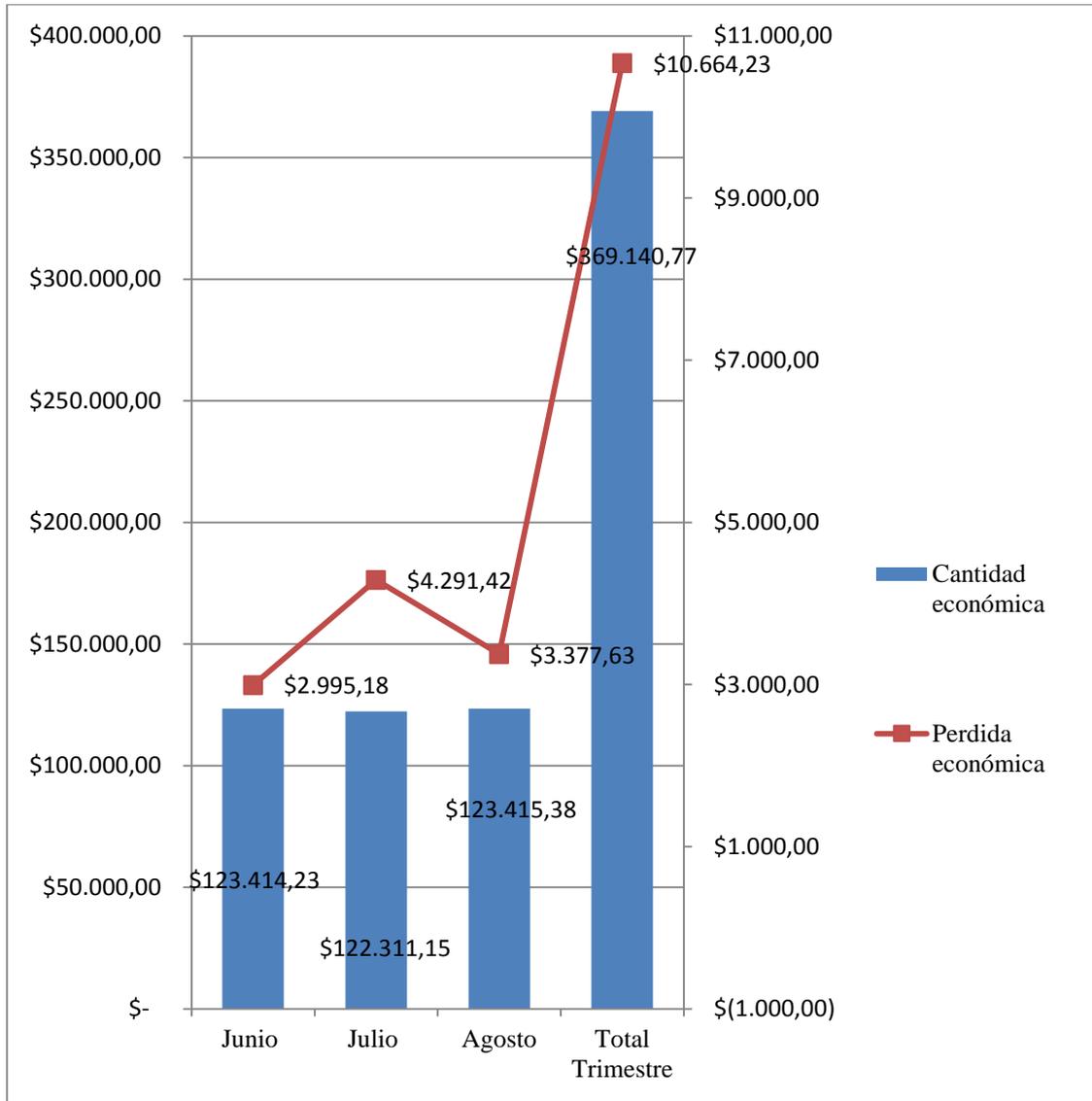
N°. Mes	Datos		Cantidad (Kg)	Convertido a N°. conos, peso (2,6)Kg	Desperdicio total (Kg)	Convertido a N°. Conos	Costo unitario (\$)	Cantidad económica (\$)	Pérdida económica (\$)	Cantidad económica total (\$)
Junio	Valores de Transferencia	Titulo 24 Oe	106.959,00	41.138,08	2.595,82	998,39	3,00	123.414,23	2.995,18	120.419,05
Julio	Valores de Transferencia	Titulo 24 Oe	106.003,00	40.770,38	3.719,23	1.430,47	3,00	122.311,15	4.291,42	118.019,73
Agosto	Valores de Transferencia	Titulo 24 Oe	106.960,00	41.138,46	2.927,28	1.125,88	3,00	123.415,38	3.377,63	120.037,75
Total Trimestre	Valor Trimestre	Titulo 24 Oe	319.922,00	123.046,92	9.242,33	3.554,74	3,00	369.140,77	10.664,23	358.476,54

Elaborado por: Autores

Análisis e interpretación:

La tabla anterior refleja los valores de producción real y desperdicio convertido en número de conos de hilo 24 Oe, lo cual permite en la tabla siguiente determinar los costos de producción y pérdidas económicas.

Figura 20. Comparación de costos y pérdidas económicas



Elaborado por: Autores

Análisis e interpretación:

Con los costos ya establecidos se puede entender cuanto pierde INSOMET en los procesos de hilatura de junio, julio, agosto y en el trimestre, estos valores que fueron medidos llevan a

elaborar planes correctivos de mejora en los procesos de manera especial en el de cardado que es el que tiene una incidencia trimestral de pérdidas del 1.69%.

Propuesta de solución para la disminución de desperdicio

Estudio de planta para la reutilización del desperdicio

Analizar la demanda y realizar estimaciones

Al tener datos de solo tres meses de desperdicio que es el elemento que se quiere reutilizar y que se convierte en una demanda fija que se pretende procesar se tiene que recurrir a una técnica de regresión lineal para tener una serie de datos mensuales que permita tener una certeza más aproximada de la capacidad de planta requerida. Para este análisis se realizara solo los cálculos de forma vertical ya que solo tenemos datos para un año de datos de desperdicio es aconsejable realizarlo en varios periodos de años y meses de forma horizontal y vertical analizando los siguientes puntos.

Pasos para analizar la demanda:

- Regresión lineal para el mes 12
- De la regresión lineal se examina cuál de los cálculos es el más adecuado para tener la demanda requerida.
- Promedio analizado por medio de la desviación estándar
- Coeficiente R^2 donde 0= disperso y 1= consistente
- Regresión lineal para el mes 13
- Regresión logarítmica para el mes 13
- Percentil para el mes 13 con valores de dispersión de 0= disperso y 1= consistente y con un nivel de confianza del 95%.

Ecuación 10. Variable A para regresión lineal

$$A = \frac{(\sum x^2 * \sum y) - \sum x * (\sum x * y)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2} \quad (10)$$

De dónde:

- A = Secante
- $\sum x$ = Sumatoria de meses
- $\sum y$ = Sumatoria de Kilogramos
- n = Último número de los mes

Ecuación 11. Variable b para regresión lineal

$$B = \frac{n \cdot (\sum x \cdot y) - (\sum x) \cdot (\sum y)}{n \cdot (\sum x) - (\sum x)^2} \quad (11)$$

De dónde:

- B = Pendiente
- $\sum x$ = Sumatoria de meses
- $\sum y$ = Sumatoria de Kilogramos
- n = Último número de los mes

Tabla 26. Comparación de costos y pérdidas económicas

x	Y (kg)	x ² (kg)	x*y (kg)	y ² (kg)
1	1.612	1	1.612	2.598.544
2	2.177	4	4.354	4.739.329
3	1.785	9	5.355	3.186.225
6	5.574	14	11.321	10.524.098

Elaborado por: Autores

Tabla 27. Comparación de costos y pérdidas económicas

Meses	N	A(kg)	B(kg)	Promedio(kg)	Coficiente R ²	Lineal (kg)	Logarítmica (kg)	Percentil (kg)
					0=Disperso y 1= consistente			
Junio	1			1.612,00	1.612,00	1.612,00	1.612,00	1.612,00
Julio	2			2.177,00	2.177,00	2.177,00	2.177,00	2.177,00
Agosto	3			1.785,00	1.785,00	1.785,00	1.785,00	1.785,00
Septiembre	4	1.685	86,50	2.031,00	2.031,00	2.031,00	2.031,00	2.031,00
Octubre	5	1.685	86,50	2.117,50	2.117,50	2.117,50	2.117,50	2.117,50
Noviembre	6	1.685	86,50	2.204,00	2.204,00	2.204,00	2.204,00	2.204,00
Diciembre	7	1.685	86,50	2.290,50	2.290,50	2.290,50	2.290,50	2.290,50
Enero	8	1.685	86,50	2.377,00	2.377,00	2.377,00	2.377,00	2.377,00
Febrero	9	1.685	86,50	2.463,50	2.463,50	2.463,50	2.463,50	2.463,50
Marzo	10	1.685	86,50	2.550,00	2.550,00	2.550,00	2.550,00	2.550,00
Abril	11	1.685	86,50	2.636,50	2.636,50	2.636,50	2.636,50	2.636,50
Mayo	12	1.685	86,50	2.723,00	2.723,00	2.723,00	2.723,00	2.723,00
Junio	13	P.		2.247,25	0,87515042	2.809,50	2.604,95	2.675,43
		D.E		333,39				

Elaborado por: Autores

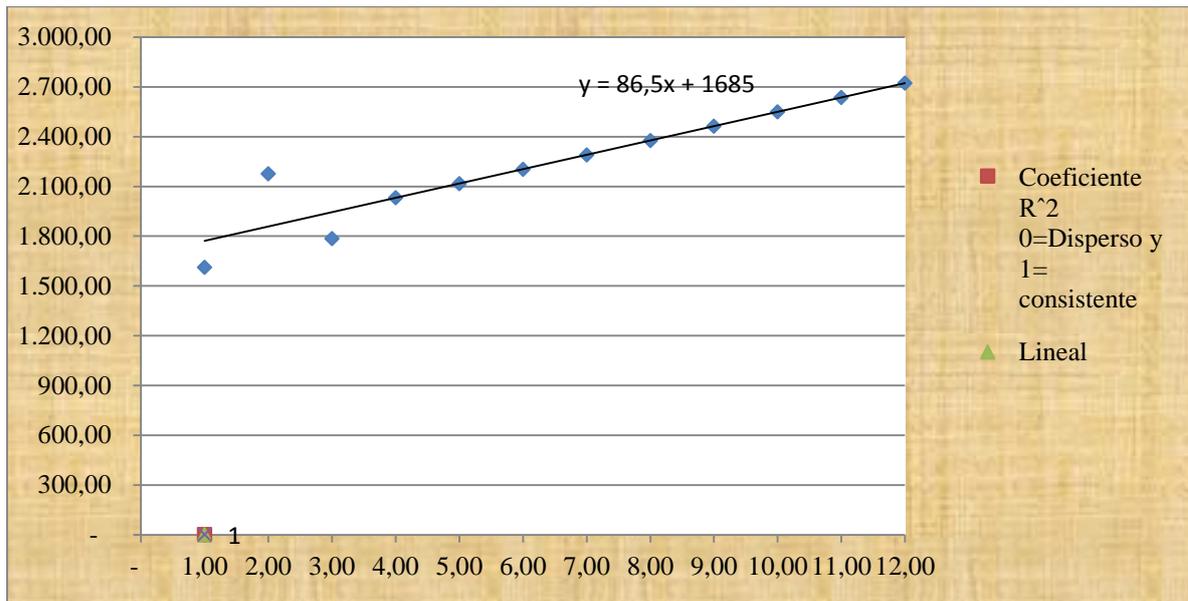
Análisis e interpretación:

La tabla anterior muestra las demandas requeridas donde el promedio se descarta por que la desviación estándar nos muestra una alta variabilidad entre sus rangos, mientras que la capacidad por regresión lineal es aceptada por el análisis del coeficiente R² de donde:

- 0= disperso
- 1= consistente
- Consistente en 0.88

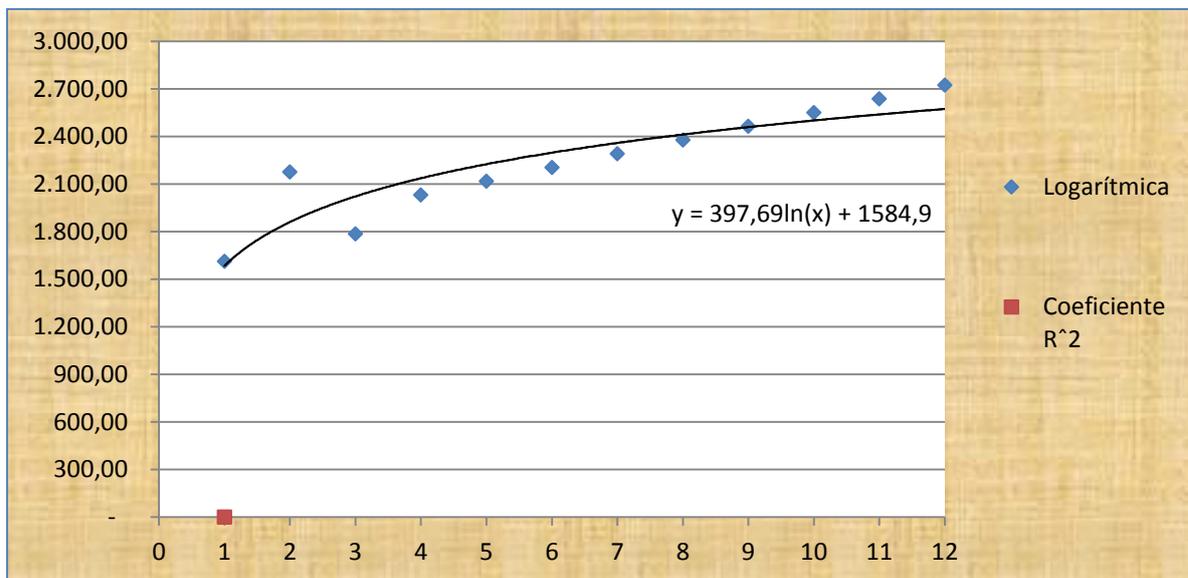
El valor se muestra consistente en 0,87515042 que al igual, al análisis por la capacidad logarítmica nos muestra más acertadamente un valor medio entre el promedio acumulado y el valor lineal, en la siguiente gráfica se observa de mejor manera el comportamiento del pronóstico.

Figura 21. Dispersión lineal



Elaborado por: Autores

Figura 22. Dispersión Logarítmica



Elaborado por: Autores

Análisis e interpretación:

Pero aún más efectiva es la demanda calculada por percentiles la cual tiene una ligera similitud con la logarítmica pero se ajusta con 95% de nivel de confianza y un coeficiente R^2 donde 0= disperso y 1= consistente es la más acertada, capacidad requerida es= 2.675,43kg.

A este valor se le tiene que descontar valores de desecho del reproceso pues al ser, materia prima de rehusó pierde la calidad inicial y al mezclarse con otros elementos como el polvo, impurezas del medio que lo rodea, según datos de control de calidad de INSOMET y según datos de empresas textiles en Colombia cerca de un 1% se vuelve a desechar en el mejor de los casos, es por este motivo de 2.675,43 Kg que se pronostica para el mes trece del 2018 se le descuenta un 1% por merma resultante del proceso, quedando así un valor de demanda final neto del = 2.648,68 Kg

Propuesta de capacidad requerida o instalada para implantar una planta de reproceso de chapón.

Datos:

Poliéster:

- Longitud= 5000 metros
- 1 metro de poliéster= 5.8 gramos
- 5000 metros = 29000 gramos = 29 kg = 1 bote de cinta.
- 1 bote de cinta sale = 61,29 minutos

Algodón:

- Longitud = 5000 metros
- 1 metro de algodón = 4.2 gramos
- 5000 metros = 21000 gramos = 21kg = 1 bote de cinta.
- 1 bote de cinta sale = 61,29 minutos

Chapón que es la mezcla de algodón y poliéster

- Longitud = 5000 metros
- 1 metro de algodón = 5.0 gramos
- 5000 metros = 25.000 gramos = 25kg = 1 bote de cinta.
- 1 bote de cinta sale = 60,00 minutos.

Para tener las horas máquina y horas hombre se tiene los siguientes cálculos:

Ecuación 12. Horas máquina

$$Hm = \frac{\text{Demanda mensual}}{\text{Unidades/hora}} \quad (12)$$

De dónde:

- Hm = Horas máquina
- Demanda mensual
- Unidades por hora

Ecuación 13. Horas hombre

$$Hh = Hm * N^0 \text{ de personas} \quad (13)$$

De dónde:

- Hh = Horas hombre
- Hm = Horas máquina
- Número de personas

Tabla 28. Cálculo de Capacidad Requerida

Producto	Demanda mensual (kg)	kg/hora (kg)	Personas	Horas - Máquina	Horas-Hombre	Cardado
Chapón	2.648,68	25,00	1	106	106	

Elaborado por: Autores.

Para tener las horas reales de trabajo del personal se tiene los siguientes cálculos:

Ecuación 14. Horas reales de trabajo

$$HRt = (\text{horas por turno} - \text{suplementos}) * Eo \quad (14)$$

De dónde:

- HRt = Horas reales de trabajo
- Horas por turno
- Suplementos
- Eo = Eficiencia de operación

Tabla 29. Cálculo de Capacidad Requerida

Horas por turno	Horas Almuerzo (minutos)	Horas refrigerio (minutos)	Otros tiempos (minutos)	Eficiencia de la operación	Horas reales	Jornada
12	0,5	0,5	0,5	68%	7,14	07:00am - 07:00pm

Elaborado por: Autores

Para tener el personal necesario y unidades por hora se tiene los siguientes cálculos:

Ecuación 15. Personal en línea

$$\text{Personal/línea} = \frac{N^0 \text{ de personas}}{N^0 \text{ de líneas}} \quad (15)$$

De dónde:

- Personal por línea
- Número de personas
- Número de líneas

Ecuación 16. Unidades hora

$$Unidades/hora = \frac{Demanda\ mensual}{Horas\ máquina\ necesarias} \quad (16)$$

De dónde:

- Unidades por hora
- Demanda mensual
- Horas de trabajo de las máquinas necesarias

Tabla 30. Cálculo de Capacidad Requerida

líneas de Producción	Personal/línea	Unid/Hora	Días disponibles	Demanda Mensual	Horas Máquina Necesarias	Horas hombre necesario
Cardas	1	25,00	10	2.648,68	106	106

Elaborado por: Autores

Para tener el personal necesario y unidades por hora se tiene los siguientes cálculos:

Ecuación 17. Capacidad instalada

$$Ci = horas\ reales\ de\ trabajo * días\ disponibles \quad (17)$$

De dónde:

- Ci = Capacidad instalada
- Horas reales de trabajo
- Días disponibles

Ecuación 18. Número de líneas requeridas

$$N^0 \text{ de Líneas Requeridas} = \frac{\text{Horas máquina necesarias}}{\text{Capacidad instalada en horas}} \quad (18)$$

De dónde:

- Número de líneas requeridas
- Horas máquinas necesarias
- Capacidad instalada en horas

Ecuación 19. Eficiencia de líneas

$$El = \frac{\text{Horas máquina necesarias}}{\text{Capacidad instalada en horas} * N^0 \text{ de Líneas Requeridas}} \quad (19)$$

De dónde:

- El= Eficiencia de líneas
- Horas máquinas necesarias
- Número de líneas requeridas

Ecuación 20. Eficiencia de las personas

$$EP = \frac{\text{Horas hombre necesarias}}{\text{Capacidad instalada en horas} * N^0 \text{ de personas}} \quad (20)$$

De dónde:

- EP = Eficiencia de las personas
- Horas hombre necesarias
- Capacidad instalada en horas
- Número de personas

Tabla 31. Cálculo de Capacidad Requerida

Capacidad instalada en Horas	Nº de Líneas Requeridas	Eficiencia de las Líneas	Nº de personas	Eficiencia de las personas
71	1	100%	1	100%

Elaborado por: Autores

Análisis e interpretación:

Los cálculos anteriores nos muestran una serie de pasos para determinar el número de líneas requeridas, el número de operadores así como la eficiencia de las líneas para cumplir con la demanda de 2.140,34Kg mensuales

- **Balance de líneas:**

Tabla 32. Balance de líneas para número de máquinas.

Horas por turno	Horas reales de trabajo	Personal/línea	Días disponibles	Nº de Líneas Requeridas	Eficiencia de las Líneas	
12	7,14	1	10	1	100%	Opción 1
Horas por turno	Horas reales de trabajo	Personal/línea	Días disponibles	Nº de Líneas Requeridas	Eficiencia de las Líneas	
24	14,28	2	9	1	100%	Opción 2
Horas por turno	Horas reales de trabajo	Personal/línea	Días disponibles	Nº de Líneas Requeridas	Eficiencia de las Líneas	
8	4,42	1	10	2	100%	Opción 3
Horas por turno	Horas reales de trabajo	Personal/línea	Días disponibles	Nº de Líneas Requeridas	Eficiencia de las Líneas	
10	5,78	1	9	2	102%	Opción 4
Horas por turno	Horas reales de trabajo	Personal/línea	Días disponibles	Nº de Líneas Requeridas	Eficiencia de las Líneas	
12	7,14	1	7	2	100%	Opción 5

Elaborado por: Autores

Análisis e interpretación:

Del balance de líneas se considera que la mejor opción para el sistema de reproceso es la propuesta número 1. De 12 horas de trabajo, con 10 días disponibles, una línea de reproceso, con un operador y una eficiencia del 100% de ocupación de planta, que cumple las siguientes condiciones de gerencia de INSOMET:

- Presupuesto limitado
- Presupuesto para pago de un solo operador.
- Tiempo de reproceso de merma, no puede exceder los 10 días
- Jornada de 12 horas laborables
- Opción de habilitación del sistema para proceso de algodón y poliéster puro.
- Capacidad instalada de horas entre 60 y 80 horas.

La implementación de una línea implica las siguientes máquinas para el reproceso de Chapón:

- Abridora unifloc
- Unimix
- ERM
- Cardadora

Este sistema consta de sistema de apertura en unifloc donde los flocones serán separados y absorbidos en forma de copos para luego pasaran a la maquina Unimix donde la gravedad llevara nuevamente los residuos de polvo hacia fundas de desecho y los fragmentos más limpios pasaran al último sistema de apertura ERM, para posteriormente pasar a formar un velo regular sin impurezas y torsionarse formando nuevamente una cinta de carda en botes de 5000 metros listo para seguir con lo proceso posteriores.

La cantidad que se pretende Reutilizar descontado la merma resultante del proceso es de 2.648,68 kg que se pierde en el cuello de botella del proceso de cardado en planta uno y planta dos de poliéster y algodón conjuntamente.

11. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Tabla 33. Eficiencia por procesos, por capacidades y teórica de fabricación de hilo título 24 0e.

Procesos		Eficiencias reales	Eficiencia por capacidades	Eficiencias Teóricas
Cardas	Eficiencia	68%	89%	85%
Manuales	Eficiencia	86%	89%	86%
Open-en	Eficiencia	99%	89%	99%
Eficiencia Total		84%	89%	90%
Variación Porcentual (real vs Por capacidades)		-5,61%		
Variación Porcentual (real vs Teórica)		-6,66%		
Variación porcentual (Capacidades vs teórica)			-1,11%	

Elaborado por: Autores

Análisis e interpretación:

De la hipótesis planteada para evaluar el rendimiento de los procesos que minimicen las pérdidas de matería prima, se comprueba la necesidad de implantar un sistema de reutilización del desperdicio que se ocasiona en el procesos de cardado donde se tiene la eficiencia más baja del sistema global de fabricación de hilas, con un 68% que afecta la eficiencia acumulada de planta teniendo un 84% en el global, que comparándose con la eficiencia por capacidades de una VP = -5.61% y en comparación con la eficiencia real se tenga un VP = -6.66%. Pero por lo contrario la VP entre la eficiencia por capacidades vs eficiencia real = -1.11%.

Lo idóneo sería corregir las causas de los problemas en el proceso de cardado para aumentar la eficiencia de producción y minimizar las pérdidas de desperdicio pero no es factible ya que se tiene que habilitar el sistema de nebulizadores de control de temperatura y humedad lo cual no es factible debido a los altos costos que esto implica.

Tabla 34. Pronostico de Merma de reproceso y Chapón reutilizado.

Meses	N	Percentil (kg)	1% de reproceso Desperdicio (kg)	Reprocesado (kg)
Junio	1	1.612	16,12	1.596
Julio	2	2.177	21,77	2.155
Agosto	3	1.785	17,85	1.767
Septiembre	4	2.031	20,31	2.011
Octubre	5	2.118	21,18	2.096
Noviembre	6	2.204	22,04	2.182
Diciembre	7	2.291	22,91	2.268
Enero	8	2.377	23,77	2.353
Febrero	9	2.464	24,64	2.439
Marzo	10	2.550	25,50	2.525
Abril	11	2.637	26,37	2.610
Mayo	12	2.723	27,23	2.696
Junio	13	2.675	26,75	2.649
Total acumulado (kg)		29.642	296,42	29.346

Elaborado por: Autores

Análisis e interpretación:

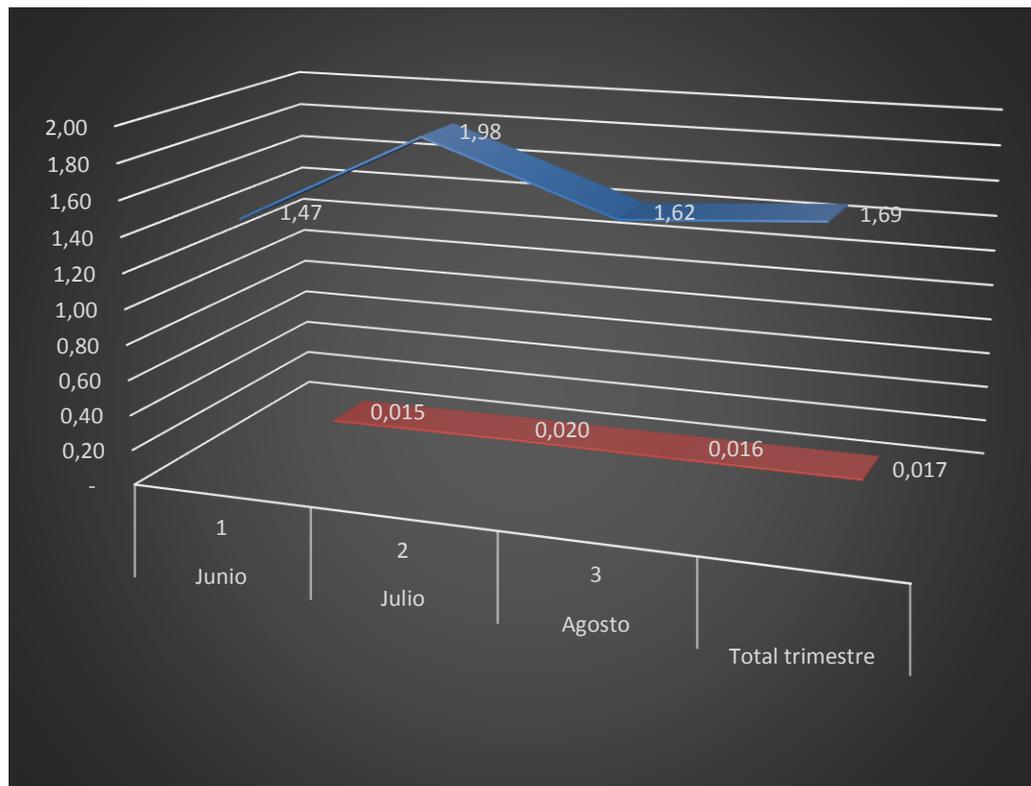
De la hipótesis planteada para evaluar el rendimiento de los procesos que minimicen las pérdidas de matería prima, se tiene un reproceso acumulado de 29.346 kg para el mes de junio y una merma de reproceso de 296,42 kg que le representa a **INSOMET** una disminución considerable de desperdicio en Cardas y sistema de apertura.

Tabla 35. Pronostico de porcentaje de baja de desperdicio basado en el balance de masa mensual y por trimestre.

Mes	N	Entrada (kg)	chapón (80-20) kg	(%) de desperdicio	1% de reproceso Desperdicio (kg)	Merma del P. de reproceso (%)
Junio	1	109.555	1.612	1,47 %	16,12	0,015 %
Julio	2	109.722	2.177	1,98 %	21,77	0,020 %
Agosto	3	109.887	1.785	1,62 %	17,85	0,016 %
Total trimestre		329.164	5.575	1,69 %	55,74	0,017 %

Elaborado por: Autores

Figura 23. Comparación de merma mensual y por trimestre de junio, julio y agosto.



Elaborado por: Autores

De la hipótesis planteada para evaluar el rendimiento de los procesos que minimicen las pérdidas de materia prima, se tiene un pronóstico de minimización del desperdicio con un (VP) Variación porcentual de: -0,99 para junio, julio, agosto y acumulado total.

12. IMPACTOS

Centrados en el objetivo general que nos planteamos de evaluar los procesos para minimizar el desperdicio y maximizar la productividad de la planta Textil era INSOMET, la evaluación del rendimiento de los procesos incide de forma directa en los ámbitos económicos, social, técnico y ambiental de fabricación la siguiente tabla describe de forma más amplia los beneficios del proyecto.

Tabla 36. Tabla de impactos de la propuesta de la evaluación del rendimiento de los procesos

Factores		Positivo	Negativo	Recuperable	Irrecuperable	Local	Extenso	Corto plazo	Largo plazo	Puntaje	Juicio
Económico	Minimiza las pérdida económicas	x		x		x		x		4	Positivo
	Aumenta el nivel de producción	x		x		x		x		4	Positivo
	la implementación es barata	x		x			x		x	2	Compatible
	Rehabilita máquinas improductivas	x		x		x		x		3	Positivo
	Mejora la economía de la empresa	x		x		x			x	3	Aceptable
	Aumenta la utilidad anual de la empresa	x		x			x		x	2	Compatible
Medio ambiente	Elimina contaminantes naturales y sintéticos	x		x		x		x		4	Positivo
Social	Genera más fuentes de trabajo	x		x		x			x	3	Aceptable
	Mejora la economía de los trabajadores	x		x		x			x	3	Aceptable
	Genera estabilidad laboral	x		x		x			x	3	Aceptable
Técnico	Máquinas reprocesan desperdicio	x		x		x		x		4	Positivo
	Máquinas procesan materia prima	x		x		x			x	3	Aceptable
	Diseño de planta adecuada	x		x		x			x	3	Aceptable

Elaborado por: Autores

Análisis e interpretación:

La figura anterior contiene una tabla de factores de impacto donde se valora de forma cualitativa y cuantitativa en el caso de los factores se valora de la siguiente manera:

- 4/4= positivo
- 3/4=aceptable
- 2/4=compatible
- 1/4= es negativo

En general la propuesta que resulto de la evaluación de los procesos es positiva ya que impacta de manera directa en el ámbito económico debido a que los costos de desperdicio sobrepasan el 1% saliendo así de los niveles de tolerancia de la planta y al minimizarlos trae una gran recuperación monetaria para la utilidad de la empresa.

En el ámbito medio ambiental INSOMET es una planta que tiene una alta responsabilidad en manejos de desechos y con la propuesta de reutilización aumentara los estándares de cuidado del medio ambiente.

Mientras que en lo social se ayuda a elevar el nivel económico de sus trabajadores y las familias de los mismos se ven beneficiados al crear nuevas plaza de trabajo evitando el desempleo en nuestro país.

Un gran impacto se tiene en el factor técnico ya que las maquinas no solo reprocesan merma como el chapón sino que también procesan materia prima como en las naves uno y dos de cardado, el objetivo es llevar el mismo producto al siguiente proceso de manuales y open-end. Para lo cual se realiza una matriz de impacto ambiental basados en afecciones que resultan del proceso para corregirlas en la implantación de la propuesta ya que la variable ambiental es la que regularizan para los permisos de funcionamiento el ministerio del medio ambiente

Tabla 37. Matriz de impacto ambiental: procesos, fisonomía ambiental, y medidas correctivas para la planta de reutilización.

Proceso	fisonomía ambiental	Impacto ambiental	Medidas correctivas
Apertura y limpieza	Fibras volátiles Poliéster y algodón (merma), vibraciones, ruido	Afecta la salud de los trabajadores, contaminación del suelo, aire	Recoger las fibras constantemente, uso de tapones , mascarilla, guantes de nylon elástico
Cardado	Fibras volátiles Poliéster y algodón (merma), vibraciones, ruido	Afecta la salud de los trabajadores, contaminación del suelo, aire	Recoger las fibras constantemente, uso de tapones , mascarilla, guantes de nylon elástico
Regularizado de cinta	Fibras volátiles Poliéster y algodón (merma), vibraciones, ruido	Afecta la salud de los trabajadores, contaminación del suelo, aire	Recoger las fibras constantemente, uso de tapones , mascarilla, guantes de nylon elástico

Elaborado por: Autores

Análisis e interpretación:

la fisonomía ambiental es la causa que origina el impacto ambiental para lo cual se aplica algunas medidas correctivas en los procesos de apertura y limpieza, cardas, y reguladores de cinta en botes las medidas correctivas se énfasis en la metodología de trabajo como es el uso de los EPP ya la limpieza del área.

13. PRESUPUESTO PARA LA PROPUESTA:

Tabla 38. Presupuesto para la planta de reutilización de Desperdicio.

Presupuesto para la propuesta del proyecto				
Maquinas	Cantidad	Unitario	V. total	Observación
Cardadora	1	0	0	Están listas para habilitarlas
Unifloc	1	0	0	Están listas para habilitarlas
Unimix	1	0	0	Están listas para habilitarlas
ERM	1	0	0	Están listas para habilitarlas
Mano de Obra	Cantidad	Unitario	V. total	Observación
Ingeniero Mecánico	1	0	0	Personal de planta
Técnico	1	0	0	Personal de planta
Ayudantes	2	0	0	Personal de planta
Materiales	Cantidad	Unitario	V. total	Observación
Pletina de Acero laminado	15	1,46	21,9	
A.36 ASTM				
Juego de arandela, Tuerca y contratuerca para perno de anclaje 12mm	30	1,3	84	
perno de anclaje 12mm				
Nebulizadores juego completo	4	120	480	
Subtotal			627,9	
12%			75,36	Impuesto
Total			703,3	total para el funcionamiento

Elaborado por: Autores

Análisis e interpretación:

El presupuesto para la implantación de la planta de reproceso es bajo ya que la mayoría de los recursos como las máquinas están deshabilitadas y se tiene que montarlas para realizar el respectivo reproceso, de la misma manera el personal de mantenimiento está apto para montar las maquinas ya que han participado en el montaje inicial de la planta cuando fue adquirida por el grupo espinosa.

14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones:

- Mediante el análisis del levantamiento de procesos se reconoció la secuencia que sigue para transformar el poliéster y algodón en hilo de título 24 Oe, que maneja una eficiencia del 89% con una utilización de planta del 80% y tipo de producción continua. Que tiene un cuello de botella en cardas con un 68% de eficiencia siendo la más baja del sistema.
- El 20% de las causas que origina el 80% de los problemas en INSOMET es la variación de temperatura y humedad provocando el despilfarro de 5.575 kg denominado chapón que representa un 1.69% de acumulado por trimestre, teniendo una VP (variación porcentual) de -0.40% del 1% de desperdicio tolerable de merma.
- En conclusión al tener deshabilitado el sistema de humidificación que controla la variación de temperatura y humedad, se propone habilitar una planta que reprocese 2.648,68 kg de chapón de carda que maneja una eficiencia igual al 100%, en una sola línea.

Recomendaciones:

- Se recomienda optimizar el proceso de apertura para aumentar la eficiencia de 68% al 85% que aumentara la eficiencia global real de planta al 90%.
- Se recomienda habilitar el sistema de humidificación de manera total o parcial en el área de apertura para controlar la temperatura y humedad.
- Se recomienda realizar un estudio de distribución de planta utilizando el método por disposición por producto o en línea para el sistema de reproceso, ya que el tipo de producción en INSOMET es continuo.

15. BIBLIOGRAFÍA:

- Carrasco, J. B. (2009). *Gestión de procesos*. Santiago-Chile: Editorial Evolución.
- Cordero, M.B. (2013). *Reutilización de Remanentes Textiles, Modelo de gestión para la ciudad de Cuenca* (tesis de Grado). Recuperado de:
<http://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/2586/1/09774.pdf>
- Briceño, David. (2017). *Control de Humedad: Sala Textil*. Facultad de Ingeniería Electrónica y Eléctrica: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú.
- Ecuador. Dirección de Inteligencia Comercial e Inversiones Dirección de Promoción de Exportaciones. (2012). *Análisis Sectorial De Textiles Y Confecciones*, Recuperado de:
http://www.proecuador.gob.ec/wpcontent/uploads/2013/11/PROEC_AS2012_TEXTIL ES.pdf
- Gálvez, Albarracín, E. J., & García Pérez de Lema, D. (2011). *Cultura organizacional y rendimiento de las Mipymes de mediana y alta tecnología: un estudio empírico en Cali, Colombia*. *Cuadernos de Administración*, 24(42).
- Ingeniería Industrial. (2017). *Líneas Y sub líneas de investigación de la Carrera de Ing. Industrial, “la administración y gestión de la producción”, “sub línea N°3 de Gestión de la producción”*.
- Mallar, M. Á. (2010). *La gestión por procesos: un enfoque de gestión eficiente*. *Visión de futuro*, 13(1), 0-0.
- Mateus, Vargas, A. (2012). *Mejoramiento de la productividad de la hilatura del algodón y su proyección en el sector textil, desde el enfoque de la producción más limpia y el ICA* (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Colombia).
- Murillo, J. Hernández, M. Martín, N. & Gómez, L. (2015). *Metodología de Investigación Avanzada*. Recuperado de [https://uam.es/personal_pdi/stmaria/jmurillo/Met_Inves_Avan/Presentaciones/Entrevista_\(trabajo](https://uam.es/personal_pdi/stmaria/jmurillo/Met_Inves_Avan/Presentaciones/Entrevista_(trabajo)

- Pino, F. J., García, F., Serrano, M., & Piattini, M. (2006). Medidas para estimar el rendimiento y capacidad de los procesos software de conformidad con el estándar ISO/IEC 15504-5: 2006. *REICIS. Revista Española de Innovación, Calidad e Ingeniería del Software*, 2(3).
- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo. (SENPLADES). (2013). buen Vivir Plan Nacional 2013-2017. Ecuador.
- Suter, Jürg. (1968). *Moderna Técnica del Acondicionamiento Industria Textil*. España
- UNESCO. (1997). Clasificación Internacional Normalizada de la Educación CINE, áreas y subáreas del conocimiento UNESCO.
- Universidad Técnica De Cotopaxi. (UTC). (2017). Lineamientos de la Universidad, lineamiento “N° 4 que corresponde a procesos Industriales”.
- Vargas Álvarez, J. F., & en Administración, M. (2013). Análisis de oportunidades de mejora para el clúster textil, confección, diseños y moda en Medellín, de acuerdo a las tendencias de la moda en el ámbito local (Master's thesis, Universidad EAFIT).
- Zaratiegui, J. R. (1999). La Gestión Por Procesos: Su Papel E Importancia En La Empresa. *Economía industrial*, 330.81-8.

ANEXOS

ANEXO 1:

Equipo de Trabajo:

Tutor de Titulación:

Coordinador del Proyecto:

Nombre: Hernán Navas M.Sc.
Ingeniero Industrial
Teléfonos: 0984055131
Correo electrónico: bladimiro.navas@utc.edu.ec

CURRICULUM VITAE

Apellidos: Navas Olmedo
Nombres: Bladimiro Hernán
Cedula: 0500695549
Celular: 0984055131
Teléfono convencional: 032 800799
Doctorados PhD.: No
Universitarios: Magister en Gestión de la Producción
Diplomado en Dirección de Proyectos
Ingeniero Industrial
Idiomas Extranjeros: Inglés (lectura y escritura 70%)

ANEXO 2:

HOJA DE VIDA

DATOS PERSONALES

Nombres: Milton Ruben
Apellidos: Cevallos Soria
Ciudadanía: Ecuatoriano
Número de cédula: 171622842-2
Fecha de nacimiento: 7 de febrero de 1984
Estado civil: Casado
Dirección: Machachi
Provincia: Pichincha
Cantón: Mejía
Teléfono: 099131271
Correo Electrónico: milton.cevallos2@utc.edu.ec



ESTUDIOS REALIZADOS

Primaria: Escuela Fiscal Mixta “José Mejía Lequerica”
Secundaria: Colegio Mixto Nacional Machachi”
Nivel Universitario: Noveno ciclo “Ingeniería Industrial “Universidad Técnica de Cotopaxi”

EXPERIENCIA LABORAL

Empresa: ADELCA Acerías del Ecuador
Cargo: Operador, Analista de Calidad
Tiempo: 7 Años

HOJA DE VIDA

DATOS PERSONALES

Nombres: Mario Alejandro
Apellidos: Vargas Albán
Ciudadanía: Ecuatoriano
Número de cédula: 0503803876
Fecha de nacimiento: 11 de junio de 1992
Estado civil: Soltero
Dirección: Locoá, calle Trajano Naranjo
Provincia: Cotopaxi
Cantón: Latacunga
Teléfono: 0998956796
Correo Electrónico: mario.vargas6@utc.edu.ec



ESTUDIOS REALIZADOS

Primaria: Unidad Educativa Hermano Miguel (Quito), Unidad Educativa San José “La Salle”
Secundaria: ITS “Ramón Barba Naranjo”
Nivel Universitario: Decimo ciclo “Ingeniería Industrial” “Universidad Técnica De Cotopaxi”

EXPERIENCIA LABORAL

Empresa: Empresa Grupo AGRO
Cargo: Operador de maquinaria, Vendedor
Tiempo: 3 Años

ANEXO 3: FOTOGRAFÍA

Fotografía 1: Almacenamiento de producto terminado en INSOMET, Nave 3



Fuente: INSOMET

Fotografía 2: Área de Bobinadora, Nave 1



Fuente: INSOMET

Fotografía 3: Área de Pabilo, Nave 1



Fuente: INSOMET

Fotografía 4: Área de Hilas, Nave 1



Fuente: INSOMET

Fotografía 5: Área de Hilas / Bobinadora, Nave 1



Fuente: INSOMET

Fotografía 6: Área de Hilas / Bobinadora, Nave 1



Fuente: INSOMET

Fotografía 7: Área de Cardas Naves 1, 2, 3.



Fuente: INSOMET

Fotografía 8: Área de Cardas Naves 1, 2, 3.



Fuente: INSOMET

Fotografía 9: Área de alimentación, Nave 1, 2.



Fuente: INSOMET