

**UNIVERSIDAD DON BOSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIAL**



**TRABAJO DE GRADUACION PARA OPTAR AL GRADO DE:
INGENIERO INDUSTRIAL**

**EVALUACIÓN DE UN SISTEMA SEMI-INDUSTRIAL PARA EL TEÑIDO A BASE
DE AÑIL NATURAL**

**PRESENTADO POR:
MARCELINO CLAROS VAQUERANO
CARMEN BEATRÍZ OLANO MUÑOZ**

**ASESORA:
INGA. YOLANDA SALAZAR DE TOBAR**

**OCTUBRE DE 2006
CIUDADELA DON BOSCO, EL SALVADOR, CENTRO AMÉRICA**

**UNIVERSIDAD DON BOSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIAL**



AUTORIDADES

RECTOR:

ING. FEDERICO MIGUEL HUGUET

VICERECTOR:

PBRO. VICTOR BERMUDEZ

SECRETARIO GENERAL:

LIC. MARIO RAFAEL OLMOS

DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERIA:

ING. GODOFREDO ERNESTO GIRON

DIRECTOR DE LA ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIAL:

ING. RIGOBERTO SILVA

UNIVERSIDAD DON BOSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIAL



TRABAJO DE GRADUACION PARA OPTAR AL GRADO DE:
INGENIERO INDUSTRIAL

EVALUACIÓN DE UN SISTEMA SEMI-INDUSTRIAL PARA EL TEÑIDO A BASE
DE AÑIL NATURAL

Ing. Heber Portillo
Jurado

Inga. Carolina Ivette Rivas
Jurado

Ing. Nelson Vaquero
Jurado

Ing. Cesar Palma
Tutor

Inga. Yolanda Salazar de Tobar
Asesora

DEDICATORIA

Mediante este breve espacio quiero agradecer en primera instancia a Dios Todo Poderoso por haberme sacado de varias situaciones en las que estuve a punto de caer durante el transcurso de mis estudios superiores.

Además, les estaré eternamente agradecido a las siguientes personas por su apoyo y colaboración incondicional en diferentes etapas de mi vida académica, ya que sin ellos no hubiera sido posible escribir esta dedicatoria:

- Al Cnel. de Inf. D.E.M. Rtdo. Alonso Morales H. y a la Sra. Daisy Quevedo Morales H. por haberme adoptado los últimos cuatro años, ya que sin ellos yo no hubiera llegado hasta este punto, debido a su apoyo brindado en momentos difíciles.
- A Evelin por haberme soportado y comprendido por mas de cuatro años y contando.
- A la Inga. M.B.A. Yolanda Salazar de Tobar por habernos guiado a Carmen y a mí por el buen camino en el desarrollo de la tesis, por habernos soportado, así como por habernos defendido ante el jurado evaluador y haber creído en nosotros.
- A la Dra. María Orbelina Díaz por haberme ayudado en el desarrollo de mi trabajo de graduación.
- A Martín Mata por estar siempre apoyándome, y por haber contribuido a la elaboración de los dibujos del SST.
- Al Padre José Manuel Solano por el apoyo brindado al inicio de mis estudios.
- Al Ing. Carlos Pacas por haber sido mi amigo y consejero.

- A mi compañera de tesis, Carmen Olano, por haber aguantado mi carácter durante 11 meses estando siempre a mi lado.
- Al Ing. Carlos Villalobos por haberme rescatado en varias ocasiones durante el transcurso del trabajo de graduación.
- A la Inga. Rosa Sosa y al Ing. Pedro Arias por haberme forjado el carácter durante las materias que ellos impartieron, debido a que gracias a ellos aprendí que “NO” es también una respuesta.
- Al Ing. Carlos Vaquerano por haberme ayudado en los momentos más difíciles de mi carrera.
- A mi abuela, la Sra. Gladys Jiménez por haber sido mi mamá desde siempre, por haberme aconsejado y soportado, porque a pesar de que hemos tenido nuestras diferencias en muchas ocasiones siempre ha estado a mi lado. Además, quiero agradecer a la Arq. Patricia Vaquerano por haber sido mi segunda mamá y haberme aguantado desde que era un bebé.
- Además, agradezco de forma especial al Ing. Rigoberto Silva por haber confiado en mí al darme las instructorías de las materias *Simulación Industrial*, *Planeación y Control de las Operaciones* e *Ingeniería Económica* durante los ciclos I y II 2006, ya que ese fue uno de los grandes factores que permitieron que saliera adelante.
- Para finalizar, quiero agradecer a mi difunto padre que Dios en Gloria lo tenga, el Sr. Marcelino Claros Turcios por todos los consejos que me dio mientras estuvo a mi lado, ya que él me enseñó a salir adelante sin importar las pruebas que la vida ofreciera, porque me enseñó desde cómo se debe escribir hasta cómo enfrentar los problemas.

Marcelino Claros Vaquerano

AGRADECIMIENTOS

Esta es una muestra de mi agradecimiento a:

Dios Todopoderoso y a la Virgencita María por derramar múltiples bendiciones en cada una de las etapas de mi vida, iluminándome con paciencia y sabiduría para seguir adelante día con día y dar lo mejor de mí.

Mis padres y mis hermanas, por darme las herramientas necesarias que me han permitido forjar mi destino y porque gracias a ustedes he logrado tener todo lo necesario para mi desarrollo personal y profesional.

Mis abuelos que como mis segundos padres, siguen paso a paso mi desenvolvimiento, alentándome con su apoyo y cariño.

Carlos Villalobos y su familia por brindarme sus consejos y por su total disposición de acompañarme en cada una de las etapas de mi desarrollo profesional.

Familia Rodríguez, gracias por su apoyo el cual tuvo un efecto decisivo para poder completar mis estudios.

Nuestra asesora, Inga. Yolanda Salazar de Tobar, ya que siempre estuvo dispuesta a ayudarnos con sus conocimientos y experiencia.

Mi compañero de tesis, Marcelino Claros, por su indispensable cooperación y ayuda, logrando el equilibrio necesario para poder completar este documento.

Este trabajo de graduación se logró a través del valioso aporte de cada uno de ustedes. Gracias.

Carmen



TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
I. Introducción.....	i
II. Objetivos.....	ii
Objetivo general.....	ii
Objetivo específico.....	ii
III. Antecedentes.....	iii
IV. Importancia.....	iii
V. Justificación.....	iv
VI. Alcances y limitaciones.....	iv
VII. Proyección social y de desarrollo empresarial	ix
 CAPITULO I: GENERALIDADES.....	 1
1.1 Características del jiquilite o planta productora de añil.....	2
1.1.1 Origen y evolución	3
1.1.2 Especies.. ..	4
1.1.3 Manejo del cultivo del añil	6
1.1.4 Proceso de extracción del añil	8
1.1.5 Desechos del proceso de extracción del añil.....	15
1.1.6 Comercialización del añil	16
1.2 Usos del añil	17
1.2.1 Técnicas de resistencia para diseñar con añil natural.....	19
1.2.2 Mordientes.....	23
 CAPITULO II: FASE INDAGATORIA.....	 24
2.1 Teñido con añil natural	25
2.2 Materiales utilizados en los procesos de teñido actuales con añil natural	 27
2.2.1 Materiales primarios.....	28
2.2.2 Materiales de apoyo.....	29
2.2.3 Materiales para el diseño o estampado.....	30



2.3	Procesos artesanales de teñido con añil natural	31
2.3.1	Proceso empleado en la pequeña empresa Econature.....	31
2.3.2	Proceso empleado en la pequeña empresa Azul Maya	35
2.3.3	Proceso desarrollado por el experto japonés en teñido, Ryusei Jibiki	38
2.3.4	Comparación entre procesos artesanales de teñido	42
2.4	Ventajas y desventajas del proceso actual de teñido con añil natural....	42
2.5	Sistema semi-industrial de teñido a base de añil natural	45
2.5.1	Descripción de las partes componentes del prototipo del sistema semi-industrial de teñido.....	45
2.5.2	Estimación de los parámetros del sistema.....	49
2.6	Determinación de hipótesis.....	51
2.7	Metodología de evaluación.....	51
CAPITULO III: FASE EVALUATIVA.....		53
3.1	Balance de materiales e indicadores relativos.....	54
3.1.1	Balance de materiales e indicadores relativos del proceso de teñido empleado por la pequeña empresa Econature.....	56
3.1.2	Balance de materiales e indicadores relativos del proceso de teñido empleado por la pequeña empresa Azul Maya.....	61
3.1.3	Balance de materiales e indicadores relativos del proceso de teñido desarrollado por el experto japonés en teñido Ryusei Jibiki.....	64
3.1.4	Balance de materiales e indicadores relativos del prototipo del sistema semi-industrial de teñido.....	69
3.1.5	Resumen de indicadores relativos de los procesos de teñido.	73
3.2	Evaluaciones técnicas.....	74
3.2.1	Evaluaciones técnicas al proceso de teñido empleado por la pequeña empresa Econature.....	75
3.2.2	Evaluaciones técnicas al proceso de teñido empleado por la pequeña empresa Azul Maya.....	77



3.2.3	Evaluaciones técnicas al proceso de teñido desarrollado por el experto japonés en teñido Ryusei Jibiki.....	78
3.2.4	Evaluaciones técnicas al prototipo del sistema semi-industrial de teñido.....	81
3.2.5	Resumen de las evaluaciones técnicas.....	82
3.2.6	Pruebas de solidez a la luz, lavado y al frote.....	83
3.3	Evaluaciones ambientales.....	88
3.3.1	Evaluaciones ambientales al proceso de teñido empleado por la pequeña empresa Econature.....	89
3.3.2	Evaluaciones ambientales al proceso de teñido empleado por la pequeña empresa Azul Maya.....	90
3.3.3	Evaluaciones ambientales al proceso de teñido desarrollado por el experto japonés en teñido Ryusei Jibiki.....	91
3.3.4	Evaluaciones ambientales al prototipo del sistema semi-industrial de teñido.....	92
3.3.5	Resumen de las evaluaciones ambientales.....	93
3.3.6	Comparación de los análisis de aguas residuales.....	94
3.4	Evaluaciones económicas.....	97
3.4.1	Evaluaciones económicas al proceso de teñido empleado por la pequeña empresa Econature.....	98
3.4.2	Evaluaciones económicas al proceso de teñido empleado por la pequeña empresa Azul Maya.....	99
3.4.3	Evaluaciones económicas al proceso de teñido desarrollado por el experto japonés en teñido Ryusei Jibiki.....	99
3.4.4	Evaluaciones económicas al prototipo del sistema semi-industrial de teñido.....	100
3.4.5	Comparación entre las evaluaciones económicas.....	102
3.4.6	Evaluación financiera al sistema semi-industrial.....	102
3.5	Evaluaciones organizacionales.....	105
3.5.1	Diagnóstico inicial sobre el proceso de teñido empleado por la pequeña empresa Econature.....	107



3.5.2 Diagnóstico inicial sobre el proceso de teñido empleado por la pequeña empresa Azul Maya.....	108
3.5.3 Diagnóstico inicial sobre el proceso de teñido desarrollado por el experto japonés en teñido Ryusei Jibiki.....	109
3.5.4 Diagnóstico inicial sobre el sistema semi-industrial de teñido con añil natural.....	110
 CAPITULO IV: FASE DE ADOPCION.....	 114
 VIII. Conclusiones.....	 132
IX. Recomendaciones.....	133
X. Fuentes de Información.....	134
XI. Siglas.....	136
XII. Abreviaturas.....	136
XIII. Glosario.....	136
 Anexo 1: Diagrama del proceso de extracción de añil natural	
Anexo 2: Diagramas de procesos de teñido con añil natural	
Anexo 3: Partes componentes del prototipo del sistema semi-industrial de teñido	
Anexo 4: Selección de una muestra de teñido	
Anexo 5: Norma para regular calidad de aguas residuales de tipo especial descargadas al alcantarillado sanitario	
Anexo 6: Selección de una muestra simple de agua residual	
Anexo 7: Análisis financiero con carga completa del prototipo del sistema semi-industrial	
Anexo 8: Análisis financiero con media carga del prototipo del sistema semi-industrial	



I. INTRODUCCIÓN

El jiquilite es una planta de la cual se extrae un tinte natural de color azul, llamado azul de índigo (añil en castellano), el cual fue uno de los principales colorantes utilizados alrededor del mundo antes de la aparición de los colorantes sintéticos. La rusticidad del cultivo, así como la bondadosa adaptación a suelos salvadoreños, hicieron que dicho producto representara la principal actividad económica de El Salvador por más de 300 años, desde finales del siglo XVI hasta finales del siglo XIX.

El presente documento cumple con el objetivo general y objetivos específicos del trabajo de graduación “Evaluación de un Sistema Semi-industrial para el Teñido a base de Añil Natural” a través de la realización de los siguientes capítulos: Capítulo I “Generalidades”, Capítulo II “Fase Indagatoria”, Capítulo III “Fase Evaluativa” y Capítulo IV “Fase de Adopción”.

El Capítulo I expone aspectos relativos al entorno de la planta de añil, abarcando desde su origen y evolución, proceso de extracción hasta sus múltiples usos, destacando el teñido y las técnicas que comúnmente son utilizadas para ello.

En el Capítulo II se analizan diversos procedimientos para el teñido con añil natural a través de la descripción de sus características, puntos críticos y aspectos de calidad; para luego hacer un diagnóstico de la situación actual del proceso artesanal de teñido con añil natural, empleando como herramienta el análisis FODA. Así mismo, se describe el prototipo del sistema semi-industrial de teñido, diseñado por el Sr. Ryusei Jibiki, el cual posteriormente estará sujeto a múltiples evaluaciones.

El Capítulo III comprende el desarrollo de las evaluaciones técnicas, económicas, ambientales y organizacionales del sistema semi-industrial, tomando como base la elaboración de los balances de materiales de cada uno de los procesos artesanales de teñido en estudio.



El Capítulo IV expone las bases o requisitos que una empresa o institución dedicada al teñido con añil natural debe poseer para implementar dentro de su proceso productivo el sistema semi-industrial; dichas bases o requisitos están contenidas en el *“Manual de operaciones del Sistema Semi-industrial de teñido a base de añil natural”*.

II. OBJETIVOS

Objetivo general

- Desarrollar un estudio de evaluación de un sistema semi-industrial para el teñido a base de añil natural.

Objetivos específicos

- Documentar e investigar el entorno y los procesos actuales relacionados con el teñido de artículos a base de añil natural.
- Establecer los puntos críticos de los procesos actuales de teñido con añil natural.
- Establecer ventajas y desventajas de los procesos actuales de teñido.
- Determinar las hipótesis que guiarán las actividades de evaluación del sistema semi-industrial.
- Efectuar pruebas que determinen la eficiencia y viabilidad técnica del sistema semi-industrial.
- Evaluar la factibilidad económica del sistema semi-industrial de teñido.
- Evaluar el impacto ambiental de las aguas residuales del prototipo del sistema semi-industrial de teñido.
- Determinar las condiciones de adopción del sistema semi-industrial a los sistemas productivos de los artesanos salvadoreños dedicados al teñido de artículos con añil.
- Realizar un análisis de actividades, fortalezas y debilidades del proceso semi-industrial de teñido.



- Establecer ventajas y desventajas del sistema de teñido semi-industrial.
- Comparar las ventajas y desventajas entre los sistemas de teñido actual y semi-industrial.
- Validar las hipótesis según los resultados de las evaluaciones.

III. ANTECEDENTES

El prototipo del sistema semi-industrial de teñido a analizar surge de los conocimientos y experiencias del voluntario japonés y experto en teñido con tintes naturales de la Agencia de Cooperación Internacional de Japón (JICA por sus siglas en inglés), Ryusei Jibiki, quien actualmente trabaja en el taller de teñido del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) y forma parte de los colaboradores del *“Proyecto Fomento de la Competitividad de las Empresas Rurales del Marañón y Añil en El Salvador”*¹.

Los esfuerzos de Ryusei Jibiki van dirigidos a llevar cierto grado de industrialización a un proceso de carácter artesanal, como es el teñido a base de añil natural, ya que en El Salvador no se habían realizado investigaciones al respecto, sino que en su mayoría las investigaciones están orientadas hacia la mejora del proceso de obtención del añil.

IV. IMPORTANCIA

Actualmente en El Salvador se tiñen prendas y artículos con añil natural de forma artesanal, los cuales se cotizan muy bien en el mercado nacional e internacional, en un rango de precios que varían de acuerdo al tamaño y características de los mismos.

¹ Este proyecto es ejecutado por el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) con el financiamiento de la Organización de Estados Americanos (OEA) desde 2004 con el objetivo de fomentar la competitividad de las empresas productoras y procesadoras de marañón y añil.



Es por lo anteriormente expuesto, que la evaluación del sistema semi-industrial de teñido con un enfoque de Ingeniería Industrial, permite tener una perspectiva sistemática e integral, que no sólo se limita a los aspectos técnicos y económicos, sino que también brinda las herramientas y conocimientos necesarios para evaluar y analizar aspectos correspondientes al ambiente y a las personas; lo cual concretiza la viabilidad del sistema semi-industrial en términos de eficiencia, calidad (fijeza del colorante en los artículos a teñir), costos, impacto ambiental generado y las condiciones necesarias, para que el sector de artesanos dedicados al teñido de artículos utilizando añil natural adopten dicho sistema.

V. JUSTIFICACIÓN

Al evaluarse el sistema de teñido semi-industrial se generará, para los interesados en la explotación comercial de los artículos teñidos con añil, una alternativa que permitirá introducir cierto grado de industrialización al proceso, permitiendo a ciertas empresas y personas interesadas en el teñido de artículos con añil natural una herramienta para aumentar su capacidad de producción.

Al llevarse a cabo las evaluaciones al sistema semi-industrial de teñido se podrá determinar si éste les facilita a las personas la realización de las actividades de teñido, además de mejorar aspectos como calidad, costos, impacto ambiental y aumentar el nivel de producción, en comparación con el sistema actual, el cual es totalmente artesanal.

VI. ALCANCES Y LIMITACIONES

Alcances

El estudio sobre el sistema de teñido a base de añil natural se realiza a nivel de análisis y evaluación sobre las áreas: técnica, económica, organizacional y ambiental, en donde se determinan aspectos como: eficiencia, calidad, puntos



críticos del proceso, costos e inversión, condiciones necesarias para adoptar el sistema semi-industrial dentro del ambiente productivo artesanal salvadoreño y las características fisico-químicas de las aguas residuales del baño de teñido para su posterior comparación con la *“Norma para regular calidad de aguas residuales de tipo especial descargadas al alcantarillado sanitario”* de El Salvador, vigente a partir del 1 de enero de 2005.

Limitaciones

a) Información

Para el desarrollo de la presente investigación se utilizarán los siguientes recursos de información:

- Información técnica que posea el IICA y AZULES sobre aspectos relacionados con el teñido a partir de añil natural. Así mismo, información sobre características y puntos críticos del proceso.
- Información recopilada de Internet que aborde en forma general el tema del añil.
- Balance general y estado de resultados de las empresas que se evaluarán como objeto de análisis para la adopción del sistema semi-industrial de teñido.
- Conocimientos y experiencias que posea el Sr. Ryusei Jibiki sobre técnicas de teñido y del proceso a implementar dentro del sistema semi-industrial.
- Las evaluaciones del prototipo del sistema semi-industrial se desarrollaron en base a un número limitado de días (5 días), tomando como base una corrida de producción por día.

b) Tiempo

El estudio se realizará en un plazo no mayor a 11 meses, el cual se inició en noviembre 2005 y finalizará en septiembre 2006.



c) Recursos Disponibles

Los recursos que serán facilitados por el IICA son los siguientes:

- Prototipo del sistema semi-industrial de teñido: este prototipo ha sido diseñado solo para teñir piezas de tela continuas.
- Quemador industrial que se utilizará para la preparación del baño de teñido.
- Apoyo del personal encargado del *“Proyecto Fomento de la Competitividad de las Empresas Rurales del Maraón y Añil en El Salvador”*
- Materias primas
 - *Básicas*: añil natural con diferentes porcentajes de indigotina según el color de teñido que se desee obtener.
 - *Secundarias*: agua potable, hidrosulfito de sodio, soda cáustica, cal y análisis fisico-químicos de las aguas residuales del sistema semi-industrial de teñido.
 - *Apoyo*: Ph-metro y/o papel indicador de Ph.

Los recursos que serán proporcionados por el grupo de trabajo son los siguientes:

- Materias primas
 - *Básicas*: Tela (5 m por corrida) e hilos (longitud mayor a 5 m) a teñir, fabricadas 100% de algodón, debido a que el añil solo tiñe fibras naturales.



d) Elementos a analizar

Los elementos a analizar dentro del estudio son los siguientes:

- *Calidad de los artículos a teñir:* se establecerá a través de aspectos tales como:
 - *Solidez a la luz:* consiste en determinar si la tela no pierde la pigmentación al exponerse a la luz del sol.
 - *Solidez al lavado:* se determinará si la tela mantiene el nivel de pigmentación después de haberse lavado cierto número de veces.
 - *Solidez al frote:* consiste en comprobar si la pieza teñida no se decolora al momento de tener contacto físico con otra pieza o con la piel, manchando dichas superficies.
- *Eficiencia del sistema de teñido:* se medirá a partir de la cantidad de insumos utilizados en el baño de teñido y la cantidad de artículos teñidos que se obtengan con los parámetros de calidad antes mencionados.
- *Costos del sistema de teñido:* se evaluará como el costo de 1 m de tela o hilo teñido con el nuevo sistema.
- *Indicadores financieros:* Servirán para evaluar la parte financiera del estudio a través del desarrollo de los indicadores VAN, TIR, PR, B/C debido a que expresarán de forma cuantitativa el comportamiento o desempeño financiero del sistema semi-industrial de teñido a base de añil natural.
- *Técnica de teñido:* la técnica de teñido a implementar es por baño químico, lo que consistirá en sumergir los artículos a teñir en la tina y luego sacarlos por unos minutos para permitir la oxigenación. La tela no tendrá ningún diseño definido, esto también es conocido como teñido plano.



- *Impacto ambiental del sistema de teñido:* se realizará un breve análisis sobre el impacto que generan las aguas residuales del sistema semi-industrial de teñido al ambiente, para lo cual se analizarán las características físico-químicas del residuo del baño de teñido y se comparará con la Norma de Aguas Residuales para Descarga a Cuerpo Receptor de El Salvador; así mismo, para estar en conformidad con el Art. 15² del *Reglamento Especial de Aguas Residuales de El Salvador*.

Se determinarán los valores de los siguientes componentes e indicadores:

- Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅)
 - Demanda Química de Oxígeno (DQO)
 - Potencial Hidrógeno (pH)
 - Grasas y aceites (G y A)
 - Sólidos sedimentables (Ssed)
 - Sólidos suspendidos totales (SST)
 - Temperatura (T)
- *Duración del sistema actual y semi-industrial:* al analizar el tiempo de operación de cada sistema se determinará si el sistema semi-industrial ayudará a los artesanos a realizar sus actividades en un menor tiempo.
- *Adopción del sistema semi-industrial:* con fines de evaluar la aclimatación a los sistemas productivos de los artesanos salvadoreños, se tomará como elementos de análisis las empresas *Econature* y *Azul Maya*, las cuales son PYME's que se dedican al comercio y producción de artículos teñidos con añil.

² Art. 15 "En los análisis de las características físico - químicas y microbiológicas de las aguas residuales de tipo especial vertidas a un medio receptor, deberán ser determinados esencialmente los valores de los siguientes componentes e indicadores:

a) Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅); b) Demanda Química de Oxígeno (DQO); c) Potencial hidrógeno (pH); d) Grasas y aceites (G y A); e) Sólidos sedimentables (Ssed); f) Sólidos suspendidos totales (SST), y g) Temperatura (T)", Reglamento Especial de Aguas Residuales de El Salvador, 2000.



En la adopción del sistema semi-industrial de teñido se determinará si es altamente aplicable, bastante aplicable, difícil de aplicar o muy difícil de aplicar en la medida en que sea necesario interrumpir el proceso de producción de teñido y capacitar a los empleados que harán uso del sistema.

e) Económica

El IICA proporcionará ciertos recursos necesarios para el estudio, los cuales fueron detallados en el literal (c); sin embargo, los costos de transporte, papelería, alimentación, compra de tela e hilos de algodón para las corridas del sistema, serán absorbidos por el grupo de trabajo y cancelados a través de fondos propios.

f) Geográfica

- Instalaciones del IICA, el cual se encuentra ubicado en: Av. Manuel Gallardo y Final 1 Av. Norte, Santa Tecla, La Libertad.
- Instalaciones de *Econature*, la cual está ubicada en: Pasaje 4, #129, Colonia Centroamérica San Salvador, El Salvador.
- Instalaciones de *Azul Maya*, ubicado en Quinta Residencial Las Piletas #2, La Libertad, El Salvador.

VI. PROYECCION SOCIAL Y DE DESARROLLO EMPRESARIAL

Proyección social

A través del sistema de teñido semi-industrial se podrán obtener beneficios de carácter social y educativo como los siguientes:



- *Generación de empleo:* se evidenciará al momento de crearse nuevas oportunidades de trabajo a medida que vaya creciendo el número de personas, empresas o instituciones que adopten el nuevo sistema de teñido.
- *Desarrollo de las habilidades técnicas de las personas que se ven involucradas en el proceso de teñido con añil natural:* este beneficio se afirmará cuando se instruya y se lleven a cabo capacitaciones que le permitan a los encargados del proceso utilizar y manipular los elementos tecnológicos que van contenidos dentro del nuevo sistema de teñido.

Proyección del desarrollo empresarial

Este estudio no va enfocado únicamente al lucro de un propietario de una empresa o persona encargada de teñir artículos con añil natural, sino que a brindar oportunidades de desarrollo y mejora a todos aquellos interesados en la explotación industrial del añil natural, a través de una mejor forma de aplicación del mismo, con lo cual se puede lograr una mayor capacidad de oferta y estandarización de la calidad.

En un futuro, al semi-industrializarse el proceso de teñido a base de añil natural, la industria textil y los fabricantes de pantalones se podrían ver interesados en realizar investigaciones para poder crear una nueva línea de productos que utilicen fibra natural teñida con añil.



CAPÍTULO I: “GENERALIDADES”

El presente capítulo muestra aspectos generales relativos a la planta de añil, tales como: características, variedades, al igual que su origen y evolución dentro de la región Centroamericana y México. Así mismo, se detalla el manejo del cultivo de añil, el proceso de extracción de la tintura, la comercialización y sus múltiples usos, destacando el teñido que se logra a partir de éste, haciendo énfasis en las técnicas de resistencia y los procesos de teñido empleados.

El entorno del añil se documentó a partir de revisiones bibliográficas; siendo el proceso de extracción, los desechos generados y las técnicas de teñido los únicos puntos en este capítulo que se elaboraron basándose en visitas de campo y auxiliándose en investigaciones bibliográficas.

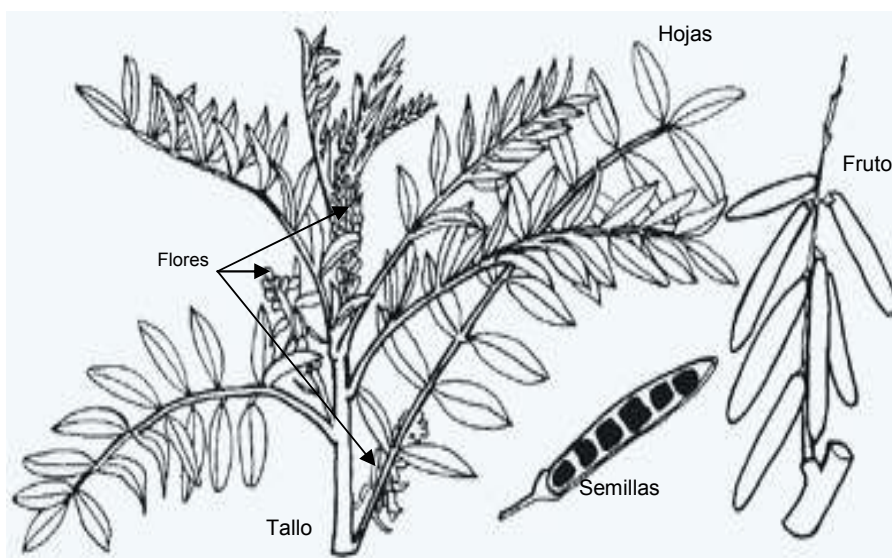


1.1 Características del jiquilite o planta productora de añil

La planta productora de añil conocida también como jiquilite, xiquilite o xiquilitl, es una planta leguminosa anual o perenne, propia de zonas tropicales o subtropicales. Su hábito de crecimiento es arbustivo y puede alcanzar alturas entre 1.5 a 1.8m, es una planta poco ramificada, su tallo es semileñoso y sus ramas se encuentran cubiertas con 10 ó 12 hojas de color verde claro, dispuestas en pares regulares.

El añil posee flores pequeñas de color rosado, agrupadas en racimos cortos. Su fruto es una vaina cilíndrica, ligeramente comprimida, en forma de tetraedro que cuando está seca, puede ser un poco arqueada. Estas vainas contienen de 5 a 7 semillas ovaladas y oscuras, tal como se muestra en la figura 1, la cual detalla las partes componentes de una planta de añil.

Figura 1. Estructura de una planta productora de añil ²



² Fuente:

<http://tilz.tearfund.org/Espanol/Paso+a+Paso+21-/Paso+a+Paso+21/Tintes+de+plantas+caseros.htm>



1.1.1 Origen y evolución

En todo el mundo existen diferentes especies de añil, como la **Indigofera Tinctoria** originaria de India y las **Indigoferas Guatemalensis** y **Suffruticosa** propias de la región centroamericana y parte de México; una evidencia de lo anterior es que cuando los españoles llegaron a México en 1521, los nativos conocían el jiquilite y lo utilizaban para teñir vestimentas así como para fines medicinales³.

El xiquilite era una planta que se encontraba muy difundida en Centroamérica como en México, tanto era así que Fray Bernardino de Sahagún en el Capítulo XI, Libro XI sobre la Historia General de las Cosas de Nueva España escribió: *“Hay una hierba en las tierras calientes que se llama xiuhquilitl, majan esta hierba y exprimiéndole el zumo, se echa en unos vasos, allí se seca o cuaja, con este color se tiñe el azul oscuro y resplandeciente es este color preciado”*.

En la época colonial, los españoles al observar las bondades de esta planta modificaron especialmente la forma de extracción, introduciendo tecnología como es el “obraje de pilón”, que todavía es válida en algunos aspectos hasta el momento; es así, como el cultivo y la extracción del añil se convierten en las actividades productivas más importantes de El Salvador por más de 300 años, desde finales del siglo XVI hasta finales del siglo XIX.

A finales del siglo XIX, debido al surgimiento de los colorantes artificiales o sintéticos (los cuales representaron para los españoles una reducción de costos y de riesgo por el transporte hacia Europa), la producción de añil descendió hasta el punto de desaparecer del territorio salvadoreño

³ “Curso/Taller: Cultivo y Procesamiento del Añil”, Página 3, Proyecto “Asesoría, capacitación y asistencia técnica para el sector añilero de El Salvador”, 2002.



como un cultivo comercial y es por ello, que el añil se sustituyó en El Salvador por cultivos como el café y maíz, que constituían para los agricultores alternativas más rentables, a medida que el precio y la demanda de añil natural disminuían⁴.

Actualmente el añil está retomando importancia en El Salvador, debido a la necesidad de diversificar la agricultura, en el marco de la fluctuación de los precios del café y la caña de azúcar (dos de los rubros más importantes de la agricultura salvadoreña); así como el reconocimiento internacional del daño que la producción y el consumo de productos sintéticos provocan, tanto a la salud humana como al medio ambiente, traducido en un aumento de la demanda de productos naturales⁵.

1.1.2 Especies

En El Salvador actualmente se cultivan dos especies de añil, las cuales se pueden diferenciar por: el tipo de fruto, el tamaño de las hojas y la altura en la que se presentan las ramificaciones de dichas plantas; las cuales son:

➤ *Indigofera guatemalensis*

Este tipo de indigofera, presenta ramificaciones a baja altura (10 a 20 cm del suelo), hojas pequeñas, fruto (vaina) que no se abre por sí solo y poca resistencia a la sequía. Sus lugares de crecimiento son: Morazán, San Miguel, Usulután, Cabañas, Chalatenango, La Libertad, La Paz, Santa Ana, Sonsonate y Ahuachapán.

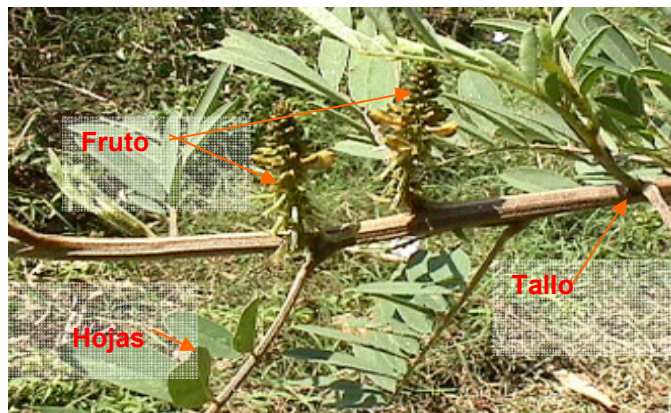
⁴ “Curso/Taller: Cultivo y Procesamiento del Añil”, Página 3, Proyecto “Asesoría, capacitación y asistencia técnica para el sector añilero de El Salvador”, 2002.

⁵ “Curso/Taller: Cultivo y Procesamiento del Añil”, Página 4, Proyecto “Asesoría, capacitación y asistencia técnica para el sector añilero de El Salvador”, 2002.



La Figura 2 muestra una fotografía de la *Indigofera guatemalensis*, en la cual se puede observar una de sus características peculiares como es el tamaño de la hoja.

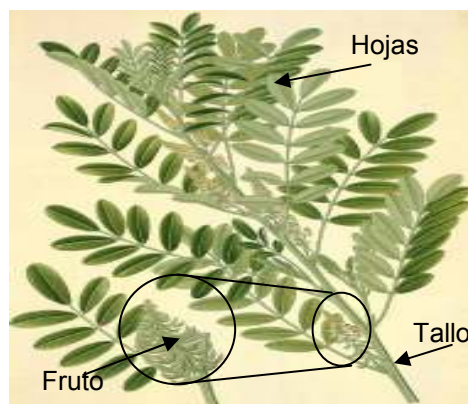
Figura 2. Estructura de la planta "*Indigofera guatemalensis*"
Fuente: Fotografía tomada por grupo de trabajo



➤ *Indigofera suffruticosa*

La *Indigofera Suffruticosa* es una planta cuyas ramificaciones inician a 40 cm del suelo, posee hojas grandes, fruto (vaina) que se abre por sí solo y es más resistente a la sequía. En El Salvador se cultiva en La Libertad, aunque se encuentra en forma silvestre en todo el país. Popularmente se le llama jiquilite o platanillo, este último nombre es por la forma característica de las vainas encorvadas que se superponen como plátanos, tal como se muestra en la Figura 3.

Figura 3. *Indigofera suffruticosa*⁶



⁶ Fuente: <http://www.eeb.uconn.edu/Courses/EEB271/Fabales/Indigofera.jpg>



1.1.3 Manejo del cultivo del añil

A continuación se detallan aspectos sobre el manejo del cultivo del añil, como son: la época y zonas de siembra, requerimientos climáticos y de suelo, así como el control de plagas.

➤ Época de siembra

La plantación del añil se realiza de preferencia durante los primeros meses de la época lluviosa, la cual varía entre la última semana de abril y la primera semana de mayo. La siembra entre surco es de 0.80 m y la distancia entre plantas es de 0.50 a 0.80 m

➤ Zonas de siembra

Las áreas productoras de añil se encuentran principalmente localizadas en los departamentos de: San Salvador, San Miguel, Santa Ana y Cabañas.

➤ Requerimientos climáticos y relativos al suelo

Entre las características que pueden garantizar altos rendimientos de añil se encuentran: suelos pedregosos, de baja fertilidad, de textura arcillosa o arenosa, con pendientes desde fuertes a moderadas y altas temperaturas.

➤ Control de plagas

Generalmente el añil no ofrece muchos problemas fitosanitarios, es una planta rústica, la cual tolera muy bien las plagas y enfermedades, salvo



algunos casos que las condiciones climáticas favorezcan la proliferación de las mismas.

Las plagas identificadas son principalmente gusanos, tales como: gusano verde pálido con rayas negras laterales (**Heliothis sp.**), gusano negro con bandas grises y pequeños triángulos en los costados (**Spodopteraa latifacia**) y gusano peludo amarillo (**Estigmene acrea**).

Para el manejo de estas plagas, se deben eliminar como medida preventiva las malezas hospederas, además de aplicar materia orgánica para mejorar el suelo y como medidas de control se aplican insecticidas.

➤ *Cosecha*

Los sistemas de recolección del añil son manuales, utilizándose para esto: tijeras de podar, machetes, cumas o corvos. Para la cosecha se realiza un corte total de 0.30 a 0.40 m del suelo hacia arriba, lográndose para el primer año un corte a los 4 meses de sembrado y dos cortes por cada año subsiguiente.

Durante los años dos y tres de producción, la cosecha se inicia entre los meses de junio a julio para el primer corte y de septiembre a octubre para el segundo corte, obteniéndose una cantidad de añil muy variable de acuerdo principalmente a las condiciones del suelo.

Debido a la caída en la productividad del cultivo a los tres años, se recomienda renovar la plantación en el cuarto año de su establecimiento.



La Tabla 1 muestra un cuadro resumen sobre aspectos relativos a la cosecha de jiquilite en El Salvador tanto para la especie guatemalensis como suffruticosa⁷.

Tabla 1. Cuadro resumen de aspectos relativos a la cosecha de jiquilite en El Salvador

Fuente: Guía Técnica: Cultivo de Jiquilite (*Indigofera spp.*) en El Salvador, El Salvador, Abril 2005.

Criterio	Primer año	Segundo año	Tercer año
Número de cortes	1	2	3
Época de corte (meses)	Septiembre - octubre	Junio – julio y septiembre - octubre	Junio – julio y septiembre - octubre
Edad de la plantación	Cuatro meses	-	-
Altura estimada de la planta al momento de la cosecha	1.6 m	1.6 m	1.6 m
Altura de la planta después de la cosecha	0.20 m guatemalensis y 0.30 m suffruticosa	0.30 m guatemalensis y 0.40 m suffruticosa	0.30 m guatemalensis y 0.40 m suffruticosa
Estado de la planta al momento del corte	Antes de floración hasta inicio de formación de fruto	Antes de floración hasta inicio de formación de fruto	Antes de floración hasta inicio de formación de fruto
Característica de la planta al momento de iniciar el corte	Formación de una corona de hojas amarillas en la parte baja de la planta	Formación de una corona de hojas amarillas en la parte baja de la planta	Formación de una corona de hojas amarillas en la parte baja de la planta
Rendimiento de biomasa (libras por mz)	14,000	29,000	10,000
Rendimiento de polvo de añil (kilos por mz)	20	40	15

1.1.4 Proceso de extracción del añil

El procesamiento o extracción del añil consiste en una serie de prácticas que requieren conocimiento y cierta experiencia, así pues el adiestramiento del experto (persona conocida como “puntero”) es fundamental, ya que existen puntos críticos en este proceso que al no conocerlos o al cometer errores, pueden llevar a perder la producción.

La extracción se realiza en un conjunto de pilas (2 ó 3) llamadas “obraje” (Ver figura 4) y para el desarrollo de este proceso es indispensable contar con una fuente de agua con cantidad y calidad adecuada.

⁷ Guía Técnica: Cultivo de Jiquilite en El Salvador, 2005.



Actualmente, la calidad del agua se determina en base a un control visual de aspectos como: claridad o cristalinidad del agua y la presencia de sólidos u objetos extraños como: ramas, hojas, desechos orgánicos y urbanos.

Figura 4. Obraje de la Finca de San Juan Buenavista, La Libertad, El Salvador

Fuente: Fotografía tomada por grupo de trabajo.



El proceso de extracción consiste en forma general de siete etapas, las cuales son: extracción, oxigenación, sedimentación, colado en tendales, cocción, secado al sol y homogenización.

➤ Extracción (maceración o infusión)

En esta operación lo importante es mantener la relación hoja - agua, es decir, cuánta agua debe utilizarse de acuerdo a la cantidad de hojas que se desean procesar. Se sugiere que se trabaje en una proporción de 1:20 en relación a las hojas, pero si se toma en cuenta las hojas y el tallo de la planta, la relación debe ser de 1:9, es decir, que el peso del agua o la cantidad de agua a utilizar para el remojo debe ser nueve veces mayor que el peso de las plantas a procesar.



Una vez determinada la cantidad de agua y de plantas a utilizar se realizan las siguientes actividades:

- Se cortan las plantas y se asegura que no lleven otras malezas.
- Se colocan ordenadamente las plantas en el fondo de la pila de fermentado, se les pone una reja (Figura 5) y vigas de madera, así como algunas piedras para que las plantas no floten al agregarles el agua.

Figura 5. Reja elaborada de troncos de madera que impide que las plantas de jiquilite floten durante el proceso de fermentado.

Fuente: Fotografía tomada por grupo de trabajo



- Se llena la pila con agua hasta que las plantas queden sumergidas más o menos a 20 cm. Se utiliza agua limpia y de preferencia lo más caliente posible, ya que según estudios realizados en laboratorio en la Tesis "Caracterización fisicoquímica del proceso de producción de colorante de añil"⁸, la temperatura idónea del agua para un buen porcentaje de indigotina es 69 °C y a la vez con un pH de 9; todo esto con el fin de agilizar el proceso de fermentado y lograr un tipo de infusión al contacto del agua caliente con las plantas.

⁸ Tesis realizada por Padilla Rivas, Endy Kevin y Santamaría Segovia, Wilson Eduardo para optar al grado de Ingeniero Químico otorgado por la Universidad de El Salvador en el año 2003.



- Las plantas se dejan reposar de 17 a 22 h. Algunas señales visuales de que la extracción ha terminado son: una especie de nata sobre la superficie del agua cuya coloración es tornasol (verde azulado), temperatura entre 40 a 45 °C, un pH de 7.5 y burbujas en la superficie.
- Cuando el puntero evidencia estos signos, aparta la espuma que se ha formado y si observa que el líquido presenta un color amarillo, autoriza que se vacíe el agua en la pila de oxigenado, situada en un nivel inferior con respecto a la de fermentado. La conexión entre la pila de fermentado hacia la pila de oxigenado debe tener un filtro para impedir el paso de plantas a esta pila.

➤ Oxigenación

Una vez se tiene el agua en la pila de oxigenado, ésta se debe batir, ya sea con paletas perforadas (Figura 6) o con una bomba achicadora; transcurrido los primeros minutos aparecerá una espuma de color blanco (en este punto el agua tiene un color amarillo), el procedimiento de batido se prolonga hasta que la espuma desaparece, lo cual sucede en aproximadamente 1h 45min o hasta 2 h, cambiando el color del agua desde amarillo, verde, celeste, hasta llegar al azul de índigo.

Este proceso de oxigenación acelera el desprendimiento de gas carbónico producido durante la fermentación, lo que permite la formación de la molécula de indigotina.

Figura 6. Paleta perforada para batir el agua de afil durante el proceso de oxigenación.
Fuente : Fotografía tomada por grupo de trabajo



➤ Sedimentado

Se deja reposar el agua hasta el día siguiente (durante 24 h), a la cual se le puede agregar un poco de cal para acelerar el proceso de sedimentación (fase en la cual se deposita la tinta en el fondo de la pila).

La pila de oxigenación posee tubos o desagües, todos a diferente nivel y a una altura diferente del piso de la pila, tomando como el primer tubo aquel localizado en la parte superior de la pila y así los otros sucesivamente.

Transcurrido el tiempo requerido para el reposo, se abre la válvula del primer tubo, el agua que sale inicialmente es la más superficial, la cual es color canela, cuando ya no sale agua se abre la segunda válvula y comienza de nuevo el agua a correr hasta que cesa, se abren sucesivamente las válvulas restantes, hasta quedar sin líquido alguno la pila de oxigenación.



Ya que el procedimiento para recolectar el índigo es por sedimentación, al quedar la pila sin agua, el añil se visualiza en el fondo de la pila en un estado semilíquido muy viscoso, el cual es trasladado a bodega a través de baldes para su posterior filtración.

➤ Filtración

Este proceso se realiza en muebles rústicos de madera (tendales), los cuales están cubiertos con una manta a manera de filtro; el índigo en su estado semilíquido es colocado en la manta y comienza a filtrarse toda el agua, la cual es recogida y reciclada para elaborar el baño de teñido.

La filtración del añil puede durar entre 12 a 24 h y al finalizar este proceso, el resultado es una pasta color azul oscuro.

➤ Cocción

Después de filtrado, se lleva la masa resultante a cocimiento en ollas, a una temperatura de 70 °C, ya sea en hornos de leña o cocina de gas propano. Este procedimiento dura entre 45 a 60 min y se efectúa con el propósito de eliminar el agua restante por medio de evaporación y evitar el posterior brote de hongos.

➤ Secado

El producto resultante de la cocción es colocado sobre láminas, bateas de madera o bandejas de metal (Figura 7), las cuales son puestas al sol por 2 ó 3 días, para su secado final.



➤ Homogenización

La pasta ya endurecida al sol es pulverizada en un molino. Para obtener el polvo azul (Figura 7) se reúne el producto de todas las bateas y se mezclan cuidadosamente, a fin de obtener un producto uniforme, para que finalmente sea empacado.

Figura 7. Bandeja de metal utilizada para el secado al sol y polvo de añil molido
Fuente: Fotografía tomada por grupo de trabajo



La Tabla 2 que se presenta a continuación, muestra una síntesis de las etapas del proceso de extracción del añil y sus respectivas actividades, el diagrama de dicho proceso se encuentra en Anexo 1:

Tabla 2. Cuadro resumen de las etapas del proceso de extracción del añil y sus respectivas actividades

No.	Etapas del proceso de extracción	Actividades desarrolladas
I	Extracción	1. Determinar la relación hoja-agua a emplear
		2. Cortar las plantas de añil según el paso 1 y asegurarse de que no lleven otras malezas, porque afectaría la calidad de añil a extraer.
		3. Colocar y sujetar las plantas de añil en el fondo de la pila de fermentado.
		4. Llenar la pila con la cantidad de agua determinada en el paso 1.
		5. Dejar reposar las plantas sumergidas en el agua por un período de 17 a 22 h
		6. Con previa autorización del puntero, abrir la válvula de la pila de fermentado hacia la pila de oxigenado.



No.	Etapas del proceso de extracción	Actividades desarrolladas
II	Oxigenación	7. Batir el agua colocada en la pila de oxigenado a través de paletas perforadas o de una bomba achicadora, para acelerar el proceso de desprendimiento de gas carbónico producido durante la fermentación, lo cual permite la formación de la molécula de indigotina. Este proceso se realiza durante un periodo de 1 h 45 min a 2 h.
III	Sedimentado	8. Dejar reposar el líquido colocado en la pila de oxigenado durante 24 h.
		9. Abrir los siete tubos de desagüe de la pila de oxigenado empezando por el que se encuentra a un mayor nivel del suelo.
		10. Trasladar a bodegas a través de baldes, el sedimento recolectado en el fondo de la pila de oxigenado para su posterior filtración.
IV	Filtración	11. Colocar el índigo en estado semi-líquido en tendales, para eliminar el exceso de agua que posea; esta actividad se realiza durante un periodo de 12 a 24 h.
V	Cocción	12. Colocar la masa resultante del proceso de filtrado en ollas y elevar su temperatura hasta 70 °C por un periodo de 45 a 60 min, con el propósito de eliminar por medio de la evaporación el agua que posea la masa y evitar el posterior brote de hongos.
VI	Secado	13. Colocar el producto resultante de la cocción al sol sobre bateas de madera o bandejas de metal durante 2 a 3 días.
VII	Homogenizado	14. Pulverizar en un molino la pasta de añil endurecida obtenida en la actividad 13, combinarla con la obtenida en todas las bateas para empacarla y posteriormente venderla.

1.1.5 Desechos del proceso de extracción de añil

Al concluirse el proceso de extracción del polvo de añil quedan dos tipos de desechos, tanto sólidos como líquidos:

➤ Desechos sólidos o de biomasa

Son todas las ramas, hojas y semillas de la planta de añil, que luego de su descomposición en la etapa de fermentado, pueden ser utilizadas como abono orgánico (Figura 8). Actualmente son depositadas entre los surcos de las plantaciones de la misma.



Figura 8. Desechos sólidos del proceso de extracción del añil
Fuente : Fotografía tomada por grupo de trabajo



➤ Desechos líquidos

Se refiere a toda el agua que se utiliza en el proceso de extracción y que al final se libera en la pila de oxigenado, dicho desecho puede ser depositado en un tanque de descarga (el cual está edificado a semejanza de un tanque séptico, cuyo fondo es un filtro construido con capas superpuestas y alternadas de diferentes materiales: arena, grava y cal) para evitar contaminar al ambiente; sin embargo, en la actualidad dichos desechos son vertidos de forma directa a la tierra y sus alrededores.

1.1.6 Comercialización del añil

Además de comercializar el polvo de añil (tinta), se comercializa la hoja seca para su futura utilización como abono orgánico.

Los mercados de la tinta son diversos, existiendo opciones a nivel nacional como internacional; mercados potenciales como: Guatemala, Alemania, Italia, Estados Unidos y Japón, han mostrado buenas expectativas.



Los precios de venta son altamente variables, oscilando desde U.S. \$30.00 a U.S. \$52.00 por kilo de tinta⁹ dependiendo de la calidad de la misma, dicho factor está en función de la concentración de indigotina. La Asociación de Añileros de El Salvador (AZULES) ha establecido como norma que por cada 1% de indigotina el cliente lo paga a USD \$1.00.

1.2 Usos del añil

En relación a los usos del añil, éstos son muy diversos, se puede utilizar como colorante en alimentos, cosméticos y cerámica, además en pinturas para niños y murales.

El añil ha sido y es muy utilizado alrededor del mundo como medicamento; en el viejo mundo es mencionado en un libro antiguo de la Dinastía Han (25 a 220 d.C.), como el remedio excelente para contrarrestar el efecto venenoso de diversos insectos o serpientes.

Entre los usos medicinales del añil se pueden mencionar:

- Para enfermedades estomacales de niños y adultos, se suele tomar una infusión de raíces de jiquilite, en casos extremos basta con masticar las raíces de dicha planta.
- Para excesivas cefaleas, se aplican sobre la cabeza del paciente las hojas de jiquilite cocidas. (Kojima, 1998).
- Para la mordedura de serpiente cascabel se aplica una maceración de hojas de jiquilite en el lugar donde fue la mordida. Como cicatrizante se

⁹ Resumen de diapositivas de la presentación acerca del “Proyecto Agroindustria /GTZ Cooperación Técnica Alemana”, Pág. 8, 2003.



deben tostar las hojas de jiquilite y mezclarlas con carbón de pino para luego aplicarlo sobre la llaga.

De igual forma, se emplea para teñir fibras naturales en general, tales como: lino, algodón, papel, madera, corcho y yute. Existen diversos métodos para teñir con añil natural; entre ellos el más común es el teñido por inmersión o baño, llamado método de tinajas.

Para teñir a partir del método de tinajas lo habitual es sumergir en el baño químico la prenda por unos minutos, luego sacarla y hacer que tome aire, permitiendo así una buena oxidación; lentamente va tomando un color azul. Las operaciones antes mencionadas se repiten hasta obtener el tono de azul deseado.

El tiempo de teñido de una prenda depende del espesor y el tipo de tela. El color celeste se logra con dos o tres inmersiones en el baño y el azul fuerte o tono azul púrpura es producto de siete, ocho o más de 10 inmersiones.

Una vez se logra el tono de azul deseado, la prenda se lava bien con agua para eliminar todas las pequeñas partículas o impurezas de pigmento que no pudieron adherirse en la prenda; adicionalmente con el oxígeno del agua se logra completar el proceso de oxidación.

Para que se lleve a cabo la actividad de teñido es necesario que se dé un proceso de reducción (es decir remover el oxígeno), el cual se logra mediante un agente reductor y un elemento alcalino.

Como compuesto alcalino se puede utilizar cal, carbonato sódico, soda cáustica y en algunos casos amoníaco; como agente reductor los más utilizados son el sulfato ferroso, el polvo de gris o de zinc y los hidrosulfatos.



alcalinos. Otro agente reductor, el más antiguo y 100% natural de todos es la fermentación de sustancias sacarinas o feculentas.

La combinación generalmente empleada es la siguiente: como agente reductor se utiliza el hidrosulfito de sodio y como agente alcalino la soda cáustica.

1.2.1 Técnicas de resistencia para diseñar con añil natural

A partir de la utilización de diferentes técnicas se pueden lograr una diversidad de diseños. Para poder dibujar la parte blanca en la tela teñida con añil es necesario emplear ciertos materiales u objetos para evitar la penetración del tinte; estas técnicas son también conocidas como “técnicas de resistencias”, las cuales se detallan a continuación:

a. Shibori

Es una técnica que a través de nudos y ataduras limita el paso del tinte al momento del teñido, logrando así el mantenimiento del color original de la tela según el diseño que se haya elaborado.

El Shibori es una de las técnicas más antiguas para decorar prendas. Su origen se remonta casi con seguridad a China del siglo VI, período en el que también en India se practicaba. En el siglo VII ésta técnica se empieza a utilizar en Japón, donde se ha mantenido hasta en la actualidad extendiéndose desde allí al resto del mundo.¹⁰

Algunos diseños que pueden obtenerse a partir de la utilización de esta técnica son los siguientes:

¹⁰ Fuente: <http://www.sitographics.com/diccional/s.html>



- Ondas

Se debe enrollar la tela sin apretar demasiado y atarla fuerte con hilo o con cuerda, cada cierta distancia, para obtener el diseño de ondas, tal como el mostrado en la Figura 9.

Figura 9. Diseño de ondas a partir de Shibori¹¹



- Círculos

Se debe agarrar firmemente el lugar de la prenda donde se desea que quede el centro del círculo, para luego a cierta distancia atar firmemente un pedazo de cuerda y así formar un círculo tal como el mostrado en la Figura 10, si se desean múltiples círculos concéntricos, se pueden amarrar otras cuerdas a cierta distancia después del primer amarre, comenzando desde arriba como lo muestra la Figura 11; así mismo pueden hacerse pequeños círculos de forma vertical u horizontal unos junto a otros, tal como se evidencia en la Figura 12.

Figura 10. Diseño de un círculo a partir de Shibori
Fuente : Guía de teñido Lic. Hideo Kojima experto japonés en teñido con tintes naturales.



¹¹ Fuente: <http://tilz.tearfund.org/Espanol/Paso+a+Paso+21-30/Paso+a+Paso+21/Tintes+de+plantas+caseros.htm>



Figura 11. Diseño de círculos concéntricos a partir de Shibori ¹²

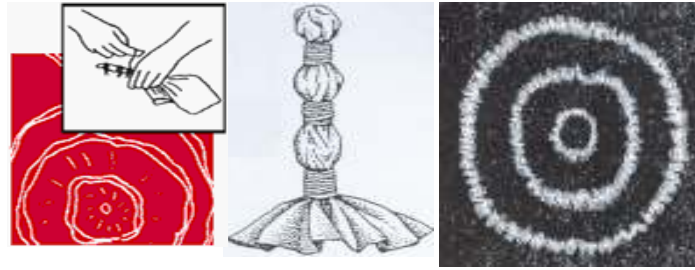
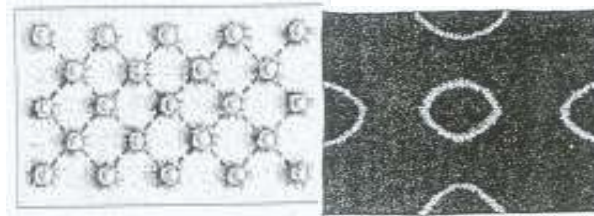


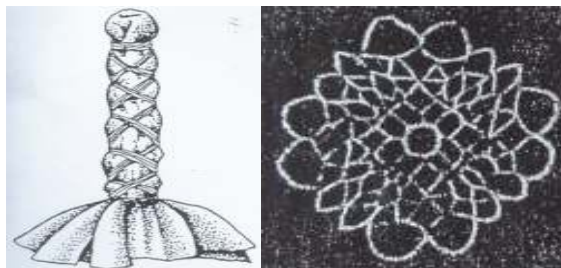
Figura 12. Diseño de pequeños círculos a partir de Shibori
Fuente : Guía de teñido Lic. Hideo Kojima experto japonés en teñido con tintes naturales.



- Flor

Se debe seleccionar el lugar de la prenda que será el centro de la flor, se hace un amarre a cierta distancia de dicho lugar y con la misma cuerda se procede a realizar amarres en forma de "X" de arriba hacia abajo, los amarres en "X" serán la cantidad de pétalos que tendrá la flor y serán tantos como el diseñador lo desee. Ver Figura 13.

Figura 13. Diseño de Flor a partir de Shibori
Fuente: Guía de teñido Lic. Hideo Kojima experto japonés en teñido con tintes naturales.



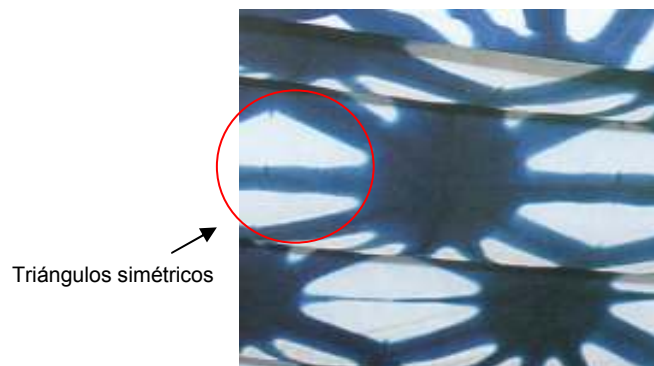
¹² Fuente: <http://tilz.tearfund.org/Espanol/Paso+a+Paso+21-30/Paso+a+Paso+21/Tintes+de+plantas+caseros.htm>



b. Tie dye

Tie dye significa "teñir y doblar", es una técnica que se puede aplicar a casi cualquier tipo de tela, consiste en realizar ataduras con mucha presión para tratar de lograr diseños simétricos como círculos o triángulos (los cuales pueden observarse en la Figura 14), para lo cual se pueden utilizar elementos auxiliares como: piezas de madera, bandas elásticas, piedras y canicas.

Figura 14. Diseño de triángulos obtenidos con Tie dye
Fuente: Revista Ella, La Prensa Gráfica, Febrero 2006



c. Batik

Es una técnica originaria de la isla de Java y la palabra Batik es del indonesio del lugar. La característica particular de esta técnica es que a través de la utilización de una mezcla homogénea entre cera de abeja y parafina solidificada a temperatura normal, se puede evitar la penetración del baño de teñido.

El teñido con Batik funciona de la siguiente manera: se elabora el diseño en la prenda el cual es cubierto con la antes mencionada mezcla homogénea, luego la prenda es teñida bajo el procedimiento normal inmersión-oxidación, cuando ya se ha obtenido el azul deseado, se lava y se deja secar al sol y cuando ya está seca se retira la mezcla de cera



y parafina con agua a muy alta temperatura, resultando diseños con muchos más detalles (ver Figura 15) comparados con otras técnicas.

Figura 15. Diseños obtenidos con Batik¹³



1.2.2 Mordientes

Los mordientes son sustancias que ayudan a fijar el color del tinte a la tela y mediante la aplicación de los mismos se obtienen colores más vivos; al teñir con añil no siempre es indispensable emplear mordientes; ya que éstos se utilizan principalmente para fijar otros colorantes naturales.

Se pueden utilizar varios productos químicos como mordientes, pero la mayoría de ellos son venenosos, tal como: el alumbre, el sulfato de cobre y el sulfato de hierro.

Usando distintos mordientes se obtendrán diferentes colores de la misma tintura. El alumbre por lo general es el que da los mejores resultados: es barato, seguro y se obtienen colores vivos¹⁴. Sin embargo, al no contar con ningún tipo de mordientes antes mencionados, se puede utilizar: una mezcla de agua a una temperatura de 90 °C con sal, vinagre o cenizas de madera.

¹³ Fuente: <http://www.geegeesquilting.com/011191%20SORBET%20BATIK%20by%20Blank%20998py%20BTR23772002-I.jpeg>

¹⁴ Fuente: <http://tilz.tearfund.org/Espanol/Paso+a+Paso+2130/Paso+a+Paso+21/Tintes+de+plantas+caseros.htm>



CAPÍTULO II: “FASE INDAGATORIA”

El empleo del añil natural como tintura ha evolucionado a través del tiempo producto de los recursos, técnicas y conocimientos aplicados por el hombre.

En este capítulo se describirán los procesos de teñido con añil natural y baño químico que actualmente se llevan a cabo en El Salvador, identificados a través de visitas de campo realizadas a las instalaciones de: Econature, Azul Maya y al taller de teñido del IICA; especificando por cada proceso sus respectivas etapas, actividades y tiempos de ejecución, así como los puntos críticos y los controles de calidad.

De igual forma, se presentan las ventajas y desventajas de los procesos actuales de teñido con añil natural. Además se describe el prototipo del sistema semi-industrial de teñido, diseñado por el Sr. Ryusei Jibiki, detallando aspectos como: partes componentes, materiales, dimensiones, capacidad instalada, puntos críticos y especificaciones de la tela que se podrán utilizar.



2.1 Teñido con añil natural

En general, el proceso de teñido con añil natural consta de ciertas etapas para su desarrollo, las cuales son: preparación del baño de teñido, diseño del estampado, teñido de las prendas y el tratamiento post-teñido de los artículos. Las técnicas que se emplean para el teñido, al igual que los materiales y sus concentraciones varían de acuerdo al artesano o artista.

En El Salvador se llevan a cabo diferentes procesos de teñido en baño químico con añil natural, los cuales varían en aspectos como: preparación y mantenimiento del baño de teñido, cantidad de inmersiones aplicadas a las prendas; así como el tratamiento que se les brinda a los artículos antes y después del teñido.

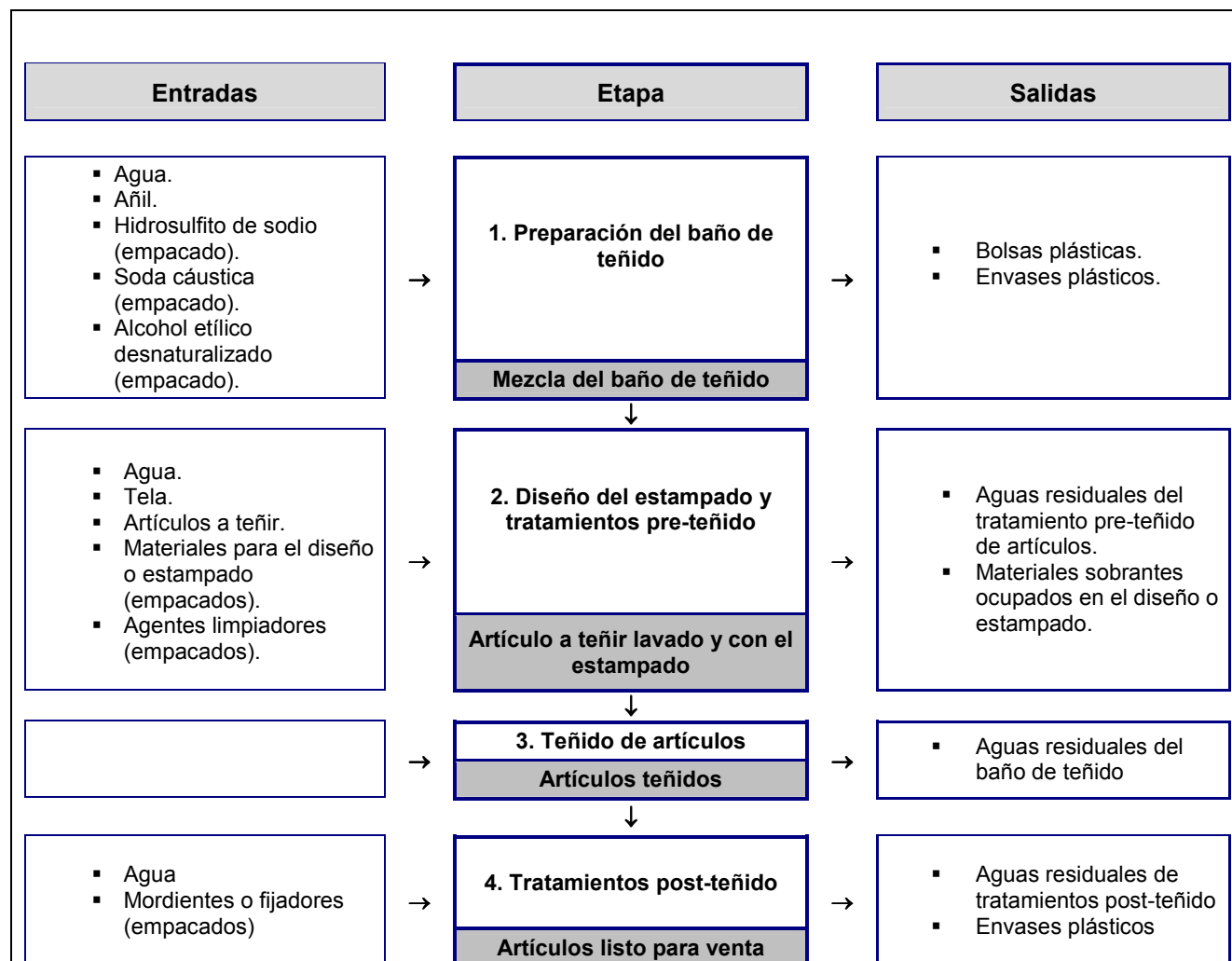
Los procesos de teñido identificados a través de visitas de campo e investigación bibliográfica que serán desarrollados en el presente capítulo, se presentan a continuación:

- Proceso empleado en la pequeña empresa Econature
- Proceso empleado en la pequeña empresa Azul Maya
- Proceso desarrollado por el Sr. Ryuseii Jibiki, voluntario japonés destacado en El Salvador, experto en el teñido con colorantes naturales.

En la Figura 16 se presenta un diagrama de flujo de las etapas generales del proceso de teñido con sus respectivas entradas y salidas; dicho diagrama de flujo servirá como base en capítulos posteriores para el desarrollo de los balances de materiales a elaborar por cada proceso de teñido identificado.



Figura 16. Diagrama de flujo del proceso general de teñido artesanal¹⁵
Fuente: Elaborado por grupo de trabajo



Durante la investigación bibliográfica desarrollada en el taller del IICA, se identificó un proceso de teñido elaborado por el Lic. Hideo Kojima (investigador japonés experto en las técnicas de teñido artesanal con colorantes naturales utilizadas en Meso América, en el marco del Proyecto “Asesoría, Capacitación y Asistencia Técnica para el sector Añilero”) (BCIE/MAG/IICA).

¹⁵ Formato de Diagrama de Flujo tomado de “Formato de Reporte de Evaluación Preliminar del Centro Nacional de Producción mas Limpia (CNPML) de El Salvador”



El proceso desarrollado por el Sr. Kojima no será analizado en este proyecto debido a que no se identificó una empresa o persona que estuviera llevando a cabo su proceso de teñido bajo este método.

➤ Diagramas de los procesos de teñido

Para cada uno de los procesos de teñido a analizar, se elaborará un diagrama de operaciones, el cual permitirá tener un mejor control sobre las actividades desarrolladas de cada uno de los procesos. Asignándole a cada proceso de teñido un código, el cual posee la siguiente configuración:

DOP – X

Donde:

DOP : Diagrama de operaciones

X : Es una letra que representa a la empresa o persona que ha desarrollado el proceso de teñido; Econature se representará con la letra "E", Azul Maya con la letra "A" y el proceso de teñido desarrollado por el Sr. Jibiki con la letra "J".

2.2 Materiales utilizados en los procesos de teñido actuales con añil natural

Para realizar las diferentes actividades que involucra el teñido a base de añil natural, es necesario contar con ciertos elementos ya sean primarios, de apoyo o empleados en el diseño de los estampados y para poder identificarlos de una forma precisa y rápida se ha elaborado un código, el cual identificará a cada uno de los materiales basándose en la siguiente configuración:



Y – ZZ

Donde:

Y : Es una letra que representa el tipo de material y el área en que se utiliza; los materiales primarios utilizados para el teñido se identificarán con la letra "T", los materiales utilizados para el diseño con shibori se representarán con la letra "S", los utilizados en batik con la letra "B", los utilizados en tie-dye con la letra "D" y los materiales e instrumentos de apoyo se representarán con la letra "M"

ZZ : Consiste en el número correlativo de cada uno de los elementos.

2.2.1 Materiales primarios

Son todos aquellos materiales fundamentales y necesarios para realizar el proceso de teñido con añil natural y preparar el baño de teñido, los cuales se detallan a continuación en la Tabla 3:

Tabla 3. Materiales primarios para el teñido con añil natural y preparación del baño químico

Código	Material	Descripción
T-01	Tela	Debe estar hecha en un 100% de fibra natural ya sea vegetal o animal, para que el teñido sea uniforme en toda su superficie debido a que el colorante utilizado es de tipo natural, el cual no podrá teñir si se aplica sobre prendas o tela de fibra sintética.
T-02	Agua	Es utilizada como solvente de los químicos y del añil en la preparación del baño de teñido; así como en los tratamientos post-teñido al momento de lavar la prenda para eliminar el añil que no fue fijado durante el teñido.
T-03	Añil en polvo	Es el colorante natural el cual ha sido molido después de terminar su proceso de extracción.
T-04	Hidrosulfito de sodio	Se utiliza como agente reductor del añil en el baño de teñido.



Código	Material	Descripción
T-05	Soda cáustica	Es una base fuerte soluble en agua que se utiliza en el baño de teñido para nivelar su pH.
T-06	Suavizante de tela	Es un producto químico utilizado en el tratamiento post-teñido de las prendas para disminuir la aspereza de los mismos, logrando así que el producto sea más atractivo a los clientes.
T-07	Jabón industrial	Consiste en un detergente, una sustancia que tiene la propiedad química de disolver la suciedad o las impurezas de un objeto sin corroerlo.
T-08	Carbonato de soda	Es una sal blanca y traslúcida la cual se utiliza como parte de un tratamiento pre-teñido que se le da a los artículos con el objetivo de eliminar las impurezas que traigan de la fábrica.
T-09	Sal	Es un compuesto llamado cloruro de sodio, el cual se utiliza como parte de un tratamiento post-teñido, se utiliza como mordiente (fijador).
T-10	Alcohol etílico desnaturalizado	Es el alcohol etílico al cual se le ha añadido agua destilada o purificada y un desnaturalizante (producto químico no tóxico que le da un sabor desagradable sin alterar sus propiedades germicidas y antisépticas). Se utiliza dentro de ciertos procesos de teñido como solvente del añil.

2.2.2 Materiales de apoyo

Son todos aquellos elementos y equipo que facilitan realizar las actividades del proceso de teñido artesanal con añil natural y se muestran en la Tabla 4:

Tabla 4. Materiales y equipo de apoyo

Código	Herramientas	Descripción
M-01	Báscula de plataforma	Es un instrumento que sirve dentro del proceso de teñido para medir la cantidad de masa o peso de los artículos a teñir, así como de un químico o añil que debe ser agregado al baño de teñido.
M-02	Cucharas medidoras	Es una serie de cucharas las cuales tienen estandarizada la dosis o volumen que pueden suministrar; su unidad de medida es TBS (tablespoon), 1 U.S. tablespoon = 15mL
M-03	pHmetro	Es un instrumento que permite medir el pH de un medio, el cual puede ser el baño de teñido.
M-04	Termómetro de líquido en vidrio	Permite determinar la temperatura de ciertos medios empleados en el proceso de teñido, tal es el caso de las soluciones del baño de teñido.
M-05	Recipientes de plástico	Son utilizados para contener las soluciones del baño de teñido.



Código	Herramientas	Descripción
M-06	Cucharas de madera	Se utilizan para mezclar las soluciones dentro de los recipientes de plástico.
M-07	Quemadores	Se utilizan para calentar el agua a utilizar en ciertas actividades del proceso de teñido hasta cierta temperatura deseada.
M-08	Tendedero	Sirve para exponer al sol los artículos que han sido teñidos para agilizar el proceso de secado.
M-09	Ganchos para ropa	Sirven para sujetar los artículos al tendedero.
M-10	Delantal	Es una prenda que se ata a la cintura y que cubre la parte delantera del cuerpo para evitar manchas en las prendas de vestir de la persona encargada de realizar las actividades de teñido.
M-11	Guantes de látex	Es una prenda que protege en su totalidad las manos de las personas encargadas del teñido, evitando el contacto directo entre los químicos y las soluciones empleadas en el proceso de teñido con la piel.

2.2.3 Materiales para el diseño o estampado

En la Tabla 5 se enumeran y describen todos aquellos materiales que se emplean al momento de elaborar el estampado que llevará el artículo según la técnica a utilizar.

Tabla 5. Materiales para el diseño o estampado según la técnica a utilizar

Código	Material	Descripción
B-01	Cera de abeja	Es un sólido cuyo color varía de amarillo a pardo grisáceo. Cuando esta fría es algo frágil y muestra una fractura no cristalina, opaca y granular; debido a lo anterior es que se mezcla con parafina antes de realizar diseños utilizando batik, porque lo que se busca es una mezcla homogénea que sea flexible y resistente.
B-02	Parafina	Las ceras parafínicas o sencillamente parafinas son una mezcla de hidrocarburos saturados de cadena recta, presentan consistencia sólida a temperatura ambiente. El principal uso de la parafina es la fabricación de velas y productos relacionados.
D-01	Tablas de madera	Sirven como soporte a la tela o artículo a teñir, la cual es fijada a la misma a través de bandas elásticas.
D-02	Bandas elásticas	Son utilizadas por lo general para amarrar la prenda o artículo a teñir según cierto patrón antes del teñido para que se restrinja el paso del colorante en los lugares que han sido atados para así obtener diferentes diseños.



Código	Material	Descripción
S-01	Hilo	Puede estar hecho de fibra natural o sintética. Sirve para elaborar ciertos patrones de costura sobre los artículos a teñir para evitar el paso del colorante natural durante el teñido.
S-02	Agujas	Filamento de metal u otro material duro, de tamaño relativamente pequeño, generalmente recto, afilado en un extremo y con el otro acabado en un <i>ojo</i> o asa para insertar un hilo, para poder trasladarlo sobre la tela una vez la parte afilada ha penetrado.

2.3 Procesos artesanales de teñido con añil natural

2.3.1 Proceso empleado en la pequeña empresa Econature

Econature es una pequeña empresa¹⁶ la cual inició operaciones en Agosto de 2001 cuando su propietaria la Sra. Carmen Bolaños (artista plástica), incursiona en el mercado de artículos teñidos con tinte natural al plasmar las técnicas de diseño y teñido sobre artículos de algodón.

Entre los productos que se elaboran actualmente se pueden mencionar: camisetas de algodón, manteles, cubrecamas, blusas, vestidos, faldas y pañuelos, todos en diseños bidimensionales con colores sólidos de añil y otros colorantes naturales.

El proceso de teñido empleado en Econature se muestra en la Tabla 6, detallándose sus respectivas actividades y tiempos aproximados de ejecución.

¹⁶ Clasificación hecha tomando como referencia la definición del Consejo Nacional de la Micro y Pequeña Empresa (CONAMYPE) y el número actual de empleados que posee Econature, el cual es de 12 considerando a la Sra. Bolaños.



Tabla 6. Etapas del proceso de teñido de "Econature", actividades y tiempos de ejecución

No.	Etapas del proceso de teñido	Actividades desarrolladas	Tiempo aproximado de ejecución (min)
I	Preparación del baño de teñido	1. Pesar artículos a teñir.	3
		2. Por cada kilogramo de artículo a teñir es necesario agregar al agua colocada en los recipientes de teñido 4½ TBS de añil natural, 1½ TBS de hidrosulfito y 1½ TBS de soda cáustica.	5
		3. Medir el pH del baño de teñido, el cual debe estar entre 9 y 10.	1
		4. Mezclar la solución hasta que el agua del baño de teñido cambie a un tono verde oscuro con espuma blanca en la superficie.	5
		5. Esperar que se estabilice el baño de teñido	10 a 20
II	Tratamiento pre-teñido de los artículos y diseño del estampado	6. Lavar los artículos a teñir con jabón industrial para eliminar las impurezas que traiga la tela desde la fabrica	2
		7. Elaborar diseño sobre los artículos a teñir según la técnica preferida (shibori, batik o teñido plano).	-----
		8. Lavar los artículos (esta vez con el diseño incluido) con una solución de agua caliente (50 a 60 °C) y carbonato de soda.	2
III	Teñido de artículos	9. Ordenar los artículos a teñir. Si los artículos a teñir son camisas se ordenan en filas que pueden variar de 15 a 24 piezas dependiendo de la complejidad del diseño; el resto de artículos que tiñen en Econature se ordenan según el tipo de artículo y diseño elaborado.	10
		10. Realizar los <i>ciclos de teñido</i> requeridos para obtener el tono de azul deseado para cada artículo. Para un tono azul oscuro se realizan por lo general 8 ciclos de teñido.	16 a 24
IV	Tratamiento post-teñido	11. Lavar artículos teñidos de 3 a 5 veces con agua de grifo para eliminar el añil que no fue fijado durante el teñido.	6 a 10
		12. Lavar los artículos teñidos una vez con una solución de agua y suavizante de tela.	2



No.	Etapas del proceso de teñido	Actividades desarrolladas	Tiempo aproximado de ejecución (min)
	Tratamiento post-teñido	13. Secar los artículos teñidos con añil natural al sol.	720
TIEMPO TOTAL			782 a 836

Observaciones del proceso de teñido utilizado en "Econature":

- Los tiempos de las actividades son valoraciones estimadas del artesano que tiñe diferentes artículos con añil natural, los cuales se basan en la experiencia del mismo y fueron recolectados a través del desarrollo de visitas técnicas.
- Los *ciclos de teñido* para el caso de Econature consisten en sumergir los artículos en el baño de teñido de dos a tres minutos y oxigenarlos afuera del mismo de dos a tres minutos.
- El tiempo de la actividad 7 está en función de la técnica o mezcla de técnicas empleadas en el diseño de los artículos a teñir.

Para mayor detalle ver el diagrama DOP-E en Anexo 2.

En Econature la calidad de las prendas y artículos teñidos es controlada a través de las personas que realizan las actividades de teñido, por medio de la observación directa de los siguientes aspectos:

- Homogeneidad o uniformidad en el teñido de los diferentes artículos.
- Comprobar que el tono de azul de la prenda sea el tono deseado.
- Dureza de la prenda debido a que la mayoría de artículos que tiñen son prendas de vestir y accesorios.



- El contraste existente entre la parte blanca y la parte teñida con añil de los diferentes artículos, debido a que es una forma de comprobar que se ha teñido con tinte natural: se debe verificar que no se contamine la parte blanca.
- A las prendas de vestir les agregan una etiqueta, donde se indica los cuidados que se deben tener al momento del lavado, los cuales son: usar jabones suaves, no utilizar cloro, no usar agua caliente y secar a la sombra.

A través de la investigación de campo realizada a las instalaciones de Econature se determinaron los siguientes puntos críticos del proceso de teñido que desarrollan:

- Los lavados que se efectúan sobre los artículos a teñir en la etapa de "Tratamiento pre-teñido y diseño del estampado", ya que se elimina en cierta medida las impurezas que trae la tela de la fábrica o las generadas por el diseño del estampado, las cuales pueden interferir con la calidad del teñido a obtener.
- La preparación del baño de teñido, que es la etapa en la que se da coloración a la prenda y determina en gran medida la calidad de los artículos.
- La forma de manipular los artículos al momento del teñido y oxigenación es un punto crítico porque determina en cierta manera si el teñido será homogéneo.



2.3.2 Proceso empleado en la pequeña empresa Azul Maya

Azul maya es una microempresa¹⁷ que está ubicada dentro de la Hacienda San Juan Buena Vista, municipio de Zaragoza, departamento de La Libertad; la cual fue durante la época colonial una hacienda muy importante en la producción de jiquilite en la región Centroamericana. En la actualidad dicha hacienda está siendo restaurada para promover la cultura del añil.

Azul Maya fue fundada en el año 2000 por la Sra. Grace Guirola de Seassal, en el marco del proyecto de restauración de la hacienda San Juan Buena Vista. Azul Maya propone para la comunidad cercana a la hacienda oportunidades de trabajo, en donde se llevan a cabo métodos amigables con el medioambiente, además de que ayuda a rescatar ciertos valores históricos de El Salvador al difundir el proceso de cultivo, extracción y teñido de añil por medio de guías turísticas, talleres y venta de producto terminado.

El proceso de teñido empleado en Azul Maya se realiza desarrollando las etapas y actividades mostradas en la Tabla 7.

Tabla 7. Etapas del proceso de teñido de "Azul Maya", actividades y tiempos de ejecución

No.	Etapas del proceso de teñido	Actividades desarrolladas	Tiempo aproximado de ejecución (min)
I	Preparación del baño de teñido	1. Pesar artículos a teñir.	3
		2. Determinar cantidad de añil a utilizar, que puede ser el 10% del peso del artículo a teñir, si el añil posee un porcentaje de indigotina alto, arriba del 40% y puede ser el 15% del peso del artículo a teñir, si el añil posee un porcentaje de indigotina bajo, abajo del 40%.	2
		3. Agregar en un recipiente el agua a utilizar en el baño según la proporción	

¹⁷ Clasificación hecha tomando como referencia la definición del Consejo Nacional de la Micro y Pequeña Empresa (CONAMYPE) y el número actual de empleados que posee Econature, el cual es de 5 considerando a la Sra. Guirola.



No.	Etapas del proceso de teñido	Actividades desarrolladas	Tiempo aproximado de ejecución (min)
I	Preparación del baño de teñido	1:8, es decir, se agregará 1lt de agua por cada 8 gr. de añil a utilizar en el teñido.	3
		4.Calentar el agua hasta una temperatura entre 70 a 80 °C	7
		5. Agregar al agua, el añil en polvo de la actividad b. y soda cáustica en la proporción 1:1, es decir, se añadirá 1 gr. de soda cáustica por cada Lt. de agua del baño de teñido, esto con el objetivo de que el baño de teñido tenga un pH de + 11.	1
		6.Mezclar hasta disolver completamente	3
		7.Verter la mezcla en los recipientes utilizados para el teñido	1
		8. Agregar hidrosulfito de sodio en los recipientes utilizados para el teñido; la cantidad de hidrosulfito a agregar será igual a la mitad del peso del añil calculado en el paso b.	2
		9. Mezclar hasta disolver por completo el hidrosulfito y que el color del baño de teñido cambie a verde oscuro.	2
		10. Esperar de 10 a 20 min antes de utilizar el baño de teñido.	10 a 20
II	Tratamiento pre-teñido de los artículos y diseño del estampado	11. Elaborar diseño sobre los artículos a teñir según la técnica preferida (shibori, batik o teñido plano).	-----
		12. Lavar los artículos a teñir con agua de grifo para eliminar las impurezas que tenga la tela y que puede influir en la calidad del teñido.	4
III	Teñido de artículos	13. Realizar los ciclos de teñido requeridos para obtener el tono de azul deseado para cada artículo. Para un tono azul oscuro se realizan por lo general 12 ciclos de teñido*.	24
IV	Tratamiento post-teñido	14. Lavar artículos teñidos de 1 a 3 veces con agua de grifo para eliminar el añil que no fue fijado durante el teñido.	6
		15. Lavar artículos una vez con una solución de agua caliente (con una temperatura de + 90C) y sal	2
		16. Lavar los artículos teñidos una vez con una solución de agua y suavizante de tela.	2
		17. Secar los artículos teñidos con añil natural al sol.	720
TIEMPO TOTAL:			792 a 812



Observaciones del proceso de teñido utilizado en "Azul Maya":

- Los tiempos de las actividades son valoraciones estimadas del artesano que tiñe diferentes artículos con añil natural, los cuales se basan en la experiencia del mismo y fueron recolectadas a través del desarrollo de visitas técnicas.
- Los *ciclos de teñido* para el caso de Azul Maya consisten en sumergir los artículos en el baño de teñido por un minuto y oxigenarlos un minuto afuera del mismo.
- El tiempo de la actividad 11 está en función de la técnica o mezcla de técnicas empleadas en el diseño de los artículos a teñir.

Para mayor detalle ver el diagrama DOP-A en Anexo 2.

En Azul Maya la calidad de las prendas y artículos teñidos es controlada a través de las personas que realizan las actividades de teñido, por medio de la observación directa de los siguientes aspectos:

- Homogeneidad en el teñido de los diferentes artículos.
- El contraste existente entre la parte blanca y la parte teñida con añil, debido a que es una forma de comprobar que se ha teñido con tinte natural.
- Dureza de la prenda (áspera), debido a que la mayoría de artículos que tiñen son prendas de vestir.
- El olor de la prenda y el hecho de que no se decolore al tacto, es decir, que no posea el añil que no fue fijado durante el ciclo de teñido, de modo que no manche a la persona que lo utilice o manipule.



A través de la investigación de campo realizada a las instalaciones y observación directa del proceso de teñido de Azul Maya se identificaron los siguientes puntos críticos del proceso de teñido:

- El baño de teñido debe mantenerse de un color verde perico, para lo cual se le debe dar mantenimiento; lo que dependerá del uso del mismo y para ello se le agrega soda cáustica hasta llegar a un pH de ± 11 e hidrosulfito hasta que el color cambie a verde oscuro.
- Se debe controlar el pH del baño de teñido para que sea de ± 11 y facilite las actividades de teñido.
- Se debe controlar la temperatura a la que se prepara la solución de añil (añil, soda cáustica y agua) la cual debe estar entre 70 a 80 °C.

2.3.3 Proceso desarrollado por el experto japonés en teñido Ryusei Jibiki

El Sr. Jibiki nació en Tokio, Japón en 1977; obtuvo su licenciatura en agricultura en la Universidad Agrícola de Tokio en 2001. Su campo de especialización ha sido el de tintura o teñido con colorantes naturales, en especial con añil natural, ya que de 1997 a 2000 trabajó en el taller de Kawagoe de Shohnado dedicado al Hon-Aizome (teñido de índigo natural), donde desarrolló actividades como preparación de índigo natural mediante fermentación, control de dicho proceso y teñido de tela, además de realizar diseños utilizando shibori y Roketsu (battik).

Desde octubre de 2004 hasta marzo de 2005, se capacitó en el Aso Studio de Bingata en Tokio, sobre la técnica de tallar estarcido de Bingata (teñido tradicional de la Prefectura de Okinawa), de shibori por aizome y de Itajime (tie-dye). A partir de enero de 2006 se encuentra



destacado en El Salvador como voluntario del JICA en los talleres del IICA.

El proceso de teñido desarrollado por el Sr. Ryusei Jibiki, se encuentra detallado en la Tabla 8 a través de la descripción de las actividades a desarrollar y del tiempo aproximado de ejecución de las mismas.

Tabla 8. Etapas del proceso de teñido desarrollado por "Sr. Jibiki", actividades y tiempos de ejecución

No.	Etapas del proceso de teñido	Actividades desarrolladas	Tiempo aproximado de ejecución (min.)
I	Preparación de la solución de añil	1. Pesar artículos a teñir.	3
		2. Determinar cantidad de añil a utilizar, que puede ser el 10% del peso del artículo a teñir, si el añil posee un porcentaje de indigotina alto, arriba del 40% y puede ser el 15% del peso del artículo a teñir, si el añil posee un porcentaje de indigotina bajo, abajo del 40%.	2
		3. Agregar alcohol etílico desnaturalizado en relación 1:1, es decir, se añadirá 1 lt de alcohol por cada Kg. de añil.	1
		4. Mezclar alcohol y añil hasta eliminar todos los grumos, de manera que quede una pasta homogénea.	5
		5. A la mezcla anterior se le agrega agua caliente en proporción 1:1 con relación al añil, es decir, se agregará 1 lt de agua caliente ($\pm 70^{\circ}\text{C}$) por cada Kg. de añil a utilizar.	8
		6. Mezclar hasta obtener una pasta acuosa uniforme	3
II	Preparación de la solución del baño de teñido	7. Agregar en un recipiente el agua a utilizar en el baño según la proporción 1:8, es decir, se agregará 1lt de agua por cada 8 gr. de añil a utilizar en el teñido.	3
		8. Calentar el agua hasta una temperatura entre 70- 80°C	7
		9. Agregar al agua soda cáustica en la proporción 1:1, es decir, se añadirá 1 gr. de soda cáustica por cada Lt. de agua del baño de teñido, esto con el objetivo de que el baño de teñido tenga un pH de ± 11 .	1
		10. Mezclar hasta disolver completamente	3
III	Preparación del baño de teñido	11. Verter la mezcla (6) en el recipiente de la mezcla (10)	1
		12. Combinar ambas mezclas y verterlas dentro de los recipientes utilizados para el teñido de artículos.	2



No.	Etapas del proceso de teñido	Actividades desarrolladas	Tiempo aproximado de ejecución (min.)
III	Preparación del baño de teñido	13. Agregar hidrosulfito de sodio en los recipientes utilizados para el teñido; la cantidad de hidrosulfito a agregar será igual a la mitad del peso del añil calculado en (2)	2
		14. Mezclar hasta disolver por completo el hidrosulfito y que el color del baño de teñido cambie a verde oscuro.	5
		15. Esperar de 10 a 20 min antes de utilizar el baño de teñido	10 a 20
IV	Tratamiento pre-teñido de los artículos y diseño del estampado	16. Elaborar el diseño sobre los artículos a teñir según la técnica preferida (shibori, batik o teñido plano).	-----
		17. Lavar los artículos a teñir con agua de grifo para eliminar las impurezas que tenga la tela y que puede influir en la calidad del teñido.	2
V	Teñido de artículos	18. Realizar los <i>ciclos de teñido</i> requeridos para obtener el tono de azul deseado para cada artículo. Para un tono azul oscuro se realizan por lo general 6 ciclos de teñido*.	36
VI	Tratamiento post-teñido	19. Lavar artículos teñidos de 1 a 5 veces con agua de grifo para eliminar el añil que no fue fijado durante el teñido.	2 - 10
		20. Secar los artículos teñidos con añil natural al sol.	720
TIEMPO TOTAL:			816 a 846

Observaciones del proceso de teñido desarrollado por el "Sr. Jibiki":

- Los tiempos de las actividades son valoraciones estimadas del artesano que tiñe diferentes artículos con añil natural, los cuales se basan en la experiencia del mismo y fueron recolectadas a través del desarrollo de visitas técnicas.



- Para el caso del Sr. Jibiki un ciclo de teñido consiste en sumergir los artículos en el baño de teñido por tres minutos y oxigenarlos tres minutos afuera del mismo.
- El tiempo de la actividad (16) está en función de la técnica o mezcla de técnicas empleadas en el diseño de los artículos a teñir.

Para mayor detalle ver el diagrama DOP-J en Anexo 2.

El Sr. Jibiki aplica un control de calidad sobre los artículos y prendas que tiñe, al examinar visualmente la homogeneidad en el teñido, así como el hecho de que el artículo no pierda pigmento al estar en contacto con otro objeto.

A través de la investigación de campo realizada en las instalaciones del IICA donde trabaja el Sr. Jibiki se determinaron los siguientes puntos críticos del proceso de teñido que desarrollan:

- Es importante tomar en cuenta que la tela a teñir debe estar húmeda.
- Se debe tener cuidado al momento de teñir las prendas y de oxigenarlas para que el teñido sea homogéneo y no presente manchas por una mala oxigenación.
- Se debe preparar el baño de teñido siguiendo las indicaciones del proceso para poder obtener un teñido de calidad, es decir, con el tono y la uniformidad deseados.



2.3.4 Comparación entre los procesos artesanales de teñido

En la Tabla 9 se presenta un cuadro comparativo que refleja las principales diferencias en cada una de las etapas de los procesos artesanales de teñido antes mencionados.

Tabla 9. Cuadro comparativo de los procesos artesanales de teñido

	ECONATURE	AZUL MAYA	SR. JIBIKI
Preparación del baño de teñido	Por cada Kg de tela se agrega una cantidad pre-determinada de añil, soda cáustica e hidrosulfito	% de añil, soda cáustica e hidrosulfito en base al peso de tela	% de añil, soda cáustica e hidrosulfito en base al peso de tela y prepara dos soluciones de baño
Tratamiento pre-teñido	Diseño y lavado de artículos dos veces	Diseño y lavado de artículos una vez	Diseño y lavado de artículos una vez
Teñido	Proceso continuo. Ocho ciclos de 4 a 6 minutos	Proceso por lote. Doce ciclos de 1 minuto	Proceso por lote. Seis ciclos de 6 minutos
Tratamiento post-teñido	Lavar artículos con agua de grifo y suavizante de tela	Lavar artículos con agua de grifo, sal y suavizante de tela	Lavar los artículos con agua de grifo
Tiempo aproximado de ejecución	782 a 836	792 a 812	816 a 846

2.4 Ventajas y desventajas del proceso actual de teñido con añil natural

Las ventajas y desventajas del sistema artesanal de teñido con añil natural se desarrollarán a través de un análisis FODA, el cual es una herramienta que permitirá obtener un diagnóstico preciso acerca de la situación actual del sistema artesanal, representándose a través de un cuadro en base a la información recopilada, para compararlo en posteriores capítulos con las ventajas y desventajas del sistema semi-industrial de teñido.



El término FODA es una sigla conformada por las primeras letras de las palabras Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas. De estas cuatro variables, tanto fortalezas como debilidades son internas de la organización, por lo que es posible actuar directamente sobre ellas; en cambio, las oportunidades y las amenazas son externas, por lo que en general resulta muy difícil poder modificarlas. Esta configuración de variables está representada en la Tabla 10.

Tabla 10. Matriz FODA

Variables	Positivas	Negativas
Internas	FORTALEZAS	DEBILIDADES
Externas	OPORTUNIDADES	AMENAZAS

Con la información recopilada a través de las visitas de campo realizadas a las instalaciones de ECONATURE, AZUL MAYA y el taller de teñido del IICA se ha elaborado la Tabla 11, la cual consiste en una matriz de dos dimensiones que conforma el análisis FODA de la industria de teñido artesanal con añil natural en función de las empresas en estudio.

Tabla 11. Análisis FODA de la industria de teñido artesanal con añil natural

VARIABLES	POSITIVAS	NEGATIVAS
	FORTALEZAS	DEBILIDADES
INTERNAS	• Existe un control visual en cada etapa del proceso de teñido llevado a cabo por el artesano que realiza las labores. • El sistema artesanal permite la realización de diversos diseños que logran la satisfacción de requisitos particulares de los clientes (personalización de los diseños).	• Los controles de calidad y la calidad en sí de los artículos teñidos con añil natural son subjetivos, ya que dependen en gran medida de la experiencia y habilidad del artesano. • No existe una estandarización de las actividades realizadas en el proceso de teñido.



VARIABLES	POSITIVAS	NEGATIVAS
	FORTALEZAS	DEBILIDADES
INTERNAS	- El sistema artesanal de teñido fomenta el desarrollo de un patrimonio cultural de El Salvador como es el caso de la explotación comercial del añil. - El teñido a nivel artesanal no requiere de inversiones considerables en infraestructura y en capacitación del personal encargado de las actividades de teñido.	- El rendimiento del sistema artesanal está relacionado con el nivel de fatiga o agotamiento de la persona que realiza las actividades de teñido, ya que todo el proceso es realizado con esfuerzo manual. - El sistema artesanal de teñido no tiene la capacidad para cubrir la alta demanda de artículos generada en el extranjero en países como Francia y Estados Unidos, ya que los artesanos se restringen a suplir la demanda nacional con cierto tipo de productos, especialmente camisetas. - El sistema artesanal no permite realizar teñido de artículos a gran escala, porque su capacidad de producción es limitada.
EXTERNAS	OPORTUNIDADES	AMENAZAS
	- La tendencia mundial al cambio de colorantes artificiales a colorantes naturales permite una mejor aceptación de los productos elaborados de forma artesanal bajo un sistema de teñido manual. - Los turistas buscan por lo general llevar a sus países de origen artesanías propias de la región. - Existe cooperación internacional orientada a reactivar la explotación comercial del añil natural y de artículos teñidos. - Se comercializan productos artesanales no convencionales.	- La restricción para un mejor posicionamiento de los artículos teñidos con añil natural bajo el sistema artesanal en el extranjero es la falta de una certificación de calidad. - La utilización de tintes artificiales dentro de sistemas de teñido es más común debido a que sus costos y mantenimiento son menores comparados con procesos basados en tintes naturales.



2.5 Sistema semi-industrial de teñido a base de añil natural

Cada una de las partes componentes del sistema semi-industrial de teñido será identificado a través de un código que posee la siguiente configuración:

SST – WW

Donde:

SST : Sistema Semi-industrial de Teñido.

WW : Consiste en el número correlativo de cada uno de las partes componentes del sistema semi-industrial de teñido.

2.5.1 Descripción de las partes componentes del prototipo del sistema semi-industrial de teñido

El prototipo del sistema semi-industrial de teñido está compuesto por nueve partes las cuales se describen en la Tabla 12 además de la cantidad de cada una de ellas que forma parte dentro del prototipo.

Tabla 12. Partes componentes del prototipo del sistema semi-industrial de teñido

Código	Nombre	Cantidad	Descripción
SST – 01	Tina para teñido	1	Consiste en la pieza principal del prototipo del sistema semi-industrial de teñido, debido a que se instalará sobre ella la estructura metálica de soporte de los rodillos superiores y los rodillos inferiores con sus respectivos cojinetes. Además, la tina de teñido servirá de receptáculo para los químicos que conforman el baño de teñido.
SST – 02	Estructura de soporte para los rodillos superiores	2	Está formada por diversas secciones de tubo de hierro dulce galvanizado las cuales han sido soldadas para conformar una estructura rígida que soporte el peso de los rodillos superiores. Además, sobre la estructura de soporte van acopladas a través de una soldadura los cojinetes de los rodillos superiores.



Código	Nombre	Cantidad	Descripción
SST – 03	Rodillo superior	2	Consisten en tubos de hierro dulce galvanizado sobre los cuales se les ha colocado una capa de hule para mejorar la tracción de la tela, debido a que la tela circulará durante los ciclos de teñido a través del sistema formado por los rodillos superiores e inferiores. Estos rodillos son conectados con su estructura de soporte a través de cuatro cojinetes (dos por cada rodillo superior).
SST – 04	Rodillo inferior	2	Consisten en tubos de hierro dulce galvanizado sobre los cuales se les ha colocado una capa de hule para mejorar la tracción de la tela, debido a que la tela circulará durante los ciclos de teñido a través del sistema formado por los rodillos superiores e inferiores. Estos rodillos son conectados de forma directa con la tina de teñido a través de ocho tuercas (dos por cada cojinete).
SST – 05	Cojinete	8	Es una estructura que da soporte a cada uno de los baleros a emplear en el prototipo del sistema semi-industrial (dos por rodillo, ya sea superior o inferior).
SST – 06	Tornillos de cabeza hexagonal	24	Son tornillos de 1 plg. de largo y 3/8 de plg. de diámetro los cuales sirven para sujetar los baleros a los cojinetes, además de conectar de forma directa a la tina de teñido los cojinetes de los rodillos inferiores.
SST – 07	Balero sellado	8	Es un elemento mecánico que reduce la fricción entre el eje de los rodillos y los cojinetes, facilitando su desplazamiento y apoyo.
SST – 08	Tapadera lateral	2	Consiste en unas tablas de plywood recubiertas con fibra de vidrio que se colocan a cada uno de los lados de la tina para teñido.
SST – 09	Tapadera central	1	Consiste en una tabla de plywood recubierta con fibra de vidrio que posee asideros en sus extremos laterales los cuales permiten colocarla sobre el espacio que dejan las tapaderas laterales.



Observaciones Tabla 12:

- Para un mayor detalle sobre las partes componentes ver Anexo 3.
- Las partes componentes SST – 06 y SST – 07 serán compradas, por este motivo es que no se han especificado sus dimensiones en Anexo 3.

Auxiliándose de la tabla 12, se toman el código y el nombre de las partes componentes del prototipo del sistema semi-industrial de teñido, para que en la Tabla 13 se detallen y describan los materiales que componen a cada una de dichas partes.

Tabla 13. Descripción de los materiales de las partes componentes del prototipo del sistema semi-industrial

Código	Nombre	Materiales	Descripción
SST – 01	Tina para teñido	Fibra de vidrio	Es un material fibroso obtenido al hacer fluir vidrio fundido a través de una pieza de agujeros muy finos, al solidificarse tiene suficiente flexibilidad para ser usado como fibra; sus propiedades principales son: buen aislamiento térmico, inerte ante ácidos, soporta altas temperaturas lo cual ha permitido su aplicación dentro de diversos procesos industriales, los cuales abarcan desde la construcción de cascos de velero hasta su uso como telecomunicador.
SST – 02	Estructura de soporte para los rodillos superiores	Tubo de hierro dulce galvanizado	Consiste en una aleación de hierro-carbono muy puro (con menos de un 0.02% de carbono) que es muy dúctil y de escasa dureza sobre la cual se ha aplicado una capa de cinc para proporcionarle protección contra la corrosión.
SST – 03	Rodillo superior	Tubo de hierro dulce galvanizado con recubrimiento de hule para tracción	Al tubo de hierro dulce galvanizado se recubrirá con hule (polímero natural o sintético) con el objetivo de mejorar la tracción de la tela sobre los rodillos.



Código	Nombre	Materiales	Descripción
SST – 04	Rodillo inferior	Tubo de hierro dulce galvanizado con recubrimiento de hule para tracción	Al tubo de hierro dulce galvanizado se recubrirá con hule (polímero natural o sintético) con el objetivo de mejorar la tracción de la tela sobre los rodillos.
SST – 05	Cojinete	Hierro dulce con recubrimiento de fibra de vidrio	Aleación de hierro-carbono muy puro (con menos de un 0.02% de carbono) que es muy dúctil y de escasa dureza sobre la cual se ha aplicado una capa de fibra de vidrio debido a que estará en contacto directo con los químicos empleados en el baño de teñido.
SST – 06	Tuerca	Hierro dulce	Aleación de hierro-carbono muy puro (con menos de un 0.02% de carbono) que es muy dúctil y de escasa dureza.
SST – 07	Balero sellado	Acero	Es una aleación de hierro-carbono forjable, con porcentajes de carbono que varían entre 0,03 y 2,00%. Se distinguen de las fundiciones, también aleaciones de hierro y carbono, en que la proporción de carbono es superior para estas: entre 1,5 y el 4%.
SST – 08	Tapadera lateral	Plywood con recubrimiento de fibra de vidrio	El plywood es un tablero formado por láminas debobinadas de madera, pegadas una sobre otras y prensadas, de modo que el sentido de la fibra de cada una es perpendicular a la anterior (de aquí el nombre en español de "tablero contrachapado") sobre la cual se ha aplicado una capa de fibra de vidrio debido a que puede estar en contacto con los químicos empleados en el baño de teñido.
SST – 09	Tapadera central	Plywood con recubrimiento de fibra de vidrio	El plywood es un tablero formado por láminas debobinadas de madera, pegadas una sobre otras y prensadas, de modo que el sentido de la fibra de cada una es perpendicular a la anterior (de aquí el nombre en español de "tablero contrachapado") sobre la cual se ha aplicado una capa de fibra de vidrio debido a que puede estar en contacto con los químicos empleados en el baño de teñido.



2.5.2 Estimación de los parámetros del sistema

El prototipo del sistema semi-industrial de teñido posee los siguientes parámetros de operación:

➤ **Capacidad instalada**

Se divide en dos aspectos:

- a. *Capacidad instalada de carga*: este aspecto se refiere a la máxima área en m^2 de tela que puede procesarse dentro del prototipo por cada ciclo de operación.

Este aspecto se ve limitado por la longitud de los rodillos superiores e inferiores (1.8221 m) así como con la distancia entre los mismos (5.3702 m); al tomar como base los aspectos anteriores se puede determinar que la capacidad instalada de carga es igual a 9.79 m^2 de tela.

- b. *Capacidad instalada volumétrica*: este parámetro se refiere al volumen máximo en m^3 de baño químico de teñido que el prototipo es capaz de contener, el cual es de 2.04 m^3 de baño de teñido considerando las dimensiones de largo (1.72 m), ancho (1.98 m) y profundidad (0.6 m) de la tina para teñido.

A pesar de que la capacidad instalada volumétrica es considerable, el volumen a emplear en las actividades de teñido estará limitado por el peso de la tela a teñir, ya que dicho dato consiste en la base para la preparación del baño de teñido.



➤ Puntos críticos a controlar

Al realizar las evaluaciones al prototipo del sistema semi-industrial de teñido se controlarán los siguientes puntos críticos:

- a. Preparación del baño de teñido según el proceso desarrollado por el Sr. Ryuseii Jibiki.
- b. pH y color del baño de teñido
- c. Homogeneidad en el teñido de la tela

➤ Especificaciones de la tela a emplear

Este elemento consiste en las dimensiones de las telas que pueden emplearse en las evaluaciones del prototipo del sistema semi-industrial, las cuales están especificadas en la tabla 14 según la distribuidora de tela donde puede obtenerse.

Tabla 14. Dimensiones de la tela a emplear en las evaluaciones del sistema semi-industrial de teñido

No.	Tipo de tela	Distribuidora	Dimensiones (cm)	
			Largo	Ancho
1	Manta cruda	IUSA	83	142.5
2	Manta cruda fina	El Depósito de Telas	42	86
3	Manta cruda regular	El Depósito de Telas	44	179
4	Lona cruda	El Depósito de Telas	49	154.5

Observaciones Tabla 14:

- Solo se cotizaron telas 100% de algodón en dos distribuidoras debido a que según la información cualitativa proporcionada por varias personas



dedicadas al teñido con añil natural, son las dos distribuidoras que más utilizan para la compra de artículos a teñir.

- El dato de largo de las telas se han determinado en base a la menor unidad de venta que cada distribuidor comercia. Además, el ancho de tela corresponde a la amplitud de cada rollo según el tipo de tela.

2.6 Determinación de hipótesis

La hipótesis representa un elemento fundamental en el proceso de investigación, debido a que pone en evidencia las variables que han de analizarse y las relaciones que existen entre ellas, es decir, delimita el fenómeno a analizar y forma un punto de enlace entre la teoría y la observación empírica.

En base a la información bibliográfica y de campo recopilada, se ha formulado la siguiente hipótesis:

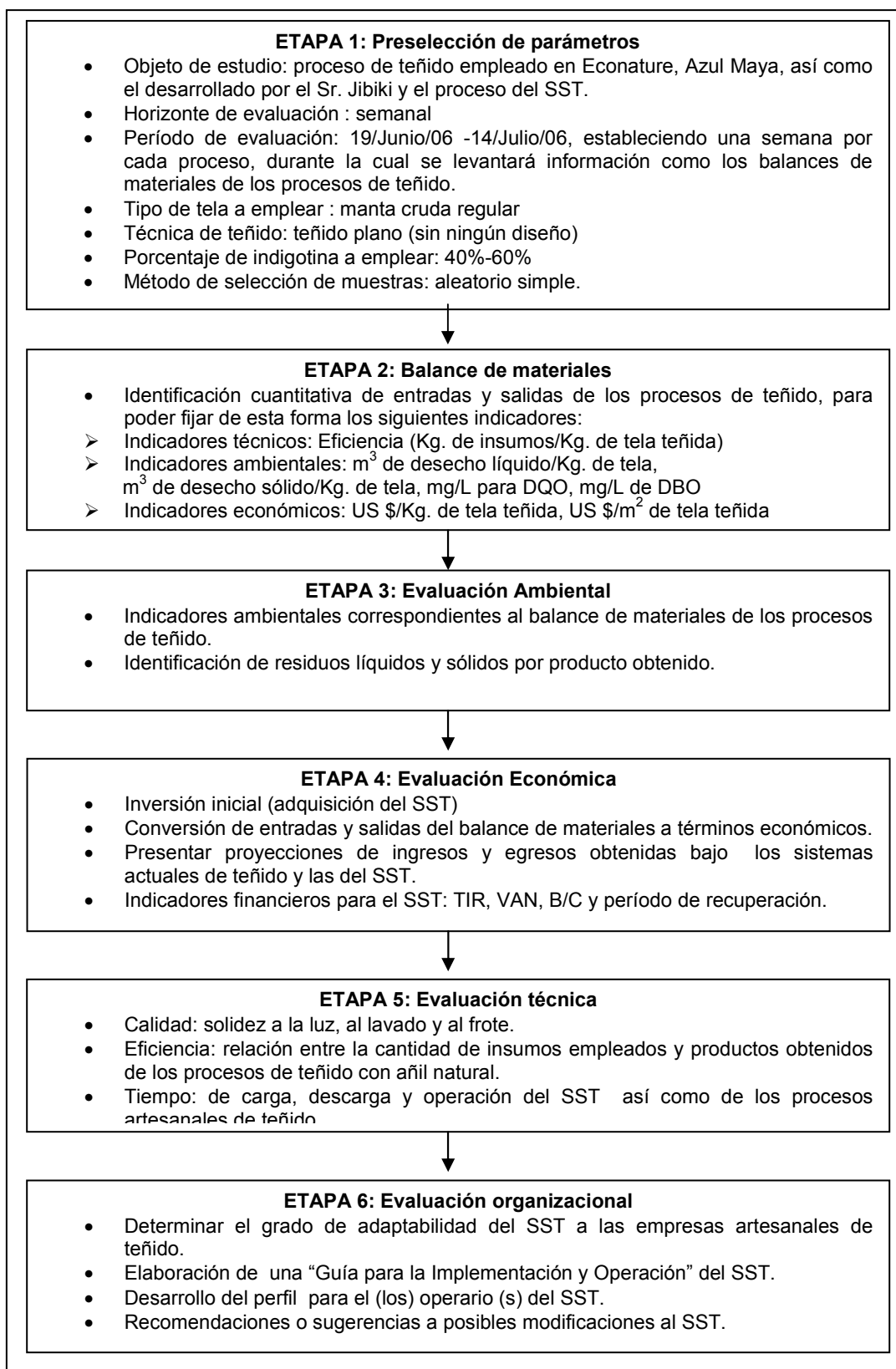
“El Sistema Semi-Industrial de teñido es factible en los aspectos técnicos, económicos, ambientales y organizacionales, además de ser adoptable fácilmente por el sector artesanal de teñido”.

2.7 Metodología de evaluación

Consiste en cada una de las etapas que se llevarán acabo durante las evaluaciones al sistema semi-industrial de teñido, las cuales son detalladas a través de la Figura 17, especificándose para cada etapa los elementos que se analizarán.



Figura 17. Metodología de Evaluación





CAPÍTULO III: “FASE EVALUATIVA”

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos de las evaluaciones técnicas, económicas, ambientales y organizacionales realizadas a los sistemas artesanales así como al sistema semi-industrial de teñido.

Como base para el desarrollo de las diversas evaluaciones se elaboraron balances de materiales a cada uno de los procesos de teñido en investigación, con el objetivo de cuantificar las entradas de materiales, salidas de producto, residuos y desechos que se generan en cada una de las etapas del teñido de artículos, facilitando la elaboración de indicadores relativos técnicos, económicos y ambientales.



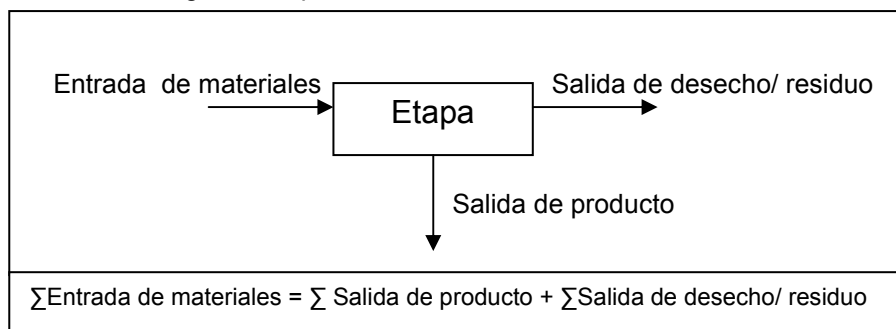
3.1 Balance de materiales e indicadores relativos

Un balance de materiales consiste en un método preciso para la cuantificación de todos los insumos y productos de un proceso, basado en la ley de la conservación de la masa ($\Sigma \text{entradas} = \Sigma \text{salidas}$); es decir, se efectúa un registro de las cantidades de materiales consumidos, utilizados, producidos y descargados de un proceso.

Un indicador relativo consiste en efectuar una relación cuantitativa entre la utilización de materias primas e insumos con respecto a la cantidad de producto que salen del proceso (ej. m^3 agua/kg. de tela teñida) y por lo tanto, un indicador relativo es un parámetro de comparación independientemente de la capacidad del proceso.

En la Figura 18 se muestra una esquematización de los componentes del balance de materiales y su relación conforme a la ley de la conservación de la masa.

Fig.18 Componentes de un balance de materiales



Donde:

Etapa : es la descripción de cada una de las actividades necesarias para realizar el proceso de teñido.



- Entrada de materiales* : son todas las materias primas e insumos que ingresan a cada etapa del proceso de teñido.
- Salida de desecho/residuo* : son todos aquellos materiales que no fueron transformados en productos durante la realización de las actividades de teñido. Un residuo es un material que puede aún ser utilizado en alguna etapa o proceso de producción; mientras que un desecho ya no se puede utilizar y debe dársele un tratamiento y disposición segura.
- Salida de producto:* son todos aquellos materiales que pasan de una etapa del proceso de teñido a la siguiente, por lo tanto la salida de producto de una etapa se convierte en entrada de material para la etapa posterior.

Para cada proceso de teñido a analizar se presenta un balance de materiales, el cual se elaboró mediante visitas de campo a cada uno de los talleres de teñido, todos los balances se desarrollan en base a un día de teñido; sin embargo la toma de datos se realizó en una semana. Además, para el caso del sistema semi-industrial los datos se han calculado de forma parcial en base a cinco días de producción.

Se debe tomar en consideración que sólo se desarrollaron los indicadores relativos de los insumos comunes de los diferentes procesos de teñido, con el objetivo de tener un mejor marco de comparación entre ellos, debido a que la mayoría de los procesos artesanales de teñido posee insumos comunes como agua, añil, soda cáustica e hidrosulfito de sodio.



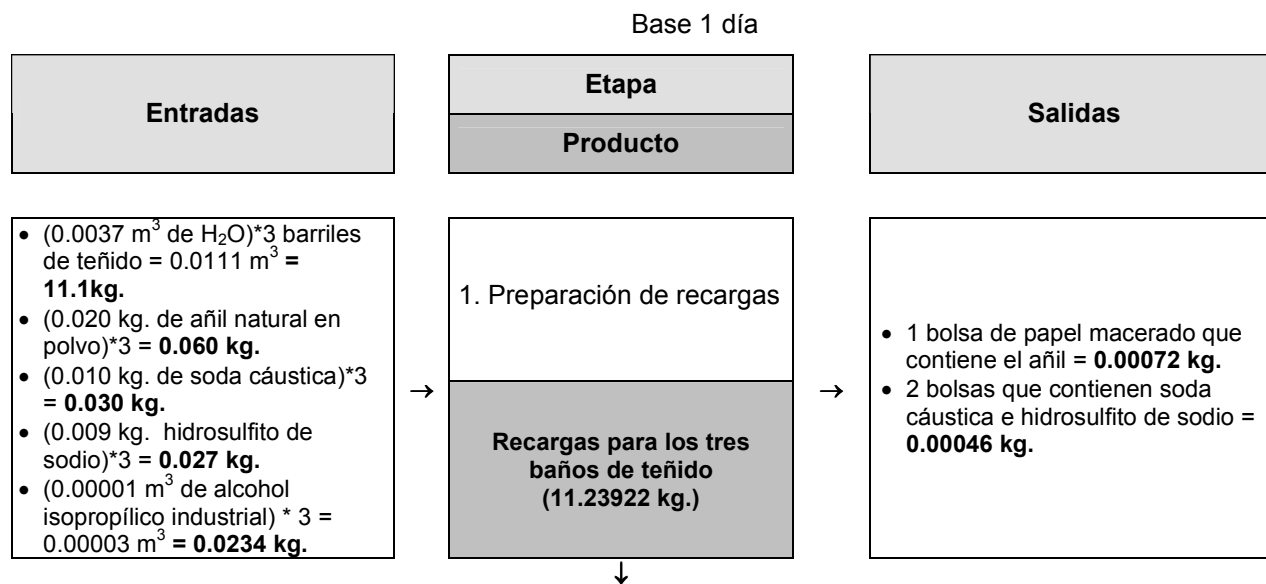
A continuación se muestran los diferentes balances de materiales e indicadores relativos para cada uno de los procesos de teñido, tanto de los artesanales como del sistema semi-industrial.

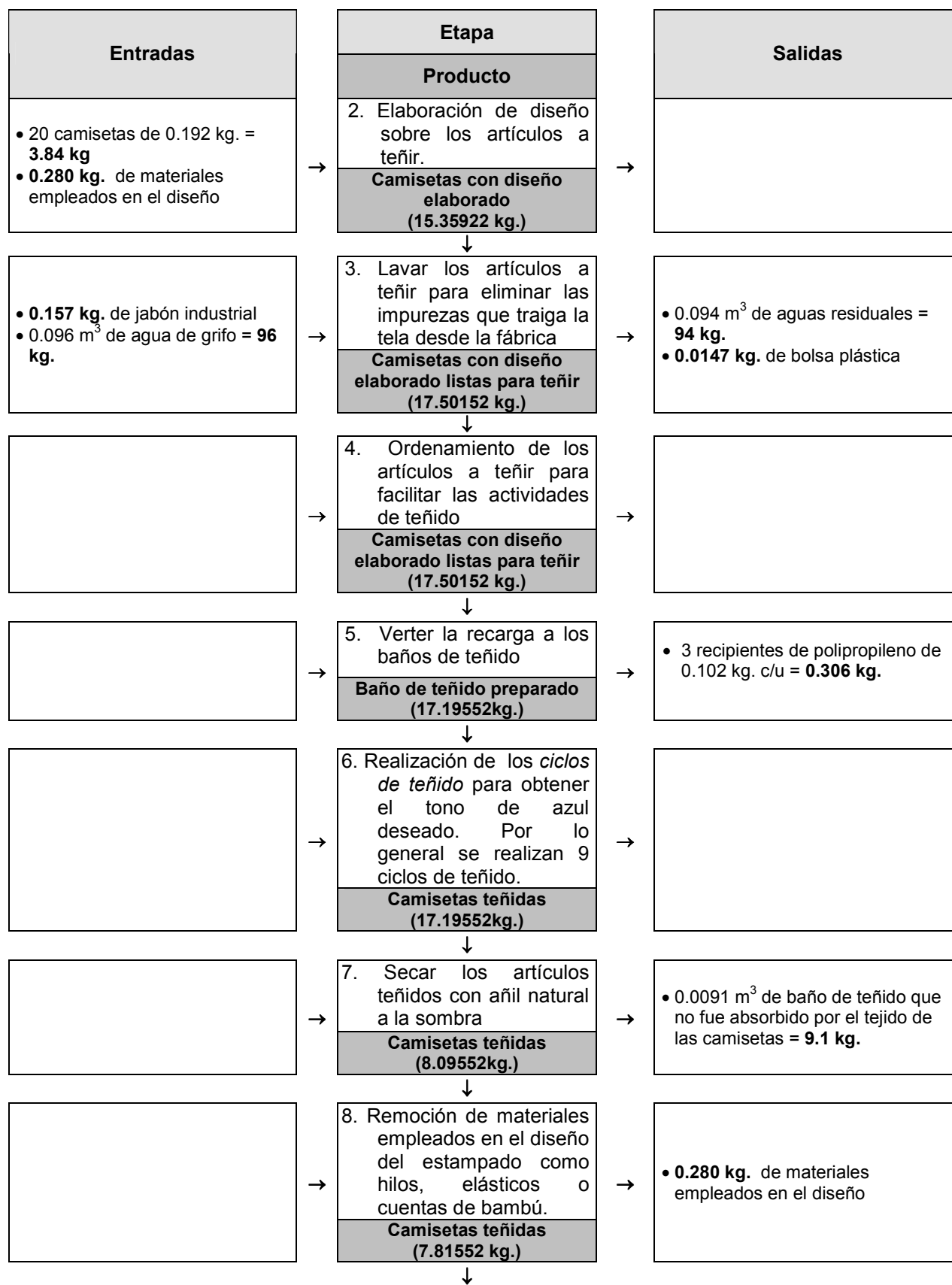
3.1.1 Balance de materiales e indicadores relativos del proceso de teñido empleado por la pequeña empresa Econature

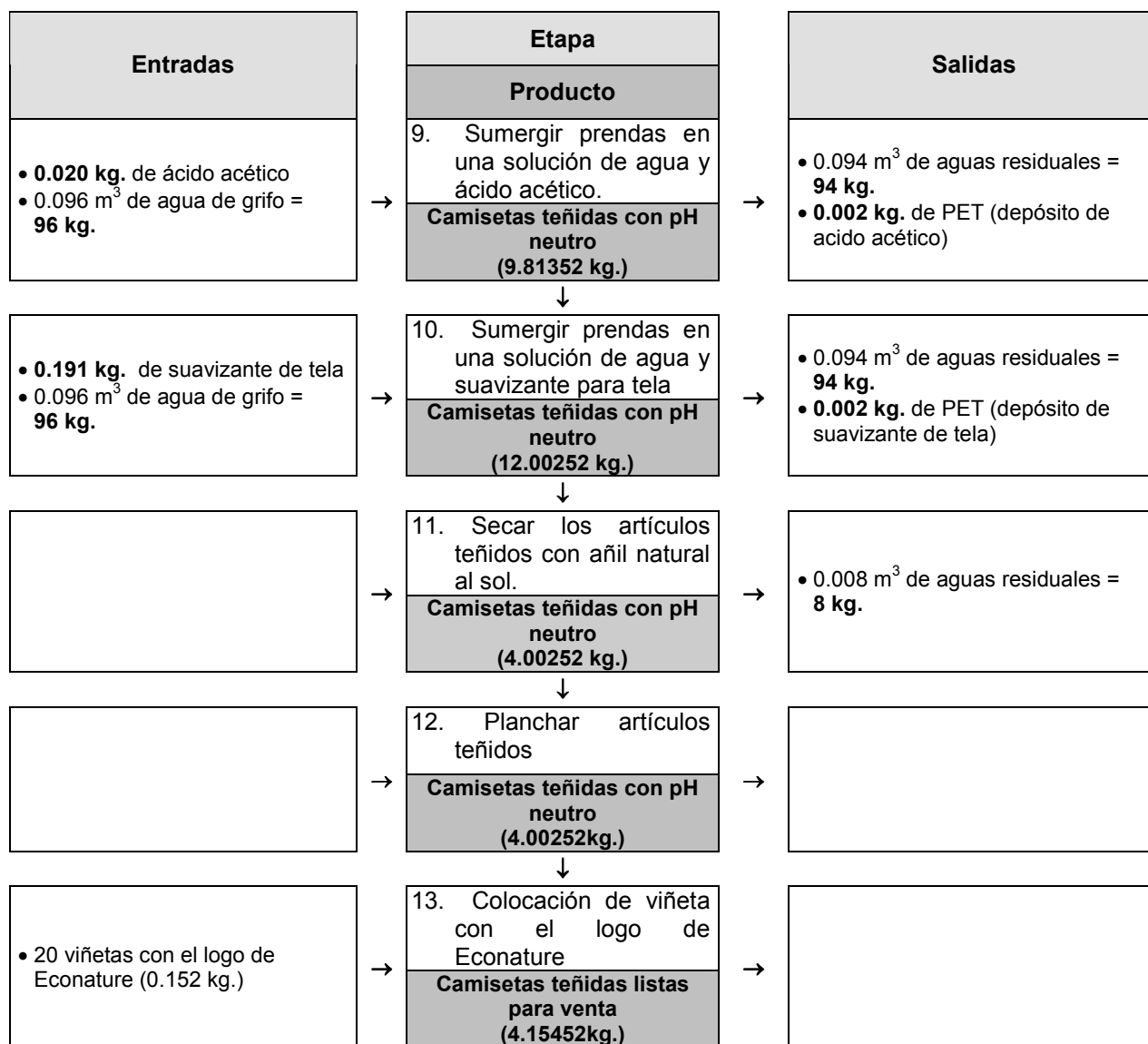
El balance de materiales del proceso de teñido empleado en Econature se elaboró en base a un día de producción, de acuerdo a los datos recopilados dentro de su taller de teñido durante los días comprendidos desde el 20 al 24 de junio de 2006.

Para Econature un día de producción normal consiste en teñir 20 camisetas de algodón de diferentes tallas; la jornada laboral de lunes a viernes es de ocho horas, y los días sábados es de cuatro horas, este horario se mantiene constante durante todo el año, trabajando 44 horas por semana, durante un periodo aproximado de 52 semanas al año, sin tomar en cuenta vacaciones o días festivos.

Fig.19 Balance de materiales del proceso de teñido empleado por Econature.







En la etapa 1 correspondiente a “Preparación de Recargas”, todos los valores de las entradas de materiales (agua, añil, soda cáustica, hidrosulfito de sodio y alcohol isopropílico) se multiplicaron por tres, debido a que Econature emplea tres barriles para realizar las actividades de teñido y se requiere una recarga por barril.



En la tabla 15 se presenta el resumen de cada una de las entradas y salidas del balance de materiales con base en un día, para verificar el cumplimiento de la Ley de Conservación de la Masa ($\Sigma \text{entradas} = \Sigma \text{salidas}$).

Tabla 15. Resumen de balance de materiales del proceso de teñido empleado por Econature.
Base 1 día.

Etapas	Entradas (kg.)	Salidas de desecho (kg.)	Salidas de producto (kg.)
1	11.240	0.001	11.239
2	15.359	0	15.359
3	111.516	94.015	17.502
4	17.502	0	17.502
5	17.502	0.306	17.196
6	17.196	0	17.196
7	17.196	9.1	8.096
8	8.096	0.28	7.816
9	103.816	94.002	9.814
10	106.005	94.002	12.003
11	12.003	8	4.003
12	4.003	0	4.003
13	4.155	0	4.155
		299.706	145.8
Σ	445.585	445.585	

En la tabla 16 se presenta el resumen de cada una de las entradas y salidas del balance de materiales del proceso de teñido de Econature con base en un año (período equivalente a 264 días), con el fin de representar la cantidad de materiales que se utilizan en un año.

Tabla 16. Resumen de balance de materiales del proceso de teñido empleado por Econature.
Base: 1 año

Etapas	Entradas (kg.)	Salidas de desecho (kg.)	Salidas de producto (kg.)
1	2,967.47	0.31	2,967.15
2	4,054.83	0	4,054.83
3	29,440.28	24,819.88	4,620.40
4	4,620.40	0	4,620.40
5	4,620.40	80.78	4,539.62
6	4,539.62	0	4,539.62
7	4,539.62	2,402.40	2,137.22
8	2,137.22	73.92	2,063.30
9	27,407.30	24,816.53	2,590.77
10	27,985.19	24,816.53	3,168.67
11	3,168.67	2,112	1,056.67
12	1,056.67	0	1,056.67



Etapa	Entradas (kg.)	Salidas de desecho (kg.)	Salidas de producto (kg.)
13	1,096.79	0	1,096.79
		79,122.35	38,512.10
Σ	117,634.45	117,634.45	

Utilizando los datos mostrados del balance de materiales base 1 día de Econature se han elaborado los indicadores relativos relacionados con el aprovechamiento de los materiales de teñido, los cuales se presentan a continuación:

- Indicador relativo m^3 agua/kg. de tela teñida
 0.2991 m^3 de agua/4.15452 kg. de tela teñida
 0.07199 m^3 de agua/ kg. de tela teñida
 0.072 m^3 de agua/ kg. de tela teñida

- Indicador relativo kg. de añil/kg. de tela teñida
 0.06 kg. de añil/4.15452 kg. de tela teñida
 0.0144 kg. de añil/kg. de tela teñida

- Indicador relativo kg. de soda cáustica/kg. de tela teñida
 0.03 kg. de soda cáustica/4.15452 kg. de tela teñida
 0.0072 kg. de soda cáustica/kg. de tela teñida

- Indicador relativo kg. de hidrosulfito de sodio/kg. de tela teñida
 0.027 kg. de hidrosulfito de sodio/4.15452 kg. de tela teñida
 0.0065 kg. de hidrosulfito de sodio/kg. de tela teñida

- Indicador relativo m^3 de alcohol isopropílico industrial/kg. de tela teñida
 0.00003 m^3 de alcohol isopropílico industrial/4.15452 kg. de tela teñida
 $7.22 \times 10^{-6} \text{ m}^3$ de alcohol isopropílico industrial/kg. de tela teñida

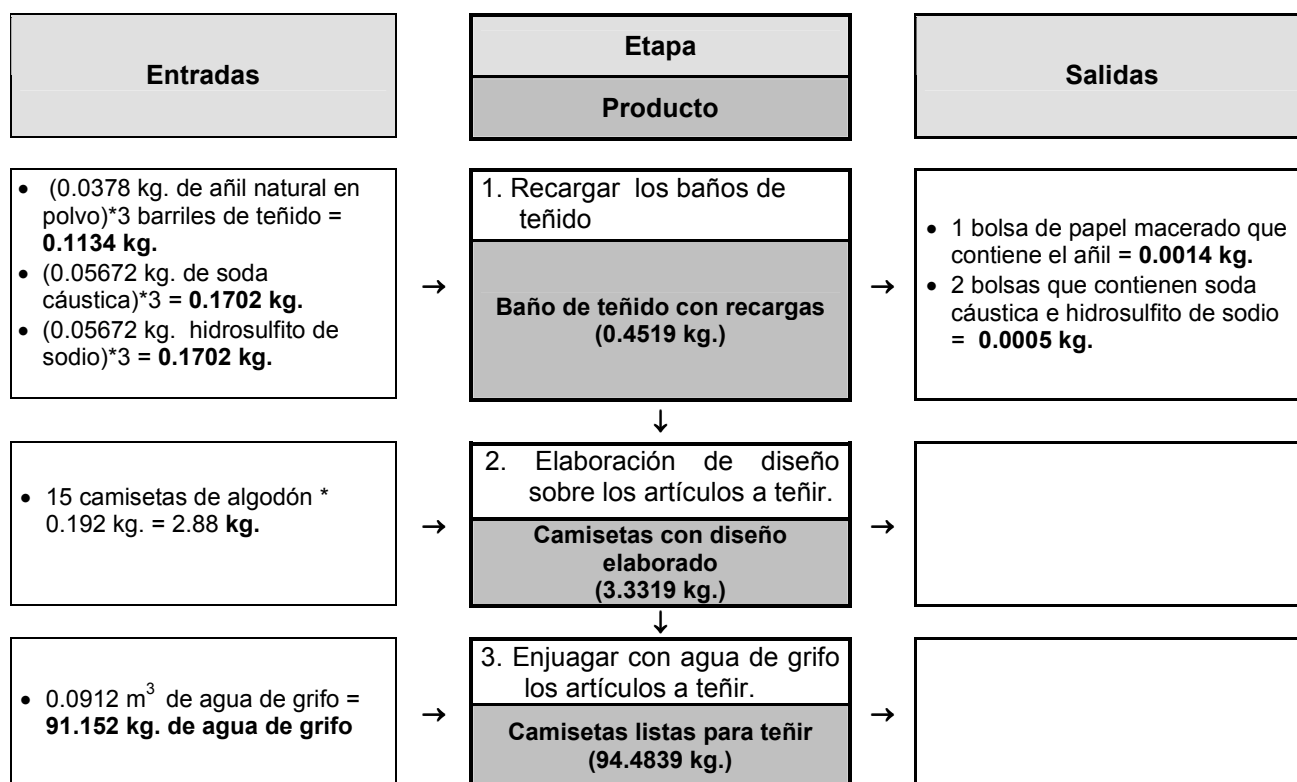


3.1.2 Balance de materiales e indicadores relativos del proceso de teñido empleado por la pequeña empresa Azul Maya.

El balance de materiales del proceso de teñido empleado en Azul Maya se elaboró en base a un día de producción, de acuerdo a los datos recopilados dentro de su taller de teñido durante los días comprendidos desde el 10 al 14 de julio de 2006.

Para Azul Maya un día de producción dependerá de la orden o del pedido que se tenga en ese momento, lo cual puede variar desde pañuelos, camisetas, faldas hasta manteles para mesa de comedor; por lo general, en Azul Maya tiñen tres días a la semana por un período de cinco horas al día, por lo tanto trabajan 15 horas por semana, durante un aproximado de 52 semanas al año, sin tomar en cuenta vacaciones o días festivos.

Fig. 20. Balance de materiales del proceso de teñido empleado por la pequeña empresa Azul Maya. Base 1 día.





Entradas	Etapa Producto	Salidas
	↓ 4. Realizar los <i>ciclos de teñido</i> requeridos para obtener el tono de azul deseado. Camisetas teñidas (94.4839 kg.)	
	↓ 5. Secar las prendas a la sombra Camisetas teñidas (4.4839 kg.)	• 0,09 m ³ de agua residual = 90 Kg. de agua residual.
• 0.1 kg. de sal de mesa • 0.044 m ³ de agua de grifo = 44 kg.	↓ 6. Lavar los artículos teñidos con una solución de agua de grifo y sal. Camisetas teñidas (8.5839 kg.)	• 0.040 m ³ de aguas residuales = 40 kg. de aguas residuales
• 0.191 kg. de suavizante de tela • 0.096 m ³ de agua de grifo = 96 kg.	↓ 7. Lavar los artículos teñidos con agua de grifo y suavizante de tela. Camisetas teñidas (10.7729 kg.)	• 0.094 m ³ de aguas residuales = 94 kg. • 0.002 kg. de PET (depósito de suavizante de tela)
	↓ 8. Secar a la sombra Camisetas teñidas listas para venta (3.2449 kg.)	• 0.007528 m ³ de agua residual = 7.528 kg.

En la etapa 1 correspondiente a “Recargar los baños de teñido”, todos los valores de las entradas de materiales (añil, soda cáustica e hidrosulfito de sodio) se multiplicaron por tres, debido a que Azul Maya emplea tres barriles para realizar las actividades de teñido y se requiere una recarga por barril.

En la tabla 17 se presenta el resumen de cada una de las entradas y salidas del balance de materiales con base en un día, para verificar el cumplimiento de la Ley de Conservación de la Masa ($\Sigma \text{entradas} = \Sigma \text{salidas}$).



Tabla 17. Resumen de balance de materiales del proceso de teñido empleado por Azul Maya.

Base 1 día.

Etapas	Entradas (kg.)	Salidas de desecho (kg.)	Salidas de producto (kg.)
1	0.454	0.002	0.452
2	3.332	0	3.332
3	94.484	0	94.484
4	94.484	0	94.484
5	94.484	90.0	4.484
6	48.584	40.0	8.584
7	104.774	94.002	10.773
8	10.773	7.528	3.245
		231.532	219.837
Σ	451.369	451.369	

En la tabla 18 se presenta el resumen de cada una de las entradas y salidas del balance de materiales del proceso de teñido empleado por Azul Maya con base en un año (período equivalente a 144 días), con el fin de representar la cantidad de materiales que se utilizan en un año.

Tabla 18. Resumen de balance de materiales del proceso de teñido empleado por Azul Maya.

Base: 1 año

Etapas	Entradas (kg.)	Salidas de desecho (kg.)	Salidas de producto (kg.)
1	65.38	0.288	65.09
2	479.81	0	479.81
3	13,605.70	0	13,605.70
4	13,605.70	0	13,605.70
5	13,605.70	12,960	645.70
6	13,605.70	5,760	1,236.10
7	15,087.46	13,536.29	1,551.31
8	1,551.31	1,084.03	467.28
		33,340.61	31,656.67
Σ	64,997.14	64,997.28	

Utilizando los datos mostrados del balance de materiales base 1 día de Azul Maya se han elaborado los indicadores relativos relacionados con el aprovechamiento de los materiales de teñido, los cuales se presentan a continuación:



- Indicador relativo m^3 agua/kg. de tela teñida
 0.2312 m^3 de agua/ 3.2449 kg. de tela teñida
 0.0713 m^3 de agua/ kg. de tela teñida

- Indicador relativo kg. de añil/kg. de tela teñida
 0.1134 kg. de añil/ 3.2449 kg. de tela teñida
 0.0349 kg. de añil/kg. de tela teñida
 0.035 kg. de añil/kg. de tela teñida

- Indicador relativo kg. de soda cáustica/kg. de tela teñida
 0.1702 kg. de soda cáustica/ 3.2449 kg. de tela teñida
 0.0525 kg. de soda casutica/kg. de tela teñida

- Indicador relativo kg. de hidrosulfito de sodio/ kg. de tela teñida
 0.1702 kg. de hidrosulfito de sodio/ 3.2449 kg. de tela teñida
 0.0525 kg. de hidrosulfito de sodio/kg. de tela teñida

3.1.3 Balance de materiales e indicadores relativos del proceso de teñido desarrollado por el experto japonés en teñido Ryusei Jibiki

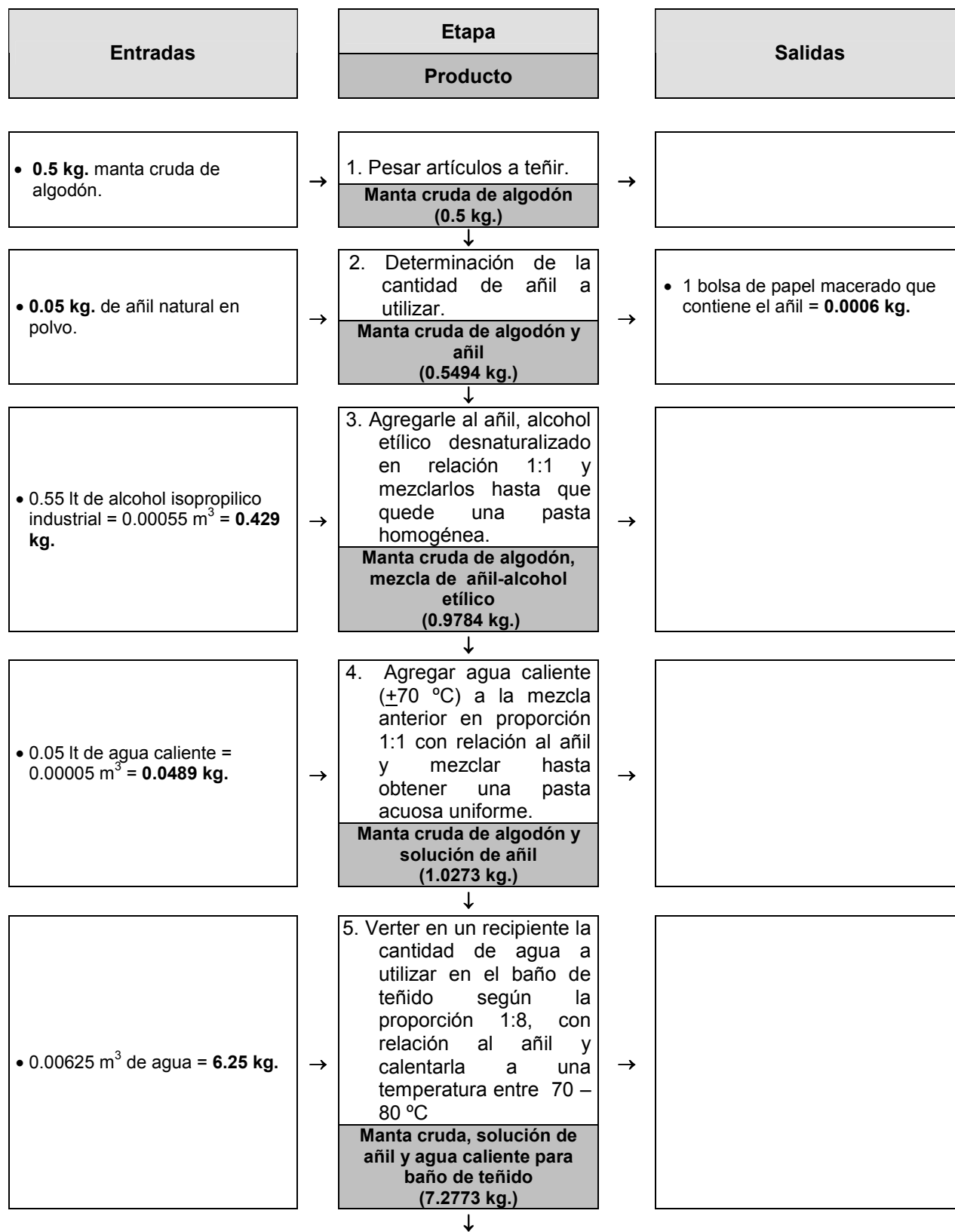
El balance de materiales del proceso de teñido desarrollado por el Sr. Jibiki se elaboró en base a un día de producción, de acuerdo a los datos recopilados dentro de su taller de teñido durante los días comprendidos del 03 al 07 de julio de 2006.

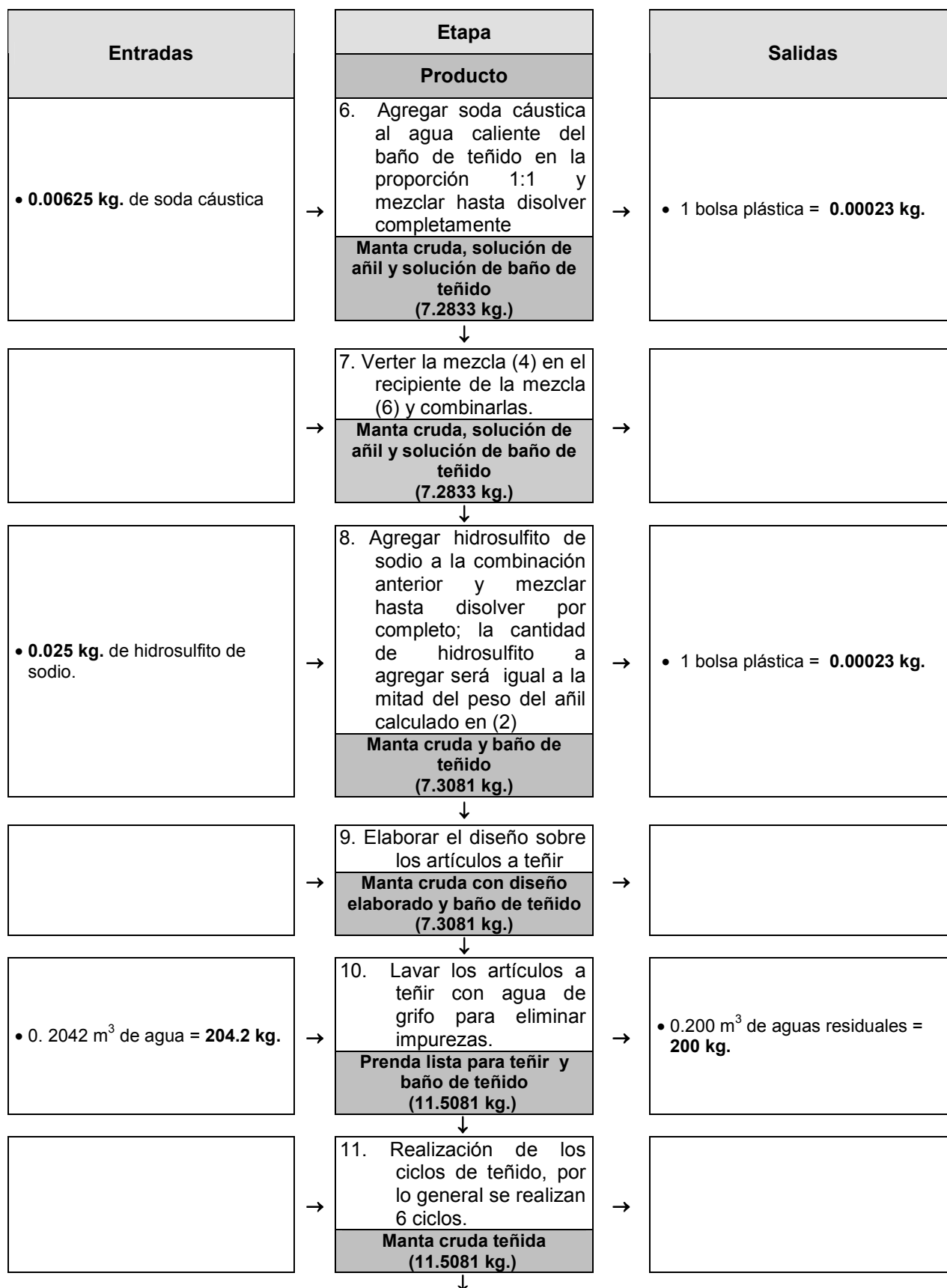
Para el Sr. Jibiki un día de producción dependerá del material a utilizar en las capacitaciones sobre teñido, lo cual puede variar desde manta cruda de algodón hasta camisetas de diferentes tallas; además, el Sr. Jibiki imparte capacitaciones en el taller de teñido del IICA de dos a tres veces por semana por un lapso promedio de cuatro horas, durante un aproximado de 49 semanas al año, sin tomar en cuenta vacaciones o días festivos.

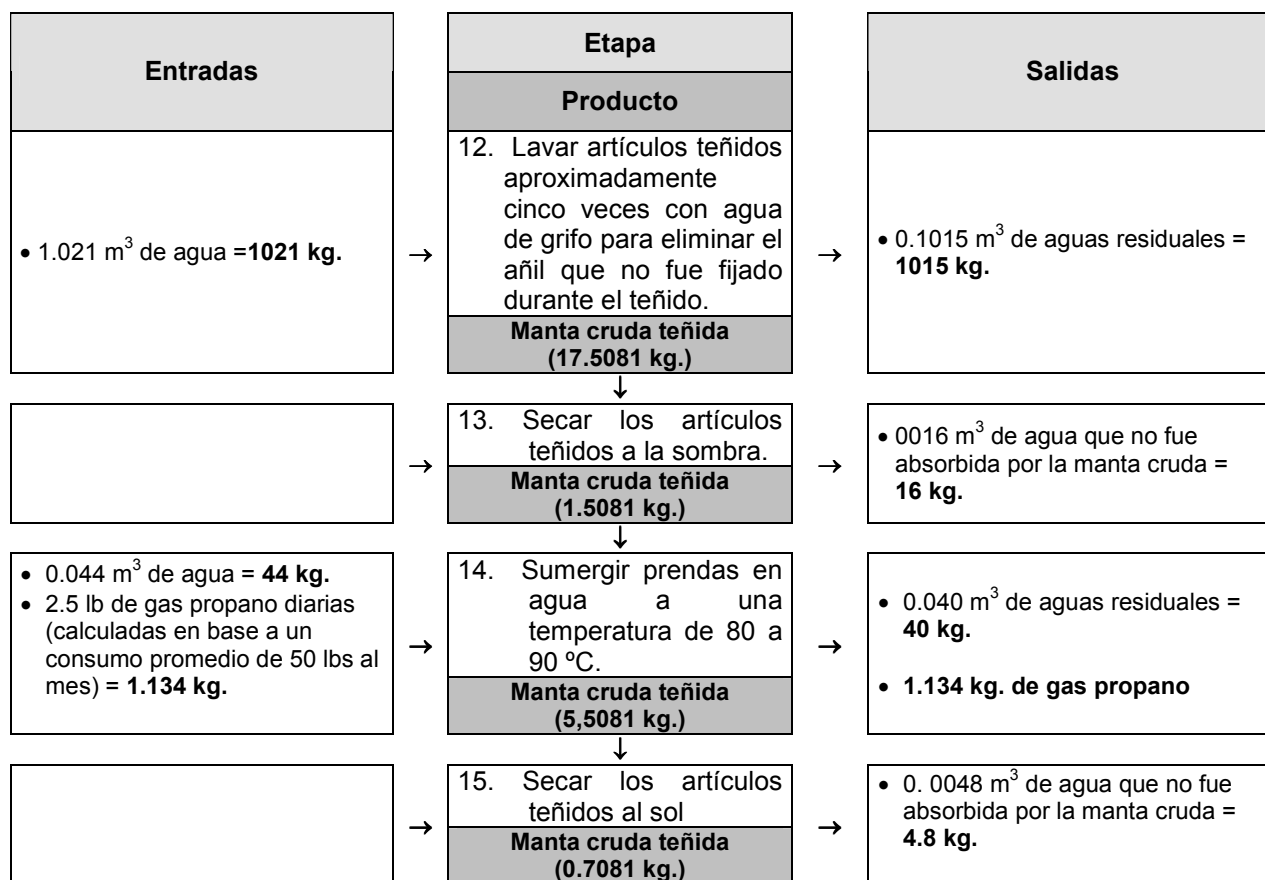


Figura. 21 Balance de materiales del proceso de teñido desarrollado por el experto

japonés Ryusei Jibiki. Base 1 día.







En la tabla 19 se presenta el resumen de cada una de las entradas y salidas del balance de materiales con base en un día, para verificar el cumplimiento de la Ley de Conservación de la Masa ($\Sigma \text{entradas} = \Sigma \text{salidas}$).

Tabla 19. Resumen del balance de materiales del proceso de teñido desarrollado por el experto japonés Ryusei Jibiki. Base 1 día.

Etapa	Entradas (kg.)	Salidas de desecho (kg.)	Salidas de producto (kg.)
1	0.50	0	0.50
2	0.55	0.0006	0.549
3	0.978	0	0.978
4	1.027	0	1.027
5	7.277	0	7.277
6	7.284	0.00023	7.283
7	7.283	0	7.283
8	7.308	0.00023	7.308
9	7.308	0	7.308
10	211.508	200	11.508
11	11.509	0	11.509
12	1,032.508	1,015	17.508
13	17.508	16	1.508



Etapa	Entradas (kg.)	Salidas de desecho (kg.)	Salidas de producto (kg.)
14	46.642	41.134	5.508
15	5.508	4.8	0.708
		1,276.935	87.765
Σ	1,364.70	1,364.70	

En la tabla 20 se presenta el resumen de cada una de las entradas y salidas del balance de materiales del proceso de teñido empleado por el Sr. Jibiki con base en un año (período equivalente a 144 días), con el fin de representar la cantidad de materiales que se utilizan en un año.

Tabla 20. Resumen de balance de materiales del proceso de teñido desarrollad por el experto japonés Ryusei Jibiki. Base 1 año.

Etapa	Entradas (kg.)	Salidas de desecho (kg.)	Salidas de producto (kg.)
1	72	0	72
2	79.20	0.0864	79.06
3	140.83	0	140.83
4	147.89	0	147.89
5	1,047.89	0	1,047.89
6	1,048.90	0.03312	1,048.75
7	1,048.75	0	1,048.75
8	1,052.35	0.03312	1,052.35
9	1,052.35	0	1,052.35
10	30,457.15	28,800	1,657.15
11	1,657.30	0	1,657.30
12	148,681.15	146,160	2,521.15
13	2,521.15	2,304	217.15
14	6,716.45	5,923.30	793.15
15	793.15	691.20	101.95
		183,878.7	12,637.8
Σ	196,516.5	196,516.5	

Utilizando los datos mostrados del balance de materiales base 1 día del proceso de teñido empleado por el Sr. Jibiki se han elaborado los indicadores relativos relacionados con el aprovechamiento de los materiales de teñido, los cuales se presentan a continuación:

- Indicador relativo m^3 agua/kg. de tela teñida
 1.2755 m^3 de agua/0.7081 kg. de tela teñida
 1.8013 m^3 de agua/ kg. de tela teñida



- Indicador relativo kg. de añil/kg. de tela teñida
0.05 kg. de añil/0.7081 kg. de tela teñida
0.0706 kg. de añil/kg. de tela teñida

- Indicador relativo kg. de soda cáustica/kg. de tela teñida
0.00625 kg. de soda cáustica/0.7081 kg. de tela teñida
0.0089 kg. de soda cáustica/kg. de tela teñida

- Indicador relativo kg. de hidrosulfito de sodio/ kg. de tela teñida
0.025 kg. de hidrosulfito de sodio/0.7081 kg. de tela teñida
0.0353 kg. de hidrosulfito de sodio/kg. de tela teñida

- Indicador relativo m³ de alcohol isopropilico industrial/kg. de tela teñida
0.00055 m³ de alcohol isopropilico industrial/0.7081 kg. de tela teñida
7.7673x10⁻⁴ m³ de alcohol isopropilico industrial/kg. de tela teñida

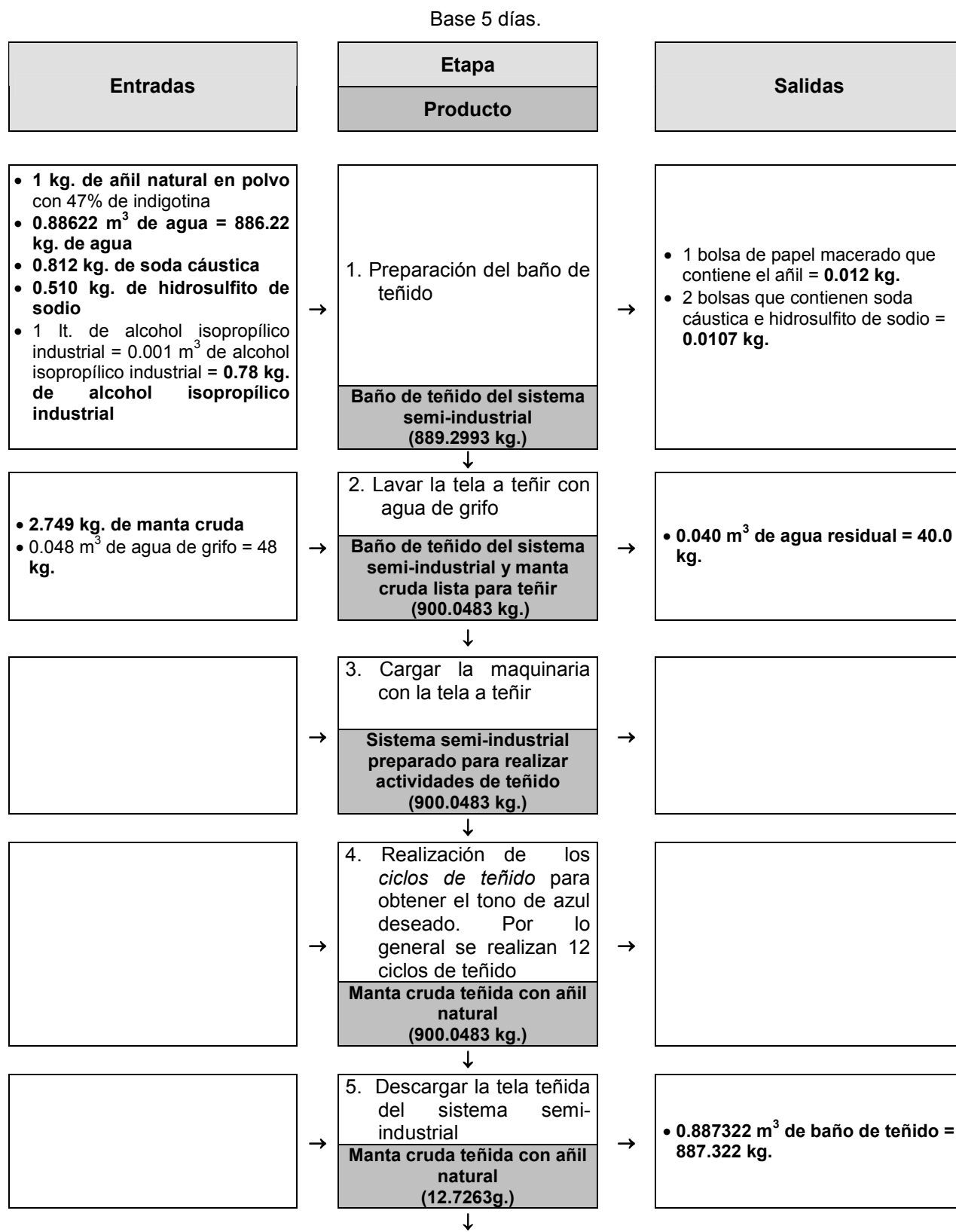
3.1.4 Balance de materiales e indicadores relativos del prototipo del sistema semi-industrial de teñido

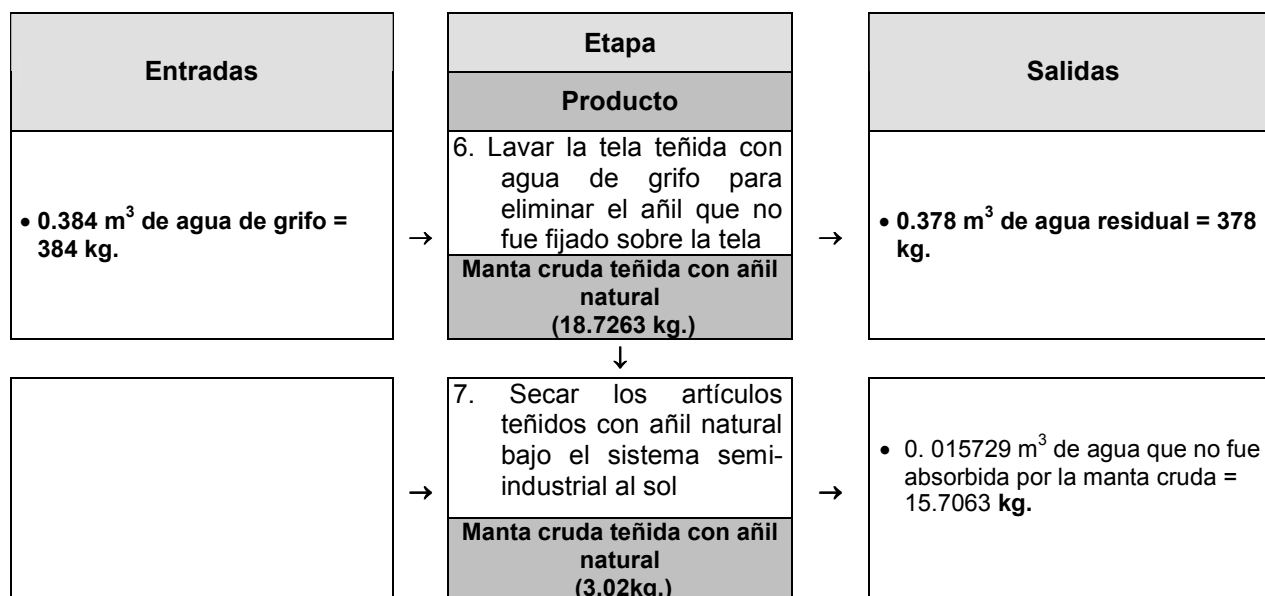
El balance de materiales del prototipo del sistema semi-industrial de teñido se elaboró en base a cinco días de producción, debido a que durante el periodo de recolección de datos (comprendido del 21 al 26 de julio de 2006) se trabajó únicamente con los insumos empleados en la elaboración del baño inicial de teñido; solo se agregó soda cáustica e hidrosulfito de sodio antes de iniciar la jornada de teñido diaria dependiendo de las condiciones que presentara el baño del sistema semi-industrial.

La jornada de teñido empleando el prototipo del sistema semi-industrial se desarrolló por un lapso promedio de cuatro horas diarias, cinco días por semana.



Figura. 22 Balance de materiales del prototipo del sistema semi-industrial de teñido.





En la tabla 21 se presenta el resumen de cada una de las entradas y salidas del balance de materiales con base en 5 días, para verificar el cumplimiento de la Ley de Conservación de la Masa ($\Sigma \text{entradas} = \Sigma \text{salidas}$).

Tabla 21. Resumen de balance de materiales del prototipo del sistema semi-industrial.
Base 5 días.

Etapa	Entradas (kg.)	Salidas de desecho (kg.)	Salidas de producto (kg.)
1	889.322	0.023	889.299
2	940.048	40	900.048
3	900.048	0	900.048
4	900.048	0	900.048
5	900.048	887.322	12.726
6	396.726	378	18.726
7	18.726	15.706	3.02
		1,321.051	3,623.917
Σ	4,944.968	4,944.968	

En la tabla 22 se presenta el resumen de cada una de las entradas y salidas del balance de materiales del prototipo del sistema semi-industrial con base en una estimación de teñido de forma parcial durante un año (período equivalente a 52 semanas), con el fin de representar la cantidad de materiales que se puede utilizar durante el proceso de teñido, dichas cantidades pueden aumentar debido a que el sistema semi-industrial posee una mayor capacidad para teñido.



Tabla 22. Resumen de balance de materiales del prototipo del sistema semi-industrial.
Base 1 año.

Etapa	Entradas (kg.)	Salidas de desecho (kg.)	Salidas de producto (kg.)
1	46,244.744	1.180	46,243.564
2	48,882.512	2080	46,802.512
3	46,802.512	0	46,802.512
4	46,802.512	0	46,802.512
5	46,802.512	46,140.744	661.768
6	20,629.768	19,656	973.768
7	973.768	816.728	157.04
		68,694.652	188,443.674
Σ	257,138.326	257,138.326	

Utilizando los datos mostrados en el balance de materiales base 5 días del prototipo del sistema semi-industrial de teñido se han elaborado los indicadores relativos relacionados con el aprovechamiento de materiales de teñido, los cuales se presentan a continuación:

- Indicador relativo m^3 agua/kg. de tela teñida
 1.31822 m^3 de agua/3.02 kg. de tela teñida
 0.4365 m^3 de agua/ kg. de tela teñida
- Indicador relativo kg. de añil/kg. de tela teñida
 $1 \text{ kg. de añil}/3.02 \text{ kg. de tela teñida}$
 $0.3311 \text{ kg. de añil/kg. de tela teñida}$
- Indicador relativo kg. de soda cáustica/kg. de tela teñida
 $0.812 \text{ kg. de soda cáustica}/3.02 \text{ kg. de tela teñida}$
 $0.2689 \text{ kg. de soda cáustica/kg. de tela teñida}$
- Indicador relativo kg. de hidrosulfito de sodio/ kg. de tela teñida
 $0.510 \text{ kg. de hidrosulfito de sodio}/3.02 \text{ kg. de tela teñida}$
 $0.1689 \text{ kg. de hidrosulfito de sodio/kg. de tela teñida}$



- Indicador relativo m^3 de alcohol isopropílico industrial/kg. de tela teñida
 $0.001 m^3$ de alcohol isopropílico industrial/3.02 kg. de tela teñida
 $3.3113 \times 10^{-4} m^3$ de alcohol isopropílico industrial/kg. de tela teñida

3.1.5 Resumen de indicadores relativos de los procesos de teñido

En la tabla 23 se presenta un cuadro resumen de los indicadores relativos sobre el aprovechamiento de los materiales de cada uno de los sistemas de teñido, los cuales se obtuvieron a partir de los diferentes balances de materiales realizados a cada uno de los procesos de teñido en estudio.

Tabla 23. Resumen de indicadores relativos de los procesos de teñido

Proceso de Teñido	Indicadores Relativos				
	m^3 agua/kg. de tela teñida	kg. de añil/kg. de tela teñida	kg. de soda cáustica/kg. de tela teñida	kg. de hidrosulfito de sodio/kg. de tela teñida	m^3 de alcohol isopropílico industrial/kg. de tela teñida
<i>Econature</i>	0.072	0.0144	0.0072	0.0065	7.22×10^{-6}
<i>Azul Maya</i>	0.0713	0.035	0.0525	0.0525	-----
<i>Sr. Jibiki</i>	1.8013	0.0706	0.0089	0.0353	7.7673×10^{-4}
<i>Sistema Semi-industrial de Teñido</i>	0.4365	0.3311	0.2689	0.1689	3.3113×10^{-4}

Al analizar la tabla 23 denominada “Resumen de indicadores relativos de los procesos de teñido” se puede identificar lo siguiente:

- Los indicadores relativos del proceso desarrollado por el Sr. Jibiki y por el sistema semi-industrial de teñido referentes al añil, soda cáustica e hidrosulfito de sodio poseen valores más altos por kg. de tela, debido a que en el sistema semi-industrial se elaboró el baño de teñido inicial y se trabajó en una semana, sin agotar el baño, mientras que en los demás sistemas se trabajó con baños de teñido previamente elaborados y que solo necesitaban recargas, es decir, ya poseían añil, soda cáustica e hidrosulfito de sodio y sólo era necesario darles mantenimiento.



- El valor del indicador relativo m^3 *agua/kg. de tela teñida* para el proceso de teñido del Sr. Jibiki es muy alto debido a que el Sr. Jibiki utiliza una cantidad mucho mayor de agua al momento de lavar los artículos que ha teñido y no recicla el agua de teñido.
- No existe un valor para el indicador relativo de m^3 *de alcohol isopropílico industrial/kg. de tela teñida* para la empresa Azul Maya, debido a que no se utiliza alcohol isopropílico industrial al momento de elaborar las recargas de los baños de teñido, pues agregan el añil de forma directa.

3.2 Evaluaciones técnicas

Las evaluaciones técnicas se dividen en dos etapas:

La primera etapa consiste en determinar la eficiencia del proceso de teñido desarrollado en cada uno de los sujetos de análisis (procesos artesanales y semi-industrial) a través de la relación de diversos parámetros como:

- a. La cantidad de producto que se obtiene del proceso de teñido contra los materiales que ingresaron a dicho proceso.
- b. La cantidad de producto que se obtiene del proceso de teñido por unidad de tiempo, que se calcula en base a horas efectivas de trabajo.

Los datos correspondientes a la cantidad de producto obtenida y materiales del proceso de teñido, expresados en los cálculos de la eficiencia fueron extraídos del balance de materiales realizado a cada uno de los procesos de teñido en análisis.

La segunda etapa consiste en realizar pruebas de solidez a la luz, lavado y al frote sobre muestras de tela teñida bajo el sistema semi-industrial y bajo uno de los procesos artesanales de teñido para luego compararlas.



3.2.1 Evaluaciones técnicas al proceso de teñido empleado por la pequeña empresa Econature.

A continuación se muestra el cálculo de la eficiencia del baño de teñido de la empresa Econature, a partir de las salidas de producto y las entradas de materias primas entre insumos presentados en el balance de materiales con base en 1 día de producción:

Eficiencia parcial del baño de teñido = $\Sigma \text{Salidas de producto} / \Sigma \text{Entradas de materiales}$

Eficiencia parcial del baño de teñido = 145.8 kg. / 445.585 kg.

Eficiencia parcial del baño de teñido = 0.3272

Eficiencia parcial del baño de teñido = $0.3272 \times 100\%$

Eficiencia parcial del baño de teñido = 32.72%

Para calcular la eficiencia diaria del proceso de teñido en base al producto obtenido por unidad de tiempo, se calculó el tiempo efectivo de teñido, el cual está expresado en la tabla 24.

Tabla 24. Tiempos de ejecución de actividades de teñido del proceso empleado en Econature.

No.	Etapas del proceso de teñido	Actividades desarrolladas	Tiempo efectivo (min)
I	Preparación del baño de teñido	1. Preparación de recargas	3.67
II	Tratamiento pre-teñido de los artículos y diseño del estampado	2. Elaboración de diseño sobre los artículos a teñir.	-----
	Tratamiento pre-teñido de los artículos y diseño del estampado	3. Lavar los artículos a teñir para eliminar las impurezas que traiga la tela desde la fábrica	5
III	Teñido de artículos	4. Ordenamiento de los artículos a teñir para facilitar las actividades de teñido	3
		5. Verter la recarga a los baños de teñido	2
		6. Realización de los <i>ciclos de teñido</i> para obtener el tono	40.95



No.	Etapas del proceso de teñido	Actividades desarrolladas	Tiempo efectivo (min)
		de azul deseado. Por lo general se realizan 9 ciclos de teñido.	
IV	Tratamiento post-teñido	7. Secar los artículos teñidos con añil natural a la sombra	-----
		8. Remoción de materiales empleados en el diseño del estampado como hilos, elásticos, cera o cuentas de bambú.	200
		9. Sumergir prendas en una solución de agua y ácido acético.	30
		10. Sumergir prendas en una solución de agua y suavizante para tela	20
IV	Tratamiento post-teñido	11. Secar los artículos teñidos con añil natural al sol.	-----
		12. Planchar artículos teñidos	50
		13. Colocación de viñeta con el logo de Econature	30
TIEMPO EFECTIVO TOTAL =			384.62

Al analizar la Tabla 24 se puede observar que existen actividades que no poseen un valor que determine su tiempo efectivo, esto se debe a que dicho valor está sujeto a diversas variables; en el caso de la actividad número 2, el tiempo efectivo depende de la técnica de restricción a emplear sobre la prenda a teñir la cual no fue considerada dentro de las evaluaciones, mientras que en las actividades número 7 y 11 el tiempo de ejecución depende de condiciones ambientales.

El tiempo efectivo total de teñido es de 384.62 min. ó 6.41 hrs. Este dato permite calcular la eficiencia del proceso de teñido por unidad de tiempo de la siguiente forma:

Eficiencia parcial del proceso = kg. de tela teñida / tiempo efectivo de teñido

Eficiencia parcial del proceso = 4.5452 kg. / 6.41 hrs.

Eficiencia parcial del proceso = 0.7091 kg. / hrs.



3.2.2 Evaluaciones técnicas al proceso de teñido empleado por la pequeña empresa Azul Maya.

A continuación se muestra el cálculo de la eficiencia del baño de teñido de la empresa Azul Maya, a partir de las salidas de producto y las entradas de materias primas entre insumos presentadas en el balance de materiales con base en 1 día de producción:

Eficiencia parcial del baño de teñido = $\Sigma \text{Salidas de producto} / \Sigma \text{Entradas de materiales}$

Eficiencia parcial del baño de teñido = 219.837 kg. / 451.369 kg.

Eficiencia parcial del baño de teñido = 0.4870

Eficiencia parcial del baño de teñido = $0.4870 \times 100\%$

Eficiencia parcial del baño de teñido = 48.70%

Para calcular la eficiencia diaria del proceso de teñido en base al producto obtenido por unidad de tiempo, se calculó el tiempo efectivo de teñido, el cual está expresado en la tabla 25.

Tabla 25. Tiempos de ejecución de actividades de teñido del proceso empleado por Azul Maya.

No.	Etapas del proceso de teñido	Actividades desarrolladas	Tiempo efectivo (min)
I	Preparación del baño de teñido	1. Recargar los baños de teñido	3
II	Tratamiento pre-teñido de los artículos y diseño del estampado	2. Elaboración de diseño sobre los artículos a teñir.	-----
		3. Lavar los artículos a teñir para eliminar las impurezas que traiga la tela desde la fábrica	10
III	Teñido de artículos	4. Realizar los <i>ciclos de teñido</i> requeridos para obtener el tono de azul deseado para cada artículo. Para un tono azul oscuro se realizan por lo general 12 ciclos de teñido.	160
		5. Secar las prendas a la sombra	-----
		6. Lavar los artículos a teñir con una solución de agua	30



No.	Etapas del proceso de teñido	Actividades desarrolladas	Tiempo efectivo (min)
IV	Tratamiento post-teñido	de grifo y sal.	
		7. Lavar los artículos a teñir con agua de grifo y suavizante para tela.	30
		8. Secar a la sombra	-----
TIEMPO EFECTIVO TOTAL =			233

Al analizar la Tabla 25 se puede observar que existen actividades que no poseen un valor que determine su tiempo efectivo, esto se debe a que dicho valor está sujeto a diversas variables; en el caso de la actividad número 2, el tiempo efectivo depende de la técnica de restricción a emplear sobre la prenda a teñir la cual no fue considerada dentro de las evaluaciones, mientras que en las actividades número 5 y 8 el tiempo de ejecución depende de condiciones ambientales.

Es decir que el tiempo efectivo total de teñido es de 233 min. ó 3.88 hrs. Este dato permite calcular la eficiencia del proceso de teñido por unidad de tiempo de la siguiente forma:

Eficiencia parcial del proceso = kg. de tela teñida / tiempo efectivo de teñido

Eficiencia parcial del proceso = 3.2449 kg. / 3.88 hrs.

Eficiencia parcial del proceso = 0.8363 kg. / hrs.

3.2.3 Evaluaciones técnicas al proceso de teñido desarrollado por el experto japonés en teñido Ryusei Jibiki

A continuación se muestra el cálculo de la eficiencia del baño de teñido del proceso desarrollado por el Sr. Jibiki, a partir de las salidas de producto y las entradas de materia prima entre insumos presentadas en el balance de materiales con base en 1 día de producción:



Eficiencia parcial del baño de teñido = $\Sigma \text{Salidas de producto} / \Sigma \text{Entradas de materiales}$

Eficiencia del baño de teñido = 87.7649 kg. / 1364.70 kg.

Eficiencia del baño de teñido = 0.0643

Eficiencia del baño de teñido = 0.0643*100%

Eficiencia del baño de teñido = 6.43%

Para calcular la eficiencia diaria del proceso de teñido en base al producto obtenido por unidad de tiempo, se calculó el tiempo efectivo de teñido, el cual está expresado en la tabla 26.

Tabla 26. Tiempos de ejecución de actividades de teñido del proceso desarrollado por el Sr. Jibiki

No.	Etapas del proceso de teñido	Actividades desarrolladas	Tiempo Efectivo (min.)
I	Preparación de la solución de añil	1. Pesar artículos a teñir.	3
		2. Determinación de la cantidad de añil a utilizar.	2
		3. Agregarle al añil, alcohol etílico desnaturalizado en relación 1:1 y mezclarlos hasta que quede una pasta homogénea.	1
		4. Agregar agua caliente ($\pm 70^{\circ}\text{C}$) a la mezcla anterior en proporción 1:1 con relación al añil y mezclar hasta obtener una pasta acuosa uniforme.	5
		5. Verter en un recipiente la cantidad de agua a utilizar en el baño de teñido según la proporción 1:8, con relación al añil y calentarla a una temperatura entre $70 - 80^{\circ}\text{C}$	8
II	Preparación de la solución del baño de teñido	6. Agregar soda cáustica al agua caliente del baño de teñido en la proporción 1:1 y mezclar hasta disolver completamente	3
		7. Verter la mezcla (4) en el recipiente de la mezcla (6) y combinarlas.	7
		8. Agregar hidrosulfito de sodio a la combinación anterior y mezclar hasta disolver por completo; la cantidad de hidrosulfito a agregar será	1



No.	Etapas del proceso de teñido	Actividades desarrolladas	Tiempo Efectivo (min.)
		igual a la mitad del peso del añil calculado en (2)	
III	Tratamiento pre-teñido de los artículos y diseño del estampado	9. Elaborar el diseño sobre los artículos a teñir	-----
		10. Lavar los artículos a teñir con agua de grifo para eliminar impurezas.	2
IV	Teñido de artículos	11. Realización de los ciclos de teñido, por lo general se realizan 6 ciclos.	36
V	Tratamiento post-teñido	12. Lavar artículos teñidos aproximadamente cinco veces con agua de grifo para eliminar el añil que no fue fijado durante el teñido.	25
		13. Secar los artículos teñidos a la sombra.	-----
		14. Sumergir prendas en agua a una temperatura de 80 a 90 °C.	15
		15. Secar los artículos teñidos al sol	-----
TIEMPO EFECTIVO TOTAL =			108

Al analizar la Tabla 26 se puede observar que existen actividades que no poseen un valor que determine su tiempo efectivo, esto se debe a que dicho valor está sujeto a diversas variables; en el caso de la actividad número 9, el tiempo efectivo depende de la técnica de restricción a emplear sobre la prenda a teñir la cual no fue considerada dentro de las evaluaciones, mientras que en las actividades número 13 y 15 el tiempo depende de condiciones ambientales.

Es decir que el tiempo efectivo total de teñido es de 108 min. ó 1.8 hrs. Este dato permite calcular la eficiencia del proceso de teñido por unidad de tiempo de la siguiente forma:

Eficiencia parcial del proceso = kg. de tela teñida / tiempo efectivo de teñido

Eficiencia parcial del proceso = 0.7081 kg. / 1.8 hrs.

Eficiencia parcial del proceso = 0.393 kg. / hrs.



3.2.4 Evaluaciones técnicas al prototipo del sistema semi-industrial de teñido.

A continuación se muestra el cálculo de la eficiencia del baño de teñido del prototipo del sistema semi-industrial, a partir de las salidas de producto y las entradas de materia prima/insumos presentadas en el balance de materiales con base en 5 días de producción:

Eficiencia parcial del baño de teñido = Σ Salidas de producto / Σ Entradas de materiales

Eficiencia parcial del baño de teñido = 3623.9168 kg. / 4944.9678 kg.

Eficiencia parcial del baño de teñido = 0.7328

Eficiencia parcial del baño de teñido = 0.7328*100%

Eficiencia parcial del baño de teñido = 73.28%

Para calcular la eficiencia del proceso de teñido en base al producto obtenido por unidad de tiempo, se calculó el tiempo efectivo de teñido durante 5 días, el cual está expresado en la tabla 27; debido a que el producto obtenido extraído del balance de materiales está en función del mismo período de tiempo.

Tabla 27. Tiempos de ejecución de actividades de teñido del prototipo del sistema semi-industrial

No.	Etapas del proceso de teñido	Actividades desarrolladas	Tiempo efectivo (min)
I	Preparación del baño de teñido	1. Preparación del baño de teñido	-----
II	Tratamiento pre-teñido de los artículos y diseño del estampado	2. Lavar la tela a teñir con agua de grifo	25
		3. Cargar la maquinaria con la tela a teñir	11.5
III	Teñido de artículos	4. Realización de los <i>ciclos de teñido</i> para obtener el tono de azul deseado. Por lo general se realizan 12 ciclos de teñido	165.69
		5. Descargar la tela teñida del sistema semi-industrial	11.65
		6. Lavar la tela teñida con agua de grifo para eliminar el añil que no	35.3



No.	Etapas del proceso de teñido	Actividades desarrolladas	Tiempo efectivo (min)
IV	Tratamiento post-teñido	fue fijado sobre la tela	
		7. Secar los artículos teñidos con añil natural bajo el sistema semi-industrial al sol	-----
TIEMPO EFECTIVO TOTAL=			279.14

Al analizar la Tabla 27 se puede observar que existen ciertas actividades que no poseen un valor que determine su tiempo efectivo, esto se debe a que dicho valor está sujeto a diversas variables; en el caso de la actividad número 1, no se consideró el tiempo efectivo ya que la preparación del baño no se realiza todos los días, sino más bien se efectúa una recarga cuando el baño se debilita y para la actividad número 7 el tiempo de ejecución depende de condiciones ambientales.

El tiempo efectivo total de teñido es de 279.14 min. ó 4.65 hrs. este dato permite calcular la eficiencia del proceso de teñido por unidad de tiempo de la siguiente forma:

Eficiencia parcial del proceso = kg. de tela teñida / tiempo efectivo de teñido

Eficiencia parcial del proceso = 3.02 kg. / 4.65 hrs.

Eficiencia parcial del proceso = 0.6495 kg. / hrs.

3.2.5 Resumen de las evaluaciones técnicas

En la Tabla 28, se muestra un cuadro que permite resumir las eficiencias parciales de los diferentes procesos de teñido (kg. teñido/hrs.), así mismo se detalla la eficiencia del baño de teñido de cada uno de los procesos en estudio, donde se identifica el contraste de producto obtenido con materiales utilizados en forma porcentual.



Tabla 28. Resumen de las evaluaciones técnicas de los procesos de teñido

Proceso de Teñido	Evaluaciones Técnicas	
	Eficiencia del baño de teñido (salida de producto/entrada de materiales)	Eficiencia del proceso de teñido (kg. tela teñida/hrs.)
<i>Econature</i>	32.72%	0.7091
<i>Azul Maya</i>	48.70%	0.8363
<i>Sr. Jibiki</i>	6.43%	0.3930
<i>Sistema Semi-industrial de Teñido</i>	73.28%	0.7277

Al analizar la Tabla 28 denominada “Resumen de las evaluaciones técnicas de los procesos de teñido”, se puede concluir lo siguiente:

- Para el proceso de teñido desarrollado por el Sr. Jibiki la eficiencia del baño y del proceso de teñido es muy baja debido a que el proceso del Sr. Jibiki utiliza una mayor cantidad de agua que los demás procesos, generando de esta forma más desechos líquidos, lo cual disminuye sus indicadores de eficiencia.

3.2.6 Pruebas de solidez a la luz, lavado y al frote

La calidad de un pigmento (natural o artificial) está relacionada con su comportamiento en el exterior, es decir, si dicho tinte no pierde completamente sus características iniciales una vez sea expuesta a agentes como la luz solar, detergentes u otros objetos que entren en contacto directo con la misma.

En el caso del añil natural, su calidad como pigmento fue comparada a través de pruebas de solidez a la luz, lavado y al frote realizada sobre manta cruda de algodón teñida bajo uno de los sistemas artesanales en estudio y bajo el sistema semi-industrial.

Los aspectos generales tomados en consideración para estas pruebas fueron:



- a. Se seleccionó al proceso de teñido desarrollado/empleado por el Sr. Ryusei Jibiki a través de la simulación de un muestreo aleatorio (para mayor detalle ver Anexo 4) como punto de comparación de la tela teñida bajo su sistema contra la del sistema semi-industrial.
- b. Los tres tipos de pruebas fueron llevadas a cabo sobre porciones de tela de 0.2x0.2 m (0.04 m²); se utilizaron muestras de este tamaño porque de esta forma se facilitaría su manejo al desarrollar las diversas pruebas.
- c. Se desarrollaron las diversas pruebas sobre las muestras de tela teñida en un horizonte de una semana, del 23 de julio al 01 de agosto de 2006.
- d. Las muestras sometidas a las pruebas de solidez al lavado recibieron el siguiente tratamiento: se lavaban manualmente ambas muestras por un período de 2 min. cada una para luego colocarlas bajo la sombra y esperar a que se secaran para repetir el procedimiento; durante el período de evaluación las muestras se lavaron un total de 20 veces.
- e. Las muestras sometidas a pruebas de solidez a la luz fueron expuestas a la luz solar por un promedio de 10 horas diarias durante el periodo de evaluación. Luego, estas muestras fueron comparadas con la muestra testigo para determinar de forma cualitativa el grado de disminución en la pigmentación que ha sufrido.
- f. Las pruebas de solidez al frote consistieron en determinar el comportamiento de la superficie de la muestra teñida con añil natural al entrar en contacto con un material tipo fieltro; se efectuaron dos tipos de ensayos, uno con el fieltro seco y otro con el fieltro húmedo, esto se desarrollo con el objetivo de determinar si el fieltro puede colorearse debido a la transferencia de añil no impregnado en la muestra.



Los resultados de las pruebas de solidez a la luz del sistema artesanal y semi-industrial pueden ser observadas al comparar la Figura 23 con la Figura 24 para el artesanal y las Figuras 25 con la Figura 26 para el sistema semi-industrial, ya que la primera consiste en una imagen de una muestra de teñido con añil natural que no fue sometida a ningún tipo de prueba, mientras que la siguiente figura corresponde a la muestra de teñido expuesta a la luz solar.

Figura 23. Muestra de teñido patrón del sistema artesanal.



Figura 24. Muestra de teñido del sistema artesanal que fue sometida a las pruebas de solidez a la luz.



Figura 25. Muestra de teñido patrón del sistema semi-industrial



Figura 26. Muestra de teñido del sistema semi-industrial que fue sometida a las pruebas de solidez a la luz.





Los resultados de las pruebas de solidez al lavado del sistema artesanal y semi-industrial pueden ser observadas al comparar la Figura 23 con la Figura 27 para el artesanal y la Figuras 25 con la Figura 28 para el sistema semi-industrial, ya que la primera consiste en una imagen de una muestra de teñido con añil natural que no fue sometida a ningún tipo de prueba, mientras que la siguiente figura corresponde a la muestra de teñido expuesta a la luz solar.

Figura 23. Muestra de teñido patrón del sistema artesanal.



Figura 27. Muestra de teñido del sistema artesanal que fue sometida a las pruebas de solidez al lavado.



Figura 25. Muestra de teñido patrón del sistema semi-industrial



Figura 28. Muestra de teñido del sistema semi-industrial que fue sometida a las pruebas de solidez al lavado.





Los resultados de las pruebas de solidez al frote del sistema artesanal y semi-industrial pueden ser observadas en las Figuras 29 y 30 respectivamente; en cada figura se observa dos secciones de tela tipo fieltro que fueron utilizadas en los ensayos, el fieltro de la derecha corresponde al ensayo con el fieltro seco y el de la izquierda corresponde al ensayo con el fieltro húmedo.

Figura 29. Muestras de fieltro empleadas en las pruebas de solidez al frote del sistema artesanal.

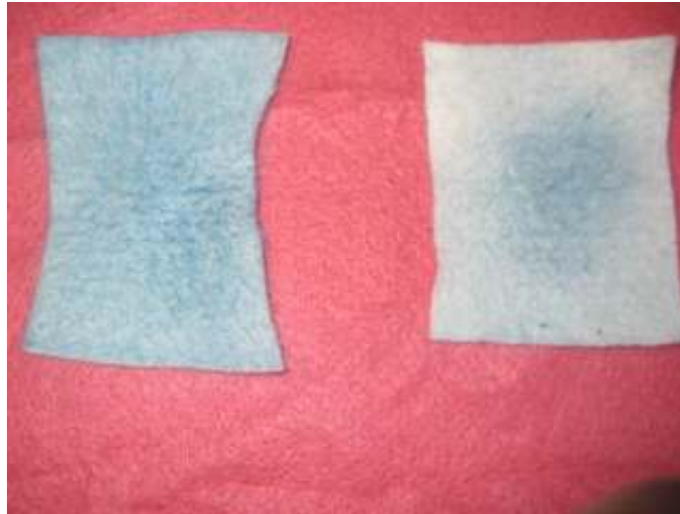


Figura 30. Muestras de fieltro empleadas en las pruebas de solidez al frote del sistema semi-industrial.



Al realizar de forma cualitativa la comparación entre las muestras del sistema artesanal y semi-industrial que no fueron sometidas a las pruebas de solidez a



la luz, lavado y al frote con las que si fueron sometidas a este tipo de pruebas se concluye lo siguiente:

- Las muestras del sistema semi-industrial presentaron una menor solidez a la luz y al lavado que las muestras obtenidas del sistema artesanal, debido a que presentan una mayor decoloración, la causa de este factor puede ser la homogeneidad en el teñido así como el nivel de fijación del colorante.
- La muestra del sistema semi-industrial presenta una mayor solidez al frote que la del sistema artesanal, ya que se decoloró menos la tela tipo fieltro para ambos ensayos, es decir, que la superficie de la muestra de tela del sistema semi-industrial posee menos colorante no fijado que la del sistema artesanal.

3.3 Evaluaciones ambientales

Las evaluaciones ambientales se dividen en dos etapas:

La primera etapa de las evaluaciones ambientales consiste en desarrollar indicadores relativos acerca de la cantidad de desechos sólidos y líquidos que generan los diversos procesos de teñido tomando como referencia la cantidad total de materiales que entraron a dichos procesos. Todos los indicadores se formularon a partir de datos extraídos de los balances de materiales de los procesos de teñido en análisis.

La segunda etapa de las evaluaciones consiste en la realización del análisis de agua a dos muestras de desechos líquidos generados por dos procesos de teñido, uno de los procesos es el del sistema semi-industrial de teñido y el otro proceso es uno de los artesanales; el objetivo de dichos análisis fue el de conocer las características fisicoquímicas de ambos desechos líquidos para poder compararlas con los valores máximos permisibles expresados en la



“Norma para regular la calidad de aguas residuales de tipo especial descargadas al alcantarillado sanitario” de El Salvador, vigente a partir del 1º de Enero de 2005 (para mayor detalle ver Anexo 5); se seleccionó la Normativa de ANDA debido a que las aguas residuales del sistema artesanal como las del sistema semi-industrial son descargadas a los alcantarillados.

La muestra de agua residual del proceso artesanal de teñido fue tomada de la empresa Econature, (para mayor detalle sobre la selección de dicho sistema ver Anexo 6). Se tomó únicamente una muestra de agua del sistema artesanal debido a la limitante económica del grupo de trabajo para absorber los costos de los análisis químicos de las aguas residuales.

3.3.1 Indicadores ambientales del proceso de teñido empleado por la pequeña empresa Econature

La elaboración del balance de materiales a la empresa Econature permitió cuantificar los desechos tanto sólidos como líquidos generados por el proceso de teñido; además de los desechos líquidos y sólidos generados por cada kg. de tela teñida bajo el proceso de Econature. Dichos indicadores se presentan a continuación:

Desechos generados totales = Σ Salidas de desecho y residuo / Σ Entrada de materiales

Desechos generados totales = 299.706 kg. / 445.585 kg.

Desechos generados totales = 0.6726 kg. de desecho/kg. de materiales

Desechos generados totales = 67.26 %

Desecho sólido generado = Salidas de desecho sólido / Entrada de materiales

Desecho sólido generado = 0.6057 kg. / 445.585 kg.

Desecho sólido generado = 0.001359 kg. de desecho sólido /kg. de materiales

Desecho sólido generado = 0.1359%



Desecho líquido generado = Salidas de desecho y residuo liquido / Entrada de materiales

Desecho líquido generado = 299.1003 kg. / 445.585 kg.

Desecho líquido generado = 0.6713 kg. de desecho liquido/kg. de materiales

Desecho liquido generado = 67.13%

Desecho sólido / Tela = Salidas de desecho sólido/ Salida final de producto

Desecho sólido / Tela = .6057 kg. de desecho sólido / 4.15452 kg. de tela

Desecho sólido /Tela = 0.1458 kg. de desecho sólido / kg. de tela

Desecho sólido / Tela = Salidas de desecho y residuo líquido/ Salida final de producto

Desecho líquido / Tela = 299.1003 kg. de desecho y residuo liquido / 4.15452 kg. de tela
teñida

Desecho líquido / Tela = 71.9939 kg. de desecho y residuo liquido / kg. de tela teñida

3.3.2 Indicadores ambientales del proceso de teñido empleado por la pequeña empresa Azul Maya

La elaboración del balance de materiales a la empresa Azul Maya permitió cuantificar los desechos tanto sólidos como líquidos generados por el proceso de teñido; además de los desechos líquidos y sólidos generados por cada kilogramo de tela teñida bajo el proceso de teñido empleado por Azul Maya. Dichos indicadores se presentan a continuación:

Desechos generados totales = Salidas de desecho y residuo / Entrada de materiales

Desechos generados totales = 231.5319 kg. / 451.3691 kg.

Desechos generados totales = 0.5129 kg. de desecho/kg. de materiales

Desechos generados totales = 51.29%

Desecho sólido generado = Salidas de desecho sólido / Entrada de materiales

Desecho sólido generado = 0.0039 kg. / 451.3691 kg.

Desecho sólido generado = 8.64×10^{-6} kg. de desecho sólido /kg. de materiales

Desecho sólido generado = $8.64 \times 10^{-4}\%$



Desecho líquido generado = Salidas de desecho y residuo liquido / Entrada de materiales

Desecho líquido generado = 231.528 kg. / 451.3691 kg.

Desecho líquido generado = 0.5129 kg. de desecho liquido/kg. de materiales

Desecho liquido generado = 51.29%

Desecho sólido / Tela = Salidas de desecho sólido/ Salida final de producto

Desecho sólido / Tela = 0.0039 kg. de desecho sólido / 3.2449 kg. de tela

Desecho sólido /Tela = 0.0012 kg. de desecho sólido / kg. de tela

Desecho sólido / Tela = Salidas de desecho y residuo líquido/ Salida final de producto

Desecho líquido / Tela = 231.528 kg. de desecho y residuo liquido / 3.2449 kg. de tela
teñida

Desecho líquido / Tela = 71.3514 kg. de desecho y residuo liquido / kg. de tela teñida

3.3.3 Indicadores ambientales del proceso de teñido desarrollado por el experto japonés en teñido Ryusei Jibiki

La elaboración del balance de materiales al proceso de teñido desarrollado por el Sr. Jibiki permitió cuantificar los desechos tanto sólidos como líquidos generados por el proceso de teñido; además de los desechos líquidos y sólidos generados por cada kilogramo de tela teñida bajo el proceso desarrollado por el Sr. Jibiki. Dichos indicadores se presentan a continuación:

Desechos generados totales = Salidas de desecho y residuo / Entrada de materiales

Desechos generados totales = 1276.9351 kg. / 1364.7 kg.

Desechos generados totales = 0.9357 kg. de desecho/kg. de materiales

Desechos generados totales = 93.57 %

Desecho sólido generado = Salidas de desecho sólido / Entrada de materiales

Desecho sólido generado = 0.00106 kg. / 1364.7 kg.

Desecho sólido generado = 7.7673×10^{-7} kg. de desecho sólido /kg. de materiales

Desecho sólido generado = 7.7673×10^{-5} %



Desecho líquido generado = Salidas de desecho y residuo líquido / Entrada de materiales

Desecho líquido generado = 1276.9350 kg. / 1364.7 kg.

Desecho líquido generado = 0.9356 kg. de desecho líquido/kg. de materiales

Desecho líquido generado = 93.56%

Desecho sólido / Tela = Salidas de desecho y residuo líquido/ Salida final de producto

Desecho sólido / Tela = 1276.9350 kg. de desecho líquido / 0.7081 kg. de tela

Desecho sólido /Tela = 1803.33 kg. de desecho líquido / kg. de tela

Desecho sólido / Tela = Salidas de desecho sólido/ Salida final de producto

Desecho líquido / Tela = 0,00106 kg. de desecho sólido / 0,7081 kg. de tela teñida

Desecho líquido / Tela = 0.0015 kg. de desecho sólido / kg. de tela teñida

3.3.4 Indicadores ambientales del prototipo del sistema semi-industrial de teñido

La elaboración del balance de materiales del prototipo del sistema semi-industrial permitió cuantificar los desechos tanto sólidos como líquidos generados por el proceso de teñido; además de los desechos líquidos y sólidos generados por cada kilogramo de tela teñida bajo dicho proceso semi-industrial. Dichos indicadores se presentan a continuación:

Desechos generados totales = Σ Salidas de desecho y residuo / Σ Entrada de materiales

Desechos generados totales = 1321.051 kg. / 4944.9678 kg.

Desechos generados totales = 0.2671 kg. de desecho/kg. de materiales

Desechos generados totales = 26.71 %

Desecho sólido generado = Salidas de desecho sólido / Entrada de materiales

Desecho sólido generado = 0.0227 kg. / 4944.9678 kg.

Desecho sólido generado = 4.5905×10^{-6} kg. de desecho sólido /kg. de materiales

Desecho sólido generado = 4.5905×10^{-6} %



Desecho líquido generado = Salidas de desecho y residuo líquido / Entrada de materiales

Desecho líquido generado = 1321.0283 kg. / 4944.9678 kg.

Desecho líquido generado = 0.2671 kg. de desecho líquido/kg. de materiales

Desecho líquido generado = 26.71%

Desecho sólido / Tela = Salidas de desecho sólido/ Salida final de producto

Desecho sólido / Tela = 0.0227 kg. de desecho sólido / 3.02 kg. de tela

Desecho sólido /Tela = 0.0075 kg. de desecho sólido / kg. de tela

Desecho sólido / Tela = Salidas de desecho y residuo líquido/ Salida final de producto

Desecho líquido / Tela = 1321.0283 kg. de desecho líquido / 3.02 kg. de tela teñida

Desecho líquido / Tela = 437.4266 kg. de desecho líquido / kg. de tela teñida

3.3.5 Resumen de las evaluaciones ambientales

Al comparar las cantidades de desechos sólidos y líquidos generados por cada proceso se podrán determinar cuales son los procesos de teñido con añil natural que generan una mayor o menor cantidad de desechos; dicha comparación se presenta en la tabla 29.

Tabla 29. Resumen de las cantidades de desechos sólidos y líquidos generados por proceso de teñido.

PROCESOS DE TEÑIDO	PORCENTAJES DE DESECHOS			INDICADORES AMBIENTALES	
	Desechos generados totales (%)	Desechos líquidos generados (%)	Desechos sólidos generados (%)	Desecho líquido /Tela (kg. de desecho líquido/kg. de tela teñida)	Desecho sólido /Tela (kg. de desecho sólido/kg. de tela teñida)
<i>Econature</i>	67.26	67.13	0.1359	71.9939	0.1458
<i>Azul Maya</i>	51.29	51.29	8.64×10^{-4}	71.3514	0.0012
<i>Sr. Jibiki</i>	93.57	93.56	7.7673×10^{-5}	1803.33	0.0015
<i>Sistema Semi- industrial de Teñido</i>	26.71	26.71	4.5905×10^{-6}	437.4266	0.0075



3.3.6 Comparación de los análisis de aguas residuales

Los resultados de los análisis químicos realizados a las muestras simples de aguas residuales de tipo especial tanto del proceso artesanal como del proceso semi-industrial serán comparados con los valores máximos permisibles expresados en la *“Norma para regular calidad de aguas residuales de tipo especial descargadas al alcantarillado sanitario”* de El Salvador, vigente a partir del 1 de enero de 2005 de los parámetros que exige la normativa para toda descarga de tipo industrial (Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO). Demanda Química de Oxígeno (DQO), pH, temperatura, Aceites y grasas, sólidos sedimentables y sólidos suspendidos totales) así como para los parámetros que exige por tipo de industria, los cuales son parámetros de color y detergentes por realizarse un lavado de textiles (para mayor detalle ver Anexo 5).

En la Tabla 30 se muestran los resultados del análisis químico realizado a la muestra de agua residual del sistema artesanal y su comparación con los valores máximos permisibles estipulados en la normativa de ANDA. Los análisis de aguas residuales fueron desarrollados por el laboratorio de análisis de agua de la empresa Especialidades Industriales S.A. de C.V. (ESPINSA) el cual es un laboratorio acreditado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) de El Salvador.



Tabla 30. Resultados del análisis químico de la muestra del sistema artesanal comparados con los valores máximos permisibles estipulados en la normativa de ANDA.

Parámetro	Resultado	Incerteza	Valor máximo permisible	Expresado como	Estado
pH	6.35	-----	5.5 – 9.0	-----	Cumple con la Norma
Temperatura	30.3	-----	20 – 35	°C	Cumple con la Norma
Demanda Bioquímica de Oxígeno	63.4	± 1.7	400	mg/L	Cumple con la Norma
Demanda Química de Oxígeno	600.0	± 0.0	1000	mg/L	Cumple con la Norma
Sólidos suspendidos totales	39.5	± 0.7	450	mg/L	Cumple con la Norma
Sólidos sedimentables	0.1	-----	20	mL/L	Cumple con la Norma
Aceites y grasas	22.3	± 0.4	150	mg/L	Cumple con la Norma
Detergentes/ (SAAM)	65.0	± 0.0	35	mg/L LAS	No Cumple con la Norma
Color verdadero	313.0	± 0.0		Unidades Platino - Cobalto	

En la Tabla 31 se muestran los resultados del análisis químico realizado a la muestra de agua residual del sistema semi-industrial y su comparación con los valores máximos permisibles estipulados en la normativa de ANDA.

Tabla 31. Resultados del análisis químico de la muestra del sistema semi-industrial comparados con los valores máximos permisibles estipulados en la normativa de ANDA.

Parámetro	Resultado	Incerteza	Valor máximo permisible	Expresado como	Estado
pH	7.45	-----	5.5 – 9.0	-----	Cumple con la Norma
Temperatura	26.6	-----	20 – 35	°C	Cumple con la Norma



Parámetro	Resultado	Incerteza	Valor máximo permisible	Expresado como	Estado
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	28.5	± 0.0	400	mg/L	Cumple con la Norma
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	53.5	± 1.7	1000	mg/L	Cumple con la Norma
Sólidos suspendidos totales	14.5	± 0.7	450	mg/L	Cumple con la Norma
Sólidos sedimentables	0.1	-----	20	mL/L	Cumple con la Norma
Aceites y grasas	No detectado	± 0.0	150	mg/L	Cumple con la Norma
Detergentes/ (SSAM)	43.0	± 1.4	35	mg/L LAS	No Cumple con la Norma
Color verdadero	5250	± 0.0		Unidades Platino - Cobalto	

Al analizar los resultados de los análisis químicos de las muestras de agua residual de ambos sistemas y compararlos con los valores máximos permisibles de la normativa de ANDA se puede concluir lo siguiente:

- El parámetro de Detergente / (SAAM) no cumple con la norma en ambas muestras de agua residual.
- Los valores de los parámetros del sistema semi-industrial se encuentran entre el rango permisible por la normativa; sin embargo, el parámetro de color verdadero puede parecer demasiado alto, en comparación con el del sistema artesanal de teñido, debido a que en el sistema artesanal se recicla el baño de teñido, mientras que en el sistema semi-industrial sólo se lava la tela después de las actividades de teñido para luego descargarla al alcantarillado con una mayor concentración de añil.



Además, se debe mencionar que la normativa sólo menciona *“El efluente líquido no deberá introducir coloración visible diferente al de la descarga doméstica”* en lugar de establecer un valor máximo permisible.

- La valores de temperatura, DBO, DQO, sólidos suspendidos totales, aceites y grasas, sólidos sedimentables y detergentes de los parámetros analizados en las aguas residuales del sistema semi-industrial son menores que los del sistema artesanal, generando de esta forma un menor grado de contaminación.

3.4 Evaluaciones económicas

Las evaluaciones económicas se dividen en dos etapas:

La primera etapa consiste en desarrollar indicadores relativos correspondientes al valor monetario que representan los productos obtenidos de las actividades de teñido de los diversos procesos en estudio, a partir de la cantidad de materiales utilizados y del personal involucrado en las labores de teñido, es decir, mediante un costeo directo de los materiales utilizados cuyos valores fueron extraídos de los balances de materiales de los procesos de teñido en análisis. Para el desarrollo de esta etapa se estimó que los *Costos Indirectos de Fabricación (CIF)* para cada uno de los procesos de teñido en estudio son del 5% de sus costos directos de fabricación, debido a limitantes de información de las empresas.

En la segunda etapa se presenta el análisis financiero realizado al prototipo del sistema semi-industrial de teñido, a través de la elaboración de los indicadores financieros Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR), Relación Beneficio/Costo (B/C) y Período de Recuperación.



3.4.1 Evaluaciones económicas al proceso de teñido empleado por la pequeña empresa Econature

En la Tabla 32 se presenta la evaluación económica del proceso empleado en Econature, elaborada a través de la cuantificación de la cantidad de dinero que se requiere para obtener 1 kg. de tela.

Tabla 32. Evaluación económica al sistema de teñido empleado por Econature.

Materiales	Cantidad (kg)	Precio (\$/kg)	Total (\$)
Agua	299.10	0.00026	0.08
Añil natural en polvo	0.06	47	2.82
Soda cáustica	0.03	1.75	0.05
Hidrosulfito de sodio	0.027	7.5	0.20
Alcohol isopropílico industrial	0.0234	3.73	0.09
Jabón industrial	0.157	0.96	0.15
Ácido acético	0.02	2.14	0.04
Suavizante de tela	0.191	1.09	0.21
Viñetas	0.152	26.32	4.00
Tela	3.84	15.63	60.00
Materiales de diseño	0.28	-----	-----

Mano de obra exclusivo de teñido	Cantidad (h)	(\$/h)	Total (\$)
operario 1	8	0.85	6.82
operario 2	8	0.85	6.82
CIF			4.06
TOTAL (\$)			85.34
Cantidad de tela teñida (kg)			4.15
(\$)/kg de tela teñida			20.56

Al desarrollar las evaluaciones económicas se determinó que el costo por kilogramo de tela teñida para Econature es de US \$20.56



3.4.2 Evaluaciones económicas al proceso de teñido empleado por la pequeña empresa Azul Maya

En la Tabla 33 se presenta la evaluación económica del proceso empleado en Azul Maya, elaborada a través de la cuantificación de la cantidad de dinero que se requiere para obtener 1 kg. de tela.

Tabla 33. Evaluación económica al sistema de teñido empleado por Azul Maya.

Materiales	Cantidad (kg)	Precio (\$/kg)	Total (\$)
Agua	231.15	0.00026	0.06
Añil natural en polvo	0.1134	47.00	5.33
Soda caústica	0.1702	1.75	0.30
Hidrosulfito de sodio	0.1702	7.50	1.28
Suavizante de tela	0.191	1.09	0.21
Tela	2.88	15.63	45.00
Sal	0.1	0.26	0.03

Mano de obra	Cantidad (h)	(\$/h)	Total (\$)
operario 1	5	0.85	4.26
operario 2	5	0.85	4.26
operario 3	5	0.85	4.26
CIF			3.04
TOTAL (\$)			63.76
Cantidad de tela teñida (kg)			3.24
(\$)/kg de tela teñida			19.68

Al desarrollar las evaluaciones económicas se determinó que el costo por kilogramo de tela teñida para Azul Maya es de US \$19.68

3.4.3 Evaluaciones económicas al proceso de teñido desarrollado por el experto japonés en teñido Ryusei Jibiki

En la Tabla 34 se presenta la evaluación económica del proceso desarrollado por el Sr. Jibiki, elaborada a través de la cuantificación de la cantidad de dinero que se requiere para obtener 1 kg. de tela.



Tabla 33. Evaluación económica al sistema de teñido empleado por el Sr. Jibiki.

Materiales	Cantidad (kg)	Precio (\$/kg)	Total (\$)
Agua	1,275.50	0.00026	0.34
Añil natural en polvo	0.05	47	2.35
Soda cáustica	0.006	1.75	0.01
Hidrosulfito de sodio	0.025	7.5	0.19
Alcohol isopropílico industrial	0.429	3.73	1.60
Gas propano	1.134	0.26	0.30
Tela	0.5	6.33	3.17

Mano de obra exclusivo de teñido	Cantidad (h)	(\$/h)	Total (\$)
operario 1	4	0.85	3.41
CIF			0.57
TOTAL (\$)			11.93
Cantidad de tela teñida (kg)			0.71
(\$)/kg de tela teñida			16.80

Al desarrollar las evaluaciones económicas se determinó que el costo por kilogramo de tela teñida para Azul Maya es de US \$16.80

3.4.4 Evaluaciones económicas al prototipo del sistema semi-industrial de teñido

Se desarrollaron dos tipos de evaluaciones económicas:

- La primera evaluación (ver Tabla 34) se basó en los datos recopilados del balance de materiales, los cuales corresponden a una carga media de artículo a teñir bajo el sistema semi-industrial, lo cual equivale a 3.02 kg. por semana.
- La segunda evaluación (ver Tabla 35) se basó en una estimación de cuanto sería el costo por kilogramo del sistema semi-industrial si se tiñera una carga completa de tela, lo cual equivale a 6.04 kg. por semana.



Tabla 34. Evaluación económica al sistema semi-industrial de teñido a media carga.

Materiales	Cantidad (kg)	Precio (\$/kg)	Total (\$)
Agua	1,318.22	0.00026	0.35
Añil natural en polvo	1	47	47.00
Soda caústica	0.812	1.75	1.42
Hidrosulfito de sodio	0.51	7.5	3.83
Alcohol isopropílico industrial	0.78	3.73	2.91
Tela	2.749	6.33	17.40

Mano de obra exclusivo de teñido	Cantidad (h)	(\$/h)	Total (\$)
operario 1	4.15	0.85	3.54
CIF			3.82
TOTAL (\$)			80.26
Cantidad de tela teñida (kg)			3.02
(\$)/kg de tela teñida			26.58

Tabla 35. Evaluación económica al sistema semi-industrial de teñido a carga completa.

Materiales	Cantidad (kg)	Precio (\$/kg)	Total (\$)
Agua	1,318.22	0.00026	0.35
Añil	1	47	47.00
Soda caústica	0.812	1.75	1.42
Hidrosulfito de sodio	0.51	7.5	3.83
Alcohol isopropílico industrial	0.78	3.73	2.91
Tela	5.498	6.33	34.80

Mano de obra exclusivo de teñido	Cantidad (h)	(\$/h)	Total (\$)
operario 1	4.15	0.85	3.54
CIF			4.69
TOTAL (\$)			98.53
Cantidad de tela teñida (kg)			6.04
(\$)/kg de tela teñida			16.31

Al desarrollar las evaluaciones económicas al sistema semi-industrial se determinó que el costo por kilogramo de tela teñida a media carga es de US \$26.58, mientras que a una carga completa el costo por kilogramo es de US \$16.31



3.4.5 Resumen de las evaluaciones económicas

Al comparar los costos por kilogramo de tela teñida de cada uno de los procesos de teñido en estudio, se podrán determinar cuales son los procesos que poseen un menor costo relativo; dicha comparación se presenta en la tabla 36.

Tabla 36. Resumen de los indicadores económicos de los procesos de teñido.

Proceso de Teñido	Indicador Económico (\$/kg. tela teñida)
<i>Econature</i>	20.56
<i>Azul Maya</i>	19.68
<i>Sr. Jibiki</i>	16.80
<i>Sistema Semi-industrial de Teñido</i>	26.58 (media carga)
	16.31 (carga completa)

3.4.6 Evaluación financiera al sistema semi-industrial

La evaluación financiera del sistema semi-industrial de teñido se desarrolla en base a los siguientes elementos:

- a. La evaluación financiera toma como punto de análisis dos escenarios del sistema semi-industrial, el primero consiste en teñir durante 10 años a carga completa estimando el ingreso como 40% mayor que los costos; el segundo escenario consiste en teñir durante 10 años a media carga con un ingreso estimado del 20% superior que los costos. Además, la inversión inicial del prototipo del sistema semi-industrial de teñido se determinó en base al precio de venta establecido por la empresa fabricante del prototipo (Productos Moldeados S.A. – PROMSA); se verificó que el precio de venta tuviera un valor aceptable en el mercado.



- b. Se desarrolló la evaluación financiera mediante unas hojas electrónicas elaboradas en Microsoft Excel, en las cuales se presentan los diversos flujos de fondo para cada uno de los escenarios, así como el cálculo de los indicadores financieros utilizados (VPN, TIR, B/C y PR). Los cálculos para el primer escenario están contenidos en el Anexo 7, mientras que los cálculos del segundo escenario están contenidos en el Anexo 8.
- c. Para ambos escenarios los kilogramos de tela teñida del primer año se han calculado en base a la producción estimada de un turno de trabajo semanal de 4 horas/día, la del segundo, tercero y cuarto año en base a la producción estimada de un turno de trabajo semanal de 6 horas/día, para considerar del quinto año en adelante la producción de un turno de trabajo semanal de 8 horas/día.
- d. La tasa impositiva se ha tomado en base al Artículo 41 de la Ley de Impuesto sobre la Renta de la República de El Salvador y sus nuevas reformas vigentes desde el 2001. La tasa de descuento del proyecto corresponde al valor de la tasa de interés libre de riesgo la cual es del 9,23% de acuerdo a la tasa de interés promedio ponderado mensual para julio 2006 de préstamos mayores a 1 año emitida por el Banco Central de Reserva de El Salvador más un porcentaje extra por el riesgo que involucra el proyecto, la cual se ha estimado en un 80% por tratarse de un proyecto nuevo, dando una tasa total de descuento del 16,61%.
- e. La inflación anual empleada en la evaluación financiera para ambos escenarios del prototipo del sistema semi-industrial se ha calculado en base al Índice de Precios al Consumidor 1/¹⁷ de diciembre de 2005

¹⁷ (1/ Relación del mes en estudio con respecto al mismo mes del año anterior -punto a punto-)



emitido por el Banco Central de Reserva de El Salvador, el cual equivale al 4.3%. La inflación se calculó en base al flujo de fondos.

En la Tabla 36 se presenta el resumen de las evaluaciones financieras realizadas al prototipo del sistema semi-industrial según los dos escenarios propuestos.

Tabla 36. Resumen de las evaluaciones financieras para ambos escenarios.

ESCENARIO	INDICADORES FINANCIEROS				
	TASA DE RETORNO	TIR	VPN	B/C	PR
Tañido a carga completa con ingresos estimados del 40% superiores a los costos.	16.61%	123%	\$12,994.93	8.52	1 año, 1 mes y 14 días
Tañido a media carga con ingresos estimados del 20% superiores a los costos.	16.61%	59%	\$7,872.22	3.56	2 años, 6 meses y 12 días

Al analizar cada uno de los indicadores financieros de los escenarios propuestos se puede concluir que el prototipo del sistema semi-industrial es factible desde el punto de vista financiero porque para ambos escenarios:

- El valor actual neto de los flujos futuros de efectivo para ambos escenarios es mayor a cero, lo que indica que existirá un flujo saludable de efectivo que es capaz de cubrir los gastos de operación. La TIR es mayor que la Tasa de retorno, la cual actúa como la tasa de comparación de ambos escenarios.
- La relación B/C para el primer escenario indica que por cada US \$1 invertido se obtiene de ingreso US \$7.52, mientras que para el segundo escenario por cada US \$1 invertido se obtiene de ingreso US \$2.56



- Ambos períodos de recuperación se encuentran en un horizonte de mediano plazo, lo cual es un período aceptable considerando los escenarios propuestos.

3.5 Evaluaciones organizacionales

Para el desarrollo de las evaluaciones organizacionales se realizaron diagnósticos iniciales sobre las empresas y artesanos cuyos procesos de teñido con añil natural fueron sujetos de análisis, todo esto con el objetivo de determinar el grado en que el Sistema Semi-Industrial de Teñido es adoptable dentro de sus sistemas productivos.

El grado en que el sistema semi-industrial de teñido es adoptable dentro de los sistemas productivos de los artesanos salvadoreños se determinará en base al tiempo necesario que se debe interrumpir el proceso de producción de teñido para capacitar a los empleados que harán uso del mismo, tomándose como referencia la Tabla 37 además de la información y experiencias recopiladas por el grupo de trabajo durante el desarrollo de las distintas evaluaciones y visitas de campo hechas a los talleres donde se llevan a cabo los sistemas artesanales de teñido en estudio.



Tabla 37.

Criterios para la evaluación de la viabilidad organizacional del Sistema Semi-Industrial de Teñido

Fuente: “Basado en Información proporcionada por Ing. Yolanda Salazar del Centro Nacional de Producción mas Limpia”

Criterio	Evaluación	Ponderación
Viabilidad Organizacional	Altamente aplicable No se requiere interrumpir el proceso	3
	Bastante aplicable, fácil de poner en marcha Entrenamiento corto para los trabajadores Interrupción corta de la producción (1 día)	2
	Difícil de aplicar Se requiere entrenamiento para los trabajadores Interrupción moderada del proceso / producción (<2 semanas)	1
	Muy difícil de aplicar Se requiere entrenamiento especial para los trabajadores La interrupción del proceso / producción requerida es mayor que el paro anual por mantenimiento	0

Las ponderaciones se refieren al valor que posee cada uno de los criterios de evaluación, por ejemplo, si se determina que el prototipo del sistema semi-industrial es *bastante aplicable* dentro del proceso productivo de Econature su ponderación será de 2, así sucesivamente para cada uno de los procesos.

Además de los diagnósticos iniciales realizados a las empresas y artesanos que se dedican al teñido con añil natural, se desarrolló como parte de las evaluaciones organizacionales el análisis FODA del sistema semi-industrial de teñido para poder compararlo con el análisis FODA del sistema artesanal y de esta forma tener un parámetro que permita establecer la mejor forma posible



en que el sistema semi industrial debe ser adoptado por los sistemas artesanales de teñido.

3.5.1 Diagnóstico inicial sobre el proceso de teñido empleado por la pequeña empresa Econature

Para realizar el diagnóstico inicial a la empresa Econature se determinaron los factores representados en la Tabla 38.

Tabla 38. Factores de evaluación organizacional de la empresa Econature.

Factores	Descripción
Número de empleados	12 empleados divididos en: 2 administrativos 1 secretaria 2 encargados del teñido 1 auxiliar de teñido 1 encargado de remoción de cera con batik 1 encargado del diseño con batik 3 encargados de la elaboración de diseños con shibori. 1 encargado del planchado de los artículos teñidos
Nivel de educación	Los empleados administrativos poseen educación superior universitaria; mientras que el nivel de educación de los operarios y encargados de los diversos diseños varía entre el tercer ciclo y bachillerato.
Horario de trabajo	De Lunes a Viernes de 8 a.m. a 5 p.m. y sábado de 8 a.m. a 12 m.
Capacitaciones recibidas	Todos los encargados del teñido y elaboración de diseños han recibido las capacitaciones iniciales necesarias para desarrollar sus actividades, para luego ir las perfeccionando a medida pasa el tiempo.



En base a la información proporcionada por la Tabla anterior y la escala mostrada en la Tabla 37 se ha determinado que el sistema semi industrial es “*bastante aplicable*” dentro del sistema de teñido de la empresa Econature debido a:

- Que se emplearía como máximo 1 día en capacitar a los encargados de las actividades de teñido en el manejo del sistema semi-industrial, debido a que son personas con una basta experiencia en el teñido con añil y que poseen los conocimientos básicos para poder operar el sistema.
- Sólo se interrumpiría 1 día el proceso de teñido dentro de Econature.

3.5.2 Diagnóstico inicial sobre el proceso de teñido empleado por la pequeña empresa Azul Maya

Para realizar el diagnóstico inicial a la empresa Azul Maya se determinaron los factores representados en la Tabla 39.

Tabla 39. Factores de evaluación organizacional de la empresa Azul Maya.

Factores	Descripción
Número de empleados	5 empleados divididos en: 1 administrativo 3 encargadas del diseño con técnicas de restricción, teñido de artículos y mantenimiento de los baños de teñido 1 empleado para usos múltiples
Nivel de educación	Los empleados administrativos poseen educación superior universitaria; mientras que el nivel de educación de las operarias y encargadas de los diversos diseños varía entre el tercer ciclo y bachillerato.
Horario de trabajo	De Lunes a Viernes de 8:00 a.m. a 1:00 p.m.



Capacitaciones recibidas	Todas las encargadas del teñido y elaboración de diseños han recibido las capacitaciones iniciales necesarias para desarrollar sus actividades, las cuales fueron impartidas por la Sra. Guirola para luego ir las perfeccionando a medida pasa el tiempo.
--------------------------	--

En base a la información proporcionada por la tabla anterior y la escala mostrada en la Tabla 37 se ha determinado que el sistema semi industrial es “*bastante aplicable*” dentro del sistema de teñido de la empresa Azul Maya debido a:

- Que se emplearía como máximo 1 día en capacitar a los encargados de las actividades de teñido en el manejo del sistema semi-industrial, debido a que son personas con una basta experiencia en el teñido con añil, además de que contarían con el apoyo de la parte administrativa para hacer que la adopción se realice de la mejor forma posible.
- Sólo se interrumpiría 1 día el proceso de teñido dentro de Azul Maya.

3.5.3 Diagnóstico inicial sobre el proceso de teñido desarrollado por el experto japonés en teñido Ryusei Jibiki

Para realizar el diagnóstico inicial al sistema de teñido desarrollado por el Sr. Jibiki se determinaron los factores representados en la Tabla 40.

Tabla 40. Factores de evaluación organizacional de la empresa Econature.

Factores	Descripción
Número de empleados	1 ya que el Sr. Jibiki no posee asistente al momento de impartir los cursos sobre teñido.
Nivel de educación	Educación superior universitario, además de la experiencia acumulado por varios años sobre el teñido con añil natural.



Horario de trabajo	Lunes, miércoles y viernes de 8:00 a.m. a 12:00 m.
Capacitaciones recibidas	Capacitaciones relacionadas acerca del teñido con añil natural cursadas durante su carrera como artista del teñido, también acerca del mantenimiento de baños de teñido con añil naturales y químicos.

En base a la información proporcionada por la tabla anterior y la escala mostrada en la Tabla 37 se ha determinado que el sistema semi industrial es “*altamente aplicable*” dentro del sistema de teñido desarrollado por el Sr. Jibiki:

- Que no se requiere interrumpir el proceso de teñido actual para que el Sr. Jibiki pueda utilizar el sistema semi-industrial debido a que él posee una basta experiencia en el campo así como el hecho de que él desarrolló el diseño con el cual fue elaborado el sistema semi-industrial.

3.5.4 Diagnóstico inicial sobre el sistema semi-industrial de teñido con añil natural

Con la información recopilada a través de las evaluaciones al sistema semi-industrial de teñido se ha elaborado la Tabla 41, la cual consiste en una matriz de dos dimensiones que conforma el análisis FODA del prototipo del sistema semi-industrial.



Tabla 41 Análisis FODA del prototipo del sistema semi-industrial de teñido.

VARIABLES	POSITIVAS	NEGATIVAS
	FORTALEZAS	DEBILIDADES
INTERNAS	- Se mantiene un control visual en cada etapa del proceso de teñido llevado a cabo por el operario de la maquinaria. - El prototipo del sistema semi-industrial a carga completa permite teñir grandes cantidades de tela en un menor tiempo comparado con los sistemas artesanales de teñido. - El prototipo del sistema semi-industrial promueve cierto grado de industrialización a una actividad que se ha desarrollado por varios años de manera artesanal. - La utilización del sistema semi-industrial genera un menor nivel de fatiga y agotamiento sobre el encargado de las actividades de teñido. - El prototipo del sistema semi-industrial disminuye el contacto directo entre los químicos empleados en el baño de teñido y el operario.	- Es difícil conseguir un teñido homogéneo en todo el lienzo de tela debido a que las porciones de tela que pasan por el ciclo inmersión/oxigenado no siempre son las mismas - El prototipo del sistema semi-industrial dificulta la aplicación de diversas técnicas de resistencia para el diseño de teñidos con añil natural. - El baño de teñido del sistema semi-industrial se oxigena en mayor grado que un baño de teñido artesanal, lo cual afecta la calidad de los artículos teñidos.
EXTERNAS	OPORTUNIDADES Existe cooperación internacional orientada a reactivar la explotación comercial del añil natural y de artículos teñidos.	AMENAZAS - La inversión inicial del sistema semi-industrial puede resultar alta para los artesanos que deseen implementarla, lo cual restringe el acceso de los artesanos que tiñen con añil a esta tecnología. - La resistencia al cambio de los artesanos hacia la utilización de una nueva tecnología.



Al comparar el análisis FODA del sistema semi-industrial de teñido (Tabla 41) con el análisis FODA de la industria de teñido artesanal con añil natural (ver Pág. 43, Tabla 11) se concluye lo siguiente:

- Las fortalezas del sistema artesanal radican en el hecho de fomentar un patrimonio cultural de El Salvador al elaborar artículos con diferentes tipos de diseño según las especificaciones de los clientes, mientras que el sistema semi-industrial permite realizar lo anterior en una mayor escala de producción, con cierto nivel de estandarización y con mejores condiciones laborales del encargado de las actividades de teñido.
- Las oportunidades del sistema semi-industrial son semejantes a las del sistema artesanal de teñido, ya que ambos sistemas generan el mismo producto (tela teñida con añil natural) solo que con una metodología diferente.
- Las debilidades del sistema artesanal son generadas por la naturaleza artística de su labor, en función del tiempo necesario para ejecutar las labores de teñido; estos aspectos que son solucionados en cierta medida por el sistema semi-industrial, a pesar de la generación de aspectos negativos como la dificultad para la obtención de teñidos homogéneos y aplicación de técnicas de resistencia para el diseño de artículos.
- Las amenazas del sistema semi-industrial se ven reflejadas en la transición que debe hacerse de un proceso totalmente artesanal a un proceso con cierto grado de industrialización, debido a la resistencia al cambio que se presentaría además de la inversión inicial que un artesano debe hacer.
- El prototipo del sistema semi-industrial de teñido disminuye en cierta medida el contacto directo entre los químicos empleados en



el baño de teñido y la persona encargada de las actividades de teñido en comparación con el sistema artesanal.

- El nivel de fatiga y agotamiento que se genera sobre el encargado de las actividades de teñido es menor al utilizarse el prototipo del sistema semi-industrial de teñido.
- El prototipo del sistema semi-industrial posee mayores fortalezas que el sistema artesanal de teñido; los únicos aspectos en los que el sistema artesanal sobrepasa al prototipo del sistema semi-industrial es en la dificultad de obtener un teñido homogéneo y en la aplicación de diversas técnicas de resistencia para el diseño de artículos a teñir, pero se debe considerar de que por tratarse de un prototipo de un sistema está sujeto a la aplicación de mejoras en su desempeño.



CAPÍTULO IV: “FASE DE ADOPCIÓN”

En este capítulo se presenta el manual de operaciones del sistema semi-industrial de teñido, en el cual se exponen los elementos y características que una empresa y/o institución debe obtener para que el sistema semi-industrial de teñido pueda ser implementado de la mejor forma posible dentro de sus procesos productivos.

Entre los elementos y características que se consideraron para la elaboración del manual se encuentran requerimientos de espacio, materias primas, nivel de educación del encargado de las actividades de teñido, higiene y seguridad ocupacional, además, de aspectos como inversión inicial, procedimientos de carga/descarga de la tela a teñir.



AREA: Evaluación de un Sistema Semi-industrial para el teñido a base de añil natural	Nº.
	REV 000
DOCUMENTO: Manual de operaciones del Sistema Semi-industrial de teñido a base de añil natural	Fecha:
	Página: 1 de 17

INDICE

1. OBJETIVO Y ALCANCE

- 1.1. Objetivo
- 1.2. Alcance

2. ASPECTOS GENERALES DEL PROTOTIPO DEL SISTEMA SEMI-INDUSTRIAL

- 2.1. Partes componentes
- 2.2. Parámetros de operación
- 2.3. Puntos críticos de control
- 2.4. Inversión inicial requerida

3. REQUERIMIENTOS DEL PROTOTIPO DEL SISTEMA SEMI-INDUSTRIAL

- 3.1. Materias primas
- 3.2. Espacio
- 3.3. Encargado de las actividades de teñido
- 3.4. Higiene y seguridad ocupacional

4. PROCEDIMIENTOS DEL PROTOTIPO DEL SISTEMA SEMI-INDUSTRIAL

- 4.1. Elaboración del baño de teñido
- 4.2. Elaboración de recargas del baño de teñido
- 4.3. Eliminación de impurezas en el artículo a teñir
- 4.4. Carga del artículo a teñir sobre el sistema semi-industrial
- 4.5. Operación del sistema semi-industrial
- 4.6. Descarga del artículo teñido bajo el sistema semi-industrial
- 4.7. Recopilación de datos del prototipo del sistema semi-industrial

Elaboró: Marcelino Claros y Carmen Olano	Firma:	Fecha: 2006/08/15
Revisó: Inga. Yolanda Salazar	Firma:	Fecha:



AREA: Evaluación de un Sistema Semi-industrial para el teñido a base de añil natural	Nº.
	REV 000
DOCUMENTO: Manual de operaciones del Sistema Semi-industrial de teñido a base de añil natural	Fecha:
	Página: 2 de 17

1. OBJETIVO Y ALCANCE

1.1 Objetivo

Mostrar los elementos y características básicas que una empresa o institución debe poseer para adoptar el sistema semi-industrial de teñido dentro de sus procesos productivos.

1.2 Alcance

El manual está basado en un prototipo del sistema semi-industrial de teñido con añil natural sólo se describen aspectos generales, requerimientos y procedimientos, así como ciertas recomendaciones sobre la utilización del mismo.

2. ASPECTOS GENERALES DEL PROTOTIPO DEL SISTEMA SEMI-INDUSTRIAL

2.1 Partes componentes

En la Tabla 1 se describen las nueve partes principales del prototipo del sistema semi-industrial de teñido con añil natural, así como las cantidades de cada una de ellas que lo conforman.

Tabla 1. Partes componentes del prototipo del sistema semi-industrial de teñido

Código	Nombre	Cantidad	Descripción
SST – 01	Tina para teñido	1	Consiste en la pieza principal del prototipo del sistema semi-industrial de teñido con añil natural, debido a que se instalará sobre ella la estructura metálica de soporte de los rodillos superiores y los rodillos inferiores con sus respectivos cojinetes. Además, la tina de teñido servirá de receptáculo para los químicos que conforman el baño de teñido.

Elaboró: Marcelino Claros y Carmen Olano	Firma:	Fecha: 2006/08/15
Revisó: Inga. Yolanda Salazar	Firma:	Fecha:



AREA: Evaluación de un Sistema Semi-industrial para el teñido a base de añil natural	Nº.
	REV 000
DOCUMENTO: Manual de operaciones del Sistema Semi-industrial de teñido a base de añil natural	Fecha:
	Página: 3 de 17

Código	Nombre	Cantidad	Descripción
SST – 02	Estructura de soporte para los rodillos superiores	2	Está formada por diversas secciones de tubo de hierro dulce galvanizado las cuales han sido soldadas para conformar una estructura rígida que soporte el peso de los rodillos superiores. Además, sobre la estructura de soporte van acopladas a través de una soldadura los cojinetes de los rodillos superiores.
SST – 03	Rodillo superior	2	Consisten en tubos de hierro dulce galvanizado sobre los cuales se les ha colocado una capa de hule para mejorar la tracción de la tela, debido a que la tela circulará durante los ciclos de teñido a través del sistema formado por los rodillos superiores e inferiores. Estos rodillos son conectados con su estructura de soporte a través de cuatro cojinetes (dos por cada rodillo superior).
SST – 04	Rodillo inferior	2	Consisten en tubos de hierro dulce galvanizado sobre los cuales se les ha colocado una capa de hule para mejorar la tracción de la tela, debido a que la tela circulará durante los ciclos de teñido a través del sistema formado por los rodillos superiores e inferiores. Estos rodillos son conectados de forma directa con la tina de teñido a través de ocho tuercas (dos por cada cojinete).
SST – 05	Cojinete	8	Es una estructura que da soporte a cada uno de los baleros a emplear en el prototipo del sistema semi-industrial (dos por rodillo, ya se a superior o inferior).
Elaboró: Marcelino Claros y Carmen Olano			Firma:
Revisó: Inga. Yolanda Salazar			Fecha: 2006/08/15
			Firma:
			Fecha:

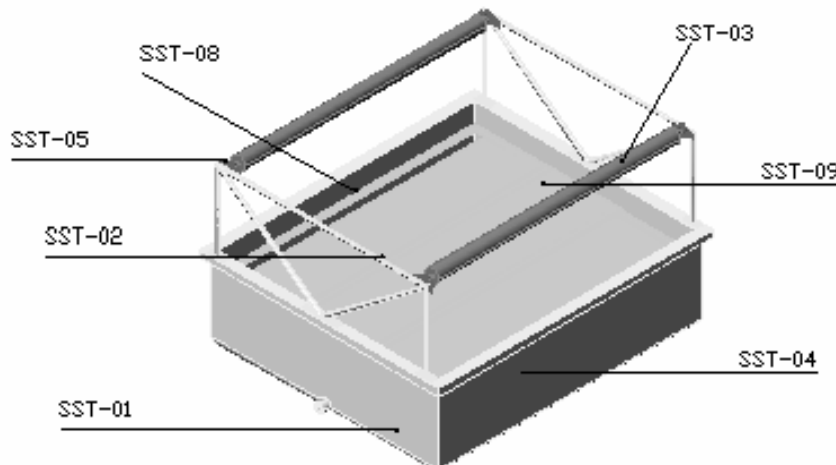


AREA: Evaluación de un Sistema Semi-industrial para el teñido a base de añil natural	Nº.
	REV 000
DOCUMENTO: Manual de operaciones del Sistema Semi-industrial de teñido a base de añil natural	Fecha:
	Página: 4 de 17

Código	Nombre	Cantidad	Descripción
SST – 06	Tornillos de cabeza hexagonal	24	Son tornillos de 1 plg. de largo y 3/8 de plg. de diámetro los cuales sirven para sujetar los baleros a los cojinetes, además de conectar de forma directa a la tina de teñido los cojinetes de los rodillos inferiores.
SST – 07	Balero sellado	8	Es un elemento mecánico que reduce la fricción entre el eje de los rodillos y los cojinetes, facilitando su desplazamiento y apoyo.
SST – 08	Tapadera lateral	2	Consiste en unas tablas de plywood recubiertas con fibra de vidrio que se colocan a cada uno de los lados de la tina para teñido.
SST – 09	Tapadera central	1	Consiste en una tabla de plywood recubierta con fibra de vidrio que posee asideros en sus extremos laterales los cuales permiten colocarla sobre el espacio que dejan las tapaderas laterales.

En la Figura 1 se presenta el isométrico del prototipo del sistema semi-industrial de teñido:

Figura 1. Prototipo del sistema semi-industrial de teñido



Elaboró: Marcelino Claros y Carmen Olano	Firma:	Fecha: 2006/08/15
Revisó: Inga. Yolanda Salazar	Firma:	Fecha:



AREA: Evaluación de un Sistema Semi-industrial para el teñido a base de añil natural	N°.
	REV 000
DOCUMENTO: Manual de operaciones del Sistema Semi-industrial de teñido a base de añil natural	Fecha:
	Página: 5 de 17

2.2 Parámetros de operación

Los parámetros de operación del prototipo del sistema semi-industrial son los siguientes:

- **Capacidad de carga:** consiste en las dimensiones (largo y ancho) recomendadas que puede poseer la tela o artículo a teñir que vaya a ser cargado en el prototipo del sistema semi-industrial de teñido, tomando en consideración la longitud de los rodillos y las distancias entre los mismos. El largo máximo recomendado que debe tener el artículo a teñir es de 5.3 m, con un ancho máximo recomendado de 1.8 m.
- **Capacidad volumétrica:** se refiere al volumen recomendado de baño de teñido que debe prepararse dentro de la tina de teñido del sistema semi-industrial; dicho volumen es de 0.87622 m³ o su equivalente que es 876.22 lt. ya que con este volumen el nivel del baño de teñido se encuentra a la mitad del ancho de los rodillos inferiores, permitiendo así un mejor uso del baño de teñido.
- **Tiempo de operación:** el sistema semi-industrial puede utilizarse de forma constante por un amplio período de tiempo siempre y cuando se controle la calidad del baño de teñido (para mayor información consultar sección 2.3 de este manual).

2.3 Puntos críticos de control

Al realizar las actividades de teñido bajo el sistema semi-industrial se deben controlar los siguientes puntos críticos:

- **Potencial de hidrogeno (pH) del baño de teñido:** este valor debe ser de 11 con una tolerancia de ± 0.30 ; este parámetro debe ser calculado antes de empezar con las actividades diarias de teñido porque da la pauta para la cantidad a agregar de soda cáustica necesaria para nivelar el pH.

Elaboró: Marcelino Claros y Carmen Olano	Firma:	Fecha: 2006/08/15
Revisó: Inga. Yolanda Salazar	Firma:	Fecha:



AREA: Evaluación de un Sistema Semi-industrial para el teñido a base de añil natural	Nº.
	REV 000
DOCUMENTO: Manual de operaciones del Sistema Semi-industrial de teñido a base de añil natural	Fecha:
	Página: 6 de 17

- *Color de baño de teñido:* el color del baño de teñido debe mantenerse en uno tono verde claro; este parámetro debe ser controlado antes de realizar las actividades diarias de teñido a través de la incorporación de hidrosulfito de sodio al baño de teñido (para mayor información consultar sección 4.2 de este manual).
- *Homogeneidad en el teñido de la tela:* este parámetro consiste en verificar que la tela que se está tiñendo posee un tono azul uniforme en todo el lienzo de la tela, es decir, no presenta secciones con un tono de azul mayor que otras, ni se observan manchas en el lienzo.

2.4 Inversión inicial requerida

La inversión inicial requerida por el prototipo del sistema semi-industrial es equivalente a US \$1728 dicho monto incluye el costo por adquisición del prototipo; dicho monto está basado en el precio de venta establecido por la empresa fabricante del prototipo (Productos Moldeados S.A. – PROMSA).

3. REQUERIMIENTOS DEL PROTOTIPO DEL SISTEMA SEMI-INDUSTRIAL

3.1. Materias primas

Para que el sistema semi-industrial trabaje de forma óptima se deben utilizar las siguientes materias primas:

- *Agua:* para la elaboración del baño de teñido se debe utilizar agua que no presente sólidos u objetos extraños como: ramas, hojas, desechos orgánicos y urbanos, además de presentar cierta claridad, todo esto con el objetivo de preparar un baño de teñido de buena calidad.
- *Artículo a teñir:* debe estar compuesta en un 100% de fibra natural vegetal o animal, ya que el añil solo puede teñir este tipo de fibra. El largo recomendado que debe tener el artículo a teñir es de 5.3 m, con un ancho recomendado de 1.8 m. Antes de teñir se debe eliminar las impurezas que traiga el artículo a teñir de fábrica que afectan en gran medida la homogeneidad en el teñido (para mayor información consultar sección 4.3 de este manual).

Elaboró: Marcelino Claros y Carmen Olano	Firma:	Fecha: 2006/08/15
Revisó: Inga. Yolanda Salazar	Firma:	Fecha:



AREA: Evaluación de un Sistema Semi-industrial para el teñido a base de añil natural	Nº.
	REV 000
DOCUMENTO: Manual de operaciones del Sistema Semi-industrial de teñido a base de añil natural	Fecha:
	Página: 7 de 17

- *Añil:* consiste en el tinte natural que se emplea para el teñido de artículos; el porcentaje de indigotina que se recomienda utilizar es del 47% debido a que es un porcentaje relativamente alto que permite obtener artículos de una buena calidad.
- *Hidrosulfito de sodio:* actúa como agente reductor dentro del baño de teñido, es decir, remueve el oxígeno para que se pueda llevar a cabo las actividades de teñido.
- *Soda cáustica:* actúa como elemento alcalino dentro del baño de teñido, es decir, aumenta el nivel de pH del baño de teñido.
- *Alcohol isopropílico industrial:* se emplea en la preparación del baño de teñido la momento de mezclar con el añil.

3.2. Espacio

El prototipo del sistema semi-industrial de teñido posee las siguientes dimensiones: ancho = 2.08 m., largo = 1.82 m. y altura = 1.25 m. las cuales se deben de tomar en cuenta al momento de ubicarlo dentro de la empresa o institución que desee implementarlo; es por ello que se presentan a continuación ciertas características que debe poseer el espacio donde se colocará el prototipo del sistema semi-industrial:

- El espacio mínimo donde se ubicará el prototipo debe cumplir con las siguientes dimensiones: ancho = 3.0 m., largo = 3.0 m. y una distancia suelo-techo de = 2.25 m. para garantizar que el encargado de las actividades de teñido pueda movilizarse de forma segura alrededor del prototipo.
- El espacio donde se colocará el prototipo del sistema semi-industrial debe poseer: una adecuada ventilación para que el ciclo de oxigenación del artículo a teñir se realice en un corto periodo de tiempo, además de evitar que se concentren los olores del baño de teñido; debe poseer un acceso a alcantarillado o a un cuerpo receptor para que al momento de drenar el baño de teñido contenido en la tina no afecte los alrededores del prototipo.

Elaboró: Marcelino Claros y Carmen Olano	Firma:	Fecha: 2006/08/15
Revisó: Inga. Yolanda Salazar	Firma:	Fecha:



AREA: Evaluación de un Sistema Semi-industrial para el teñido a base de añil natural	Nº.
	REV 000
DOCUMENTO: Manual de operaciones del Sistema Semi-industrial de teñido a base de añil natural	Fecha:
	Página: 8 de 17

- Además, el espacio debe poseer un fácil acceso a una toma de agua donde se lavarán los artículos teñidos, así como de un espacio libre para secar los artículos teñidos, ya sea a la sombra o a la luz.

3.3. Encargado de las actividades de teñido

La persona encargada de realizar las actividades de teñido con el prototipo del sistema semi-industrial debe poseer como mínimo las características mostradas en la tabla 2.

Tabla 2. Características mínimas del encargado del prototipo del sistema semi-industrial de teñido

CARACTERISTICA	DESCRIPCION
Género	Masculino o femenino, que posea todos sus miembros superiores e inferiores en perfecto estado.
Estatura	Entre 1.60 m – 1.85 m.
Nivel de educación	Tercer ciclo como mínimo
Edad	Entre 18 y 65 años
Competencias	Proactiva, dinámica y responsable.
Experiencia	Conocimiento básico sobre el proceso y mantenimiento de un baño químico de teñido con añil natural.

3.4. Higiene y seguridad ocupacional

Los aspectos de higiene y seguridad ocupacional del prototipo del sistema semi-industrial están enfocados hacia las siguientes áreas:

- Administrativa:* se refiere a los controles que el jefe del encargado de las actividades de teñido debe aplicar para verificar que se están aplicando los procedimientos adecuados para el teñido con añil natural, que el equipo de protección personal se está utilizando, es decir, que se están aplicando los controles de higiene y seguridad en el resto de áreas que están en contacto directo con el prototipo del sistema semi-industrial.

Elaboró: Marcelino Claros y Carmen Olano	Firma:	Fecha: 2006/08/15
Revisó: Inga. Yolanda Salazar	Firma:	Fecha:



AREA: Evaluación de un Sistema Semi-industrial para el teñido a base de añil natural	Nº.
	REV 000
DOCUMENTO: Manual de operaciones del Sistema Semi-industrial de teñido a base de añil natural	Fecha:
	Página: 9 de 17

- b. *Personal:* se refiere a la higiene y seguridad ocupacional alrededor del encargado de las actividades de teñido, es decir, a la utilización adecuada del equipo de protección personal asignado así como del mantenimiento de un entorno de trabajo libre de agentes que representen un riesgo para la persona.

El equipo de protección personal recomendado para el encargado del teñido con añil natural es el siguiente:

- *Delantal:* es una prenda que se ata a la cintura y que cubre la parte delantera del cuerpo para evitar manchas en las prendas de vestir.
- *Guantes de látex:* es una prenda que protege en su totalidad las manos de la persona encargada del teñido, evitando el contacto directo entre los químicos y las soluciones empleadas en el proceso de teñido con la piel.

4. PROCEDIMIENTOS DEL PROTOTIPO DEL SISTEMA SEMI-INDUSTRIAL

4.1 Elaboración del baño de teñido

Para la elaboración del baño principal del prototipo del sistema semi-industrial se deben desarrollar las siguientes actividades:

- Pesar 1 Kg. de añil natural en polvo y colocarlo en un recipiente plástico
- Agregar al añil pesado en la actividad a. 1 Lt. de alcohol etílico desnaturalizado y mezclar hasta eliminar todos los grumos de manera que quede una pasta homogénea.

Elaboró: Marcelino Claros y Carmen Olano	Firma:	Fecha: 2006/08/15
Revisó: Inga. Yolanda Salazar	Firma:	Fecha:



AREA: Evaluación de un Sistema Semi-industrial para el teñido a base de añil natural	N°.
	REV 000
DOCUMENTO: Manual de operaciones del Sistema Semi-industrial de teñido a base de añil natural	Fecha:
	Página: 10 de 17

- c. A la mezcla anterior se le agrega agua caliente en proporción 1:1 con relación al añil, es decir, se agregará 1 lt de agua caliente (± 70 °C) por cada Kg. de añil a utilizar.
- d. Mezclar hasta obtener una pasta acuosa uniforme.
- e. Calentar 10 lt. de agua hasta una temperatura entre 70- 80°C
- f. Agregar al agua caliente de la actividad (e) 0.812 kg. de soda cáustica, con el objetivo de que el baño de teñido tenga un pH de ± 11 .
- g. Mezclar hasta disolver completamente.
- h. Agregar 876.22 lt. de agua en la tina para el baño de teñido del sistema semi-industrial, con este volumen el nivel del baño de teñido se encuentra a la mitad del ancho de los rodillos inferiores, permitiendo así un mejor uso del baño de teñido.
- i. Verter las mezclas (d) y (g) en la tina para el baño de teñido y mezclar.
- j. Esperar de 10 a 20 min. antes de iniciar con las actividades de teñido

4.2 Elaboración de recargas del baño de teñido

Las recargas del baño de teñido se recomiendan hacerlas de forma diaria antes de iniciar las actividades de teñido. Las recargas del baño de teñido consisten en agregar hidrosulfito de sodio y soda cáustica para mantener la calidad del baño de teñido (para mayor información consultar sección 2.3 de este manual).

Elaboró: Marcelino Claros y Carmen Olano	Firma:	Fecha: 2006/08/15
Revisó: Inga. Yolanda Salazar	Firma:	Fecha:



AREA: Evaluación de un Sistema Semi-industrial para el teñido a base de añil natural	Nº.
	REV 000
DOCUMENTO: Manual de operaciones del Sistema Semi-industrial de teñido a base de añil natural	Fecha:
	Página: 11 de 17

Por lo general, para la elaboración de las recargas del baño de teñido del prototipo del sistema semi-industrial se deben desarrollar las siguientes actividades:

- Pesar 110 gr. de hidrosulfito de sodio y agregarlos sobre el baño de teñido.
- Pesar 30 gr. de soda cáustica, disolverlos en 0.5 lt. de agua y agregar dicho solución sobre el baño de teñido.
- Mezclar por un intervalo de 2 min.

Al agregarse estas cantidades el baño de teñido formará espuma color tornasol y presentará un color verde claro en su superficie; en caso de no darse este cambio agregar 10 gr. de hidrosulfito de sodio y mezclar hasta que sean evidentes los cambios antes mencionados.

4.3 Eliminación de impurezas en el artículo a teñir

Para eliminar las impurezas de los artículos a teñir se deben desarrollar las siguientes actividades:

- Calentar 40 lt. de agua hasta una temperatura entre 70- 80°C.
- Pesar 42 gr. de soda cáustica y agregarlos al agua de la actividad (a)
- Mezclar hasta que se disuelva por completo la soda cáustica.
- Colocar el artículo a teñir sobre la solución de agua caliente y soda cáustica, y mezclar por un período de 25 min.
- Retirar el artículo a teñir de la solución de soda cáustica y agua, y lavar con gua de grifo.

Elaboró: Marcelino Claros y Carmen Olano	Firma:	Fecha: 2006/08/15
Revisó: Inga. Yolanda Salazar	Firma:	Fecha:



AREA: Evaluación de un Sistema Semi-industrial para el teñido a base de añil natural	N°.
	REV 000
DOCUMENTO: Manual de operaciones del Sistema Semi-industrial de teñido a base de añil natural	Fecha:
	Página: 12 de 17

Al finalizar este procedimiento el artículo a teñir ya se encuentra listo para ser cargado sobre el prototipo del sistema semi-industrial.

4.4 Carga del artículo a teñir sobre el sistema semi-industrial

Para cargar el artículo a teñir sobre el prototipo del sistema semi-industrial se deben desarrollar las siguientes actividades:

- a. Colocar artículo a teñir sobre los rodillos superiores (ver Figura 2)

Figura 2. Colocación de artículo a teñir sobre rodillos superiores



- b. Extender artículo a teñir en todo su ancho sobre los rodillos superiores (ver Figura 3).

Elaboró: Marcelino Claros y Carmen Olano	Firma:	Fecha: 2006/08/15
Revisó: Inga. Yolanda Salazar	Firma:	Fecha:



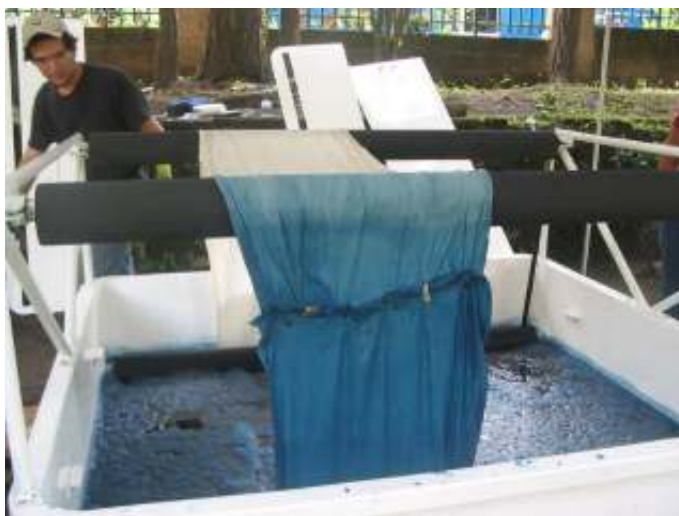
AREA: Evaluación de un Sistema Semi-industrial para el teñido a base de añil natural	N°.
	REV 000
DOCUMENTO: Manual de operaciones del Sistema Semi-industrial de teñido a base de añil natural	Fecha:
	Página: 13 de 17

Figura 3. Extensión del artículo a teñir sobre los rodillos superiores.



- c. Unir ambos extremos del artículo a teñir con sujetadores de madera (ver figura 4).

Figura 4. Sujeción del artículo a teñir.



Elaboró: Marcelino Claros y Carmen Olano	Firma:	Fecha: 2006/08/15
Revisó: Inga. Yolanda Salazar	Firma:	Fecha:



AREA: Evaluación de un Sistema Semi-industrial para el teñido a base de añil natural	Nº.
	REV 000
DOCUMENTO: Manual de operaciones del Sistema Semi-industrial de teñido a base de añil natural	Fecha:
	Página: 14 de 17

La realización de este procedimiento permite dar inicio con las actividades de teñido del prototipo del sistema semi-industrial.

4.5 Operación del sistema semi-industrial

Este procedimiento consiste en girar la manivela conectada a uno de los rodillos superiores en el sentido de las agujas del reloj de forma lenta y constante por un período que puede variar desde 20 mn. a 1 hr. manteniendo siempre un control visual sobre la homogeneidad del artículo teñido y de la calidad del baño de teñido (ver Figura 5).

Figura 5. Realización de las actividades de teñido.



4.6 Descarga del artículo teñido bajo el sistema semi-industrial

Para descargar el artículo teñido del prototipo del sistema semi-industrial se deben desarrollar las siguientes actividades:

Elaboró: Marcelino Claros y Carmen Olano	Firma:	Fecha: 2006/08/15
Revisó: Inga. Yolanda Salazar	Firma:	Fecha:



AREA: Evaluación de un Sistema Semi-industrial para el teñido a base de añil natural	N°.
	REV 000
DOCUMENTO: Manual de operaciones del Sistema Semi-industrial de teñido a base de añil natural	Fecha:
	Página: 15 de 17

- a. Quitar todos los sujetadores de madera que se encuentran en el punto de unión del artículo teñido (ver Figura 6).

Figura 6. Remoción de sujetadores de madera.



- b. Remover el artículo teñido de la tina del prototipo del sistema semi-industrial (ver Figura 7).

Figura 7. Remoción de artículo teñido del sistema semi-industrial



Elaboró: Marcelino Claros y Carmen Olano	Firma:	Fecha: 2006/08/15
Revisó: Inga. Yolanda Salazar	Firma:	Fecha:



AREA: Evaluación de un Sistema Semi-industrial para el teñido a base de añil natural	Nº.
	REV 000
DOCUMENTO: Manual de operaciones del Sistema Semi-industrial de teñido a base de añil natural	Fecha:
	Página: 16 de 17

- c. Colocar artículo teñido en recipiente de plástico y lavar con agua de grifo (ver Figura 8).

Figura 8. Limpieza de artículo teñido



- d. Colocar artículo teñido en el área de secado (ver Figura 9).

Figura 9. Secado de artículos teñidos.



Elaboró: Marcelino Claros y Carmen Olano	Firma:	Fecha: 2006/08/15
Revisó: Inga. Yolanda Salazar	Firma:	Fecha:



AREA: Evaluación de un Sistema Semi-industrial para el teñido a base de añil natural	Nº.
	REV 000
DOCUMENTO: Manual de operaciones del Sistema Semi-industrial de teñido a base de añil natural	Fecha:
	Página: 17 de 17

4.7. Recopilación de datos del prototipo del sistema semi-industrial

Este procedimiento consiste en el control y registro que se debe llevar de todos los datos históricos acerca de la puesta en marcha del prototipo del sistema semi-industrial; dicho control deberá hacerse de forma diaria para poder determinar la cantidad de materiales que fue utilizado en una jornada de trabajo; los aspectos a controlar son:

- pH inicial y final del baño de teñido
- Cantidad de añil, soda cáustica e hidrosulfito de sodio utilizado en la jornada laboral
- Peso del artículo a teñir y peso del artículo teñido
- Tiempo de inicio y finalización de las actividades de teñido
- Observaciones generales acerca de las cargas de teñido.

En la Tabla 3 se presenta el formato en que se debe llevar el control de los insumos

Tabla 3. Tabla de recopilación de datos del prototipo del sistema semi-industrial

TABLA DE RECOPIACIÓN DE DATOS DEL PROTOTIPO DEL SISTEMA SEMI-INDUSTRIAL DE TEÑIDO		
Fecha: ____/____/____		
Número de cargas de teñido realizadas durante la jornada laboral: _____		
Carga de teñido ____ de ____		
Tipo de tela del artículo a teñir: _____		
pH inicial del baño de teñido: _____		
pH final del baño de teñido: _____		
Añil utilizado: _____ kg.		
Hidrosulfito de sodio: _____ kg.		
Soda cáustica: _____ kg.		
Peso del artículo a teñir: _____ kg.		
Peso del artículo teñido: _____ kg.		
Tiempo de inicio: ____ : ____ : ____		
Tiempo de finalización: ____ : ____ : ____		
Observaciones generales: _____		

Elaboró: Marcelino Claros y Carmen Olano	Firma:	Fecha: 2006/08/15
Revisó: Inga. Yolanda Salazar	Firma:	Fecha:



VIII. CONCLUSIONES

Al finalizar las evaluaciones técnicas, económicas, ambientales y organizacionales desarrolladas al prototipo del sistema semi-industrial de teñido a base de añil natural, así como la investigación y documentación de los procesos artesanales de teñido con añil natural se concluye que la hipótesis planteada es válida debido a que:

- El prototipo es factible técnicamente porque se demostró a través de las evaluaciones que posee la capacidad para teñir una mayor cantidad de kilogramos de tela teñida por hora manteniendo siempre un uso racional de los insumos empleados en la preparación del baño de teñido.
- El prototipo es factible económicamente ya que los costos por kilogramos calculados con datos parciales son menores que los de los demás sistemas en estudio; así mismo, el análisis financiero muestra que el prototipo es rentable porque su inversión inicial se recupera a mediano plazo, además de una mayor retribución por cada dólar americano invertido.
- El prototipo es factible ambientalmente ya que genera una menor cantidad de desechos sólidos y líquidos totales y por kilogramo de tela teñida en comparación con los sistemas artesanales; además, los valores de los parámetros del análisis químico realizado a la muestra simple de agua residual del prototipo resultaron estar entre los valores máximos permisibles conforme a la normativa *“Norma para regular calidad de aguas residuales de tipo especial descargadas al alcantarillado sanitario”* de El Salvador, vigente a partir del 1 de enero de 2005.
- El prototipo es factible desde el aspecto organizacional porque es fácilmente adoptable por los procesos productivos de los artesanos salvadoreños, debido a que el tiempo que se necesitaría para capacitar a



los empleados que estarán a cargo de las actividades del teñido del prototipo del sistema semi-industrial es igual a una jornada de trabajo.

- A través de la comparación de los análisis FODA del prototipo del sistema artesanal de teñido y el de la industria de teñido artesanal con añil natural se determinó que las fortalezas del prototipo son mayores que las del sistema artesanal con oportunidades y amenazas similares; el único aspecto del prototipo del sistema de teñido a tomar en consideración es la dificultad para la obtención de un teñido homogéneo y en la aplicación de diversas técnicas de resistencia para el diseño de artículos a teñir, lo cual está sujeto a futuras modificaciones para la mejora de su desempeño.

IX. RECOMENDACIONES

Al finalizar las evaluaciones al prototipo del sistema semi-industrial de teñido se determinaron las siguientes áreas técnicas de oportunidad:

- Es conveniente efectuar una evaluación del rendimiento del sistema semi-industrial cuando se le ha aplicado al artículo a teñir alguna técnica de resistencia.
- Se deben rediseñar las tapaderas de la tina que contiene el baño de teñido químico con añil natural del sistema semi-industrial para disminuir la oxigenación generada por el contacto con el ambiente.
- Se debe considerar la implementación de un sistema que permita un tiempo uniforme de oxigenado e inmersión de la tela en el baño de teñido para así controlar los ciclos de oxigenación-inmersión y lograr un teñido homogéneo.
- Se debe considerar un mejor método de sujeción de la tela a la hora de teñir.



- Se debe analizar la conveniencia de la realización de un estudio cuyo objetivo sea determinar la capacidad máxima de teñido de tela que posea el sistema semi-industrial.

X. FUENTES DE INFORMACIÓN

➤ Bibliográficas:

- Arenas Echeverria, Claudia Raquel, *Documentación de resultados del teñido con añil en fibras naturales considerando factores de rendimiento y control de calidad en el proceso de tinción para la Asociación de Añileros de Cabañas (ASañICA)*, San Salvador, El Salvador, 2004.
- Asociación Cultural KOUKI, *Material de apoyo para el curso “Teñido Añil”*, Paris, Francia, 1998.
- De Hernández, Ana María, *Capacitación sobre el Teñido con Añil*, Chalatenango, El Salvador, 2003.
- Proyecto “Asesoría, capacitación y asistencia técnica para el sector añilero de El Salvador”, *Curso/Taller: Cultivo y Procesamiento del Añil*, San Salvador, El Salvador, 2002.
- Lima, Ana y Orellana, Sara, *“Optimización de la extracción del colorante de la planta de añil para su utilización en la Industria”*, San Salvador, El Salvador, 2002.
- Blandón, Eduardo y Garza, Salvador, *“Diseño y puesta en marcha de una planta agroindustrial piloto para el procesamiento del añil”*, consultoría A21a del “Proyecto Fomento de la Competitividad de las Empresas Rurales del Maraón y Añil en El Salvador-OEA-SEDI-AICD/IICA/MINEC”, El Salvador, 2004.
- Reglamento Especial de Aguas Residuales de El Salvador, 2000.
- Diccionario de la Lengua Española, vigésima segunda edición, 2001.
- Norma de Aguas Residuales para Descarga a Cuerpo Receptor de El Salvador (elaborado por CONACYT) 2005.



- Mardoqueo González, José, *“Guía Técnica: Cultivo de jiquilite (Indigofera spp.) en El Salvador”*, Antiguo Cuzcatlan, La Libertad, El Salvador, 2005.
 - Meigs, Robert F., *“Contabilidad: La Base para las Decisiones Gerenciales”*, México, McGraw Hill, 2004.
 - Apuntes de la Maestría en Administración de Empresas de la Universidad Centroamericana José Simeón Cañas del Ing. Luis Eduardo Tobar.
- Profesionales:
- Entrevistas con Ing. Carolina Rivas, encargada del *“Proyecto Fomento de la Competitividad de las Empresas Rurales del Maraón y Añil en El Salvador”*.
 - Entrevista con Ing. Raúl Pineda, miembro de AZULES.
 - Entrevistas con Lic. Julio Ernesto Sigüenza Tobar, Lic. en Economía y Negocios, Gerente de inversión de Techsolutions (www.techsolutionsla.com).
- Electrónicas:
- <http://www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/ger/estoesfoda.htm>*
 - <http://www.monografias.com/trabajos14/calidadtotal/calidadtotal.shtml>*
 - <http://www.monografias.com/trabajos15/hipotesis/hipotesis.shtml>*
 - <http://www.escribimos.com/hipotesis.htm>*
 - <http://www.lcc.uma.es/tea/cap8/h8-5.html>**
 - <http://pdf.rincondelvago.com/indicadores-financieros.html>**
 - <http://www.gestiopolis.com/canales/financiera/articulos/27/mpri.htm>**
 - <http://www.agronegocios.gob.sv/calculo/calculos.htm>**
 - <http://www.gestiopolis.com/canales/financiera/articulos/26/bc.htm>**
 - http://www.conamype.gob.sv/phpcom/sector_mype/informacion_sobre_sector_mype.htm***
- * Consultadas el día 26/11/2005.
- **Consultada el día 20/12/2005.
- ***Consultada el día 16/03/2006



IX. SIGLAS

- *ANDA*: Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados.
- *AZULES*: Asociación de Añileros de El Salvador.
- *BCIE*: Banco Centroamericano de Integración Económica
- *CIF*: Costos indirectos de Fabricación.
- *CONAMYPE*: Consejo Nacional para la Micro y Pequeña Empresa.
- *IICA*: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.
- *JICA*: Japan International Cooperation Agency (Agencia de Cooperación Internacional del Japón)
- *MAG*: Ministerio de Agricultura y Ganadería de El Salvador.
- *OEA*: Organización de Estados Americanos.
- *PYME*: Pequeña y Mediana Empresa.
- *SSAM*: Sustancias Activas al Azul de Metileno.

X. ABREVIATURAS

- cm= centímetro (s)
- h= hora(s)
- kg=kilogramo
- m = metro(s)
- mg/L = miligramos por litro
- mL/L = mililitros por litro
- min=minuto(s)
- mL = miliLitro
- mz=manzana
- TBS = 1 U.S. Tablespoon = 15mL
- °C = Grado(s) centígrado(s)

XI. GLOSARIO

- *Agua Residual de tipo Especial*: Agua residual generada por actividades agroindustriales, industriales, hospitalarias y todas aquellas que no se consideran de tipo ordinario.



- *Añil*: colorante que se extrae de la planta llamada “jiquilite” o “xiuquilitl” que significa “hierba que pinta de azul” (xiuhuite: azul y quilitlel: hierba)
- *Añil natural*: término utilizado para diferenciar el añil obtenido de obrajes tradicionales del añil sintético o artificial que se obtiene de laboratorios.
- *Baño*: término utilizado para definir al líquido con el que se tiñen los artículos, el cual está formado en su mayoría de: agua, hidrosufito de sodio, soda cáustica y añil.
- *Cal*: óxido de calcio. Sustancia alcalina de color blanco o blanco grisáceo que, al contacto del agua, se hidrata o se apaga, con desprendimiento de calor, y, mezclada con arena, forma la argamasa o mortero. Nombre con que se designan diversas formas del óxido de calcio y algunas de las sustancias en que este interviene o que se obtienen a partir de él.
- *Ciclos de teñido*: proceso a través del cual un artículo es sumergido dentro del baño de teñido y oxigenado afuera del mismo por ciertos periodos de tiempo.
- *Corridas*: término utilizado para hacer referencia a los periodos de análisis y evaluación del funcionamiento del sistema de teñido.
- *Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅)*: consiste en la cantidad de oxígeno en miligramos por litros necesarios para degradar la materia orgánica biodegradable presente en una muestra de agua.
- *Demanda Química de Oxígeno (DQO)*: es la cantidad de oxígeno expresado en miligramos por litro consumido por las materias oxidables en las condiciones de ensayo, contenidas en 1 litro de agua, no representa lo que realmente ocurre en la naturaleza y por sobre todo no hace una distinción entre sustancias biodegradables y no degradables.



- *Dureza de la prenda*: término utilizado por los artesanos para hacer referencia a la aspereza o rigidez de la prenda que se ha teñido con añil natural a través de un baño químico.
- *Grasas y Aceites*: Son ésteres (un alcohol más un ácido) que son insolubles en agua y menos densas que ella. Se disuelven en otros disolventes como la nafta, el éter, el benceno, el tetracloruro de carbono y el cloroformo.
- *Hipótesis*: suposición de algo posible o imposible para sacar de ello una consecuencia.
- *Indigotina*: colorante azul, presente de forma natural en el arbusto *Indigofera tinctoria, suffructicosa o guatemalensis*, aunque comercialmente es producido de manera sintética.
- *Microempresa*: toda unidad económica que tiene hasta 10 ocupados y ventas anuales hasta el equivalente de 476.2 salarios mínimos urbanos. Se excluyen las unidades económicas dedicadas a las actividades del sector agropecuario.
- *Obraje*: infraestructura utilizada para la extracción del añil del jiquilite, la cual consta de 3 pilas, una de fermentación, de oxigenación y de filtrado, en donde el tiempo de desarrollo de cada etapa dependerá de los conocimientos y habilidades del puntero.
- *Parámetro*: dato o factor que se toma como necesario para analizar o valorar una situación.
- *Pequeña empresa*: toda unidad económica que tiene hasta cincuenta ocupados y que sus ventas anuales son hasta el equivalente a 4,762 salarios mínimos urbanos, excluyendo aquellas que tienen ventas anuales menores al equivalente de 476.2 salarios mínimos con 10 ó menos ocupados.
- *Perenne*: continuo, incesante, que no tiene intermisión. Que vive más de dos años.



- *Pigmentación*: acción y efecto de pigmentar.
- *Pigmentar*: dar de color a una cosa o teñirla. Producir coloración anormal y prolongada en la piel y otros tejidos, por diversas causas.
- *Potencial de Hidrógeno (pH)*: este concepto se utiliza para medir la concentración de hidrógeno en un líquido, a través de indicadores como papeles indicadores o pH-ímetros los cuales reaccionan con ciertos valores de pH produciendo cambios de color. El pH neutro se sitúa en el 7,0 de la escala de los indicadores, debajo de este número se ubican los ácidos y por encima de este valor los más alcalinos.
- *Prototipo*: ejemplar original o primer molde en que se fabrica una figura u otra cosa.
- *Puntero*: especialista empírico del proceso de extracción de añil.
- *Pequeña y Mediana Empresa (PYME)*: Tipo de empresas con un número reducido de trabajadores, y cuya facturación es moderada. Por lo general se excluye a toda empresa transnacional.
- *Sistema*: conjunto de reglas o principios sobre una materia racionalmente enlazados entre sí. Conjunto de cosas que relacionadas entre sí ordenadamente contribuyen a determinado objeto.
- *Sistema Industrial*: sistema o actividad en la cual se han aplicado procedimientos industriales con un alto grado de desarrollo tecnológico en donde poseen un número elevado de actividades tecnificadas. La intervención del ser humano dentro de estos sistemas es mínima ya que la mayoría de actividades son realizadas por máquinas.



- *Sistema Semi Industrial*: consiste en un sistema parcialmente industrial, es decir, es todo aquel sistema en donde el ser humano interviene en una porción considerable pero se auxilian de ciertas máquinas (por lo general no son de última tecnología) que les facilitan la realización de sus actividades.
- *Soda Cáustica*: el hidróxido sódico (NaOH) o hidróxido de sodio, también conocido como sosa cáustica o soda cáustica, es un hidróxido cáustico usado en la industria (principalmente como una base química) en la fabricación de papel, tejidos, y detergentes. A temperatura ambiente, el hidróxido de sodio es un sólido blanco cristalino sin olor que absorbe humedad del aire. Es una sustancia manufacturada. Cuando se disuelve en agua o se neutraliza con un ácido libera una gran cantidad de calor que puede ser suficiente como para encender materiales combustibles. El hidróxido de sodio es muy corrosivo. Generalmente se usa en forma sólida o como una solución de 50%.
- *Solidez*: termino utilizado para definir la calidad del teñido al hacer referencia al hecho de que los artículos teñidos con añil no se decoloran por la acción de la luz solar, por lavarlo o por entrar en contacto con otros cuerpos (roce).
- *Sólidos sedimentables (Ssed)*: partículas que se encuentran en un volumen determinado de líquido que se depositarán por gravedad.
- *Sólidos suspendidos totales (SST)*: cantidad de partículas flotantes o suspendidas en la columna de agua que pueden ser separadas del líquido por medio de medios físicos como la filtración.
- *Teñido*: acción y efecto de teñir.
- *Teñido plano*: término utilizado para referirse a un artículo teñido sobre el cual no se le ha aplicado ninguna técnica de diseño, únicamente se le realizan los ciclos de teñido.



-
- *Teñir*: dar cierto color a una cosa, encima del que tenía. Dar a algo un carácter o apariencia que no es el suyo propio, o que lo altera.