

# FACULTAD DE INGENIERÍA



Carrera de Ingeniería Industrial

“IMPLEMENTACIÓN DE CÁMARA HUMIFICADORA  
DE TELA EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE LA  
EMPRESA TEXTILES CAMONES S.A.”

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título  
profesional de:

Ingeniero Industrial

Autor:

Cesar Gamarra Mozo

Asesor:

Ing. Mg. Miguel Angel Oruna Rodriguez

Lima - Perú

2020

## DEDICATORIA

Dedicar este trabajo a mis hijos, Anjali y Joshua, quienes son la razón y motivo de todo el esfuerzo y dedicación en este proyecto, y quizás también dejarles el ejemplo de que a pesar de que la vida no es fácil, con esfuerzo y trabajo se puede lograr los objetivos trazados para nuestras vidas.

## AGRADECIMIENTO

A Dios Padre y a la Santísima Virgen María por bendecirme  
en el transcurrir de mi vida.

A mi esposa Jessica por ser la persona que aposto por mí,  
brindándome su amor y comprensión y el apoyo total  
para estar en este momento tan importante de mi vida

A mi madre porque a pesar de todos los enojos siempre ha estado  
a mi lado brindándome su amor y apoyo, a mis hermanas, mi padre,  
Beto y toda mi familia que de alguna u otra manera me han acompañado.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>2</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>3</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>6</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>7</b>
<b>ÍNDICE DE ECUACIONES.....</b>	<b>9</b>
<b>RESUMEN EJECUTIVO .....</b>	<b>10</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>11</b>
La Empresa .....	13
Su Historia .....	13
MISIÓN .....	14
VISIÓN.....	14
VALORES .....	14
<b>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>16</b>
Tejido de Punto .....	16
Historia del Tejido de Punto .....	16
La Tela .....	17
La Humedad.....	27
Humidificación .....	29
La mejora continua .....	35
Herramientas de la mejora continua y la calidad .....	37
Limitaciones en la Ejecución del Proyecto .....	41
<b>CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA.....</b>	<b>42</b>
Descripción de la problemática en la empresa.....	43
Formulación del Problema.....	44
Objetivos.....	44
Estrategias de desarrollo .....	45

Descripción de la experiencia .....	46
Identificar la situación actual del proceso productivo de textiles camones en la fabricación de tela.....	47
Desarrollo del mejor sistema para la cámara humificadora que se implementara en el proceso productivo de Textiles Camones.....	61
Determinar los costos de la implementación de la cámara humificadora y sus beneficios en el proceso productivo de fabricación de tela en Textiles Camones. ....	73
<b>RESULTADOS .....</b>	<b>77</b>
Recuperación de peso de tela en diferentes meses del año. ....	80
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>84</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>86</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>87</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>89</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tabla de Regain Estándar de materiales textiles .....	26
Tabla 2. Estrategias de desarrollo para aplicación de la propuesta.....	45
Tabla 3. Tabla de datos de las principales telas, pesos, humedad y la diferencia entre humedad real y regain estándar.....	58
Tabla 4. Tabla de variación del % de humedad con sistema adiabática de aire acondicionado. .....	63
Tabla 5. Tabla de variación del % de humedad en sistema de humificación adiabática con agua pulverizada .....	66
Tabla 6. Tabla de presupuesto de implementación de prototipo de cámara humificadora.....	68
Tabla 7. Cuadro de costos de implementación de cámara humificadora.....	73
Tabla 8. Tabla de peso y humedad ganada en los diferentes productos comprados por Jhon Uribe e Hijos en el mes de junio 2018.....	76
Tabla 9. Porcentaje de ganancia en el peso de los diferentes tipos de tela en el 2018. ....	77
Tabla 10. Tabla de pesos ganado en el año 2018.....	79
Tabla 11. Participación por tipo de tela en la recuperación de peso en el año 2018. ....	80
Tabla 12. recuperación de peso en los diferentes tipos de tela en los meses de Marzo a Mayo. .....	81
Tabla 13. Tabla de recuperación de peso en los meses de agosto a octubre del año 2018.....	82

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Tela no tejida Notex .....	18
Figura 2. Rollo de corrospum. ....	19
Figura 3. Trapo Industrial para limpieza. Fuente: Pagina web de Grupo Coensa. ....	19
Figura 4. Tejido de calada. Fuente: Pagina web de Domestika.org.....	20
Figura 5. Tejido de punto.....	20
Figura 6. Tejido de gasas de vuelta.....	21
Figura 7. Tejido de trenzas. Fuente: Pagina web de Domestika.org.....	21
Figura 8. Tejido de red.....	22
Figura 9. Tejido de Triaxiales. Fuente: Pagina web de Pinterest.....	22
Figura 10. Higrometro .....	33
Figura 11. Psicómetro. ....	34
Figura 12. Higrómetro de condensación .....	34
Figura 13. Higrómetro Eléctrico. ....	35
Figura 14. higrómetro de pelo.....	35
Figura 15. Símbolos que se utilizan en los diagramas de operaciones. ....	39
Figura 16. Símbolos de diagrama de análisis de procesos.....	39
Figura 17. Flujograma del proceso productivo de Textiles Camones .....	47
Figura 18. Ficha técnica de tela Jersey 100% algodón. fuente: Área comercial de Textiles Camones.....	50
Figura 19. Diagrama de causa efecto de bajo % de humedad en la tela .....	54
Figura 20. Diagrama de operaciones de proceso de Textiles Camones antes de la camara Humificadora. ....	56
Figura 21. DAP del proceso de embalado de tela antes de la implementación. ....	60

Figura 22. Grafica de variación del % de humedad en sistema adiabático con aire acondicionado .....	64
Figura 23. Zona de grabados donde se realizo pruebas de humidificacion con aire acondicionado. Fuente: Plano de arquitectura de Textiles Camones.....	65
Figura 24. Plano de proyecto de lavandería donde se realizo pruebas de humidificacion. Fuente: Plano de arquitectura de nueva lavandería 2014.....	65
Figura 25. Variación de la humedad en sistema de agua pulverizada. ....	66
Figura 26. Flujo grama actual del proceso productivo de Textiles Camonesa. ....	70
Figura 27. Diagrama de operacion de procesos actual del proceso productivo de Textiles Camones.....	71
Figura 28. Diagrama de analisis de proceso actual del proceso productivo de textiles camones. ....	72
Figura 29. Tendencia de la recuperacion de humedad en las telas en el año 2018.....	78

## ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Contenido de humedad en fibra. ....	23
Ecuación 2. Recuperación de humedad en fibra.....	24
Ecuación 3. Calculo del peso de fibra a condiciones normales .....	26

## RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo de suficiencia profesional fue realizado en base al desarrollo del proyecto de implementación de una cámara humificadora de tela de tejido de punto en el proceso productivo de fabricación de telas, específicamente entre la etapa de acabado de tela y embalado de la tela, donde el investigador pudo poner en práctica los conocimientos adquiridos tanto en las aulas universitarias, así como los conocimientos técnicos adquiridos en su trayectoria profesional. Este proyecto se realizó en la empresa Textiles Camones S.A. como una necesidad de reducir el tiempo de reposo de la tela a embalar para que esta llegue a la humedad permitida según la normativa vigente y reducir o recuperar (en lo referente al peso de la tela) la tela que se utiliza en el proceso de fabricación de las telas; además de que dicho proyecto permita reducir el tiempo de embalado de tela ante la creciente demanda de telas por parte de sus clientes externos que exigían un Lead Time menor en la entrega de la tela y el tiempo que tomaba el llegar a la humedad estándar según los parámetros de fabricación de las telas, era cada vez menos aceptable e influenciaba directamente con la rentabilidad de la empresa ya que al tener menos peso específico los rollos de tela se tenían que compensar el pedido con mayor metrado de tela. Es por ello que se optó por realizar estudios y prototipos de cómo se podría generar un ambiente que simulara o tuviera una humedad relativa mayor a la del medio ambiente y esta humedad sea adsorbida por las propiedades higroscópicas del algodón y así disminuir considerablemente el tiempo de reposo de la tela y llegar a su humedad referencial. Con este ambiente se logró disminuir el tiempo de reposo de la tela y con un retorno de inversión menor a 6 meses.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

Las exportaciones textiles y confecciones, considerados como productos no tradicionales, representan el 2.9% de las exportaciones totales en el país, dichos productos han tenido una recuperación considerable desde el año 2017 que fue superior en un 3,5% con respecto al año 2016, esta recuperación es debido a la mayor demanda internacional de países como Colombia, Brasil, Chile y Estados Unidos como principales destinos en la región y a la Unión Europea como segundo destino de nuestras exportaciones, también a ello debemos agregar la implementación de nuevas tecnologías que las empresas textiles han optado para ser más competitivos con sus pares de Asia que representan a nuestros mayores competidores

En el informe técnico del INEI<sup>1</sup>, el valor real de las *exportaciones FOB*<sup>2</sup> en el año 2018, totalizó US\$ 47, 773 millones, monto superior en 5.6% al valor registrado en el año 2017, debido al incremento en los volúmenes embarcados de productos tradicionales mineros (3.5%) y productos no tradicionales (17.3%), principalmente de los sectores agropecuario (18.9%), pesquero (41.4%), químico (12.4%), textil (6.5%) y siderometalúrgico (2.2%). (Instituto Nacional de Estadísticas e Informática, 2019)

Este crecimiento del 6.5% del sector textil, se debe a las mejoras continuas que dicha industria realiza en sus procesos, además que al ser un proceso de manufactura no tradicional, tiene sus propias particularidades tanto en su sistema productivo, el almacenamiento y despacho de los productos, ya que bajo las normativas internacionales de exportación y las normas técnicas de cada país y/o cliente hace que los productos deban estar listos para despacho en corto tiempo.

---

<sup>1</sup> Instituto nacional de estadísticas e informática.

<sup>2</sup> Free On Board. “Libre a bordo”, es una cláusula de comercio que se utiliza para operaciones de compra y venta en la que el transporte se realiza en barcos.

Según datos del comité Textil de la sociedad Nacional de Industrias el crecimiento de las exportaciones textiles en el 2019 fue de un 15% mayor con respecto al mismo periodo del 2018 cuyas ventas rodearon los US\$ 1,288 millones 489 mil.

La empresa Textiles Camones S.A. no es ajena a esta realidad, con productos de confecciones de prendas y tejido de punto y con inversiones anuales de US\$ 1 millón en promedio en maquinaria e implementación de nuevas áreas productivas, ha sabido abrirse camino en este mundo competitivo que es el sector textil. Con exportaciones en confecciones que rodean los US\$ 55 millones 440 mil anuales, se ha posicionado dentro de las 10 empresas con mayores exportaciones del país.

La planta principal de Textiles camones S.A.C se encuentra ubicada en Av. Santa Josefina N°527 en el distrito de Puente Piedra, departamento de Lima, con un terreno de casi 46, 470 m<sup>2</sup>, es en este local donde se desarrolló el presente estudio, específicamente en el área de embalado de tela, cuya área asignada para la implementación del proyecto fue de 81 m<sup>2</sup> aproximadamente.

El autor del presente trabajo se desempeña como encargado de obras y proyectos desde el año 2016, tiempo en el cual ha llegado a conocer las diferentes necesidades de planta para así proponer e implementar planes de mejora en los procesos productivos de la empresa, y es en este contexto, que en el año 2018 se evidencio la problemática del tiempo que se demoraba el proceso de embalado de tela, ya que al realizar las inspecciones respectivas de calidad y parámetros el Ragain Estándar<sup>3</sup> de la tela a embalar no llegaba a sus valores respectivos con lo cual representaba un retraso en el despacho de tela o lo que era común se enviaba mayor cantidad de tela para poder cubrir los pesos específicos según la formulación de la humedad en la tela.

---

<sup>3</sup> Es la capacidad de la tela en absorber humedad del medio ambiente que lo rodea.

## **La Empresa**

Textiles Camones S.A. es una empresa que tiene como negocio la fabricación y comercialización de tela en algodón y otras combinaciones, así como prendas de vestir en tejido de punto, tanto en mercado nacional como extranjero. En la actualidad exporta a más de 14 países entre ellos EEUU, Canadá, Italia, España, Venezuela, Bolivia, Brasil, México entre otros. Ubicada en el distrito de Puente Piedra con dirección fiscal de Av. Santa Josefina 527 Urb. Las Vegas y RUC 20293847038.

## **Su Historia**

Textiles Camones S.A es una empresa familiar que tiene sus inicios en la década de los 80, en sus inicios se desarrolló como una empresa de compra y venta de tela local, teniendo como centro de operaciones el Jr. Gamarra del distritito de la Victoria.

Al ir creciendo en sus operaciones forman la Empresa Camtex S.A y compran su local en el distrito de Los Olivos en la urb. Santa Luisa, ahí inician sus operaciones con los procesos de teñido de tela y confección de prendas de vestir, ya para el año 95 compran un terreno en el distrito de Puente Piedra con un área de 24, 640 m<sup>2</sup>, en los cuales construyen la primera etapa de su planta matriz, en esta primera etapa se concentraron las áreas de costura, tejeduría, tintorería y acabado de telas, además de contar con algunos almacenes de materia prima y de productos acabados.

Luego en el año 2005 se concretó la compra de los lotes 3, 4 y 5A adyacentes al terreno inicial con lo cual el área de la empresa creció a 46,450 m<sup>2</sup>, con ello Textiles Camones S.A. aumento rápidamente su capacidad productiva pasando de 8 toneladas diarias a casi 20 toneladas diarias en la actualidad.

Textiles Camones S.A es un empresa que tiene como norte el desarrollo constante de sus productos para ser más competitivos y así asegurar su presencia en el mercado internacional y continuar trabajando con sus principales clientes como son Zara, Guess Life if Good y otros más, es por ello que en sus planes anuales Textiles Camones S.A. tiene proyecciones de inversión de casi US\$ 1.5 millones en nuevas máquinas y áreas productivas, con lo cual lo pone a la vanguardia en lo referente a la producción textil, dando así empleo directo a casi 1,800 personas y 7,000 empleos de manera indirecta.

En la actualidad Textiles Camones S.A. cuenta con su planta principal ubicado en Puente Piedra, su planta de tejeduría ubicada en el distrito de Los olivos con un área de 2,000 m<sup>2</sup>, sus tiendas de ventas de tela en el distrito de La Victoria ubicados en Jr. San Cristóbal, en el Jr. Sebastián Barranca y en Jr. Baso todos ellos en el corazón del emporio de Gamarra. Así también su almacén de venta de tela local ubicado en el Jr. América también en el distrito de la Victoria.

### **MISIÓN**

Vestir al mundo con propuestas innovadoras y de alta calidad, a precios competitivos, entrega oportuna y con responsabilidad social, generando valor a nuestros clientes, colaboradores, proveedores, accionistas y la sociedad.

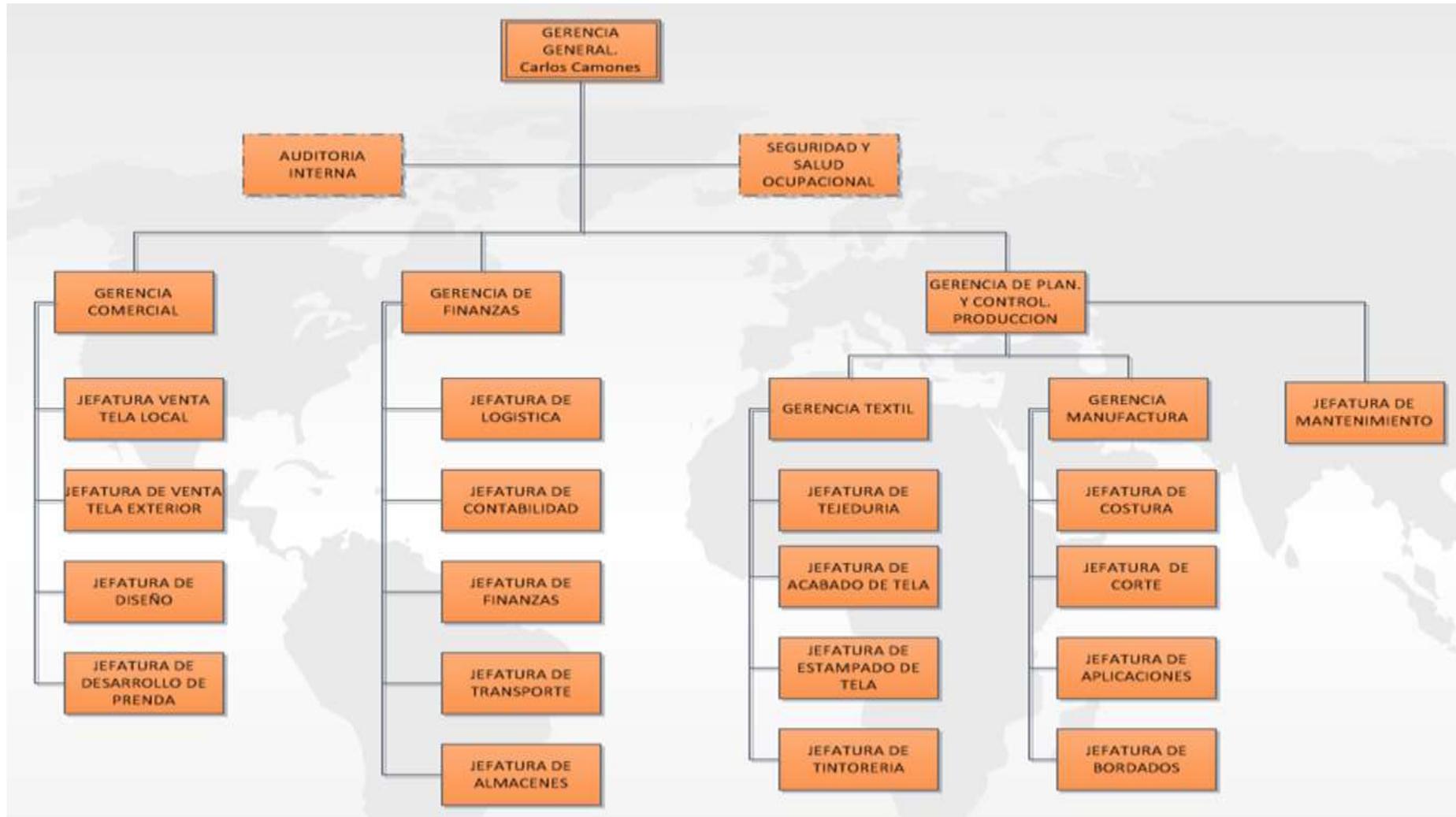
### **VISIÓN**

En el 2021 seguiremos siendo una empresa de clase mundial que supere las expectativas más exigentes de nuestros clientes.

### **VALORES**

- ✓ Servicio.
- ✓ Integración.
- ✓ Respeto.
- ✓ Innovación.
- ✓ Calidad.
- ✓ Compromiso.

**ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA.**



## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

### **Tejido de Punto**

Este Tejido es también conocido como género de punto, es aquel tejido que se forma entrelazando hilos y formando mallas, estas mallas se logran básicamente al pasar un lazo de hilo a través de otro lazo, esto por medio de agujas que se comportan como los palillos de tejer a mano.

### **Historia del Tejido de Punto**

Hasta la actualidad es imposible precisar exactamente la época en que hizo su aparición el tejido de punto. En la cultura egipcia, específicamente en el Alto Egipto, en tumbas se encontraron un Chal y un bonete de malla con una antigüedad asignada de 2,500 años.

Los tejidos de punto tienen sus orígenes en los antiguos pueblos de pescadores que entrelazaban gruesos hilos para fabricar sus redes para sus labores de pesca. Dicha operación básicamente consistía en fabricar una red a través de un proceso de entrelazado de hilos utilizando agujas de forma manual en una serie de ataduras unidas entre sí. Se tiene referencia que los árabes llevaron el tejido quienes utilizaban agujas, este suceso se dio en el siglo V, luego en el siglo XIV y el siglo XV el tejido de punto se intensificó en el reino de Inglaterra y el reino de Escocia. Se considera que fueron los escoceses los que introdujeron en Francia el tejido de mallas.

Es con el desarrollo de estas técnicas que el ser humano inició la fabricación de telas y que ha continuado mejorando e incluyendo nuevos materiales tanto naturales como sintéticos a las confecciones de prendas que han mejorado nuestra calidad de vida.

## La Tela

Según el RAE, (Real Academia Española, 2019) esta palabra tiene hasta 16 acepciones, a continuación, mostramos las tres primeras:

- i. f. Obra, especialmente la tejida en el telar, hecha de muchos hilos, que, cruzados alternativa y regularmente en toda su longitud, forman como una lámina.
- ii. f. Obra semejante a esa, pero formada por series alineadas de puntos o lazadas hechas con un mismo hilo, especialmente la tela de punto elástico tejida a máquina.
- iii. f. Material que se pone de una vez en el telar.

En sentido amplio, diríamos que una tela es el resultado al realizar el proceso de unión de hilos y/o fibras que mediante medios mecánicos y/o manuales se obtiene una estructura laminar con mucha flexibilidad que es utilizada en mayor medida en la confección de vestimenta para el ser humano. A la industria que produce telas tejidas teniendo como materia prima hilos es llamado por lo general tejeduría.

### Clasificación de las telas.

Una de las primeras clasificaciones que se le da a las telas son las siguientes:

#### *Telas no tejidas.*

Las telas no tejidas según Fidel Lockuán (Lockuán lavado, 2013) “son aquellas que en inglés es conocido como *nonwovens*. Para su elaboración no se requiere de hilos. La ASTM<sup>4</sup> propone el término *no tejido* para designar a las láminas flexibles a base de materias textiles

---

<sup>4</sup> American Society of Testing Materials

obtenidas por una consolidación de las mismas, que es realizada mecánicamente, con productos adhesivos, por disolución, por fusión o por una combinación de estos procedimientos” (Pag.3). Este tipo de telas se subdividen en:

#### *Películas.*

Se definen como (Lockuán lavado, 2013)“aquellas telas no tejidas formadas por compuestos químicos, como el hule, bolsas plásticas, cortinas de baño, etc” (Pag. 3).



*Figura 1.* Tela de polipropileno Notex  
Fuente: Sitio web de ventas online [www.clasf.pe](http://www.clasf.pe)

#### *Espumas.*

Se define como (Lockuán lavado, 2013) aquella que tienen la misma composición química que las películas más una inyección de aire en su formación. Entre este tipo de telas tenemos al *dunlopillo* y al *corrospum*. (Pag.3).



*Figura 2.* Rollo de corrospum.

Fuente: sitio web empresa Tai Loy. [www.tailoy.com.pe](http://www.tailoy.com.pe)

### *Fieltros o aglomerados.*

Son aquellas telas no tejidas que están conformadas por diversas fibras como poliéster, viscosa y otros más. Gracias a su alta capacidad de absorción son utilizados como material de limpieza.



*Figura 3.* Trapo Industrial para limpieza.

Fuente: Pagina web de la empresa Coensa. [www.grupocoensa.com](http://www.grupocoensa.com)

### *Tejidos.*

Desde el punto de vista de productivo o de elaboración de los tejidos, se puede clasificarl en 5 grupos principales:

#### *Tejidos planos o de calada.*

Este tipo de tejido Fidel Lavado (Lockuán lavado, 2013) los describe como “aquellos que están formados por dos series de elementos:

-La urdimbre, a lo largo (hilos).

-La trama, en el ancho (pasadas).

Las ondulaciones de un hilo se hacen siempre en un solo plano, o sea, de manera rectilínea. El cruzamiento de los hilos se hace siempre con la trama que pasa por encima o por debajo de los hilos de urdimbre”. (Pag. 4)

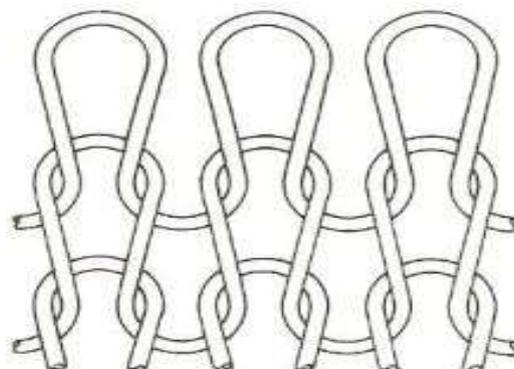


*Figura 4.* Tejido de calada.

Fuente: Pagina web de cursos online Domestika.org. [www.domestika.org/es](http://www.domestika.org/es)

### *Géneros de punto.*

Fidel Lockuán los define como aquellas que (Lockuán lavado, 2013) “están formados por una sola serie de elemento, que se entrelaza consigo mismo. El entrelazamiento de un género de punto se llama malla y se hace siempre de una manera curva, dándole al tejido una gran elasticidad, por lo que se utiliza para tejidos que pueden llevarse ceñidos al cuerpo”. (Pág. 4).

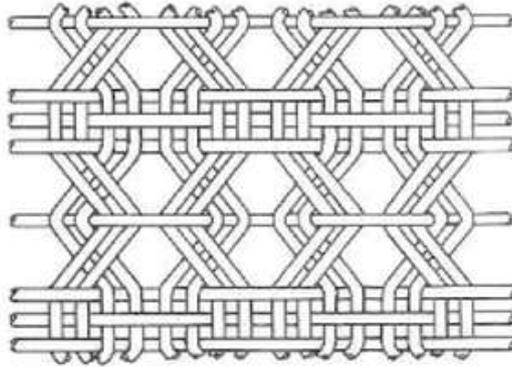


*Figura 5.* Tejido de punto.

Fuente: La industrial textil y su control de calidad. IV tejeduría.

### *Gasas de vuelta.*

Este tipo de tejido están formados o conformados por dos urdimbre que se encuentran enseriados y este enseriado se cruza con la trama, estos cruces se alternan de derecha a izquierda como se muestra en la figura n°6 consiguiendo que las pasadas no se junten.



*Figura 6.* Tejido de gasas de vuelta.  
Fuente: La industria Textil y su control de calidad. IV Tejeduria.

### *Trenzas.*

Este tipo de tejido están conformados por una sola serie las cuales se cruzan de izquierda a derecha y así de manera inversa para formar los diferentes tipos de trenzas.



*Figura 7.* Tejido de trenzas.  
Fuente: Pagina web de cursos online Domestika. [www.domestika.org](http://www.domestika.org)

### *Red.*

Este tipo de tejidos esta formado incluso por un solo hilo, el cual forma nudos para impedir su desplazamiento cuando se entrecruza entre si mismo.

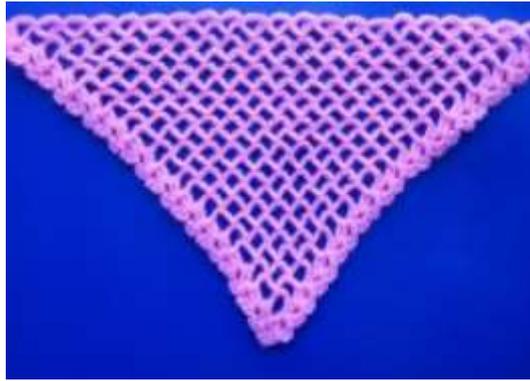


Figura 8. Tejido de red.

Fuente: Pagina wed Pinterst sección de modelos de tejidos. [www.pinterst.com](http://www.pinterst.com)

### *Triaxiales.*

En el trabajos de Fidel Lockuán se considera tejido triaxiales (Lockuán Lavado, 2014) en “donde se requieren tres series de hilos que se cruzan en ángulos de 60°. Presentan una mayor estabilidad al sesgo que los tejidos de calada, dado que siempre hay una serie de hilos que soportan el esfuerzo” (Pag.6).



Figura 9. Tejido de Triaxiales.

Fuente: Pagina wed Pinterst sección de modelos de tejidos. [www.pinterst.com](http://www.pinterst.com)

### **Propiedad Higroscópica de las Fibras.**

Las fibras textiles como las telas hechas con dichas fibras, tienen la capacidad de absorber la humedad del aire e incorporarla a su contenido. Esto dependerá de su estructura química y física que posea esta fibra, así como los factores ambientales como temperatura y humedad

relativa. Toda sustancia o material posee una humedad la cual se denomina humedad de equilibrio, se entiende por humedad de equilibrio cuando la sustancia o material ni capta ni emite humedad a la atmosfera. Se entiende que si la humedad de un material o sustancia esta por debajo del medio que lo rodea este iniciara la absorción de humedad, pero si dicho material posee una humedad es mayor este empezara a secarse. En el medio industrial existen productos como el cloruro de calcio, cuyas propiedades físicas con referente a su capacidad de absorber humedad en cualquier condición es utilizado ampliamente en desecadora, esto se da porque posee una humedad de equilibrio muy baja.

Es por ello que las telas o tejidos de punto basados en fibras ya sea de un origen natural (animales, vegetales, minerales) o de origen de manufactura química (artificiales, sintéticas) tienen en su constitución física la propiedad de poseer cierta cantidad de agua en su estructura.

La higroscopicidad de los materiales se puede expresar como:

- Contenido de humedad (% Humedad).
- Regain.

El porcentaje o contenido de humedad presenta valor más pequeño que el regain.

### ***Contenido de humedad o porcentaje de humedad.***

Es la porción de humedad que hay en la tela la cual es expresada en porcentaje del peso de la tela de muestra antes de realizarse el secado de la misma. Se expresa mediante la fórmula:

$$\%H = \frac{(ph - ps)}{ph} \times 100$$

*Ecuación 1.* Contenido de humedad en fibra.

Donde:

$ph$ : Peso de muestra húmeda. (Peso de tela + humedad)

$ps$ : Peso de muestra seca.

***Recuperación de Humedad – Regain (%R).***

Se entiende como regain (Lockuán lavado, 2013) al “porcentaje de recuperación de humedad de una muestra de tela seca. Esta humedad es la que se mide luego de todo el proceso productivo de la tela para su posterior embalado y almacenaje”. (Pág. 21)

Se representa por la fórmula:

$$\%R = \frac{(ph - ps)}{ps} * 100$$

*Ecuación 2. Recuperación de humedad en fibra*

Donde:

$ph$ : Peso de muestra húmeda. (Peso de tela + humedad)

$ps$ : Peso de muestra seca.

Para tener en claro este parámetro daremos el siguiente ejemplo. Si tenemos una muestra de 200 gramos de lana y esta al ser secada tuvo un peso final de 184 gramos ¿cuál sería el porcentaje de humedad y cuanto sería su valor de recuperación de humedad?

Aplicamos la formulas antes mencionadas y tenemos:

$$\%H = \frac{(200 - 184)}{200} x 100 = \frac{16}{200} x 100 = 8\%$$

$$\%R = \frac{(200 - 184)}{184} x 100 = \frac{16}{184} x 100 = 8.69\%$$

Como se puede apreciar en el ejemplo, el porcentaje de humedad de la muestra es de 8% y su factor de recuperación de humedad es del 8.69%, es decir que la muestra tiende a demorar en la recuperación de humedad

***Regain estándar.***

Fidel Lockuan indica que (Lockuán lavado, 2013) “se conoce o se entiende por Regain estándar a la cantidad de agua o humedad que posee ya sea una fibra o tela en relación a su peso seco a condiciones normales (Esto es determinado en un laboratorio de ensayo a 21 +- 2° C y 65 +- 2% de humedad relativa). También se le conoce como tasa legal de humedad”.

(Pág. 22)

En la tabla n°1 se visualiza los valores normales de recuperación de ciertas fibras, según la Norma Técnica Peruana NTP 231.053<sup>5</sup>.

---

<sup>5</sup> Esta norma, establece las recuperaciones de humedad comercial comúnmente usadas para determinar fibras y filamentos textiles. Tales valores, que figuran en la Tabla 1, están principalmente destinados a determinar la masa comercial de una fibra o filamento específico, cuando el material textil se compra o se vende sobre esta base.

Tabla 1. Tabla de Regain Estándar de materiales textiles.

Tipo de Fibra	Regain Estándar (%)
Acetato secundario	6.5
Acrílico	1.5
Algodón (fibra)	8.5
Algodón (Hilo Crudo)	7.0
Lana Lavada	17.0
Lana ( Hilo cardado)	17.0
Lana (Hilo peinado)	18.3
Lana ( Tejido de hilo peinado)	16.0
Poliéster	0.4
Rayón Viscosa	11.0
Spandex	1.3
Yute	13.8

La industria textil y su control de calidad. II Fibras textiles.

Todas las empresas que venden y comprar tela o fibras en sus especificaciones técnicas de su tela debe indicar su regain, por ser este un factor que afecta a las fibras, ya que hace que aumente o disminuya el peso de dicha fibra.

Para ello aplicaremos la siguiente formula:

$$Pn = \frac{Pa * ( 100 + Rn)}{(100 + Ra)}$$

Ecuación 3. Calculo del peso de fibra a condiciones normales

Donde:

*Pn*: Peso corregido a condiciones normales.

*Pa*: Peso actual.

*Rn*: Ragain a condiciones normales.

*Ra*: Ragain actual.

## La Humedad

Podemos entender como humedad a la cantidad de vapor de agua que se encuentra contenido en los gases, ejemplo de ello es la humedad en la atmosfera, el vapor de agua contenido en la atmosfera que luego de un proceso de condensación forman las nubes que contienen agua en forma líquida.

Una de las características del vapor de agua es que en la atmosfera terrestre se puede encontrar en sus tres estados, esto quiere decir que podemos encontrar agua en estado líquido, sólido y gaseoso Remon (Remon, 2011) afirma lo siguiente:

Al contrario de otros componentes más abundantes de la atmosfera, el vapor de agua puede cambiar de estado (solido, liquido, gaseoso) a las temperaturas y presiones normales sobre la superficie de la Tierra. Los procesos de cambio de estado exigen que el calor sea absorbido y liberado. La cantidad de calor es medida en calorías. Una caloría es la cantidad de calor que debe ser adicionada a 1 gramo de agua para aumentar su temperatura en 1° C (1 caloría = 4,186 Joule). (pág. 1)

Como toda materia, la cantidad de humedad que existe en la atmosfera puede ser medida. Los parámetros que medimos en la humedad son los siguientes:

### **Humedad absoluta, U.**

La Humedad absoluta refiere a la masa de vapor contenida en una unidad de volumen de aire, este valor de humedad es expresada en gr/m<sup>3</sup>, la humedad absoluta U máxima que se tiene es de 40gr/m<sup>3</sup>

### **Humedad relativa, HR.**

La humedad relativa es aquella que nos indica la cantidad de vapor agua real en el aire y esta es comparada con la cantidad de vapor agua que se necesita para llegar a saturar el aire a una misma temperatura. Este parámetro nos indica que tan próximo está el ambiente antes de llegar a la saturación, la humedad relativa se mide entre 0% y 100%, estos valores nos indican que si el aire tiene un HR de 0% el aire está seco y si posee un HR de 100% nos refiere que el aire está completamente saturado.

### **Punto de Rocío.**

Un punto primordial que se debe considerar con respecto a la humedad o en este caso al manejo o generación de humedad es el punto de rocío, el cual tiene mucha relación con la cantidad de agua que existe en un ambiente y la temperatura a la que se encuentra dicho ambiente. En la página web de definicion.pe se encuentra un artículo que define al punto de rocío de la siguiente manera. (Porto & Merino, 2015)

En el aire siempre existe vapor de agua, cuya cantidad está vinculada al nivel de humedad. Cuando la humedad relativa alcanza el 100%, se produce la saturación del aire y se alcanza el punto de rocío. Es importante resaltar que la humedad relativa es el vínculo entre la cantidad de vapor de agua en el aire y la cantidad máxima de agua que podría haber con la misma temperatura. Cuando se dice que hay una humedad relativa del 72% a 18°C, por ejemplo, se está mencionando que el aire alberga el 72% de la cantidad máxima de vapor de agua que puede tener a 18°C. Si a dicha temperatura, se llega al 100% de humedad relativa, se alcanzaría el punto de rocío.

El punto de rocío llega, por lo tanto, cuando se incrementa la humedad relativa y la temperatura no varía o cuando la temperatura desciende, pero se mantiene la humedad relativa. (Pág. 1)

## **Humidificación**

El proceso de humidificación consiste en agregar o aumentar la humedad relativa en un ambiente ya sea de trabajo, de almacenamiento o refrigeración. En la actualidad, en la industria se aplican sistemas de humidificación para varios procesos productivos con la finalidad conservar y/o mejorar los productos elaborados por la empresa y en otros casos para brindar confort al personal operario. Es por ello que el aire seco en algunos procesos productivos es muy perjudicial, (Mendoza & LLamas, 2003) lo explican así:

Cuando la temperatura exterior cae por debajo de la temperatura interior como en invierno, el aire frío y húmedo que ingresa al calentarse se seca. Este aire seco absorbe la humedad de los materiales que se encuentran en el ambiente, le quita humedad a todo que entre en contacto con este tratando de encontrar el “equilibrio”. Este aire con tan baja humedad relativa es lo que causa en las personas los conocidos resecamientos de nariz y garganta, resquebrajamiento de las maderas, pérdida de humedad en telares y otros daños en diferentes materiales. Esta misma condición de aire seco puede producirse también por el enfriamiento del aire por debajo de su punto de rocío, removiendo de esta manera el vapor de agua (deshumidificando), este efecto es muy recurrente en los sistemas aire acondicionado o refrigeración. (págs. 33 - 34)

Son por estas necesidades que en la actualidad existen varios tipos de sistemas humidificación, pero no solo es inyectar humedad a un ambiente de producción o de

almacenamiento si no también mantener la humedad en los parámetros pertinentes que ayuden con los procesos productivos. La empresa Condair en su página web nos explica la importancia de la estabilidad de la humedad. (Condair, 2020)

La estabilidad de la humedad es la capacidad de un material para mantener un nivel de contenido de humedad a pesar de las fluctuaciones de la humedad del ambiente. Muchos materiales emiten o absorben humedad rápidamente, lo que puede ocasionar daños graves al material o al proceso en el que puede estar involucrado. La desecación de un material puede provocar el deterioro del producto, mientras que, a la inversa, un material seco también puede sufrir los efectos secundarios perjudiciales de la recuperación de la humedad. En muchos casos, el deterioro del producto está directamente relacionado con la falta de estabilidad a la humedad. Los productos como vegetales, flores cortadas, frutas y muchos productos comestibles no pueden volver a su calidad original una vez que han perdido la humedad.

Al instalar un sistema de humidificación eficiente, esta costosa pérdida de productos puede evitarse. En la actualidad, muchos procesadores de alimentos humedecen sus plantas y áreas de almacenamiento y pueden almacenar frutas y verduras durante meses sin pérdida de calidad o peso del producto. (Pág. 1)

### **Tipos de Humidificación.**

En la actualidad existen dos tipos, la humidificación Isométrica y la humidificación adiabática.

#### ***Humidificación Isotérmica.***

Es el tipo de humidificación donde el vapor ya se encuentra en estado gaseoso y es inyectado en el ambiente que se desea humidificar (Roso, 2007), “esto debido a la energía provista por el humidificador (corriente eléctrica, gas, carbón, etc.) y por lo tanto se mezcla con el aire sin ninguna dificultad. Durante el proceso de la humidificación, a medida que la humedad relativa aumenta, la temperatura se mantiene constante”. (Pag. 3)

Los sistemas isotérmicos por lo general tienen dos componentes importantes que son la unidad generadora de vapor y el sistema que distribuye el vapor generado. Los sistemas de generador de vapor en los humidificadores isométricos pueden ser:

- Eléctricos.
- Electrodo sumergidos.
- Gas.
- Calderas centrales generadoras de vapor.

### ***Humidificación adiabática.***

Es el proceso de humidificación en la cual se ingresa agua pulverizada al ambiente que se desea humidificar. La Arq. María Rosón nos explica cómo funciona los sistemas de humidificación adiabáticas (Roso, 2007):

Estos sistemas crean una gran superficie de interface entre el aire y el agua en estado líquido, en donde se forma una fina capa de vapor saturado, con una presión parcial igual a la presión de saturación a la temperatura del líquido. Se utilizan frecuentemente en aquellas instalaciones donde el aire de alimentación deba ser enfriado, así como humidificado, o donde haya calor sensible en exceso en el aire de retorno que pueda ser utilizado para la evaporación. En estas situaciones los costos de operación serán notablemente inferiores a los de una humidificación isotérmica. (Pag. 3)

Los sistemas adiabáticos pueden ser:

- Centrífugos.
- Atomizadores con aire comprimido.
- Atomizadores con agua presurizada.
- Ultrasónicos.

### **Sensor de humedad.**

Los sensores de humedad son instrumentos que sirven para medir la humedad en el medio ambiente y en los diferentes tipos de materiales, por ello que existen distintos tipos de sensores que utilizan distintos principios físicos para realizar la medición Mencionaremos con lo que cuenta la empresa.

#### ***Por conductividad.***

Este tipo de sensor mide la humedad si una (Barrios, 2013) “superficie cualquiera en presencia de una mezcla gaseosa con vapor de agua, siempre habrá cierta cantidad de moléculas de agua presentes en dicha superficie. La presencia de agua permite que a través de la superficie circule una corriente, en ello se basan los sensores por conductividad”. (Pág. 3)

#### ***Capacitivos.***

Son los sensores que tienen mayor presencia (Barrios, 2013). “en la industria y meteorología, pues son de fácil producción, bajos costos, y alta fidelidad. El principio en el cual se basa este tipo de sensores, es en el cambio que sufre la capacidad (C en [Farad]) de un condensador al variar la constante dieléctrica del mismo”. (Pág. 3)

### **Equipos de medición de humedad.**

Como vimos en el apartado anterior, existen diferentes tipos de sensores que poseen distintos principios de funcionamiento, lo cual hace que en el mercado existan diferentes tipos de instrumentos según su aplicación.

#### ***Higrómetro.***

Es un instrumento utilizado para medir el grado de humedad de un gas determinado, que a través de unos sensores perciben y señalan la variación de dicha humedad en el gas a medir. El principio de funcionamiento de estos equipos es a través de la diferenciación de la temperatura con humedad y su temperatura ordinaria.



*figura 10. Higrómetro*

Fuente: Pagina web de Wikipedia. [es.wikipedia.org/wiki/higrómetro](https://es.wikipedia.org/wiki/higrómetro).

#### ***Psicómetro.***

Es aquel instrumento que mide la humedad a través del contraste de medición de la temperatura ambiente con una fuente de agua en evaporación.



Figura 11. Psicómetro.

Fuente: Pagina web de Projar. [www.projar.es/productos/sin-categoria/psicometro-con-tejadillo-mod-4000/](http://www.projar.es/productos/sin-categoria/psicometro-con-tejadillo-mod-4000/)

### ***Higrómetro de condensación.***

Este instrumento mide la humedad atmosférica cuando una superficie pulida empieza a empañarse, este fenómeno se da porque artificialmente la superficie pulida es enfriada y al generar condensación se determina la temperatura a la que inicio el proceso de condensado, a esta temperatura se le conoce como la temperatura de rocío.



Figura 12. Higrómetro de condensación

Fuente: Pagina web de instituto San Isidrio. <https://institutosanisidoro.com/fisica-quimica/higrometro-de-daniell.html>

### ***Higrómetro Eléctrico.***

El higrómetro eléctrico como nos explica (Bejarano, 2014) es un instrumento “conformado por dos electrodos enrollados en espiral, entre ellos se ubica un tejido impregnado en cloruro de litio acuoso. A temperatura determinada, se consigue un equilibrio

entre la evaporación por calentamiento del tejido y la absorción de agua de la humedad del ambiente por el cloruro de litio”. (Pag. 7)



figura 13. Higrómetro Eléctrico.

Fuente: Pagina web [www.hcl-asia.com.hk/uploadfile/?C=M;O=D](http://www.hcl-asia.com.hk/uploadfile/?C=M;O=D)

### ***Higrómetro de cabello.***

Es un instrumento que está conformado por una cuerda de cabellos desengrasados (higroscópicos) que cambian de longitud a medida que cambia la humedad relativa del medio ambiente donde se encuentre, este cabello está unida a una aguja que a medida que el cabello cambia de longitud la aguja se desplaza.



Figura 14. higrómetro de pelo.

Fuente: Pagina web de Schniebel. <https://schniebel.com/FI-11101/es>

## **La mejora continua**

La mejora continua tiene como inicio la producción de productos de forma masiva por parte de la industria y es esta producción masiva hace que se detecten productos defectuosos y de mala calidad, trayendo consecuencias en la rentabilidad de las empresas.

Podríamos definir a la mejora continua como parte de la gestión que se encarga de analizar y ajustar los procesos de una organización con la finalidad de obtener una mayor eficiencia y/o eficacia en sus procesos productivos o los servicios que esta pueda brindar.

La definición de la mejora continua tiene varias acepciones, es por ello que aquí mencionaremos dos de estas hechas por dos organizaciones especializadas (Mata & Villar, 2009) en esta cultura de mejora continua:

*La American Society for Quality*<sup>6</sup>, considera calidad, como la totalidad de funciones y características de un producto o servicio dirigidas a su capacidad para satisfacer las necesidades de un cierto usuario. Por lo tanto hace especial hincapié en un factor sin el que la existencia misma del producto no tendría objeto: el usuario y con él sus expectativas. Este aspecto sobre el que de forma recurrente será necesario regresar, es prioritario a la hora de considerar que un producto o servicio alcanza la excelencia.

*National Academy of Sciences*<sup>7</sup> lo define "El objetivo fundamental de un sistema de garantía de calidad será el hacer más efectiva la asistencia médica mejorando el nivel de salud y el grado de satisfacción de la población, con los recursos que la sociedad y los individuos han decidido destinar a la asistencia sanitaria". Confluyen dos elementos relacionados con los resultados como son

---

<sup>6</sup> Representa el liderazgo de las asociaciones internacionales para la calidad, posibilitando un amplio espectro de información, formación, consultoría, que incluye también el campo sanitario.

<sup>7</sup> Es un organismo de carácter científico independiente, con funciones de asesoramiento en política sanitaria, que funciona por medio de Comités de Expertos en el área sanitaria.

efectividad y satisfacción, así como señala aspectos relacionados con una utilización eficiente de los recursos, sin la suma de todos ellos no sería posible hablar de una asistencia sanitaria con niveles de calidad. (Pag.3)

## **Herramientas de la mejora continua y la calidad**

Entre las muchas herramientas que tenemos para implementar la mejora continua tenemos los siguientes:

### **Gráficas.**

Esta herramienta es utilizada para poder visualizar el comportamiento de las variables a través del tiempo y con ello poder controlar y mejorar los parámetros medidos (Bonilla, Diaz, Kleeberg, & Noriega, 2020). “Las gráficas, por su forma de presentación, se clasifican en gráfica de barras, gráfica de línea, gráfica de pastel, gráfica de banda o columna y gráfica de radar o diagrama de araña”. (Pag.5)

### **Diagrama causa-efecto.**

El diagrama causa efecto mas conocido como diagrama de Ishikawa, es aquel diagrama que se asemeja a una espina de pescado en los cuales podemos identificar las causas de los problemas que podemos tener en nuestros procesos o servicios. (Bonilla, Diaz, Kleeberg, & Noriega, 2020) “Las principales causas de problemas en las organizaciones se agrupan generalmente en seis aspectos: medio ambiente, medios de control, maquinaria, mano de obra, materiales y métodos de trabajo. Es utilizado para analizar la relación causa-efecto, comunicarla y facilitar la solución de problemas, desde el síntoma, la causa y la solución”. (Pag. 7).

### **Histograma.**

Esta herramienta nos permite visualizar a través de una gráfica de barras el comportamiento de una variable. Esta herramienta se aplicará en los siguientes casos:

- ✓ Cuando es necesario conocer la capacidad del proceso.
- ✓ Si se cumplen las especificaciones de calidad.
- ✓ Para conocer la variabilidad de las características técnicas durante un proceso

### **Diagrama de flujo.**

Es una representación gráfica de las etapas del proceso o actividades que tienen como finalidad entregar un producto o servicio. Esta herramienta (Bonilla, Diaz, Kleeberg, & Noriega, 2020) “facilita la comprensión de los diversos actores de un área de trabajo. Se aplica en la presentación de las etapas de un proceso, en la descripción de un procedimiento y de una instrucción, y para identificar posibles mejoras en la secuencia de las actividades”.  
(Pag.20)

### **Diagrama de operaciones de procesos. (DOP).**

Es una herramienta del estudio de métodos en la cual se grafica el proceso completo de la producción y/o elaboración de un producto desde que ingresa la materia prima hasta que el producto sale de la línea de producción. En este diagrama se incluye las materias primas e insumos, así como las operaciones e inspecciones por las cuales pasan los materiales para obtener el producto final.

Presenta un cuadro general de cómo se suceden las operaciones y las inspecciones sin importar quién las ejecute. Este diagrama tiene dos símbolos uno de ellos es el cuadrado que significa inspección y el círculo que significa operación, la combinación de estos simboliza

que una operación está siendo supervisada al mismo tiempo que se ejecuta. Su simbología es la siguiente

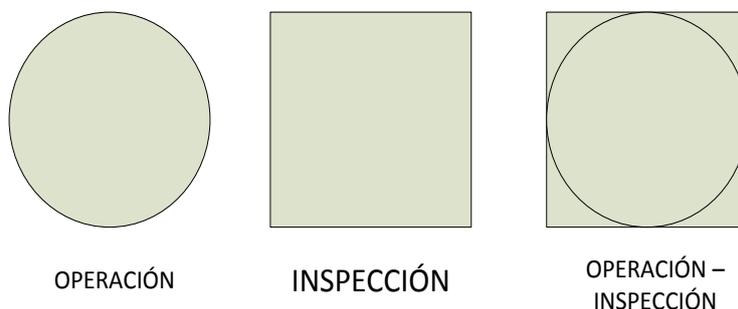


Figura 15. Símbolos que se utilizan en los diagramas de operaciones.  
Fuente: Elaboración propia

### Diagrama de análisis de procesos. DAP.

Este diagrama de análisis es una gráfica donde son usados un conjunto de símbolos que nos indican y/o representan las actividades de un proceso. En este análisis podemos visualizar el inicio y fin de una actividad y el tiempo que toman estas actividades que conforman un proceso. Con este diagrama podremos identificar tiempos, herramientas y recorrido de los materiales de una actividad a otra. Esta herramienta nos ayuda a identificar que actividades representan problemas en la culminación del proceso o alargan el tiempo de producción

Los símbolos de un DAP son los siguientes.



Figura 16. Símbolos de diagrama de análisis de procesos  
Fuente: Elaboración propia.

### **Sistemas automatizados.**

Los sistemas automatizados son aquellos sistemas que realizan trabajos u operaciones que anteriormente eran realizados por operadores humanos, estos sistemas autómatas se basan en un conjunto de elementos y aparatos tecnológicos que hacen posible el desarrollo de la tarea. Con el pasar del tiempo estos sistemas han ido evolucionando de tal manera que en la actualidad no existe industria alguna que no cuente con algún sistema automatizado, y esto es por dichos sistemas proporcionan mayor eficiencia en la producción además que puede realizar trabajos repetitivos sin sufrir agotamiento como suele pasar con los seres humanos.

Un sistema automatizado consta de dos partes principales:

#### ***Parte Operativa.***

Son los elementos que actúan directamente con la máquina y que hacen posible el movimiento o desplazamiento de la misma. Podemos mencionar como estos elementos operativos y/o actuadores a los motores, válvulas eléctricas, pistones neumáticos y como captadores de señal tenemos los sensores de todo tipo, interruptores y otros dispositivos más.

#### ***Parte de mando.***

En la actualidad existen muchos sistemas de mandos, los más usados son los PLC's, estos sistemas autómatas son los que reciben las señales ya sean analógicas o discretas de los captadores de señal y envían una orden o señal a los actuadores. Estos equipos son considerados el cerebro del proceso ya que el se encarga de procesar las señales que ingresan y según estas señales hace actuar a los elementos operativos.

## **Limitaciones en la Ejecución del Proyecto**

En el medio industrial, la utilización o creación de ambientes con una humedad relativa mayor a la del medio ambiente es muy usado para diversos procesos productivos llámese la industria de carnes, la industria de producción agrícola y producción de alimentos, pero en el caso del sector textil no se pudo encontrar evidencia de utilización o equipos probados para el uso específico de humedecer tela de algodón y/o sus variables.

En la búsqueda de sistemas y tecnologías de control de humedad se realizaron las consultas a los proveedores si habían tenido alguna experiencia en la implementación de sistema de humidificación de tela pero no se encontró respuestas positivas, por lo que se tuvieron que hacer prototipos para poder garantizar que la inversión final diera los resultados esperados.

Otra de las dificultades que se tuvo en el desarrollo inicial del proyecto, es decir los primeros prototipos, fue que el sistema requería de ambientes con cierta hermeticidad ya que el ingreso o salida de aire afectaba el control del sistema de humidificación por lo que se tuvo que ocupar áreas improvisadas y hermetizarlas para asegurar que la humedad no varié con las corrientes de aire externos.

### CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

Textiles Camones S.A. es una empresa que produce mensualmente 750 toneladas de tela en promedio, de las cuales el 45.85% es para exportación teniendo como principales clientes externos a “John Uribe e Hijos” en Colombia, “Distribuidora Textil del Ecuador Distritex” en Ecuador, “Co & Tex S.A.S” en Colombia y otros clientes externos mas, así también el 54.15% es para venta local la cual es distribuida por su tienda distribuidora “América” ubicado en el distrito de La Victoria. Los procesos productivos de esas compañías se rigen a las normas internacionales vigente, lo hace que las exigencias tanto en la calidad como el acabado de las telas sean altas.

Es en este contexto que en las exportaciones de tela y venta local se han presentado varios inconvenientes en el proceso productivo, en especial en la última etapa del proceso productivo de las mismas, y es que al tener mayor demanda de sus productos la capacidad de almacenamiento de tela y los reprocesos hacen que se trabaje al límite de tiempo establecido entre el pedido del cliente y el despacho del producto.

El proceso de fabricación de tela lo podemos separar en dos partes, la primera es el proceso de tejeduría de la tela, donde la empresa fabrica todos los tipos de tela que ofrece a sus clientes John Uribe e Hijos, Distribuidora Textil del Ecuador Distritex y Co & Tex S.A.S por mencionar algunos, esto con la finalidad de tener a la mano la tela al momento que se haga el pedido por parte un cliente; aquí debemos tener en cuenta que un cliente solicita varios tipos de tela y todas ellas deben ser despachadas al mismo tiempo. Luego de tejida la tela ingresa al almacén de tela cruda a la espera de su venta.

La segunda etapa inicia cuando un cliente realiza un pedido, la tela cruda almacenada recién ingresa al proceso donde se le dará el color y los acabados según el tipo de tela y las características que el cliente solicita para su proceso productivo. Cabe mencionar que cada

tipo de tela lleva un tratamiento diferenciado pero el flujo por las diferentes áreas productivas es el mismo.

Es en esta segunda etapa donde la tela pasa por diferentes procesos en su camino al producto final solicitado por el cliente, y es en estos procesos donde se identifican las falencias del proceso y son analizadas para su eliminación o mejora del proceso. Es por ello que al realizar el análisis del proceso se encontró que en la etapa de control de calidad en lo referente al pesado y control de humedad de la tela se encontró que los rollos de tela no cumplían con los parámetros por lo cual se debía mantener la tela en el área de reposo, ocasionando que esta área se sature y retrase el proceso de embalado y a su vez el despacho de la misma.

### **Descripción de la problemática en la empresa**

Como se describió líneas arriba, la tela antes de ser embalada pasa por el proceso de verificación de peso y humedad para así registrarlo en el sistema y llevar el control de lo que se está almacenando y luego despachando a los clientes.

Conforme las ventas subían en la empresa los tiempos de reposo se acortaban y es ahí donde observa que las telas no llegan al peso deseado y esto genera que se tenga entregar mayor cantidad de tela al cliente afectando seriamente a la empresa. Un ejemplo de esto se describe a continuación.

El cliente Jhon Uribe e Hijos S.A solicita la cantidad de 40 rollos de 19 kg cada uno lo que hacía un total 760 Kg de tela Jersey Algodón 30/1. En el seguimiento que se hizo se observó que la cantidad de tela cruda<sup>8</sup> que ingresa en el proceso fue de unos 818.3 Kg que

---

<sup>8</sup> Es la tela que sale de tejeduría, esta tela no tiene ningún tratamiento.

equivalieron a 40 rollos que en promedio pesaba cada uno 20.46 Kg y el peso de la tela luego del proceso productivo era de 733 Kg, por lo que el cliente realizo la observación.

Es en este panorama que se buscó la implementación de una cámara humificadora que acelere, de manera controlada, la ganancia de humedad de los rollos de tela para garantizar el despacho de las telas en las fechas programadas y cumpliendo los valores ofrecidos a sus clientes.

## **Formulación del Problema**

### **Problema General.**

¿De qué manera influenciaría en el tiempo de ganancia de humedad de los rollos de tela la implementación de una cámara humificadora en el proceso productivo en Textiles Camones?

### **Problemas Específicos.**

- ¿Cuál es la situación actual del proceso productivo de Textiles Camones en la fabricación de telas?
- ¿Qué sistema de humidificación se debe incluir en el proceso productivo de Textiles Camones para reducir los tiempos de ganancia de humedad?
- ¿Cuáles serían los costos y beneficios de la implementación de un sistema de humidificación en el proceso productivo de Textiles Camones?

## **Objetivos**

### **Objetivo General.**

Implementar una cámara humificadora de tela que reduzca el tiempo de ganancia de humedad en el proceso de fabricación de tela.

### Objetivos Específicos.

- Identificar la situación actual del proceso productivo de textiles camones en la fabricación de tela
- Desarrollar el mejor sistema para la cámara humificadora que se implementara en el proceso productivo de Textiles Camones.
- Determinar los costos de la implementación de la cámara humificadora y sus beneficios en el proceso productivo de fabricación de tela en Textiles Camones.

### Estrategias de desarrollo

Para lograr los objetivos trazados, se implementará las estrategias como se muestra en la tabla 2

Tabla 2. Estrategias de desarrollo para aplicación de la propuesta

Fase	Objetivos	Herramientas/Modelos
Diagnóstico	Identificar la situación actual del proceso productivo de textiles camones en la fabricación de tela	<p>Diagrama de flujo de proceso de fabricación de tela.</p> <p>Cálculos matemáticos para comparación con calculo teórico del regían estándar según caso enunciado.</p> <p>Diagrama de causa efecto del bajo peso de la tela</p> <p>DOP del proceso de fabricación de tela.</p> <p>DAP del control de humedad y pesado de tela</p>
Implementación	Desarrollar el mejor sistema para la cámara humificadora que se implementara en el proceso productivo de Textiles Camones.	<p>Implementación de prototipos.</p> <p>Cronogramas.</p> <p>Diagrama de flujo.</p> <p>DOP del proceso de fabricación de tela.</p> <p>DAP del control de humedad y pesado de tela.</p>
Evaluación	Determinar los costos de la implementación de la cámara humificadora y sus beneficios	Presupuesto de implementación de cámara humificadora.

---

en el proceso productivo de fabricación de tela en Textiles Camones.	Calculo de la densidad de la tela al llegar al regain estandar.
--	--

---

### **Descripción de la experiencia**

Al momento del desarrollo del proyecto, el autor de este trabajo se encontraba a cargo del desarrollo de la implementación de la cámara humificadora. Como primer paso, tenía la responsabilidad de la implementación de los dos primeros prototipos de la cámara humificadora para así poder seleccionar el mejor sistema que se emplearía en la cámara humificadora definitiva, ver la disponibilidad de los fluidos a necesitar tanto por los prototipos como de la cámara definitiva y por último la evaluación de la ubicación de la cámara una vez que se haya decidido el sistema a emplear en la cámara humificadora.

Como responsable del proyecto, se debía tener reuniones con los proveedores de los diferentes sistemas para poder evaluar dichos sistemas tanto en su utilidad y sus costos así como de los requerimientos de estos sistemas y de cómo influiría en los costos de producción. La coordinación con el área de logística para la adquisición de los implementos de los prototipos y del proyecto final generando las solicitudes de compra de materiales de los servicios que se requerían para el desarrollo del proyecto, así mismo, las coordinaciones con el área de producción para que nos entreguen las telas a ser evaluadas en los prototipos y realizar las evaluaciones correspondientes a dichas telas.

Por último, se desarrolló el cronograma de la ejecución y supervisión del proyecto final así como la valoración económica en la implementación del proyecto y su retorno económico.

**Identificar la situación actual del proceso productivo de textiles camones en la fabricación de tela**

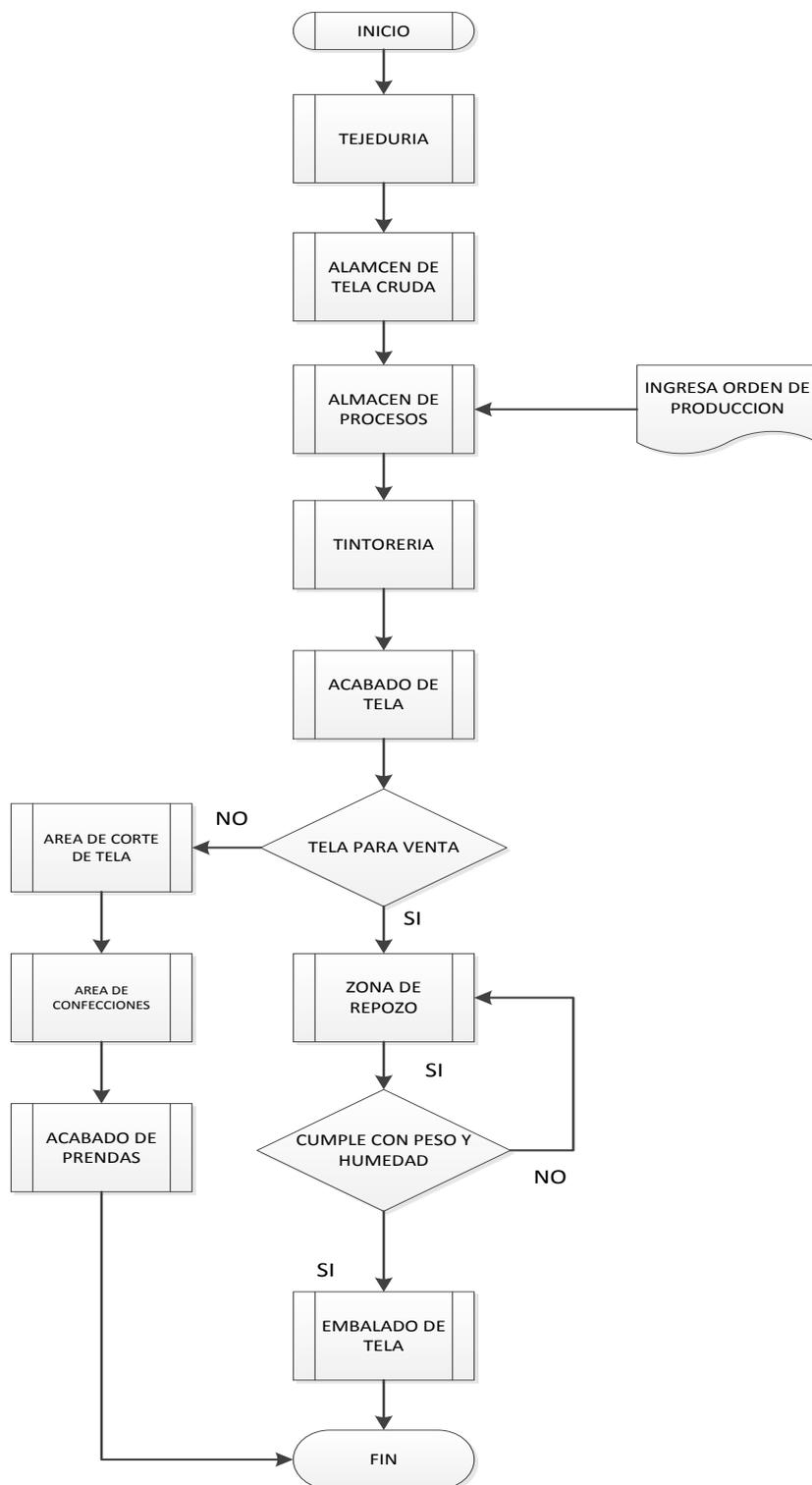


Figura 17. Flujograma del proceso productivo de Textiles Camones  
Fuente: Elaboración propia

Como podemos apreciar en el flujograma de la empresa, el proceso productivo de telas de la empresa Textiles Camones cuenta con las siguientes etapas:

- ✓ **Área de tejeduría.** Proceso por el cual la tela es tejida con hilado crudo.
- ✓ **Almacén de tela cruda.** Donde se almacena la tela que sale de tejeduría sin ningún proceso.
- ✓ **Almacén de procesos.** Es el almacén donde se prepara la tela y se remalla para formar rollos de mayor peso según la capacidad de la máquina de teñido a la que ira
- ✓ **Área de Tintorería.** Es el área donde se da tanto el blanqueamiento de la tela y luego el proceso de teñido de la misma.
- ✓ **Acabado de tela.** Es el área donde se da los acabados de la tela, ya sea el sanforizado o el termofijado
- ✓ **Área de embalado.** Es el área donde la tela es colocada en bolsas y es etiquetado con sus pesos y su código del producto. En esta área ubica la zona de reposo.

También se puede apreciar que la tela que no será venta, es destinada al área productiva de manufactura que es donde se confeccionan las prendas que la empresa también vende.

La empresa textiles Camones en la actualidad cuenta con un proceso productivo en el cual se realiza las verificaciones de los diferentes parámetros de la tela en sus diferentes etapas productivas y en sus laboratorios realizan las pruebas que certifican la calidad, textura y color según las especificaciones del cliente, además certifican que las telas cumplan con los estándares internacionales a las cuales la empresa se rige.

Pero como todo proceso productivo presenta alguna falencia que se van detectando en el tiempo. Una de estas falencias es la base de este trabajo que trata una problemática en la etapa de embalado, donde se debe certificar el peso de la tela y la humedad, ya que de ello

depende que se entregue al cliente la cantidad de tela que ha solicitado y se rige a la ficha técnica de la tela que se le entrega al momento de hacer la compra.

El proceso de embalado de tela es la etapa final del proceso productivo de la tela, en donde la tela llega luego del proceso de acabado, es en el área de embalado donde se certifica el peso de la tela antes de ingresar a los almacenes para luego ser enviados al cliente, esta tela al momento de ser pesados se verifica su humedad para poder contrastar la densidad de la tela.

El área de embalado de tela cuenta con una zona de reposo de tela, que es donde se coloca la tela para que esta absorba la humedad del medio ambiente y así llegar a la humedad para mantener la densidad de la tela. En esta zona de reposo la tela permanece casi 48 horas en la cual se tiene entendido que la tela aumentara su humedad y con ello la densidad de la tela, este proceso es muy factible cuando se está en época de invierno donde en Lima la humedad relativa llega a casi 98%, pero los problemas se presentan cuando hay días con una humedad relativa menor a 60% porque la tela necesita mayor tiempo para poder absorber humedad y llegar a los parámetros correspondientes. El problema se da cuando no se toma cuenta este tiempo porque la tela tiene que ser despachada y es por ello que la empresa tiene que optar por tomar tela de otro pedido para poder cumplir con los clientes.

### **Cálculos matemáticos para comparar con el cálculo teórico de regain estándar.**

Como afecta la humedad en la tela, pues para saber cómo es que la humedad afecta a la densidad de la tela, retomaremos el ejemplo que se mencionó en el capítulo dos en la referido a la problemática de la empresa.

*El cliente Jhon Uribe e Hijos S.A solicita la cantidad de 40 rollos de 19 kg cada uno lo que hacía un total 760 Kg de tela Jersey Algodón 30/1. En el seguimiento que se hizo se observó que la cantidad de tela cruda que ingresa en el proceso fue de unos 818.3 Kg que*

equivalieron a 40 rollos que en promedio pesaba cada uno 20.46 Kg y el peso de la tela luego del proceso productivo era de 733 Kg, por lo que el cliente realizo la observación.

		Jr. Santa Josefina 527, Puente Piedra Tel: (51) 411 2970 <a href="http://www.textilescamones.com">www.textilescamones.com</a> Peru		ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL PRODUCTO /FABRIC PROFILE /TEST REPORT	
<b>FABRIC PROFILE</b>					
FECHA	:	05/12/2019			
PARTIDA	:	VARIOS			
COLOR	:	VARIOS			
CODIGO DE COLOR	:	VARIOS			
ARTICULO	:	JERSEY SOLIDO 30/1			
RUTA	:	TEJER-TEÑIR-SUAVIZAR-SECAR-COMPACTAR.			
ACABADO	:	SUAVIZADO			
CODIGO DE ARTICULO	:	SOLICITAR			
GALGA	:	28			
DIAMETRO	:	30			
CONSUMO DE CADA HILO	:				
ALGODON 30/1 PEINADO					
CARACTERISTICA		UNIDAD	ESTANDAR	REAL	NORMA
Ancho +/-2 (Width)		cm	90		
Densidad +/-5% (finished Weight Overall Fiber Content)		gr/m <sup>2</sup>	145		
Composicion de Tela +/-5% (overall fiber content)		%	100% Algodon		
Columnas/pulgadas (wales inch)		Und.			
Pasadas/pulgadas (courses inch)		Und.			
Rendimiento +/-5% (productivity)		m/kg	3.83		
Cambio dimensional al ancho (max) (shrinkage transversal) 1° lavada		%	-8		
Cambio dimensional al largo (max) (shrinkage longitudinal) 1° lavada		%	-8		
Revirado (max) (Skew movement)		%	4		

Figura 18. Ficha técnica de tela Jersey 100% algodón.

Fuente: Área comercial de Textiles Camones

Para poder determinar este caso debemos tener en cuenta que la descripción de la ficha técnica en lo que respecta a la densidad de la tela esta considera una humedad de 6.5% de humedad, es decir que los 145 gr/m<sup>2</sup> es la densidad de la tela a 6.5% de humedad.

En un principio se realizó un análisis matemático para poder comparar con la parte teórica del regain estándar.

Primero realizamos un cálculo para saber las variaciones del peso de la tela según su ficha técnica y si estamos dentro de lo referido a los parámetros expuestos en la ficha técnica de la tela.

Teníamos que el peso teórico de los rollos de tela es de 19 Kg (19,000 gr), la densidad de la tela es de 145 gr/m<sup>2</sup>, el ancho de la tela tubular es de 0.90 metros, la cantidad de rollos solicitados son 40 y según tabla el regain estándar del algodón es tiene 8.5% pero la empresa en su proceso de venta considera un regain de 6.5% con el cual se hará los cálculos como base teórica. También cabe mencionar que el cliente menciona que la humedad medida en la tela es del 4.5%.

Calculamos el largo de tela que nos da la densidad de la tela que es 145gr/m<sup>2</sup>

$$0.90m \times Largo = 1m^2$$

$$Largo = 1.1 m$$

Tenemos que el largo de la tela es de 1.1m, con este dato podemos calcular el largo total de un rollo mediante una regla de tres simples de tela asumiendo el peso teórico de 19,000 gr, tenemos:

$$\begin{array}{r} 1.1 m \quad - - \quad 145 \text{ gr/m}^2 \\ X \quad - - \quad 19,000 \text{ gr} \end{array}$$

$$X = \frac{19,000 \text{ gr} \times 1.1 m}{145 \text{ gr/m}^2} = 144.14 m$$

Aquí vemos que el largo total por rollo de tela es de 144.14 metros, con lo cual podremos aplicar también una regla de tres simples para la tela que se despachó al cliente que fue de 733 Kg y que en 40 rollos nos da que cada rollo pesa 18.3 Kg (18300 gr). Tenemos:

$$\begin{array}{r} 1.1 m \quad - - \quad X \text{ gr/m}^2 \\ 144.14 m \quad - - \quad 18,300 \text{ gr} \end{array}$$

$$X = \frac{18,300 \text{ gr} \times 1.1 \text{ m}}{144.14 \text{ m}} = 139.66 \text{ gr/m}$$

Entonces podemos ver que la densidad de la tela es de 139.66 gr/m en la cantidad de rollos enviados al cliente.

Ahora calcularemos la densidad de la tela según la formulación del regain estándar, asumiendo que como peso final la densidad teórica de  $Pn = 145 \text{ gr/m}$ , la humedad dada por el cliente que es de  $Rn=4.5\%$  y el regain estándar de 6.5

$$Pn = \frac{Pa * (100 + Rn)}{(100 + Ra)}$$

$$145 \text{ gr/m} = \frac{Pa * (100 + 6.5)}{(100 + 4.5)}$$

Despejando el peso real.

$$Pa = \frac{Pn * (100 + Ra)}{(100 + Rn)} = \frac{145 \frac{\text{gr}}{\text{m}} \times (100 + 4.5)}{(100 + 6.5)} = 142.27 \text{ gr/m}$$

Como podemos ver, aplicando la fórmula del regain estándar nos da que la densidad real de la tela es de 142.27 gr/m.

Como podemos ver en la ficha técnica, figura n° 13, en lo que refiere a la densidad de la tela se da un +- 5% de dicha densidad, lo cual nos da un valor máximo y mínimo los cuales serían 152.25 gr/m como valor máximo y 137.75 gr/m como valor mínimo. Lo que podemos concluir que la empresa se encontraba dentro de los parámetros ofrecidos al cliente. Pero el cliente dio su observación que no era la cantidad de tela que él esperaba, por lo cual la empresa le reconoció el peso de la tela con humedad de 6%, con lo cual la empresa tuvo que

entregar mayor metraje de tela al cliente, significando una perdida a la empresa, aunque se encontraba dentro de su razón Textiles Camones.

**Diagrama causa efecto**

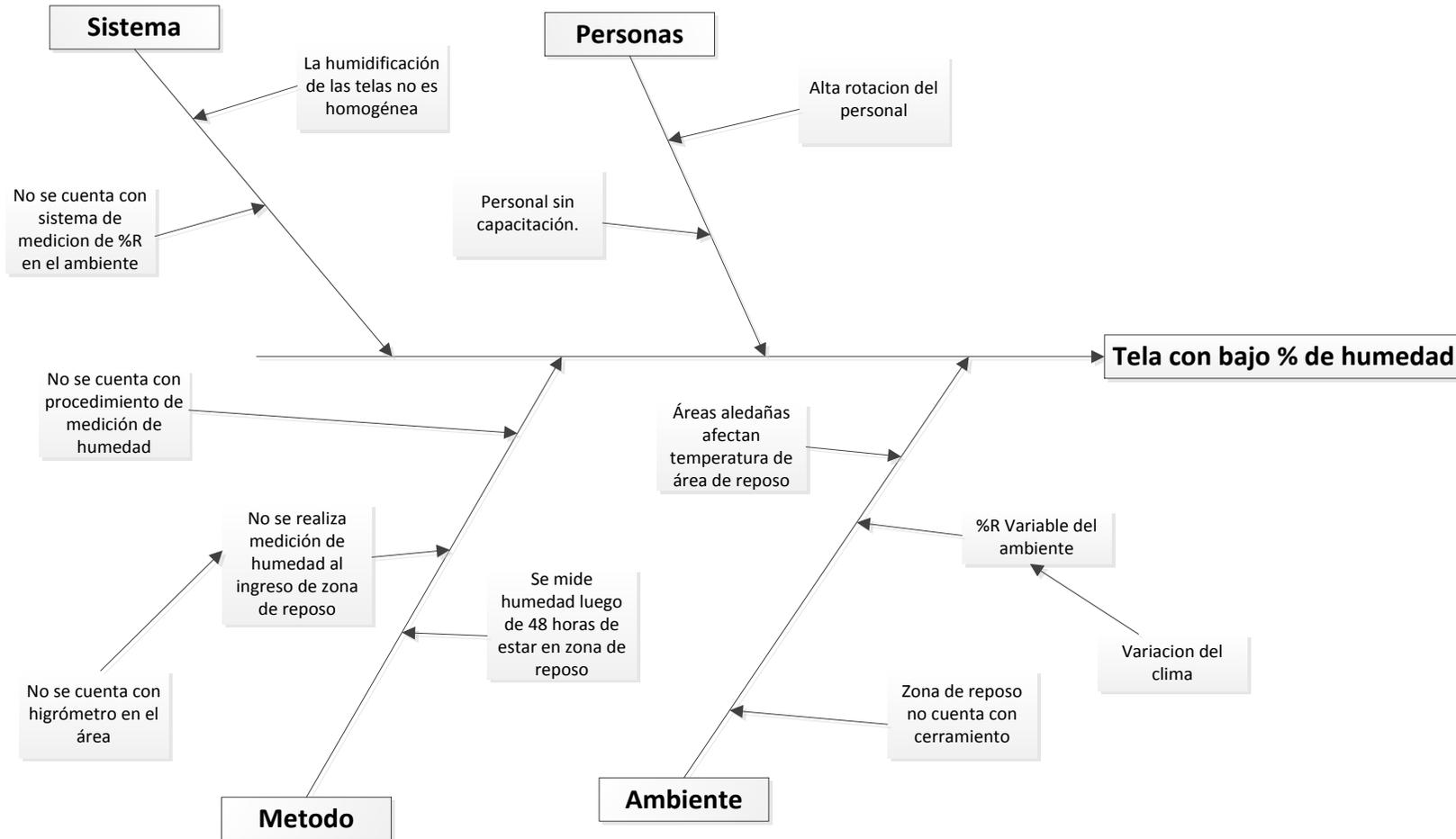


Figura 19. Diagrama de causa efecto de bajo % de humedad en la tela  
 Fuente: Elaboración propia.

Como se puede ver en el diagrama, una de las razones que falte humedad en las telas es que se depende mucho de la humedad relativa del medio ambiente y esta depende de la variación climática, a su vez es en lo que refiere a sistemas se observa que no existe un sistema que mida la humedad relativa de la zona de reposo por lo cual no existe un control del entorno que rodea a la tela y agregado a esto la zona de reposo es una área libre que es afectado por lo que sucede en las áreas aledañas a ella, ejemplo de esto, es que al lado de la zona de reposo se encuentra el horno de estampado de tela que emite calor al medio ambiente y esto genere un cambio de presión entre la parte interna de planta y el medio ambiente.

También podemos identificar en lo referente a personal que hay una alta tasa de rotación de personal, esta causa es uno de los mayores problemas de la empresa y hace que el personal capacitado migre de la empresa e ingresa personal sin experiencia en lo referente al control de los parámetros de la tela y embalan la tela sin mucho criterio.

### **Diagrama de operaciones de proceso de Textiles Camones. DOP**

Como parte de los trabajos de diagnóstico de la problemática de falta de humedad en las telas que se embalan o envían a los clientes se realizó el DOP del proceso productivo de la empresa, poniendo mayor énfasis del proceso de embalado de tela para poder así visualizar el proceso desde un punto de vista amplio e identificar cuáles son los reproceso.

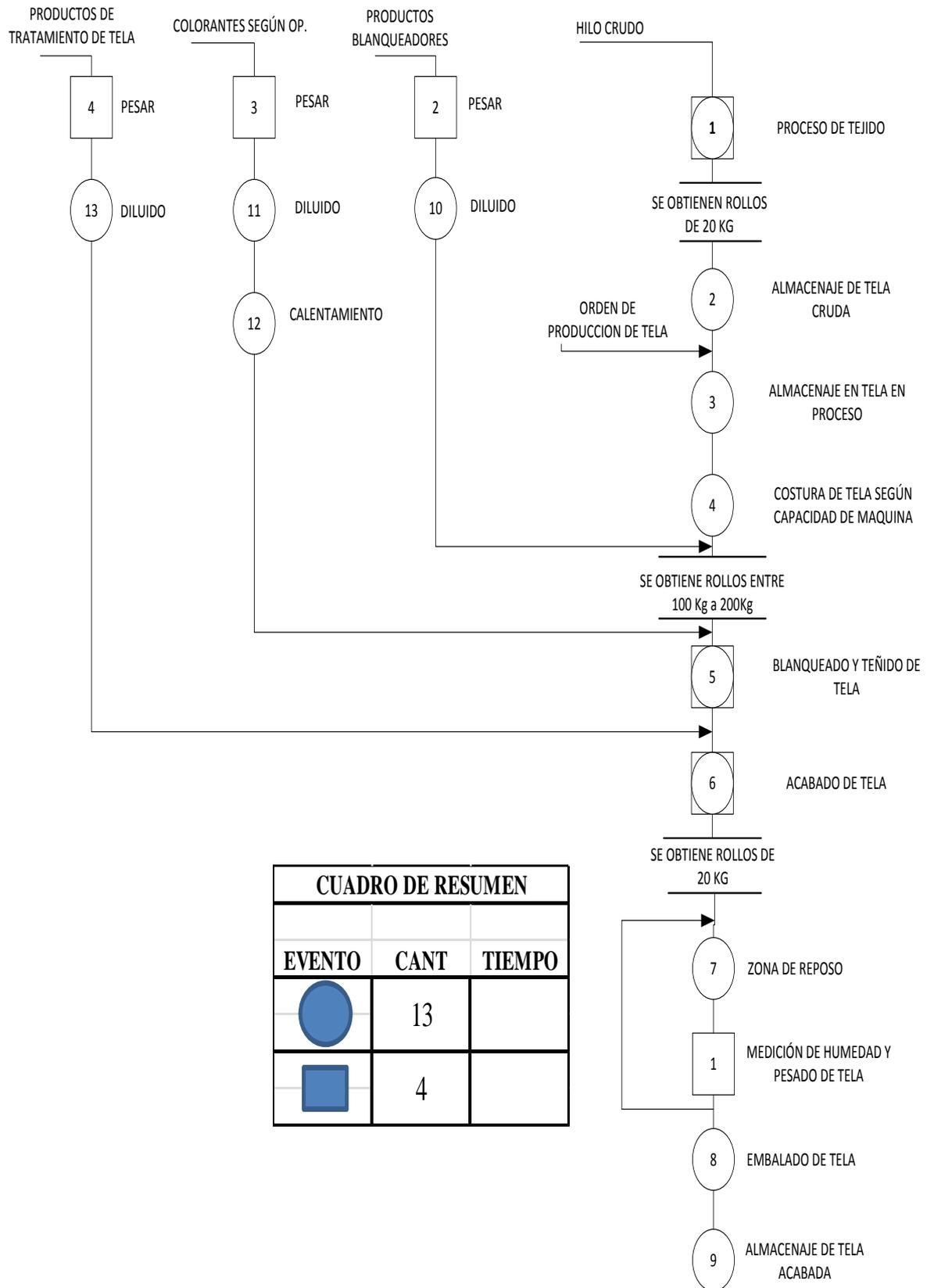


Figura 20. Diagrama de operaciones de proceso de Textiles Camones antes de la cámara Humificadora.  
Fuente: Elaboración propia

Se observa en el DOP que el proceso productivo cuenta con 12 operaciones que son supervisadas en el mismo proceso, esto con la finalidad de garantizar la calidad de la tela y se cumpla con los parámetros específicos.

Donde pondremos mayor énfasis es en la última etapa del proceso, exactamente en la etapa que la tela pasa del proceso de acabado al proceso de embalado, como se puede apreciar se ve que antes de ser embalado la tela esta debe ser pesada y se debe medir la humedad, si la humedad no llega a los parámetros correspondientes esta tela vuelve a ingresar a la zona de reposo.

Este tiempo que se emplea de más en el proceso productivo es lo que genera un cuello de botella<sup>9</sup> en el flujo productivo. Los tiempos varían de acuerdo al tipo de tela y la humedad con la que ingresan a la zona de reposo, se hizo un muestreo antes de la implementación de los prototipos, se muestra la tabla n°3 del seguimiento realizado a las telas con mayor rotación de la empresa y estos fueron los resultados que se encontraron.

---

<sup>9</sup> Se denomina a todo elemento que disminuye o afecta el proceso de producción en una empresa.

Tabla 3. Tabla de datos de las principales telas, pesos, humedad y la diferencia entre humedad real y regain estándar.

TIPO DE TELA	COMPOSICION DE LA TELA	PESO CRUDO (Kg)	PESO. ANTES ZONA DE REPOSO (Kg)	Humedad Promedio %	REGAIN ESTANDAR (%)	DIF. HUMEDAD (%)
FRANELA	66% Algodón 34% poliéster	14,948	14,242	3.90	5.75	1.85
INTERLOCK	100% Algodón	1,334	1,282	3.90	8.50	4.60
JERSEY	100% Algodón	82,901	77,767	4.50	8.50	4.00
JERSEY VISCOSA	95.65% Viscosa 4.35% Pandex	61,976	55,838	6.10	10.50	4.40
PIQUE	100% Algodón	6,965	6,438	4.00	8.50	4.50
RIB	100% Algodón	4,330	4,089	4.10	8.50	4.40
<b>Promedio</b>				4.42	8.38	3.96

Como se puede advertir en la tabla N°3, la diferencia que existe entre el porcentaje de humedad que tiene la tela al momento de ingresar a la zona de reposo con respecto al regain estándar hay un 3.96% en promedio de diferencia, siendo la tela que tiene mayor diferencia con respecto al regain estándar es la Interlock 100% algodón. También podemos ver que la humedad promedio de la tela antes del ingreso de la zona de reposo es del 4.42%, lo cual nos indica que los procesos anteriores no secan por completo la tela, ya que esto significaría que la tela tendría que estar mucho mayor tiempo en la zona de reposo.

### **Diagrama de análisis de proceso de embalado de tela. DAP.**

Se realizó el diagrama de análisis de procesos DAP en el proceso de embalado de tela para poder analizar este proceso y de los tiempos que este proceso toma como se visualiza en la figura n°21.

En este análisis podemos ver que el proceso cuenta con 6 operaciones lo cual nos indicaría que el proceso es rápido o de poca duración, pero si vemos en el tiempo total del proceso vemos que el proceso de embalado de tela toma 52.22 horas, teniendo como mayor tiempo al punto de proceso de humidificación, además, como se ve en este análisis, al ingreso de la tela no se realiza ni el pesado ni la toma de humedad, solo se procede a colocar la tela en la zona de reposo y de ahí se espera las 48 horas para luego realizar dichas mediciones.



## **Desarrollo del mejor sistema para la cámara humificadora que se implementara en el proceso productivo de Textiles Camones**

Para desarrollar el sistema de humidificación se hicieron reuniones con los responsables de producción para saber cuál es la capacidad necesaria del humificador para poder cubrir sus necesidades por lo que se llegó a estos términos:

- La capacidad del humificador debe ser de 32 toneladas diarias.
- La humedad debe estar máximo 2 puntos por debajo del regain estándar puesto este es el dato de la densidad de la tela que se ofrecen al cliente.
- El sistema debe tener la capacidad de variar la humedad relativa dentro del área y debe ser autónomo.
- La humedad debe ser homogénea en toda el área.
- Se debe considerar los dos tipos de presentación de telas, es decir tubular y abierta.

Para desarrollar el sistema de humidificación de tela también se analizaron los diferentes sistemas que existen en el medio, los componentes y fluidos que estos necesitan para saber con cuales cuenta la empresa.

La empresa Textiles camones cuenta con los siguientes fluidos y estas son sus parámetros.

- Vapor de agua saturado, con una temperatura de 120°C y presión de 90 Psi.
- Agua blanda, con una temperatura de 21°C a 60 Psi de presión.
- Aire, con una presión de 90 Psi.
- Energía eléctrica, con voltajes de 380 Vac y 220 Vac.

Con todos estos datos se propuso una cámara humificadora con un área de aproximadamente 81 m<sup>2</sup> y con una altura de 5 metros, esto le da un volumen de 405 m<sup>3</sup>. La propuesta de la zona donde se ubicaría este humificador se muestra en la figura n° 555

Se propuso esta área puesto que cuenta con todos los fluidos cerca y además se encuentra en la misma área de embalado de tela con ello la distancia de traslado de tela de un lugar a otro no representaría un inconveniente.

Considerando toda esta información es que se efectuó un análisis de los diferentes sistemas de humidificación y cuáles son sus ventajas y desventajas al momento de implementarlos. Es por ello que veremos los sistemas diferentes sistemas de humidificación.

### **Sistemas Isotérmicos.**

La teoría nos dice que, para implementar estos tipos de sistemas, una de las opciones es inyectar vapor saturado en un ambiente para que este vapor sea absorbido por el material, se analizó lo siguiente:

- La tela sale del proceso de acabado de tela a unos 40°C lo cual al almacenarlo en un lugar cerrado la temperatura del ambiente sube tratando de llegar al punto de equilibrio de temperaturas.
- La temperatura del vapor del sistema centralizado de generación de Textiles Camones se encuentra a 120°C y una presión de 90 PSI.
- La cantidad de tela que se quiere humidificar es de 12 toneladas.

Con estos datos se hizo el prototipo en un ambiente de casi de 12 m<sup>2</sup> en el área de lavandería y un volumen de 30.7m<sup>3</sup>, se inyectó vapor y se observó que la temperatura ambiente era de unos 60°C lo que haría que sea muy difícil que los operarios que trabajen en dicho ambiente, además al realizar un análisis de los costos del sistema de vapor se observa que son elevados y su mantenimiento también, por lo cual se descartó esta propuesta.

### Sistemas adiabáticos.

Para los sistemas adiabáticos se hicieron dos propuestas con estos sistemas, uno era implementar la cámara humificadora con sistemas de aire acondicionados y la otra propuesta era con pulverizadores de agua con aire.

#### *Sistemas adiabáticos con aire acondicionado.*

Para este sistema se hicieron las pruebas en el área de grabados el cual cuenta con un sistema de aire acondicionado que mantiene dicho ambiente a 21°C, aquí se probaron tela Viscosa cuyo valor regain es de 11% y tela de algodón cuyo regain es de 8.5%, al dejarlo reposar la tela por 18 horas se observa que la tela había recuperado un 2.5% en ambos casos, cabe precisar que aquí se probaron las dos presentaciones de venta de tela, en tela tubular (algodón) y en tela abierta (viscosa). Se muestra la tabla de datos en los dos tipos de tela.

Tabla 4. Tabla de variación del % de humedad con sistema adiabática de aire acondicionado.

HORA	TIPO DE TELA	
	VISCOSA	ALGODÓN
8:00:00	9.00	2.5
10:00:00	9.00	2.5
12:00:00	9.40	2.5
14:00:00	10.00	3
16:00:00	10.01	3.02
18:00:00	10.00	3
20:00:00	10.00	3.05
22:00:00	10.00	3.5
0:00:00	10.00	3.7
2:00:00	10.50	3.8
4:00:00	10.80	3.8
6:00:00	11.00	4
8:00:00	11.50	4.5
10:00:00	11.50	4.5
12:00:00	11.50	4.7
14:00:00	11.50	4.9

Representamos este cuadro en la figura n° 21:

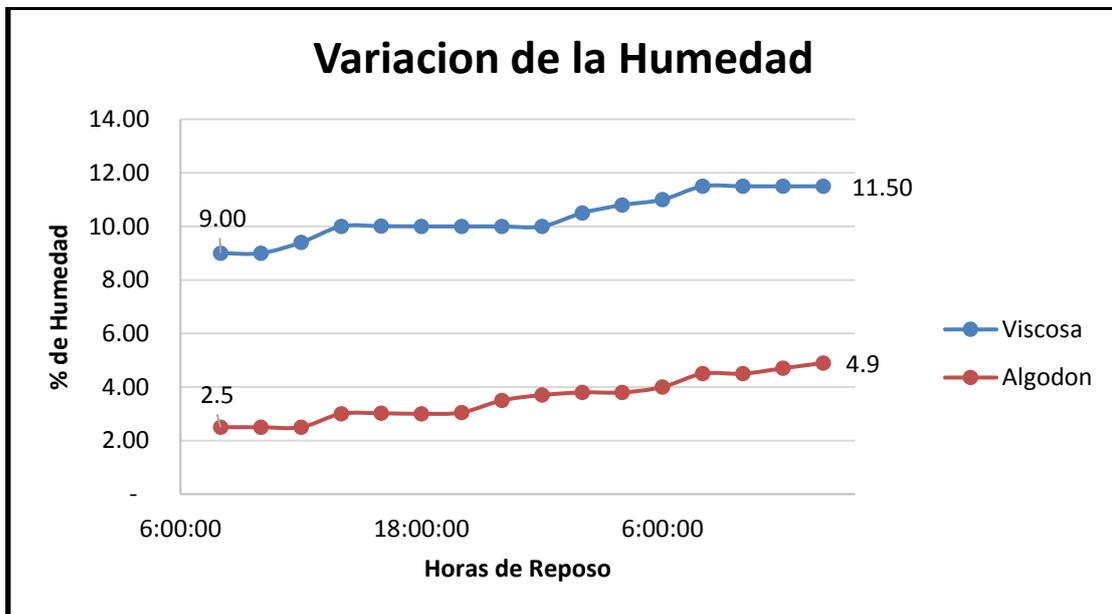


Figura 22. Grafica de variación del % de humedad en sistema adiabático con aire acondicionado.  
Fuente: Elaboración propia.

Como se visualiza en la figura n° 21 la ganancia de humedad es bajo y que además toma casi 16 horas para recuperar solo el 2.5% de humedad de la tela lo cual significaría que la tela tendría que estar mayor tiempo para llegar al regain estándar. Lo cual no sería muy práctico.

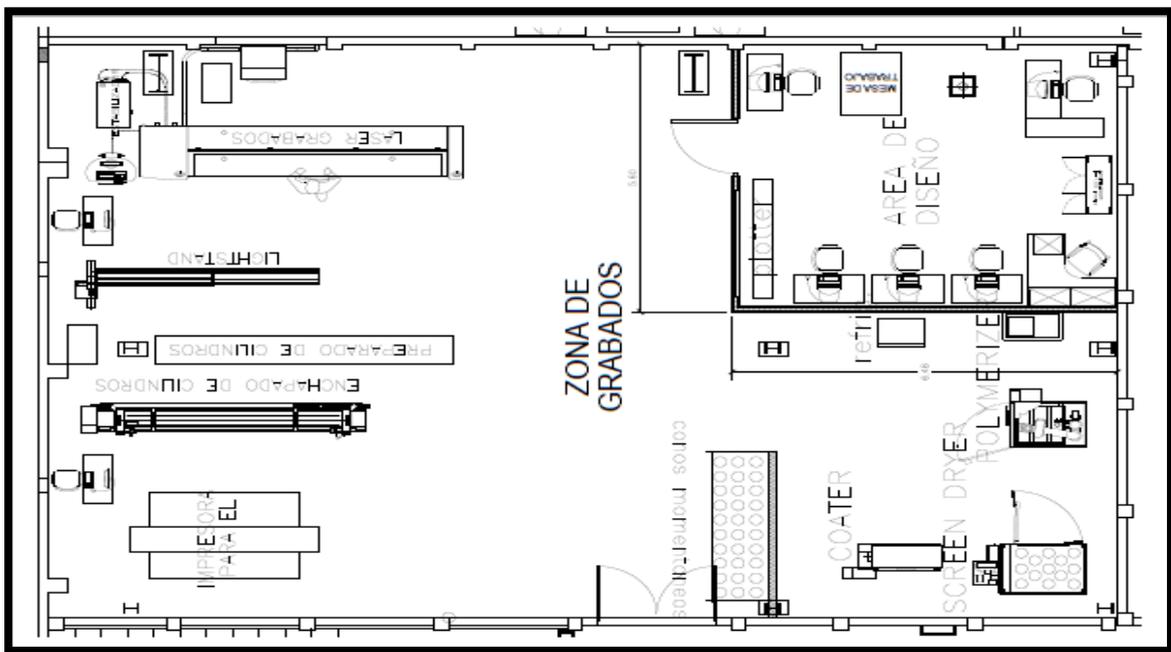


Figura 23. Zona de grabados donde se realizó pruebas de humidificación con aire acondicionado.  
Fuente: Plano de arquitectura de la zona de grabados donde se realizo pruebas en Textiles Camones.

***Sistema adiabático con agua pulverizada Primer Prototipo.***

Para este sistema se realizó las pruebas en la misma área que se utilizó para el sistema isotérmico, en el área de lavandería de planta, en este se utilizó un aspersor que produce gotas de 15 micras y que trabaja con 4 bares de presión de agua y 4 bares de presión de aire.

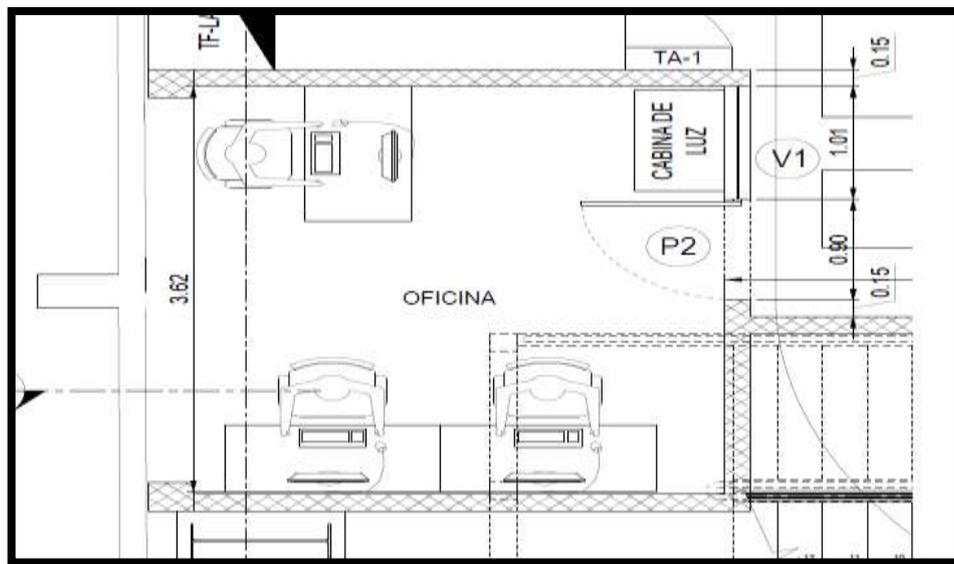


Figura 2424. Plano de proyecto de lavandería donde se realizo pruebas de humidificacion.  
Fuente: Plano de arquitectura de oficina de nueva lavandería 2014.

En este prototipo se realizó seguimiento del comportamiento de la humedad de la tela durante 8 horas. Al igual que con el aire acondicionado se utilizaron los mismos tipos de tela con su misma presentación, en la tabla n° 5 se observa las variaciones del % de humedad:

Tabla 5. Tabla de variación del % de humedad en sistema de humificación adiabática con agua pulverizada.

HORA	TIPO DE TELA	
	VISCOSA	ALGODÓN
8:00:00	10.00	2.51
8:30:00	10.00	4.71
9:30:00	10.00	5.64
10:00:00	11.00	5.86
11:00:00	11.00	5.4
12:00:00	11.00	6.38
13:00:00	11.00	6.22
15:00:00	12.00	7.77
16:00:00	12.00	7.94
17:00:00	13.00	8.34

Con esta tabla graficamos la tendencia de la humedad en la figura n° 25

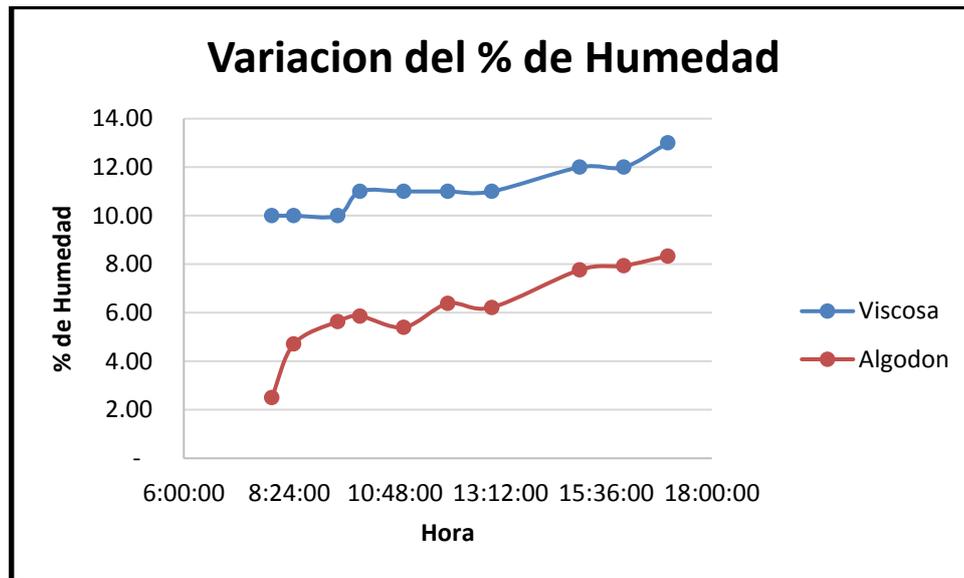


Figura 25. Variación de la humedad en sistema de agua pulverizada.  
Fuente: Elaboración propia.

Como se puede visualizar en la tabla n°5 y en la figura n°25 la tela viscosa ingresa con un alto contenido de humedad y que su recuperación en casi 8 horas es de 2% mientras que en la tela de algodón en esta prueba ingresa con 2.51% de humedad y luego de 8 horas de humidificación la tela llega a 8.4%.

***Sistema adiabático con agua pulverizada, segundo prototipo.***

Como se vio en la sección anterior, la decisión de gerencia fue implementar el sistema de humidificación por agua pulverizada, pero requería que se hicieran pruebas con un mayor volumen de tela, por lo cual se implementó el segundo prototipo el cual sería a escala menor del sistema final aprobado.

Para ello se implementó un área de 36m<sup>2</sup> con un volumen de 144m<sup>3</sup> y con una capacidad de 2 toneladas de tela. Para este prototipo de implemento un sistema de control de humedad autónomo. En la figura n° se muestra el desarrollo del prototipo descrito.

El sistema de este prototipo constaba de los siguientes sistemas:

- Sistema de aire comprimido de 6 bares en la línea troncal, con reductor de presión de rango 1-6 bares, tubería de acero galvanizado de ½”.
- Sistema de agua presurizada de 5 bares de presión en línea troncal, con reductor de presión de 1-6 bares, tubería de ¾” de acero inoxidable SCH-10 C-304.
- Rack de acero al carbono de 2” con acabado en pintura epoxica, con capacidad de 2 toneladas de tela abierta o tela tubular.
- Sistema de control de humedad conformado por un PLC Logo de la marca Siemens, un sensor de humedad relativa y solenoides de ¾” y ½” de la marcaAsco.
- Aspersores generadores de neblina de 15 micras de grosor de gota de agua de la marca ...
- Sistema hidroneumático, conformado por una bomba multi etapa y un tanque generador de 7 bares depresión.

Este prototipo tubo una inversión de \$ como se ve en la tabla n°

Tabla 6. Tabla de presupuesto de implementación de prototipo de cámara humificadora.

DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Sub-Total
Aspersores	und	5	\$ 151.52	\$ 757.58
Sistema eléctrico y de control	glb	1	\$ 2,634.73	\$ 2,634.73
Sistema de fluidos	glb	1	\$ 1,300.00	\$ 1,300.00
Sistema de racks	glb	1	\$ 1,187.50	\$ 1,187.50
Sistema de luminarias leds	glb	1	\$ 1,800.00	\$ 1,800.00
Mano de obra de personal de obra civil	glb	1	\$ 1,200.00	\$ 1,200.00
Tanque Hidroneumático	und	1	\$ 1,500.00	\$ 1,500.00
<b>Total</b>				<b>\$ 10,379.81</b>

### ***Implementación de cámara humificadora.***

Luego de 4 meses de utilización del segundo prototipo la cámara humificadora se dio pase para la implementación de la cámara humificadora en el área designada con un presupuesto de \$54,636.36.

La ejecución del proyecto tuvo una duración de 2 meses, el mayor tiempo se debió a la importación de racks, este tiempo se considera desde la solicitud de servicios y equipos, se muestra el cronograma de la implementación del sistema humificador.

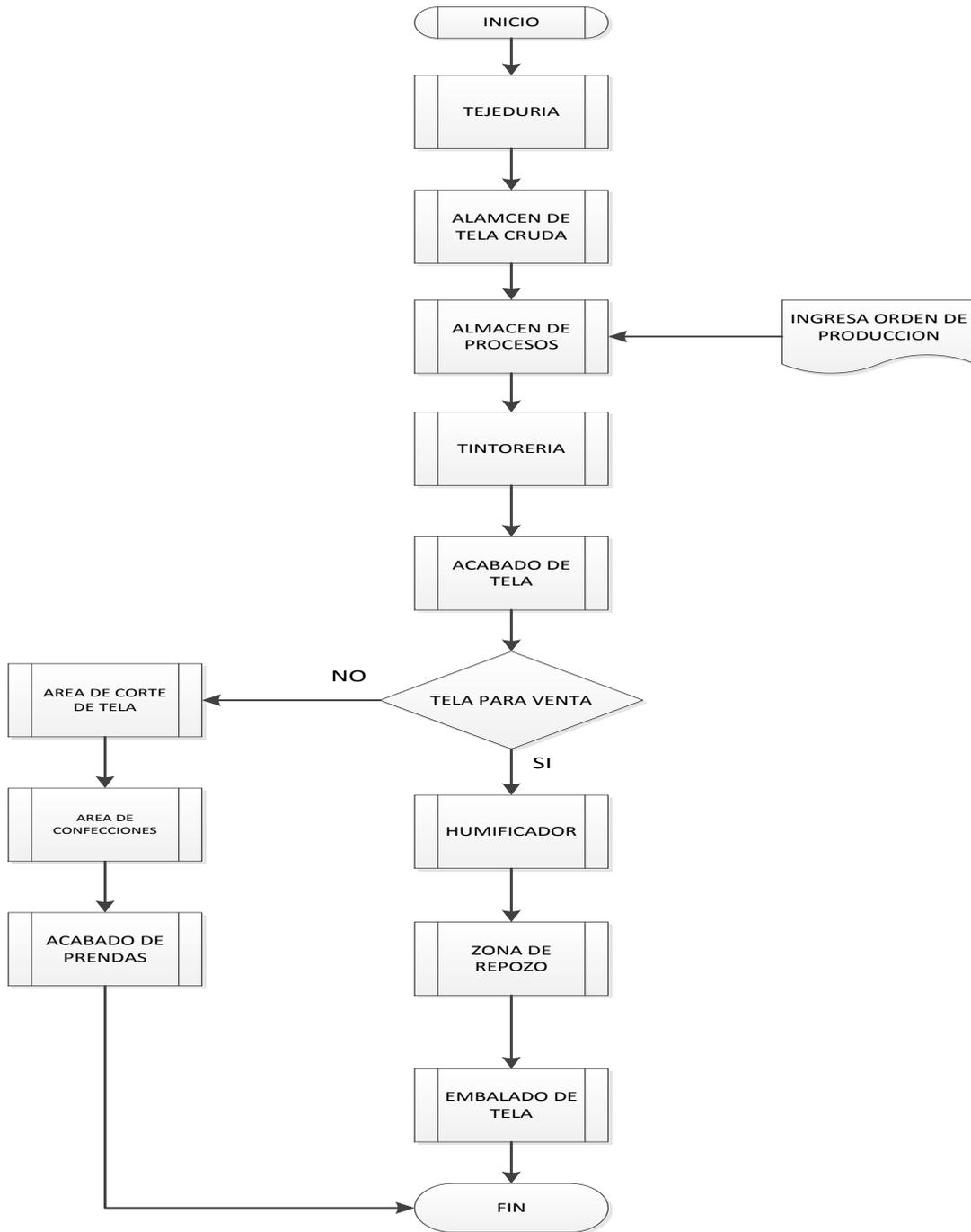
Los componentes de este sistema humificador son los siguientes:

- Almacén autoportante de 9.1 x 9.0 x 6.0 metros.
- Sistema de aire presurizado a 6 bares de presión y regulador de presión de 1-6 bares, tubería galvanizada de ¾”.
- Sistema de agua presurizada a 5 bares de presión, con regulador de presión de 1-6 bares, tubería inoxidable de 1” SCH-10 C-304.
- Sistema de bombeo de agua compuesta por dos bombas multi etapas de 1.5 Hp, tanque hidroneumático de 150 PSI y tablero de control de bombas.
- Aspersores generadores de neblina de 15 micras de grosor de gota de agua de la marca...

- Sistema de control compuesto por PLC Siemens modelo ..., pantalla HMI de 7”, sensores de humedad y tablero de control de solenoides, control de luminarias.

**Sistema de producción de actual de Textiles Camones.**

Luego de haber implementado la cámara humificadora, el flujograma del proceso productivo quedaría de tal manera como se visualiza en la figura n° 26.



*Figura 26.* Flujo grama actual del proceso productivo de Textiles Camones.  
Fuente: Elaboración propia.

Como se puede advertir en el flujograma, el proceso de humidificado formaría parte del proceso productivo de la empresa con ello los diagramas de procesos también cambian y se podrán observar sus beneficios.

### **Diagrama de operaciones de proceso DOP actual.**

Al incluir la cámara humificadora al proceso productivo se realiza nuevamente un diagrama de operación con esta nueva operación.

Como se puede notar en este DOP, luego de la llegada de tela procedente de acabado la tela ingresa al humificador y luego pasa a la zona de reposo, esto con el objetivo de que la tela siga ganando humedad del medio ambiente.

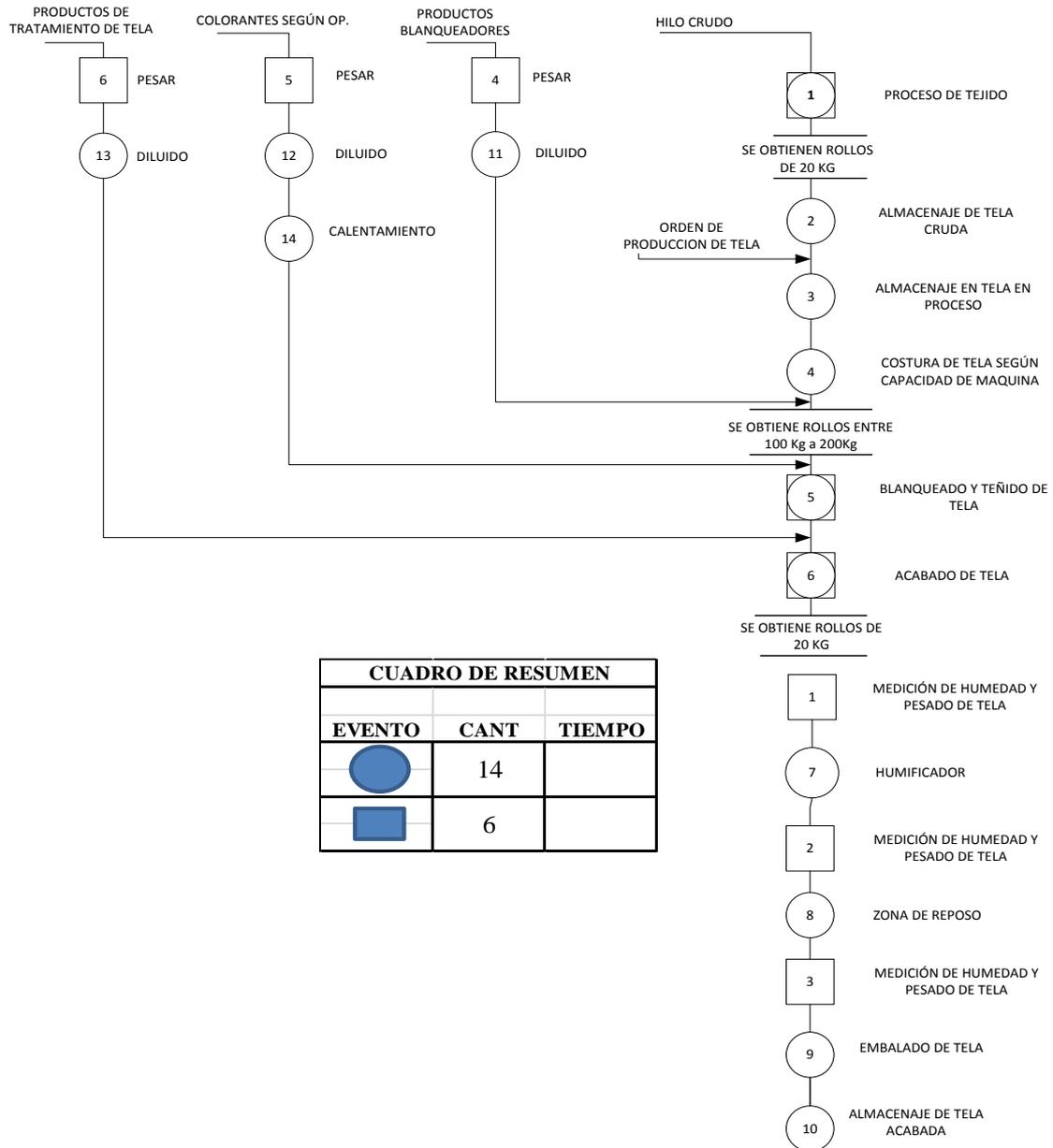


Figura 27. Diagrama de operación de procesos actual del proceso productivo de Textiles Camones. Fuente: Elaboración propia.

### Diagrama de análisis de procesos DAP actual.

También luego de implementar la cámara humificadora el análisis del proceso de embalado de tela sería el siguiente como se visualiza en la figura n°28

Diagrama N°1 Hoja N° 1		Resumen							
Objetivo: Representar el proceso de embalado de tela		Actividad	Actual	Propuesto	Economía				
		Operación	8						
Actividad: Medición de humedad		Transporte	5						
		Espera	2						
		Inspección	6						
		Almacenamiento	1						
		Método: Actual	Distancia (metros)	150					
Lugar: Zona de embalado		Tiempo (horas)	21.48						
		Costo							
Operarios:		Mano de Obra	4 operarios						
		Material							
		Total							
Descripción	Cantidad (Kg)	Distancia (metros)	Tiempo (Horas)	Símbolo					Observaciones
				○	➔	D	□	▽	
Recepción de tela	733			●					
Acomodo de parihuelas			0.08	●					Se coloca 25 por parihuela
Medición de humedad			0.17				●		Se usa higrómetro
Pesado de tela			0.08				●		Balanza cap. 1 ton
Traslado a Humificador		30	0.05		●				Se usa apilador
Colocación en racks			0.08	●					
Proceso de humidificación			6			●			
Retiro de racks			0.08	●					
Traslado a balanza			0.05		●				Se usa apilador
Medición de humedad			0.17				●		Se usa higrómetro
Pesado de tela			0.08				●		Balanza cap. 1 ton
Traslado a zona de reposo		30	0.05		●				Se usa apilador
Colocación de tela en racks			0.08	●					
Proc. Humidificación			12			●			
Retiro tela de racks			0.08	●					
Traslado a balanza		30	0.05		●				Se usa apilador
Medición de humedad			0.17				●		Se usa higrómetro
Pesado de tela			0.08				●		Balanza cap. 1 ton
Embalado de tela			2	●					
Etiquetado			0.05	●					
Traslado a ATA 2		60	0.08		●				
Almacenaje en ATA 2							●		

Figura 28. Diagrama de análisis de proceso actual del proceso productivo de textiles camones.  
Fuente: Elaboración propia.

Aquí se puede apreciar que el proceso de medición de humedad y pesado se repite 3 veces pero que a consideración del análisis anteriores el tiempo ha disminuido de 52.22 horas a 21.35

horas dando así una reducción de casi el 40% del tiempo que antes se tomaba para llegar a la misma humedad

**Determinar los costos de la implementación de la cámara humificadora y sus beneficios en el proceso productivo de fabricación de tela en Textiles Camones.**

Luego de la aprobación de gerencia para implementar de la cámara humificadora se realizó el coste para la ejecución de la cámara. Se muestra el coste de los diferentes servicios y equipos en la tabla n° 7.

Tabla 7. Cuadro de costos de implementación de cámara humificadora.

DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Sub-Total
Aspersores	und	24	\$ 151.52	\$ 3,636.36
Sistema eléctrico y de control de Humedad	glb	1	\$ 11,000.00	\$ 11,000.00
Sistema de fluidos, aire y agua.	glb	1	\$ 5,000.00	\$ 5,000.00
Sistema de cerramiento y racks	glb	1	\$ 8,000.00	\$ 8,000.00
Apilador	und	1	\$ 27,000.00	\$ 27,000.00
Mano de obra de personal Obra civil	glb	1	\$ 1,527.00	\$ 1,527.00
			Total	\$ 54,636.36

**Beneficio de la implementación de la cámara humificadora.**

Terminado la implementación de la cámara humificadora se inicia con la realización del cálculo del beneficio al aumentar la densidad de la tela según el regain estándar teórico.

Aprovechando el ejemplo de la sección del desarrollo de la problemática teníamos los siguientes datos:

*Teníamos que el peso teórico de los rollos de tela es de 19 Kg (19,000 gr), la densidad de la tela es de 145 gr/m<sup>2</sup>, el ancho de la tela tubular es de 0.90 metros, la cantidad de rollos solicitados son 40 y según tabla el regain estándar del algodón es de 8.5% pero la empresa*

*en su proceso de venta considera un regain de 6.5% con el cual se hará los cálculos como base teórica. También cabe mencionar que el cliente menciona que la humedad medida en la tela es del 4.5%.*

Con estos datos habíamos determinado que la densidad de la tela a 4.5% es de 139.66gr/m<sup>2</sup> teniendo como base una humedad de 6.5%, además se respetaría la longitud de la tela que sería de 144.14 metros de tela. Pero según las pruebas, la tela en la cámara humificadora llega al 8.5% de humedad que es la misma que el regain estándar lo cual nos hace calcular cuánto sería el metraje de tela que se estaría vendiendo.

Calculamos la densidad de la tela a 8.5% de humedad.

$$145 \text{ gr/m} = \frac{Pa * (100 + 6.5)}{(100 + 8.5)}$$

Despejamos el peso real:

$$Pa = \frac{Pn * (100 + Ra)}{(100 + Rn)} = \frac{145 \frac{\text{gr}}{\text{m}} * (100 + 8.5)}{(100 + 6.5)} = 147.72 \text{ gr/m}$$

Como se puede observar aquí la densidad de la tela sería 147.72 gr/m<sup>2</sup>, con esta base calcularemos el peso de los rollos de tela y el metraje de la misma.

Si sabemos que el peso del rollo era de 19 Kg al inicio, calculamos mediante regla de tres simples el metrado de la tela

$$\begin{array}{l} 1.1 \text{ m} \quad - - \quad 147.72 \text{ gr/m}^2 \\ X \quad \quad - - \quad 19,000 \text{ gr} \end{array}$$

$$X = \frac{19,000 \text{ gr} * 1.1 \text{ m}}{142.27 \text{ gr/m}^2} = 141.92 \text{ m}$$

Como se puede apreciar, el largo de la tela es de 141.92 metros en comparación de los 144.14 metros que se tenía en un principio con una humedad de 6.5% como base, esto quiere decir que la empresa por rollo se ahorra 1.22 metros de tela. Si multiplicamos por 40 rollos que en teoría se envían, la empresa estaría ahorrando 48.8 metros de tela. Este aumento de densidad estaría ahorrando el 1.8% de tela.

Lo que también se obtiene con este aumento de humedad es que esos 48.8 metros significarían 7.2 Kg de tela, la cual pueden ser vendidos y que a precio promedio de venta de tela de \$ 12.50 el kilo la empresa estaría vendiendo este metraje a \$ 90.00.

Si en principio se explicó que la empresa vende en promedio un total de 750 toneladas de tela y de este peso se recupera el 1.8% estaríamos hablando de 13,500 Kg al mes que la empresa dejaría utilizar en materia prima o que esta tela sea vendida a nuestros clientes cliente los cual significaría un ingreso mensual de \$ 13,500.00 al mes.

Estos beneficios lo podemos visualizar en la tabla n°7 donde se toma el ejemplo del cliente Jhon Uribe e Hijos, en dicha tabla se observa los pedidos que realizo en el mes de junio del 2018.

Tabla 8. Tabla de peso y humedad ganada en los diferentes productos comprados por Jhon Uribe e Hijos en el mes de junio 2018.

Fecha	Tipo de Tela	% H. Antes Humificador	% H. desp. Humificador	Peso Antes Humificador	Peso Desp. Humificador	Diferencia
16/06/2018	PIQUE	4.50%	7.00%	765.60	771.10	5.50
16/06/2018	PIQUE	4.00%	8.00%	439.40	442.70	3.30
18/06/2018	PIQUE	4.50%	8.00%	509.20	513.80	4.60
18/06/2018	PIQUE	5.00%	8.00%	277.60	280.65	3.05
18/06/2018	PIQUE	5.00%	8.00%	284.20	288.20	4.00
19/06/2018	PIQUE	4.50%	7.00%	686.80	694.30	7.50
20/06/2018	JERSEY	4.50%	7.00%	339.00	341.95	2.95
20/06/2018	JERSEY	4.00%	7.50%	499.20	504.55	5.35
20/06/2018	PIQUE	4.00%	8.00%	688.40	695.10	6.70
20/06/2018	PIQUE	3.00%	7.00%	674.80	701.80	27.00
21/06/2018	PIQUE	4.50%	7.00%	156.60	158.35	1.75
21/06/2018	PIQUE	4.50%	7.00%	523.00	527.55	4.55
<b>Total</b>				<b>5,843.80</b>	<b>5,920.05</b>	<b>76.25</b>

## RESULTADOS

Luego de implementar la cámara humificadora en el proceso productivo de tela de la empresa Textiles Camones S.A, se pudo observar un mejoramiento en el tiempo de embalado de tela además y lo más importante es que se tuvo un ahorro en la producción de tela, además de poder enviar mayor cantidad de peso de tela a nuestros clientes con la misma calidad de las telas y cumpliendo los plazos establecidos.

Los resultados obtenidos el 2018 tras haber implementado la cámara humificadora se muestran en las siguientes tablas y gráficos:

*Tabla 9.* Porcentaje de ganancia en el peso de los diferentes tipos de tela en el 2018.

ARTICULO	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV
FRANELA	1.01%	0.96%	0.93%	0.74%	0.89%	1.35%			0.54%
JACQUARD			1.33%	0.70%	0.87%	1.94%	1.59%		
INTERLOCK	1.27%	1.42%	1.04%	1.21%	1.55%	1.50%	1.60%	1.22%	1.22%
JERSEY	0.98%	1.02%	1.16%	1.07%	2.47%	2.12%	2.07%	1.89%	2.02%
JERSEY VISCOSA	1.31%	1.40%	1.70%	1.45%	4.17%	4.14%	4.41%	4.35%	4.39%
PIQUE	1.28%	0.84%	1.12%	1.11%	2.00%	2.19%	2.08%	2.26%	1.52%
RIB	0.96%	1.12%	0.94%	0.85%	1.49%	1.12%	1.79%	1.88%	1.75%
FRENCH		0.73%	1.47%	2.25%	1.98%	1.74%	2.23%	0.83%	1.57%
FELPA				1.34%					
Total G.	1.14%	1.07%	1.21%	1.19%	1.93%	2.01%	2.25%	2.07%	1.86%

En la tabla n°9 podemos apreciar el porcentaje de tela recuperada según el tipo de tela y los meses en que se hicieron las muestras. Como se puede notar, en dichos meses se obtuvo un 1.86% de recuperación de tela en promedio, es decir, que entre el peso de tela utilizada (tela cruda) y peso producido antes del ingreso al humificador, este peso se toma como peso base, luego después del ingreso de la tela al humificador y del tiempo que está en la zona de reposo se recupera peso y esa diferencia es la que se muestra en la tabla.

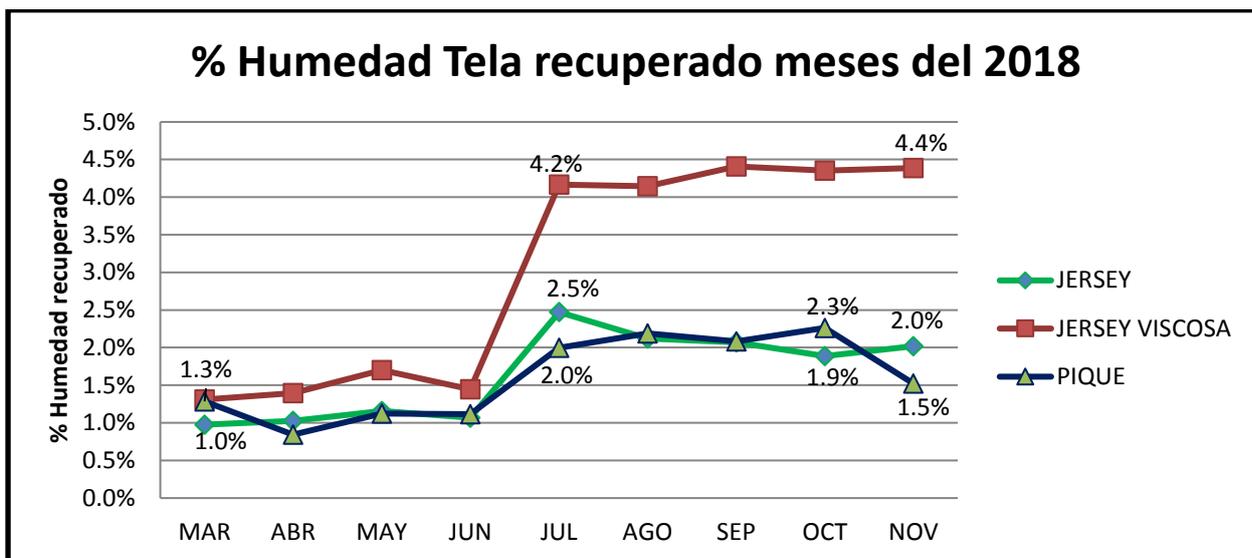


figura 29. Tendencia de la recuperación de humedad en las telas en el año 2018.  
Fuente: Elaboración propia.

En la figura n°29 podemos ver la tendencia de la recuperación en promedio de humedad de los tres tipos de tela más representativos en la producción de Textiles Camones S.A en los meses del año 2018.

Como podemos observar la tela Viscosa es quien tiene mayor porcentaje de recuperación en promedio casi un 4.4% y la tela con menor porcentaje de recuperación es la tela Pique, esto se da que esta tela por ser 100% algodón antes de ingresar al humificador ingresa con un alto contenido de humedad.

Tabla 10. Tabla de pesos ganado en el año 2018.

Mes	N° PARTIDA	% Humedad Tela antes Humificador	Peso tela cruda	Peso Tela antes Humificador	Peso en ATA	<b>Peso Ganado (Kg)</b>
Marzo	586.00	5.40	173,109.39	160,270.15	162,047.02	1,776.87
Abril	941.00	5.29	298,810.42	278,729.95	281,890.55	3,160.60
Mayo	813.00	5.61	269,345.61	251,835.46	255,227.04	3,391.58
Junio	982.00	5.81	329,607.52	305,960.50	309,570.86	3,610.36
Julio	872.00	5.95	264,299.69	247,504.80	254,249.24	6,744.44
Agosto	1,042.00	6.05	310,674.98	290,285.40	297,112.35	6,826.95
Septiembre	1,028.00	5.88	298,449.82	279,190.80	286,083.22	6,892.41
Octubre	1,058.00	6.03	300,047.61	280,996.90	287,932.01	6,935.11
Noviembre	830.00	6.09	249,329.34	232,180.95	238,539.26	6,358.30
<b>Total G.</b>	<b>8,152.00</b>	<b>5.79</b>	<b>2,493,674.38</b>	<b>2,326,954.91</b>	<b>2,372,651.54</b>	<b>45,696.63</b>

En la tabla n°10 se puede apreciar la cantidad de kilogramos ganados en el año 2018, la empresa recupero con el sistema de humidificación 45,696.63 Kg, lo cual representa el 1.86% de la tela utilizada en su producción. Esta tela representa para la empresa una recuperación de \$ 548,359.56, lo que hace muy rentable para las aspiraciones de la empresa.

Tabla 11. Participación por tipo de tela en la recuperación de peso en el año 2018.

Tipo de Tela	N° Partidas	% Representativo	Kg Ganados
FRANELA	404.00	4.96%	2,266.32
INTERLOCK	328.00	4.03%	1,839.98
JERSEY	2,887.00	35.44%	16,195.21
JERSEY VISCOSA	2,366.00	29.04%	13,272.55
PIQUE	1,050.00	12.89%	5,890.19
RIB	1,042.00	12.79%	5,845.31
FRENCH	39.00	0.48%	218.78
PLUSH	30.00	0.37%	168.29
Total	8,146.00	100%	45,696.63

En la tabla n°11 se puede apreciar el porcentaje de participación de la recuperación de peso por tipo de tela producida por textiles Camones, como se puede ver el Jersey 100% algodón y el Jersey Vicsosa son los dos tipos de tela con mayor recuperación ya que son los productos con mayor demanda de nuestros clientes.

#### **Recuperación de peso de tela en diferentes meses del año.**

En las muestras que se hicieron durante el año 2018 tambien se hicieron comparativos con respecto a las estaciones para ver el comportamiento de la absorción de humedad en el área de reposo luego de que la tela salga de la cámara humificadora. Se puede ver estos comportamientos en las siguientes tablas.

Tabla 12. Recuperación de peso en los diferentes tipos de tela en los meses de Marzo a Mayo.

<b>Tipos de Tela</b>	<b>N° Partidas</b>	<b>% Hum. Tela</b>	<b>Peso Crudo (Kg)</b>	<b>Peso Ant. Humif. (Kg)</b>	<b>Peso Desp. Humif.</b>	<b>Peso Ganado (Kg)</b>	<b>Peso Ganado (Kg)</b>
FRANELA	174	5.32	77,125.77	73,996.90	74,709.37	73,915.16	712.47
INTERLOCK	70	5.47	15,771.23	14,872.70	15,046.85	14,780.84	174.15
JERSEY	704	5.31	260,275.54	245,388.79	247,960.28	240,158.49	2,571.49
JERSEY VISCOSA	882	5.60	284,283.03	259,247.07	263,133.28	252,206.96	3,886.21
PIQUE	230	5.42	81,157.09	75,982.90	76,744.99	73,823.41	762.09
RIB	273	5.25	19,709.59	18,564.60	18,753.80	18,428.13	189.20
FRENCH	4	5.92	1,654.72	1,571.60	1,593.35	1,548.19	21.75
JACQUARD	2	6.00	632.70	596.00	603.95	578.47	7.95
JERSEY	1	6.08	655.75	615.00	618.75	594.80	3.75
<b>Total G.</b>	<b>2340</b>	<b>5.43</b>	<b>741,265.42</b>	<b>690,835.56</b>	<b>699,164.61</b>	<b>676,034.46</b>	<b>8,329.05</b>

Tabla 13. Tabla de recuperación de peso en los meses de agosto a octubre del año 2018.

Tipos de Tela	N° Partidas	% Hum. Tela	Peso Crudo (Kg)	Peso Ant. Humif. (Kg)	Peso Desp. Humif.	Peso Ganado (Kg)
FRANELA	12	6.07	5,152.76	4,890.80	4,934.40	43.60
INTERLOCK	77	6.04	17,273.03	16,362.20	16,593.95	231.75
JERSEY	928	5.93	337,189.38	317,809.50	324,099.72	6,290.22
JERSEY VISCOSA	396	5.01	126,149.66	115,606.90	120,662.70	5,055.79
PIQUE	293	5.85	92,702.14	86,698.60	88,574.01	1,875.40
RIB	347	6.08	11,404.59	10,822.40	11,020.03	197.63
FRENCH	21	6.11	6,252.28	5,947.30	6,038.85	91.55
JACQUARD	3	6.10	530.78	490.20	498.00	7.80
PLUSH	3	6.11	535.20	373.40	381.53	8.13
Total G.	2080	5.92	597,189.82	559,001.30	572,803.18	13,801.88

Como se aprecia en ambos cuadros la recuperación de peso es muy significativa, pero la diferencia está en que entre los meses de agosto a octubre se tuvo una mayor recuperación, y esto se pudo deducir porque en estos meses hay mayor humedad relativa en el ambiente, con lo cual la tela al estar expuesta en la zona de reposo luego de estar en la cámara humificadora tiende a recuperar mayor cantidad de humedad del medio ambiente obteniendo mayor ganancia en la densidad de la tela.

## CONCLUSIONES

El presente trabajo que tuvo como base la experiencia del investigador en la empresa Textiles Camones S.A tenia como objetivo la implementación de una cámara humificadora en la línea de producción de telas. Concluido los anteriores capítulos se emiten las siguientes conclusiones:

Al realizar el diagnóstico inicial en la que se encontraba el proceso productivo de tela en la empresa Textiles Camones S.A., se detectó que la etapa productiva de embalado de tela no se contaba con un procedimiento establecido para el control del peso y humedad de las telas antes de ser embaladas, lo cual generaba que los productos no cumplan con los valores tanto de humedad como de peso y estos productos con estas deficiencias a los almacenes finales o en algunas ocasiones al ser detectados estos parámetros fuera de norma eran entregados con retraso a los almacenes finales, lo que ocasionaba reclamos por parte de estos ya que debían tener el inventario para poder programar y frecuentemente despachar los rollos de tela ofrecida a los clientes.

Al realizar el análisis inicial, se detectó mediante formulación matemática y de manera empirica que, si bien los rollos tenían el peso ofrecido a los clientes, estos contaban con mayor metraje de lo que se había calculado inicialmente en la producción y esto de veía reflejada en la mayor utilización de tela cruda para una determina partida.

También se detectó que un factor primordial en la ganancia de humedad en la tela es la humedad relativa del medio ambiente que en un principio se tenia un conocimiento emperico pero se tenia como factor determinante en la obtención de humedad en la tela.

En la etapa de búsqueda y desarrollo de la mejor opción para implementar la cámara humificadora se pudo observar que la humidificación adiabática por aire acondicionado no es muy eficiente y sus costos de operación son muy altos, por lo cual quedo descartado, aunque la experiencia de los jefes de producción hacia que ellos se inclinaran por esta opción.

Se puedo demostrar con los dos primeros prototipos que la humidificación adiabática por agua pulverizada por aire era muy eficiente, además que tenía un mejor control en la humedad relativa del ambiente a humidificar y era mucho más homogénea que otros sistemas, pudiendo variar la humedad entre un 80% y 95%.

La tela con mayor ganancia de humedad es la Jersey Viscosa, la cual es uno de los artículos con mayor demanda en la empresa la cual la convierte en el articulo que le ofrece mayor rentabilidad a la empresa.

La cámara humidificadora ha garantizado a la empresa que los problemas de falta de peso en las telas y la utilización de materia prima para la fabricación de las telas sea menor, además de garantizar que su costo de implementación y operación sean muy rentables para la empresa.

En lo referente a los beneficios que obtuvo la empresa en la implementación de la cámara humificadora se pudo comprobar con los seguimientos hecho en el primer año de funcionamiento que la empresa recuperaba mas del 1% de tela y esto le significaba un retorno de más de \$ 500,00.00 al año teóricamente, pero al realizar el seguimiento durante el periodo 2018 y 2019 se pudo observar que las ganancia netas son de aproximadamente \$360,000.00, con lo cual la empresa tuvo una rentabilidad de casi el 500% en su primer año de funcionamiento de la cámara humificadora.

## RECOMENDACIONES

- A las áreas tanto de ingeniería como de producción, que al ser consciente de la alta rotación de personal que tiene la empresa, realizar un cronograma de capacitación con el tema de toma de medidas de humedad, el uso correcto del higrómetro y del correcto pesado de las telas para evitar así los errores de lectura y llenado de la información que se ingresa al sistema.
- A la gerencia, impulsar a sus trabajadores a que puedan dar sus opiniones con respecto a cómo se podría mejorar en el proceso de embalado de tela y la humidificación de esta, ya que son ellos los que pueden dar mayores aportes en el desarrollo de mejoras.
- Al área de mantenimiento, realizar las evaluaciones periódicas de la infraestructura de la cámara humificadora, ya que al ser una estructura de acero al carbono tiende a oxidarse por el constante sometimiento a humedades relativas cerca del 90% o evaluar el cambio de la estructura por un material como el acero inoxidable de C-316.
- Al área de proyectos e ingeniería; evaluar que nuevas tecnologías y/o estudios se han realizado con respecto al desarrollo de cámaras humificadoras, puesto como se ha visto en el desarrollo de este trabajo, la rentabilidad en la recuperación de peso en las telas es consistente y esto condicionaría que se puedan implementar dichas tecnologías y hacer que su retorno sea en un corto periodo de tiempo.

## REFERENCIAS.

Barrios, V. (Abril de 2013). *Sensor de Humedad*. Obtenido de Slideshare.com:

[https://es2.slideshare.net/valentinabbrm/sensor-de-humedad?qid=97619b43-768a-48ca-aa56-6944eb2b5e1e&v=&b=&from\\_search=2](https://es2.slideshare.net/valentinabbrm/sensor-de-humedad?qid=97619b43-768a-48ca-aa56-6944eb2b5e1e&v=&b=&from_search=2)

Bejarano, A. (23 de octubre de 2014). *Aparatos que miden la humedad*. Obtenido de

Slideshare: [https://es2.slideshare.net/anabejaranor/aparatos-que-miden-la-humedad?from\\_action=save](https://es2.slideshare.net/anabejaranor/aparatos-que-miden-la-humedad?from_action=save)

Bonilla, E., Diaz, B., Kleeberg, F., & Noriega, M. (2020). *Mejora continua de los procesos.*

*Herramientas y técnicas*. Lima: Fondo editorial Universidad de Lima.

Condair. (2020). *¿Porque Humidificar?* Obtenido de Condair.:

<https://www.condair.pe/porque-humidificar>

Instituto Nacional de Estadísticas e Informática. (Febrero de 2019). *Evolucion de las*

*exportaciones e importaciones*. Obtenido de Instituto Nacional de Estadísticas e Informática: [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/02-informe-tecnico-n02\\_exportaciones-e-importaciones-dic2018.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/02-informe-tecnico-n02_exportaciones-e-importaciones-dic2018.pdf)

Inzunza, J. (2006). *Humedad en la atmosfera. Meteorologia Descriptiva*. Obtenido de

Nimbus.com.uy:

[http://nimbus.com.uy/weather/Cursos/Curso\\_2006/Textos%20complementarios/Meteorologia%20descriptiva\\_Inzunza/cap5\\_Inzunza\\_Humedad.pdf](http://nimbus.com.uy/weather/Cursos/Curso_2006/Textos%20complementarios/Meteorologia%20descriptiva_Inzunza/cap5_Inzunza_Humedad.pdf)

Lavado, F. E. (marzo de 2013). *La industria Textil y su control de Calidad. II Fibras Textiles*.

Obtenido de Fidel-Lockuan: <http://fidel-lockuan.webs.com>.

Lockuán lavado, F. E. (marzo de 2013). *La industria Textil y su control de Calidad. II Fibras*

*Textiles*. Obtenido de Fidel-Lockuan: <http://fidel-lockuan.webs.com>.

Mata, J. R., & Villar, J. I. (2009). *Sistemas de la calidad y mejora continua*. Obtenido de ics-aragon.com: <http://www.ics-aragon.com/cursos/gestion-de-calidad/curso.pdf>

Mendoza, C. D., & LLamas, R. A. (2003). *Crostruncion de un prototipo de humidificacion adiabatica de aire para ensayos en el laboratorio de refrigeracion y aire acondicionado de la tecnologica de Bolivar*. Cartagena de Indias DT y DC.

Porto, J. P., & Merino, M. (2015). *Punto de Rocio*. Obtenido de Definicion.de:

<https://definicion.de/punto-de->

[rocio/#:~:text=El%20concepto%20de%20punto%20de,%2C%20escarcha%2C%20neblina%20o%20roc%C3%ADo.](https://definicion.de/punto-de-rocio/#:~:text=El%20concepto%20de%20punto%20de,%2C%20escarcha%2C%20neblina%20o%20roc%C3%ADo.)

Real Academia Española. (2019). *Diccionario de la lengua española*. Obtenido de Real Academia Española: <https://dle.rae.es/tela?m=form>

Remon, D. M. (2011). *Procesos termodinamicos*. Obtenido de meteo.fisica.edu.uy:

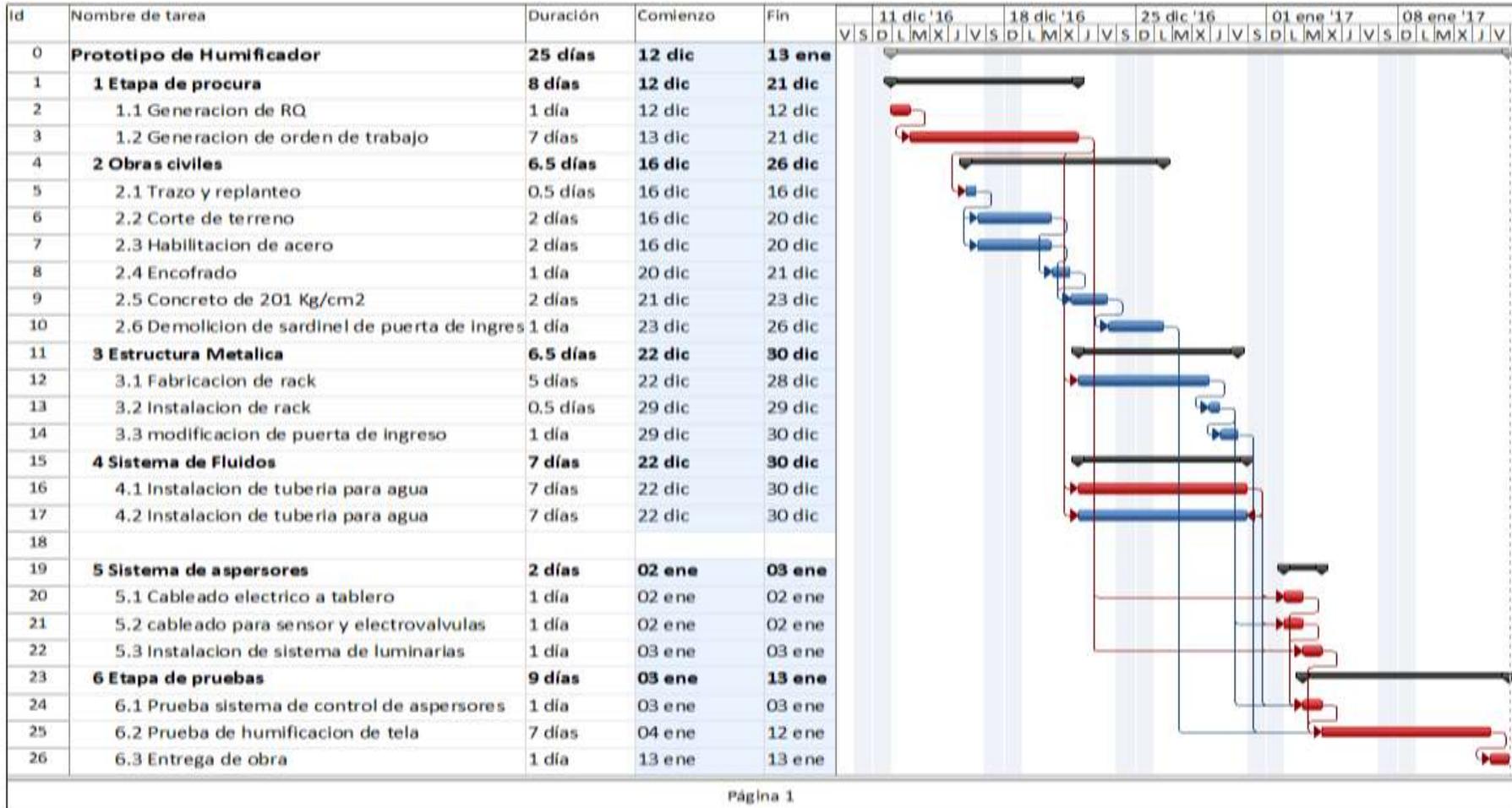
[http://meteo.fisica.edu.uy/Materias/Introduccion\\_a\\_la\\_Meteorologia/teorico\\_Introduccion\\_a\\_la\\_Meteorologia\\_2011/Bolilla11\\_2011.pdf](http://meteo.fisica.edu.uy/Materias/Introduccion_a_la_Meteorologia/teorico_Introduccion_a_la_Meteorologia_2011/Bolilla11_2011.pdf)

Roso, M. V. (2007). Humidificacion isometrica vs Humidificacion adiabatica. *Frio y Calor*,

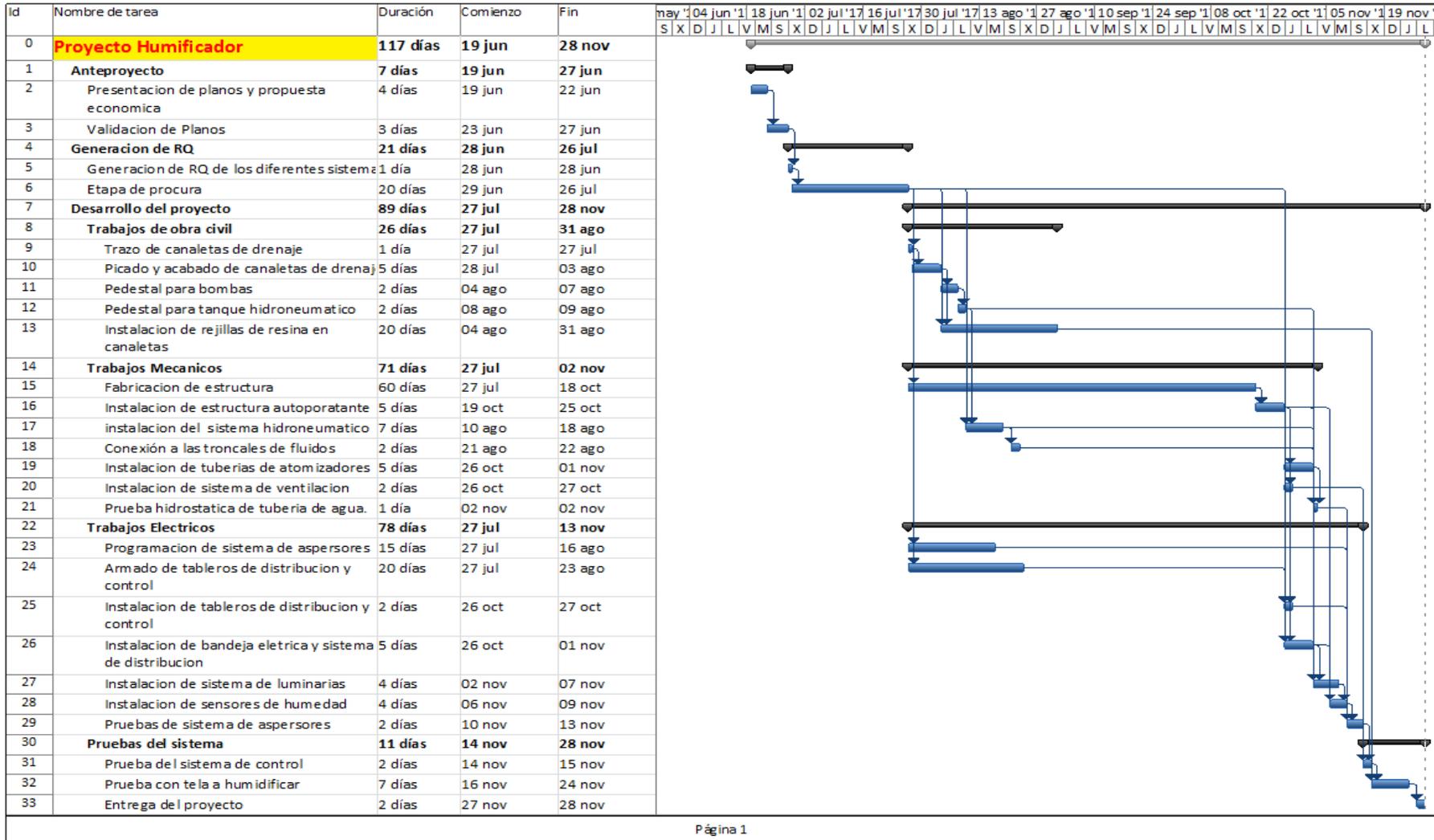
2.

**ANEXOS**

**Anexo 1. Cronograma de trabajos de implementación de prototipo n°2, ubicado en el área de ampliación de lavandería con un área de 36 m2.**



**Anexo 2. Cronograma de implementación de camara humificadora en el area de embalado de tela, con un area de 82 m2.**



**Anexo 3. Formato de registro de ingreso y salida de partidas del humificador.**

FECHA	27/04/2018
TURNO	1
PESADOR	JUAN PEREZ

PARTIDA	ARTICULO	COLOR	N° ROLLOS	HORA DE PESADO	PESO INICIAL (Kg)	% HUMEDAD INICIAL	HUMIFICADORA					OBSERVACIONES
							HORA INGRESO	HORA SALIDA PROGRAM.	HORA SALIDA REAL	PESO SALIDA (Kg)	% HUMEDAD FINAL	
1805263.01	Jersey Viscosa	Negro-New	16	-	352	6%	07:00	13:00	13:05	356	11%	
1802469.01	Franela	Guinda	24	10:30	500	3.50%	11:00	17:00	17:00	508	7%	

## Evidencias

### Prototipo n°1, imágenes de pruebas y medición de parámetros.



Oficina proyectada de nueva lavandería inyectando agua pulverizada por aire.



Valores de humedad y temperatura



Tela abierta (en rollo) y tela tubular para realización de pruebas.

**Zona de pruebas en el área de grabados, mediante humidificación adiabática  
mediante aire acondicionado.**



Área de grabados, acondicionada con 8 quipos de aire acondicionado de 6,000 BTU



Termostato del sistema de aire acondicionado del área de grabados.





Racks de prototipo n°2 para reposo de telas a humidificar

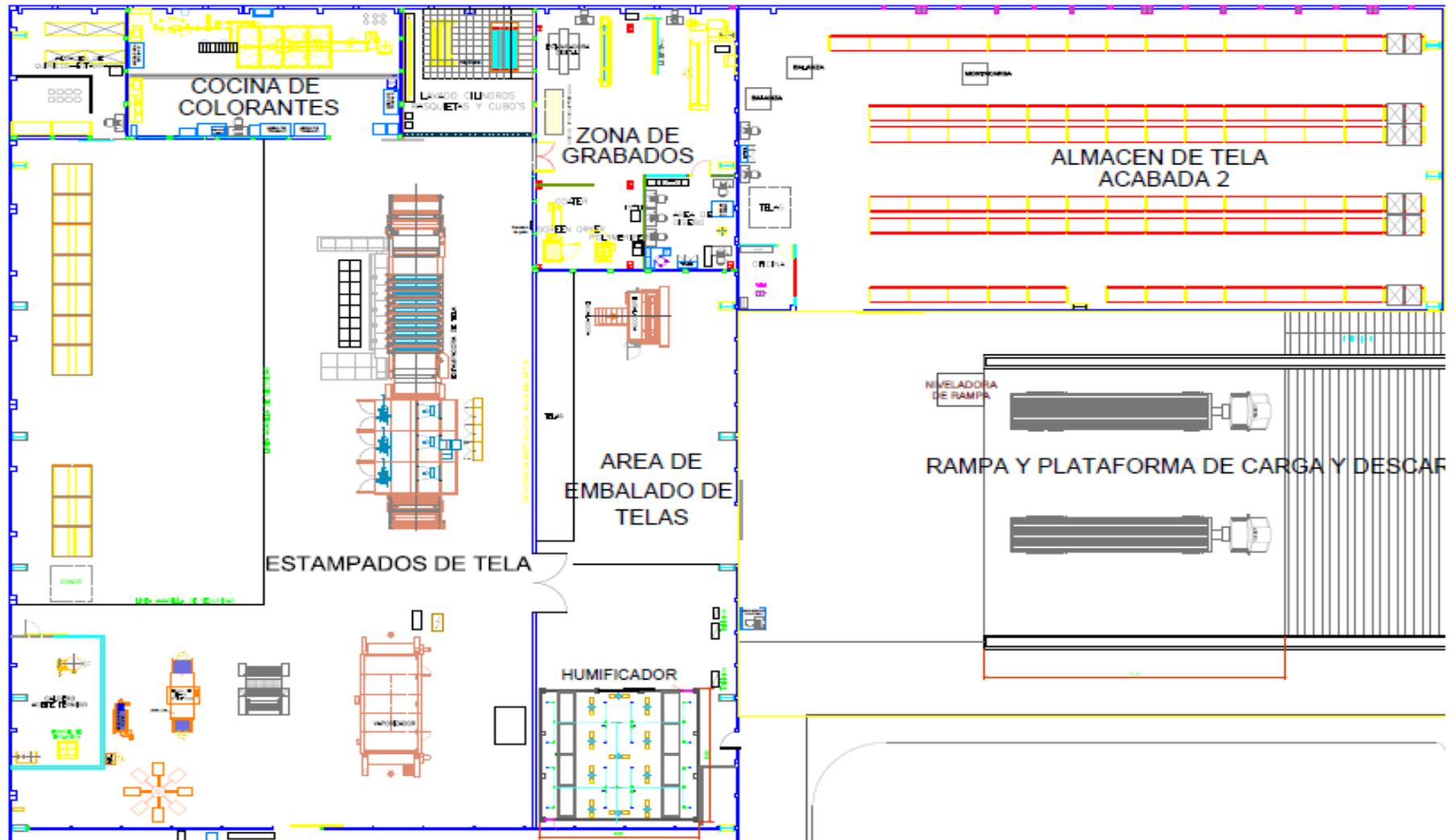


Pruebas y funcionamiento de la generación de neblina en el prototipo n°2

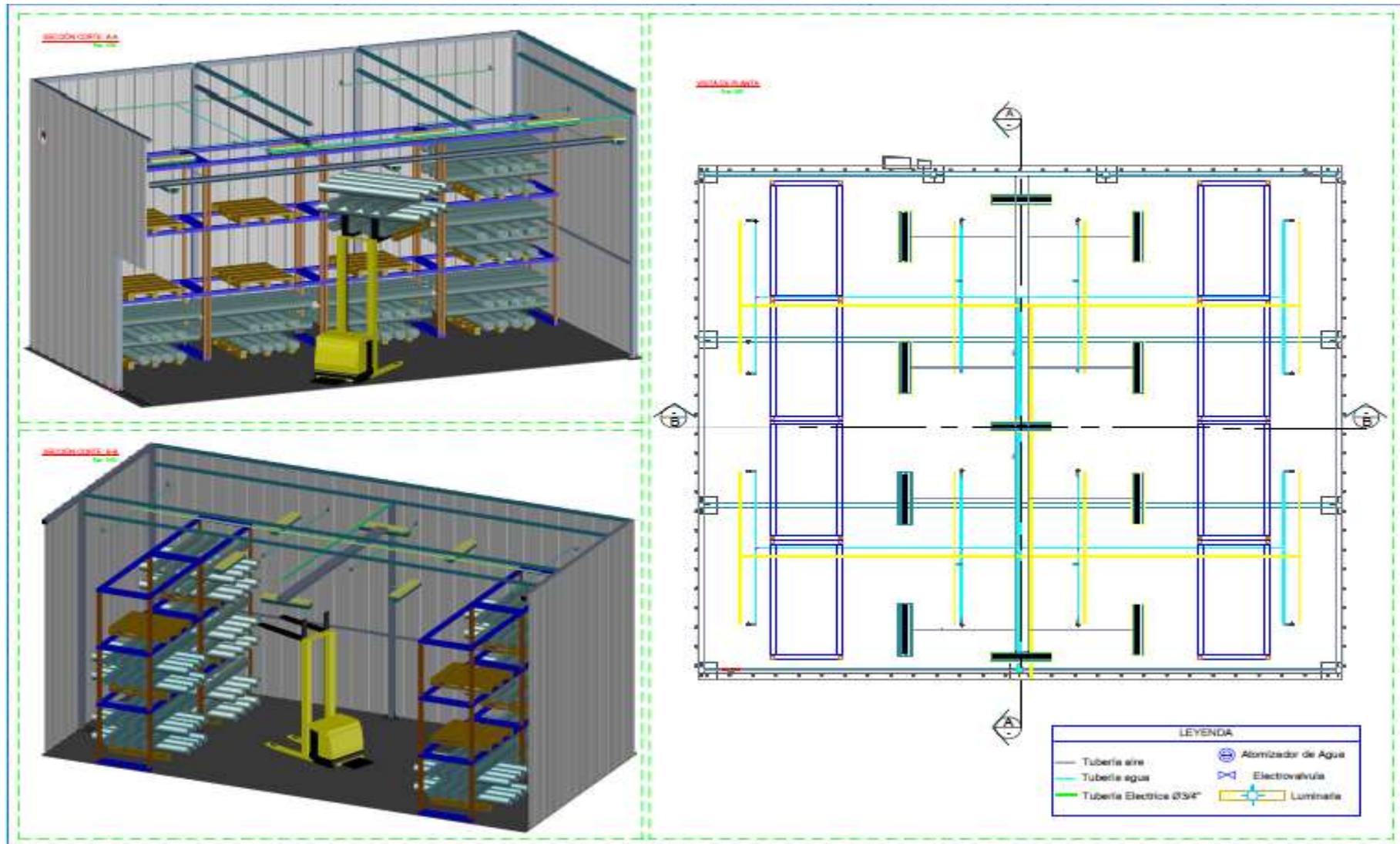


Tablero de control de humedad del prototipo n°2, sistema compuesto por un PLC Siemnes modelo Logo 8.

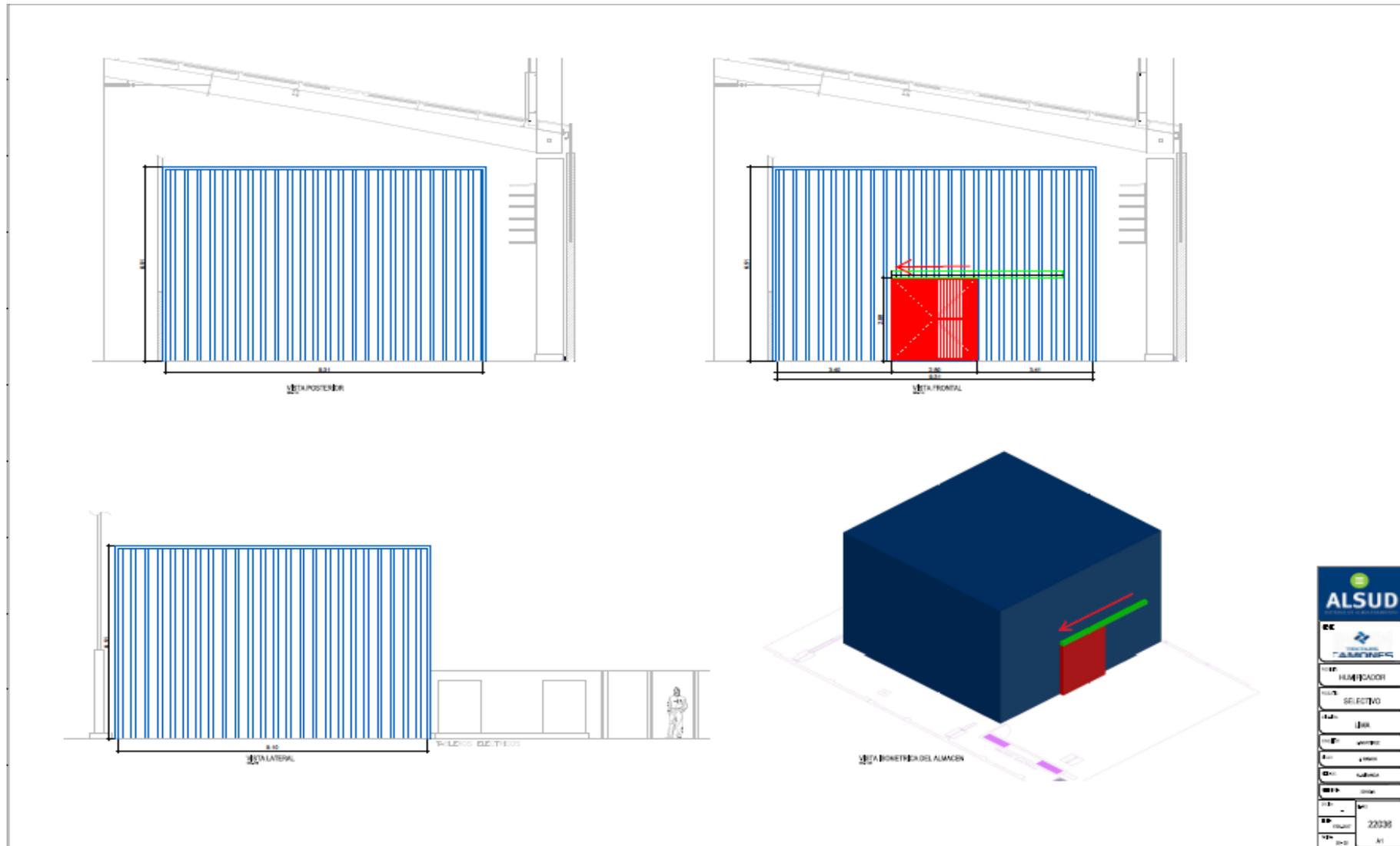
**Cámara Humificadora final.**



Plano de ubicación de cámara humificadora en el área de embalado de tela.



Plano propuesto a los proveedores para la implementación de la cámara humificadora.



Plano de almacén auto soportado propuesto por la empresa Alsud.



Tablero de control con pantalla HMI de la cámara humidificadora.



Parte interna de la cámara humidificadora.



Procedimiento de pesado y medición de la humedad de la tela.

**23412**



1/4" NPT or BSPT (F) threaded type

**PERFORMANCE DATA**

23412, QJ25655 \*At the stated pressure in psi.

Water Pressure	Fluid Orifice No. 16 (.016" Dia.)							
	Air Pressure*							
	10	20	30	40	50	60	70	80
20†	1.2	1.1	–	–	–	–	–	–
	1.5	2.5	–	–	–	–	–	–
30	1.7	1.6	1.2	–	–	–	–	–
	1.4	2.4	3.4	–	–	–	–	–
40	2.0	1.6	1.5	1.4	–	–	–	–
	1.4	2.4	3.3	4.2	–	–	–	–
50	2.1	1.9	1.7	1.5	1.3	–	–	–
	1.4	2.3	3.2	4.2	5.0	–	–	–
60	2.3	2.1	1.9	1.7	1.4	1.3	0.8	–
	1.3	2.3	3.2	4.1	5.0	5.8	6.8	–
70	2.6	2.4	2.2	1.9	1.7	1.7	1.5	1.0
	1.3	2.3	3.1	4.0	4.9	5.7	6.7	7.6
80	2.7	2.6	2.4	2.2	2.0	1.9	1.7	1.6
	1.3	2.2	3.1	4.0	4.9	5.7	6.6	7.5
90	2.9	2.8	2.6	2.4	2.2	2.0	1.9	1.9
	1.2	2.1	3.1	3.9	4.7	5.7	6.5	7.5
100	3.1	3.0	2.8	2.6	2.4	2.3	2.2	2.2
	1.2	2.1	3.0	3.9	4.7	5.6	6.5	7.5

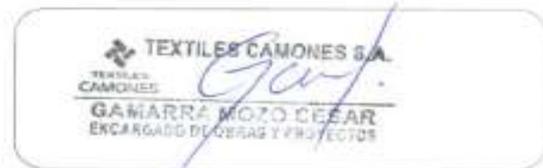
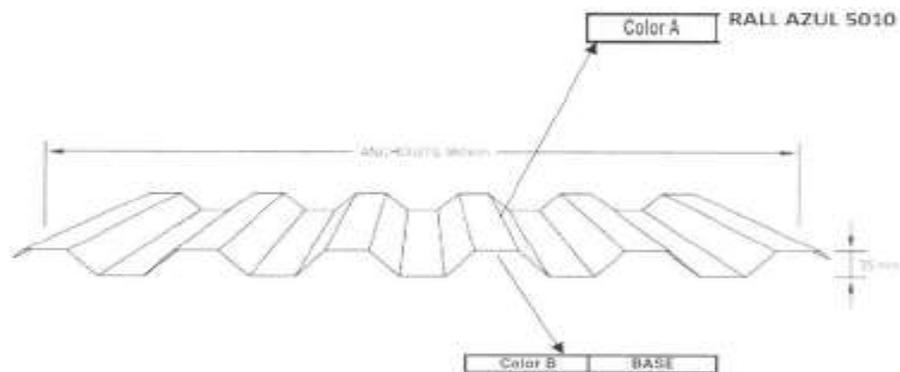
Aspersor o generador de neblina de gotas de 15 micras de espesor y sus valores de presión de agua y aire.



NOTA CONFIRMATORIA - CUBIERTA Y FACHADA

CLIENTE : TEXTILES CAMONES S.A. - 14611  
OBRA : ALMACEN  
FECHA : 14/09/2017

MODELO:  
CALAMINONT X 950 MM X 0.5 AZUL RAL 5010 / BLANCO BASE  
Color A: EXTERIOR AZUL RAL 5010  
Color B: INTERIOR BLANCO BASE



Aprobado por Cliente  
(NOMBRE Y FIRMA)

Acta de aceptación del tipo y color de cobertura de la cámara humidificadora.

 <b>ALSUD</b> <small>SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO</small>		<b>FORMATO OPE- 001</b>
<b>ACTA DE CONFORMIDAD DE TRABAJOS N° _____</b>		
Proyecto:	TEXTILES CAMONES	
Representante del Cliente:	CESAR GAMARRA	
Asesor de ALSUD:	RUDDY CORUJO	
Fecha:	20-10-17	
<p>Por medio de la presente acta, se deja constancia que los trabajos realizados en:</p> <p>Servicio de:  <u>INSTALACIÓN DE RAJES AL 80%</u></p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>		
<p><b>ENTREGUE CONFORME</b></p> <p><small>ALMACENAMIENTO S.A.</small></p> <p><small>REG. SUPLEN. 15892</small></p> <p><i>[Signature]</i></p> <p>DNI: <u>9399432</u></p>	<p><b>RECIBI CONFORME</b></p> <p><small>TEXTILES CAMONES S.A.</small></p> <p><small>REG. SUPLEN. 15892</small></p> <p><i>[Signature]</i></p> <p>DNI: <u>41816739</u></p>	

Acta de avance de trabajos en estructura de cámara humificadora.