

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**



**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS  
CARRERA DE INGENIERÍA TEXTIL**

**TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO TEXTIL**

**TEMA:**

**“DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DE  
UN EQUIPO MULTIFUNCIONAL LAVADORA-TINTURADORA  
PARA REALIZAR PROCESOS TEXTILES EN PRENDAS DE  
ALGODÓN, PARA LA PLANTA ACADÉMICA TEXTIL”**

**AUTOR: JOSÉ SEBASTIÁN SALTOS JIMÉNEZ**

**DIRECTOR: ING. OCTAVIO CEVALLOS**

**IBARRA – ECUADOR**

**2015**

## DECLARACIÓN

Yo, **José Sebastián Saltos Jiménez**, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; y que éste no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional.

A través de la presente declaración cedo los derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Universidad Técnica del Norte, según lo establecido por las Leyes de la Propiedad Intelectual, Reglamentos y Normatividad vigente de la Universidad Técnica del Norte.



---

JOSÉ SEBASTIÁN SALTOS JIMÉNEZ

100300551-7



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**

**CERTIFICACIÓN**

El Señor egresado José Sebastián Saltos Jiménez ha trabajado en el desarrollo del proyecto de tesis **“DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DE UN EQUIPO MULTIFUNCIONAL LAVADORA-TINTURADORA PARA REALIZAR PROCESOS TEXTILES EN PRENDAS DE ALGODÓN, PARA LA PLANTA ACADÉMICA TEXTIL”**, previo a la obtención del Título de Ingeniero Textil, realizándola con interés profesional y responsabilidad, lo cual certifico en honor a la verdad.

Ing. Octavio Cevallos

**DIRECTOR DE TESIS**



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

### BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

### AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN

### A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

#### 1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional determina la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejamos sentada nuestra voluntad de participar en este proyecto, para lo cual ponemos a disposición la siguiente información:

DATOS DEL CONTACTO	
Cédula de Identidad:	100300551-7
Apellidos y Nombres:	SALTOS JIMÉNEZ JOSÉ SEBASTIÁN
Dirección:	GONZÁLEZ SUAREZ Y EUGENIO ESPEJO, URCUQUÍ-ECUADOR
E-mail:	pepesebas1989@hotmail.com
Teléfono Fijo:	062 939 205
Teléfono Móvil:	0993623425

DATOS DE LA OBRA	
Título:	"DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DE UN EQUIPO MULTIFUNCIONAL LAVADORA-TINTURADORA PARA REALIZAR PROCESOS TEXTILES EN PRENDAS DE ALGODÓN, PARA LA PLANTA ACADÉMICA TEXTIL"
Autor:	SALTOS JIMÉNEZ JOSÉ SEBASTIÁN
Fecha:	10-Julio-2015
Programa:	PREGRADO
Título por el que opta:	INGENIERO TEXTIL
Director:	ING. OCTAVIO CEVALLOS

## 2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, **José Sebastián Saltos Jiménez**, con cédula de identidad No. **100300551-7**, en calidad de autor y titular de los Derechos Patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en forma digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior, Artículo 144.



---

JOSÉ SEBASTIÁN SALTOS JIMÉNEZ

100300551-7



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

### CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO

#### A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, José Sebastián Saltos Jiménez, con cédula de identidad No 100300551-7, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los Derechos Patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6 en calidad de autor de la obra o trabajo de grado denominado: **"DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DE UN EQUIPO MULTIFUNCIONAL LAVADORA-TINTURADORA PARA REALIZAR PROCESOS TEXTILES EN PRENDAS DE ALGODÓN, PARA LA PLANTA ACADÉMICA TEXTIL"**, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

NOMBRES: JOSÉ SEBASTIÁN SALTOS JIMÉNEZ

CÉDULA: 100300551-7

Ibarra, los 10 días del mes de Julio del 2015

## CONSTANCIA

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en la defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, los 10 días del mes de Julio del 2015

José Sebastián Saltos Jiménez

**ACEPTACIÓN**

**FIRMA:**

A handwritten signature in blue ink, consisting of stylized initials and a surname, is written over a horizontal line. The signature is enclosed within a hand-drawn oval.



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**

**DEDICATORIA**

A mi familia, quien nunca dudó de mi capacidad y me apoyó incondicionalmente, en este arduo camino, para culminar mis estudios de Ingeniería.

A mi hijo Mathias, mi mayor orgullo, quien es amor e inocencia, que este esfuerzo sirva para brindarle un mejor porvenir.





**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**

**AGRADECIMIENTO**

A Dios, por haberme brindado otra oportunidad para vivir y enderezar mi camino por la senda del bien.

Al Ing. Octavio Cevallos, mi Director de trabajo de grado, quién a más de compartirme sus conocimientos, me ha brindado su amistad.

A todos mis docentes, especialmente a los más exigentes, quienes me han enseñado a realizar los trabajos con esmero, enseñanzas que forjará productivamente mi futuro profesional.

## **PROBLEMA**

El mundo industrial textil cada vez es más competitivo, por lo tanto, los futuros profesionales deben adquirir amplios conocimientos, no solo teóricos, sino también prácticos ya que la actual demanda laboral exige profesionales técnicos, más no profesionales administrativos para ocupar puestos en elegantes oficinas.

La carrera de Ingeniería Textil de la Universidad Técnica del Norte, no cuenta con equipos necesario en los cuales, los docentes, enseñen procesos textiles a los estudiantes para que vayan adquiriendo conocimientos y experiencia en las materias técnicas de la carrera. Es por esto que se propone éste proyecto ya que; No existe un equipo lavadora-tinturadora, en el cual los estudiantes con el apoyo de los docentes puedan desarrollar e innovar tinturas de algodón y lavados reductivos en prendas ya sea de tejido de plano o de punto.

## **JUSTIFICACIÓN**

La calidad de la educación en el país contribuye hoy en día un factor importante para el desarrollo integral de los futuros profesionales. Nuestra institución está trabajando arduamente para alcanzar estos niveles de exigencia, para ello, nosotros como estudiantes, poniendo en práctica nuestros conocimientos, queremos aportar con la realización de este proyecto, enfocado en la construcción de un equipo multifuncional lavadora-tinturadora para realizar procesos textiles, el mismo que tiene como finalidad, contribuir al óptimo desarrollo y aprendizaje de los estudiantes de ingeniería textil, quienes aún no cuentan con este equipo.

Se espera con este proyecto, aportar al aprendizaje de nuestros compañeros y a la vez motivarles a que aporten con trabajos similares, agrandando así nuestros conocimientos y equipos de laboratorios, para las próximas generaciones.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

Diseñar, construir y poner en funcionamiento el equipo multifuncional lavadora-tinturadora para realizar procesos textiles en prendas de algodón, para la planta académica textil.

### **Objetivos Específicos**

1. Realizar un análisis del proceso de lavado y tintura para diseñar el equipo de acuerdo a los requerimientos técnicos.
2. Diseñar el equipo y cada una de sus partes, tomando en cuenta los parámetros como: velocidades de funcionamiento, capacidad y tamaño, temperatura, normas de calidad, etc.
3. Construir el equipo utilizando las maquinas, herramientas y mano de obra adecuadas para evitar fallas.
4. Instalar la lavadora-tinturadora en un área adecuada, que tenga las condiciones necesarias para su funcionamiento.
5. Poner en funcionamiento el equipo, mediante el desarrollo de lavados reductivos y tinturas.

## RESUMEN

El presente trabajo se enfoca en el diseño y la construcción de un equipo, cuyas principales funciones serán, lavar y tinturar prendas de algodón. Este equipo se donara la carrera de Ingeniería Textil de la Universidad Técnica del Norte, lo que contribuirá al eficiente aprendizaje de los estudiantes, quienes podrán realizar los procesos que se llevan cabo en la industria textil y más importante aún, podrán realizar trabajos de investigación con los cuales innovaran la industria de la moda.

Este trabajo se desarrolló a partir del problema, que es la falta de equipos con que cuenta la carrera de Ingeniería Textil, para lo cual nos planteamos como objetivo general, el diseño, construcción y puesta en funcionamiento del equipo lavadora-tinturadora para realizar procesos textiles en prendas de algodón; Los objetivos específicos que nos ayudaran a alcanzar el objetivo general son: realizar un análisis del proceso de lavado y tintura para diseñar el equipo de acuerdo a los requerimientos técnicos. Diseñar el equipo y cada una de sus partes, tomando en cuenta los parámetros como: velocidades de funcionamiento, capacidad y tamaño, temperatura, normas de calidad. Construir el equipo utilizando las máquinas, herramientas y mano de obra adecuadas para evitar fallas. Instalar la lavadora - tinturadora en un área adecuada, que tenga las condiciones necesarias para su funcionamiento y poner en funcionamiento el equipo mediante el desarrollo de lavados y tinturas.

El trabajo consta de dos partes, la parte teórica que empieza con el capítulo I en donde se revisan las generalidades de la tintorería, los parámetros que se llevan en los procesos de tintura y el control de calidad.

En el capítulo II se estudian los procesos de tintura de algodón, los tratamientos previos, el blanqueo óptico, la tintura con colorantes reactivos y los tratamientos posteriores que se deben dar al textil luego de concluir el proceso.

El capítulo III repasa sobre los equipos de tintura por el sistema de agotamiento, dentro de los cuales están los equipos de tintura en cuerda, equipos de tintura abierta y equipos de tintura en prendas.

En el capítulo IV se realiza el estudio de alternativas, para lo cual se debe tener claro el funcionamiento y las características de los equipo de procesamiento de prendas, repasados en el capítulo III. Antes de seleccionar la alternativa más conveniente, se determinan los parámetros de diseño, las restricciones y limitaciones y los parámetros funcionales.

En el capítulo V se realiza el diseño y la construcción del equipo. Para realizar el diseño, primeramente esquematizamos el equipo para luego ir diseñando minuciosamente cada componente necesario para su funcionamiento. Una vez terminado el diseño, realizamos la construcción y montaje del equipo, comenzando con la compra de materiales, posteriormente aplicando los distintos procesos mecánicos y montaje de los elementos.

Finalmente, en el capítulo VI, ponemos en marcha la lavadora tinturadora de prendas y demostramos su funcionamiento a través de procesos textil de tintura. Para concluir éste trabajo se realiza un breve análisis de costos.

## SUMMARY

This work is focused into designing and creating of a machine, whose main functions will be cotton washing and painting. This machine will be donated to the textile engineer of the Del Norte Technical University, what will contribute to the learning efficient of the students, who will be able to make all the processes that are carried out into textile industry, and more than it, they might make investigations which may innovate the fashion industry.

This job was developed starting from the problem, that is the lack of equipment that textile engineer has, in which our general objective is the washer-dye's designing, construction and running of it for the textile processes in cotton; The specific objectives which are going to reach the general objective are: to make a process analysis of washing and dyeing to design the machine according to the technics requirements. To design the machine and each part of it, taking advantage of parameters such us: functions speed, size and capacity, temperature, quality establishments. To build the machine using appropriated tools and manufacture to not make mistakes. To install the washer-painting in an appropriated area, that has good conditions for it well function by washing and dye.

This work has two parts, the first one is the theoretic one that begins with the chapter I in which the dyer majority are reviewed, the dye parameters in the processes and the quality establishments.

In the chapter II the cotton dye processes are studied, the pretreatments of the optical bleaching, the dye with reactive coloring and the future processing that will get the textile after finishing the process.

The chapter III reviews about the dye machines by the system exhausting, in which are rope dyeing equipment, open equipment dyeing and garment dyeing equipment.

In the chapter IV the alternative study is done, so that we have to clarify the characteristics and functions of the garment processing equipment that were studied in the chapter III. Before selecting the best alternative, the design parameters are determined, the restrictions and limitations and the functional parameters.

In chapter V the design and construction of the equipment is made. For design, we sketch the equipment first and then go carefully designing each component necessary for operation. Once we completed the design, construction and installation performed machine, starting with the purchase of materials, then applying various mechanical processes and assembly of the elements.

Finally, in Chapter VI, we start the dye-washing clothes and demonstrating its operation through textile dyeing processes. To conclude this work a brief cost analysis is performed.



## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN .....	ii
CERTIFICACIÓN .....	iii
AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN .....	iv
CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO .....	vi
CONSTANCIA.....	vii
DEDICATORIA.....	viii
AGRADECIMIENTO.....	ix
PROBLEMA .....	x
JUSTIFICACIÓN .....	xi
OBJETIVOS .....	xii
Objetivo General .....	xii
Objetivos Específicos .....	xii
RESUMEN .....	xiii
SUMMARY .....	xv
INTRODUCCIÓN .....	xxvii
PARTE TEÓRICA .....	1
CAPITULO I .....	1
1. LA TINTORERÍA .....	1
1.1. Definición .....	1
1.2. Cinética de la tintura.....	1
1.2.1. La difusión del colorante .....	2
1.2.1.1. Factores de difusión .....	2
1.3. Parámetros de la tintura .....	4
1.3.1. Cantidad a procesar.....	4
1.3.2. Relación de baño .....	5
1.3.3. Tiempo de rotación .....	6
1.3.4. Curvas temperatura – tiempo.....	6
1.4. Control de calidad de la tintura.....	7
1.4.1. Uso de la escala de grises .....	7
1.4.2. Control colorimétrico .....	8
1.4.2.1. Evaluación colorimétrica.....	9

1.4.2.1.1.	Procedimiento .....	10
1.4.3.	Control de las solideces .....	10
1.4.3.1.	Evaluación de la solidez del color al lavado .....	10
1.4.3.1.1.	Materiales y equipo .....	10
1.4.3.1.2.	Procedimiento .....	11
1.4.3.2.	Evaluación de la migración de color .....	11
1.4.3.2.1.	Materiales y equipo .....	12
1.4.3.2.2.	Procedimiento .....	12
1.4.4.	Control de las modificaciones físicas o químicas de la materia teñida	13
CAPITULO II .....		14
2.	LA TINTURA DE ALGODÓN .....	14
2.1.	Tratamientos previos a la tintura .....	14
2.1.1.	Descrude de algodón .....	14
2.1.1.1.	Receta de descrude.....	15
2.1.2.	Blanqueo químico .....	15
2.1.2.1.	Receta de blanqueo químico .....	16
2.2.	Blanqueo óptico .....	16
2.2.1.	Receta de blanqueo óptico .....	17
2.3.	La tintura de algodón con colorantes reactivos .....	17
2.3.1.	Influencia de la afinidad .....	17
2.3.2.	Influencia de la relación de baño .....	18
2.3.3.	Influencia de la temperatura.....	18
2.3.4.	Efecto de la concentración de electrolito.....	18
2.3.5.	Influencia del álcali.....	19
2.3.6.	Influencia del pH .....	20
2.3.7.	Efecto del tiempo de tintura .....	20
2.3.8.	Receta de tintura de algodón con colorantes reactivos .....	20
2.4.	Tratamientos posteriores a la tintura .....	21
2.4.1.	Lavado .....	21
2.4.1.1.	Parámetros de control en la fase de lavado .....	22
2.4.1.2.	Fases del proceso de lavado .....	23
2.4.2.	Suavizado .....	23
2.4.2.1.	Suavizantes aniónicos .....	24

2.4.2.2.	Suavizantes catiónicos .....	24
2.4.2.3.	Suavizantes no ionógenos.....	25
2.4.2.4.	Suavizantes reactivos.....	25
CAPITULO III .....		27
3.	EQUIPOS DE TINTURA POR AGOTAMIENTO.....	27
3.1.	Equipos de tintura en cuerda .....	27
3.1.1.	Barca de torniquete.....	28
3.1.1.1.	Desventajas de las barcas de torniquete.....	29
3.1.1.2.	Esquema de la barca de torniquete.....	29
3.1.1.3.	Influencia de la barca en el proceso de tintura .....	30
3.1.2.	Jets .....	31
3.1.2.1.	Ventajas de la tintura en jets .....	34
3.1.2.2.	Desventajas de la tintura en jets.....	34
3.2.	Equipos de tintura abierta .....	35
3.2.1.	Jigger .....	35
3.2.1.1.	Esquema del jigger .....	36
3.2.1.2.	Cuidados y precauciones en la tintura con jiggers.....	37
3.3.	Equipos de tintura en prendas .....	38
3.3.1.	Evolución de los equipos de lavado y tintura .....	38
3.3.2.	Clasificación de los equipos de lavado y tintura de prendas.....	38
3.3.2.1.	Equipos rotativos .....	39
3.3.2.1.1.	Equipos rotativos verticales.....	40
3.3.2.1.2.	Equipos rotativos horizontales .....	40
3.3.2.2.	Equipos de paletas laterales.....	41
3.3.3.	Equipos sofisticados de procesamiento de prendas .....	41
3.3.3.1.	Máquinas para teñir cosmotex.....	42
3.3.3.1.1.	Características .....	42
3.3.3.1.2.	Controlador .....	42
3.3.3.1.3.	Características técnicas .....	43
3.3.3.2.	Máquinas para stone wash y tintura suzuki .....	44
3.3.3.2.1.	Estructura.....	44
3.3.3.2.2.	Tambor externo.....	44
3.3.3.2.3.	Tambor interno.....	45

3.3.3.2.4.	Comandos.....	45
PARTE PRÁCTICA .....		46
CAPITULO IV .....		46
4.	ESTUDIO DE ALTERNATIVAS.....	46
4.1.	Determinación de los parámetros de diseño .....	46
4.2.	Restricciones y limitaciones .....	46
4.3.	Determinación de los parámetros funcionales .....	47
4.3.1.	Capacidad de carga .....	47
4.3.2.	Tamaño y peso .....	47
4.3.3.	Materiales .....	47
4.3.4.	Costos.....	48
4.3.5.	Procesos.....	48
4.3.6.	Mecanismos.....	48
4.3.7.	Ergonomía .....	48
4.3.8.	Ambiente de trabajo .....	48
4.4.	Análisis de alternativas.....	49
4.4.1.	Lavadora tinturadora vertical:.....	49
4.4.2.	Lavadora tinturadora horizontal .....	50
4.4.3.	Equipos de paletas laterales .....	51
4.5.	Selección de alternativas .....	53
CAPITULO V .....		54
5.	DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL EQUIPO .....	54
5.1.	Diseño del equipo .....	54
5.1.1.	Esquema del equipo .....	54
5.1.2.	Tambor exterior.....	55
5.1.2.1.	Cálculo del diámetro del tambor exterior .....	56
5.1.2.2.	Elementos que contendrá el tambor exterior .....	57
5.1.2.2.1.	Puerta de carga y descarga .....	57
5.1.2.2.2.	Tapas laterales.....	58
5.1.2.2.3.	Entra de agua y vapor .....	59
5.1.2.2.4.	Nivel .....	60
5.1.2.2.5.	Termómetro.....	60
5.1.2.2.6.	Desfogue.....	61

5.1.3.	Tambor interior.....	61
5.1.3.1.	Cálculo del diámetro del tambor interior .....	62
5.1.3.2.	Elementos que contendrá el tambor interior .....	63
5.1.3.2.1.	Puerta de carga y descarga .....	63
5.1.3.2.2.	Tapas laterales.....	63
5.1.3.2.3.	Aspas .....	64
5.1.3.2.4.	Orificios .....	65
5.1.4.	Soporte o bastidor.....	66
5.1.5.	Cadena cinemática de transmisión de movimiento.....	66
5.1.6.	Cálculos fuerza, velocidad y potencia del motor .....	67
5.1.6.1.	Cálculos de fuerza .....	67
5.1.6.2.	Cálculos de velocidad.....	70
5.1.6.3.	Cálculos de potencia .....	71
5.1.7.	Ajuste de potencia .....	71
5.1.8.	Sistema de movimiento y control .....	72
5.2.	Construcción del equipo.....	74
5.2.1.	Compra de materiales.....	74
5.2.2.	Dimensionamiento y corte de piezas .....	75
5.2.3.	Conformado de láminas .....	78
5.2.4.	Taladrado.....	79
5.2.5.	Soldadura.....	82
5.2.6.	Montaje de tambor interior en tambor exterior .....	83
5.2.7.	Montaje del motoreductor y mecanismos transmisores de movimiento	84
5.2.8.	Montaje del tablero de control.....	84
CAPITULO VI.....		86
6.	PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO.....	86
6.1.	Nivelación y fijación al piso .....	86
6.2.	Desfogue.....	86
6.3.	Conexión de agua y vapor .....	86
6.4.	Conexión eléctrica.....	87
6.5.	Pruebas de funcionamiento.....	87
6.5.1.	Descrude y preblanqueo .....	88
6.5.1.1.	Hoja de consumo.....	88

6.5.1.2.	Curvas de proceso.....	89
6.5.1.3.	Hoja de programación .....	94
6.5.1.4.	Control de calidad.....	95
6.5.1.5.	Resultados.....	96
6.5.2.	Blanqueo óptico .....	97
6.5.2.1.	Hoja de consumo.....	97
6.5.2.2.	Curvas de proceso.....	98
6.5.2.3.	Hoja de programación .....	101
6.5.2.4.	Control de calidad.....	102
6.5.2.5.	Resultados.....	104
6.5.3.	Tintura de un color bajo .....	105
6.5.3.1.	Hoja de consumo.....	105
6.5.3.2.	Curvas de proceso.....	106
6.5.3.3.	Hoja de programación .....	109
6.5.3.4.	Control de calidad.....	110
6.5.3.5.	Resultados.....	111
6.5.4.	Tintura de un color intenso.....	112
6.5.4.1.	Hoja de consumo.....	112
6.5.4.2.	Curvas de proceso.....	113
6.5.4.3.	Hoja de programación .....	116
6.5.4.4.	Control de calidad.....	117
6.5.4.5.	Resultados.....	118
CAPITULO VII .....		119
7.	COSTOS .....	119
7.1.	Costos construcción del equipo .....	119
7.2.	Costos del proceso de tintura.....	121
7.2.1.	Colorantes y auxiliares.....	122
7.2.2.	Consumo de agua.....	122
7.2.3.	Consumo de energía eléctrica .....	123
7.2.4.	Consumo de vapor.....	123
7.2.5.	Costos de operación .....	125
7.2.6.	Depreciación maquinaria .....	126
7.2.7.	Costos totales del proceso de tintura.....	126

7.3.	Recuperación de la inversión .....	127
7.4.	Eficiencia del equipo .....	127
7.5.	Recuperación de la inversión con un equipo de mayor capacidad .....	128
	CONCLUSIONES:.....	130
	RECOMENDACIONES: .....	132
	BIBLIOGRAFÍA: .....	133
	ANEXOS: .....	134
	Anexo 1.- Corte de la tapa de carga y descarga del tambor exterior .....	134
	Anexo 2.- Taladrado de los orificios del tambor interior .....	134
	Anexo 3.- Centrado y aseguramiento de ejes en el tambor interior.....	135
	Anexo 4.- Soldadura de elementos del equipo.....	135
	Anexo 5.- Soldadura de la bancada y base para el motoreductor.....	136
	Anexo 6.- Nivelación y fijación al piso .....	136
	Anexo 7.- Conexión del termómetro bimetálico y entrada de agua .....	137
	Anexo 8.- Pulsador de control eléctrico.....	137
	Anexo 9.- Montaje del tablero de control.....	138
	Anexo 10.- Sistema de transmisión de movimiento por piñones de cadena. ....	138
	Anexo 11.- Montaje del sistema de transmisión de movimiento por poleas .....	139
	Anexo 12.- Proceso de descruce y preblanqueo.....	139
	Anexo 13.- Proceso de tintura del color rosado intenso .....	140
	Anexo 14.- pH del baño luego del proceso de tintura.....	140

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Fig. 1 Curva de variación del coeficiente de difusión en relación a la concentración del colorante.....	3
Fig. 2 Afinidad colorante - fibra.....	3
Fig. 3 Esquema de una barca de torniquete.....	29
Fig. 4 Jet overflow .....	33
Fig. 5 Esquema del jigger.....	36
Fig. 6 Clasificación de equipos de tintura en prendas .....	39
Fig. 7 Lavadora Industrial para 10Kg .....	42
Fig. 8 Máquinas para Stone Wash y Tintura Suzuki.....	44
Fig. 9 Esquema del equipo.....	54
Fig. 10 Perímetro de la lámina de acero inoxidable A316L que conformará en tambor exterior (cm) .....	57
Fig. 11 Corte en la lámina de acero inoxidable A316L para la puerta del tambor exterior (cm) .....	58
Fig. 12 Tapa lateral izquierda y tapa lateral derecha del tambor exterior (cm).....	59
Fig. 13 Orificios para los nipples en la tapa lateral izquierda y tapa lateral derecha del tambor exterior (cm) .....	60
Fig. 14 Desfogue del equipo (cm) .....	61
Fig. 15 Perímetro de la lámina de acero inoxidable A316L que conformará en tambor interior (cm).....	62
Fig. 16 Corte en la lámina de acero inoxidable A316L para la puerta del tambor interior (cm) .....	63
Fig. 17 Tapas laterales del tambor interior (cm) .....	64
Fig. 18 Ubicación de las aspas en el tambor interior (cm).....	64
Fig. 19 Medidas de las aspas del tambor interior (cm).....	65
Fig. 20 Orificios del tambor interior (cm) .....	65
Fig. 21 Bastidor o soporte del equipo (cm).....	66
Fig. 22 Cadena cinemática de transmisión de movimiento .....	67
Fig. 23 Diagramas de fuerza del sistema eléctrico.....	73
Fig. 24 Diagramas de control del sistema eléctrico .....	74
Fig. 25 Dimensionamiento de las piezas en la lámina de acero inoxidable A316L (cm).....	76
Fig. 26 Corte por plasma de los orificios de las tapas laterales del tambor exterior (cm) .....	77
Fig. 27 Corte por plasma de los orificios de las tapas laterales del tambor interior (cm) .....	78
Fig. 28 Conformado del tambor exterior mediante el proceso de barolado (cm)..	78
Fig. 29 Conformado del tambor interior mediante el proceso de barolado (cm)...	79
Fig. 30 Taladrado de los orificios del tambor interior (cm).....	79



Fig. 31 Taladrado de los orificios de la tapa lateral izquierda del tambor exterior (cm) .....	80
Fig. 32 Taladrado de los orificios del soporte de la tapa lateral izquierda del tambor exterior (cm) .....	81
Fig. 33 Taladrado de la tapa lateral derecha del tambor exterior para colocar las placas de apoyo (cm) .....	81
Fig. 34 Taladrado de las tapas laterales del tambor interior para colocar las placas de apoyo (cm) .....	82
Fig. 35 Unión de la bancada con el tambor exterior mediante el proceso de soldadura (cm) .....	83
Fig. 36 Curva de proceso de descruce y preblanqueo .....	91
Fig. 37 Curva de lavado y enjuague después del descruce y preblanqueo .....	92
Fig. 38 Curva de neutralizado después del descruce y preblanqueo .....	93
Fig. 39 Curva de proceso de blanqueo óptico .....	98
Fig. 40 Curva de lavado y enjuague después del blanqueo óptico .....	99
Fig. 41 Curva de suavizado después del blanqueo óptico .....	100
Fig. 42 Curva de proceso de tintura del color rosado bajo .....	106
Fig. 43 Curva de lavado y enjuague después de la tintura .....	107
Fig. 44 Curva de fijado y suavizado después de la tintura .....	108
Fig. 45 Curva de proceso de tintura del color rosado intenso .....	113
Fig. 46 Curva de lavado y enjuague después de la tintura .....	114
Fig. 47 Curva de fijado y suavizado después de la tintura .....	115
Fig. 48 Costos totales de construcción del equipo .....	121

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Desviación del color de la muestra con respecto al estándar.....	11
Tabla 2 Migración del color de la muestra con respecto al testigo .....	12
Tabla 3 Receta de descruce de algodón.....	15
Tabla 4 Receta de blanqueo químico de algodón .....	16
Tabla 5 Receta de blanqueo óptico de algodón .....	17
Tabla 6 Receta de tintura de algodón con colorantes reactivos .....	20
Tabla 7 Cantidad de auxiliares en relación de la concentración del colorante .....	21
Tabla 8 Tipos de barcas de torniquete .....	28
Tabla 9 Forma de la sección del torniquete .....	28
Tabla 10 Selección de alternativas.....	53
Tabla 11 Compra de materiales para la construcción del equipo.....	75
Tabla 12 Muestra cruda del material a procesar .....	87
Tabla 13 Hoja de consumo de colorantes y auxiliares para el descruce y preblanqueo .....	89
Tabla 14 Nomenclatura de las funciones de la hoja de programación .....	94
Tabla 15 Hoja de programación del proceso de descruce y preblanqueo .....	95
Tabla 16 Hoja de consumo de colorantes y auxiliares para el blanqueo óptico ...	97
Tabla 17 Hoja de programación del proceso de blanqueo óptico.....	101
Tabla 18 Ficha de control de calidad del proceso de blanqueo óptico .....	103
Tabla 19 Hoja de consumo de colorantes y auxiliares para la tintura de rosado bajo .....	105
Tabla 20 Hoja de programación del proceso tintura de rosado bajo .....	109
Tabla 21 Ficha de control de calidad de la tintura de rosado bajo .....	110
Tabla 22 Hoja de consumo de colorantes y auxiliares para la tintura de rosado intenso.....	112
Tabla 23 Hoja de programación del proceso tintura de rosado intenso .....	116
Tabla 24 Ficha de control de calidad de la tintura de rosado intenso.....	117
Tabla 25 Costos de materia prima .....	119
Tabla 26 Costos de instrumentos eléctricos.....	120
Tabla 27 Costos de instrumentos de medición.....	120
Tabla 28 Costos de mano de obra .....	120
Tabla 29 Costos totales de construcción del equipo .....	121
Tabla 30. Costos de colorantes y auxiliares para el proceso de tintura .....	122
Tabla 31. Gastos y costo por proceso.....	127

## INTRODUCCIÓN

El procesamiento de prendas ha venido dándose desde tiempos remotos, más aún, en la actualidad que la industria del vestir tiene que estar a la vanguardia de la competencia, para lo cual necesita innovar constantemente sus productos.

La Carrera de Ingeniería Textil de la Universidad Técnica del Norte necesita contar con equipos necesarios para el uso de los estudiantes, para que ellos puedan desarrollar todo su potencial intelectual mediante pruebas y desarrollos de procesos textiles.

Por estas razones es que se ha desarrollado este proyecto, enfocado en el Diseño, Construcción y Puesta en Funcionamiento de un Equipo Multifuncional Lavadora – Tinturadora para Realizar Procesos Textiles en Prendas de Algodón para la Planta Académica Textil.

El diseño del equipo se realizó luego de estudiar, analizar las características y elegir la mejor opción de los equipos de procesamiento de prendas, después realizamos la construcción y montaje del equipo, en un taller mecánico, con el asesoramiento de un profesional especializado en la construcción de maquinaria textil, para finalmente concluir con la puesta en funcionamiento mediante desarrollo de tinturas.

El mayor inconveniente en el presente trabajo fueron los altos costos de los materiales y elementos que constituirán el equipo lavadora – tinturadora, más aún si se realizaba la automatización, razón por la cual nos ingeniamos métodos para poder realizar los procesos y medición de las variables de manera mecánica.

El diseño de este equipo es básico, tomando en cuenta el amplio campo que abarca el diseño mecánico, y más bien puede servir como punto de partida para el desarrollo y mejoramiento de este tipo de máquinas, esperando con esto incentivar a la generación de soluciones prácticas para la industria textil.

## PARTE TEÓRICA

### CAPITULO I

#### 1. LA TINTORERÍA

##### 1.1. Definición

La tintorería es el proceso durante el cual una materia textil puesta en contacto con la disolución o dispersión de un colorante, absorbe a éste de tal forma que impide al colorante volver al baño de tintura. La resistencia de la fibra a devolver el colorante es una consecuencia de la energía de su unión, dependiendo a su vez de las relaciones existentes entre las estructuras moleculares de la fibra y los colorantes, y de la forma como se ha efectuado la tintura. (Gilabert, 2003, pág. 89)

##### 1.2. Cinética de la tintura

La tintura es el proceso en el que la materia textil, al ser puesta en contacto con una solución de colorante, absorbe éste, ofreciendo resistencia a devolver el colorante al baño. El proceso molecular tintorero es lo que llamamos cinética de la tintura.

- **Difusión**

Es el movimiento de la molécula a través del líquido en el que se deposita, acelerándose a la fibra textil.

- **Absorción**

Contacto de la molécula de colorante con la fibra y penetración en su cuerpo físico.

- **Difusión sólida**

Es la difusión sólida del colorante a través del interior de la fibra.

- **Fijación**

Es el establecimiento de enlaces estables entre las moléculas de la fibra y colorante. Llegando a este punto de fijación se puede decir que el colorante ha teñido la fibra y el proceso de tintura ha terminado.

### **1.2.1. La difusión del colorante**

Existen diversos factores que condicionan la difusión del colorante, acelerando o retardándolo, por ejemplo: el estado de agregación del colorante, la estructura cristalina de estas moléculas, las fuerzas de repulsión eléctrica desde las fibras o el tamaño de los "poros" amorfos en la estructura cristalina molecular de la fibra.

Las moléculas del colorante que hay en una solución tintórea pueden agregarse formando macromoléculas. Pero sólo en agregación monomolecular este colorante puede ser absorbido por la fibra a tintar. Cuanto más alto es el índice de agregación del colorante más bajo será el de la velocidad de difusión de ese colorante. La velocidad de tintura está en relación con la velocidad de difusión del colorante.

La difusión del colorante se manifiesta exteriormente por lo que llamamos "la igualación", la apariencia de regularidad y uniformidad que presenta la materia teñida.

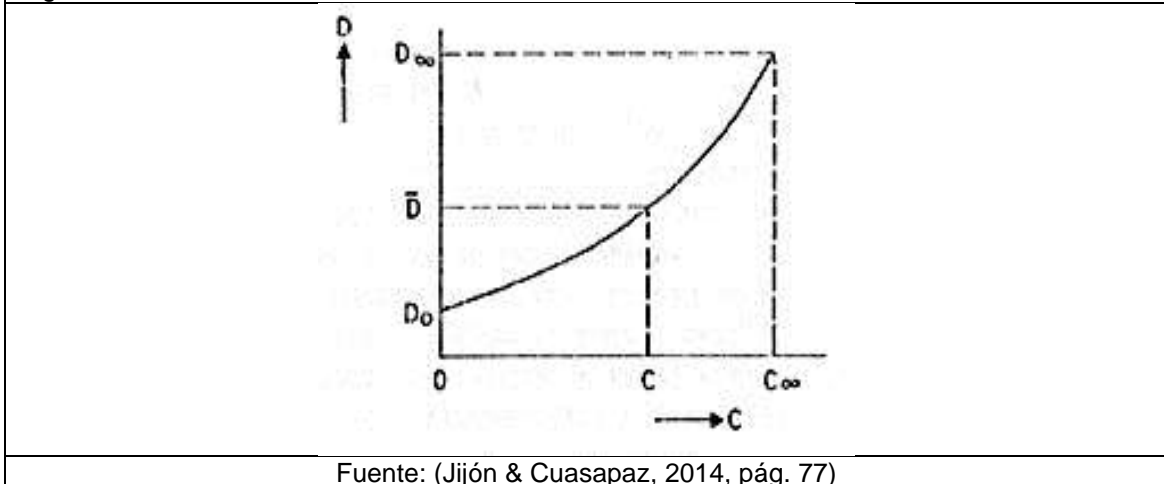
#### **1.2.1.1. Factores de difusión**

Los factores más influyentes en el coeficiente de difusión son los siguientes:

- **Concentración del colorante**

Con el aumento de la concentración del colorante en el substrato aumenta el coeficiente de difusión; este se da siempre como aparente y se mide por la curva de agotamiento. El coeficiente de difusión  $D$  varía de cero a infinito, según varía la concentración  $C$  de cero a infinito.

Fig. 1 Curva de variación del coeficiente de difusión en relación a la concentración del colorante

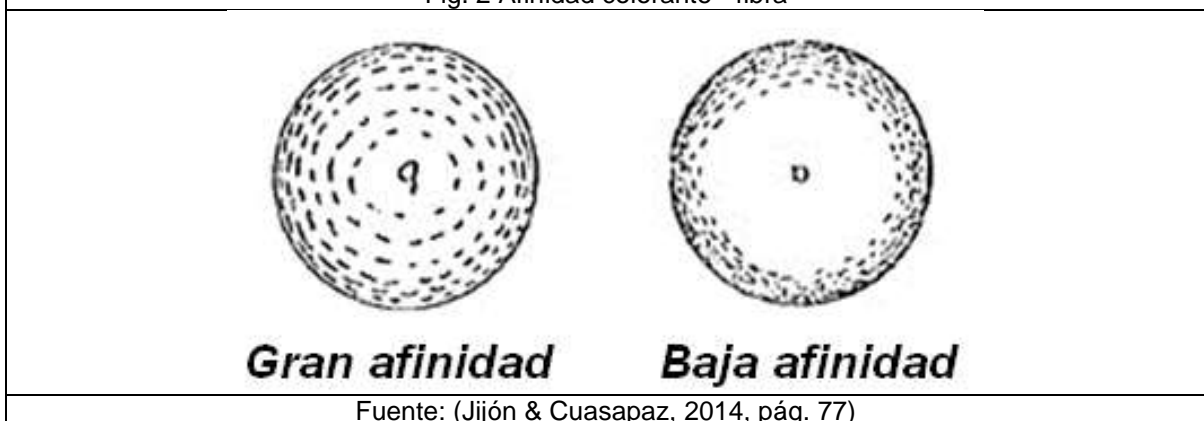


- **Afinidad fibra colorante**

La afinidad colorante – fibra no es directamente proporcional al coeficiente de difusión. Si se trata de una elevada afinidad, la tintura es rápida en el inicio de la penetración en la fibra, pero enseguida se ralentiza por la propia concentración del colorante. Las capas exteriores se tintan mucho y las interiores muy poco y muy despacio.

Con baja afinidad, si bien el coeficiente puede que no aumente, sin embargo la penetración al interior es más uniforme. Puede verse el fenómeno en una sección transversal de una fibra al microscopio.

Fig. 2 Afinidad colorante - fibra



- **Concentración de electrolito**

La presencia de un electrolito como la sal en el baño, influye en la atracción-repulsión entre la fibra y el colorante; en ese sentido es cómo influye en el

coeficiente de difusión. Para la tintura que precisa de electrolito, hay un grado óptimo de concentración de sal.

- **Temperatura**

La temperatura es proporcional al coeficiente de difusión. Aumentar temperatura es agregarle energía al baño.

- **Substrato a teñir**

Es determinante en todo proceso tintóreo. Ya se ha visto que en algunas estructuras moleculares el colorante sólo puede ocupar las regiones amorfas de los mismos, no pudiendo, por ejemplo, romper la estructura cristalina de la formación molecular de esa fibra. Las fibras sintéticas una vez hiladas se someten a un estirado considerable, en el que la macromolécula se alarga y quedan sus cristales orientados unidireccionalmente. En esas condiciones es muy difícil que el colorante se aloje en el interior de la fibra. Lo mismo ocurre con el termofijado (tratamiento de las fibras a alta temperatura, 100°C en húmedo, 200°C en seco) para fijar sus dimensiones; la estructura de la fibra se altera y puede alterar el alojamiento del colorante en su interior. (Jijón & Cuasapaz, 2014, págs. 75-78)

### **1.3. Parámetros de la tintura**

Cuando se trabaja en el sistema por agotamiento, se deben entender algunos parámetros básicos que se aplican en el proceso de tintorería.

#### **1.3.1. Cantidad a procesar**

Básicamente, en las recetas de tintorería, la cantidad de los productos que se agregan al agua para formar el baño está dada según:

- **El volumen de baño**

Es la llamada concentración en gramos por cada litro de baño (gramos/litro). Usualmente los productos químicos y auxiliares intervienen en la receta. El peso

del producto depende directamente de los litros de baño, independientemente del peso del material. (Luckuán, 2012, pág. 37)

$$\text{Peso del producto (g)} = \text{Concentración del producto (g.l)} \cdot \text{Volumen de baño (l)}$$

- **El peso del material**

Es un valor porcentual que indica la cantidad de producto sobre el peso del material (% spm), nos da la idea de cuántas unidades de peso de producto se requieren por 100 unidades de peso del sustrato. Se utiliza para colorantes, blanqueadores ópticos y las enzimas que intervienen en la receta. El peso del producto depende directamente del peso del material, independientemente de los litros de baño. (Luckuán, 2012, pág. 38)

$$\text{Peos del producto} = \frac{\%spm \cdot \text{Peso del sustrato}}{100}$$

### 1.3.2. Relación de baño

Viene a ser la relación entre el peso del material a procesar y el volumen de baño a usar. De forma práctica puede entenderse como los litros de baño necesarios para procesar un kilogramo de sustrato.

Se entiende entonces, que a mayor R/B en una receta, mayor será el volumen de baño requerido, estos significa que:

- El consumo de agua blanda aumenta.
- El consumo energético aumenta, ya que se requiere mayor cantidad de electricidad y vapor, para cambiar el estado térmico de un mayor volumen de baño.
- El peso de los productos cuya concentración está en gramos por litro de baño se incrementa directamente, aumentando el consumo de insumos.
- Se incrementa la cantidad de efluentes, mayor volumen de aguas residuales o sea mayor polución.



Una relación de baño alta, trae negativas consecuencias medioambientales y económicas, aunque también es cierto que trabajar con una relación de baño menor que fue diseñada para la máquina, ocasiona graves problemas de veteaduras y mala igualación.

La relación de baño debe considerar el suficiente volumen para que las bombas trabajen sin problemas. Al calcular el volumen de baño, debe tenerse en cuenta las adiciones que se efectúan durante el proceso. (Luckuán, 2012, págs. 38-39)

### **1.3.3. Tiempo de rotación**

Es el tiempo que demora la cuerda en dar la vuelta dentro de la máquina. En la práctica se realiza una marca en el tejido y se cronometra el lapso de tiempo hasta que vuelva a aparecer. Las máquinas modernas cuentan con sensores para detectar cada vez que un magneto previamente cosido a la tela pasa a través de ellos.

Con el dato del tiempo y la longitud de la cuerda, se calcula la velocidad de la tela. Esta velocidad calculada debe ser similar a la que indica la máquina para el torniquete. (Luckuán, 2012, pág. 40)

$$\text{Velocidad de la cuerda} \left( \frac{m}{min} \right) = \frac{\text{Longitud de la cuerda (m)}}{\text{Tiempo por vuelta (min)}}$$

### **1.3.4. Curvas temperatura – tiempo**

Los procesos por agotamiento deben ser ejecutados rigurosamente conforme las instrucciones del técnico de la tintorería. Muchas veces estas instrucciones vienen en forma de gráficos, en donde, en el eje de las abscisas se indican las unidades de tiempo y en el eje de las ordenadas, la temperatura. Una línea continua o conjunto de ellas, muestra el proceso que se lleva a cabo. (Luckuán, 2012, pág. 40)

## **1.4. Control de calidad de la tintura**

La buena calidad de una tintura no depende únicamente de haber efectuado correctamente todo cuanto se relaciona con aquélla, sino de que la materia textil haya sido convenientemente preparada anteriormente, en todo aquello que puede influir en su hidrofiliidad, igualdad de color del sustrato, regularidad de presentación a la solución tintórea, etc. (Cegarra, Calidad en Tintorería, 1990, pág. 102)

El control de la calidad de la tintura hay que enfocarlo hacia tres aspectos diferentes:

- Control colorimétrico
- Control de las solidez
- Control de las modificaciones físicas o químicas de la materia teñida

### **1.4.1. Uso de la escala de grises**

La escala de grises es un instrumento para evaluar el cambio o transferencia de color de los textiles producido por los ensayos de solidez. Se proporciona como referencia una especificación colorimétrica precisa de esta escala. Esto permite comprobar si las escalas de grises preparadas recientemente y aquellas escalas antiguas pueden haber cambiado después de cierto uso.

La escala de base de 5 grados está constituida por cinco pares de placas de colores grises mates; cada par de grises presenta una diferencia visual de color o contraste que corresponde a los índices de solidez 5, 4, 3, 2 y 1. Esta escala de grises básica puede completarse mediante placas patrón que ilustren los contrastes correspondientes a los índices intermedios 4-5, 3-4 y 1-2. Esta última gama se denomina escala de 9 grados. El primer componente de cada par es de color gris neutro y el segundo componente, que ilustra el índice de solidez 5, es idéntico al primero. Los segundos componentes de los pares restantes son de claridad creciente, de modo que cada par ilustra un aumento de contraste que se percibe como diferencia de color coloriméricamente definidas.

Para valorar el cambio se colocan, lado a lado de un mismo plano y orientadas en la misma dirección, una muestra de tejido original y la muestra de ese mismo tejido que, formando parte de espécimen, haya sido sometido a ensayos y cuya abertura sea igual a la del marco de la escala de grises. Se iluminan las superficies con luz del día. La luz debe incidir sobre las muestras con un ángulo de unos 45°, y la dirección de observación debe ser perpendicular al plano de dichas superficies. Se comprara la diferencia visual entre el color del textil original y del textil ensayado con los diversos grados de la escala de grises.

Si se utiliza la escala de 5 grados, se da al espécimen, como índice de solidez, el número de la escala de grises cuyo contraste se equivalente al que se observe en la muestra original y los especímenes ensayados. Si el contraste percibido se sitúa entre dos grados sucesivos de la escala, se atribuye a espécimen un valor intermedio, por ejemplo 4-5 o 2-3. El índice 5 se asigna solo cuando no existan diferencias entre el color del espécimen sometido a ensayo y el de la muestra original.

Si se utiliza la escala de 9 grados, el índice de solidez del espécimen es el número de la escala de grises que presenta un contraste equivalente en magnitud, al que se observa entre la muestra original y el espécimen ensayado. El índice 5 se asigna solo cuando no existen diferencias entre el espécimen sometido a ensayos y la muestra original.

Cuando se ha efectuado una serie de evaluaciones, es muy útil comparar entre sí todos los pares de muestras originales y especímenes ensayados a los cuales se ha adjudicado el mismo índice. Este proceder da una buena indicación de la regularidad de la apreciación, dado que cualquier error resulta evidente. Los pares que no parezcan corresponder al mismo grado de contraste se separan y se vuelven a comparar con la escala de grises, rectificando si es necesario, el índice. (ICONTEC, 2000)

#### **1.4.2. Control colorimétrico**

Es normal en los procesos de tintura que la receta inicial obtenida por los estudios de laboratorio no reproduzcan el color deseado y sea necesario matizar para

conseguir dicho color; la repetición del mismo color, teniendo en cuenta las añadiduras en la receta inicial, pueden llevar a la obtención de la receta definitiva, para lo cual se debe comprobar el color y después, si es necesario, volver a procesar la partida para ajustar el color de la muestra solicitada

El control colorímetro debe abarcar dos aspectos:

- 1) La diferencia o igualdad entre el color obtenido y el color solicitado
- 2) La uniformidad de color en toda la partida

Ambos aspectos han sido solucionados en la práctica por el responsable de la tintorería, mediante apreciación visual de la muestra de la partida y el tipo a imitar, teniendo en cuenta las exigencias del artículo y del cliente. Actualmente puede seguir el mismo procedimiento o hacer uso de los recursos de colorimetría automatizada para determinar de una manera más objetiva las diferencias de color.

En relación a la uniformidad de color en la partida teñida, los criterios de tolerancia varían bastante, según el estado de la materia y uso posterior a lo que se destina; todo depende del conocimiento y la experiencia del cliente para fijar los criterios de aceptación o rechazo de la partida teñida. (Cegarra, Calidad en Tintorería, 1990, págs. 102,103)

#### **1.4.2.1. Evaluación colorimétrica**

El cambio que ocurre en un ensayo puede ser un cambio de la intensidad del color, una variación en el matiz, un cambio en la pureza o cualquier combinación de éstos. Si tener en cuenta el carácter del cambio, la valoración se basa en la magnitud del contraste visual entre dos superficies coloreadas, siendo una del material original y la otra del espécimen ensayado. Este contraste es comparado y elegido visualmente de acuerdo a los cinco pares de bandas patrón de la escala de grises. Cada par de la escala, corresponde una solidez entre 5 (sin contraste) y 1 (máximo contraste). (Norma Venezolana COVENIN)

#### **1.4.2.1.1. Procedimiento**

- Cortar una muestra de 20 cm. de cada rollo y comparar con el estándar. Rechazar si hay desviación.
- Verificar con la muestra cortada si todo el rollo es uniforme, rechazar si hay variación fuera del límite.
- Verificar el matching, es comparar la tela con el rib, cuello, puños rectilíneos, twill y otros complementos a fin de detectar variación en el tono, se debe rechazar cuando están fuera de tolerancia.

#### **1.4.3. Control de las solideces**

El control de solideces no es una práctica habitual, salvo en aquellos casos en que por una exigencia especial sean necesarios. Las solideces no dependen únicamente del colorante, sino de un adecuado proceso de tintura o de un tratamiento posterior correcto. Actualmente se nota una tendencia a incrementar este control en las tinturas. Es evidente que un control de calidad de las solideces debe de efectuarse con arreglo a la normativa vigente y no mediante sistemas improvisados, como a veces sucede. (Cegarra, Calidad en Tintorería, 1990, pág. 104)

#### **1.4.3.1. Evaluación de la solidez del color al lavado**

Consiste en determinar el grado de pérdida de color de la tela al someterla al lavado.

#### **1.4.3.1.1. Materiales y equipo**

- Muestra de tela teñida de 10 x 5 cm. (2).
- Muestra de tela blanca de 10 x 5 (testigo).
- Vaso de pírex de 500 ml.
- Detergente PH neutro, exento de blanqueador óptico.
- Patrón de Escala de grises.
- Aguja e hilo.

#### 1.4.3.1.2. Procedimiento

- Las 3 muestras se cosen con hilván por los lados colocando el testigo en el centro.
- Se sumerge en la solución de agua con detergente en una relación 5g/l.
- Se somete la muestra al lavado a una temperatura de 40° a 60° C según lo solicite las características del producto. El período de lavado puede variar entre 5 y 30 minutos.
- Se enjuaga y deja secar la muestra para luego proceder a la evaluación.

La escala de grises se usa para comprobar la desviación del color de la muestra con respecto del estándar aprobado.

<b>Grado</b>	<b>Criterio</b>
Grado 5	La muestra no sufrió variación considerable
Grado 4	Hay una pequeña variación tonal
Grado 3	Hay una moderada pérdida del color
Grado 2	Hay una apreciable pérdida del color
Grado 1	Hay una gran pérdida del color

Fuente: (Álvarez, 2014)

#### 1.4.3.2. Evaluación de la migración de color

El grado de transferencia de color sobre los tejidos testigo, ya sea por la afinidad propia del colorante que haya pasado al baño o por transferencia directa del color de los materiales ensayados, es valorado por observación visual de la superficie del tejido testigo que estaba en contacto con el material ensayado. Para valorar la transferencia de color se utiliza la escala de grises. La transferencia de color se valora para cada tipo de tejido testigo sin tener en cuenta la transferencia de color localizada en las costuras. Si el tejido testigo sufre un cambio visual al ser sometido al ensayo, se utiliza una muestra de este mismo tejido testigo, como referencia para la determinación del grado de transferencia de color. (Norma Venezolana COVENIN)

#### 1.4.3.2.1. Materiales y equipo

- Muestra de tela teñida de 10 x 5 cm. (2).
- Muestra de tela blanca de 10 x 5 (testigo).
- Vaso de pírrex de 500 ml.
- Detergente PH neutro, exento de blanqueador óptico.
- Patrón de Escala de grises.
- Aguja e hilo.

#### 1.4.3.2.2. Procedimiento

- Las 3 muestras se cosen con hilván por los lados colocando el testigo en el centro.
- Se sumerge en la solución de agua con detergente en una relación 5g/l.
- Se somete la muestra al lavado a una temperatura de 40° a 60° C según lo solicite las características del producto. El período de lavado puede variar entre 5 y 30 minutos.
- Se enjuaga y deja secar la muestra para luego proceder a la evaluación.

La escala de grises se usa para comprobar la migración del color de la muestra hacia los testigos.

Tabla 2 Migración del color de la muestra con respecto al testigo	
Grado	Criterio
Grado 5	El tejido testigo no ha sido manchado
Grado 4	El tejido apenas ha sido manchado
Grado 3	El tejido ha sido manchado
Grado 2	Hay un apreciable manchado
Grado 1	Hay un fuerte manchado

Fuente: (Álvarez, 2014)

La toma de decisión es el resultado de comparar tanto la pérdida de color como la migración del color. De acuerdo al promedio de los dos grados obtenidos, sin embargo la decisión final se da en relaciona lo especificado por el cliente.

#### **1.4.4. Control de las modificaciones físicas o químicas de la materia teñida**

Las modificaciones de tipo físico que se pueden producir en la materia teñida son consecuencia de la interacción de la interacción de la materia textil con la maquinaria; en muchos casos suelen ser importantes y afectar seriamente la calidad. Así en la tintura en torniquete puede repercutir en distorsiones en la superficie del tejido, bien en forma de arrugas, rayas u otros defectos; un exceso de tensión en la tintura en jigger puede afectar el aspecto superficial, dando origen a la aparición de marcas de agua o modificaciones en el tacto del tejido.

Las modificaciones químicas son consecuencia de la interacción de la materia textil en el proceso tintóreo, dependiendo de éste sobre la estructura química de aquélla.

Todos los resultados de los controles efectuados deben de acompañar a la ficha técnica de la partida y sirven como una base de datos, para programar y estudiar la fiabilidad de un proceso. (Cegarra, Calidad en Tintorería, 1990, págs. 104, 105)



## **CAPITULO II**

### **2. LA TINTURA DE ALGODÓN**

Los tejidos de algodón deben tratarse previamente al proceso de teñido, con el fin de eliminar impurezas naturales y adquiridas, y dejarlo con buenas características hidrófilas. Las impurezas pueden ser de dos tipos:

- Preexistentes en las fibras en crudo. En el caso del algodón encontramos aceites, grasas, hierro y sales de dureza (Ca y Mg), suciedades y pigmentos naturales.
- Agregadas a los sustratos durante los procesos de hilatura y tisaje, como ensimajes y parafina.

#### **2.1. Tratamientos previos a la tintura**

##### **2.1.1. Descrude de algodón**

La tela de algodón cruda, conservará restos de impurezas vegetales así como las pectinas y las ceras. La tela deberá entonces lavarse, en agua caliente con álcali, usando detergentes no iónicos y biodegradables que resistan pH elevados. Este tratamiento es conocido como "descrude" y es necesario realizarlo antes del blanqueo químico o de la tintura.

El descrude del algodón con frecuencia se lleva a cabo junto con el desencolado en lugar de ser una operación completamente independiente. La intensidad del descrude y del blanqueo químico dependerá del grado de blanco deseado, del título y la cantidad de torsión del hilado, del tipo de ligamento de la tela, así como de los procesos a los que va a ser sometida a continuación.

Durante el descrude alcalino:

- Las grasas y aceites se saponifican y los jabones formados emulsionan a las ceras.
- Las proteínas se desdoblán en aminoácidos solubles.

- La suciedad se desprende y es mantenida en suspensión por los jabones formados o por la adición de tensoactivos.

En general, con el descruce el material sufre una pérdida de peso del 5 al 7%. Para el caso de telas hechas con fibras artificiales y sintéticas o sus mezclas, se realizan descruces menos severos y la mayor parte de las veces es suficiente un simple lavado, en general ligeramente alcalino, en frío. (Pesok, Introducción a la tecnología textil, 2012, págs. 487, 488)

### 2.1.1.1. Receta de descruce

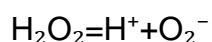
Tabla 3 Receta de descruce de algodón				
	Producto	Cantidad	Tiempo	Temperatura
	Detergente	1 - 2g/l	30min	60 - 95 °C
	Sosa Cáustica	4g/l		

Fuente: (Jijón & Cuasapaz, 2014, pág. 122)

### 2.1.2. Blanqueo químico

En el descruce, la mayoría de las sustancias colorantes naturales no son eliminadas, de ahí la necesidad de un blanqueo químico posterior.

El blanqueo químico con peróxido de hidrógeno es el método más adecuado para blanquear lana. Se utiliza mucho también para el blanqueo de algodón. Se supone que el responsable de la acción blanqueadora es el ión perhidroxilo;



El blanqueo procede más rápido a pH alcalino que a pH ácido: los  $\text{OH}^-$  neutralizan los  $\text{H}^+$  y facilitan la liberación de  $\text{HO}_2^-$ . En el blanqueo de algodón es muy importante estabilizar la solución de peróxido a un pH 10,8 – 10,9. Por debajo de estos valores la solución es muy estable y el blanqueo progresa lentamente, por encima es muy rápido y el peróxido se descompone sin tiempo para actuar. Es imposible ajustar el pH a estos valores solo con álcali y es necesario agregar un estabilizante. El más usado es el silicato de sodio pero existen otros productos patentados que lo sustituyen con ventaja. El blanqueo de

la lana con peróxido de hidrogeno debe hacerse a pH más bajos que para el algodón. (Pesok, Introducción a la tecnología textil, 2012, pág. 492)

### 2.1.2.1. Receta de blanqueo químico

Tabla 4 Receta de blanqueo químico de algodón		
	Producto	Cantidad
	Álcali	1g/l
	Estabilizador de peróxido	0,5g/l
	Peróxido de hidrógeno	3g/l
	Ácido acético	...

Fuente: (Jijón & Cuasapaz, 2014, pág. 122)

A 40°C se introduce en el baño el estabilizador y el álcali, a continuación se sube la temperatura aproximadamente 2.5°C por minuto. A 70°C se introduce el peróxido de hidrógeno y se continúa subiendo la temperatura hasta los 80°C. Se trata el material durante 30 minutos a esta temperatura. Finalmente se realiza 2 lavados a 80 °C durante 10 minutos y se neutraliza el material en un último baño con ácido acético a 50°C durante 15 min.

## 2.2. Blanqueo óptico

Las sustancias fluorescentes de blanqueo óptico son sustancias incoloras que absorben energía en la región ultravioleta del espacio de radiación electromagnética y la emiten a la región visible. La emisión en el visible se produce generalmente en la zona correspondiente al azul, con lo que se compensan las tonalidades amarillentas, obteniéndose “blancos” más puros y brillantes. Antes del desarrollo de los “blanqueantes ópticos” se usaban mucho los colorantes de “azuleo”, que absorben el matiz amarillento del artículo pero disminuyen la cantidad de luz remitida por lo que el nivel de blanco es menor.

Los “blanqueantes ópticos” se fijan en las fibras textiles en forma similar a colorantes que en lugar de tener grupos cromóforos, tienen grupos que confieren propiedades fluorescentes. La fijación de los blanqueantes ópticos dependen de los mismos factores que inciden en la tintura: naturaleza de la fibra textil,

temperatura, concentración, dureza del agua, pH, etc. La selección del blanqueador óptico debe entonces hacerse cuidadosamente. (Pekos, 2012, pág. 496)

### 2.2.1. Receta de blanqueo óptico

Tabla 5 Receta de blanqueo óptico de algodón		
	Producto	Cantidad
	Álcali	3g/l
	Estabilizador de peróxido	1 - 2g/L
	Peróxido de hidrógeno	7 - 9g/l
	Detergente	3g/l
	Blanqueador óptico	0,4 - 0,5g/l
Fuente: (Jijón & Cuasapaz, 2014, pág. 123)		

Se introduce en el baño a 40°C el álcali, estabilizador de peróxido, peróxido de hidrógeno y detergente. Se deja durante 5 minutos a esa temperatura y se coloca el material a blanquear, se espera 10 minutos más y se sube la temperatura a una gradiente aproximada de 2.5°C por minuto, a 70°C y se coloca el blanqueador óptico y se continúa subiendo hasta los 90°C, y a esta temperatura se trata durante 90 minutos. Finalmente se realiza 2 lavados a 80°C durante 15 minutos.

### 2.3. La tintura de algodón con colorantes reactivos

El agotamiento del colorante sobre la fibra se produce por varios factores, los cuales si no son controlados adecuadamente causan hidrolisis de colorante, es decir, un porcentaje mayor de colorante que en el proceso posterior deberá ser eliminado.

#### 2.3.1. Influencia de la afinidad

Al ser la fuerza de atracción del colorante por la fibra, también se manifiesta en el comportamiento del colorante hidrolizado. La fibra teñida contiene una parte de colorante combinado con la celulosa y otra de colorante hidrolizado adsorbido, la fibra atraerá a este segundo con mayor fuerza mientras mayor sea la atracción en el baño de tintura, y los residuos que por acaso quedaren en la fibra pueden

quitarse fácilmente con el lavado después de teñir. (Cegarra, Fundamentos Científicos y Aplicados de la Tintura de Materias Textiles, 1980, págs. 505-506)

“La afinidad de los colorantes disminuye a medida que se eleva la temperatura”

### **2.3.2. Influencia de la relación de baño**

Mientras más grande es la relación de baño menor es la cantidad de colorante que es adsorbido por la fibra antes de añadir el álcali y es mucho más despacio el ingreso del colorante luego de la adición. Aumentar la relación de baño implica disminuir los agotamientos principalmente de los colorantes de baja afinidad como los diclorotriacina, y provoca variaciones de intensidad y de matiz. (Cegarra, Fundamentos Científicos y Aplicados de la Tintura de Materias Textiles, 1980, págs. 506-508)

### **2.3.3. Influencia de la temperatura**

A medida que aumenta la temperatura, aumenta la energía cinética de las moléculas colorantes, provocando una caída en la sustentividad, desplazando así el equilibrio hacia la fase acuosa. Unas temperaturas mayores provocan un aumento de hidrólisis y una menor sustentividad y por tanto, una caída en la fijación.

El agotamiento del baño de tintura aumenta cuando se disminuye la temperatura y la velocidad de la tintura disminuye al disminuir la temperatura. Al elevarse la temperatura el equilibrio sustantivo se desplaza hacia el agua, por lo que solo mediante una adición de sal se logra establecer una proporción favorable.

Las altas temperaturas reducen la sustentividad y obligan en compensación a aumentar la cantidad de sal. (Cegarra, Fundamentos Científicos y Aplicados de la Tintura de Materias Textiles, 1980, págs. 508-509)

### **2.3.4. Efecto de la concentración de electrolito**

Como electrolito se utiliza cloruro de Sodio (NaCl) o Sulfato de Sodio (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), la adición de estos productos aumentan la sustentividad de los colorantes, mejorando su rendimiento y fijación.

Al elevarse la sustantividad, el equilibrio sustantivo se desplaza cada vez más a favor la fibra y se acelera su establecimiento. También el posterior montaje del colorante tras la adición de electrolito transcurre con mayor rapidez cuando ésta se aumenta, de modo que el colorante abunda menos en la fase acuosa y por tanto se hidroliza menos.

Además los procesos de enjuague y lavado deberán ser intensos ya que una completa eliminación del hidrolizado solo es viable después de suprimido el electrolito del sistema de lavado.

A mayor intensidad del proceso tintóreo, se precisan mayores concentraciones de electrolito, entonces se puede decir que cuanto mayor es la cantidad utilizada de electrolito, tanto menos será la cantidad necesaria de colorante.

El trabajo necesario para preparar y diluir grandes cantidades de electrolito puede resultar muy costoso. (Cegarra, Fundamentos Científicos y Aplicados de la Tintura de Materias Textiles, 1980, pág. 508)

### **2.3.5. Influencia del álcali**

Para ajustar el pH a un valor favorable para cada temperatura de tintura, es usual la ayuda de álcalis como soda cáustica, carbonato o bicarbonato de sodio, carbonato trio disódico y sus mezclas. Sin embargo es siempre conveniente elegir el mismo álcali y si es posible una baja temperatura que sea fácil de ajustar y de mantener constante.

En la práctica, para evitar la hidrólisis del colorante en solución, se usan álcalis débiles y se prolonga el tiempo de reacción a una temperatura constante.

La cantidad de álcali necesaria depende de la intensidad de tintura y de la proporción del baño, ya que así se puede establecer una adecuada relación entre la cantidad de colorante y la de álcali, de este modo lograr siempre la fijación final en un tiempo de tintura normal. (Cegarra, Fundamentos Científicos y Aplicados de la Tintura de Materias Textiles, 1980, pág. 508)

### 2.3.6. Influencia del pH

La etapa de adsorción de algunos colorantes reactivos se realiza a pH neutro puesto que la elevación del pH produce la reacción del colorante con la fibra o con el agua, y si el colorante no está aún adsorbido en la fibra, se incrementa la hidrólisis.

Se ha observado que al aumentar el pH cuando excede de 11 y al mismo tiempo, al combinar este efecto con la temperatura se produce una disminución de adsorción además de una mayor hidrólisis. (Cegarra, Fundamentos Científicos y Aplicados de la Tintura de Materias Textiles, 1980, pág. 508)

### 2.3.7. Efecto del tiempo de tintura

El tiempo de tintura debe adaptarse en función de alcanzar la fijación completa considerando la temperatura de teñido y el tipo de álcali.

El tiempo de tintura está limitado hacia abajo en el sentido de que si el proceso de montaje y fijación es demasiado rápido, las tinturas fácilmente pueden resultar desiguales. Lo cual deberá evitarse siempre, pues el colorante fijado ya no podrá igualarse y las tinturas deberán ser desmontadas o sobretinturas, si se desea corregirlas. (Villegas, 2014, pág. 20)

### 2.3.8. Receta de tintura de algodón con colorantes reactivos

Tabla 6 Receta de tintura de algodón con colorantes reactivos		
	Producto	Cantidad
	Colorante	%
	Dispersante	2g/l
	Igualante	2g/l
	Sulfato de sodio	...
	Carbonato de sodio	...
	Sosa cáustica R/B 1:10	...

Fuente: (Jijón & Cuasapaz, 2014, págs. 123-124)

Primeramente se introduce en el baño a 40°C los productos auxiliares como el dispersante y el igualante, cabe recalcar que en la práctica en sí, se utilizan otros auxiliares necesarios para el proceso en las máquinas a gran escala como son

secuestrantes, antiespumantes, etc. Acto seguido se coloca el material a teñir. Se trata 10 minutos y se coloca el sulfato de sodio en una primera parte, es decir la mitad de la cantidad total que se va a emplear, esto para evitar manchas en el material y permitir al colorante montarse en la fibra lentamente. Luego de 10 minutos más se coloca la segunda parte del sulfato. Se sigue tratando 10 minutos más y se coloca el carbonato. Se sube la temperatura a 60°C y se trata a esta temperatura durante 40 minutos. Luego se agrega la sosa y se continúa tratando el material a los mismos 60°C durante 20 minutos.

Concentración de colorante	Sulfato de sodio	Carbonato de sodio	Sosa cáustica
0,01 - 0,2	10	6	-
0,21 - 0,4	20	6	-
0,41 - 0,6	30	6	-
0,61 - 0,8	40	6	-
0,81 - 1,0	50	6	-
1,1 - 2,0	60	6	1
2,1 - 3	70	6	1
>3	80	7	1

Fuente: (Jijón & Cuasapaz, 2014, pág. 124)

## 2.4. Tratamientos posteriores a la tintura

Los tratamientos posteriores a la tintura tienen por misión, en un sentido más amplio, la finalización del proceso tintóreo confiriendo a la tintura efectuada las características de color y solidez exigidas, y al mismo tiempo, dejar la materia textil teñida en condiciones de ser procesada posteriormente sin dificultades.

En los procesos de tintura por agotamiento, los tratamientos posteriores suelen efectuarse en las mismas máquinas empleadas en la tintura.

### 2.4.1. Lavado

El objetivo principal de realizar un proceso de lavado posterior a la tintura es principalmente eliminar el colorante hidrolizado, para lo cual deben tenerse en cuenta factores como: el auxiliar (producto químico), agua (abundante), temperatura, pH y tiempo.



La ausencia o el manejo inadecuado de cualquiera de estos factores implicaría un proceso ineficiente que tomaría más tiempo en realizarse y con mayor gasto de agua.

El hecho de trabajar con temperaturas variadas durante el proceso de lavado, permite evitar un posible sangrado del colorante en los procesos posteriores, ya que es este factor el que facilita la remoción del colorante hidrolizado residual que está débilmente adherido al sustrato.

En cuanto al auxiliar a utilizar en el lavado, se recomienda que no sea un detergente, puesto que este producto sólo remueve el colorante hidrolizado, suspendiéndolo en la fase acuosa. En este momento es probable que se produzca un equilibrio de masa entre el colorante en suspensión y una porción de éste que trata de redepositarse nuevamente sobre la fibra de manera dispareja, lo cual puede provocar desigualdades de la tintura y afectar el matiz. (Villegas, 2014, pág. 28)

#### **2.4.1.1. Parámetros de control en la fase de lavado**

Los parámetros que deben ser controlados en el proceso de lavado para obtener los niveles de sólidos requeridas en el textil son los siguientes:

- Tiempo: para realizar la difusión del colorante del interior de la fibra a la superficie.
- Agua: solvente (medio de transporte) y diluyente para realizar la difusión del colorante del interior de la fibra a su superficie.
- Temperatura: aceleración de la difusión del colorante hidrolizado.
- Textil: torsión del hilado, construcción de la tela, densidad del bobinado
- Acción mecánica: soporte de la difusión y el desprendimiento del colorante hidrolizado.

#### **2.4.1.2. Fases del proceso de lavado**

- **Enjuague y acidulado del baño de tintura**

El objetivo es diluir la concentración de álcali, ya que la tela finaliza el proceso de tintura con un pH de 10,6 a 11,2 y estos valores pueden interferir con el agente de jabonado y además el pH influye fuertemente en la afinidad de los colorantes por la celulosa.

El enjuague acidulado se realiza a 60°C, durante 15 minutos con ácido acético o fórmico, tomando en cuenta que el pH baje a valores entre 7 y 8.

- **Jabonado**

El objetivo del jabonado es desprender el colorante no fijado en la fibra y evitar que se vuelva a redepositar.

Dependiendo del auxiliar (producto químico) de jabonado, el proceso se realiza a temperaturas de entre 80 y 90°C, durante 15 minutos.

- **Enjuagues posteriores**

El objetivo es eliminar todos los residuos de la fibra y del baño. Por lo general se realizan 2 enjuagues, uno en frío y otro a 60 °C.

#### **2.4.2. Suavizado**

El proceso de suavizado tienen por objetivo impartir al artículo un tacto agradable y liso. Gran parte de los productos suavizantes modifican además el cuerpo del género.

El tacto constituye una propiedad que no puede valorarse objetivamente. Por ello se ha creado gran número de homologaciones para designarlo. Como criterio de enjuiciamiento para los suavizantes se considera principalmente la suavidad propiamente dicha (en contraposición a la rigidez) y la lisura superficial (frote escaso).

También se valora la elasticidad al extender y comprimir un artículo. Por lo general el tacto siempre se enjuicia manualmente.

Los suavizantes se pueden clasificar por su ionogenidad.

#### **2.4.2.1. Suavizantes aniónicos**

Los suavizantes aniónicos de mayor uso son:

- Las grasas y aceites sulfonados
- Los sulfatos de alquilo
- Los productos de condensación de ácidos grasos

En general confieren un tacto lleno.

Al utilizar suavizantes en el acabado de alta calidad, es importante que dichos productos sean resistentes al calor. Los sulfatos de alquilo y los productos de condensación de ácidos grasos se comportan favorablemente ya que no amarillean.

Los suavizantes aniónicos ejercen una acción algo menor a la de los productos catiónicos y no ionógenos.

La mayoría de los suavizantes aniónicos son estables en medios alcalinos de pH hasta 9. Por lo general su estabilidad es menor en baños ácidos.

Con frecuencia se incorporan blanqueantes ópticos a los baños de acabado de alta calidad al aprestar artículos blancos. Tales blanqueantes para fibra celulósica son en general de naturaleza aniónica y para ello solamente se pueden combinar con suavizantes aniónicos o no ionógenos.

#### **2.4.2.2. Suavizantes catiónicos**

A este producto pertenecen entre otros:

- Las sales cuaternarias de amonio
- Los aminoésteres

- Las aminoamidas

Estos suavizantes desempeñan también un papel importante en el acabado de alta calidad. Son alisantes excelentes y actúan en casi todas las de fibras. Estos productos se emplean principalmente para los artículos de color. Presentan buena compatibilidad con los reticulantes usuales.

Los artículos blancos se acostumbran a blanquear ópticamente. Si se emplean blanqueantes aniónicos junto con suavizantes catiónicos se puede producir precipitaciones en el baño de apresto y salir perjudicado el grado de blanco del género.

#### **2.4.2.3. Suavizantes no ionógenos**

Entre los suavizantes no ionógenos se encuentran también emulsiones de parafina o de grasas; se utilizan como si se tratara de emulsiones aniónicas.

A este grupo pertenecen además:

- Los poliéteres glicólicos
- Los poliésteres glicólicos
- Otros productos de oxietilación

Los suavizantes no ionógenos presentan menor calidad que los productos catiónicos. Sin embargo son de aplicación universal puesto que su eficacia depende menos del pH y además son prácticamente insensibles a la dureza del agua. Constituye otra gran ventaja el que sean de buena resistencia a las temperaturas, lo cual es de suma importancia para el acabado de alta calidad.

Cabe citar también los suavizantes de silicona. Estos productos imparten un tacto liso y sedoso, es decir, el llamado “tacto de silicona”.

#### **2.4.2.4. Suavizantes reactivos**

Los suavizantes reactivos reaccionan con la celulosa, proporcionan efectos permanentes. Los más importantes son los siguientes:

- Los compuestos N-metilólicos de amidas de ácidos grasos de alto peso molecular, como por ejemplo las amidas N-metilólicas del ácido esteárico.
- Los compuestos N-metilólicos de la urea sustituida con ácidos grasos de alto peso molecular.

Se aplican principalmente para el acabado de alta calidad. Con estos productos se obtiene, además de efecto suavizante, a menudo también efectos hidrófugos.

(BASF, págs. 69-71)

## CAPITULO III

### 3. EQUIPOS DE TINTURA POR AGOTAMIENTO

El análisis una máquina de teñir, al igual que con otros tipos de máquinas, puede efectuarse desde varios puntos de vista; así, si analizamos la máquina desde el punto de vista mecánico, nos fijaremos en los dispositivos mecánicos que lo integran, su forma de acción, la resistencia de los elementos a los esfuerzos que tienen que soportar, la potencia adquirida, etc. Si por el contrario, la analizamos desde el punto de vista del proceso que en ella se realiza, nos detendremos en examinar la acción que cada uno de sus órganos ejerce para cumplir el proceso que se efectúa en la máquina; por otra parte podemos efectuar el análisis desde el punto de vista económico y nos fijaremos fundamentalmente en los consumos, la producción que efectúa y, en términos generales, en su rentabilidad. A continuación realizaremos el estudio de las máquinas de tintura desde el punto de vista de la influencia que la máquina puede ejercer sobre el proceso tintóreo. (Cegarra, Fundamentos Científicos y Aplicados de la Tintura de Materias Textiles, 1980, pág. 215)

#### 3.1. Equipos de tintura en cuerda

Estas máquinas procesan el tejido alimentado y conducido a lo largo para formar una cuerda. El efecto hidrodinámico se obtiene por medio del movimiento de la cuerda de tela o por medio del movimiento simultáneo de la cuerda y el baño de tintura, lo que garantiza un contacto homogéneo del material con el baño y un rápido intercambio de la solución de teñido dispersa en el material.

Las máquinas que funcionan con este principio son adecuadas para tratar casi todos los tejidos.

Durante el tratamiento los tejidos no sufren tensiones horizontales. Las adecuadas condiciones de funcionamiento y ajuste técnico también reducen al mínimo las tensiones longitudinales.

Una ventaja incuestionable obtenida con estas máquinas es el tacto extremadamente suave y esponjoso, particularmente adecuado a tejidos para prendas de vestir.

Los posibles problemas están relacionados con la formación de pliegues permanentes en la tela, que pueden ocasionar tonos desiguales de teñido, para telas fabricadas con fibras discontinuas o cortas. También las tensiones mecánicas pueden provocar la pérdida o remoción de pilosidad sobre la superficie. (Luckuán, 2012, pág. 46)

### 3.1.1. Barca de torniquete

Son equipos en los que el textil está en movimiento y el baño quieto. Se cose el principio con el final de la tela y se hace pasar repetidamente por el baño haciéndola girar con un torniquete. La tela, durante la tintura, en general se enrolla sobre sí misma por lo que a este método de tintura se le llama, a veces, también “tintura en cuerda”.

Tabla 8 Tipos de barcas de torniquete		
Clásicas	Abiertas	
	Tintura a presión atmosférica	
	Tela en movimiento y baño quieto	
Modernas	Cerradas	
	Es posible teñir a alta presión y temperatura	
	Tela y baño en movimiento	
Fuente: (Pesok, Introducción a la tecnología textil, 2012, pág. 592)		

La superficie del torniquete tiene por lo general, barras horizontales para que la tela no resbale. Esto podría afectar la textura y la terminación final de algunas telas livianas y delicadas.

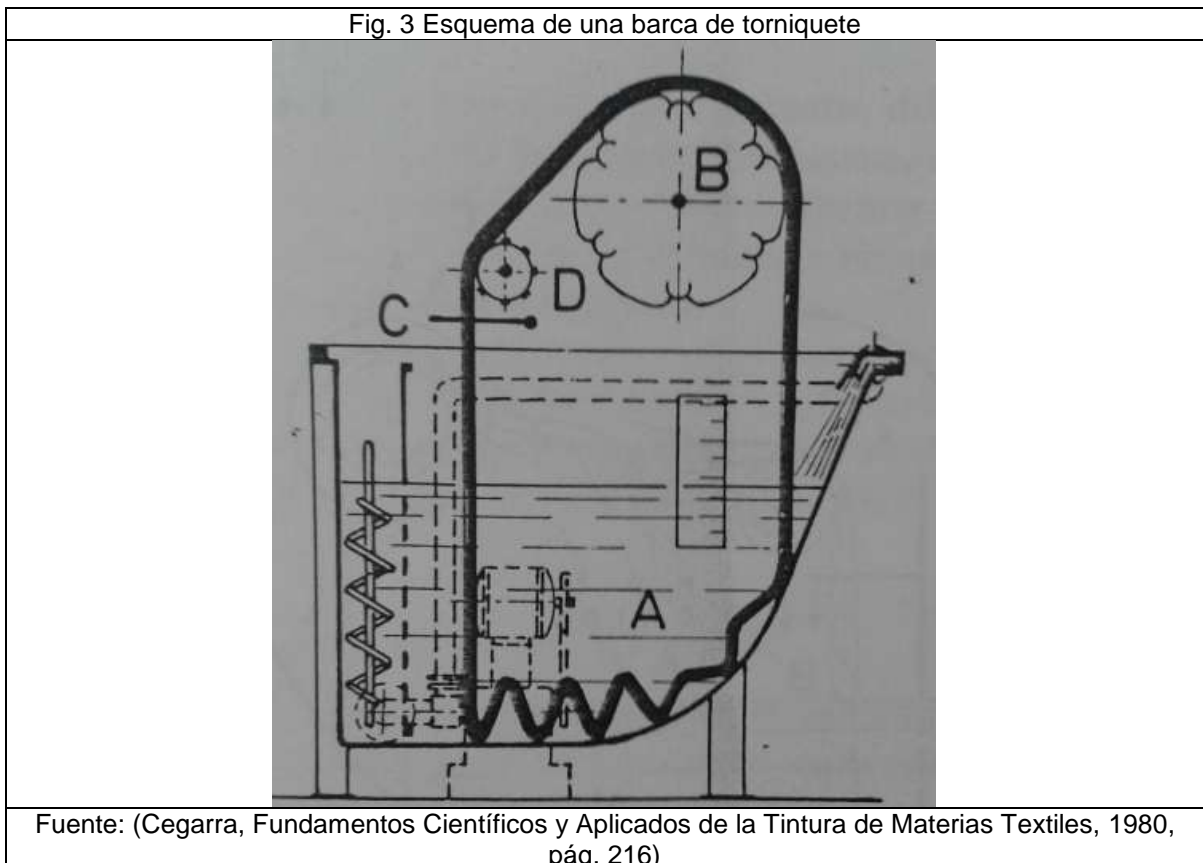
Tabla 9 Forma de la sección del torniquete	
Cilíndrica	Imprime a la tela un movimiento suave.
	Es especialmente recomendada para tela de lana.
Oval	Recomendable para tejidos livianos de algodón y viscosa.
	Ejerce sobre la tela un movimiento alternante que la mantiene suelta y abierta.
Poligonal	Recomendable para tejidos más fuertes.
	La frecuencia del movimiento alternante es mayor.
Fuente: (Pesok, Introducción a la tecnología textil, 2012, pág. 592)	

### 3.1.1.1. Desventajas de las barcas de torniquete

- La disposición de la tela “en cuerda” hace que no sea recomendable la utilización de colorantes de alta afinidad pues se pueden obtener tinturas desiguales.
- Cuando se tiñe algodón con colorantes directos, es recomendable utilizar colorantes del grupo A y no de los grupos B y C. Los colorantes tina no se pueden utilizar pues se oxidan y se insolubilizan durante el proceso de tintura.
- La diferencia de temperaturas entre en baño y la parte no sumergida de la tela también puede afectar la igualación. (Pesok, Introducción a la tecnología textil, 2012, pág. 592)

### 3.1.1.2. Esquema de la barca de torniquete

Fig. 3 Esquema de una barca de torniquete



Fuente: (Cegarra, Fundamentos Científicos y Aplicados de la Tintura de Materias Textiles, 1980, pág. 216)

- A.** Cuba de sección trapezoidal, con uno de sus lados curvados, dividida en dos compartimentos, separados por un panel agujerado; en el compartimento de mayor dimensión se aloja el tejido convenientemente plegado, mientras que



en el compartimento de menor dimensión se alojan los suministros de agua y vapor, efectuándose en él la adición de productos químicos y materias colorantes disueltos.

- B.** Elemento motriz denominado devanadera, situada en la parte superior del torniquete y cuya forma puede ser elíptica o circular, dotada de movimiento de giro con el cual efectúa la traslación del tejido desde la cubeta o recipiente inferior.
- C.** Barrotes que efectúan la separación de las cuerdas de los tejidos y evitan que estas se entrecrucen al ser arrastradas por la devanadera.
- D.** Rodillo que a veces se convierte en otra devanadera según el tipo de artículo, cuya misión es la de actuar de acompañador del tejido en la trayectoria que éste hace desde la barca hasta la devanadera.

### **3.1.1.3. Influencia de la barca en el proceso de tintura**

El proceso tintóreo de un tejido en el torniquete se lleva a cabo por agotamiento del colorante sobre la materia textil que alternativamente se encuentra en reposo y en movimiento, puesta en contacto con una solución tintórea que, en la mayoría de los casos, sólo tiene la agitación que le produce el movimiento del tejido en su seno. La disposición del tejido en forma de cuerda y la necesidad de obtener una tintura completamente uniforme, implica el que no se puedan emplear colorantes que presenten una alta afinidad por la materia textil y baja migración, ya que en este caso sería muy difícil obtener tinturas igualadas. Ello, conjuntamente con la circunstancia de la aireación que se produce por el movimiento del tejido sobre el baño, es que el torniquete no sea una máquina muy adecuada para la tintura de colorantes tina sobre los tejidos.

Se ha demostrado que al aumentar la velocidad de paso del tejido se incrementa la transferencia del colorante desde las zonas más teñidas a las menos teñidas, existiendo condiciones óptimas de transferencia para cada tipo de colorante. El incrementar la turbulencia del líquido sobre el tejido tiende a favorecer a la igualación; por lo tanto debe prestarse atención al diseño de las paredes de la cuba del torniquete, del separador o delantal y a la instalación de bombas que

permitan efectuar una circulación más enérgica de la solución en la cubeta del torniquete sin que se produzcan entrelazamientos entre las cuerdas de los tejidos.

Otro aspecto que influye sobre la igualación en la tintura con los torniquetes es la irregularidad de la temperatura existente en la solución contenida en la cubeta, y la diferencia de temperatura que tiene el tejido cuando está contenido en la cubeta y cuando se encuentra en la parte superior de la máquina. (Cegarra, Fundamentos Científicos y Aplicados de la Tintura de Materias Textiles, 1980, págs. 216-220)

### **3.1.2. Jets**

Los jets aparecen como una innovación en el diseño de equipos capaces de teñir todo tipo de telas, en forma rápida, económica y con buena igualación. El aumento, especialmente a partir de 1960 y años siguientes, de la producción y consumo de telas livianas y delicadas, como los tejidos de punto hechos de filamento de PES texturizado y también con hilado de PES de fibra corta, en mezcla íntima con otras fibras, tuvo mucho que ver con este desarrollo. Se puede señalar algunas etapas.

- 1)** La tintura de PES y sus mezclas en barcas de torniquete, a presión atmosférica, requiere el agregado de carriers, que encarece el proceso, presentan riesgo para la salud de los operadores y contaminan el medio ambiente. Como en general los carriers presentan cierto grado de volatilidad, pueden también condensar en las partes frías de la máquina o en el techo y caer luego como gotas manchando la tela.

Si las telas de PES se tiñen sin termofijar, pueden arrugarse excesivamente y, en general, para disminuir este problema, al final de la tintura, se enfría lentamente. Se debe entonces, termofijar la tela antes de teñir, lo que encarece el proceso por dos motivos: por el termofijado en sí y además porque antes de termofijar es necesario hacer un lavado previo.

- 2)** En las barcas de torniquete las partidas de tela deben ser chicas. Teñir partidas grandes entonces resulta lento y de bajo rendimiento. Una alternativa para teñir mayores cantidades de tela delicada, de PES y sus

mezclas, es hacerlo en un autoclave, con la tela arrollada en plegador que tiene también sus inconvenientes, especialmente de igualación de los orillos.

- 3) Los jiggers tampoco son adecuados para telas delicadas y elásticas, como los tejidos de punto, pues estos sufren tensiones excesivas, en los pasajes de un orillo a otro, y pueden deformarse.
- 4) La innovación entonces fue construir barcas de torniquete a presión, con circulación de baño y con mecanismos que guíen la tela lo más suave posible, sin tirones ni tensiones. Son equipos de textil y baño simultáneamente en movimiento. El baño es rociado continuamente sobre el tramo de la tela en suspensión, con lo que se logra homogenizar bastante la temperatura de teñido. De todas maneras en estas máquinas los tiempos de tintura no son muy cortos y no se eliminan totalmente las tensiones sobre la tela.
- 5) En 1967 aparecen los primeros equipos jets, que son equipos cerrados y a presión, que como innovación tienen en su interior una tobera o jet, por donde pasa la tela, junto con el baño, siendo impulsadas por la diferencia de presión generada por el efecto venturi. De esta forma las tensiones y deformaciones sobre la tela se disminuyen a un mínimo. En general el equipo debe tener un diseño y una tobera adecuados al peso de la tela que se va a teñir.

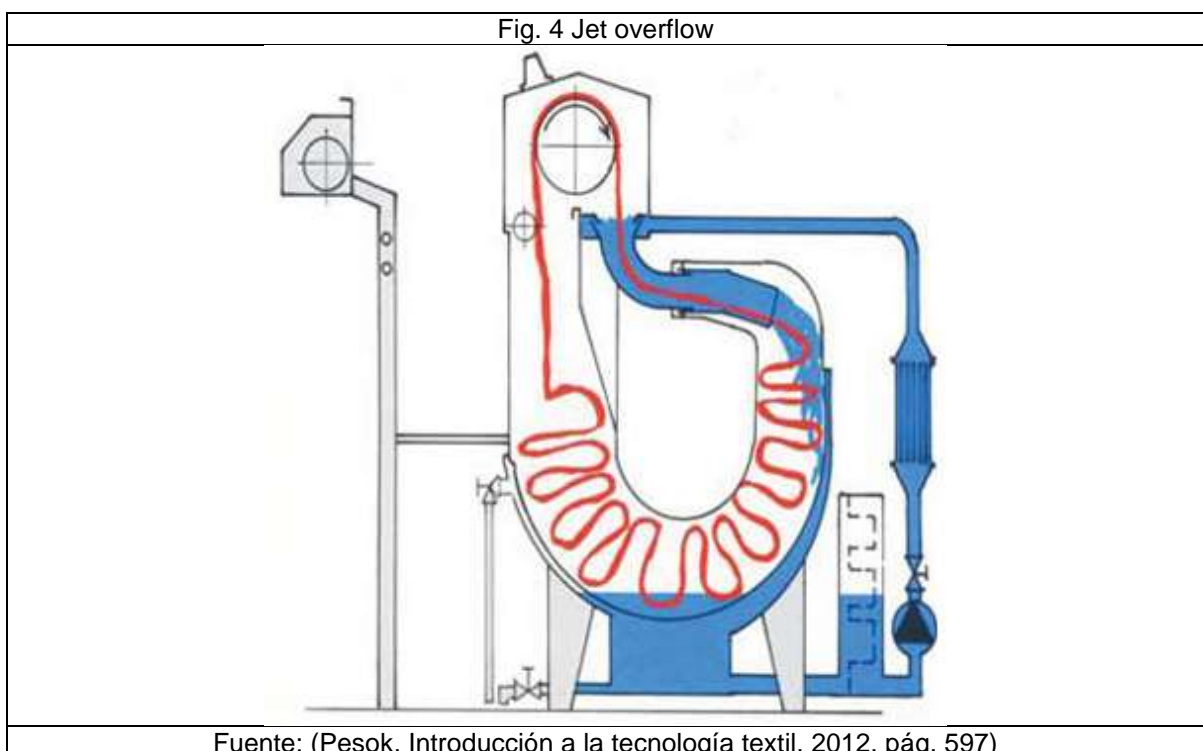
Algunos tipos y variantes son los siguientes:

- **Jets puros o de inyección directa**

Fueron los primeros jets en aparecer. En ellos la tela está parcialmente sumergida y se trata de que la misma, cosida el principio con el final, haga un pasaje por la tobera cada 3-4 minutos, para evitar así marcas y arrugas que se podrían formar si el tiempo de retención del tramo de tela plegada y sumergida en el baño, fuera mayor. En estos equipos la tobera puede ser vertical u horizontal, puede haber uno a varios rodillos o torniquetes que guíen la tela y buffles para disminuir la espuma. La velocidad de circulación de la tela puede ser de 200-300 m/min y la velocidad lineal del baño de 1000-1400 m/min.

- **Jets de flujo progresivo u overflows**

Son muy adecuados para las telas más delicadas, como tejidos de punto muy abiertos y deformables, hechos con hilados de fibras discontinuas muy delicadas, como por ejemplo la lana. En este tipo de equipo la tela, cosida el principio con el final y parcialmente sumergida, el baño no se mueve por la acción de la tobera o jet: el baño es impulsado por una bomba y cuando llega al rebosadero arrastra la tela que va suelta, sostenida solamente por un rodillo o torniquete guía. La velocidad de la tela es de 150 m/min y la velocidad del baño de 200 m/min. Es decir las velocidades son bastante más bajas que en un jet puro.



- **Jets airflow**

En la tobera de estos equipos se genera un spray, mezcla de aire y solución de tinte, que impulsa a la tela. El movimiento de la tela es guiado por un pequeño molinete. El baño de tinte en forma de spray, difunde en el textil y su exceso es reciclado. Con este sistema se logran relaciones de baño de 1:4 a 1:1,5, con notable ahorro de energía, colorantes y productos auxiliares. Es un equipo muy conveniente para la tinte de telas delicadas, de fibras artificiales, sintéticas y

mezclas de estas con algodón. En cortos tiempos de tintura se obtienen teñidos libres de arrugas con excelente igualación de color.

#### **3.1.2.1. Ventajas de la tintura en jets**

- La tela queda con menos arrugas, pues al salir la tela de la tobera, el baño se mueve más rápido y la tela entonces flota, sin tensión y sin tocar las paredes del equipo.
- La alta turbulencia a la salida de la tobera mejora la igualación del color.
- Se puede teñir PES sin termofijado previo. Esto es muy importante pues las telas quedan mejor, con más cuerpo y más volumen. Permite ahorrar, además, el imprescindible lavado previo al termofijado: se hace simplemente un lavado sencillo en el mismo equipo de tintura. Se tiñe y luego, si es necesario, se termofija. En este caso los colorantes dispersos utilizados deben resistir las temperaturas de termofijado y no sublimar, pues en caso contrario, la tela podría quedar de color diferente o más claro al previsto.
- Si bien el PES es lo que más se tiñe en los jets, también puede teñirse acrílico, poliamida y mezclas de fibras celulósicas o lana con fibras sintéticas. Se puede teñir tanto telas planas como tejidos de punto.
- Con la tintura en jets se obtiene un importante ahorro de energía pues, en general, los ciclos de tintura son más cortos y las relaciones de baño menores. Se debe sin embargo, calentar lentamente (el PES a 3-5°C/min, el acrílico 1°C/min) y también enfriar lentamente para evitar arrugas, especialmente si se trata de PES sin termofijar. La tela debe recorrer dentro de la máquina un ciclo cada 3-4 minutos, si no, pueden producirse arrugas o marcas.

#### **3.1.2.2. Desventajas de la tintura en jets**

- La espuma puede ser un problema importante. A causa de la espuma puede enredarse la tela y producirse cavitación de la bomba. Para disminuir estos inconvenientes es necesario agregarse antiespumantes estables en las condiciones de la tintura

- Si bien se ahorra energía térmica por menor uso de vapor, puede haber un gasto importante de energía eléctrica debido al funcionamiento de las bombas de recirculación de baño.
- Si la tela está construida con hilado de fibras discontinuas y rígidas, como es el caso de PES, puede producirse pilling por la frotación tela/baño.
- Si la tintorería tiñe muchas partidas diferentes, el ajuste de las condiciones de trabajo, para cada partida, puede ser difícil y requerir mucha experiencia.
- Las telas, especialmente las muy livianas, tienden a flotar, enredarse o apretarse en la cuerda, formar nudos, etc. En este caso hay que parar el proceso, enfriar y librar la tela a mano, lo que es un gran inconveniente por la pérdida de tiempo, energía, jornales, etc. Los jets modernos poseen alarma de atascamiento y medidores de velocidad de la tela, programadores de temperatura, de apertura y cierre de válvulas, mecanismos externos para la carga y descarga de tela, etc. (Pesok, Introducción a la tecnología textil, 2012, págs. 594-596)

### **3.2. Equipos de tintura abierta**

Estos sistemas se utilizan para teñir tejidos de ancho, abiertos o extendidos. Pueden también ser utilizados para llevar a cabo tratamientos de pre teñido y de ennoblecimiento.

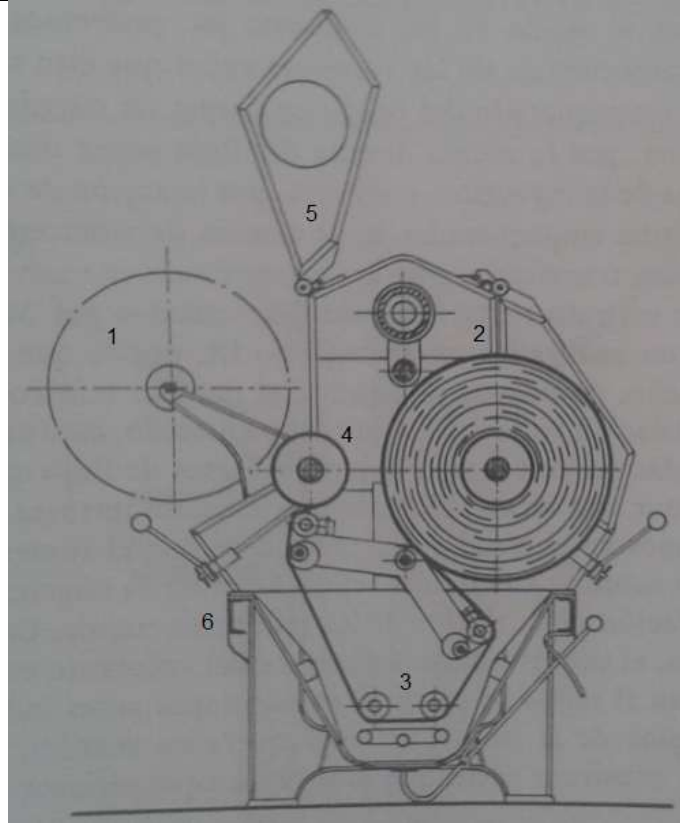
Entre las máquinas utilizadas para tratamientos de ancho abierto cabe señalar las mercerizadoras, jiggers, foulard, sistemas continuos de lavado, ramas. (Luckuán, 2012, pág. 46)

#### **3.2.1. Jigger**

Se denomina Jigger a la máquina empleada para efectuar tratamientos en húmedo sobre artículos al ancho, cuando se opera por lotes de materia. Cuando esta máquina se emplea para efectuar tinturas, la podemos clasificar dados sus principios de trabajo y los criterios previamente establecidos, como máquina que tiñe por el sistema de agotamiento con baño estático y materia textil en movimiento.

### 3.2.1.1. Esquema del jigger

Fig. 5 Esquema del jigger



Fuente: (Cegarra, Fundamentos Científicos y Aplicados de la Tintura de Materias Textiles, 1980, pág. 230)

- 1) Dos cilindros de arrollamiento en donde se dispone el tejido convenientemente arrollado, sin arrugas y con los orillos perfectamente en línea. Estos rodillos tienen movimiento de giro y permiten el paso del tejido de un rodillo a otro.
- 2) Un equipo motriz, mecánico o eléctrico, que hace girar a los rodillos para efectuar el movimiento de arrollado y desenrollado del tejido. El dispositivo de movimiento puede ejecutarse de diferentes formas, tendiéndose actualmente a que ambos rodillos tengan movimientos propios y permitan efectuar el arrollado y desenrollado del tejido sin que este sufra tensiones excesivas.
- 3) Una artesa de forma trapezoidal contiene la solución tintórea, en la que se impregna el tejido. En esta cubeta existen unos rodillos guías que facilitan el recorrido del tejido en la solución tintórea y a la vez permiten que el arrollado

se efectúe en posición más conveniente. Así mismo en dicha cubeta va instalado el serpentín de vapor para efectuar el calentamiento de la solución.

- 4) Un dispositivo ensanchador, formado por barras curvadas, de tipo basculante, que tiene por misión eliminar las arrugas del tejido antes de que éste sea arrollado en los cilindros arrolladores.
- 5) Cubierta de acero inoxidable provista de vidrio para cerrar el jigger y evitar un enfriamiento excesivo del tejido.
- 6) Dispositivo de control de calentamiento del baño y regulación automática del proceso.

En realidad, los recientes mejoramientos introducidos en esta máquina, tales como disminución al mínimo de la tensión de arrollamiento del tejido, menor consumo de vapor y una mejor regulación en el control del proceso. No han modificado esencialmente los principios básicos fundamentales de la tintura con este tipo de máquina, sino más bien han ido dirigidos a obtener tejidos con menores distorsiones estructurales y a controlar de una forma más eficiente el proceso de tintura. (Cegarra, Fundamentos Científicos y Aplicados de la Tintura de Materias Textiles, 1980, págs. 229-232)

### **3.2.1.2. Cuidados y precauciones en la tintura con jiggers**

La tintura con jiggers puede presentar problemas de igualación y de alteración de la estructura y el aspecto de la tela.

La igualación dependerá de:

- El pick up de la tela y su enrollado uniforme.
- El intercambio de líquido intersticial de la tela con el baño de tintura.
- La relación del volumen del baño al peso total de la tela.
- La relación del volumen del baño al volumen de líquido intersticial.
- La cantidad de pasadas de la tela, en un sentido y en otro. La cantidad de pasadas será igual al tiempo total de tintura, dividido, el tiempo de cada pasada. El tiempo de cada pasada dependerá de la velocidad de la máquina y del largo de la partida de tela que se está procesando. Si cargamos mucha



tela, el tiempo que dura cada pasada será muy largo, la tela fuera del baño se enfriará, especialmente si es un jigger abierto, y aparecerán problemas de igualación.

- La concentración uniforme del colorante en el baño y la forma como esta adicionado. A veces se agrega todo antes de la primera pasada y otras veces es conveniente adicionarlo poco a poco, entre pasadas.
- La temperatura del baño debe ser lo más uniforme posible ya que el baño en general no tiene agitación.
- La afinidad del colorante en el baño. Si el colorante es de gran afinidad seguramente se producirán diferencias de tono. (Pesok, Introducción a la tecnología textil, 2012, págs. 590-591)

### **3.3. Equipos de tintura en prendas**

Pertenece a los sistemas discontinuos. Las máquinas más modernas están equipadas con sistemas rotatorios, donde se aplican bajas relaciones de baño y el material se carga en una canastilla perforada, que gira a velocidad variable. Una vez que el proceso de tintura se ha completado, el sistema elimina el baño excedente de la tela mediante un centrifugado. (Luckuán, 2012, pág. 46)

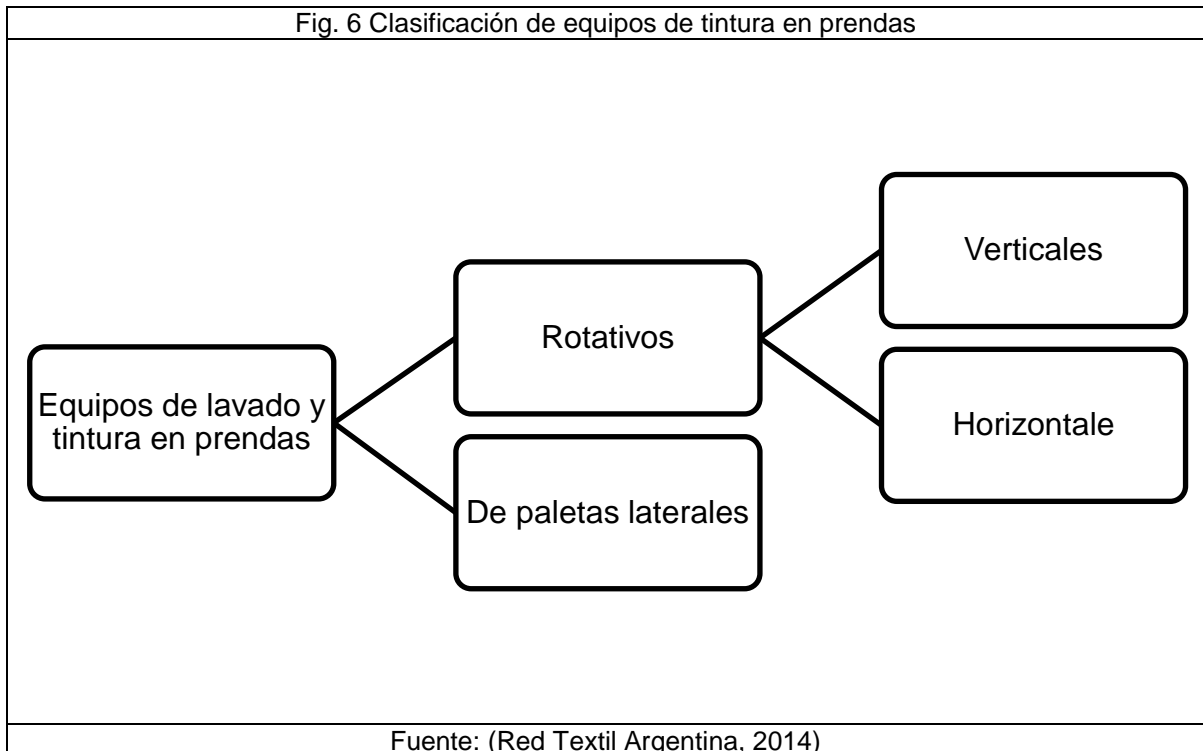
#### **3.3.1. Evolución de los equipos de lavado y tintura**

La evolución, tanto estética como funcional de los equipos de lavado y tintura en prendas, ha sido muy importante, sobre todo en los últimos años, con la aplicación de la microelectrónica. En los aspectos estéticos y tecnológicos, algunos modelos actuales a más de cumplir su proceso, dejan ropa seca, incluso poseen controladores de tiempo, sensores que controlan la velocidad y la temperatura, algoritmos de recolocación de ropa para evitar excesivas vibraciones durante el centrifugado, etc. (Cadena, 2009)

#### **3.3.2. Clasificación de los equipos de lavado y tintura de prendas**

Los equipos de lavado y tintura en prendas, se clasifican de la siguiente manera:

Fig. 6 Clasificación de equipos de tintura en prendas



Fuente: (Red Textil Argentina, 2014)

### 3.3.2.1. Equipos rotativos

El primer equipo rotativo fue conocido a fines de los años 30. Contaba con una jaula central y una puerta lateral a lo largo del eje del tambor.

Estos equipos están aún en uso en algunas fábricas. Posteriores desarrollos basados en equipos de limpieza en seco, pasaron a contar con puerta de descarga frontal y la posibilidad de realizar una hidroextracción por la rotación de alta velocidad del mismo tambor.

Existen varias compañías que en la actualidad construyen este tipo de máquinas, como por ejemplo: Flainox y Maino. Equipos Dytex construida por Neil y Spencer continúan aun operando en muchas tintorerías de prendas, pero su fabricación no es común.

Las características generales de este tipo de máquinas son las siguientes: 3000 litros de baño, relación de baño de 15:1 a 25:1, velocidad de tambores de 16 rpm o mayor y el calentamiento se realiza por intercambiadores de calor externos.

Existen desarrollos de estos equipos con tambores, con tres divisiones y un eje central para la inyección del baño; esto produce una mejor circulación, permitiendo una velocidad de giro del tambor más baja y una mejor apariencia de la prenda.

Estos equipos son especialmente utilizados para prendas de tejido de punto de algodón y algunas de corsetería. Aún partidas cortas de telas para tapicería pueden ser teñidas y terminadas en forma satisfactoria.

Los equipos rotativos se clasifican en, equipos verticales y equipos horizontales, en ambos casos, el principio de funcionamiento se basa en el giro de un tambor perforado, sobre un recipiente estático, el cual contiene el baño. El movimiento del tambor perforado, permite la mezcla del baño con las prendas. Se puede añadir temperatura al baño, obteniéndose en el equipo los medios necesarios para que se cumpla el proceso de tintura o lavado.

El movimiento es provocado por un motor eléctrico que está unido mediante un eje al tambor. En la lavadoras automáticas hay un programador que permite que la lavadora realice distintos procesos de lavado según se seleccione, con distintas velocidades de giro, ciclos en los que permanece la lavadora girando a la temperatura deseada. (Red Textil Argentina, 2014)

#### **3.3.2.1.1. Equipos rotativos verticales**

En estas máquinas la carga de prendas se la hace por la parte frontal de las máquinas, en donde existe una puerta que sirve para la carga y descarga de las prendas.

#### **3.3.2.1.2. Equipos rotativos horizontales**

En estas máquinas la carga de las prendas se la realiza por la puerta ubicada en la parte superior de la máquina. Este tipo de lavadoras suelen ser las más utilizadas debido a la comodidad ergonómica que ofrecen, debido a que la persona que la utiliza no tiene que agacharse para cargar y descargar las prendas, de esta manera, no se adopta posiciones incómodas para la espalda.

### **3.3.2.2. Equipos de paletas laterales**

Los de paletas laterales fueron realizados originalmente de madera, pero hoy se los construye de acero inoxidable, tienen una forma oval con una isla central conformada por una chapa metálica perforada.

La circulación tanto del baño como de las prendas es efectuada por una serie de paletas cuyo eje central está situado entre uno de los lados más largos del ovalo y la isla central, pero por encima del nivel del agua. La capacidad de estos equipos puede variar hasta por encima de los 600 litros, con una velocidad de las aspas de las paletas de 8 a 20 rpm, las cuales están sumergidas hasta la mitad de la altura del baño.

La relación de baño es usualmente alta, siendo de 1:25 la más baja.

El suave movimiento de las paletas hacen ideal estos equipos para la tintura de prendas delicadas, como la lana y tejido de punto de acrílico.

La agitación y movimiento de las prendas se ve favorecido por la inyección de vapor directo en el baño, como también de aire comprimido en forma alternativa, si se utiliza serpentín cerrado.

La desventaja más importante de estos equipos, es que al final del proceso, las prendas están totalmente impregnadas con agua y deben ser secadas en este estado y llevadas a una centrifuga para remover la mayor cantidad de agua antes de ser secadas. (Red Textil Argentina, 2014)

### **3.3.3. Equipos sofisticados de procesamiento de prendas**

Para tener una idea más clara de los equipos de lavado y tintura de prendas, se investigó algunos de los equipos que están produciendo los fabricantes más reconocidos. También obtendremos datos relevantes que pueden contribuir al diseño de nuestro equipo.

### 3.3.3.1. Máquinas para teñir cosmotex

Fig. 7 Lavadora Industrial para 10Kg



Fuente: (COSMOTEX, 2014)

#### 3.3.3.1.1. Características

Las lavadoras COSMOTEX, están equipadas con un microprocesador y una pantalla táctil digital a color. El software made in COSMOTEX optimiza las funciones de la máquina y permite el control de todas las operaciones: control automático del baño, tiempo de ciclo, temperatura, tiempo de inversión, velocidad de rotación, así como la programación y almacenamiento de un ancho número de recetas. Posibilidad de establecimiento de una red Ethernet para que las máquinas puedan ser controladas desde la oficina con un PC supervisor.

#### 3.3.3.1.2. Controlador

La estructura y características técnicas de las lavadoras industriales COSMOTEX, permite importantes y directos ahorros en agua, electricidad y productos químicos. Son aptas para realizar cualquier tipo de lavado stone-wash, enzimático, bleach, etc., así también como distintos acabados sobre prenda confeccionada. Estructura de las lavadoras industriales de gran robustez construida con acero inoxidable, soldadura ecléctica y tratamiento con arena. Lavadoras equipadas con

fuertes palas para soportar el stone-wash que garantizan unos acabados uniformes en todos los lavados.

### **3.3.3.1.3. Características técnicas**

- Capacidad: 10kg
- Volumen del tambor: 100litros
- Diámetro del tambor: 530mm
- Profundidad del tambor: 465mm
- Diámetro de la puerta: 310mm
- Tambor de acero inoxidable
- Envolvente de acero inoxidable
- Frontal de la máquina 100% acero inoxidable
- Velocidad: 0-45 rpm
- Variador de velocidad: Incluido
- Inversión de giro: Incluido
- Inversión de giro ajustable: Incluido
- Contador de litros: Incluido
- Control de temperatura: Incluido
- PT-100 sensor de temperatura: Incluido
- Control de tiempo: Incluido
- Potencia del motor: 0.75 kW
- Software, PLC, Pantalla táctil: Opcional
- Gradiente de temperatura: Opcional
- Mezcla de agua fría y caliente: Opcional
- Longitud: 1.250mm
- Profundidad: 900mm
- Altura: 1.000mm

### 3.3.3.2. Máquinas para stone wash y tintura suzuki



Lavadora destinada para el procesamiento de jeans y tintura. Dotada de tanque mezclador, bomba de reciclaje y controles de procesamiento computarizados.

#### 3.3.3.2.1. Estructura

Posee una cabecera en acero SAE 1020, revestidas internamente por chapas de acero inoxidable AISI 304. La base y la parte superior están construidas en perfiles de acero SAE 1020 en forma de "I". Todas las partes de la estructura reciben tratamiento anticorrosivo.

#### 3.3.3.2.2. Tambor externo

El tambor externo es de forma cilíndrica, de espesor propio para trabajo con jeans. La puerta superior es de tipo corrediza y la puerta inferior tipo basculante, posibilitando un mejor acceso al cesto para la carga y descarga de material.

Todas las partes que van a estar en contacto con el baño son de acero inoxidable AISI 304.

### **3.3.3.2.3. Tambor interno**

El tambor interno es construido de acero inoxidable AISI 304, con estructura perforada.

### **3.3.3.2.4. Comandos**

- Tiempos de operación controlados por temporizador digital, que controla también el movimiento rotacional cíclico del equipo.
- Entrada de agua con control manual dimensionada para el llenado rápido, con visor de nivel frontal a escala.
- Entrada de vapor con control manual de temperatura analógico, para verificar la temperatura del baño.
- Descarga de agua por gravedad, con control manual, dimensionada para el rápido desagüe.
- Dosificador para la entrada de productos químicos.
- Estacionamiento neumático para posicionar el cesto para la carga y descarga de material.



## **PARTE PRÁCTICA**

### **CAPITULO IV**

#### **4. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS**

Se ha visto conveniente realizar un estudio de alternativas, debido a que se tiene tres clasificaciones de equipos de lavado y tintura en prendas, y es necesario basar el diseño en la alternativa más conveniente.

##### **4.1. Determinación de los parámetros de diseño**

Como primer paso para el diseño de la lavadora tinturadora de prendas, se determina la necesidad existente en la Planta Académica Textil de la Universidad Técnica del Norte de un equipo de procesamiento de prendas, importante para la formación académica de los estudiantes de Ingeniería Textil.

De las consultas y visitas realizadas a los escasos productores nacionales, empíricos, de este tipo de equipos, se determina que los precios de un equipo con una capacidad de procesar de 5 a 10Kg de prendas se encuentran entre 10 000 y 15 000 dólares americanos.

##### **4.2. Restricciones y limitaciones**

Luego de un análisis y estudio de mercado, las principales restricciones y limitaciones para el diseño del equipo lavadora tinturadora de prendas es:

- Los materiales que existen en el mercado nacional no permiten tener una gama amplia de alternativas para realizar un diseño liviano y que cumpla con las expectativas del cliente (estudiantes).
- Los equipos electrónicos que permiten el funcionamiento automático del equipo, elevan el costo aproximadamente en un 50%.

### **4.3. Determinación de los parámetros funcionales**

Para determinar los parámetros de diseño que intervienen en el equipo lavadora tinturadora de prendas, se consideran las necesidades, requerimientos y condiciones de trabajo a las que va a estar sometido el equipo. Los parámetros que se consideran para el diseño son los siguientes:

- Capacidad de carga
- Tamaño y peso
- Materiales
- Costos
- Procesos
- Mecanismos
- Ambiente de trabajo

#### **4.3.1. Capacidad de carga**

Según el requerimiento del diseño. El equipo tendrá una capacidad aproximada de trabajo, con hasta 30 litros de agua. Desde la parte técnica, textil, la capacidad estará definida de acuerdo a la relación de baño que utilicemos.

#### **4.3.2. Tamaño y peso**

Este parámetro es muy importante en el diseño, porque el peso y las dimensiones tienen mucho que ver con la facilidad de transporte y puesta en funcionamiento en el lugar donde vaya a ser instalada.

El peso dependerá de las dimensiones y de los materiales que se utilicen en la construcción.

#### **4.3.3. Materiales**

Para la construcción del equipo, se considerará utilizar materiales resistentes a la corrosión y que se los pueda encontrar en el mercado local. Los materiales que se van a utilizar para la construcción del equipo son: los aceros AISI 304 y el A316L.

Los accesorios que se utilizan ya sea por requerimiento o por protección son: motor reductor, poleas, bandas, también se utilizarán materiales como pernos, remaches, rodamientos, entre otros.

#### **4.3.4. Costos**

El costo de diseño y construcción del equipo es un factor importante, ya que de ello dependerá la viabilidad de este proyecto.

El costo debe estar considerado tanto para el diseño, como para la construcción este debe ser equilibrado, es decir debe ajustarse a nuestras posibilidades económicas, permitiéndonos construir un equipo eficiente.

El costo de construcción del equipo, dependerá de la calidad y accesorios utilizados, cuyo valor varía de acuerdo la marca y a la tecnología.

#### **4.3.5. Procesos**

El equipo va a realizar procesos algunos procesos húmedos discontinuos. Los principales serán, lavados, descrudes, tinturas y suavizados en prendas de algodón.

#### **4.3.6. Mecanismos**

Se refiere a la complejidad o facilidad del sistema mecánico para realizar su trabajo. También se toma en cuenta la frecuencia de mantenimiento, a mayor facilidad y menor frecuencia es mejor.

#### **4.3.7. Ergonomía**

Son las facilidades o dificultades que el equipo presenta para su operación.

#### **4.3.8. Ambiente de trabajo**

El equipo al cumplir procesos textiles de acabados de prendas de vestir, estará bajo techo, es decir, no estará expuesta al ambiente externo.

Un factor de suma importancia es la cantidad de espacio que ocupa el equipo, ya que en base al espacio y el número de equipos estarán diseñadas las estructuras de la planta textil. En este caso, al ser un equipo de laboratorio, va a ocupar poco espacio.

#### **4.4. Análisis de alternativas**

Al tener dos clasificaciones de equipos de procesamiento de prendas, una de acuerdo a su estructura y la segunda de acuerdo a su mecanismo, vamos a seleccionar la más conveniente.

##### **4.4.1. Lavadora tinturadora vertical:**

También conocida como lavadora de carga frontal, cuya carga se la realiza por la parte frontal.

- Capacidad

Este tipo de máquinas son recomendables tanto para pequeñas, como grandes capacidades, por su facilidad de carga y su alto rendimiento.

- Tamaño y peso

El tamaño y peso está en relación directa con la capacidad de producción que deseamos obtener.

- Materiales

Tiene doble cámara aislante en el costado de atrás, para que no pase la temperatura del baño y entre en contacto con el sistema mecánico.

- Costos

Mayor costo por que se ocupa más materiales.

Es más complicada la construcción de la tapa frontal, ya que debe ser estructura hermética, para que no haya fugas del baño.

- Procesos

Hablando técnicamente sobre los procesos textiles que van a realizar, este equipo va a tener mayor consumo de agua y por ende de producto químico, ya que la tina base es cuadrada y el cilindro perforado, de forma cilíndrica, lo que nos va a aumentar en los costos de producción.

- Mecanismos

Sufre mayores esfuerzos al tener un solo soporte, a diferencia del equipo de carga horizontal, por lo que tienden a desgastarse con rapidez los rodamientos y a dar problemas frecuentes de mantenimiento.

- Ergonomía

La carga y descarga de prendas se facilita por el lugar donde se encuentra la puerta de carga y descarga de material, en la parte frontal del equipo.

#### **4.4.2. Lavadora tinturadora horizontal**

También conocida como lavadora de carga superior, cuya carga se la realiza por la parte superior.

- Capacidad

Este tipo de máquinas no son recomendables para grandes capacidades de producción, ya que se vuelven difíciles de manejar y sus dimensiones se vuelven exageradas.

- Tamaño y peso

Las dimensiones físicas no es un gran problema en bajas capacidades, pero al aumentar la capacidad, aumentan las dimensiones de la máquina, ocupando mayor espacio físico.

- **Materiales**

La construcción del equipo se realizara con materiales anticorrosivos al igual que en el otro equipo. Existe un pequeño ahorro en lo que se refiere materiales aislantes.

- **Costos**

El costo de fabricación es más económico, ya que se utiliza menor cantidad de materiales y las operaciones de construcción son menos complicadas.

- **Procesos**

Hablando técnicamente sobre los procesos textiles que va a realizar este equipo, va a tener menor consumo de agua y por ende de producto químico, ya que la tina base es cilíndrica al igual que el cilindro perforado, disminuyendo las dimensiones existentes entre ambos.

- **Mecanismos**

La construcción del sistema de transmisión de movimientos es más sencilla, además tiene doble soporte, lo que nos garantiza mayor estabilidad. Con la estabilidad del sistema mecánico obtenemos mayor vida útil del equipo y menos mantenimiento.

- **Ergonomía**

La carga y descarga de material la realiza por la parte superior. En equipos de pequeñas capacidades, no hay inconveniente, pero en equipos de grandes capacidades si lo hay, ya que la tapa no está al alcance del operador.

#### **4.4.3. Equipos de paletas laterales**

También se les conoce a las paletas laterales, como aspas.

- Capacidad

Al ser la relación de baño 1:25, significa que las máquinas deben contener bastante agua para procesar pocas prendas.

- Tamaño y peso

Las dimensiones físicas están en relación directa con la capacidad.

- Materiales

La construcción del equipo se realizara con materiales anticorrosivos. Nos ahorraremos una pequeña cantidad de acero inoxidable al tener esta máquina una sola tina, en la cual el baño va a moverse por medio de la agitación de las aspas.

- Costos

Trabajan con aire comprimido para tener buena circulación del baño, lo que nos va a ocasionar costos adicionales de proceso.

- Procesos

Tienen un suave movimiento de las paletas laterales, ideales para tejidos delicados, como por ejemplo lana y tejido de punto de acrílico.

Este equipo va a tener un mayor consumo de agua y por ende de producto químico por utilizarse una alta relación de baño.

- Mecanismos

La construcción del sistema mecánico de este equipo es la menos complicada ya que con una simple transmisión de movimientos desde el motoreductor se trasladara el movimiento al eje que contiene las aspas.

- Ergonomía

Se complica la operación de este tipo de máquinas, ya que muchas veces se enredan las prendas en las paletas laterales.

#### 4.5. Selección de alternativas

Tabla 10 Selección de alternativas								
SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS								
EQUIPOS	PARÁMETROS FUNCIONALES							
	Capacidad de carga	Tamaño y peso	Materiales	Costos	Procesos	Mecanismos	Ergonomía	TOTAL
Rotativos verticales	10	10	8	8	5	5	10	56
Rotativos horizontales	8	10	10	10	10	10	8	66
De Paletas Rotativas	5	5	10	5	8	10	8	51

Fuente: José Saltos

#### Factores de ponderación:

- Calificación baja: 5
- Calificación media: 8
- Calificación alta: 10

Según las alternativas planteadas, podemos determinar que los equipos Rotativos Horizontales tienen la ponderación más alta, por lo cual este será la base para la construcción de nuestro equipo. Éste equipo cumple al 100% con los parámetros funcionales, como son: tamaño y peso, materiales, costos, procesos, mecanismos; en cuanto a la capacidad de carga y la ergonomía, se dificultarían si se fuese a construir un equipo para grandes producciones ya que sus dimensiones se volverían exageradas, pero este no es el caso, así que no habría inconveniente.



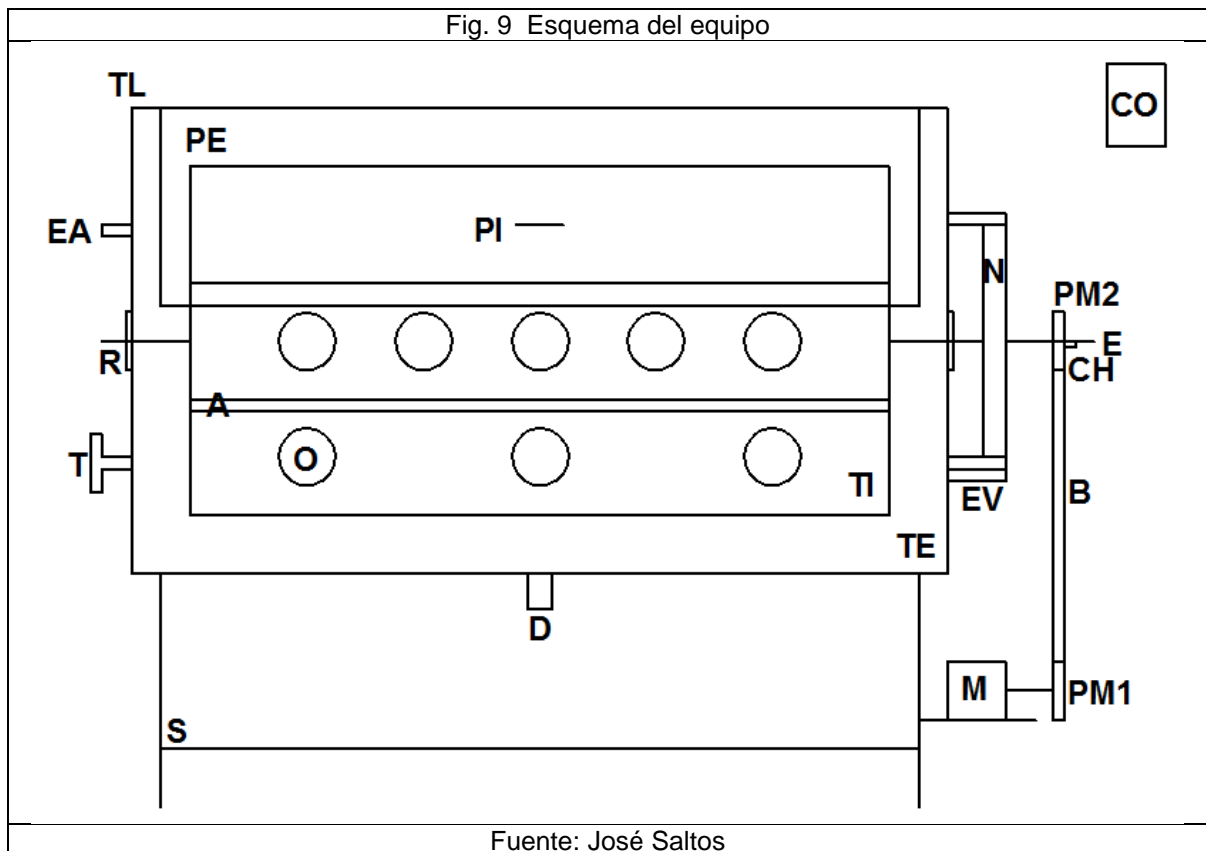
## CAPITULO V

### 5. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL EQUIPO

#### 5.1. Diseño del equipo

Considerando que equipo realizara principalmente lavados y tinturaras, estará en contacto con ácidos, detergentes, sosa caustica, entre otros productos químicos, por lo tanto se utilizará láminas de acero inoxidable A316L para construir el tambor estático y tambor giratorio, así como puertas deslizantes, aldabas y ejes que soportan el cuerpo giratorio. El acero inoxidable A316L es resistente frente al ataque de ácidos y álcalis así como a la corrosión causada por fisuras de tensión en presencia de ciertos medios, gracias a su contenido de molibdeno.

##### 5.1.1. Esquema del equipo



Como punto de partida del diseño del equipo lavadora – tinturadora de prendas se ha realizado un esquema, en donde se representan los elementos principales que lo constituirán.

- **TE** Tambor exterior
- **TI** Tambor interior
- **TL** Tapas laterales del tambor exterior
- **PE** Puerta del tambor exterior
- **PI** Puerta del tambor interior
- **CO** Control eléctrico del equipo
- **M** Motoreductor
- **PM1** Polea motriz
- **PM2** Polea movida
- **B** Banda
- **E** Eje
- **CH** Chaveta
- **R** Rodamientos
- **S** Soporte o bancada
- **O** Orificios del tambor interior
- **A** Aspas del tambor interior
- **D** Desfogue
- **EA** Entrada de agua
- **EV** Entrada de vapor
- **T** Termómetro
- **N** Nivel

### **5.1.2. Tambor exterior**

El tambor exterior será el elemento estático que contendrá el baño. Será un cilindro de acero inoxidable A316L. Básicamente será la carcasa del equipo y punto de referencia para el diseño y construcción del resto de elementos.

Para el cálculo del volumen del tambor se necesita la capacidad máxima con que podrá trabajar el equipo. El equipo se diseña para procesar 4Kg de tejido con una relación de baño de 1:10, lo cual significa que se necesitará 40 litros de agua.

Considero que el equipo deberá estar lleno hasta la mitad con los 40 litros de agua más los 4Kg del material que se va a procesar, para que haya una buena homogenización del material mediante el movimiento del tambor interior, por lo que el equipo se diseñará para 88 litros de agua, equivalente a 0,088m<sup>3</sup>.

### 5.1.2.1. Cálculo del diámetro del tambor exterior

Para encontrar las dimensiones adecuadas se procede al análisis de las dimensiones de planchas que existen en el mercado nacional, teniendo que las medidas estándar son 1220 x 2440mm.

$$Dtambor = \sqrt{\frac{4 \times V_{tambor}}{\pi h}}$$

*En donde:*

*h=altura*

*h=0,7m*

$$Dtambor = \sqrt{\frac{4 \times 0,088}{\pi \times 0,7}}$$

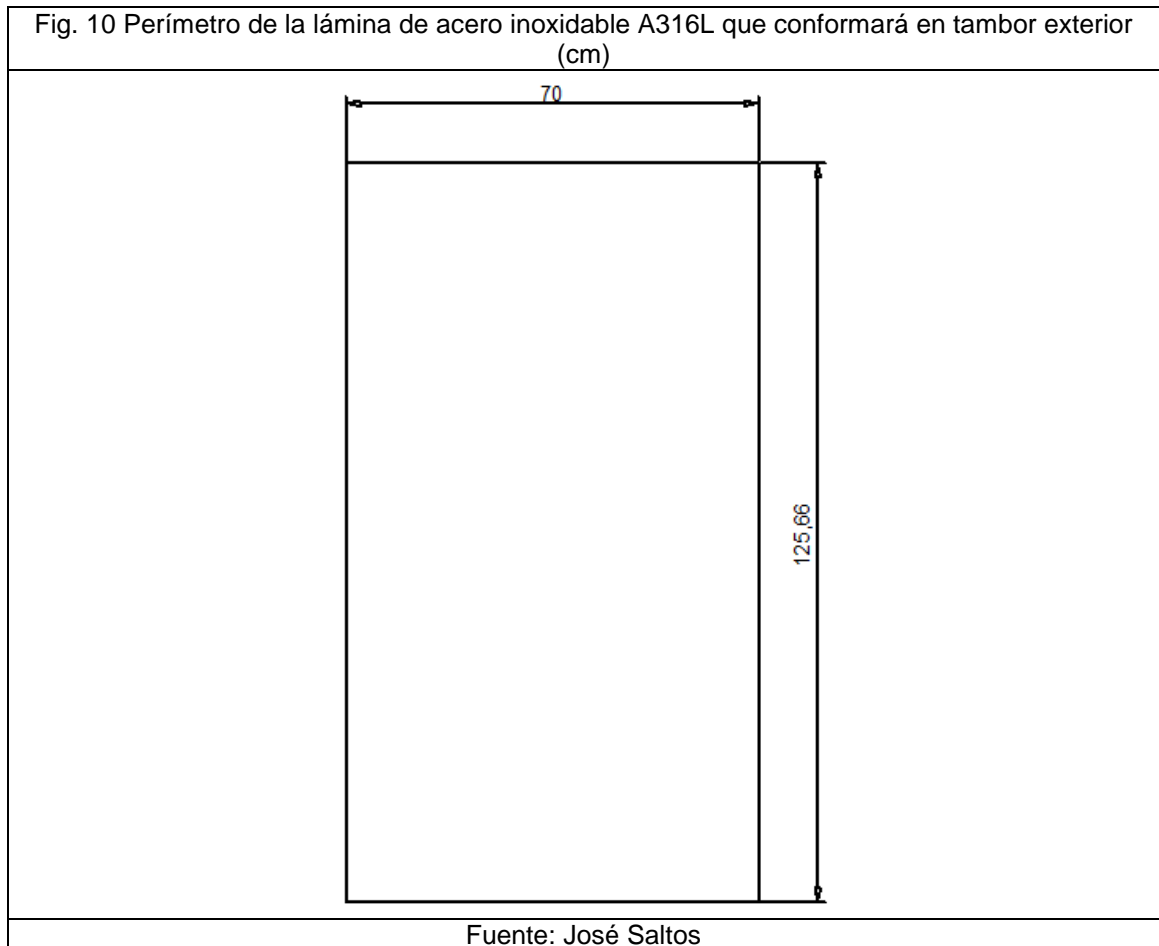
*Dtambor = 0,400m, equivalente a 400mm.*

$$Perímetro = Dtambor \cdot \pi$$

$$Perímetro = 400 \cdot \pi$$

$$Perímetro = 1256,64mm$$

Para obtener el tambor exterior a partir de las láminas de acero inoxidable A316L, se cortara un rectángulo de 1256,64mm x 700mm, que posteriormente será barolado y se soldarán las costuras para obtener la forma cilíndrica.



#### 5.1.2.2. Elementos que contendrá el tambor exterior

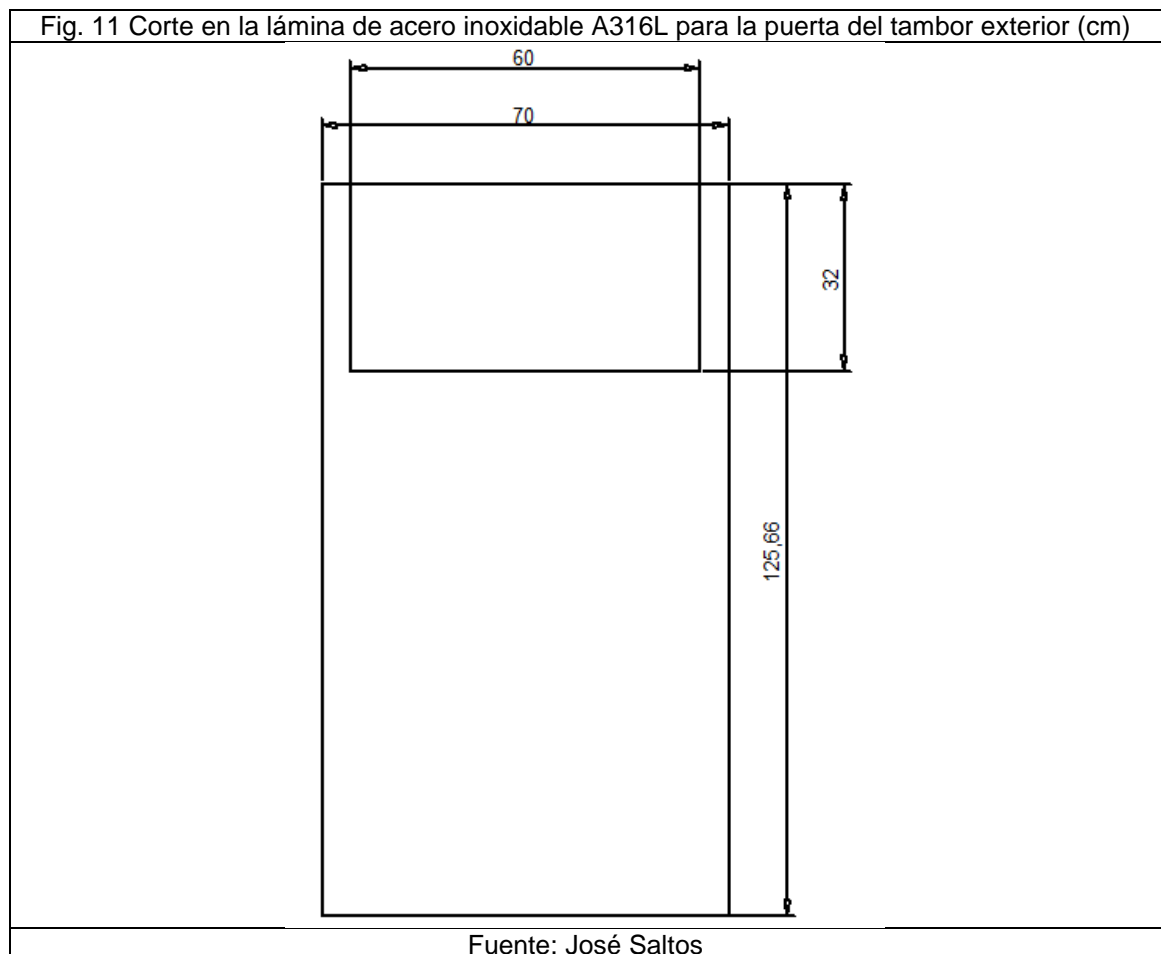
El tambor exterior es un elemento principal del equipo lavadora tinturadora, y posee algunos complementos que harán posible el procesamiento de prendas.

##### 5.1.2.2.1. Puerta de carga y descarga

La puerta del tambor exterior será de tipo corrediza. Las puertas corredizas se deslizaran sobre un espacio predeterminado, sobre un riel instalado en el propio tambor exterior.

Se ha elegido hacer una puerta corrediza por las siguientes ventajas que nos brinda:

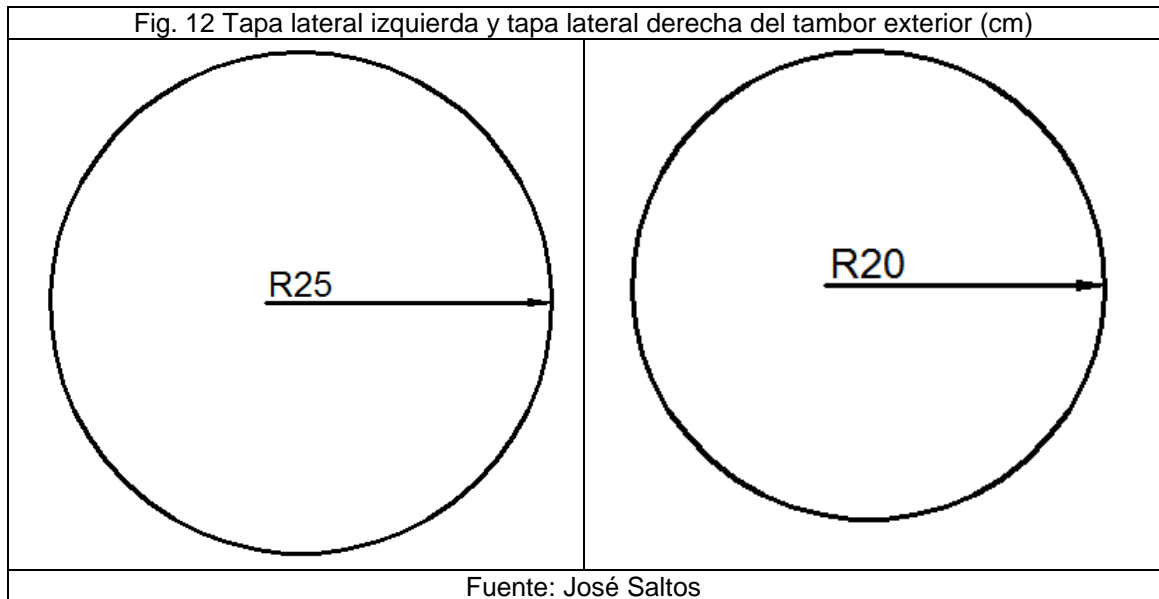
- Facilidad de manipulación, abrir y cerrar.
- La forma cilíndrica de la estructura contribuye a que el agua de baño se deslice rápidamente hasta la superficie.
- Al tener que deslizarse por rieles que estarán soldadas al tambor, evitamos pérdida de agua con el movimiento de la máquina.



#### 5.1.2.2.2. Tapas laterales

El tambor exterior tendrá dos tapas laterales, la tapa lateral derecha tendrá un diámetro de 400mm por lo que estará al ras del tambor que posee el mismo diámetro. Ésta tapa será unida al cilindro mediante el proceso de soldadura. La tapa lateral izquierda tendrá un diámetro de 500mm, será unida al cilindro

mediante pernos, con el objetivo de centrar el eje del tambor interior giratorio y facilitar el mantenimiento en caso de haber una avería en el tambor interior.

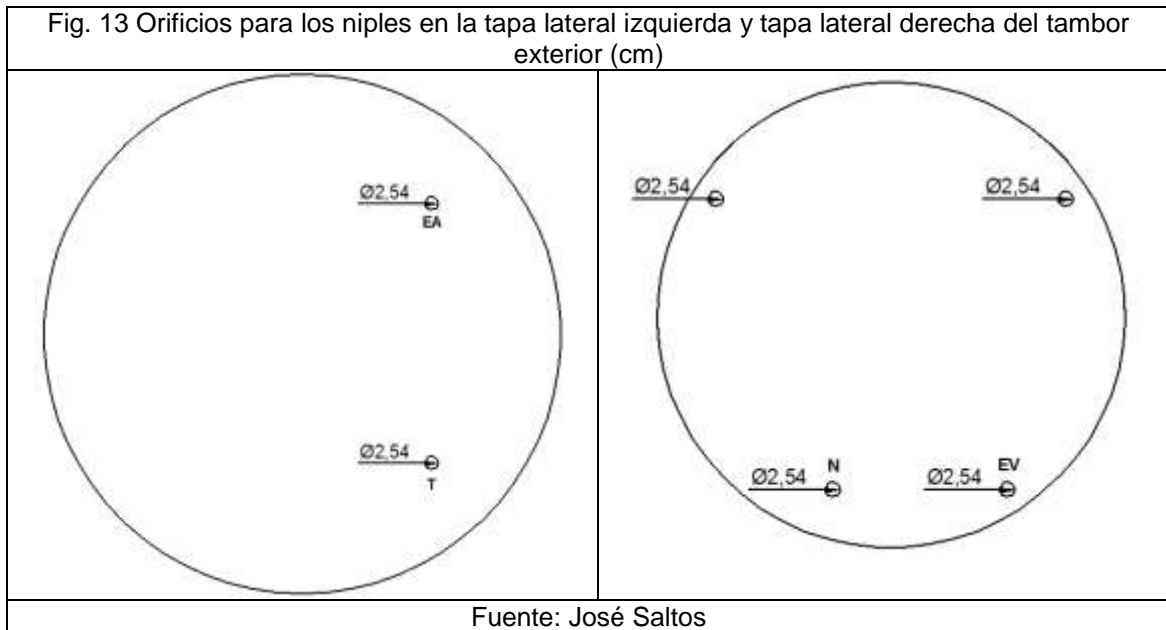


### 5.1.2.2.3. Entra de agua y vapor

Las entradas de agua y vapor estarán constituidas por niples normalizados de  $\frac{1}{2}$  pulgada, que permitirán conectar tuberías para el flujo adecuado del agua y del vapor de entrada.

La ventaja de utilizar niples normalizados es que, mediante uniones, podemos modificar las dimensiones de entrada y ajustarlas de acuerdo a los requerimientos de la fuente de agua o vapor.

La entrada de agua se ubicara en la parte superior de la tapa lateral izquierda del tambor exterior, mientras que la entrada de vapor se ubicara en la parte inferior de la tapa lateral derecha, lógicamente para que se caliente el baño desde abajo. También la entrada de vapor directa será aprovechada para mejorar la agitación del baño.



#### 5.1.2.2.4. Nivel

Los procesos de lavado y tintura requieren de control y medición de volumen del baño, por tal motivo se hace necesaria la utilización de un nivel, que se ubicara en la tapa lateral derecha. Para medir el líquido del baño, se determinará la distancia existente entre una línea de referencia y la superficie del fluido y generalmente la línea de referencia es el fondo del tanque.

Se usara el método de medición por indicador de cristal o también conocido como método de la columna de vidrio, ya que es ideal para depósitos abiertos y cerrados. El nivel básicamente será unas llaves que se conectara verticalmente entre dos niples con un tubo de cristal, el cual será graduado para saber la cantidad de agua que estamos utilizando en el proceso.

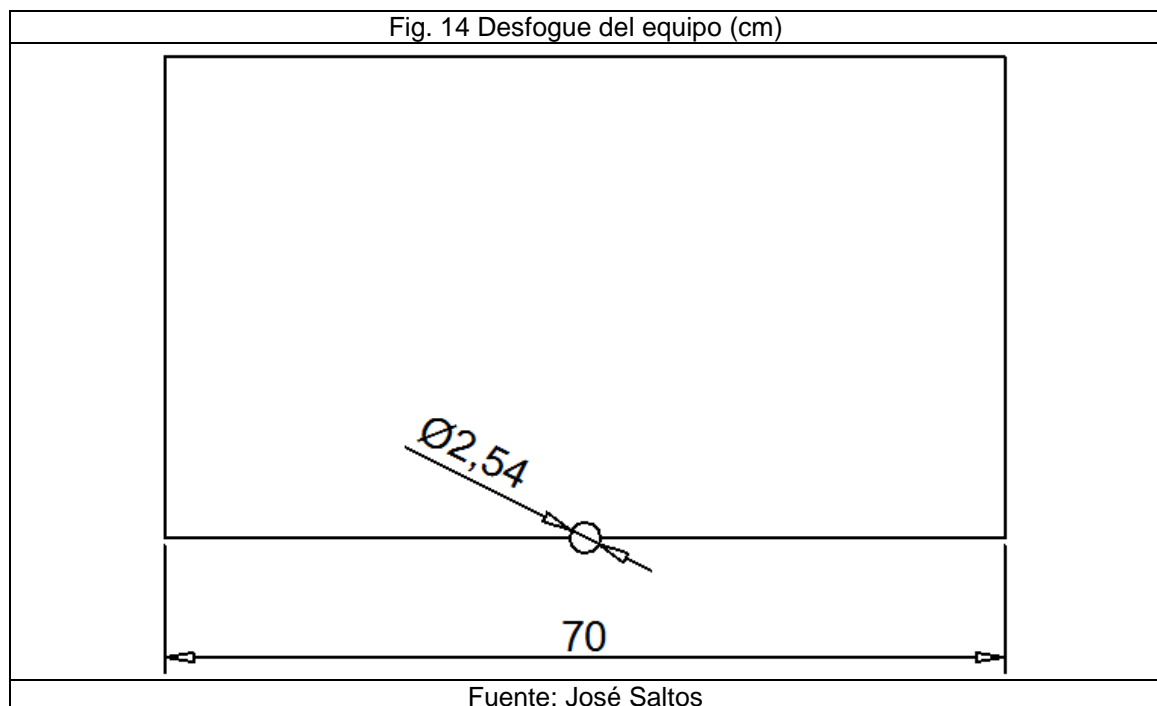
#### 5.1.2.2.5. Termómetro

La medición y control de la temperatura es imprescindible en los procesos de lavado y tintura por lo que se hace necesario la utilización de un termómetro. Se utilizará un termómetro a para bimetálico que mide la temperatura, por medio de la contracción y expansión de dos diferentes aleaciones metálicas de alto y bajo

coeficiente de dilatación que al ser expuestos a una misma temperatura, transmite un movimiento giratorio a la aguja indicadora de la escala graduada. El termómetro se ubicara en la parte inferior de la tapa lateral izquierda por medio de un niple de ½ pulgada. Se usara el termómetro bimetálico, que es el más práctico para esta aplicación por su manejabilidad y la temperatura del baño será expresada analógicamente por medio de una aguja.

#### 5.1.2.2.6. Desfogue

El desfogue se ubicara en la parte central inferior del tambor exterior. El mecanismo de desfogue estará dado por un niple de ½ pulgada, al cual se conectara una válvula de bola, la cual ofrece muy buena capacidad de cierre y son prácticas para abrir y cerrar con solo girar la manivela 90°.



#### 5.1.3. Tambor interior

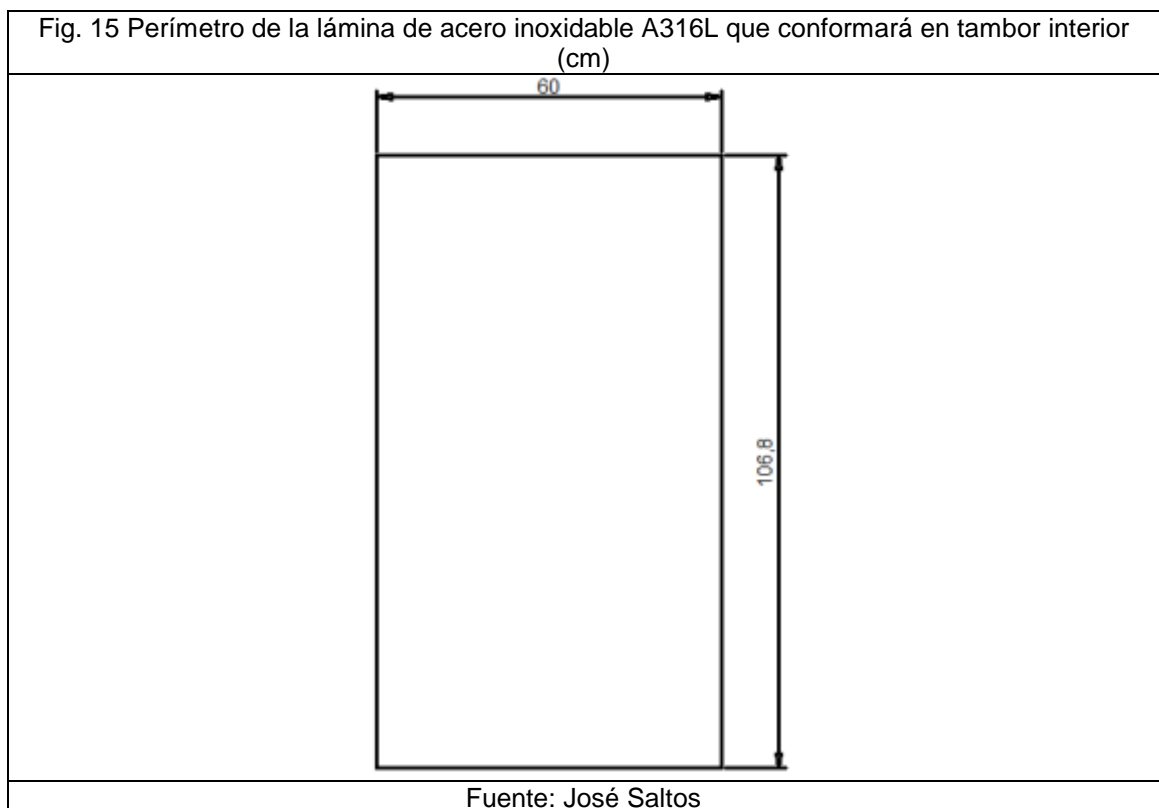
El tambor interior será el elemento en donde se colocarán las prendas y tendrá movimiento rotatorio sobre un recipiente estático que es el tambor exterior. Será un cilindro de acero inoxidable A316L con numerosos agujeros y aspas para ayudar a homogenizar el movimiento del material en el baño.



### 5.1.3.1. Cálculo del diámetro del tambor interior

Para dimensionar el tambor interior se ha visto prudente dejar de 30mm de distancia hasta el tambor exterior, con lo cual no existirán problemas de rozamiento entre tambores, por lo tanto el diámetro del tambor interior será de 340mm.

El ancho del tambor interior será 100mm menor al ancho del tambor exterior, por lo tanto existirá 50mm de espacio entre cada tapa lateral, espacio suficiente para montar los rodamientos y ejes.



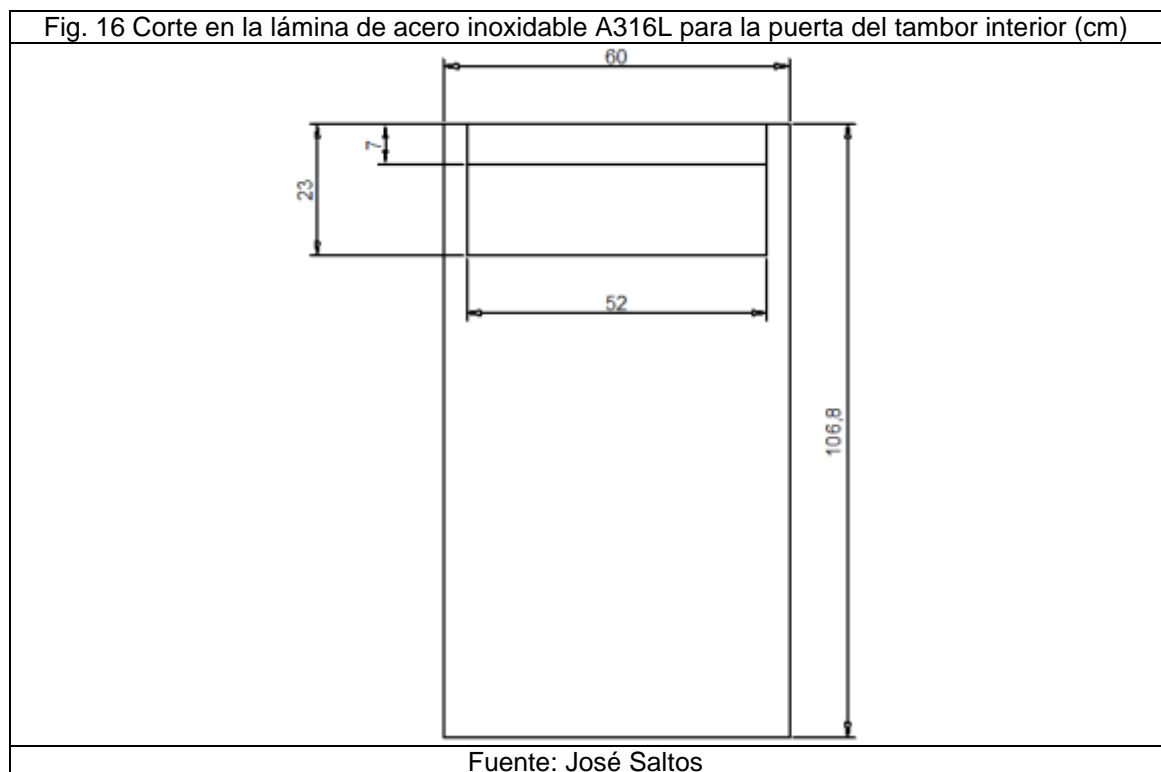
Para obtener el tambor interior cilíndrico a partir de las láminas de acero Inoxidable A316L, se cortara un rectángulo de 1068,14mm x 600mm, que posteriormente será barolado y se soldarán las costuras para obtener la forma cilíndrica.

### 5.1.3.2. Elementos que contendrá el tambor interior

Al igual que el tambor exterior, el tambor interior es un elemento principal del equipo lavadora tinturadora, cuya función principal será proporcionar el movimiento adecuado a las prendas para que el proceso se efectúe correctamente.

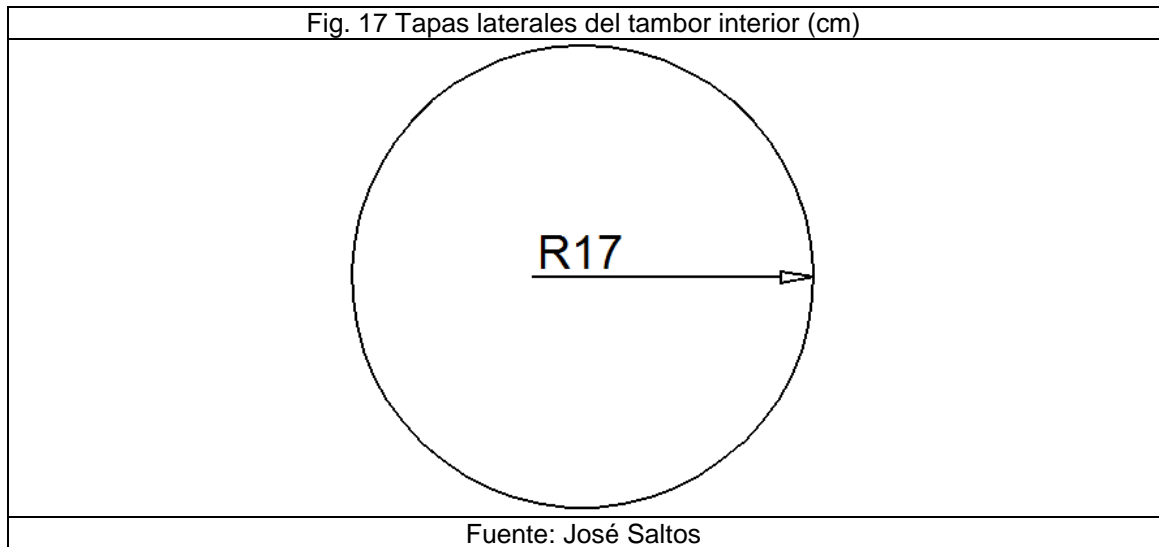
#### 5.1.3.2.1. Puerta de carga y descarga

La puerta del tambor interior será de tipo batiente. Las tapas batientes se mueven girando sobre un eje, como una puerta normal. Esta puerta se abrirá hacia afuera, estando abierta la tapa del tambor exterior, para permitirnos la carga y descarga de material y la dosificación de colorantes y auxiliares.

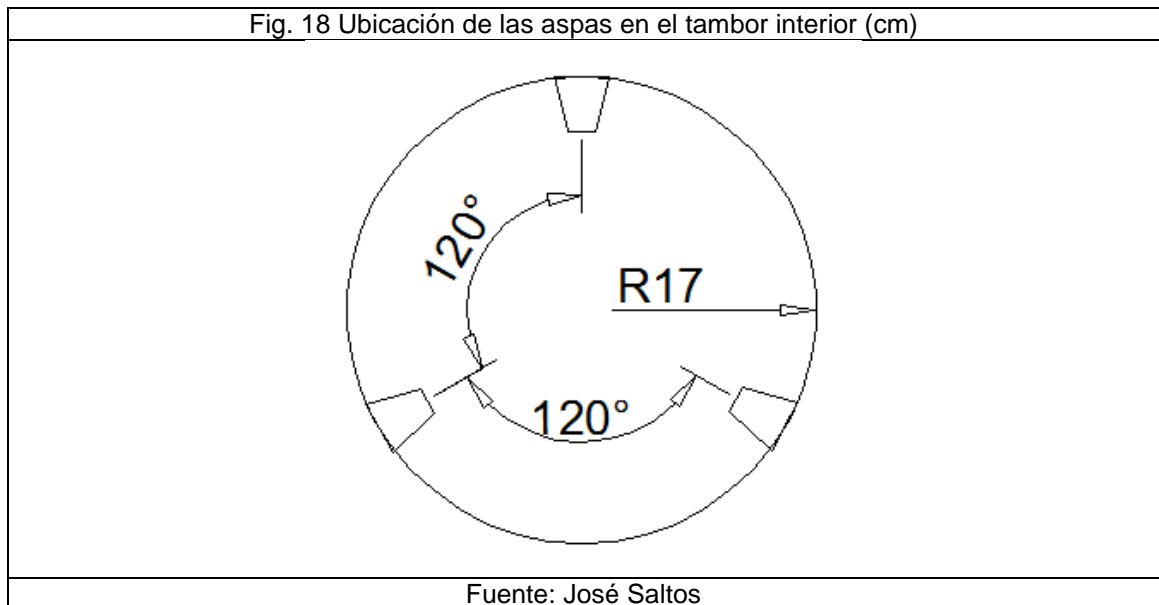


#### 5.1.3.2.2. Tapas laterales

El tambor exterior tendrá dos tapas laterales, de 340mm de diámetro en donde irán montados los ejes que transmitirán el movimiento al tambor interior. Las tapas laterales serán unidas mediante el proceso de soldadura.

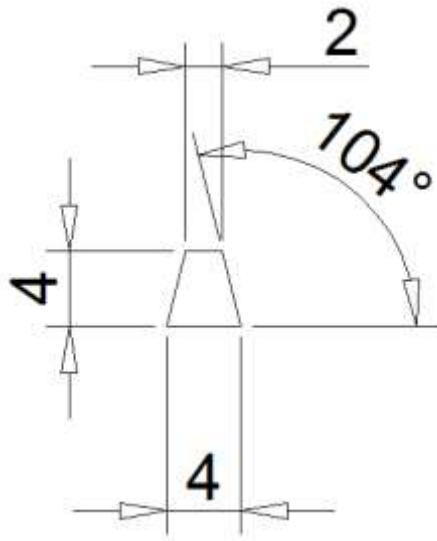


### 5.1.3.2.3. Aspas



El tambor interior tendrá 3 aspas, las cuales contribuirán con el movimiento continuo de las prendas. Estas aspas estarán ubicadas a 120 grados, cada una, del cilindro interior. Las aspas tendrán 76° de inclinación a partir del tambor interior para que el material pueda resbalar con facilidad.

Fig. 19 Medidas de las aspas del tambor interior (cm)

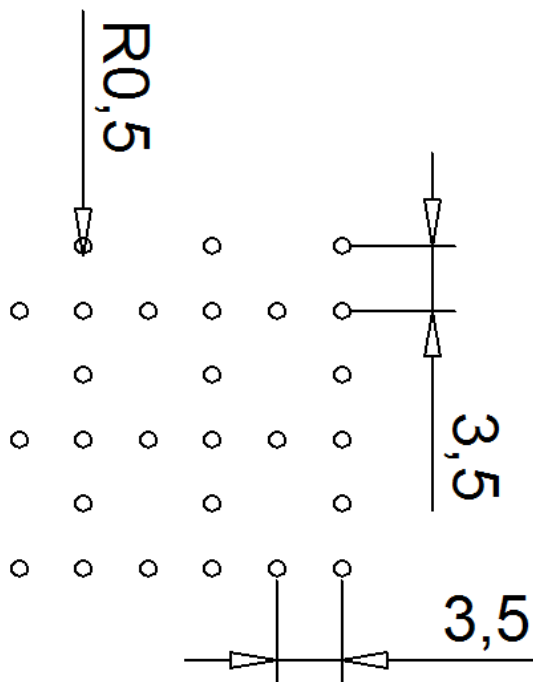


Fuente: José Saltos

#### 5.1.3.2.4. Orificios

Los orificios permitirán que fluya el agua entre el tambor exterior y el tambor interior. Los orificios tendrán un diámetro de 10mm y cada uno estará separado a una distancia de 25mm. Estas medidas serán las adecuadas para que las prendas no se salgan y el agua pueda fluir normalmente.

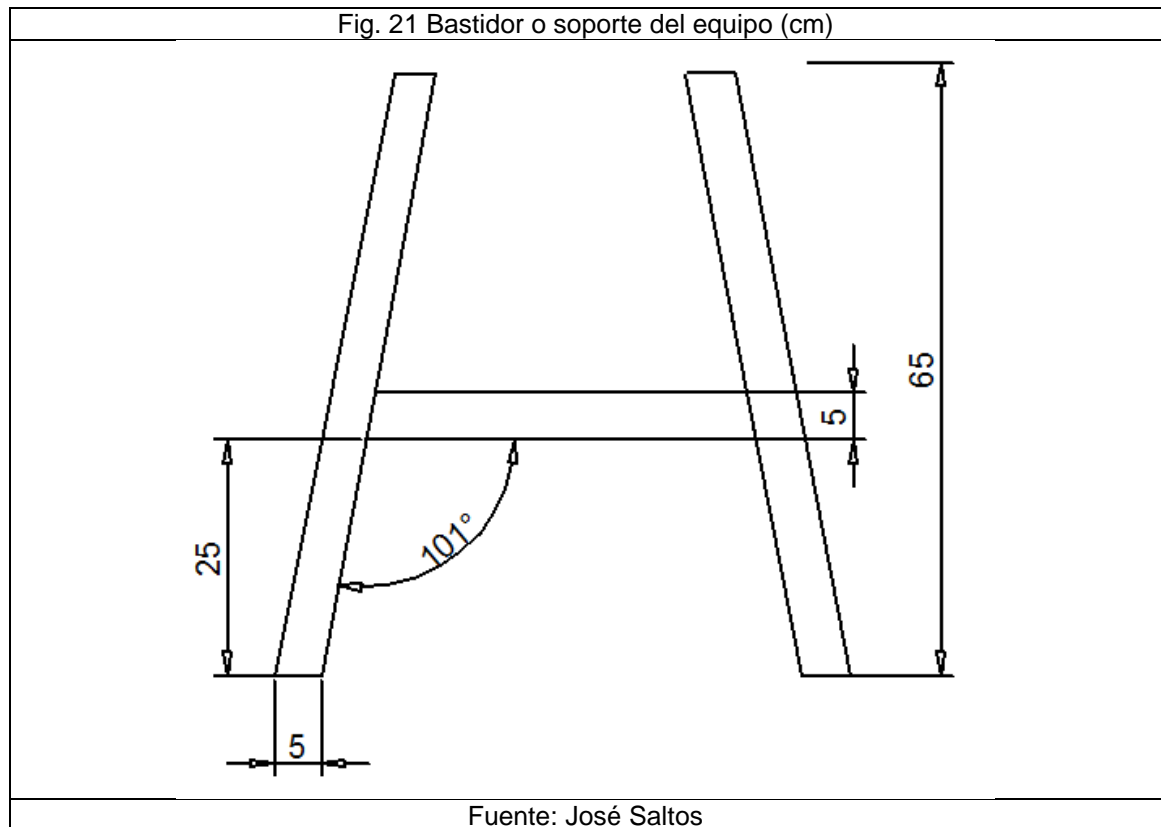
Fig. 20 Orificios del tambor interior (cm)



Fuente: José Saltos

#### 5.1.4. Soporte o bastidor

El soporte o bastidor del equipo estará construido de acero inoxidable AISI 304 que es resistente al efecto corrosivo del medio ambiente, vapor, agua, ácidos y álcalis. Es muy apropiado para embutir y de fácil mecanizado.

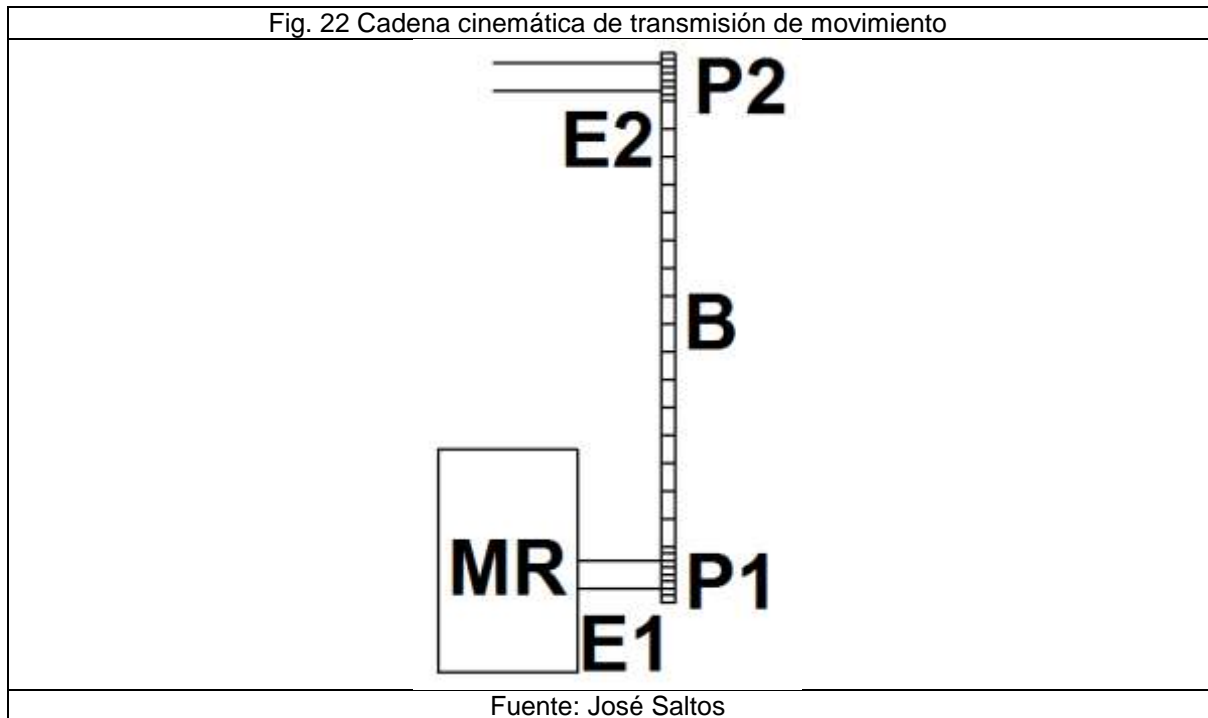


El soporte tendrá dos extremidades en cada lado que se asentarán a la superficie sobre la cual se instale el equipo con lo cual, garantizamos la estabilidad del equipo en la superficie.

#### 5.1.5. Cadena cinemática de transmisión de movimiento

La cadena cinemática de transmisión de movimiento del equipo será sencilla. El movimiento estará dado por un motoreductor, al cual se anclara una polea, que transmitirá movimiento mediante una banda, a otra polea que se anclará al eje del tambor interior.

Fig. 22 Cadena cinemática de transmisión de movimiento



Fuente: José Saltos

- **MR** Motoreductor
- **E1** Eje motor
- **E2** Eje movido
- **P1** Polea motriz
- **P2** Polea movida
- **B** Banda

#### 5.1.6. Cálculos fuerza, velocidad y potencia del motor

$$P = F \times V$$

$P = \text{Potencia}$

$F = \text{Fuerza}$

$V = \text{Velocidad}$

##### 5.1.6.1. Cálculos de fuerza

Consideramos que la fuerza requerida para mover el tambor es igual al peso del mismo tambor cargado.

$$\varnothing \text{ tambor} = 340\text{mm}$$

$$\text{Ancho} = 600\text{mm}$$

$$\alpha (\text{acero}) = 7,86$$

$$\text{Espesor (acero)} = 3\text{mm}$$

$$\text{Perímetro} = 340\text{mm} \times \pi$$

$$\text{Perímetro} = 1068,1\text{mm}$$

$$\text{Peso} = \frac{(1068,1 \times 600 \times 3 \times 7,86)}{1000000}$$

$$\text{Peso} = 15,1\text{Kg}$$

Cálculos del peso de las tapas laterales:

$$A = \pi \times r^2$$

$$A = \pi \times 170^2$$

$$A = 90792$$

$$\text{Peso} = \frac{(90792 \times 3 \times 7,86)}{1000000}$$

$$\text{Peso} = 2,14 \times 2$$

$$\text{Peso} = 4,2\text{Kg}$$

Cálculo del peso de las aspas:

$$A = \frac{(B + b) * h}{2}$$

$$A = \frac{(4 + 2) * 4}{2}$$

$$A = 1200$$

$$Peso = \frac{(1200 \times 3 \times 7,86)}{1000000}$$

$$Peso = 0,028 \times 3$$

$$Peso = 0,084Kg$$

Cálculo del peso del agua más el tejido:

$$VolumenTE = h \times \pi \times r^2$$

$$VolumenTE = 0,7 \times \pi \times 0,2^2$$

$$VolumenTE = 0,088m^3$$

Como se utilizara como capacidad máxima de producción, 40 litros de agua más 4Kg de tela, tenemos un peso de 44Kg.

La capacidad de producción máxima se encontrará con el equipo lleno hasta la mitad.

$$200mm = 44L$$

$$30mm = X$$

$$X = 6,6L$$

$$Pagua = 44 - 6,6 \quad Pagua = 37,4Kg$$

Peso total del tambor interior:

$$P total = P tambor + P tapas + P aspás$$

$$P total = 15,1 + 4,2 + 0,084$$

$$P total = 19,4Kg$$

Peso total del tambor interior en su capacidad máxima de procesamiento:

$$P total = P tambor + P tapas + P aspás + P agua + P Tejido$$



$$P_{total} = 56,8Kg$$

$$F = 56,8Kg$$

### 5.1.6.2. Cálculos de velocidad

Datos:

- $rpm_{motor} = 1590$
- $Relación\ del\ motoreductor = 1/55$
- $Diametro\ de\ la\ polea\ motora = 4''$
- $Diametro\ de\ la\ polea\ conducida = 3''$

$$rpm_{motoreductor} = rpm_{motor} \times \frac{1}{55}$$

$$rpm_{motoreductor} = 1590 \times \frac{1}{55}$$

$$rpm_{motoreductor} = 28,9$$

$$rpm_{totales} = rpm_{motoreductor} \times \frac{\phi_{polea\ motora}}{\phi_{polea\ conducida}}$$

$$rpm_{totales} = 28,9 \times \frac{4}{3}$$

$$rpm_{totales} = 38,5$$

$$V = \frac{rev}{min} \times \frac{1}{55} \times \frac{\phi_{polea\ motora}}{\phi_{polea\ conducida}} \times \pi \times \phi_{tambor}$$

$$V = 1590 \times \frac{1}{55} \times \frac{4}{3} \times \pi \times \frac{340}{1000}$$

$$V = 41,16 \frac{m}{min}$$

### 5.1.6.3. Cálculos de potencia

$$P = 56,8Kg \times 41,16 \frac{m}{min}$$

$$P = 2337,9Kg \left( \frac{m}{min} \right) \times \left( 60 \frac{min}{s} \right)$$

$$P = 38,9Kg \frac{m}{s}$$

$$1HP = 76,0402Kg \frac{m}{s}$$

Por lo tanto:

$$\frac{38,9}{76,0402} = \mathbf{0,51HP}$$

De acuerdo a los cálculos realizados, necesitamos una potencia de 0,5 HP para procesar la cantidad máxima que es 4Kg con una relación de baño de 1:10.

### 5.1.7. Ajuste de potencia

Para realizar los procesos más comunes de tintorería se utilizara 30 rpm, por lo tanto analizaremos el esfuerzo que sufre el motor con la velocidad de giro obtenida por el tambor interior.

Para reducir la velocidad no será necesario el cambio de piñones, ya que tendremos en el tablero de control eléctrico, un variador con el cual se puede manipular la velocidad del equipo.

$$P = F \times V$$

$$F = 56,8Kg$$

Datos:

- *rpm totales* = 30

$$V = 30 \times \pi \times \frac{340}{1000}$$

$$V = 32 \frac{m}{min}$$

$$P = 56,8Kg \times 32 \frac{m}{min}$$

$$P = 1817,6Kg \left( \frac{m}{min} \right) \times \left( \frac{min}{60s} \right)$$

$$P = 30,3Kg \frac{m}{s}$$

$$1HP = 76,0402Kg \frac{m}{s}$$

**Por lo tanto:**

$$\frac{30,3}{76,0402} = 0,4HP$$

Con la velocidad de 32 m/min estaremos utilizando 0,4 HP con lo cual alargaremos la vida útil del motor al no estar utilizando toda su potencia.

#### **5.1.8. Sistema de movimiento y control**

El principio de funcionamiento del equipo para realizar procesos de tintura y lavado de prendas estará dado de la siguiente manera:

El tambor interior, quien contendrá las prendas a ser procesadas, girará sobre el tambor exterior, quien es el que contendrá el baño. Las prendas tomarán contacto con el baño por medio de pequeños orificios que posee el tambor interior y aseguraremos el constante movimiento de las prendas a través de las espas que estarán soldadas al tambor interior.

A diferencia de la barca de torniquete cuyo principio de trabajo es, baño estático y textil en movimiento y de los armarios de tintura para lana que es al contrario,

baño en movimiento y textil estático, el principio de trabajo del equipo lavadora–tinturadora de prendas será, baño y textil en movimiento.

Para realizar el sistema de movimiento se tomó la sugerencia de docentes con experiencia en el tema, quienes vieron conveniente que el equipo tenía que girar en los dos sentidos cuando está procesando, sentido horario y anti horario, con el fin de que el textil no se enrolle y se produzcan des uniformidades de tono en la tintura.

También sugirieron que el lapso de movimiento en cada sentido de giro debe ser de un minuto.

El equipo se controlará por medio de un tablero de control. El tablero de control será quien tomará la energía eléctrica de la toma y la transmitirá hasta el motor.

Se utilizará un motor trifásico de ½ HP, y el principio en que nos basaremos para realizar el cambio de giro, es que cambiando 2 de los 3 polos, el sentido de giro cambiará.

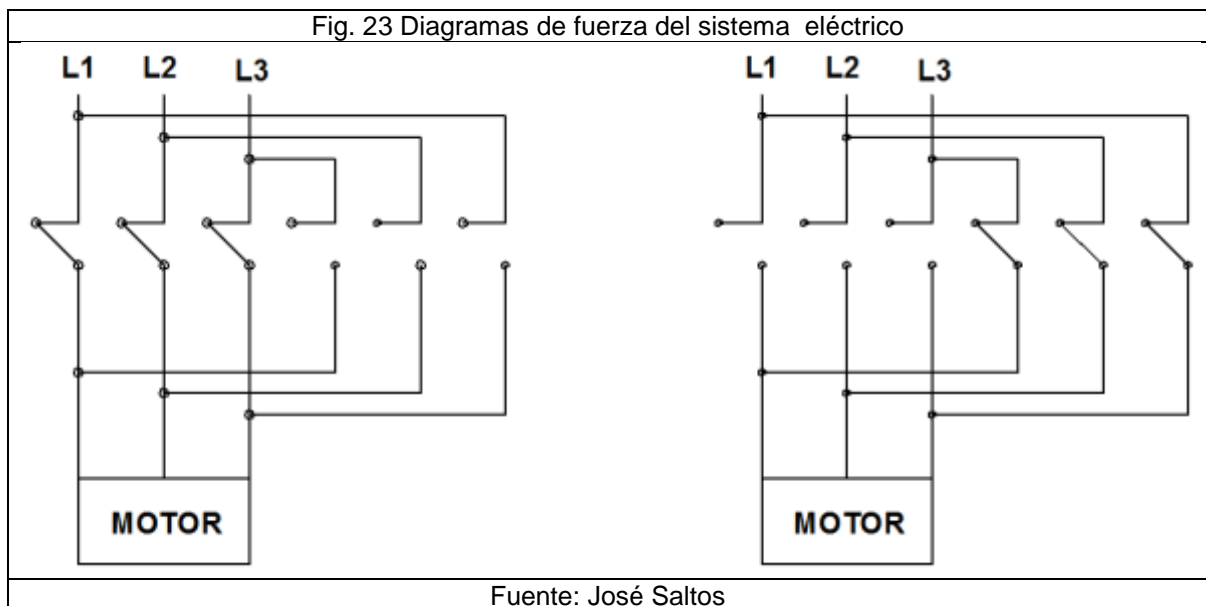
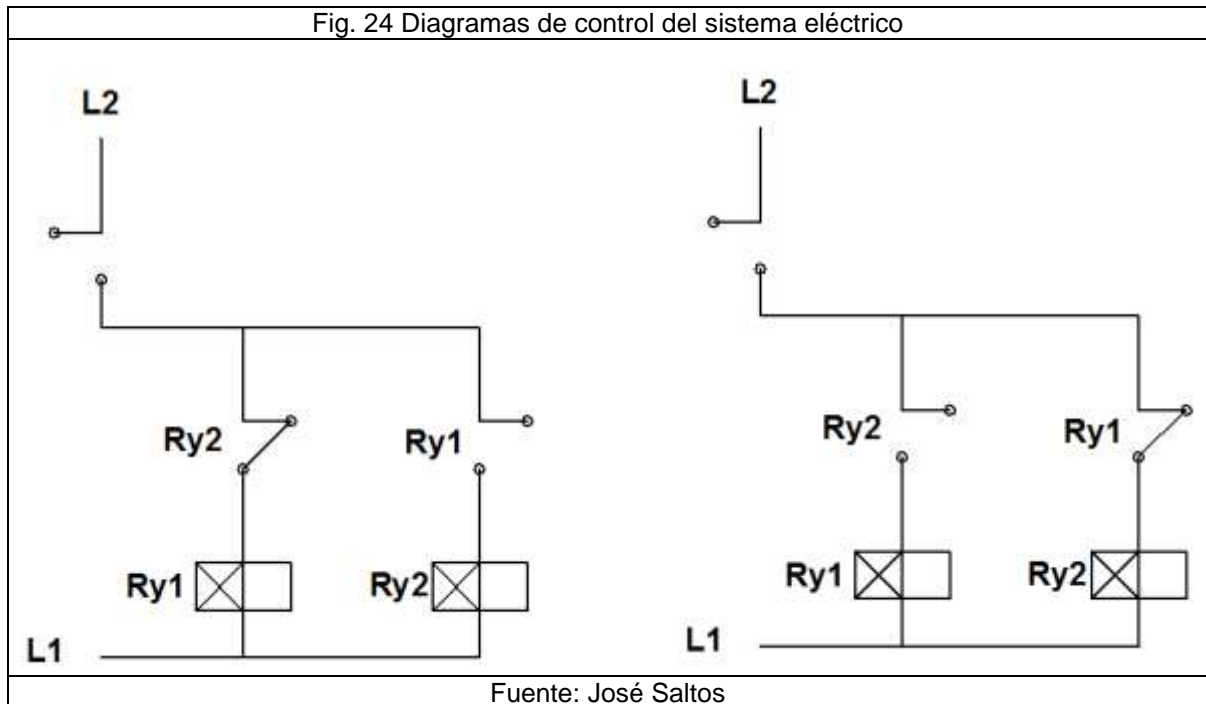


Fig. 24 Diagramas de control del sistema eléctrico



Fuente: José Saltos

## 5.2. Construcción del equipo

Una vez bosquejado el equipo de lavado y tintura de prendas y diseñadas cada una de sus partes constitutivas, procedemos de la siguiente manera para la construcción y montaje:

- Compra de materiales
- Dimensionamiento y corte de piezas
- Conformado de láminas
- Taladrado
- Soldadura
- Montaje de tambor interior en tambor exterior
- Montaje del motoreductor y mecanismos transmisores de movimiento
- Montaje del tablero de control

### 5.2.1. Compra de materiales

La compra de equipos y materiales necesarios para la construcción del equipo se realiza en el mercado nacional, a continuación se detallan cada uno de ellos:

Tabla 11 Compra de materiales para la construcción del equipo		
	<b>Equipos y materiales</b>	<b>Cantidad</b>
	Motoreductor Siemens de 1/2 HP	1
	Láminas de acero inoxidable A316L de 3mm de espesor	1
	Ángulo de 2" x 1/4" de acero inoxidable	1
	Acero inoxidable de diámetro 60mm x 50mm	2
	Acero inoxidable de diámetro 120mm x 12mm	2
	Acero inoxidable de diámetro 180mm x 12mm	2
	Niples de 1/2" de acero inoxidable	8
	Rodamientos	2
	Empaques	1
	Poleas tipo A de 3" y 4"	2
	Banda tipo A, dentada de 42"	1
	Pernos con tuerca M10 x 25mm de acero inoxidable	40
	Gabinete metálico	1
	Cable flexible Nro. 16	5
	Variador de frecuencia para ½ HP	1
	Riel dim	5
	Selector de 2 posiciones	2
	Pulsador rojo	1
	Disyuntor	1
	Timmer de 1 a 10 minutos	2
	Luces	2

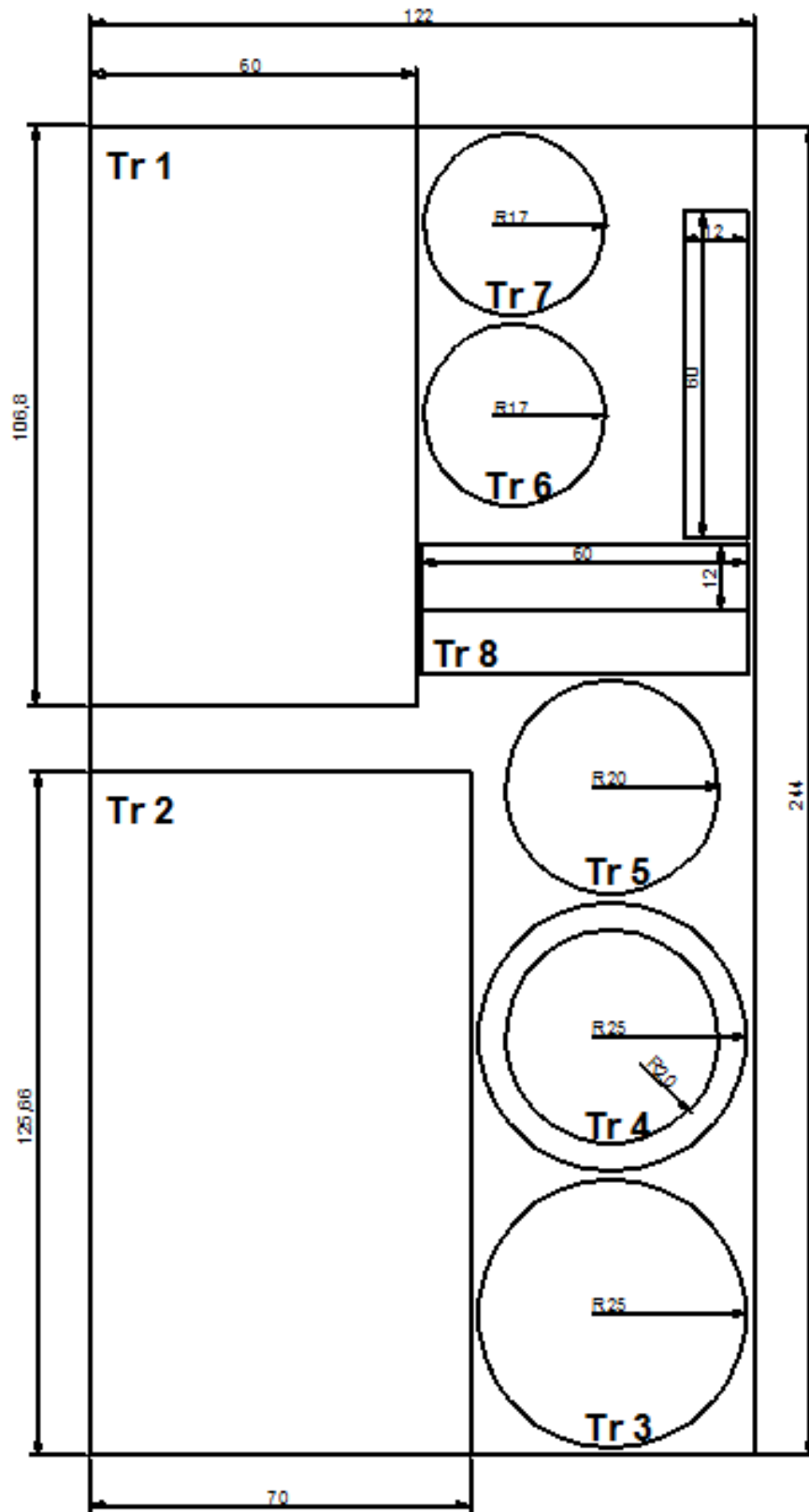
Fuente: José Saltos

### 5.2.2. Dimensionamiento y corte de piezas

Se realiza el dimensionamiento de las piezas que constituirán el equipo, sobre las láminas de acero inoxidable A316L, de acuerdo al diseño propuesto. Las láminas de acero inoxidable fueron adquiridas en el mercado nacional y vinieron con las medidas estándar de 1220mm x 2440mm con un ancho de 3mm.

En el dimensionamiento se ha procurará optimizar el material para que haya el menor desperdicio posible.

Fig. 25 Dimensionamiento de las piezas en la lámina de acero inoxidable A316L (cm)



Fuente: José Saltos

Se dimensionó todas las piezas principales del equipo que estarán en contacto directo con el baño. El dimensionamiento alcanzó en una sola lámina de acero inoxidable A316L y tenemos los siguientes trazos:

- **Tr 1** Tambor interior
- **Tr 2** Tambor exterior
- **Tr 3** Tapa lateral izquierda del tambor exterior
- **Tr 4** Soporte de la tapa lateral izquierda del tambor exterior
- **Tr 5** Tapa lateral derecha del tambor exterior
- **Tr 6** Tapa lateral izquierda del tambor interior
- **Tr 7** Tapa lateral derecha del tambor interior
- **Tr 8** Pieza para las aspas

Una vez aprobado el dimensionamiento de las piezas sobre la lámina de acero inoxidable, procedemos a realizar los cortes mediante el cizallado, que es un procedimiento de mecanizado (SAV) sin arranque de viruta, que se aplica a láminas y perfiles. Los cortes se pueden elaborar en forma lineal o curva.

Para los orificios de las tapas laterales del tambor exterior e interior, en donde se colocaran los rodamientos, se utilizó corte plasma, el cual emplea un gas conductor para transferir la energía de una fuente eléctrica a través de una antorcha de corte, al metal que se va a cortar.

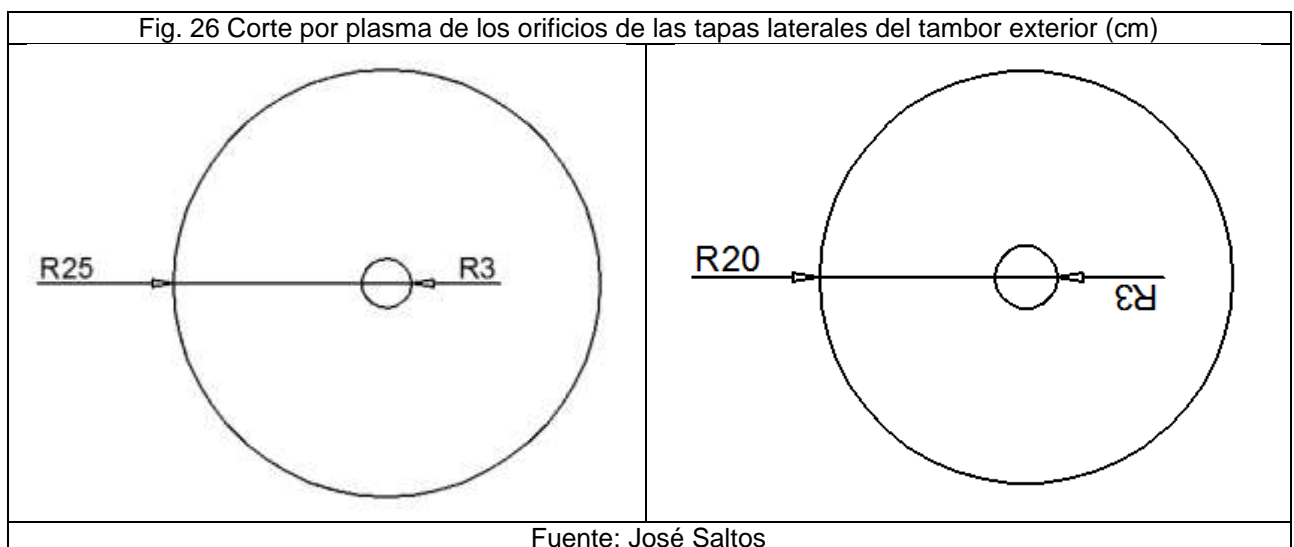
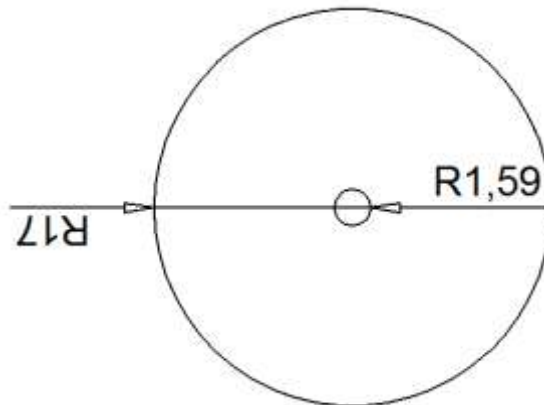




Fig. 27 Corte por plasma de los orificios de las tapas laterales del tambor interior (cm)

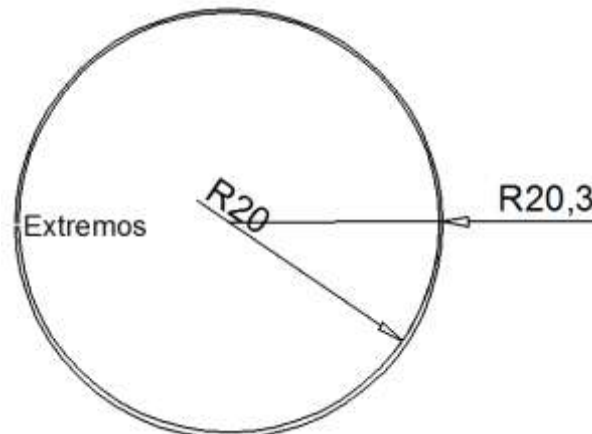


Fuente: José Saltos

### 5.2.3. Conformado de láminas

Los procesos de conformado de lámina metálica está entre los más versátiles de todas las operaciones. A diferencia de los procesos de deformación en volumen, como el forjado y la extrusión, en general, el conformado de láminas evita reducir el espesor del material para que no haya estrangulación.

Fig. 28 Conformado del tambor exterior mediante el proceso de barolado (cm)



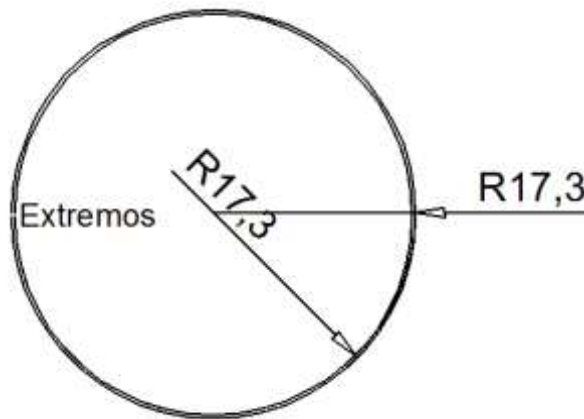
Fuente: José Saltos

Los metales especialmente en el presente proyecto deben ser conformados mediante el procedimiento de barolado para fabricar el tambor exterior y el tambor interior giratorio del equipo lavadora tinturadora de prendas de algodón.

Terminado el proceso de conformado de la lámina del tambor exterior, procedemos a trazar y cortar con una cierra manual la puerta de carga y descarga

de acuerdo a las dimensiones dadas en el diseño. La puerta del tambor exterior será de tipo corrediza.

Fig. 29 Conformado del tambor interior mediante el proceso de barolado (cm)



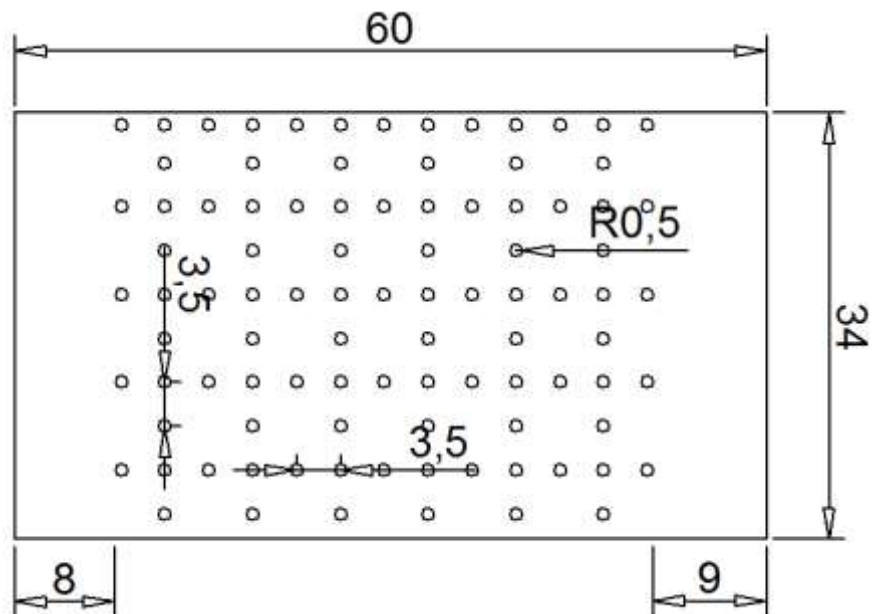
Fuente: José Saltos

#### 5.2.4. Taladrado

Ya conformado el tambor exterior e interior, procedemos a realizar los orificios mediante el proceso de taladrado.

Para los orificios del tambor interior utilizamos un taladro eléctrico con una broca de 10mm de diámetro.

Fig. 30 Taladrado de los orificios del tambor interior (cm)

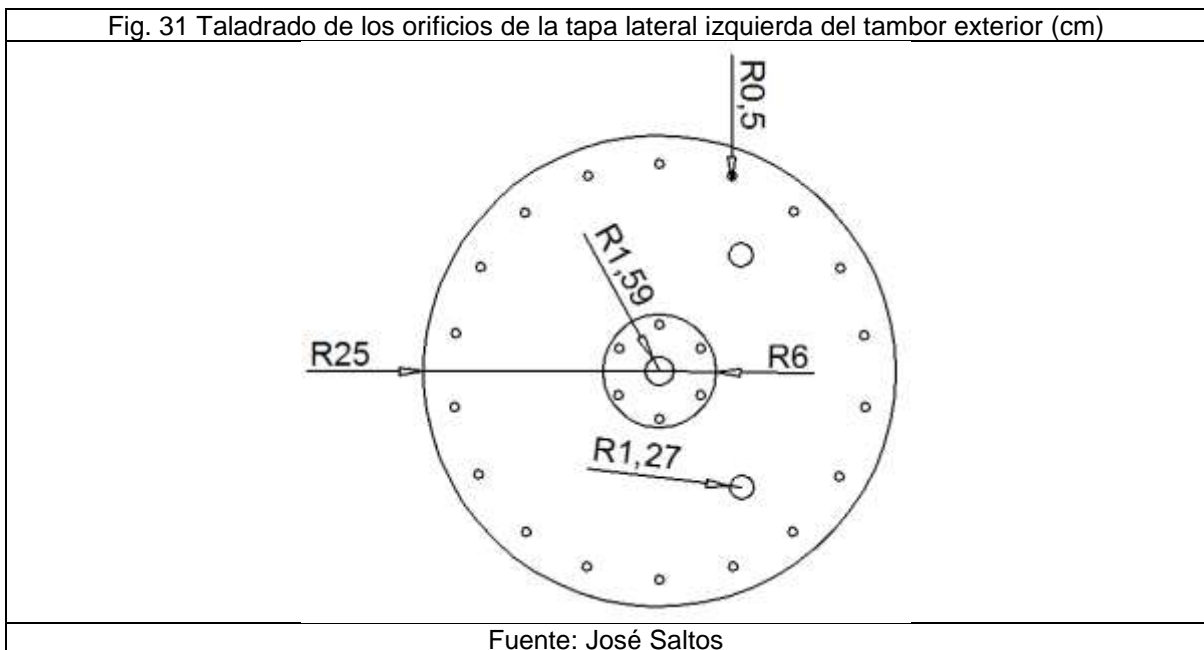


Fuente: José Saltos

Terminados los orificios del tambor interior procedemos a cortar con una sierra manual la puerta de carga y descarga de acuerdo a las dimensiones dadas en el diseño. La puerta será de tipo batiente.

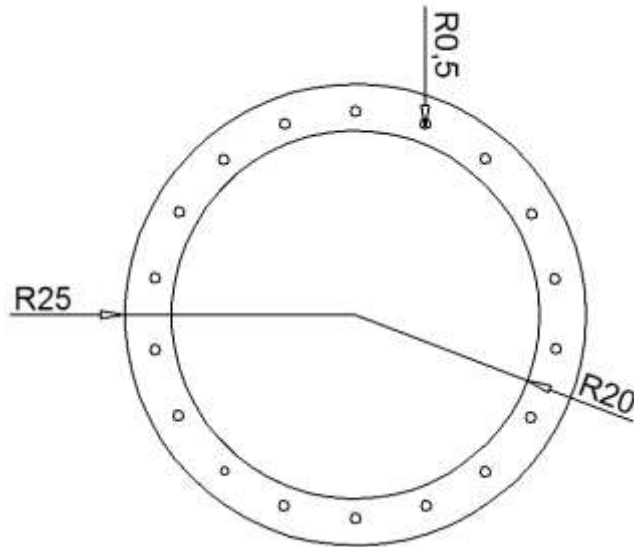
Posteriormente realizamos 18 orificios en la tapa lateral izquierda del tambor exterior, a 220mm del centro, la cual irá empernada al soporte que está unido mediante el proceso de soldadura al tambor exterior. También perforamos 6 orificios a 50mm del centro para sujetar las placas de apoyo exteriores, mediante pernos. Utilizamos un taladro eléctrico con la misma broca de 10mm de diámetro.

Finalmente termina el proceso de taladrado en esta pieza, con los orificios de 25,4mm equivalentes a una pulgada en donde posteriormente se soldaran los nipples para la entrada de agua y colocación del termómetro.



Al igual que en la tapa lateral izquierda del tambor exterior, perforamos 18 orificios en el soporte de la tapa, para posteriormente empatar con pernos.

Fig. 32 Taladrado de los orificios del soporte de la tapa lateral izquierda del tambor exterior (cm)

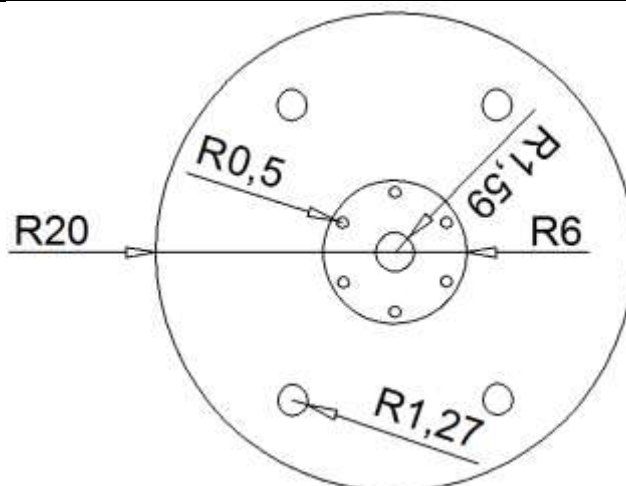


Fuente: José Saltos

Para la tapa lateral derecha del tambor exterior, únicamente se realizan 6 orificios a 50mm del centro para sujetar las placas de apoyo exteriores, mediante pernos, ya que las costuras de ésta tapa irán unidas directamente al cilindro, mediante el proceso de soldadura.

Finalmente termina el proceso de taladrado el esta pieza, con los orificios de 25,4mm equivalentes a una pulgada en donde posteriormente se soldaran los niples para la entrada de vapor, la colocación del nivel y una entrada auxiliar.

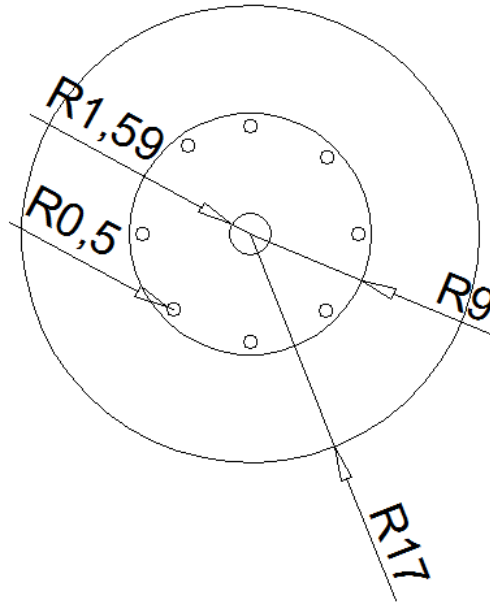
Fig. 33 Taladrado de la tapa lateral derecha del tambor exterior para colocar las placas de apoyo (cm)



Fuente: José Saltos

Realizamos 8 orificios a 80mm del centro de las tapas laterales del tambor interior, para sujetar las placas de apoyo interiores, mediante pernos. Utilizamos un taladro eléctrico con la misma broca de 10mm de diámetro.

Fig. 34 Taladrado de las tapas laterales del tambor interior para colocar las placas de apoyo (cm)

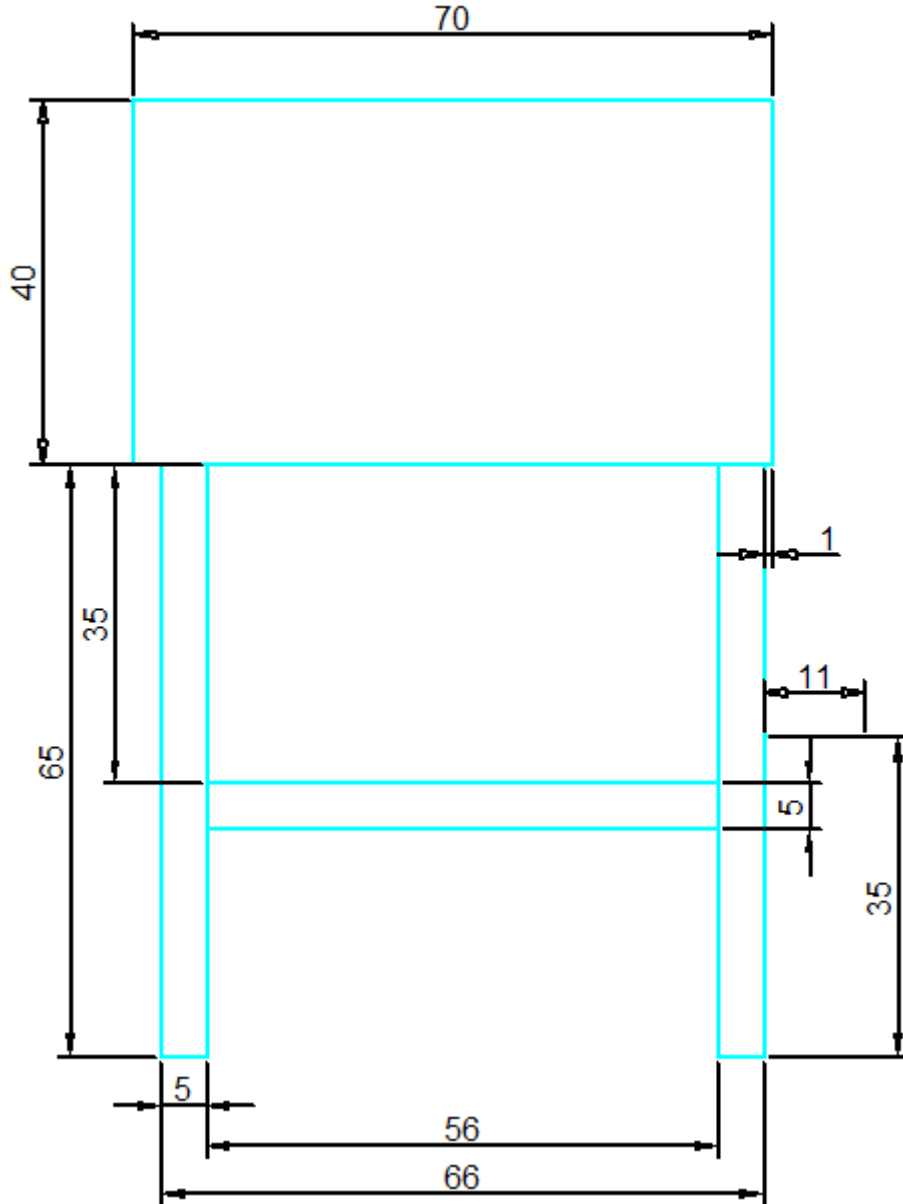


Fuente: José Saltos

### 5.2.5. Soldadura

Para la unión de las costuras de los tambores, bancada y resto de elementos que conforman el equipo, se aplica el proceso de soldadura TIG (Tungsten Inert Gas) la cual evita la deformación de las láminas de acero inoxidable por sobrecalentamiento a más de evitar que se pierdan las características del acero inoxidable A316L.

Fig. 35 Unión de la bancada con el tambor exterior mediante el proceso de soldadura (cm)



Fuente: José Saltos

### 5.2.6. Montaje de tambor interior en tambor exterior

- Se ancla por medio de pernos la manzana porta cojinete, la cual contendrá los rodamientos, a la tapa lateral derecha del tambor exterior, en donde tomará lugar el eje motriz.
- Anclamos los ejes al tambor interior por medio del proceso de soldadura y para darles mayor seguridad, colocamos placas de apoyo y aseguramos con pernos.

- Introducimos el tambor interior en el tambor exterior, guiándonos con el eje motriz que pasara a través de los rodamientos y vendrá a ser punto de apoyo para centrar éste tambor.
- Se centra el tambor interior y se coloca la tapa lateral izquierda en fase, juntando el eje conducido del tambor interior en su otro extremo. Previo al aseguramiento de la tapa lateral izquierda con los pernos, se coloca el empaque para evitar fugas de agua.

### **5.2.7. Montaje del motoreductor y mecanismos transmisores de movimiento**

- Fijamos el motoreductor al bastidor del equipo mediante pernos.
- Anclamos la polea motriz, de 4 pulgadas, al motoreductor con el apoyo de una chaveta y aseguramos con un prisionero.
- Colocamos en fase la banda dentada tipo A, de 42 pulgadas de longitud, con la polea motriz y a la polea movida, calculando que haya espacio para anclar la banda al eje movido.
- Anclamos la polea movida, de 3 pulgadas, al eje con el apoyo de una chaveta y aseguramos con un prisionero, previo a revisar que estén niveladas ambas poleas.
- Una vez fijadas las poleas y la banda, desplazamos el motoreductor hacia atrás mediante el riel de la bancada sobre la cual está montado y aseguramos con pernos. Con esto conseguimos templar la banda y evitar que en los procesos se produzcan patinajes.

### **5.2.8. Montaje del tablero de control**

Se realiza el montaje del tablero de control, el cual contiene los siguientes elementos necesarios para el funcionamiento del equipo:

- Variador de frecuencia

El variador de frecuencia controla el arranque y frenado del motor. Interviene para que el arranque se produzca suavemente y el frenado no sea brusco.

También por medio del variador de frecuencia se podrá manipular la velocidad del motor, a partir de la velocidad mecánica máxima dada por la cadena cinemática, se podrá bajar la rpm según sea la necesidad.

- Disyuntor

El disyunto es una variedad de fusible, el cual en caso de existir una sobrecarga eléctrica, desconecta el circuito, protegiendo los demás elementos que conforman el circuito.

- Sistema de temporización cíclica

El sistema está dado por temporizadores que activan o desactivan los contactos mecánicos internos que posee el variador de frecuencia, para accionar las señales de marcha e inversión de giro.

- Selector de 2 posiciones

Con el selector controlamos manualmente, el arranque y paro del equipo.

- Paro de emergencia

El tablero de control posee un paro de emergencia, que al ser pulsado, desactiva inmediatamente el circuito.

- Luces

Las luces que posee el tablero eléctrico nos indican si el equipo está en marcha o paro. La luz verde indica la marcha del equipo y la luz roja indica el paro.



## **CAPITULO VI**

### **6. PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO**

Para la puesta en funcionamiento del equipo en la Planta Académica Textil de la Universidad Técnica del Norte, buscamos un lugar adecuado, el cual contenga todas las condiciones necesarias para un óptimo funcionamiento del equipo.

#### **6.1. Nivelación y fijación al piso**

Se instala el equipo lavadora tinturadora de prendas en una superficie sólida y nivelada en ambas direcciones, proporcionándonos apoyo firme, para evitar vibraciones excesivas, movimiento y la producción de ruido.

El equipo no gira a altas velocidades por lo que no posee la propiedad de centrifugar, a diferencia de las lavadoras comunes, quienes utilizan altas velocidades de centrifugado para lograr una superior eliminación del agua de las prendas, lo que da como resultado un menor tiempo de secado.

#### **6.2. Desfogue**

El desfogue está dado a través de una válvula de bola, la cual ofrecen muy buena capacidad de cierre y apertura. Son prácticas para usarse en sistemas donde se necesite velocidad y facilidad para abrir o cerrar el conducto.

#### **6.3. Conexión de agua y vapor**

El equipo posee entradas de agua y vapor que están dadas mediante niples de  $\frac{1}{2}$  pulgada. Es importante tener cerca los suministros de agua y vapor.

Para la conexión de agua se utiliza una manguera simple la cual debe estar bien sellada tanto al suministro de agua, como a la entrada del equipo para evitar fugas y desperdicios del producto. Para garantizar un sellado perfecto revestimos las roscas con teflón.

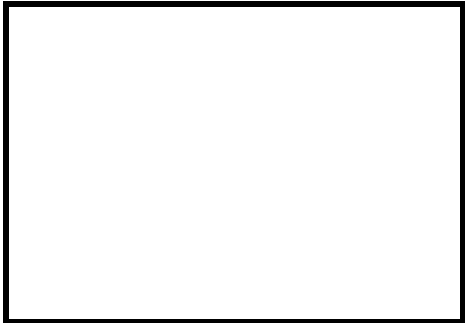
Para la conexión de vapor, se utiliza una tubería galvanizada de 1 pulgada, la cual ira directamente desde el caldero, hasta el equipo lavadora – tinturadora.

#### 6.4. Conexión eléctrica

Debemos contar con un suministro de energía eléctrica de 220 voltios y conectar el interruptor al tablero de control del sistema eléctrico. En el tablero de control se encuentra un variador de frecuencia quien genera la tercera fase para el funcionamiento del motor trifásico. La potencia trifásica se emplea normalmente en entornos industriales, no en sistemas eléctricos domésticos.

#### 6.5. Pruebas de funcionamiento

Con el fin de demostrar la funcionalidad del equipo de manera objetiva, se realizaran pruebas de tintura, las cuales serán analizadas para determinar la calidad de proceso obtenido en la lavadora tinturadora.

Tabla 12 Muestra cruda del material a procesar	
<b>MUESTRA CRUDA DEL MATERIAL A PROCESAR</b>	
<b>Material:</b>	Algodón 100%
<b>Tipo de tejido:</b>	Punto
<b>Color:</b>	Crudo
	<b>Muestra</b> 

Fuente: José Saltos

## **6.5.1. Descrude y preblanqueo**

### **6.5.1.1. Hoja de consumo**


La hoja de consumo de colorantes y auxiliares es un formato utilizado en el área de tintorería de la industria textil. La hoja de consumo consta de 3 partes fundamentales, los datos generales, la muestra y los datos de colorantes y auxiliares utilizados en el proceso.

En los datos generales se detalla el proceso que se va a realizar, la composición y el peso del material, la relación de baño y la cantidad de agua que se utilizará y la velocidad del equipo.

En el recuadro de muestra se adjunta un testigo de la tela obtenida después del proceso de tintura. La muestra a más de ser un testigo de que se realizó el proceso, servirá para realizar análisis colorimétricos y saber el tono obtenido con dichas cantidades de colorantes, auxiliares y con el seguimiento de las curvas de proceso.

En los datos de colorantes y auxiliares se escribe en forma ordenada, cada uno de los colorantes y auxiliares utilizados en el proceso. Frente a cada producto se detalla el porcentaje (%) o los gramos/litro (g/l) que aplicaremos, seguido de los gramos (g), kilogramos (g), precio por kilogramo y el subtotal. Finalmente se suman todos los precios de todos los productos y se escribe el total.

Tabla 13 Hoja de consumo de colorantes y auxiliares para el descruce y preblanqueo

HOJA DE CONSUMO DE COLORANTES Y AUXILIARES						
<b>Proceso:</b>	Descruce y preblanqueo	<b>Muestra</b>				
<b>Material:</b>	Algodón 100%					
<b>Peso:</b>	1000g					
<b>R/B:</b>	1/20					
<b>Cant. de agua:</b>	20l					
<b>V. del equipo:</b>	30rpm					
Producto	%	g/l	g	kg	Precio	Sub Total
Humectante		0,5	10	0,0100	2,25	0,02
Detergente		1,5	30	0,0300	3,75	0,11
Hidróxido de sodio		2	40	0,0400	1,85	0,07
Estabilizador de peróxido		2	40	0,0400	2,90	0,12
Peróxido de hidrógeno		4	80	0,0800	2,80	0,22
Ácido fórmico		0,5	10	0,0100	2,30	0,02
<b>TOTAL</b>						<b>0,55</b>
Fuente: José Saltos						

Se realiza el proceso de descruce y preblanqueo de 1000g de tejido de algodón 100%, con una relación de baño de 1/20, por lo cual utilizamos 20l de agua.

Al ser un proceso de pretratamiento, utilizamos en orden los siguientes productos químicos: humectante para aumentar la propiedad de absorción del material, detergente para eliminar la suciedad del material, hidróxido de sodio que permite eliminar las proteínas, pectinas y ceras del algodón, estabilizador de peróxido para controlar que el peróxido de hidrógeno no reaccione violentamente, peróxido de hidrógeno para blanquear químicamente la fibra y ácido fórmico para neutralizar el baño.

#### 6.5.1.2. Curvas de proceso

La curva de proceso es una representación gráfica de un plano cartesiano, en el eje Y se representa la temperatura (°C) y en el eje X se representa el tiempo

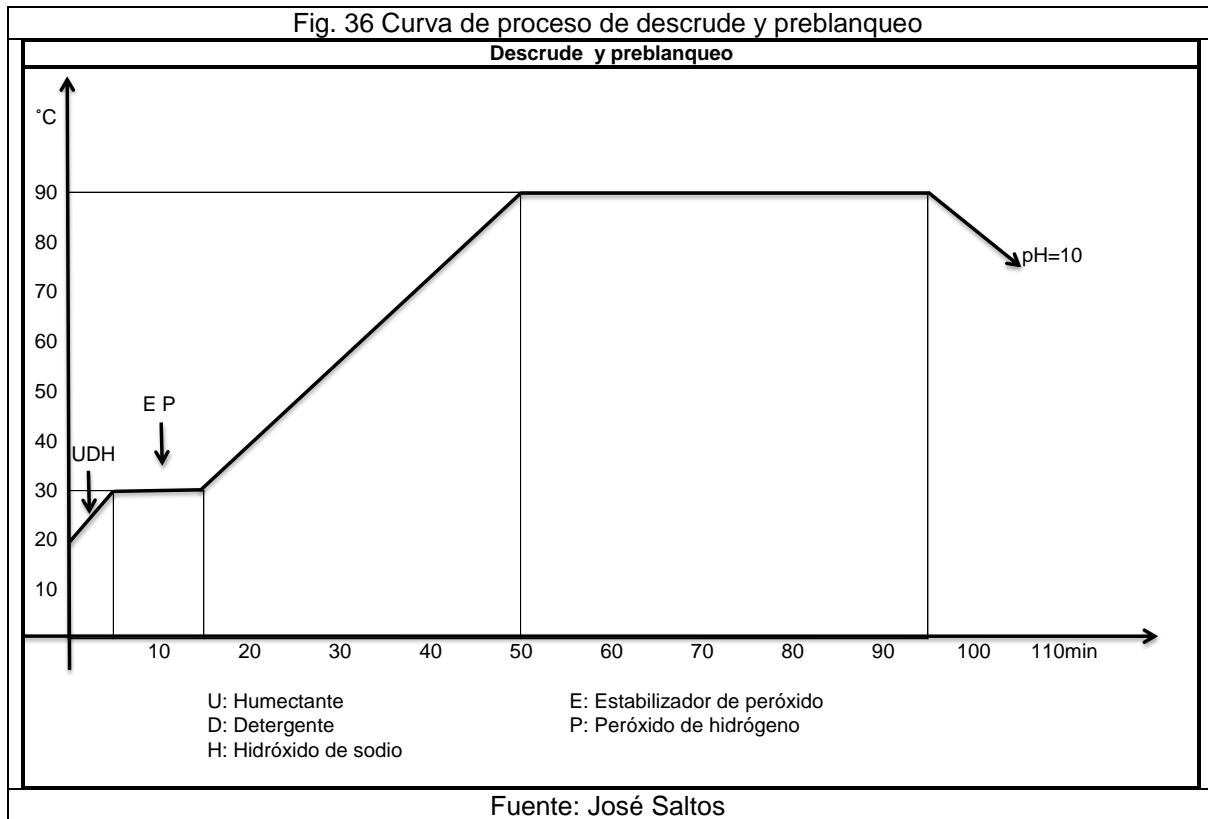
(min). Generalmente se trabaja en el primer cuadrante del plano cartesiano, ya que los datos tanto de temperatura como de tiempo son positivos.

Iniciamos en proceso a una temperatura de 20°C que es generalmente la temperatura del agua es estado natural en nuestra región y con un tiempo de 0 min. A partir de éste punto iniciamos paulatinamente el aumento de temperatura en relación con el tiempo, de acuerdo a la gradiente planteada.

Se traza los puntos por donde pasara la recta y posteriormente se unen con una línea continua. La línea continua representa el proceso, finalizando con una línea inclinada en forma de flecha que representa el vaciado del baño.

En la parte inferior del grafico de la curva de proceso se detallan los colorantes y auxiliares utilizados en el proceso con su respectiva vocal que los representa. Las vocales que se encuentran sobre una flecha, representan la adición de colorantes y auxiliares en una temperatura y tiempo determinado.

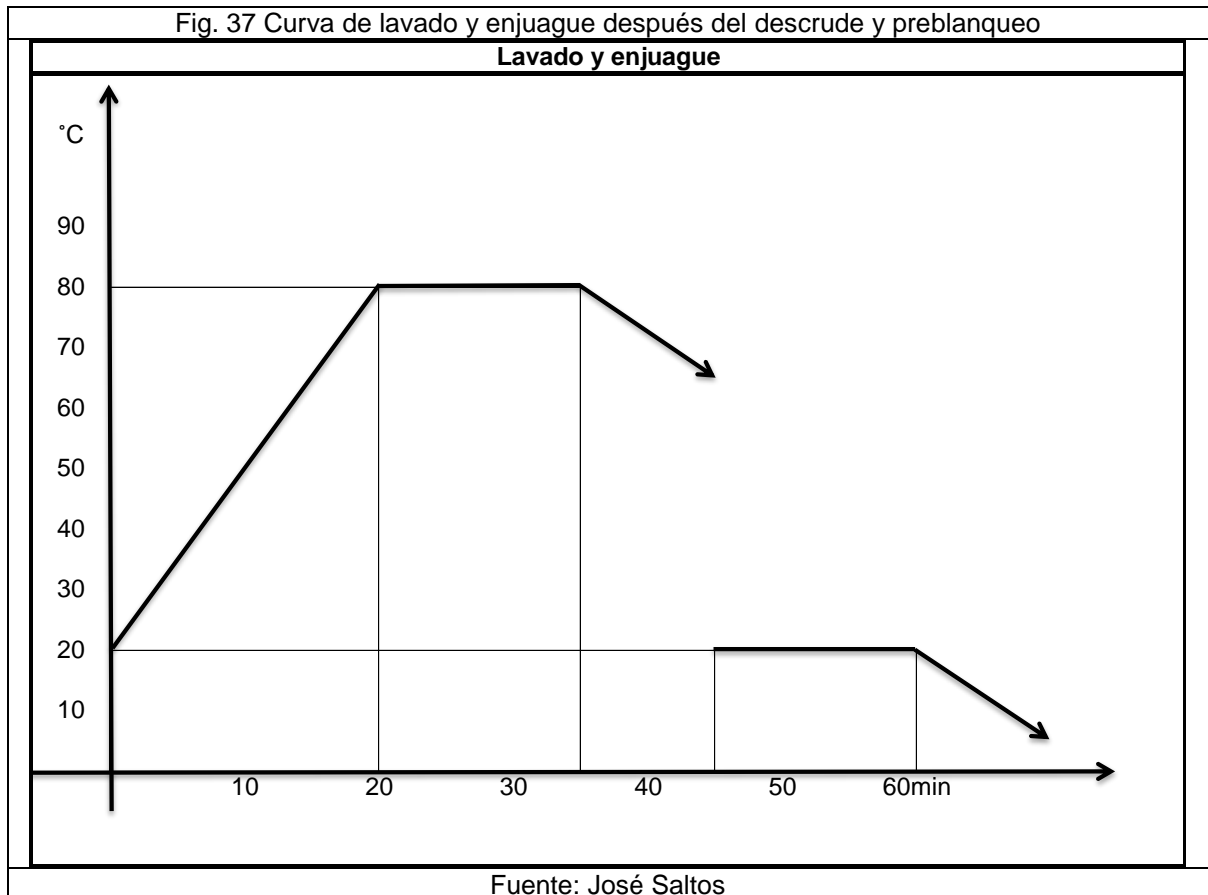
Para una explicación más didáctica en la curva de proceso, se puede representar el pH del baño.



Iniciamos el proceso con 20 litros de agua y el tejido sumergido a una temperatura de 20°C. Comienza el aumento de temperatura y adicionamos humectante, detergente e hidróxido de sodio. A los 30°C añadimos el estabilizador de peróxido de hidrógeno y posteriormente el peróxido de hidrógeno. Aumentamos la temperatura con un gradiente de 2°C por cada minuto, hasta llegar a los 90°C, en donde mantenemos la temperatura durante 45 minutos y finalmente vaciamos el baño.

El pH final de baño es alcalino pH10.

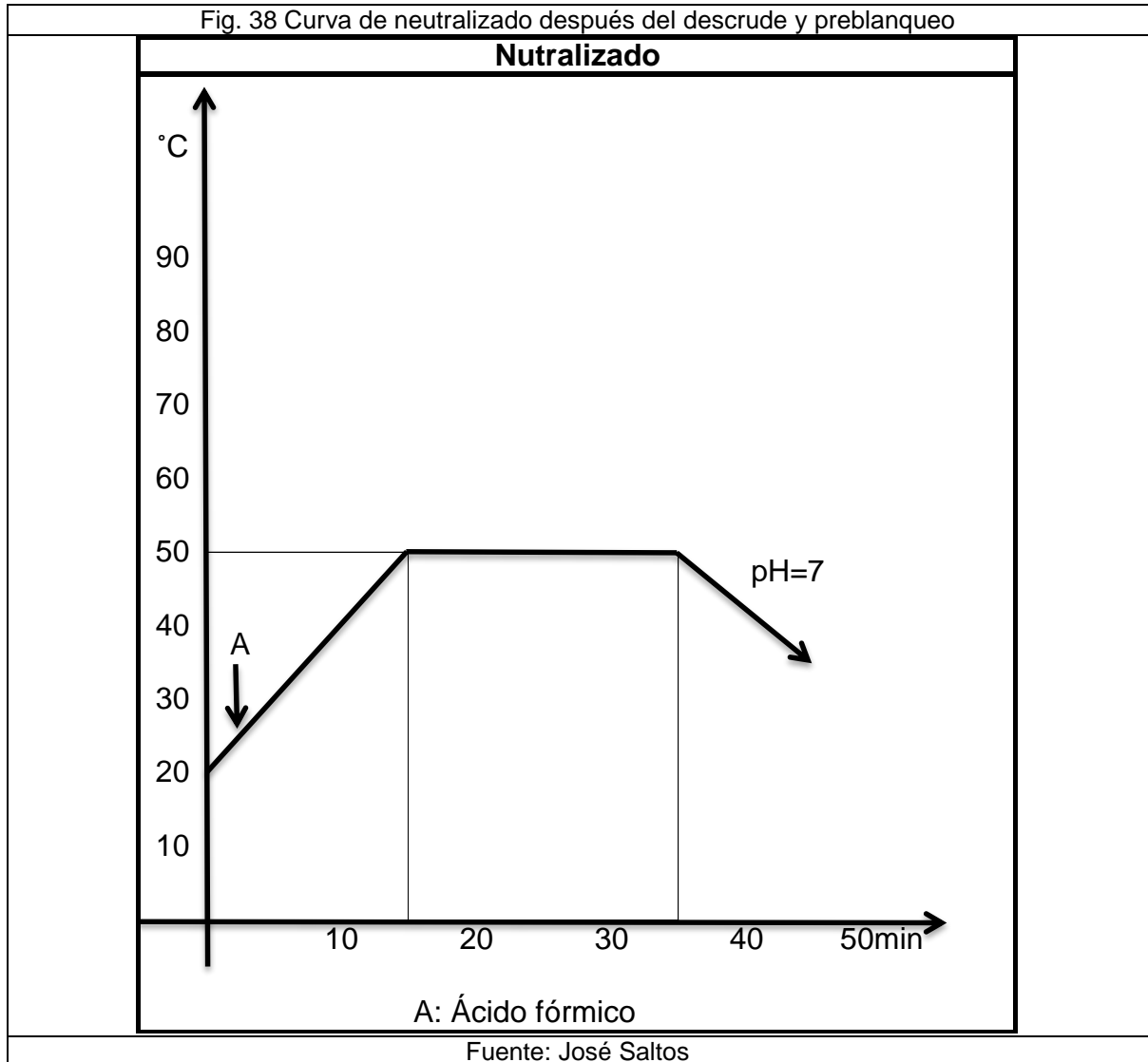
Fig. 37 Curva de lavado y enjuague después del descruce y preblanqueo



Iniciamos el proceso de lavado con 20 litros de agua y el tejido sumergido a una temperatura de 20°C. Comienza el aumento de temperatura con una gradiente de 3°C por cada minuto hasta llegar a los 80°C, en donde mantenemos la temperatura durante 15 minutos y vaciamos.

A continuación se realiza un enjuague en frío, esto significa que la temperatura del agua es de 20°C, durante 15 minutos y vaciamos.

Fig. 38 Curva de neutralizado después del descruce y preblanqueo



Iniciamos el proceso de neutralizado con 20 litros de agua y el tejido sumergido a una temperatura de 20°C. Añadimos ácido fórmico y comienza el aumento de temperatura con una gradiente de 2°C por cada minuto hasta llegar a los 50°C, en donde mantenemos la temperatura durante 20 minutos y vaciamos.

El pH final de baño es neutro pH7.



### 6.5.1.3. Hoja de programación

La hoja de programación es un formato utilizado en el área de tintorería de la industria textil. La hoja de programación nos explica detalladamente como se va llevando el proceso de textil ya sea de pretratamiento, tintorería o tratamiento posterior.

En la hoja de programación se trabaja en base a funciones, que son órdenes que emite el operador al equipo de tintura. Las funciones básicas se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 14 Nomenclatura de las funciones de la hoja de programación			
NOMENCLATURA			
<i>Función</i>	<i>Observaciones</i>	<i>Función</i>	<i>Observaciones</i>
C3F1	Llenar	C14F1	Aditamento
C1F0	Circular	C6F0	Lavado continuo
C15F1	Alarma	C8F1	Vaciar

Fuente: José Saltos

En la hoja de programación, primeramente se llenan los datos generales: número de programa y de máquina, hora de inicio y fin, nombre del operador, la fecha, el color y el tipo de proceso.

La hoja de programación consta de 6 columnas, el paso, la temperatura, tiempo, gradiente, función y observaciones. Finalmente se calcula el tiempo total del proceso.

Tabla 15 Hoja de programación del proceso de descruce y preblanqueo

Hoja de Programación					
<b>Programa Nro.:</b>	1	<b>Hora inicio:</b>	10:00	<b>Hora Fin:</b>	13:25
<b>Máquina Nro.:</b>	1	<b>Operador:</b>	José Saltos	<b>Fecha:</b>	26/05/2015
<b>Color:</b>		<b>Proceso:</b>	Descruce y Preblanqueo		
Paso	Temperatura (°C)	Tiempo (min)	Gradiente	Función	Observaciones
1		5	2°C x min	C3F1	Llenar
2				C15F1	Alarma: Humectante, detergente, hidróxido de sodio
3				C14F1	Aditamento
4	30	5		C1F0	Circular: subir temperatura
5				C15F1	Alarma: Estabilizador de peróxido
6				C14F1	Aditamento
7				C15F1	Alarma: Peróxido de hidrógeno
8				C14F1	Aditamento
9	90	30		C1F0	Circular: subir temperatura
10		45		C1F0	Circular
11		5		C8F1	Vaciar
LAVADO Y ENJUAGUE					
12		5	3°C x min	C3F1	Llenar
13	80	20		C1F0	Circular: subir temperatura
14		15		C1F0	Circular
15		5		C8F1	Vaciar
16		5		C3F1	Llenar
17		15		C1F0	Circular
18		5		C8F1	Vaciar
NEUTRALIZADO					
19		5	2°C x min	C3F1	Llenar
20				C15F1	Alarma: Ácido fórmico
21				C14F1	Aditamento
22	50	15		C1F0	Circular: subir temperatura
23		20		C1F0	Circular
24		5		C8F1	Vaciar

205

Fuente: José Saltos

#### 6.5.1.4. Control de calidad

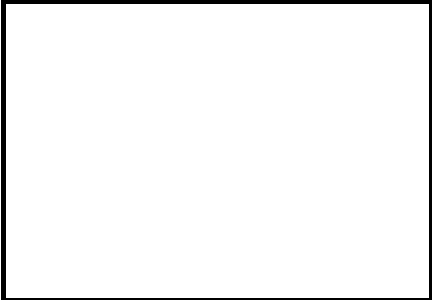
La calidad del proceso de descruce y preblanqueo se reflejara posteriormente en el proceso de tintura. El tejido deberá estar excepto de sustancias vegetales, lubricantes de los proceso de hilatura y de tejeduría, suciedad, etc., poseer un cierto grado de blanco, y ofrecerá gran capacidad de absorción para que el colorante pueda penetrar fácilmente en sus interior.

#### **6.5.1.5. Resultados**

- La adición de humectante, mejoro la propiedad hidrófila del material, para que los auxiliares químicos penetren en el interior de la fibra y puedan actuar efectivamente.
- El proceso de descruce y preblanqueo cumple las expectativas deseadas, en cuanto, a la eliminación las sustancias vegetales, suciedad, entre otras, También se logró un tono medio blanco apto para el proceso de tintura.
- Posteriormente al descruce y preblanqueo, mediante el lavado, enjuague y neutralizado, se eliminó los restos de peróxido de hidrógeno ya que éstos restos pueden manchar la tela en el proceso de tintura.

## 6.5.2. Blanqueo óptico

### 6.5.2.1. Hoja de consumo

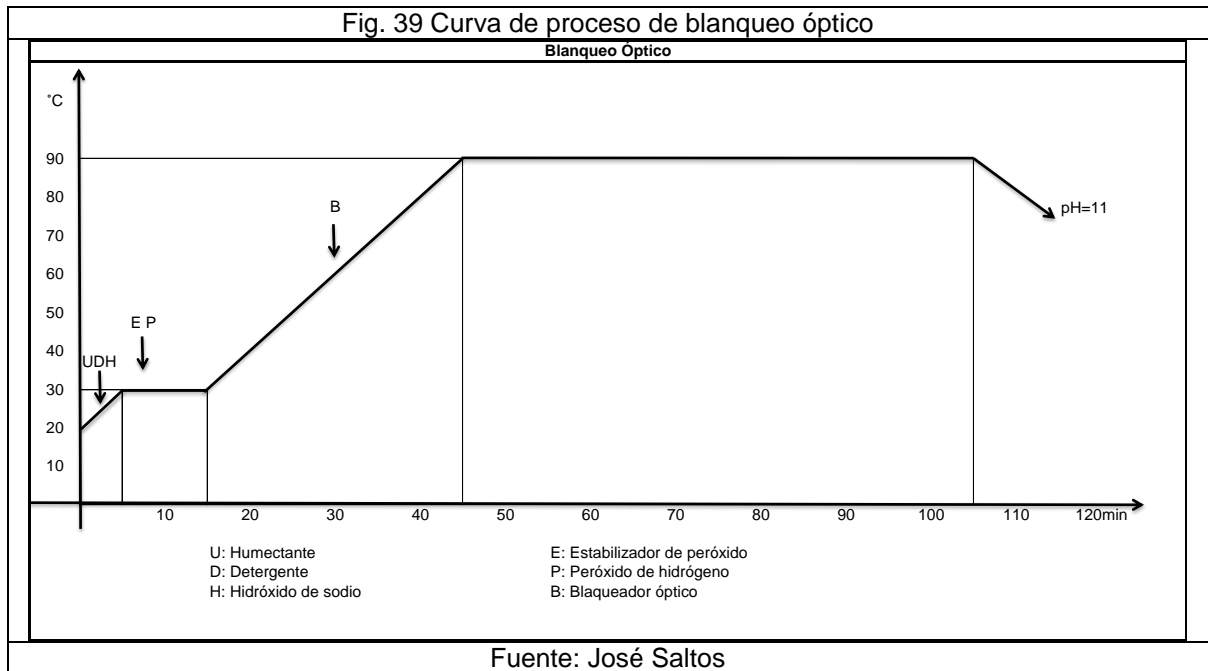
Tabla 16 Hoja de consumo de colorantes y auxiliares para el blanqueo óptico						
HOJA DE CONSUMO DE COLORANTES Y AUXILIARES						
<b>Proceso:</b>	Blanqueo óptico	<div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 100%; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="text-align: center;"> <p><b>Muestra</b></p>  </div> </div>				
<b>Material:</b>	Algodón 100%					
<b>Color:</b>	Blanco					
<b>Peso:</b>	500g					
<b>R/B:</b>	1/20					
<b>Cant. de agua:</b>	10l					
<b>V. del equipo:</b>	30rpm					
Producto	%	g/l	g	kg	Precio	Sub Total
Humectante		0,5	5,0	0,0050	2,25	0,01
Detergente		1,5	15,0	0,0150	3,75	0,06
Hidróxido de sodio		2	20,0	0,0200	1,85	0,04
Estabilizador de peróxido		2	20,0	0,0200	2,90	0,06
Preróxido de hidrógeno		4	40,0	0,0400	2,80	0,11
Blanqueador óptico	0,5		2,5	0,0025	8,90	0,02
Acido fórmico		0,5	5,0	0,0050	2,30	0,01
Suavizante	3,0		15,0	0,0150	3,50	0,05
<b>TOTAL</b>						<b>0,35</b>

Fuente: José Saltos

Se realiza el proceso de blanqueo óptico de 500g de tejido de algodón 100%, con una relación de baño de 1/20, por lo cual utilizamos 10l de agua.

Utilizamos en orden los siguientes productos químicos: humectante para aumentar la propiedad de absorción del material, detergente para eliminar la suciedad del material, hidróxido de sodio que permite eliminar las proteínas, pectinas y ceras del algodón, estabilizador de peróxido para controlar que el peróxido de hidrógeno no reaccione violentamente, peróxido de hidrógeno para blanquear químicamente la fibra, blanqueador óptico para blanquear ópticamente la fibra, ácido fórmico para neutralizar el baño y suavizante para dar propiedades de tacto y cosibilidad al material.

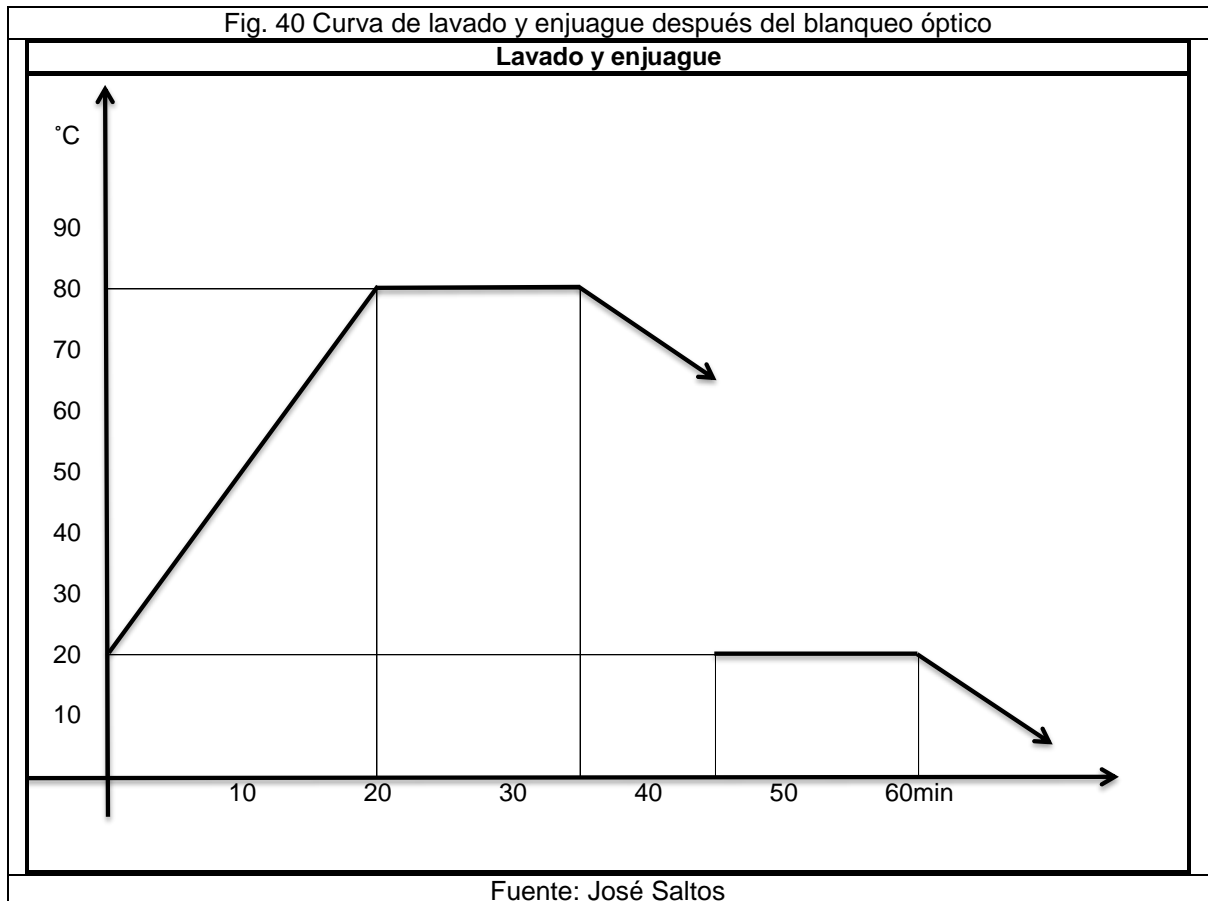
### 6.5.2.2. Curvas de proceso



Iniciamos el proceso con 10 litros de agua y el tejido sumergido a una temperatura de 20°C. Comienza el aumento de temperatura y adicionamos humectante, detergente e hidróxido de sodio. A los 30°C añadimos el estabilizador de peróxido de hidrógeno y posteriormente el peróxido de hidrógeno. Aumentamos la temperatura con una gradiente de 2°C por cada minuto, hasta llegar a los 90°C, en donde mantenemos la temperatura durante 60 minutos y finalmente vaciamos el baño.

El pH final de baño es alcalino pH11.

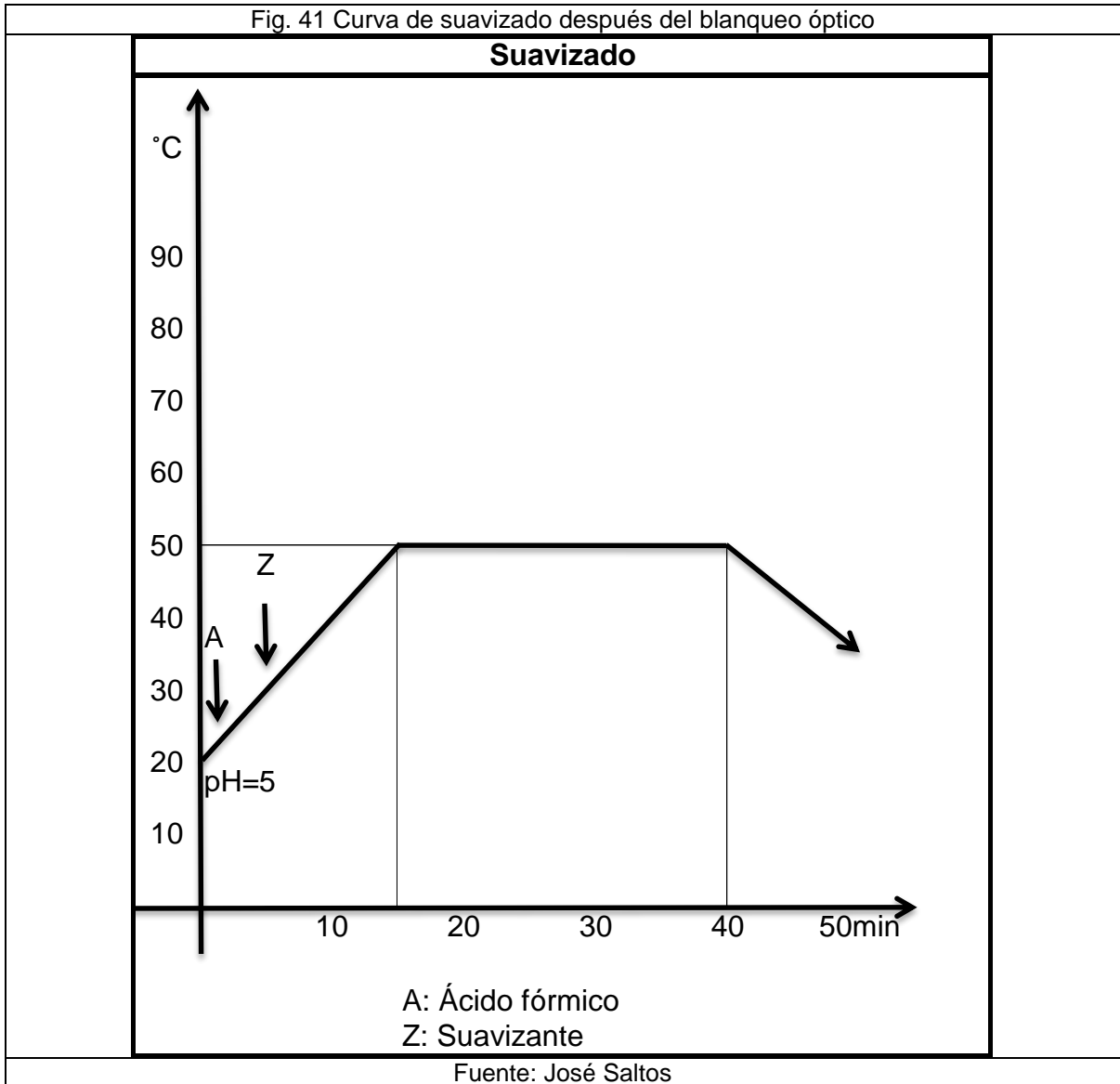
Fig. 40 Curva de lavado y enjuague después del blanqueo óptico



Iniciamos el proceso de lavado con 10 litros de agua y el tejido sumergido a una temperatura de 20°C. Comienza el aumento de temperatura con una gradiente de 3°C por cada minuto hasta llegar a los 80°C, en donde mantenemos la temperatura durante 15 minutos y vaciamos.

A continuación se realiza un enjuague en frío, esto significa que la temperatura del agua es de 20°C, durante 15 minutos y vaciamos.

Fig. 41 Curva de suavizado después del blanqueo óptico



Iniciamos el proceso de suavizado con 10 litros de agua y el tejido sumergido a una temperatura de 20°C. Añadimos ácido fórmico para llegar a pH5 y comenzamos el aumento de temperatura con un gradiente de 2°C por cada minuto, a los 30°C añadimos el suavizante y continuamos con el aumento de temperatura hasta llegar a los 50°C, en donde mantenemos la temperatura durante 25 minutos y vaciamos.

### 6.5.2.3. Hoja de programación

Tabla 17 Hoja de programación del proceso de blanqueo óptico					
Hoja de Programación					
<b>Programa Nro.:</b>	2	<b>Hora inicio:</b>	10:00	<b>Hora Fin:</b>	13:40
<b>Máquina Nro.:</b>	1	<b>Operador:</b>	José Saltos	<b>Fecha:</b>	27/05/2015
<b>Color:</b>	Blanco		<b>Proceso:</b>	Blanqueo óptico	
Paso	Temperatura (°C)	Tiempo (min)	Gradiente	Función	Observaciones
1		5	2°C x min	C3F1	Llenar
2				C15F1	Alarma: Humectante, detergente, hidróxido de sodio
3				C14F1	Aditamento
4	30	5		C1F0	Circular: subir temperatura
5				C15F1	Alarma: Estabilizador de peróxido
6				C14F1	Aditamento
7				C15F1	Alarma: Peróxido de hidrógeno
8				C14F1	Aditamento
9	60	15		C1F0	Circular: subir temperatura
10				C15F1	Alarma: Blanqueador Óptico
11				C14F1	Aditamento
12	90	15		C1F0	Circular: subir temperatura
13		60		C1F0	Circular
14		5		C8F1	Vaciar
LAVADO Y ENJUAGUE					
15		5	3°C x min	C3F1	Llenar
16	80	15		C1F0	Circular: subir temperatura
17		15		C1F0	Circular
18		5		C8F1	Vaciar
19		5		C3F1	Llenar
20		15		C1F0	Circular
21		5		C8F1	Vaciar
SUAVIZADO					
22		5	2°C x min	C3F1	Llenar
23				C15F1	Alarma: Ácido fórmico
24				C14F1	Aditamento
25	30	5		C1F0	Circular: subir temperatura
26				C15F1	Alarma: Suavizante
27				C14F1	Aditamento
28	50	10		C1F0	Circular: subir temperatura
29		25		C1F0	Circular
30		5		C8F1	Vaciar

220

Fuente: José Saltos



#### **6.5.2.4. Control de calidad**

La ficha de control de calidad es un formato utilizado en las empresas textiles, en el área de calidad, para llevar un registro de los respectivos controles. La ficha de control de calidad varía dependiendo de la empresa. La ficha básica que tenemos a continuación contiene, datos generales, datos del material, datos de tintorería, control colorimétrico, control de solidez al lavado y control de migración del color.

Los datos generales constan del nombre de la empresa, el inspector de calidad y la fecha del control.

En los datos de material se elige con una X la composición y el tipo de tejido.

Los datos de tintorería son proporcionados por el operador de tintorería y se escribe el número de programa y máquina, el color y la fecha de proceso.

Para los controles de calidad se selecciona con una X en caso de ser aprobado, condicionado, enviado a reproceso o rechazado y al final de cada control podemos poner una observación.

Tabla 18 Ficha de control de calidad del proceso de blanqueo óptico

<b>FICHA DE CONTROL DE CALIDAD</b>		
<b>Datos generales</b>		
Empresa:	UTN	
Inspector de calidad:	José Saltos	
Fecha de control	01/06/2015	
<b>Datos del material</b>		
Material:	Algodón 100%	X
	Poliéster 100%	
	Poliéster/Algodón 65/35%	
Tejido:	Plano	
	Punto	X
<b>Datos de tintorería</b>		
Programa Nro.	2	
Máquina Nro.	1	
Color:	Blanco	
Fecha de proceso:	27/05/2015	
<b>Control colorimétrico</b>		
Aprobado	X	
Condicionado		
Reproceso		
Rechazado		
Observaciones: <i>El control colorimétrico se realiza visualmente, en cuanto a la uniformidad del color en toda la partida</i>		
<b>Control de solidez al lavado</b>		
Aprobado	5	
Condicionado	4	
Reproceso	3	
Rechazado	1, 2	
Observaciones: <i>El control de solidez al lavado se realiza con la escala de grises, luego de someter la muestra a ensayos.</i>		
<b>Control de migración del color</b>		
Aprobado	5	
Condicionado	4	
Reproceso	3	
Rechazado	1, 2	
Observaciones: <i>El control de migración del color se realiza con la escala de grises, luego de someter la muestra a ensayos.</i>		


Fuente: José Saltos

#### **6.5.2.5. Resultados**

- La adición de humectante, mejoro la propiedad hidrófila del material, para que los auxiliares químicos penetren en el interior de la fibra y puedan actuar efectivamente.
- El peróxido de hidrógeno o agua oxigenada es un producto que puede reaccionar violentamente y manchar el material, por lo cual, a más de utilizar el estabilizar de peróxido, se llevó minuciosamente el aumento de la temperatura de 2°C por minuto, como indica en la curva de tintura, para evitar este problema.
- Se utilizó 0,5% de blanqueador óptico UVITEX BHT en relación a la cantidad de material procesado. Obtuvimos un tono blanco aceptable tomando en cuenta el tono amarillento del material en crudo.

### 6.5.3. Tintura de un color bajo

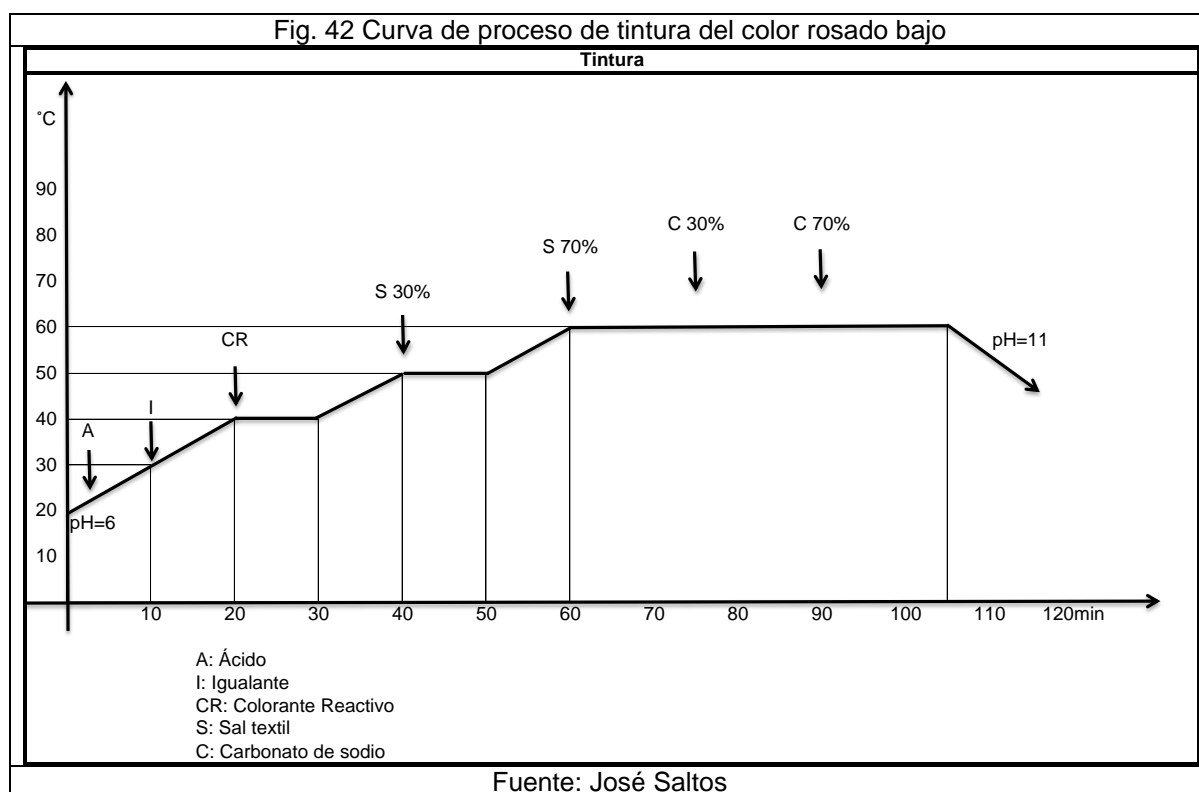
#### 6.5.3.1. Hoja de consumo

Tabla 19 Hoja de consumo de colorantes y auxiliares para la tintura de rosado bajo						
HOJA DE CONSUMO DE COLORANTES Y AUXILIARES						
<b>Proceso:</b>	Tintura	<div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 100%; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="text-align: center;"> <p><b>Muestra</b></p>  </div> </div>				
<b>Color:</b>	Rosado bajo					
<b>Material:</b>	Algodón 100%					
<b>Peso:</b>	500g					
<b>R/B:</b>	1/20					
<b>Cant. de agua:</b>	10l					
<b>V. del equipo:</b>	30rpm					
Producto	%	g/l	g	kg	Precio	Sub Total
Igualante		2	20	0,0200	35,65	0,71
Rojo Drimaren CL-5B conc.	0,05		0,25	0,0003	58	0,01
Sal textil		10	100	0,1000	0,8	0,08
Carbonato de sodio		6	60	0,0600	2,04	0,12
Detergente		1	10	0,0100	5,34	0,05
Fijador	2,00		10	0,0100	7	0,07
Ácido fórmico		1	10	0,0100	2,34	0,02
Suavizante	3,00		15	0,0150	3,5	0,05
<b>TOTAL</b>						<b>1,13</b>
Fuente: José Saltos						

Se tintura el color rosado bajo en 500g de tejido de algodón 100%, con una relación de baño de 1/20, por lo cual utilizamos 10l de agua. El material a teñir, fue descrudado y preblanqueado previamente.

Para realizar éste proceso utilizamos en orden los siguientes productos químicos: igualante que ayuda a distribuir uniformemente el colorante en el material, el colorante Rojo Drimaren CL-5B conc., sal textil como electrolito, carbonato de sodio como álcali para iniciar la reacción química del colorante reactivo con la celulosa. También se usa detergente para realizar posteriormente el lavado, fijador para mejorar la solidez de la tintura, ácido fórmico para llevar el baño a pH5, pH idóneo para realizar el proceso de suavizado del material.

### 6.5.3.2. Curvas de proceso



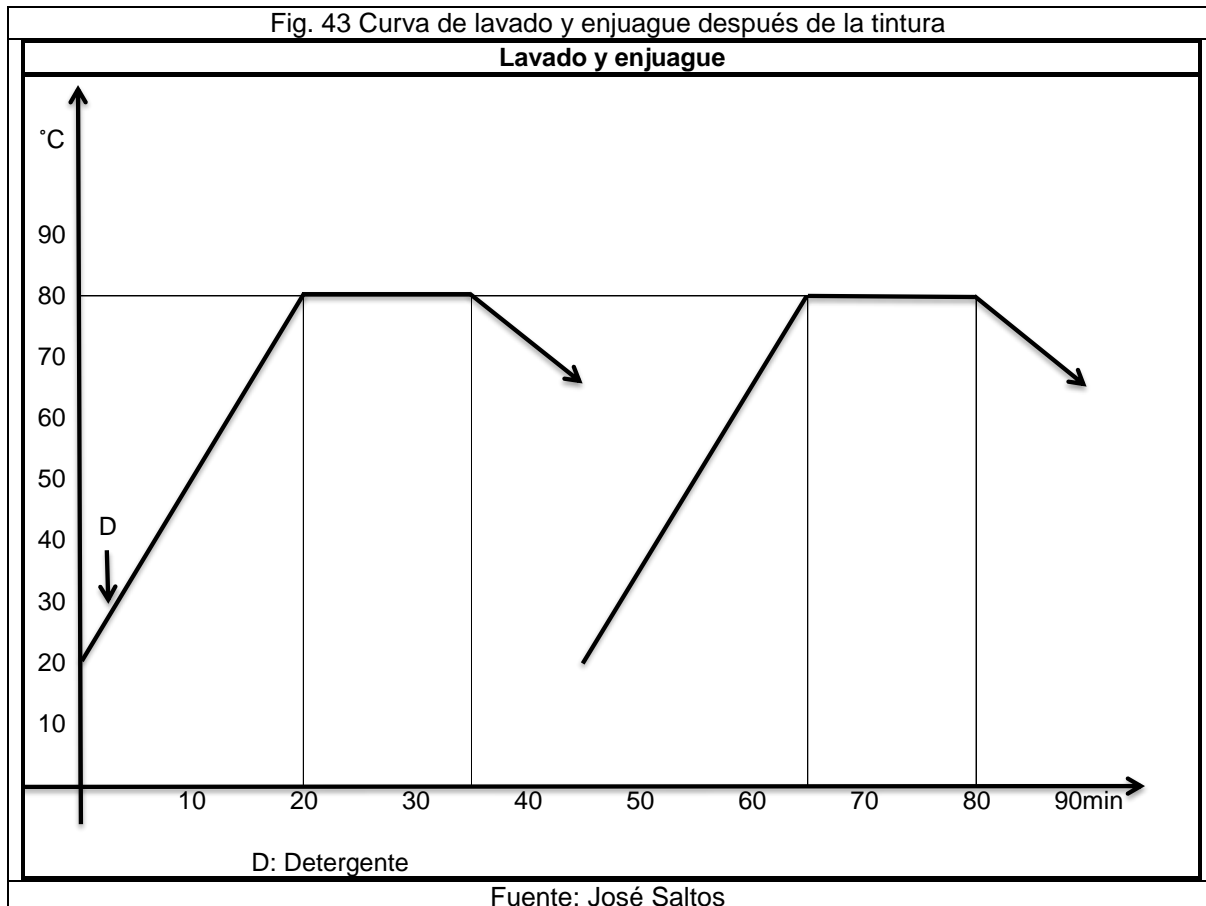
Iniciamos el proceso con 10 litros de agua y el tejido sumergido a una temperatura de 20°C. Comienza el aumento de temperatura y adicionamos ácido fórmico para llevar el baño a pH6.

Para este proceso la gradiente de aumento de temperatura es de 1°C por cada minuto. A los 30°C añadimos igualante, a los 40°C añadimos el colorante reactivo y mantenemos a esta temperatura el baño durante 10 minutos. Elevamos la temperatura a 50°C y añadimos el 30% de la sal textil y mantenemos la temperatura por 10 minutos. Elevamos la temperatura a 60°C y añadimos el 70% de la sal textil.

Se mantiene la temperatura a 60°C para el resto del proceso. Después de 15 minutos añadimos el 30% del carbonato de sodio y en 15 minutos más el 70%. Mantenemos la temperatura del baño a 60°C por 15 minutos más y vaciamos.

El pH final de baño es alcalino pH11.

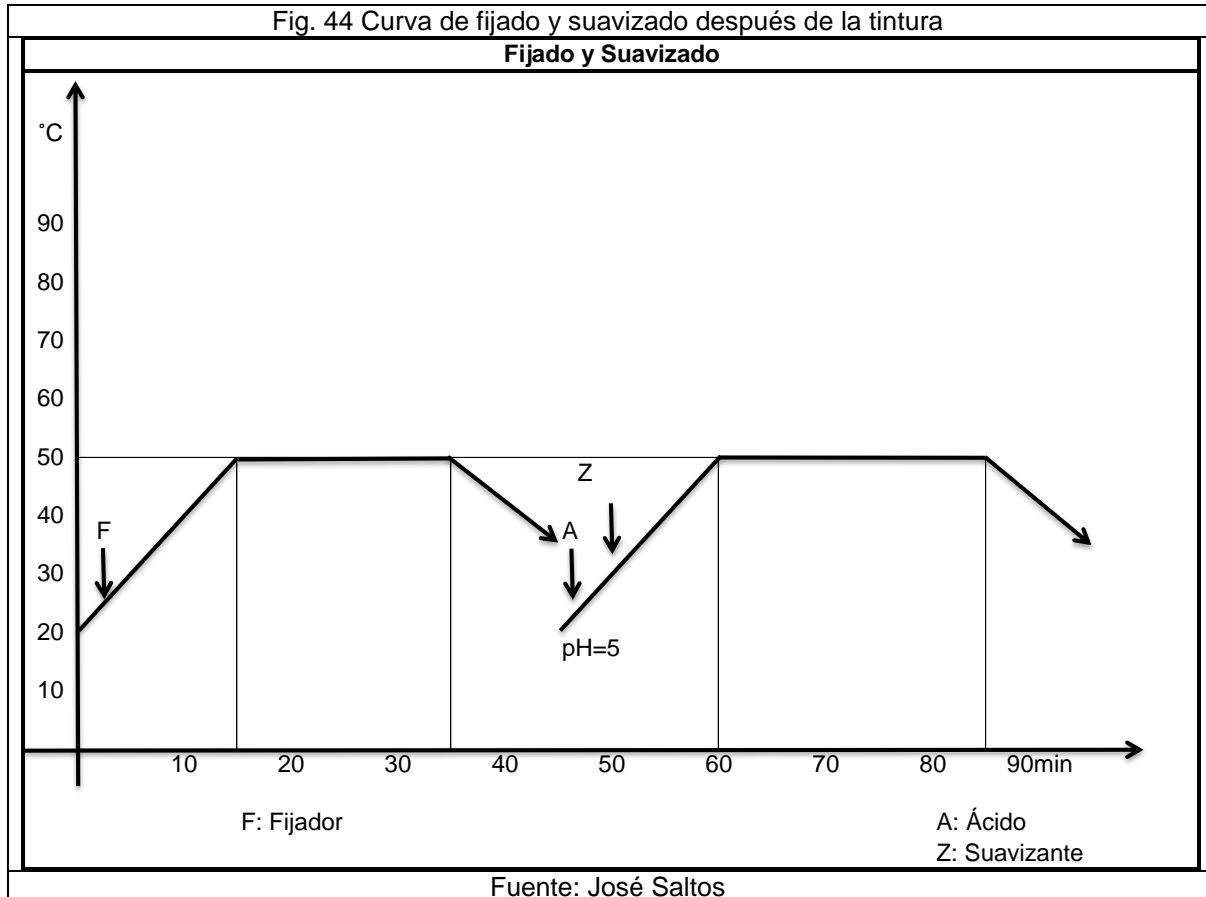
Fig. 43 Curva de lavado y enjuague después de la tinte



Iniciamos el proceso de lavado con 10 litros de agua y el tejido sumergido a una temperatura de 20°C. Comienza el aumento de temperatura y añadimos el detergente. La gradiente de aumento de temperatura es de 3°C por cada minuto hasta llegar a los 80°C, en donde mantenemos la temperatura durante 15 minutos y vaciamos.

A continuación se realiza un enjuague en a 80°C durante 15 minutos y vaciamos.

Fig. 44 Curva de fijado y suavizado después de la tinte



Iniciamos el proceso de fijado con 10 litros de agua, con el tejido sumergido a una temperatura de 20°C. Añadimos fijador y comenzamos con el aumento de temperatura con una gradiente de 2°C por cada minuto, hasta llegar a los 50°C, en donde mantenemos la temperatura durante 20 minutos y vaciamos.

Para el proceso de suavizado utilizamos 10 litros de agua y el tejido sumergido a una temperatura de 20°C. Añadimos ácido fórmico para llegar a pH5 y comenzamos con el aumento de temperatura con una gradiente de 2°C por cada minuto, a los 30°C añadimos el suavizante y continuamos con el aumento de temperatura hasta llegar a los 50°C, en donde mantenemos la temperatura durante 25 minutos y vaciamos.

### 6.5.3.3. Hoja de programación

Tabla 20 Hoja de programación del proceso tintura de rosado bajo

Hoja de Programación					
<b>Programa Nro.:</b>	3	<b>Hora inicio:</b>	9:00	<b>Hora Fin:</b>	14:00
<b>Máquina Nro.:</b>	1	<b>Operador:</b>	José Saltos	<b>Fecha:</b>	28/05/2015
<b>Color:</b>	Rosado bajo	<b>Proceso:</b>	Tintura		
Paso	Temperatura (°C)	Tiempo (min)	Gradiente	Función	Observaciones
1		5	1°C x min	C3F1	Llenar
2				C15F1	Alarma: Ácido fórmico
3				C14F1	Aditamento
4	30	10		C1F0	Circular: subir temperatura
5				C15F1	Alarma: Igualante
6				C14F1	Aditamento
7	40	10		C1F0	Circular: subir temperatura
8				C15F1	Alarma: Colorante reactivo
9				C14F1	Aditamento
10		10		C1F0	Circular
11	50	10		C1F0	Circular: subir temperatura
12				C15F1	Alarma: Sal textil (30%)
13				C14F1	Aditamento
14		10		C1F0	Circular
15	60	10		C1F0	Circular: subir temperatura
16				C15F1	Alarma: Sal textil (70%)
17				C14F1	Aditamento
18		15		C1F0	Circular
19				C15F1	Alarma: Carbonato de sodio (30%)
20				C14F1	Aditamento
21		15		C1F0	Circular
22				C15F1	Alarma: Carbonato de sodio (70%)
23				C14F1	Aditamento
24		15		C1F0	Circular
25		5		C8F1	Vaciar
LAVADO Y ENJUAGUE					
26		5	3°C x min	C3F1	Llenar
27				C15F1	Alarma: Detergente
28				C14F1	Aditamento
29	80	20		C1F0	Circular: subir temperatura
30		15		C1F0	Circular
31		5		C8F1	Vaciar
32		5		C3F1	Llenar
33	80	20		C1F0	Circular: subir temperatura
34		15		C1F0	Circular
35		5		C8F1	Vaciar
FIJADO Y SUAVIZADO					
36		5	2°C x min	C3F1	Llenar
37				C15F1	Alarma: Fijador
38				C14F1	Aditamento
39	50	15		C1F0	Circular: subir temperatura
40		20		C1F0	Circular
41		5		C8F1	Vaciar
42		5		C3F1	Llenar
43				C15F1	Alarma: Ácido fórmico
44				C14F1	Aditamento
45	30	5		C1F0	Circular: subir temperatura
46				C15F1	Alarma: Suavizante
47				C14F1	Aditamento
48	50	10		C1F0	Circular: subir temperatura
49		25		C1F0	Circular
50		5		C8F1	Vaciar

300

Fuente: José Saltos



**6.5.3.4. Control de calidad**

Tabla 21 Ficha de control de calidad de la tintura de rosado bajo


<b>FICHA DE CONTROL DE CALIDAD</b>		
<b>Datos generales</b>		
Empresa:	UTN	
Inspector de calidad:	José Saltos	
Fecha de control	01/06/2015	
<b>Datos del material</b>		
Material:	Algodón 100%	X
	Poliéster 100%	
	Poliéster/Algodón 65/35%	
Tejido:	Plano	
	Punto	X
<b>Datos de tintorería</b>		
Programa Nro.	3	
Máquina Nro.	1	
Color:	Rosado bajo	
Fecha de proceso:	28/05/2015	
<b>Control colorimétrico</b>		
Aprobado		
Condicionado	X	
Reproceso		
Rechazado		
Observaciones: <i>El control colorimétrico se realiza visualmente, en cuanto a la uniformidad del color en toda la partida</i>		
<b>Control de solidez al lavado</b>		
Aprobado	5	X
Condicionado	4	
Reproceso	3	
Rechazado	1, 2	
Observaciones: <i>El control de solidez al lavado se realiza con la escala de grises, luego de someter la muestra a ensayos.</i>		
<b>Control de migración del color</b>		
Aprobado	5	X
Condicionado	4	
Reproceso	3	
Rechazado	1, 2	
Observaciones: <i>El control de migración del color se realiza con la escala de grises, luego de someter la muestra a ensayos.</i>		
Fuente: José Saltos		

#### **6.5.3.5. Resultados**

- El control colorimétrico se aprueba condicionado, ya que existe uniformidad de tono en toda la partida, pero existe una pequeña área, en la cual accidentalmente se regó una mínima cantidad de polvo de colorante y en el proceso de tintura reaccionó manchando ésta pequeña área de material.
- Con 0,05% de concentración del colorante Rojo Drimaren CL-5B conc. En relación al peso del material, se obtuvo un tono rosado bajo, el cual posee excelente calidad en cuanto a la solidez al lavado y migración.
- Luego de realizar un lavado y un enjuague a 80°C durante 15 minutos, cada uno, el color del agua del baño se tornó natural, lo que demuestra que no queda restos de colorante hidrolizado.

## 6.5.4. Tintura de un color intenso

### 6.5.4.1. Hoja de consumo

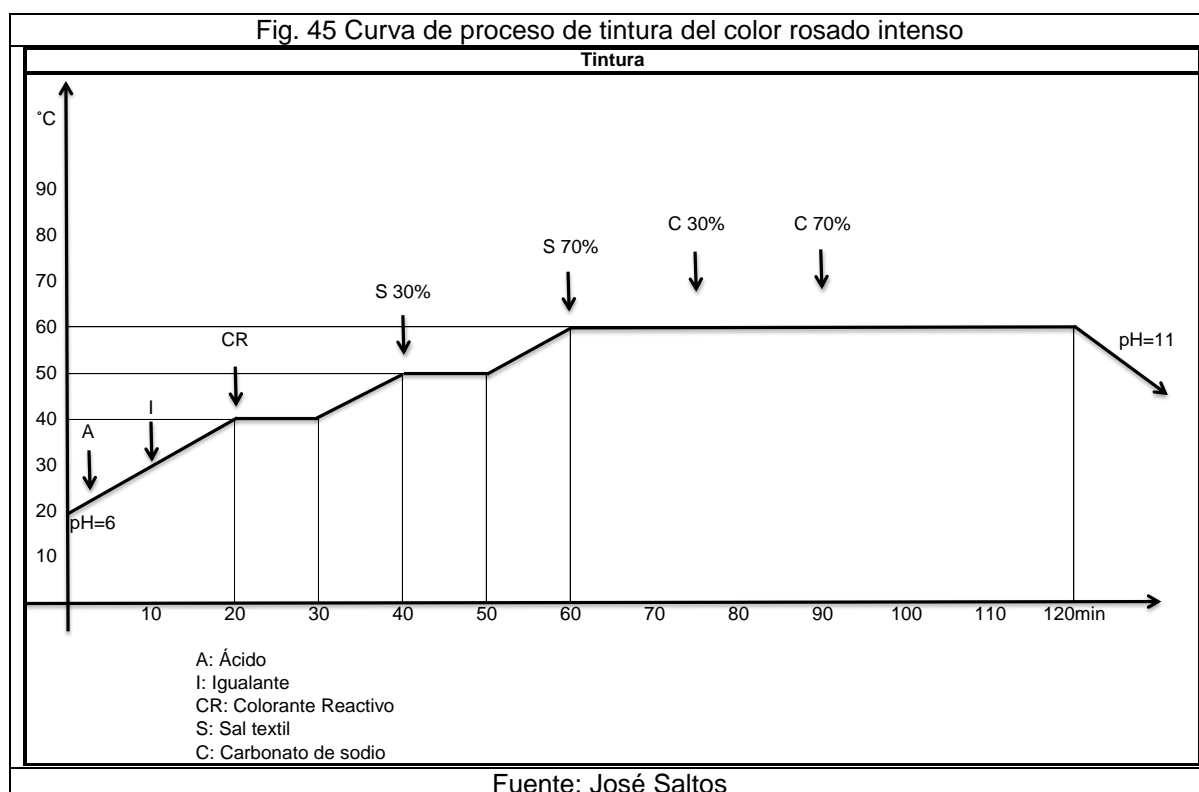
Tabla 22 Hoja de consumo de colorantes y auxiliares para la tintura de rosado intenso						
HOJA DE CONSUMO DE COLORANTES Y AUXILIARES						
<b>Proceso:</b>	Tintura	<div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 100%; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="text-align: center;"> <p><b>Muestra</b></p>  </div> </div>				
<b>Color:</b>	Rosado intenso					
<b>Material:</b>	Algodón 100%					
<b>Peso:</b>	500g					
<b>R/B:</b>	1/20					
<b>Cant. de agua:</b>	10l					
<b>V. del equipo:</b>	30rpm					
Producto	%	g/l	g	kg	Precio	Sub Total
Igualante		2	20	0,0200	35,65	0,71
Rojo Drimaren CL-5B conc.	0,30		1,5	0,0015	58	0,09
Sal textil		20	200	0,2000	0,8	0,16
Carbonato de sodio		6	60	0,0600	2,04	0,12
Detergente		1	10	0,0100	5,34	0,05
Fijador	3,00		15	0,0150	7	0,11
Ácido fórmico		1	10	0,0100	2,34	0,02
Suavizante	3,00		15	0,0150	3,5	0,05
<b>TOTAL</b>						<b>1,32</b>

Fuente: José Saltos

Se tintura el color rosado intenso en 500g de tejido de algodón 100%, con una relación de baño de 1/20, por lo cual utilizamos 10l de agua. El material a teñir, fue descrudado y preblanqueado previamente.

Para realizar éste proceso utilizamos en orden los siguientes productos químicos: igualante que ayuda a distribuir uniformemente el colorante en el material, el colorante Rojo Drimaren CL-5B conc., sal textil como electrolito, carbonato de sodio como álcali para iniciar la reacción química del colorante reactivo con la celulosa. También se usa detergente para realizar posteriormente el lavado, fijador para mejorar la solidez de la tintura, ácido fórmico para llevar el baño a pH5, pH idóneo para realizar el proceso de suavizado del material.

### 6.5.4.2. Curvas de proceso

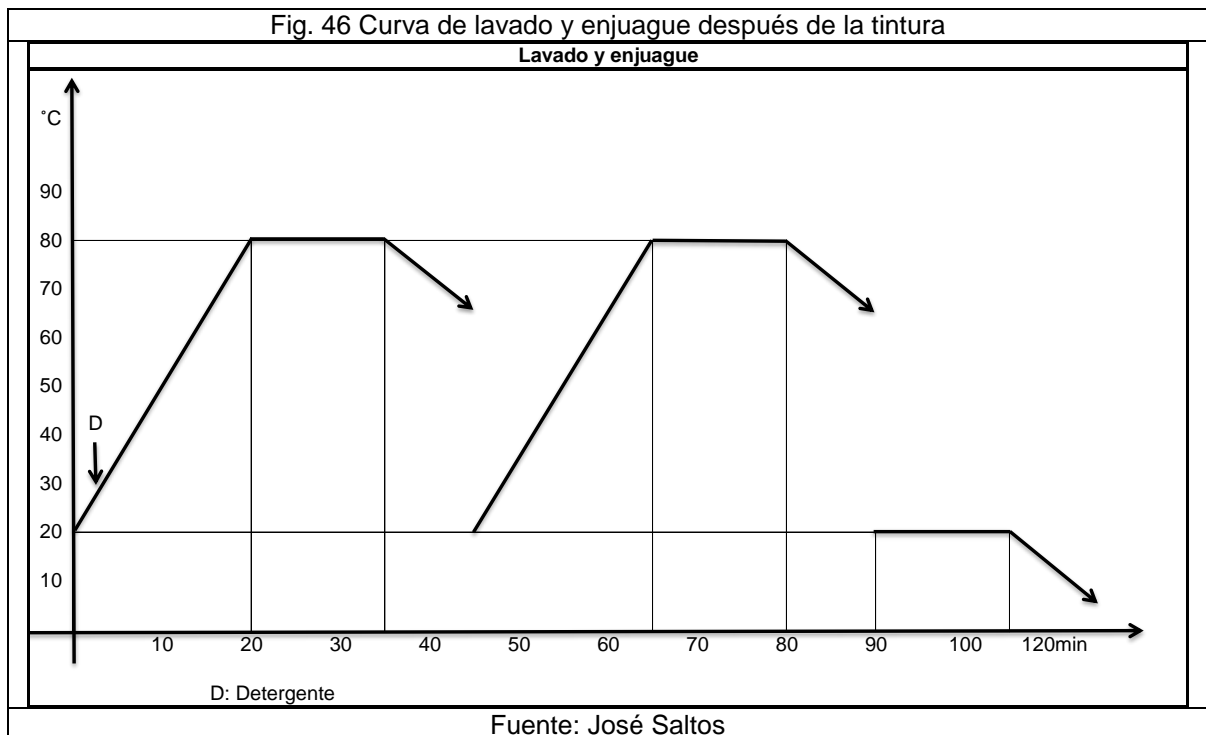


Iniciamos el proceso con 10 litros de agua y el tejido sumergido a una temperatura de 20°C. Comienza el aumento de temperatura y adicionamos ácido fórmico para llevar el baño a pH6.

Para este proceso la gradiente de aumento de temperatura es de 1°C por cada minuto. A los 30°C añadimos igualante, a los 40°C añadimos el colorante reactivo y mantenemos a esta temperatura el baño durante 10 minutos. Elevamos la temperatura a 50°C y añadimos el 30% de la sal textil y mantenemos la temperatura por 10 minutos. Elevamos la temperatura a 60°C y añadimos el 70% de la sal textil.

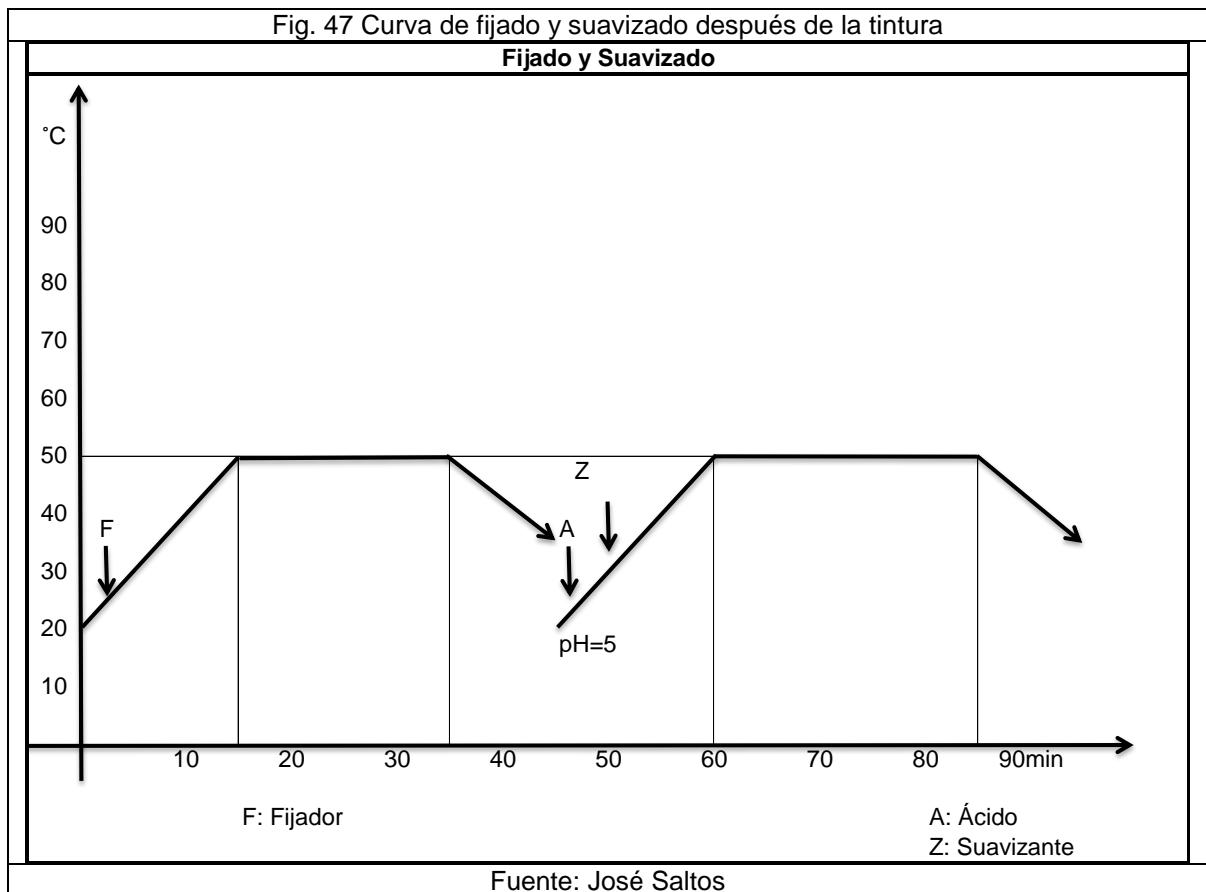
Se mantiene la temperatura a 60°C para el resto del proceso. Después de 15 minutos añadimos el 30% del carbonato de sodio y en 15 minutos más el 70%. Mantenemos la temperatura del baño a 60°C por 30 minutos más y vaciamos.

El pH final de baño es alcalino pH11.



Iniciamos el proceso de lavado con 10 litros de agua y el tejido sumergido a una temperatura de 20°C. Comienza el aumento de temperatura y añadimos el detergente. La gradiente de aumento de temperatura es de 3°C por cada minuto hasta llegar a los 80°C, en donde mantenemos la temperatura durante 15 minutos y vaciamos.

A continuación se realizan 2 enjuagues, el primero enjuague a 80°C durante 15 minutos y el segundo enjuague en frío, durante 10 minutos y vaciamos.



Iniciamos el proceso de fijado con 10 litros de agua, con el tejido sumergido a una temperatura de 20°C. Añadimos fijador y comenzamos con el aumento de temperatura con una gradiente de 2°C por cada minuto, hasta llegar a los 50°C, en donde mantenemos la temperatura durante 20 minutos y vaciamos.

Para el proceso de suavizado utilizamos 10 litros de agua y el tejido sumergido a una temperatura de 20°C. Añadimos ácido fórmico para llegar a pH5 y comenzamos con el aumento de temperatura con una gradiente de 2°C por cada minuto, a los 30°C añadimos el suavizante y continuamos con el aumento de temperatura hasta llegar a los 50°C, en donde mantenemos la temperatura durante 25 minutos y vaciamos.

### 6.5.4.3. Hoja de programación

Tabla 23 Hoja de programación del proceso tintura de rosado intenso

Hoja de Programación					
<b>Programa Nro.:</b>	4	<b>Hora inicio:</b>	9:00	<b>Hora Fin:</b>	14:40
<b>Máquina Nro.:</b>	1	<b>Operador:</b>	José Saltos	<b>Fecha:</b>	29/05/2015
<b>Color:</b>	Rosado intenso	<b>Proceso:</b>	Tintura		
Paso	Temperatura (°C)	Tiempo (min)	Gradiente	Función	Observaciones
1		5	1°C x min	C3F1	Llenar
2				C15F1	Alarma: Ácido fórmico
3				C14F1	Aditamento
4	30	10		C1F0	Circular: subir temperatura
5				C15F1	Alarma: Iguante
6				C14F1	Aditamento
7	40	10		C1F0	Circular: subir temperatura
8				C15F1	Alarma: Colorante reactivo
9				C14F1	Aditamento
10		10		C1F0	Circular
11	50	10		C1F0	Circular: subir temperatura
12				C15F1	Alarma: Sal textil (30%)
13				C14F1	Aditamento
14		10		C1F0	Circular
15	60	10		C1F0	Circular: subir temperatura
16				C15F1	Alarma: Sal textil (70%)
17				C14F1	Aditamento
18		15		C1F0	Circular
19				C15F1	Alarma: Carbonato de sodio (30%)
20				C14F1	Aditamento
21		15		C1F0	Circular
22				C15F1	Alarma: Carbonato de sodio (70%)
23				C14F1	Aditamento
24		30		C1F0	Circular
25		5		C8F1	Vaciar
<b>LAVADO Y ENJUAGUE</b>					
26		5	3°C x min	C3F1	Llenar
27				C15F1	Alarma: Detergente
28				C14F1	Aditamento
29	80	20		C1F0	Circular: subir temperatura
30		15		C1F0	Circular
31		5		C8F1	Vaciar
32		5		C3F1	Llenar
33	80	20		C1F0	Circular: subir temperatura
34		15		C1F0	Circular
35		5		C8F1	Vaciar
36		5		C3F1	Llenar
37		15		C1F0	Circular
38		5	C8F1	Vaciar	
<b>FIJADO Y SUAVIZADO</b>					
39		5	2°C x min	C3F1	Llenar
40				C15F1	Alarma: Fijador
41				C14F1	Aditamento
42	50	15		C1F0	Circular: subir temperatura
43		20		C1F0	Circular
44		5		C8F1	Vaciar
45		5		C3F1	Llenar
46				C15F1	Alarma: Ácido fórmico
47				C14F1	Aditamento
48	30	5		C1F0	Circular: subir temperatura
49				C15F1	Alarma: Suavizante
50				C14F1	Aditamento
51	50	10		C1F0	Circular: subir temperatura
52		25		C1F0	Circular
53		5		C8F1	Vaciar

340

Fuente: José Saltos

**6.5.4.4. Control de calidad**

Tabla 24 Ficha de control de calidad de la tintura de rosado intenso

<b>FICHA DE CONTROL DE CALIDAD</b>		
<b>Datos generales</b>		
Empresa:	UTN	
Inspector de calidad:	José Saltos	
Fecha de control	01/06/2015	
<b>Datos del material</b>		
Material:	Algodón 100%	X
	Poliéster 100%	
	Poliéster/Algodón 65/35%	
Tejido:	Plano	
	Punto	X
<b>Datos de tintorería</b>		
Programa Nro.	4	
Máquina Nro.	1	
Color:	Rosado intenso	
Fecha de proceso:	28/05/2015	
<b>Control colorimétrico</b>		
Aprobado	X	
Condicionado		
Reproceso		
Rechazado		
Observaciones: <i>El control colorimétrico se realiza visualmente, en cuanto a la uniformidad del color en toda la partida</i>		
<b>Control de solidez al lavado</b>		
Aprobado	5	X
Condicionado	4	
Reproceso	3	
Rechazado	1, 2	
Observaciones: <i>El control de solidez al lavado se realiza con la escala de grises, luego de someter la muestra a ensayos.</i>		
<b>Control de migración del color</b>		
Aprobado	5	X
Condicionado	4	
Reproceso	3	
Rechazado	1, 2	
Observaciones: <i>El control de migración del color se realiza con la escala de grises, luego de someter la muestra a ensayos.</i>		
Fuente: José Saltos		



#### **6.5.4.5. Resultados**

- El control colorimétrico se aprueba sin ninguna novedad, ya que existe uniformidad de tono en toda la partida.
- Con 0,3% de concentración del colorante Rojo Drimaren CL-5B conc., en relación al peso del material, se obtuvo un tono rosado intenso, el cual posee excelente calidad en cuanto a la solidez al lavado y migración.
- Luego de realizar un lavado y un enjuague a 80°C durante 15 minutos, cada uno, el color del agua del baño no se tornó realmente natural, por lo que tuvo que realizar otro lavado en frío, durante 15 minutos, para eliminar todos los restos de colorante hidrolizado.

## CAPITULO VII

### 7. COSTOS

Una vez que hemos comprobado el correcto funcionamiento del equipo lavadora-tinturadora de prendas, cumpliendo todos los requerimientos previstos en el diseño, es necesario considerar los costos que importaron para su construcción, para determinar la viabilidad de la inversión realizada.

Cabe recalcar que el equipo fue diseñado y construido para fines didácticos, más no para la producción industrial.

#### 7.1. Costos construcción del equipo

Para determinar los costos totales de construcción se ha sumado el valor de los costos de materia prima, instrumentos eléctricos, instrumentos de medición y mano de obra.

Los costos de materia prima incluyen todos los materiales necesarios. La mayoría de materiales posteriormente fueron mecanizados para ir formando las piezas que constituirán el equipo.

<b>COSTOS DE MATERIA PRIMA</b>				
<b>NÚMERO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO/U</b>	<b>TOTAL</b>
1	Láminas de Acero Inox. A316 de 3mm	1	385,00	385,00
2	Angulo de 2" x 1/4" acero Inoxidable	1	44,00	44,00
3	Acero Inoxidable diámetro 60 x 50 mm	2	27,00	54,00
4	Acero Inoxidable diámetro 120 x 12mm	2	14,00	28,00
5	Acero Inoxidable diámetro 180 x 12mm	2	18,00	36,00
6	Niples de 1/2" acero Inoxidable	8	2,60	20,80
7	Rodamientos	2	4,60	9,20
8	Empaque termico	1	12,00	12,00
9	Polea de 3"	1	3,00	3,00
10	Polea de 4"	1	4,00	4,00
11	Banda de 42"	1	7,00	7,00
12	Pernos M10 x 25mm Inox. Con tuerca	40	0,95	38,00
13	Base de Moto reductor	1	60,00	60,00
<b>Total</b>				<b>701,00</b>

Fuente: José Saltos

Dentro de instrumentos eléctricos se encuentra el motoreductor y el tablero de control. Al tablero de control en éste capítulo, le tomamos como un solo, pero hay que tomar en cuenta que contiene varios componentes, entre los cuales podemos nombrar al variador de frecuencia, los timmers, el disyuntos, los selectores, etc.

Tabla 26 Costos de instrumentos eléctricos				
<b>COSTOS DE INSTRUMENTOS ELÉCTRICOS</b>				
<b>NÚMERO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO/U</b>	<b>TOTAL</b>
1	Motoreductor Siemen de 1/2 HP	1	580,00	580,00
2	Tablero de control	1	328,00	328,00
<b>Total</b>				<b>908,00</b>

Fuente: José Saltos

Básicamente el equipo está provisto de dos instrumentos que medien las variables del proceso, el termómetro para medir la temperatura y el nivel para medir la cantidad de agua.

Tabla 27 Costos de instrumentos de medición				
<b>COSTOS DE INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN</b>				
<b>NÚMERO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO/U</b>	<b>TOTAL</b>
1	Temómetro a par bimetálico	1	112,00	112,00
2	Nivel de vidrio	1	176,00	176,00
<b>Total</b>				<b>288,00</b>

Fuente: José Saltos

Para la construcción y montaje del equipo se contó con mano de obra calificada, para garantizar la no existencia de fallas y el correcto funcionamiento del equipo.

Tabla 28 Costos de mano de obra				
<b>COSTOS DE MANO DE OBRA</b>				
<b>NÚMERO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO/U</b>	<b>TOTAL</b>
1	Corte de láminas y barolado	2	45,00	90,00
2	Soldadura en proceso TIC	1	360,00	360,00
3	Mecanizado de manzanas laterales	2	50,00	100,00
4	Mano de obra taladrado	1	270,00	270,00
5	Mano de obra de montaje	1	400,00	400,00
6	Mecanizado de poleas	2	10,00	20,00
7	Montaje del tablero de control	1	60,00	60,00
<b>Total</b>				<b>1300,00</b>

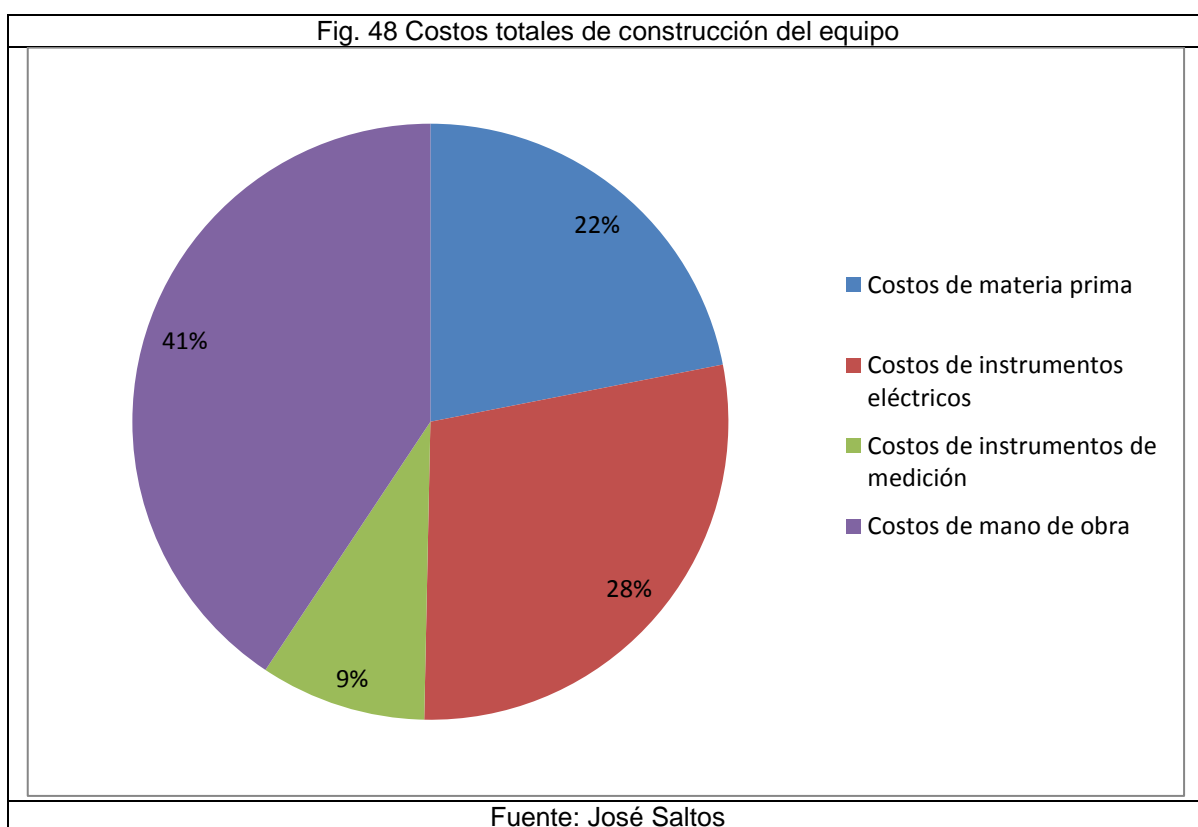
Fuente: José Saltos

El valor predominante de los costos totales de construcción del equipo es el valor de la mano de obra, seguido de los instrumentos eléctricos, costos de materia prima e instrumentos de medición.

Tabla 29 Costos totales de construcción del equipo		
<b>COSTOS TOTALES DE CONSTRUCCIÓN DEL EQUIPO</b>		
<b>NÚMERO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>COSTO</b>
1	Costos de materia prima	701,00
2	Costos de instrumentos eléctricos	908,00
3	Costos de instrumentos de medición	288,00
4	Costos de mano de obra	1.300,00
<b>Total</b>		<b>3.197,00</b>

Fuente: José Saltos

Los costos totales de construcción del equipo se reflejan en el siguiente gráfico, en donde el 22% es de materia primea, el 28% de instrumentos eléctricos, el 9% de instrumentos de medición y el 41% de mano de obra.



## 7.2. Costos del proceso de tintura

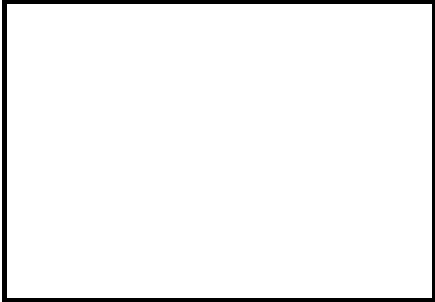
El equipo lavadora-tinturadora tiene la capacidad de procesar 4Kg de material con una relación de baño de 1:10.

Para brindar servicios de tintura de prendas realizaremos un breve análisis de los costos que incurren en el proceso.

### 7.2.1. Colorantes y auxiliares

El valor de los colorantes y auxiliares se refleja en la siguiente tabla, es necesario tomar en cuenta que para realizar el proceso de tintura asumimos que recibimos las prendas ya descrudadas y preblanqueadas.

Para el ejemplo tomaremos una hoja de consumo de la tintura del color rosado intenso.

Tabla 30. Costos de colorantes y auxiliares para el proceso de tintura						
HOJA DE CONSUMO DE COLORANTES Y AUXILIARES						
<b>Proceso:</b>	Tintura	<div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 100%; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="text-align: center;"> <p><b>Muestra</b></p>  </div> </div>				
<b>Color:</b>	Rosado Intenso					
<b>Material:</b>	Algodón 100%					
<b>Peso:</b>	4Kg					
<b>R/B:</b>	1/10					
<b>Cant. de agua:</b>	40l					
<b>V. del equipo:</b>	30rpm					
Producto	%	g/l	g	kg	Precio	Sub Total
Igualante		2	80	0,0800	35,65	2,85
Rojo Drimaren CL-5B conc.	0,30		12	0,0120	58	0,70
Sal textil		10	400	0,4000	0,8	0,32
Carbonato de sodio		6	240	0,2400	2,04	0,49
Detergente		1	40	0,0400	5,34	0,21
Fijador	2,00		80	0,0800	7	0,56
Ácido fórmico		1	40	0,0400	2,34	0,09
Suavizante	3,00		120	0,1200	3,5	0,42
<b>TOTAL</b>						<b>5,64</b>

Fuente: El autor

### 7.2.2. Consumo de agua

El agua que se utiliza en la industria tiene el valor de 1,55USD por metro cubico, que equivale a 1000 litros.

Para la tintura 4Kg de tejido, trabajaremos con una relación de baño de 1:10, por lo que ocuparemos 40 litros de agua en cada llenado del equipo. De acuerdo al

literal 6.5.4.2., necesitamos llenar y vaciar el equipo 6 veces, por lo tanto requeriremos 240 litros de agua.

$$\frac{240 \times 1,55}{1000} = \mathbf{0,37USD}$$

### 7.2.3. Consumo de energía eléctrica

Para calcular la energía eléctrica que vamos a consumir para el funcionamiento del equipo tomamos en cuenta el precio del KWh para la industria, que es de 14 centavos de dólar.

En el proceso de tintura del color rosado intenso, utilizaremos 340 minutos por lo tanto:

$$1\text{HP} = 0,746\text{KW}$$

$$0,5\text{HP} = 0,373\text{KW}$$

$$340\text{min} \times \frac{1\text{h}}{60\text{min}} = 5,66\text{h}$$

$$0,373\text{KW} \times 5,66\text{h} = 2,11\text{KWh}$$

$$2,11\text{KWh} \times 0,14\text{USD} = \mathbf{0,29USD}$$

### 7.2.4. Consumo de vapor

Realizaremos los cálculos del consumo de vapor para el proceso de tintura, sabiendo que el precio del galón de combustible está a 1,037 UDS.

Como primer paso calculamos la potencia necesaria:

$$P = m \times cp \times \Delta t$$

*Dónde:*

*P: Potencia del caldero*

*m*: Caudal másico de agua a calentar (Kg/h), se realiza un promedio de las temperaturas necesarias para el proceso  $\pm 1^\circ\text{C}$  por minuto y la densidad de agua es 1l/Kg.

*cp*: Calor específico del agua (1Kcal/Kg°C)

$\Delta t$ : Salto térmico del fluido, promedio de las temperaturas del proceso

$$P = \frac{240\text{Kg}}{0,89\text{h}} \times \frac{1\text{Kcal}}{\text{Kg}^\circ\text{C}} \times 53,3^\circ\text{C}$$

$$P = 14373 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$$

$$P = 14373 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}} \times \frac{\text{KVh}}{860\text{Kcal}}$$

$$P = 16,7\text{KW}$$

Como segundo paso calculamos la demanda energética:

$$D_{\text{calf}} = \text{Potencia} \times \frac{\text{Nro. Horas}}{\text{proceso}} \times \text{Coef intermitencia}$$

$$D_{\text{calf}} = 16,7\text{KW} \times \frac{5,67}{\text{proceso}} \times 0,85$$

$$D_{\text{calf}} = 80,49 \frac{\text{KW}}{\text{proceso}}$$

Como tercer paso calculamos el combustible necesario:

$$Q_{\text{comb}} = \frac{CE}{PCI}$$

*Dónde:*

*Qcomb*: Cantidad de combustible necesaria por proceso

*CE*: Consumo energético por proceso

*PCI: Poder calorífico inferior del combustible*

$$Q_{comb} = \frac{\frac{80,49KWh}{proceso}}{\frac{9,994KWh}{Kg}}$$

$$Q_{comb} = \frac{8,05Kg}{proceso}$$

*La densidad del combustible es igual a 0,845Kg/l*

$$Q_{comb} = 8,05Kg \times \frac{l}{0,845Kg}$$

$$Q_{comb} = 9,53l$$

*Un galón equivale a 3,8 litros*

$$Costo = 2,5 \times 1,037USD$$

$$Costo = 2,59USD$$

### **7.2.5. Costos de operación**

Para el cálculo de los costos de operación se asume que el operador maneja 3 máquinas similares y ganará el sueldo básico que es de 360 USD por mes. El promedio de días laborables mensuales es 22.

$$22 \text{ días} \times \frac{8h}{1\text{día}} = 176h$$

$$\frac{360USD}{176h} = \frac{2,045USD}{h}$$

El proceso de tintura del color rosado intenso toma el tiempo de 5,67 horas.

$$\frac{2,045USD}{h} \times \frac{5,67h}{proceso} = \frac{11,59USD}{proceso}$$



$$\frac{11,59\text{USD}}{3\text{Maquinas}} = 3,86\text{USD}$$

### 7.2.6. Depreciación maquinaria

Se calcula la depreciación de la máquina por el método de línea recta, sabiendo que la maquinaria tiene una vida útil de 10 años.

$$\text{Depreciación anual} = \frac{\text{valor de la máquina}}{\text{años de vida útil}}$$

$$\text{Depreciación anual} = \frac{3197}{10}$$

$$\text{Depreciación anual} = 319,7$$

$$\text{Depreciación mensual} = \frac{319,7}{12}$$

$$\text{Depreciación mensual} = 26,64\text{USD}$$

$$\text{Depreciación diaria} = \frac{26,64}{22}$$

$$\text{Depreciación por proceso} = \frac{5,67\text{h} \times 1,21\text{USD}}{24\text{h}}$$

$$\text{Depreciación por proceso} = \mathbf{0,28\text{USD}}$$

### 7.2.7. Costos totales del proceso de tintura

Para calcular los costos totales para tinturar 4Kg de color rosado intenso, sumamos todos los costos que incurren en el proceso, colorantes y auxiliares, agua, energía eléctrica, vapor y la depreciación maquinaria.

Tabla 31. Gastos y costo por proceso		
Costos de tintura de 4Kg de tejido		
Descripción	USD	
Colorantes y auxiliares	5,64	
Agua	0,37	
Energía Eléctrica	0,29	
Vapor	2,59	
Operación	3,86	
Depreciación Maquinaria	0,28	
<b>Total</b>	<b>13,03</b>	

Fuente: José Saltos

### 7.3. Recuperación de la inversión

Para la recuperación de la inversión, asumimos que ganamos un 25% de utilidad por cada kilogramo procesado.

$$\frac{13,03USD}{4Kg} = 3,25USD$$

$$\frac{3,25USD \times 25}{100} = 0,81USD$$

Por lo tanto el costo total de proceso por cada kilogramo de tintura del color rosado intenso tendrá el valor de 4,06USD.

### 7.4. Eficiencia del equipo

El equipo trabajara con una eficiencia del 90%, 24 horas diarias, 22 días al mes.

Para realizar este cálculo tomamos nuevamente en cuenta que el proceso de tintura del color rosado intenso toma el tiempo de 5,67 horas.

Producción de prendas de color:

$$Producción = \frac{4Kg}{5,67h} \times \frac{24h}{día} \times \frac{22días}{mes} \times 0,90$$

$$Producción = \frac{335,24Kg}{mes}$$

$$Utilidad mensual = Producción mensual \times Utilidad$$

$$Utilidad\ mensual = 335,24Kg \times 0,81USD$$

$$Utilidad\ mensual = 271,54USD$$

$$Recuperación\ de\ la\ inversión = \frac{Inversión\ realizada}{Utilidad\ generada}$$

$$Recuperación\ de\ la\ inversión = \frac{3197}{271,54}$$

$$Recuperación\ de\ la\ inversión = 11,77\ meses$$

La inversión del equipo lavadora tinturadora se recuperará en 11,77 meses, que equivale a 0,98 años.

#### 7.5. Recuperación de la inversión con un equipo de mayor capacidad

Para el cálculo se toma en cuenta que el equipo tendrá una capacidad de procesar 50Kg de tejido.

$$Producción = \frac{50Kg}{5,67h} \times \frac{24h}{día} \times \frac{22días}{mes} \times 0,90$$

$$Producción = \frac{4190,48Kg}{mes}$$

$$Utilidad\ mensual\ color = 4190,48Kg \times 0,81USD$$

$$Utilidad\ mensual\ color = 3390,29USD$$

$$Recuperación\ de\ la\ inversión = \frac{Inversión\ realizada}{Utilidad\ generada}$$

Asumimos que en el equipo con las mismas características, pero con la capacidad de tinturar 50Kg de tejido por proceso, vamos a invertir tres veces el valor de nuestro equipo 9591USD.

$$Recuperación\ de\ la\ inversión = \frac{9591}{3390,29}$$

$$Recuperación\ de\ la\ inversión = 2,83\ meses$$

La inversión del equipo lavadora tinturadora se recuperará en 2,83 meses, que equivale a 0,24 años.

## CONCLUSIONES:

Una vez que se ha diseñado, construido y puesto en funcionamiento el equipo lavadora-tinturadora de prendas de algodón, podemos destacar las siguientes conclusiones:

- El modelo de equipo de procesamiento de prendas seleccionado, como base para el diseño de nuestro trabajo, equipo rotativo horizontal “Tabla 10”, cumple con todos los requerimientos en cuanto a las necesidades y condiciones de trabajo a las cuales va a estar sometido. El tamaño y peso del equipo seleccionado es acorde a su capacidad de procesamiento de 4Kg. El material principal del que está compuesto es acero inoxidable A316L resistente a la corrosión. El costo de construcción es más económico que las otras alternativas. Los mecanismos empleados para su funcionamiento son más sencillos. Es fácil de operar y cumple con las condiciones necesarias para realizar procesos de lavados y tinturas en algodón.
- Se implementó al diseño preliminar del equipo un tablero de control “Anexo 8 y 9”, el cual contiene sistemas, que a más de proteger la vida útil del motor, invierten el sentido de giro y dan la opción para manipular la velocidad del motor y por ende, la velocidad de giro del tambor interior, proporcionándonos mayor versatilidad para el procesamiento de prendas en la lavadora tinturadora.
- Se cambió el sistema de transmisión de movimientos inicial que estaba dado por medio de piñones de cadena y cadena, al sistema de transmisión de movimientos por medio de poleas y banda “Anexo 10 y 11, que es un sistema más versátil, ya que en caso de requerir modificar la cadena cinemática de movimiento, es fácil y económico cambiar las poleas y la banda.
- El equipo satisface a los objetivos del trabajo, en cuanto a diseño, cumpliendo con todos los parámetros funcionales como son: velocidad del tambor interior de 41,16m/min regulable y con inversión de giro automática,

temperatura del baño de hasta 100°C, capacidad de procesar 4Kg de material con una relación de baño de 1:10, elementos para medir las variables, los cuales nos garantizan eficiencia de proceso.

- En las pruebas de descruce y preblanqueo, blanqueo óptico y tinturas de tejido de algodón, obtuvimos los resultados deseados de calidad, en cuanto a tono, igualación, fijación y tacto; demostrando que todos los elementos que conforman el equipo funciona correctamente, entre los cuales podemos destacar, el bastidor que es el elemento de apoyo y fijación al piso, tambor exterior con los aparatos de medición de variables del proceso, las entradas y salidas de agua y vapor; tambor interior, con su movimiento giratorio e inversión de sentido, aspas, orificios y todo lo mecanismos que constituye el sistema de transmisión de movimientos.
- El costo total de construcción del equipo que es de 3 197 dólares, de los cuales el 22% es de materia primea, el 28% de instrumentos eléctricos, el 9% de instrumentos de medición y el 41% de mano de obra “Fig. 48”.
- La recuperación de la inversión del equipo lavadora tinturadora para 4Kg, trabajando las 24 horas al día, 22 días al mes se dará en 11,77 meses, que es un tiempo extendido, pero hay que tomar en cuenta que el equipo fue diseñado y construido con fines didácticos, para que los estudiantes de Ingeniería Textil de la Universidad Técnica del Norte apliquen e innoven los conocimientos de procesamiento de prendas.

## RECOMENDACIONES:

- Para la construcción de equipos es fundamental hacer un estudio de alternativas, para poder aprovechar las opciones que nos pueden conducir al éxito, descartar las que no, e incluso se puede hacer una fusión de alternativas.
- Analizar la posibilidad de automatización del equipo lavadora tinturadora, mediante la implementación de sistemas que permitan, controlar y mantener la temperatura de baño constante y la cantidad de agua exacta requerida para cada proceso.
- Sacar el mayor provecho del equipo lavadora tinturadora, utilizándolo para realizar pruebas de lavados reductivos, lavados enzimáticos, tinturas; que servirán para mejorar el aprendizaje de los compañeros de Ingeniería Textil. Como estudiantes y profesionales del campo textil, tenemos que esforzarnos para innovar los procesos.
- Promover la construcción de nuevos equipos para el laboratorio a través de los trabajos de grado, para contribuir con el aprendizaje de las actuales y nuevas generaciones de estudiantes. Como profesionales estamos en la capacidad de poner en práctica nuestros conocimientos, para diseñar y construir equipos para la industria textil.
- Para el uso del equipo lavadora tinturadora de prendas, no sobrepasar la capacidad de carga; para el calentamiento del baño utilizar vapor, ya que si se calienta con fuego directo el acero inoxidable pierde sus propiedades; proteger todos los elementos del equipo para que pueda tener una mayor vida útil.

## BIBLIOGRAFÍA:

Álvarez, A. (03 de 10 de 2014). *Control de Calidad en Prendas de Vestir en Tejido Punto y Plano*.

BASF. (s.f.). *Manual Acabado Textil*. Ludwigshafen.

Cadena, D. (09 de 2009). *Automatización de una Máquina Lavadora Industrial de Prendas de Vestir para la Empresa Lava Exito*. Obtenido de <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/4112/1/CD-2530.pdf>

Cegarra, J. (1980). *Fundamentos Científicos y Aplicados de la Tintura de Materias Textiles*. Barcelona.

Cegarra, J. (1990). *Calidad en Tintorería*. Barcelona.

COSMOTEX. (03 de 10 de 2014). *Lavadora Industrial para 10Kg*. Obtenido de <http://www.cosmotex.net/es/lavadoras-industriales/capacidad-10>

Gilbert, E. (2003). *Química Textil*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.

ICONTEC. (25 de 10 de 2000). NTC4873-2 Ensayos para Determinar Solidez del Color. Parte 2. Escala de Grises para Evaluar Cambios de Color. Bogotá.

Jijón, L., & Cuasapaz, N. (03 de 10 de 2014). *Elaboración de una Guía Didáctica Multimedia Sobre los Procesos de Tintura de Algodón, Lana, Poliéster y Acrílico*.

Luckuán, F. (2012). *La industria textil y su control de calidad*.

Norma Venezolana COVENIN. (s.f.). Solidez de los colores de los materiales textiles. Principios generales para efectuar los ensayos. Caracas, Venezuela.

Pekos, J. C. (2012). *Introducción a la tecnología textil*. Montevideo: D-Universidad de la República.

Red Textil Argentina. (03 de 10 de 2014). *Tendencias Actuales en el Procesamiento de Prendas*. Obtenido de <http://www.redtextilargentina.com.ar/index.php/component/content/article/175-uncategorised/167-tendencias-actuales-en-el-procedimiento-de-prendas?jVoteSystemPage=2>

Suzuki tecnologia passada a limpo. (03 de 10 de 2014). *Lavadora Horizontal para Stone Wash e Tingimento*. Obtenido de [http://www.suzuki.ind.br/suzuki/pt\\_br/lav-benef-textil/lavadora-horizontal-para-stone-wash-e-tingimento.html](http://www.suzuki.ind.br/suzuki/pt_br/lav-benef-textil/lavadora-horizontal-para-stone-wash-e-tingimento.html)

Villegas, S. (03 de 10 de 2014). Optimización de la Fase de Jabonado en la Tintura de Algodón 100% con Colorantes Reactivos Mediante la Evaluación y Selección de una Fórmula Técnica Desarrollada. Ibarra.



## ANEXOS:

### Anexo 1.- Corte de la tapa de carga y descarga del tambor exterior



### Anexo 2.- Taladrado de los orificios del tambor interior



**Anexo 3.-** Centrado y aseguramiento de ejes en el tambor interior



**Anexo 4.-** Soldadura de elementos del equipo



**Anexo 5.- Soldadura de la bancada y base para el motoreductor**



**Anexo 6.- Nivelación y fijación al piso**





**Anexo 7.-** Conexión del termómetro bimetálico y entrada de agua



**Anexo 8.-** Pulsador de control eléctrico



## Anexo 9.- Montaje del tablero de control



## Anexo 10.- Sistema de transmisión de movimiento por piñones de cadena.



**Anexo 11.- Montaje del sistema de transmisión de movimiento por poleas**



**Anexo 12.- Proceso de descruce y preblanqueo**



**Anexo 13.-** Proceso de tintura del color rosado intenso



**Anexo 14.-** pH del baño luego del proceso de tintura

