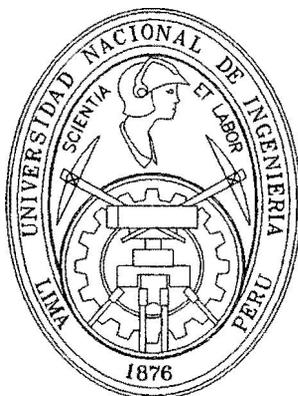


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y MANUFACTURERA



PROYECTO DE TESIS:

**“PROYECTO DE UNA PEQUEÑA EMPRESA
DEDICADA AL TEÑIDO DE BOBINAS Y REENCINTADO
DE CINTAS PARA IMPRESORAS”**

PRESENTADO POR:

BACHILLER RAUL TRINIDAD JACINTO HERRERA

CODIGO 831425I

PROMOCIÓN 93-I

LIMA, JULIO DEL 2001

AGRADECIMIENTO

Mi sincero agradecimiento a los Ingenieros: Julia Salinas, Walter Zaldívar y Ubaldo Apaza; sin cuyo apoyo y valiosos consejos no hubiera sido posible plasmar este trabajo.

Asimismo, mi agradecimiento a la plana docente de la Facultad de Ingeniería Química y Manufacturera, Alma Mater, por su constante forja de profesionales al servicio del país.

DEDICATORIA

A mis abuelos, in memoriam.

A mi madre, esposa e hijos.

ÍNDICE

ÍNDICE

CAPITULO I	05
1.0 Introducción	05
CAPÍTULO II	07
2.0 Fundamento Teórico I - Sistemas de Impresión y Métodos de Secado	07
2.1 Sistemas de Impresión Convencionales	07
2.2 Sistemas de Impresión para Impresoras de Computadora.	08
2.2.1 Impresión Matricial	08
2.2.2 Impresión por Inyección de Tinta	10
2.2.3 Impresión Láser	11
2.3 Métodos de Secado	12
CAPÍTULO III	16
3.0 Fundamento Teórico II - Tintes y Pigmentos	16
3.1 Tintes y Pigmentos	18
3.1.1 Tintes	18
3.1.2 Pigmentos	19
3.1.3 Clasificación de Tintes y Pigmentos	23
3.1.3.1 Tintes y Pigmentos Azo	23
3.1.3.2 Tintes y Pigmentos Trifenilmetánicos ..	25
3.1.3.3 Tintes y Pigmentos Antraquinónicos ...	27
3.1.3.4 Tintes y Pigmentos Vat	29

3.1.3.5	Tintes y Pigmentos Ftalocianínicos	30
3.1.4	Tintas de Impresión	32
3.2	Vehículos y Aditivos para Tinta	33
3.2.1	Propiedades Físico-Químicas:	
	Viscosidad, Tack y Tixotropía	34
3.2.2	Barnices y Aceites Secantes	36
3.2.2.1	Aceites Secantes	37
3.2.2.2	Aceites Semi-Secantes	38
3.2.2.3	Aceites No-Secantes	38
3.2.3	Resinas, Aglutinantes y Solventes	39
3.2.4	Solubilidad de Resinas en Aceites y Solventes	42
3.2.5	Aditivos para Tintas	43
3.2.5.1	Secantes	44
3.2.5.2	Aditivos Anti-Skinning	44
3.2.5.3	Ceras y Talco	45
3.2.5.4	Barnices Extensores y Adelgazadores	46
3.2.5.5	Gomas de Cuerpo y Barnices Viscosos	47
3.2.5.6	Acortadores y Alargadores	47
3.2.5.7	Compuestos Anti-Espumantes	49
3.3	Físico-Química de las Tintas de Impresión	49
3.3.1	Cambios de Color	49
3.3.1.1	Efecto de Álcalis y Ácidos	50
3.3.1.2	Efecto de Reducción y Oxidación	

	Química	50
3.3.1.3	Efecto de la Luz	53
3.3.1.4	Secantes	53
3.3.1.5	Cambios de Color por Alotropía	54
3.3.2	Sangrado y Manchado	54
3.3.3	Sublimación	56
3.3.4	Color	57
3.3.5	Opacidad	58
3.4	Procedimientos de Prueba	58
3.4.1	Pruebas sobre Pigmentos	58
3.4.2	Pruebas sobre Tintes Solubles	60
3.4.3	Pruebas sobre Barnices y Tintas	61
CAPÍTULO IV	63
4.0	Fundamento Teórico III - Físico-Química del Teñido	63
4.1	Medición de Concentración en Tintes	63
4.1.1	Las Leyes de la Absorción de la Luz	64
4.1.2	Variación de la Absorción de Luz con la Longitud de Onda	66
4.1.3	Estimación de Tintes en Baños Tintoriales	68
4.1.3.1	Tintes Solubles en Agua	68
4.1.3.2	Tintes Insolubles en Agua	68
4.1.4	Estimación de Mezclas de Tintes en Solución Binaria	70
4.1.5	Estimación de Tintes en la Fibra	72

4.1.5.1	Métodos de Solución	72
4.1.5.2	Estimación Colorimétrica Directa	73
4.2	Equilibrio en el Teñido	73
4.2.1	Estudio Experimental del Equilibrio	73
4.2.2	Medición del Equilibrio - Isotermas de Adsorción	78
4.2.3	Estudio Teórico del Equilibrio	80
4.2.3.1	Potencial Químico	80
4.2.3.2	Actividad de los Tintes en Solución	83
4.2.3.3	Actividad de los Tintes en la Fibra	84
4.2.3.4	Calor del Teñido	86
4.2.3.5	Entropía del Teñido	87
4.3	Cinética del Teñido	87
4.3.1	Difusión de Tintes dentro de la Fibra	88
4.3.2	Velocidad del Teñido	89
4.3.3	Nivelamiento de los Tintes	91
4.3.4	Efecto de la Temperatura	91
4.4	Teñido de Fibras Poliamídicas	92
4.4.1	La Fibra de Nylon	92
4.4.2	Teñido de la Fibra de Nylon con Tintes Dispersos ...	96
4.4.3	Teñido del Nylon con Tintes Ácidos	97
4.4.4	Teñido del Nylon con otros Tintes	98
4.4.4.1	Tintes Rayon Acetato de Celulosa Solubles en Agua	98

4.4.4.2	Tintes de Algodón Directos	99
4.4.4.3	Tintes Vat	100
4.4.4.4	Tintes Azoícos	101
4.4.4.5	Tintes al Cromo	102
CAPÍTULO V	104
5.0	Reprocesado de Cartuchos para Cintas de Impresora	104
5.1	Caracterización de los Cartuchos de Cinta	104
5.2	Operación de Reencintado de Cartuchos de Cintas	105
5.2.1	Cartuchos tipo Epson	105
5.2.2	Cartuchos tipo Panasonic	106
5.2.3	Otros Cartuchos	107
5.2.4	Producción de Bobinas	108
5.2.5	Control de Calidad	110
CAPÍTULO VI	112
6.0	Proyecto Experimental: Teñido de Bobinas de Nylon	112
6.1	Diseño y Selección de la Maquinaria de Teñido	112
6.1.1	Principios del Diseño	112
6.1.2	Máquinas de Teñido Basadas en el Principio: "Movimiento del Material a través del Baño Tintorial"	113
6.1.3	Diseño y Selección de Maquinaria	114
6.2	Caracterización de Materias Primas	115
6.2.1	Especificaciones de la Cinta de Nylon sin Entintar ...	115
6.2.2	Especificaciones de la Tinta para Entintar	117

6.3	Selección de Proveedores de Materia Prima.....	118
6.3.1	Bobinas sin Teñir	118
6.3.2	Tintas para Entintado	119
6.3.3	Estructura de Costos de Importación	119
6.4	Parámetros para el Diseño del Proceso de Teñido de Bobinas	120
6.5	Diseño del Equipo de Proceso	121
6.6	Corrida Experimental: Teñido de Bobinas	122
6.7	Control de Calidad	122
CAPÍTULO VII	123
7.0	Evaluación Económico-Financiera del Establecimiento de una Microempresa dedicada al Teñido de Bobinas y Reencintado de Cartuchos de Cinta para Impresoras	123
7.1	Introducción - Mercado de Impresoras	123
7.2	Objetivos	124
7.3	Presupuesto de Ingresos y Costos	124
7.3.1	Programa de Producción	124
7.3.2	Presupuesto de Ingresos por Ventas	124
7.3.3	Detalles de Estructura de Costos/Gastos/Impuestos	125
7.3.4	Presupuesto de Costos de Producción	125
7.3.5	Presupuesto de Gastos de Administración y Ventas	125
7.3.6	Presupuesto de Gastos Financieros	125
7.4	Evaluación Económico-Financiera	125

CAPÍTULO VIII	132
8.0 Impacto Ambiental	132
8.1 Principios Básicos del Descarte de Insumos Químicos	132
8.2 Disposición de Residuos del Anteproyecto	133
CAPÍTULO IX	135
9.0 Higiene y Seguridad Industrial	135
9.1 Herramientas de Higiene y Seguridad Industrial	135
9.2 Tópicos de Seguridad Seleccionados para el Anteproyecto	138
CAPÍTULO X	139
10.0 Conclusiones	139
CAPÍTULO XI	145
11.0 Recomendaciones	145
CAPÍTULO XII	147
12.0 Resumen	147
CAPÍTULO XIII	148
13.0 Bibliografía	148
CAPÍTULO XIV	150
14.0 Anexos	150
CAPÍTULO XV	181
15.0 Glosario	181

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.0 Introducción

En la actualidad, el incremento constante en el uso de computadoras, a nivel de grandes, medianas y pequeñas empresas, así como de usuarios personales ha llevado al uso masivo de impresoras. Dentro de estas, las impresoras denominadas de matriz de puntos han captado un gran segmento del mercado por su velocidad de impresión en modo texto y el alto rendimiento de sus insumos (cintas para impresora). Bajo este marco conceptual surge la idea de reciclar (reprocesar o re-encintar) los cartuchos vacíos de cintas para impresoras de las marcas más populares de impresoras, debido al alto costo de los insumos provenientes del fabricante original.

El proceso del reencintado de los cartuchos originales con cinta denominada compatible ha probado ser una actividad económicamente rentable, siempre y cuando los cartuchos re-encintados cumplan con el rol funcional de uno nuevo, esto es,

brindar al usuario una calidad de impresión y duración semejante al cartucho original.

Se ha dedicado parte del estudio a diseñar un proceso de teñido de bobinas de cinta nylon (base de las cintas compatibles), de modo que se pueda suplir con eficiencia al insumo utilizado en la actualidad (proveniente de importación). Esto nos daría un insumo de calidad a un costo comparativamente más bajo y por ende permitiría ampliar el segmento de mercado a cubrir.

Se considera como mercado a la ciudad de Lima, aún cuando se proyectará la venta a provincias, para cuantificar las posibilidades de participación en el mercado; puesto que este estará definido en función a la cantidad y tipo de impresoras existentes, así como a la aceptación que muestre el usuario a los cartuchos re-encintados.

La conjunción de los aspectos técnicos de la tinta, el teñido, y el proceso de reencintado, ayudará a formular el diseño de una microempresa dedicada al reproceso de cartuchos para cintas de impresora ubicada en la ciudad de Lima.

La terminología técnica usada está detallada en el glosario, las palabras que tienen un significado particular para el trabajo llevan un superíndice, el cual indica la página donde se encuentra la definición relativa al anteproyecto.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTO TEÓRICO I -

SISTEMAS DE IMPRESIÓN Y MÉTODOS DE SECADO

2.0 Fundamento Teórico I - Sistemas de Impresión y Métodos de Secado

2.1 Sistemas de Impresión Convencionales

Se hace una breve revisión de los sistemas convencionales de impresión, con el objeto de poder clasificar los sistemas de impresión para impresoras de computadora inherentes al anteproyecto. Entre estos tenemos:

Sistema Tipográfico

El sistema tipográfico de impresión es también conocido como tipografía^[181], aún cuando existe una ligera distinción entre los dos. La impresión flexográfica es esencialmente una forma tipográfica de impresión pero no está clasificada como tipografía.

Sistema Intaglio^[179]

También conocido como impresión por grabación, si esta se hace en una prensa rotatoria, el proceso es conocido como

rotograbado^[180]. La ventaja de este sistema es que existe un gran contraste entre las dos películas de tinta resultantes, las cuales difieren en espesor de película.

Sistema Planográfico

La impresión planográfica se realiza en una superficie plana. La idea básica es tener dos áreas en la placa las cuales son muy diferentes en naturaleza: un área debe recibir la tinta de impresión y la otra no. Cuando esta placa es presionada contra una hoja de papel, la tinta imprime en las áreas seleccionadas.

Sistema Stencil

En el sistema stencil, este se prepara de modo que ciertas áreas permitan que la tinta pase a través de estas, mientras que otras están diseñadas para bloquear la tinta y prevenir la impresión. Sus aplicaciones son: la serigrafía y el mimeógrafo. Estas difieren en la manera de hacer el stencil, en las tintas usadas y en los métodos de secar las películas de tinta.

2.2 Sistemas de Impresión para Impresoras de Computadora.

2.2.1 Impresión Matricial

La impresión matricial es tipográfica en su principio. La tinta está en ambas caras de la cinta entintada, cuando los pines de la impresora golpean a esta. Sin embargo, es la tinta del lado opuesto al de los pines del cabezal de

impresión la que es transferida al papel. Estos pines producen un área localizada de tinta, lo cual hace al proceso similar a la impresión por tipografía. La cinta de nylon actúa como fuente y medio de transporte de la tinta. A fin de producir una impresión regular, la cinta es móvil de modo que los pines del cabezal hagan contacto siempre con áreas entintadas nuevas.

Propiedades de la Tinta para Impresión Matricial

Es necesario que la cinta esté adecuadamente entintada. Si está sobrecargada de tinta, la impresión resultante será grasosa, pobre en secado y de apariencia manchada. Si está deficientemente cargada de tinta, la cinta producirá áreas débilmente coloreadas y pronto se agotará.

A fin de que el vehículo pueda ser capaz de hacer pasar el pigmento^[180] al papel por penetración, debería estar presente una mínima cantidad de pigmento. Así, es deseable una baja razón pigmento-vehículo. Esto hace imperativo la selección de un pigmento de alta fuerza colorante. La tinta seca por penetración en el papel, lo cual no produce impresiones nítidas.

Cinta Entintada^[178]

La cinta entintada negra tiene una larga vida relativa, debido a que la cinta contiene al tinte soluble y el pigmento

impresión la que es transferida al papel. Estos pines producen un área localizada de tinta, lo cual hace al proceso similar a la impresión por tipografía. La cinta de nylon actúa como fuente y medio de transporte de la tinta. A fin de producir una impresión regular, la cinta es móvil de modo que los pines del cabezal hagan contacto siempre con áreas entintadas nuevas.

Propiedades de la Tinta para Impresión Matricial

Es necesario que la cinta esté adecuadamente entintada. Si está sobrecargada de tinta, la impresión resultante será grasosa, pobre en secado y de apariencia manchada. Si está deficientemente cargada de tinta, la cinta producirá áreas débilmente coloreadas y pronto se agotará.

A fin de que el vehículo pueda ser capaz de hacer pasar el pigmento^[180] al papel por penetración, debería estar presente una mínima cantidad de pigmento. Así, es deseable una baja razón pigmento-vehículo. Esto hace imperativo la selección de un pigmento de alta fuerza colorante. La tinta seca por penetración en el papel, lo cual no produce impresiones nítidas.

Cinta Entintada^[178]

La cinta entintada negra tiene una larga vida relativa, debido a que la cinta contiene al tinte soluble y el pigmento

de alta fuerza colorante. Una cinta entintada negra puede prepararse con negro de humo y tinte nigrosine como colorantes. El vehículo incluye ácido oléico para disolver al nigrosine.

Una ventaja adicional de tener un material colorante con base oléica en la tinta, es el hecho de que el oleato puede fácilmente migrar de las áreas no usadas de la cinta de nylon a las áreas usadas. La tinta está sujeta a atracción capilar de las fibras y esto ayuda a mantener la cinta regularmente entintada. La cinta finalmente debe ser reemplazada, debido a que el continuo golpe de los pines del cabezal desgasta la superficie del nylon.

2.2.2 Impresión por Inyección de Tinta

Las impresoras de inyección de tinta poseen un cabezal de impresión que se desplaza sobre unos soportes, unido al cabezal se desplaza también el cartucho de tinta. Este tipo de impresión tiene las siguientes características:

- Cada agujero del cabezal de impresión cuenta con una micro resistencia que se encarga de calentarlo durante una millonésima de segundo, hasta superar los 482 °C.
- Cuando la tinta hierve, forma una pequeña burbuja de vapor. A medida que esta se expande, impulsa la tinta a

través del agujero del cabezal de impresión. La burbuja supera la tensión superficial de la tinta y expulsa una burbuja contra el papel, el volumen de tinta equivale a la millonésima parte de una gota de agua.

- Cuando la resistencia se enfría, la burbuja colapsa. La succión resultante impulsa nueva tinta desde el depósito.
- Existe la posibilidad de imprimir con tintas de colores distintos (disponiendo de varios cabezales, uno para cada color de tinta, en lugar de uno sólo con tinta negra).

2.2.3 Impresión Láser

Estas impresoras emplean un rayo láser de baja potencia, el cual se modula a través de un modulador de luz controlado por un generador de caracteres. Una vez que el rayo ha sido modulado, incide en un espejo, el cual lo refleja hacia un tambor, de forma que este reproduce electrostáticamente la página que desea escribir. A continuación el tambor gira de forma que, al llegar al aplicador de tinta, esta (que se encuentra pulverizada) se adhiere sobre las zonas electrificadas del tambor. Posteriormente, el tambor se imprime sobre el papel. El rayo láser se enciende y se apaga según los puntos que se hayan

de imprimir. La tinta pulverizada o toner, se adhiere a estos puntos y luego se transfiere al papel.

2.3 Métodos de Secado

La formulación de una tinta está relacionada al método de secado y al de impresión. Si bien el anteproyecto no involucra formular una tinta, del estudio de los métodos de secado, podemos afirmar que el secado de la tinta se produce por el mecanismo de penetración en el papel (secado por penetración). A continuación se describen los métodos más representativos del secado:

A. Secado por Penetración

La superficie de impresión debe tener adecuadas propiedades absorbentes para la tinta. Las tintas de impresión manufacturadas en base a tintes muestran mejor penetración que las pigmentadas. Una tinta de secado por penetración debe tener una baja razón pigmento-vehículo de modo que el vehículo sea capaz de llevar el pigmento con facilidad. Para mantener un color adecuado, el pigmento debe tener alta fuerza colorante. Debido a que las tintas viajan a través de las fibras durante el proceso de absorción, la impresión resultante parece un poco difusa.

B. Secado por Oxidación

Si se usa como vehículo un aceite secante, tal como un barniz^[178] de linaza, es posible convertir este en un producto sólido

denominado linoxina; esto mediante la combinación del barniz con oxígeno atmosférico. Existen dos etapas: La primera ocurre cuando se toca la película de tinta, el manchado ha acabado y se considera seco al material impreso, en esta el vehículo es todavía soluble en grasa. La segunda ocurre cuando, siguiendo la oxidación, la película ya no es soluble en grasa. La película final es resistente a cera caliente, hidrocarburos, ésteres, grasas, etc.

C. Secado por Evaporación

Puede prepararse un vehículo para tintas de impresión desde una resina^[180] y un solvente apropiado. Si se remueve el solvente de la película impresa por evaporación, el vehículo revertirá al estado sólido. Este es un método simple de secado de tintas. Debido a que la evaporación del solvente puede acelerarse mediante calor, es posible secar las tintas resina-solvente muy rápidamente.

D. Secado por Absorción de Humedad

Existen resinas insolubles en agua que son solubles en los glicoles. Estos son higroscópicos por naturaleza y capaces de absorber humedad del aire. La humedad absorbida adelgaza la tinta y reduce la capacidad del glicol de mantener la resina en solución. Se alcanza un punto final cuando la resina ya no es soluble, y entonces precipita de la solución. Las tintas hechas de

esta serie de vehículos resina-solvente son llamadas tintas de fijación por humedad.

E. Secado por Polimerización

Debido a que los aceites secantes secan a temperatura ambiente parcialmente por polimerización^[180], es factible que una tinta líquida puede convertirse en sólida por este mecanismo. Las tintas que contienen úrea o melamine formaldehído acopladas con solventes pueden ser emulsificadas en agua e impresas por rotograbado. Estas películas impresas pueden ser secadas por aplicación de calor (cerca de 300°F), el cual actúa no sólo para evaporar el solvente, sino para polimerizar las resinas suaves. En la etapa final, la película de tinta tiene excelente resistencia al lavado y frotamiento.

F. Secado por Solidificación

Al momento de imprimir, el vehículo debería ser lo suficientemente móvil de modo que transfiera la materia colorante a la superficie que está siendo impresa. Es posible que una tinta sea impresa en estado fundido a una temperatura elevada y luego se convierta al estado sólido por enfriamiento a temperatura ambiente.

G. Secado por Precipitación de la Resina o Aglutinante

Un vehículo hecho de un solvente y una resina o un aglutinante puede ser separado en sus dos componentes por un

proceso de absorber uno y no el otro. Debe haber una tercera sustancia para llevar a cabo esta separación, la cual debe ser móvil (líquida) al momento de contacto a fin de extraer el solvente. Si la resina o aglutinante usado en el vehículo es insoluble en la tercera sustancia, esta será precipitada fuera de la solución.

CAPÍTULO III

FUNDAMENTO TEÓRICO II - TINTES Y PIGMENTOS

3.0 Fundamento Teórico II - Tintes y Pigmentos

El estudio sobre tintes y pigmentos presentado tiene como objetivo conocer los tipos básicos de tintes y pigmentos existentes, así como sus estructuras químicas, sus características principales y sus aplicaciones en tintas comerciales. Si bien el anteproyecto considera el uso de una "tinta de impresión" importada, se considera que los conocimientos sobre tintes y pigmentos facilitarán el estudio sobre el capítulo de teñido.

De acuerdo a lo estudiado se puede recomendar los siguientes tintes y pigmentos para la formulación de tintas de impresión para el teñido de bobinas de cinta nylon:

A. Tinte Nigrosine

El tinte nigrosine es ligeramente soluble en aceites minerales y vegetales, de modo que tiene poca tendencia a sangrar ante aceites vegetales y adelgazadores minerales. Más aún, no tiene tendencia a sangrar en aceite secante, barniz o esmalte recubridor. El tinte nigrosine es un compuesto azoico,

fabricado en base a anilina y nitrobencono. Tiene dos tipos: soluble en agua y en solvente respectivamente.

Aplicaciones:

Nigrosine Base: Resina fenólica, resina de úrea, tinta para lapiceros, papel carbón, tintas para cintas, betún.

Nigrosine al agua: Urea, teñido de madera, tinta al agua para lapiceros, cuero, betún, tinta de estampado.

Características

Índice de Color	Solvente Negro 5
Familia Química	Azoíco
Tonalidad	Negro (ácido graso), Negro Azulado (Laca NC)
Forma Física	Polvo de Flujo Libre

Estabilidad

Migración a la Luz	Barniz alcohólico, Buena
Migración al Agua	Buena
Estabilidad al Calor	Estable a 150°C (barniz alcohólico)
Sublimación	Ninguna

Propiedades de Solubilidad

Solvente	Propiedad
Acetona	Soluble
Etanol	Soluble
Aceite de linaza	Insoluble
Metanol	Soluble
Aceite mineral	Insoluble
Ácido oléico	Insoluble
Ácido esteárico	Insoluble
Agua	Insoluble
Xilol	Muy ligeramente soluble

B. Pigmento Negro de Humo

El pigmento negro de humo se basa en compuestos de carbono y oxígeno oxidados en presencia de insuficiente oxígeno. Se usa en gran cantidad para tintas de impresión. Asimismo se usa en lacas pigmentadas negras y pinturas. El negro de humo es extremadamente resistente a la luz, no sangra en agua, solventes, ceras, plastificantes, etc. Además no es afectado por ácidos, álcalis, y agentes oxidantes y reductores suaves. Su gravedad específica es 1.8, valor relativamente bajo para la categoría de pigmentos inorgánicos.

3.1 Tintes y Pigmentos

3.1.1 Tintes^[181]

Los tintes son combinaciones químicas altamente coloreadas de carbono e hidrógeno con otros elementos químicos, tales como nitrógeno, oxígeno, cloro, iodo, bromo o azufre. Todos los átomos de hidrógeno pueden ser reemplazados por otro elemento. Cada tinte posee una cierta configuración, la cual se dice que causa la formación de un intenso color.

La mayoría de los tintes fabricados son sustancialmente solubles en el medio en que son usados.

Aquellos que son insolubles pueden calificar como pigmentos siempre que ellos sean insolubles en agua.

3.1.2 Pigmentos

Un pigmento puede ser definido como una sustancia intensamente coloreada negra, blanca o translúcida, la cual es esencialmente insoluble en agua y en el medio en que es aplicado; los pigmentos son usados para impartir un color deseable y/o propiedades físicas; tales como: cuerpo^[178], opacidad o translucencia^[182], viscosidad, cualidades de impresión, etc.

Los pigmentos pueden clasificarse de acuerdo a su origen químico. Los pigmentos orgánicos son tintes o derivados de ellos por medio de un tratamiento químico, mientras que los pigmentos inorgánicos no son derivados de los tintes. Aún cuando las materias colorantes antraquinónicas, vat y ftalocianínicas se describen como tintes, la gran mayoría de ellas no necesita tratamiento químico posterior y se usan directamente como pigmentos.

Pigmentos Inorgánicos

Los pigmentos inorgánicos están generalmente compuestos de metales o de metales combinados con

oxígeno o azufre o ambos. Pueden también estar presentes otros elementos químicos. Un pigmento inorgánico muy importante es el negro de humo, cuyas características se describieron anteriormente.

Características de los Pigmentos

A. *Solubilidad en agua:* El pigmento debe ser insoluble en agua, desde que existen muchas aplicaciones donde el agua, en alguna de sus formas, se pone en contacto con el material impreso.

B. *Sangrado^[180] del vehículo:* El pigmento no debe sangrar en el vehículo^[182] contenido en la tinta, de otra manera, el material colorante puede seguir al vehículo al papel y viajar a través de las fibras. Esto produce un efecto manchado en vez de la impresión nítida deseable de un pigmento insoluble.

Propiedades Físicas de los Pigmentos

A. *Textura:* Los pigmentos fabricados con calor, tales como el azul ultramarino y dióxido de titanio, adquieren una textura más dura que los pigmentos preparados a más bajas temperaturas.

B. Gravedad Específica: Una alta gravedad específica junto con un pigmento de tamaño de partícula moderadamente grande tiende a producir una tinta fluente. De otro lado, la baja gravedad específica junto con un tamaño pequeño de partícula tiende a producir una tinta corta o viscosa.

C. Flujo de Tinta: Las partículas de tamaño pequeño producen una tinta más corta que las de tamaño grande, cuando se usan con el mismo vehículo y en la misma razón pigmento-vehículo.

D. Tamaño de Partícula: El efecto de color uniforme está relacionado al tamaño de partícula; mientras más pequeña sea, es mejor el pigmento.

Extensores

Un extensor^[179] de tintas de impresión es un pigmento translúcido que produce una tinta transparente^[182] o cercana a transparente cuando es molida con el vehículo de la tinta de impresión. La tinta base así producida es capaz de bajar la fuerza de color^[179] de una tinta base coloreada simplemente al adicionarla a esta última sin causar un cambio apreciable en el tono másico y tono tintorial^[182] de la

tinta coloreada. Entre los extensores comerciales más comunes tenemos:

- a. Hidrato de alúmina blanco, usada como sustrato para preparación de lacas como naranja Persia, azul faisán fugitivo, amarillo tartrazina y otras.
- b. Blanco de magnesio, se usa ampliamente en tintas de impresión debido a su baja gravedad específica, buena transparencia y costo favorable.
- c. Extensores de silicato, producen un acabado mate a la película de tinta.
- d. Carbonato de calcio; el que posee tamaño de partícula grande se usa en pintura, los tamaños finos son adecuados para tintas de impresión.
- e. Kaolin, se usa por su bajo costo como relleno inerte debido a que es neutral.

Lacas

Cuando un extensor blanco está presente durante la fabricación de un pigmento reducido, el producto resultante es llamado una laca^[179]. Generalmente el extensor blanco es introducido antes del tinte. Los blancos usados comúnmente son el hidrato de aluminio, a menudo llamado laca blanca, y

el blanco brillante, el cual es una mezcla precipitada de una parte de hidrato de aluminio y tres partes de blanco fijo.

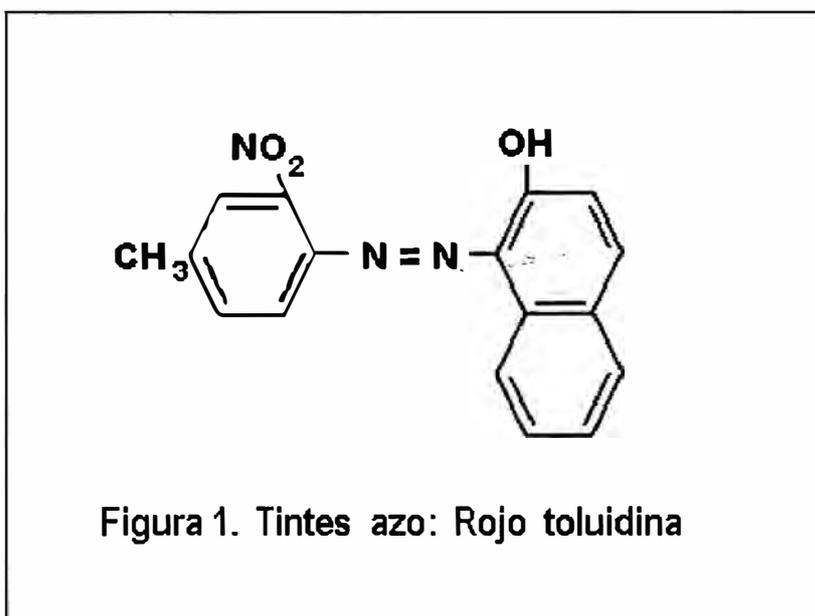
3.1.3 Clasificación de Tintes y Pigmentos

3.1.3.1 Tintes y Pigmentos Azo

Constitución General

El termino "azo" proviene de la palabra francesa *azote*, que significa nitrógeno. En la familia azo de tintes existen dos átomos de nitrógeno en el grupo químico que produce color. El grupo $=C-N=N-C=$ es esta configuración productora de color y es también conocida como el cromóforo^[178] "azo". En este grupo cada átomo de nitrógeno está enlazado a un átomo de carbono, uno de los cuales es un anillo aromático. Ver **figura 1**.

Los otros grupos en la molécula de tinte azo influyen el tono del color, estos pueden ser $-NO_2$, $-Cl$, $-CH_3$, $-C_2H_5$, $-C_3H_7$ y NHC_6H_5 . Estos y muchos otros son conocidos como auxócromos. La molécula menos los grupos auxócromos se llama el cromógeno. Los grupos auxócromos del rojo toluidina son $-CH_3$, $-NO_2$ y $-OH$. El cromóforo es el grupo $=C-N=N-C=$, algunas veces escrito como $-N=N-$ por simplicidad.



Clases de Tintes Azo

Debido a la importancia del sangrado en agua del material colorante, se pueden dividir los tintes azo en dos clases: los que sangran y los que no sangran en agua. La diferencia química esencial en estas dos clases es la presencia o ausencia de grupos tales como el sulfónico $-SO_3H$ que tienden a causar sangrado en agua. El grupo carboxilo $-COOH$ tiende a incrementar la solubilidad en agua, pero ligeramente.

Tintes Azo No Sulfonados

Un número sustancial de tintes azo son insolubles o casi insolubles en agua. Ellos no contienen en su estructura

molecular el grupo $-\text{SO}_3\text{H}$. Siempre que el tamaño de partícula sea adecuado y la textura ligeramente suave, los tintes azo insolubles en agua pueden ser usados directamente como pigmentos en tintas de impresión, sin ninguna transformación química. Debido a que estos son fabricados como tintes y pigmentos, han adquirido el nombre de tintes-pigmentos^[181].

Tintes Azo Sulfonados

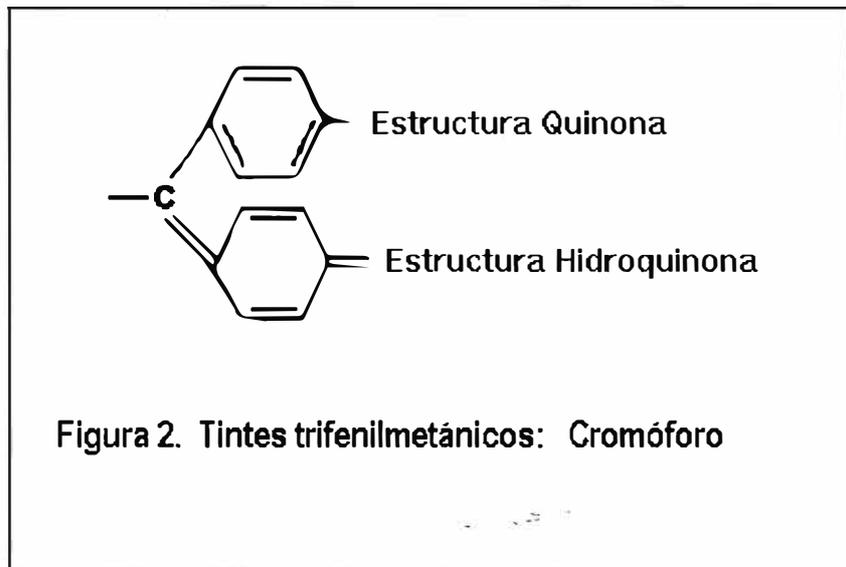
La clase de tintes azo sulfonados es también llamada la serie ácida de tintes azo debido a la presencia del grupo ácido $-\text{SO}_3\text{H}$. Generalmente este grupo es introducido en uno de los dos componentes antes que se prepare el tinte final por el procedimiento de acoplamiento.

3.1.3.2 Tintes y Pigmentos Trifenilmetánicos

Constitución General

Existe un serie de tintes muy brillantes que poseen muy altos valores tintoriales; esta serie es conocida como la familia de tintes basados en el trifenilmetano. El cromóforo aquí es una combinación complicada de un anillo quinónico^[180] de seis carbonos y un anillo hidroquinónico^[179] también de seis carbonos, ambos en la misma molécula (ver

figura 2). Como se espera, una variación de los grupos auxóchromos produce cambios en el tono del tinte.



Clases de Tintes Trifenilmetánicos

Existen dos clases de tintes trifenilmetánicos basados en su estructura química. Una consiste en tintes que tienen grupos ácidos en la molécula tal como el sulfónico, carboxilo, o aún el grupo fenólico. La otra consiste en tintes que no tienen un grupo ácido, pero en vez de ello tienen un grupo básico, tal como el grupo amino $-NH_2$ o un grupo amino sustituido.

Tintes Trifenilmetánicos Ácidos

Esta clase de tintes reacciona con las sales metálicas, tales como acetato de plomo o cloruro de bario, para producir sales metálicas de tintes, las cuales tienen reducido sangrado en agua. Algunos tintes de esta clase tienen grupos ácidos y básicos en la misma molécula.

Tintes Trifenilmetánicos Básicos

Esta clase de tintes tiene un grupo amino o un grupo amino sustituido. Este se combina químicamente con ácidos para producir sales de toners y es por eso que es llamado un tinte "básico".

3.1.3.3 Tintes y Pigmentos Antraquinónicos

Constitución General

La antraquinona^[178] es el cromógeno para esta familia de tintes. En la **figura 3** se muestra a la alizarina^[177], un tinte antraquinónico típico.

Se puede sustituir un grupo imino =NH por uno de los grupos =CO. Muchos miembros de esta familia de tintes tienen estructuras químicas complicadas. Algunos tienen buena resistencia a la luz, son insolubles en agua, y exhiben poco sangrado en solventes, plastificantes y

barnices. Realmente son pigmentos desde el punto de vista de la fabricación de tintes.

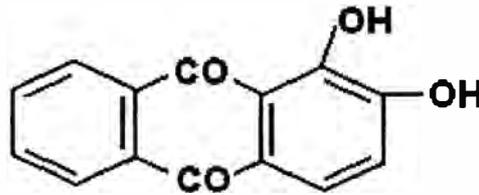


Figura 3. Tinte antraquinónico: Alizarina

Alizarina

Los dos grupos auxocrómicos de la alizarina son los mismos, ambos -OH. La estructura química es 1,2 dihidroxi-antraquinona. Cuando la alizarina es tratada químicamente con una sal de calcio en presencia de hidrato de aluminio, se transforma en un pigmento conocido como laca de granza, ampliamente usado debido a su resistencia al sangrado en agua, aceites, solventes, ceras, plastificantes y barnices. Asimismo tiene una buena resistencia a la luz.

3.1.3.4 Tintes y Pigmentos Vat

Constitución General

No existe un cromóforo general ni un cromóforo simple para los miembros de la familia vat de tintes. La mayoría de ellos tienen una estructura química muy complicada. Esencialmente, los tintes vat son compuestos aromáticos policíclicos altamente insolubles que contienen 2 o más grupos quinona. A fin de aplicar estos compuestos a la fibra, estos son reducidos en solución alcalina por una solución fuertemente reductora, tal como hidrosulfito de sodio, al compuesto hidroquinona o "leuco", que bajo las condiciones alcalinas probablemente existe en la forma de una sal de sodio completamente ionizada (ver **figura 4**).

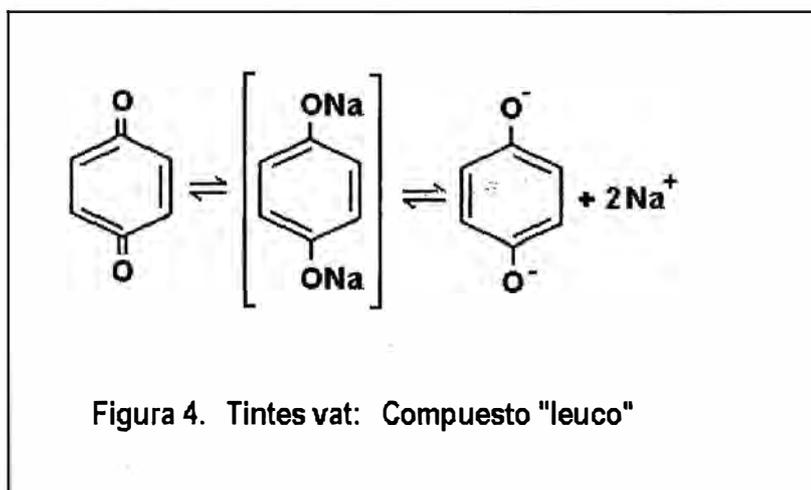


Figura 4. Tintes vat: Compuesto "leuco"

Azul Índigo

El azul índigo es insoluble en agua y no puede ser usado directamente para teñir tela. Se ha descubierto que el tratamiento químico con hidrosulfito de sodio cambia el tinte a un producto soluble en agua, conocido como índigo blanco. Se dice que este producto químico reduce al azul.

Otros Tintes Vat

No todos los tintes vat se vuelven incoloros cuando son tratados con hidrosulfito de sodio para producir tintes solubles en agua o en álcalis suaves. Algunos miembros de la familia antraquinónica de tintes pueden ser tratados a semejanza del azul índigo y así usados como tintes vat. Algunas veces se usan reactivos medianamente oxidantes en vez de aire para obtener el producto final.

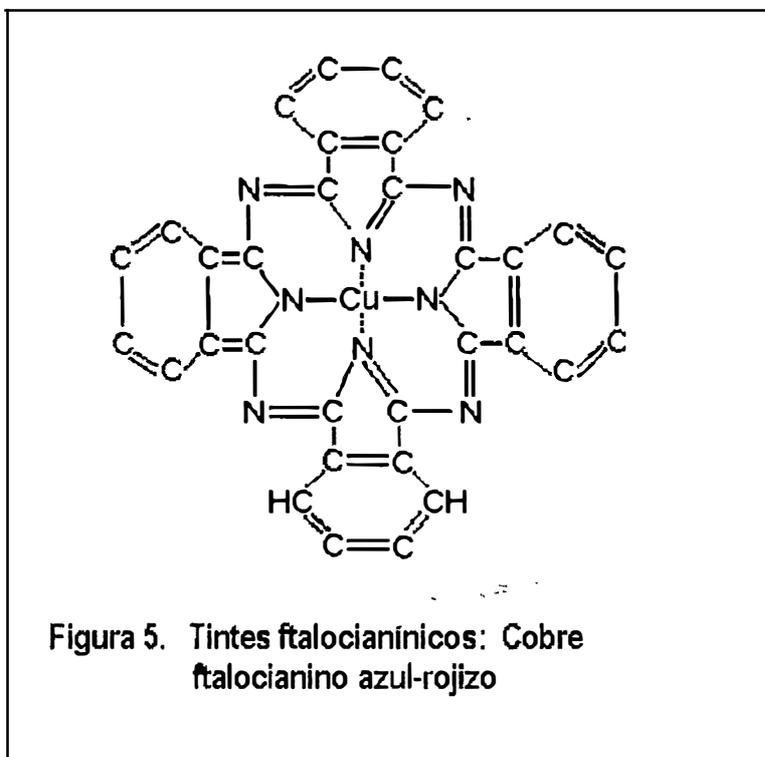
3.1.3.5 Tintes y Pigmentos Ftalocianínicos

Constitución General

El primer tinte metalizado comercial en la familia ftalocianínica fue el azul rojizo cobre ftalocianino. Su arreglo estructural se muestra en la **figura 5**:

La configuración es compleja, aún cuando presenta simetría. El derivado del cobre es mejor como pigmento que

otros derivados metálicos o aún los tipos libres de metal. El tratamiento con gas húmedo de sulfuro de hidrógeno no oscurece el color de este pigmento de cobre. Esto evidencia que el cobre está bien enlazado en la molécula, puesto que si el cobre fuera retirado, formaría sulfuro de cobre negro.



Otros Tintes y Pigmentos Ftalocianínicos

Al cobre ftalocianínico, le siguieron varios derivados clorados. La introducción de cloro y bromo elevó el tono primero hacia verde y luego hacia verde amarillento.

Después de la cloración completa, el producto es un pigmento excelente, conocido como verde ftalocianínico.

Los tintes ftalocianínicos pueden ser sulfonados usando ácido sulfúrico fuerte. Estos productos son solubles en agua y se usan en la industria de fluídos de escritura, son poco usados como tintas de impresión.

Los ftalocianinos son tintes-pigmentos de interés debido a sus propiedades tales como: alta fuerza de color, tono de color limpio, excelente resistencia a la luz, ningún sangrado en agua, aceites, solventes, plastificantes, ceras, vehículos de tinta, ácidos, álcalis, alimentos, etc.

3.1.4 Tintas de Impresión^[181]

Una tinta de impresión es una mezcla de material colorante y un aceite o resina más un solvente, llamado vehículo, para dar una pasta que puede ser impresa y también ser secada. Si la mezcla no imprime, está se denomina una pasta no imprimible, si la impresión no seca, no tiene valor comercial. Para nuestros alcances, las tintas de impresión sólo se limitarán a aquellas que imprimen y secan a la vez.

Existen muchas diferencias en las tintas de impresión, algunas físicas y otras químicas. Algunas tintas

poseen altas viscosidades, mientras otras son delgadas y poseen considerable flujo^[179]. Algunas tintas son preparadas con aceite secante como su vehículo componente; otras son hechas de una combinación resina-solvente. Las tintas varían usualmente en tono de color, matiz, brillo, intensidad de color, acabado, opacidad, etc. Otra variable que influencia la formulación es el tipo de superficie sobre el que será impresa, tal como papel, celofán, etc.

3.2 Vehículos y Aditivos para Tinta

El vehículo es la porción líquida de la tinta, incluyendo ceras y otros aditivos. Puede también definirse como el remanente de la tinta después de sustraer el material colorante y los pigmentos extensores. Un barniz se define como la porción líquida de la tinta menos las ceras, plastificantes y otros aditivos.

Funciones básicas del vehículo de la tinta:

- Transportar el material colorante desde la fuente de tinta a la superficie que se está imprimiendo.
- Causar el secado de la película de tinta impresa.

Están disponibles muchos aceites, resinas y solventes para preparar vehículos de tinta. Para seleccionar entre estos, existen varios factores a considerar: calidad de impresión, viscosidad, flujo

de tinta, velocidad de evaporación de los solventes presentes, toxicidad, olor, color, retención del color, resistencia de la película seca al agua, grasas, ácidos, álcalis, ceras, solventes, aceites, productos alimenticios, jabones, detergentes, etc.

Si la viscosidad de un líquido es menor de 0.10 poise a 77°F, es llamado solvente, y si la viscosidad es mayor de 1.00 poise a 77°F, es llamado aceite. Un líquido cuya viscosidad oscile entre estos valores es clasificado como solvente o aceite de acuerdo a su origen, volatilidad o uso.

La calidad de impresión de las tintas está relacionada tanto a los pigmentos como a los vehículos. La calidad de impresión impartida por los vehículos varían con cada uno de ellos y parecen ser una combinación compleja de muchas propiedades. Entre ellas están: tensión superficial, capacidad de humectar las superficies impresas, capacidad para distribuirse en forma fácil y pareja, y viscosidad.

3.2.1 Propiedades Físico-Químicas: Viscosidad, Tack y

Tixotropía

La viscosidad de un líquido está usualmente definida en términos de su resistencia al flujo y es a menudo medida de esa manera, mediante un instrumento especial denominado viscosímetro.

El tack^[181] es usualmente definido como la propiedad de pegajosidad. Se aplica a tintas y vehículos que se sienten pegajosos o adhesivos cuando se tocan con los dedos.

La tixotropía^[182] es una propiedad de ciertos geles coloidales que les permite volverse fluidos bajo condiciones de agitación o presión, y revertir a una consistencia^[178] gruesa y de gel cuando se retira la presión.

Se conocen los siguientes instrumentos para medir la viscosidad.

- Tubo de Flujo Cinemático
- Viscosímetro Saybolt Universal
- Zahn Cup Test
- Tubos de Flujo de Burbuja
- Falling Ball Test
- Viscosímetro de Torsión Brookfield
- Viscosímetro de Torsión MacMichael
- Viscosímetro de Torsión Interchemical
- Viscosímetro de Cono-Plato Shirley-Ferranti

El anteproyecto usa tinta de viscosidad aproximada de 700 centipoises, por tanto se recomienda para el control

de este parámetro al viscosímetro de torsión Brookfield, con aguja #14. Las condiciones de medición deben ser: 60 RPM y 80°F.

3.2.2 Barnices y Aceites Secantes

Existen dos procesos diferentes para dar cuerpo al aceite de linaza y a otros aceites secantes a fin de fabricar barnices de diferentes viscosidades; estos son:

A. Proceso de Oxidación

Este proceso consiste en adicionar oxígeno en los dobles enlaces (áreas insaturadas de la molécula), introduciendo burbujas de aire en el aceite de linaza refinado y agregando una mínima cantidad de secante metálico como catalizador. Esta reacción se lleva a cabo a una temperatura elevada.

Los aceites obtenidos por este proceso producen tintas cortas y tienden a tomar cuerpo después de la fabricación. De otro lado, son menos solubles en solventes, aceites y ceras que los correspondientes barnices polimerizados a viscosidades comparables.

B. Proceso de Polimerización

Este método de dar cuerpo al aceite de linaza consiste en calentar el aceite refinado a 590°F, y

mantenerlo así hasta que la polimerización haya avanzado lo suficiente como para que, bajo enfriamiento hasta 410°F, se alcance la viscosidad deseada. Normalmente, la cantidad de cuerpo que se obtiene debajo de 410°F es despreciable.

3.2.2.1 Aceites Secantes

Los aceites secantes son químicamente insaturados y capaces de combinarse con cloro, sulfuro, cloro, iodo, hidrógeno y oxígeno. La reacción de oxidación^[180] ocurre a temperatura ambiente y es acelerada por el uso de catalizadores positivos, denominados secantes.

Los componentes no oxidables actúan como suavizadores debido a que ellos no endurecen por oxidación. En realidad ellos son plastificantes incorporados. Los componentes oxidables absorben oxígeno y se vuelven un producto sólido, los cuales producen una película^[180] de tinta sin tack y resistente al frotamiento.

Aceites Secantes; se muestra un resumen en la tabla siguiente, estando detallados en el anexo 14-A.

Aceite Secante	Origen
Aceite de Madera	Nueces del árbol <i>Aleurites Fordii</i> o <i>Aleurites Montana</i>
Aceite Oicítica	Semillas del árbol <i>Licania Rigida</i>

Aceite de Perilla	Semillas del arbusto <i>Perilla Ocimoides</i>
Aceite de Linaza	Semillas de linaza
Aceite de Soya	Semillas de la <i>Soja Hospida</i>
Aceite de Colofonia	Hidrocarburos y ácidos de colofonia

3.2.2.2 Aceites Semi-Secantes

Los aceites de algodón, colza y de maíz no secan lo suficiente por oxidación para producir películas duras y libres de tack; a estos se les conoce como aceites semi-secantes. No son útiles para ciertas aplicaciones donde el incremento en viscosidad es indeseable.

3.2.2.3 Aceites No-Secantes^[177].

Existe cierto número de aceites que poseen poco o ningún poder secante y son clasificados como aceites no-secantes. Las tintas hechas de estos aceites sólo secan por oxidación. Son comunes las mezclas de aceites no secantes con barnices de aceites secantes viscosos, y las tintas hechas de estas combinaciones secan por oxidación del barniz y penetración del aceite.

Los aceites de petróleo, obtenidos de las fracciones más pesadas de la destilación de crudos, se usan en grandes cantidades para tintas, debido a que no poseen

poder oxidante, las tintas hechas en base a estos aceites deben secar por penetración.

3.2.3 Resinas, Aglutinantes y Solventes

Aglutinante

Un aglutinante para tintas de impresión se define como una sustancia sólida soluble en un aceite o en un solvente, siendo el propósito producir un barniz homogéneo. Para mejores resultados, este debe tener otras propiedades útiles: dureza, mínimo color, olor y toxicidad, y también debe ser capaz de producir tintas de flujo libre. Ocasionalmente puede usarse un material coloreado oscuro. El aglutinante deriva su nombre del hecho que aglutina el pigmento a la superficie impresa. En forma estricta, los barnices de aceite secante^[177] se vuelven aglutinantes después de la oxidación. El término "aglutinante" está restringido para incluir sólo una sustancia sólida al inicio a temperatura ambiente (77°F).

Resinas

Una resina puede ser definida como un aglutinante que se funde con calor, tal como una goma éster^[179] y la colofonia. La nitrocelulosa sería clasificada como un aglutinante y no como una resina, mientras que la goma

éster sería considerada un aglutinante resinoso. Se habla también de resinas líquidas, esto implica que estos productos se asemejan en forma cercana a las propiedades de las resinas sólidas pero pasan a ser líquidos viscosos a temperatura ambiente.

Aún cuando algunos barnices de tinta son hechos de resinas y aglutinantes disueltos en aceites, tal como el aceite de linaza, la mayoría de barnices hechos de estas materias primas son del tipo barniz resina-solvente y aglutinante-solvente; también la mayoría de los barnices al solvente son del tipo resina-solvente. Usualmente se denomina sistema resina-solvente para referirse a ambos tipos.

Existen dos clases de resinas basadas en su origen- las naturales y las sintéticas. Las naturales se obtienen de la savia de ciertos árboles y depósitos de hidrocarburos sólidos. Las sintéticas son manufacturadas ya sea de resinas naturales o de materias primas como glicerol, fenol, celulosa, formaldehído, etc.

Resinas Naturales; se muestra un resumen en la tabla siguiente, estando detalladas en el anexo 14-B.

Resina Natural	Origen	Solubilidad	Uso
Gilsonita y Resinas Asfálticas	Resinas hidrocarbonadas	Xileno, aceites asfálticos, barnices de linaza, solventes de petróleo	Sirve como resina en tintas de rotograbado
Colofonia	Árbol de pino (ácido abiético)	Ésteres y cetonas	Resina en tintas de impresión
Shellac	Insecto Tachardia Lacca	Alcohol	Aglutinante ^[177] en tintas flexográficas
Goma Arábica	Árbol de acacia	Agua	Solución litográfica fuente

Resinas Sintéticas; se muestra un resumen en la tabla siguiente, estando detalladas en el anexo 14-C.

Resina Sintética	Origen	Solubilidad	Uso
Fenólicas	Reacción de fenol con formaldehído	No disponible	Tintas de impresión
Alkídicas	Reacción del ácido ftálico con glicerol	No disponible	Otorgan brillo y velocidad de secado
Vinílicas	Polimerización del acetato de vinilo	Cetonas y ésteres	Tintas de grabado
Nitrocelulosa	Tratamiento de celulosa con ácido nítrico	Alcohol, cetona, ésteres, éteres	Prevención de fallas de bloqueo

En el presente trabajo se utilizan las resinas basadas en aceites no secantes, debido al particular requerimiento de la tinta matriz para teñido de bobinas, la cual debe secar por penetración.

Solventes; se muestra un resumen en la tabla siguiente, estando detallados en el anexo 14-D.

Solvente	Usado en el Proyecto
Hidrocarburos: Alifáticos, oleofínicos y aromáticos	
Solventes y aceites de petróleo	
Solventes de alquitrán de hulla	
Alcoholes	Etanol
Ácidos orgánicos	Ácido Oléico, Ácido Acético
Ésteres	
Cetonas	
Glicoles	

En el presente trabajo se utilizan los solventes del tipo ácido orgánico, en forma específica el ácido oléico, debido a que el tinte nigrosine es soluble en este solvente. El ácido acético y el etanol fueron usados como solventes de extracción para pruebas experimentales

3.2.4 Solubilidad de Resinas en Aceites y Solventes

Las resinas se usan en conjunción con aceites para producir una barnices resina-aceite. Se usan también con solventes para producir barnices resina-solvente. A fin de obtener resultados adecuados, la resina o aglutinante debe estar en solución para producir un barniz homogéneo.

Solubilidad de Resinas en Aceites

Existen dos métodos. Uno de ellos consiste en pulverizar la resina, mezclándola con el aceite y moliendo la mezcla, si el producto es homogéneo, la resina es soluble en el aceite, caso contrario no lo es. El otro método consiste en aplicar calor para disolver la resina en el aceite. Para asegurar que la resina permanecerá en solución después del enfriamiento, debe chequearse la homogeneidad al día siguiente y después de dos semanas.

Solubilidad de Resinas en Solventes

Debido a que existen dos diferentes sistemas resina-solvente basados en las viscosidades de sus vehículos, debe probarse la solubilidad de la resina en varios solventes de acuerdo al sistema de tinta en que va a ser usado. Existen resinas que se oxidan bajo envejecimiento. En forma de polvo, las partículas de resina tienen una gran área superficial y son capaces de oxidarse más fácilmente. Usualmente los productos oxidados producen incremento de viscosidad o aún son insolubles. Se prefiere entonces que la resina esté en grumos.

3.2.5 Aditivos para Tintas

Los aditivos se usan para mejorar la tinta o para mejorar las características de la película seca de tinta. Debido a que son generalmente agregados en pequeñas cantidades, el valor tintorial y el cuerpo de la tinta sólo son ligeramente modificados, salvo que se desee cambiar el cuerpo intencionalmente. Entre los principales tenemos:

3.2.5.1 Secantes^[181]

Los secantes o catalizadores positivos se agregan en una tinta al aceite oxidable para acelerar la oxidación del vehículo. Seleccionando la cantidad adecuada de secante se puede controlar la velocidad de secado. Los secantes son catalizadores positivos derivados de metales. La potencia es diferente para cada metal. Los siguientes metales están ordenados en orden decreciente de potencia: cobalto, manganeso, plomo, hierro, circonio. Otros metales como el cerio, zinc y calcio tienen un poder catalítico relativamente mediano. Cuando se agregan secantes a las tintas, el porcentaje es de 1 a 5 por ciento en peso.

3.2.5.2 Aditivos Anti-Skinning

Mientras que los secantes son catalizadores positivos, existen productos orgánicos que son

catalizadores negativos. Estos retrasan la acción de los secantes en las tintas, es decir anulan la acción de los secantes. Los aditivos anti-skinning retardan el secado y skinning^[181] de las tintas al aceite secante en ausencia de secantes, son también conocidos como antioxidantes^[178]. Debido a que su acción es bastante fuerte, se usan en proporciones menores al 2 por ciento y a menudo menor de 1 por ciento.

3.2.5.3 Ceras y Talco

A. Ceras

Para evitar la tendencia a que dos películas impresas se peguen y se impregnen unas a otras, existe necesidad de la presencia de un agente de deslizamiento^[177] en la película impresa, que actúe como un lubricante sólido, permitiendo que dos superficies impresas se deslicen entre sí. Cuando se agregan a las tintas, los lubricantes deben estar disponibles para lubricación cuando la película de tinta está seca. Esto quiere decir que la cera disuelta debe precipitar hacia la superficie.

Una cera comercial tal como Jonwax 26 es un aditivo efectivo para deterioro y desgaste. Se usa en niveles de

0.5% a 5% del peso total del recubrimiento, el brillo no es afectado a niveles significativos

B. Talco

El lubricante más aceptable es un silicato de magnesio complejo conocido como talco. Normalmente el talco tiene un tamaño de partícula relativamente grande y sólo las partículas más finas deberían usarse en tintas de impresión. El talco tiende a acortar el cuerpo de las tintas, haciéndolas menos fluídas. Sin embargo, en cuanto concierne a lubricación, es un aditivo muy útil para tintas de impresión. Se usan proporciones de hasta 1% en formulaciones comerciales.

3.2.5.4 Barnices Extensores y Adelgazadores

Los barnices extensores de viscosidad y composición adecuada se agregan a las tintas de impresión para reducir el valor tintorial sin cambiar el tack y el rendimiento de la tinta. Si la cantidad de barniz extensor no es grande en términos de porcentaje, se puede agregar a las tintas en otros sistemas de impresión. Sin embargo, si la cantidad necesaria para reducir el valor tintorial es grande, una tinta base transparente adecuada es útil y generalmente se le prefiere en vez de un barniz extensor.

Si se necesita un reductor^[180] de viscosidad y no es deseable bajar el valor tintorial, se selecciona un reductor muy delgado. Si es posible bajar el valor tintorial, se usa un reductor más viscoso. Sin embargo, la viscosidad del reductor debe ser menor que la del vehículo de tinta.

3.2.5.5 Gomas de Cuerpo y Barnices Viscosos

Debido a que las viscosidades de los vehículos de tinta varían con cambios en la temperatura, existen ocasiones en que una tinta debe ser hecha más viscosa. Las gomas de cuerpo son preparaciones muy viscosas y pegajosas. Son útiles para elevar rápidamente la viscosidad de la tinta, incrementando el tack, sin disminuir el valor tintorial en forma significativa. Los vehículos viscosos producen el mismo resultado pero actúan más lentamente y disminuyen el valor tintorial posterior de la tinta.

3.2.5.6 Acortadores y Alargadores

A. Acortadores

Ocasionalmente se encuentra que las tintas de impresión que fluyen demasiado libremente deberían fluir menos fácilmente para un mejor rendimiento. Muchos de los pigmentos de alto valor tintorial son resinados para mejorar

su color. La resinación tiene profunda influencia en el flujo de la tinta. Mientras más alto el grado de resinación, menor es el tamaño promedio de partícula del pigmento. Pero reducir el tamaño de partícula del pigmento causa un incremento de superficie por unidad de peso de pigmento, lo cual a su vez incrementa la cantidad de vehículo necesario para cubrir las áreas de superficie de las partículas muy pequeñas. Al mismo tiempo, la tinta se vuelve menos fluída. Así el grado de resinación tiene que ser controlado, porque si es llevado demasiado en exceso, la tinta resultante se vuelve mucho más corta y no puede ser usada.

B. Alargadores

Se puede adicionar un compuesto químico para cambiar la superficie del pigmento e incrementar así las propiedades de flujo, este aditivo es denominado alargador de tinta, también conocido como agente productor de flujo. Los alargadores de tinta son de variada composición química y muy selectivos en su comportamiento.

La idea de agregar un agente de flujo es útil debido a que la cantidad agregada es pequeña y así el tack y el valor tintorial de la tinta sólo cambian en trazas. La forma usual de aumentar el flujo de tintas es agregar más

vehículo, pero esto a menudo tiene un efecto inaceptable sobre el valor tintorial.

3.2.5.7 Compuestos Anti-Espumantes

Cuando las tintas de impresión se mezclan con aire, pueden formarse burbujas; algunas de estas son bastante estables. Si las burbujas no se rompen por sí solas, la tinta se vuelve espumosa, lo cual produce inconvenientes. Probablemente, el mejor material antiespumante es una preparación química de silicona usada directamente o en forma de emulsión^[179]. Debido a que sólo se necesitan unas partes por millón para causar que se rompan las burbujas, una manera efectiva de agregar este producto es en forma diluída, conocida como compuesto antiespumante para tintas. Si este se agrega a la tinta, las burbujas colapsarán rápidamente y la formación de espuma se retardará.

3.3 Físico-Química de las Tintas de Impresión

3.3.1 Cambios de Color

Existen dos tipos de cambios de color, uno es decoloración y el otro es una elevación en la tonalidad del color. Ambas son indeseables, especialmente la primera.

3.3.1.1 Efecto de Álcalis y Ácidos

A. Álcalis

Los pigmentos básicos y algunos trifenilmetánicos ácidos, con excepción de los xantatos, son decolorados por los álcalis. Esto es debido a que la estructura química de la molécula de tinte es completamente cambiada, eliminando el grupo quinona necesario para producir color. Pocos de los otros pigmentos orgánicos son decolorados por álcalis.

B. Ácidos

Existen dos clases generales de ácidos: los ácidos débiles representados por los orgánicos y varios de los ácidos inorgánicos, y los ácidos fuertes representados por los otros ácidos inorgánicos.

Los tintes-pigmentos azo así como los pigmentos antraquinónicos, vat y ftalocianínicos son generalmente a prueba de ácidos. Muchos de los pigmentos metalizados azo o trifenilmetánicos son atacados por ácidos, y el pigmento individual es cambiado al tinte, el cual usualmente tiene una tonalidad diferente.

3.3.1.2 Efecto de Reducción y Oxidación Química

A. Reducción Química

Si la forma libre de sales de un tinte trifenilmétanico básico es disuelta en un ácido graso y el producto coloreado se agrega a una tinta que contiene un vehículo oxidable, entonces ocurre un cambio de color. Este tipo de vehículo es ávido de oxígeno y puede sustraerlo del tinte, es decir el tinte es reducido. Esto puede suceder con el envejecimiento o durante el secado de la tinta.

B. Oxidación Química

Los agentes blanqueadores químicos dependen de la presencia del oxidante hipoclorito de sodio al cinco por ciento, el cual incluye un álcali como estabilizador. Las materias colorantes que no son decoloradas por estos blanqueadores son resistentes al hipoclorito (NaClO) y al álcali. Pocos pigmentos son a prueba de ambas acciones; estos comprenden los tintes-pigmentos azo, la mayoría de los antraquinónicos, vats y ftalocianínicos. El resto de los materiales colorantes orgánicos usados en tintas, especialmente en la forma de tintes, son destruidos por estos agentes blanqueadores. La mayoría de los otros pigmentos inorgánicos son resistentes.

A continuación se muestra un ensayo experimental de cambios de color bajo la acción de ácidos, álcalis, oxidación y reducción química:

Ensayo Práctico de Cambios de Color

Objetivo: Determinar los cambios de color que ocurren al tinte previamente extraído en etanol desde la cinta de nylon teñida, bajo la adición de diversos reactivos químicos.

Condiciones de Extracción

Muestra: 4.0 mg. (aprox)

Solvente (Etanol): 25 ml Etanol

Tiempo de Extracción: 5 minutos

Reactivo: 2 ml

Tabla de Resultados

Reactivo	Color Inicial	Color Final	Decoloración	Observaciones
NaOH 40 g/L (Álcali)	Violeta	Amarillo Marrón Débil	si	Decoloración completa
HCl 5% (Ácido)	Violeta	Violeta	no	Ninguna decoloración
Tiosulfato de Sodio 5% (Reductor)	Violeta	Violeta débil (lechoso)	si	Decoloración muy leve, formación de precipitado
H ₂ O ₂ 5% (Oxidante)	Violeta	Violeta	no	Ninguna decoloración

Conclusión

Se puede afirmar que la tinta del anteproyecto es del tipo sensible a los álcalis, por cuanto ha sido decolorada por la solución de hidróxido de sodio.

3.3.1.3 Efecto de la Luz

Los rayos ultravioletas de la luz solar atacan al material coloreado. El efecto principal es la decoloración del material. Los pigmentos inorgánicos muestran una decoloración despreciable, pero los pigmentos orgánicos y tintes son propensos a decolorarse con la luz.

3.3.1.4 Secantes

Existen pocos pigmentos que cambian de color en presencia de secantes solubles en tintas al aceite. La mayoría de cambios de color se centran alrededor del cobalto. El Rojo Bario Lake D se vuelve marrón cuando está presente el cobalto. No ocurre un cambio de color apreciable con el plomo o manganeso. Para evaluar cambios de color, se usa cobalto en el barniz de prueba y en la tinta al aceite blanqueadora. Cualquier pigmento que cambia de color con el secante es muy probable que sea omitido de la tinta al aceite secante y usado en otro tipo.

3.3.1.5 Cambios de Color por Alotropía^[177]

Ciertas sustancias químicas pueden existir en más de una forma estructural. Se ha establecido que el dióxido de titanio existe en las formas anatase^[178] y rutilo^[180], ambas blancas. El azul ftalocianino existe en dos formas cristalinas, las modificaciones beta y alfa, ambas azules. Cuando el color de las dos formas es diferente, puede ocurrir un cambio de color si una forma es capaz de cambiar a la otra. Esto sucede ocasionalmente con el vermilión inglés, el cual es un pigmento rojo. Bajo la acción de la luz, la forma roja cambia a la forma negra.

3.3.2 Sangrado y Manchado

A. Efecto del Agua

Existen pigmentos que sangran en alguna extensión en agua, son principalmente los derivados metalizados azo y trifenilmetánicos. La cantidad de sangrado en agua se incrementa en forma considerable cuando están presentes los ácidos, esto debido a que el ácido descompone una porción del pigmento a la forma de tinte, el cual es más soluble en agua.

B. Efecto de Solventes

Los pigmentos inorgánicos no sangran en ningún solvente orgánico. Casi todos los materiales colorantes orgánicos sangran en uno o más solventes.

Cuando el grupo ácido sulfónico $-SO_3H$ es introducido en una molécula de tinte, el sangrado en todos los solventes hidrocarbonados se reduce a cero con muy pocas excepciones. Los tintes-pigmentos azo de bajo peso molecular y estructura química simple son solubles en solventes de petróleo. En cambio, los de alto peso molecular y estructura química compleja son mucho menos solubles en los solventes hidrocarbonados.

No se produce un cambio químico cuando los tintes y tintes-pigmentos son disueltos por los hidrocarburos. Pero cuando los solventes actúan sobre los pigmentos metalizados, existe un posible cambio químico en el cual algo del pigmento es roto y se forma el tinte correspondiente.

A continuación, se muestra un ensayo experimental de sangrado de tintes, expresado como solubilidad en ciertos solventes:

Ensayo Práctico de Sangrado

Objetivo: Determinar la solubilidad del tinte a extraer de la cinta de nylon bajo la acción de algunos solventes.

Condiciones

Muestra: 4.0 mg. (aprox)

Solvente: 25 ml etanol

Tiempo de Extracción: 5 minutos

Tabla de Resultados

Solvente	Solubilidad	Color de la Solución
Agua	Insoluble	Ninguno
Etanol	Soluble	Violeta
Ácido Acético	Soluble	Violeta
Piridina	Soluble	Azul

Conclusión: se observa que el tinte contenido en la cinta de nylon es soluble en algunos solventes orgánicos, pero es insoluble en agua. Esto implica que cualquier estudio espectrofotométrico se tiene que realizar con el uso de alguno de estos solventes. En el presente trabajo se ha utilizado etanol y ácido acético.

3.3.3 Sublimación

Ciertos tintes y pigmentos poseen presión de vapor. Esto se debe a que muchos de estos son fabricados en

base a materiales volátiles tales como benceno, tolueno, xileno, naftaleno y antraceno. Aún cuando la presión de vapor del tinte pueda ser pequeña; esta puede ser suficiente para permitir que el tinte se sublime gradualmente produciendo una mancha indeseable como resultado.

3.3.4 Color

El color de un tinte o pigmento está relacionado a su constitución química, a las ondas electromagnéticas de energía y a la percepción por la vista.

Ondas Electromagnéticas

La luz se propaga por medio de ondas electromagnéticas. La longitud de onda de la luz se expresa en la unidad denominada "nanómetro" (nm), que equivale a la millonésima parte de un metro. La región visible se extiende desde 390 hasta 770 nanómetros. La tonalidad pasa desde violeta a púrpura, azul, verde, amarillo, naranja y a rojo.

Percepción

La luz solar al mediodía, que contiene todos los rayos visibles, es interpretada por la vista como blanca. Así, la

suma total de todos los rayos visibles es blanca y la ausencia total es negra. La mezcla de luces es un proceso aditivo, mientras que el mezclado de materiales colorantes en tintas es un proceso de sustracción.

3.3.5 Opacidad

La opacidad de un pigmento se explica mediante la propiedad física denominada índice de refracción^[179]. Este valor varía con la longitud de onda de la luz usada.

Cuando se usan barnices diferentes, los pigmentos que son transparentes en un determinado barniz, pueden no ser completamente transparentes en otro, dependiendo de la diferencia del valor del índice de refracción para el pigmento menos el valor para el barniz.

3.4 Procedimientos de Prueba

3.4.1 Pruebas sobre Pigmentos

Tono Másico (Tono Superior)

El tono másico o tono superior de un pigmento es la apariencia a la vista de una película relativamente gruesa de la tinta derivada del pigmento. Se observa después de hacer una capa gruesa (1/32 pulgada) sobre el papel de prueba. Debe chequearse el tono másico inmediatamente

después que se esparce la capa y después que la tinta está seca por lo que pueda cambiar durante el secado.

Valor Tintorial y Tono de Tinta

El valor tintorial de un pigmento se determina adicionando una tinta extensora a la tinta usada para la prueba de tono másico. Cuando alguna tinta pigmentada va a ser evaluada en cuanto a valor tintorial, es muy importante que el vehículo y el vehículo de la tinta blanca extensora sean plenamente compatibles una con otra.

Tono de Impresión y Tono Inferior

Cuando la tinta usada para probar el tono másico de esparce ajustadamente sobre el papel de prueba, se obtienen una película delgada. Esto es conocido como el tono de impresión^[182] debido a que asemeja la tinta impresa a ese espesor de película. Cuando se hace la comparación de un pigmento con otro en la forma de tinta, es esencial que los cuerpos de la tinta sean semejantes, de otra manera se obtiene una falsa comparación.

Opacidad

Cuando la tinta usada para probar el tono másico y el tono de impresión es esparcida o impresa sobre una banda de tinta negra sobre el papel de prueba, puede obtenerse

una idea del grado de opacidad impartida por el pigmento en forma de tinta. Una tinta transparente muestra la impresión negra, mientras que una tinta opaca tiende a ocultar el color negro debajo.

Brillo y Tono de Color Limpio

Los pigmentos difieren ampliamente en brillo y color de tono. Los fluorescentes son los más brillantes. Los trifenilmetánicos son los siguientes; son más brillantes y poseen tonos de color más limpio que los otros pigmentos orgánicos. Como clase, los pigmentos inorgánicos poseen tono de color más sucio que los orgánicos.

3.4.2 Pruebas sobre Tintes Solubles

Disolución y Prueba de Tintes

Para comparar un lote de tinte con la muestra estándar, debe colocarse el tinte en solución. La elección del solvente depende de la solubilidad del tinte.

Pruebas sobre Familia de Tintes

Existen métodos analíticos para identificar si un tinte pertenece a determinada familia. Asimismo, mediante el

análisis químico se puede identificar si un tinte tiene propiedades básicas o ácidas. En el anexo 14-E se aprecian dos métodos de análisis sobre tintes.

3.4.3 Pruebas sobre Barnices y Tintas

A. Brillo

El papel es el factor más importante en el brillo de la tinta de impresión. El siguiente factor en importancia es el vehículo de la tinta. La resina es el componente del vehículo que suministra el brillo. Una resina adecuada para tintas brillantes tiene dos características: alto peso molecular y compatibilidad moderada con los otros componentes en el vehículo. Estas características causan que la resina permanezca en la superficie del papel con el pigmento.

B. Tests de Frotamiento y Rayado

Cuando las películas de tinta están secas, deben resistir el frotado bajo presión moderada; de modo que no se manchen y desfiguren las áreas impresas. Cuando se aplica alta presión, las películas de tinta secas no deberían producir ningún nivel de impresión. Un test simple y útil para examinar la dureza de películas de tinta es el test del rayado con la uña. Es esencial hacer este test después que

la tinta ha adquirido su dureza final. La presencia de cera ayuda a mejorar la resistencia de la tinta al rayado.

C. Blocking^[178] de Barnices y Tintas

Se dice que el material impreso está "bloqueado" cuando las áreas entintadas se adhieren fuertemente a las hojas adyacentes. Este tipo de falla se incrementa con la presión, la temperatura y humedad relativa alta (80-85%).

Se han observado las siguientes causas del bloqueo:

- Tintas resina-solvente que contienen resinas suaves
- Tintas resina-solvente que contienen resinas duras acopladas con exceso de plastificante^[180].
- Películas con plastificantes, los cuales migran y atacan a la película de tinta, ablandando las resinas presentes.
- Insuficiente calor para secar las tintas resina-solvente

CAPÍTULO IV

FUNDAMENTO TEÓRICO III - FÍSICO-QUÍMICA DEL TEÑIDO

4.0 Fundamento Teórico III - Físico-Química del Teñido

4.1 Medición de Concentración en Tintes

Los métodos colorimétricos muestran ventaja en velocidad y precisión, pueden ser empleados a muy bajas concentraciones de tinte o sobre pequeños volúmenes de licor tintorial. Estos métodos pueden ser aplicados a todos los tintes sin importar su constitución química, desde que cualquier sustancia coloreada debe absorber luz y ser susceptible a tal exámen. Todos los instrumentos colorimétricos son comparativos, es decir comparan las propiedades ópticas de una solución dada con las de otra solución, hecho básico requerido para el estudio de los tintes.

El principio básico de los métodos cuantitativos de absorción consiste en comparar la extensión de la absorción (o transmitancia) de la energía radiante a una longitud de onda en particular con una solución del material de prueba y una serie de soluciones estándar.

Selección de la Longitud de Onda

Con un espectrofotómetro, la longitud de onda de máxima absorbancia se puede evaluar rápidamente a partir de la curva absorción-longitud de onda para el material, esta longitud de onda debe caer en una región de absorbancia donde esta no varíe rápidamente con la longitud de onda.

De las curvas absorbancia-longitud de onda realizadas para el anteproyecto, se tiene que la solución de tinta matriz tiene una máxima absorbancia a la longitud de onda de 580 nm.

4.1.1 Las Leyes de la Absorción de la Luz

La absorción de luz por soluciones coloreadas se produce cuando una potencia radiante del haz de luz incide sobre una muestra coloreada la cual absorbe luz; a la salida la potencia radiante del haz de luz es disminuida. La relación entre potencias radiantes es denominada transmitancia. La relación se describe según:

$$\%T = 100 * (P_0/P)$$

donde

%T: porcentaje de transmitancia

P_0 : potencia radiante que sale

P: potencia radiante que incide

La absorbancia de una solución es directamente proporcional a su concentración dado que el espesor de la solución es constante, y asimismo proporciona un método más conveniente de medir concentraciones de tintes donde la absorción de una solución estándar de tinte es conocida, la absorbancia se define mediante: **$A = -\log T$**

La absorción de luz es descrita por la Ley de Lambert-Beer, aplicada sólo a la absorción de luz monocromática. Esta ley se expresa así: **$A = \epsilon bc$**

donde:

A: absorbancia (adimensional)

ϵ : absortividad molar^[177] ($M^{-1} \cdot cm^{-1}$)

b: paso de luz (cm)

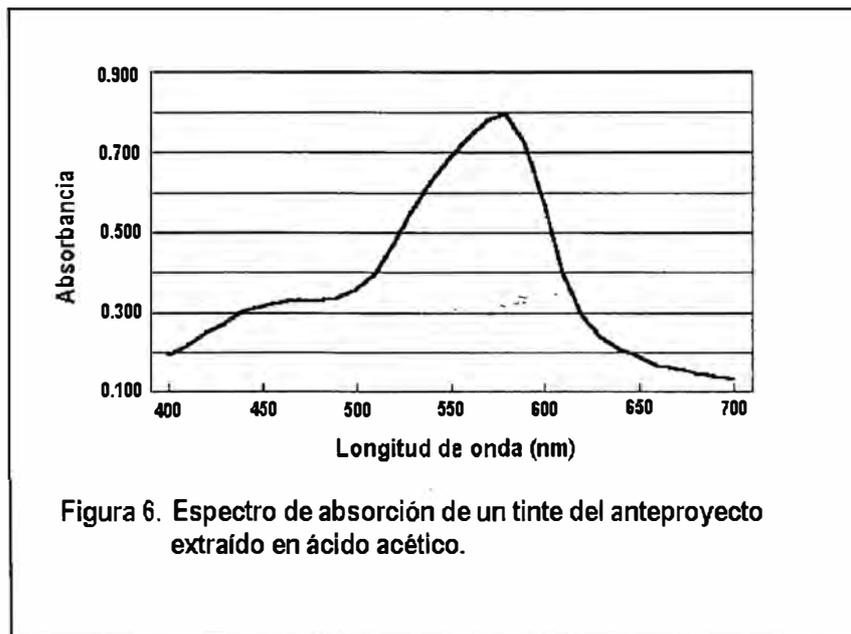
c: concentración (M, moles/L)

Los espectrofotómetros están diseñados de modo tal que la intensidad de la luz que pasa a través de la solución de tinte contenida en una celda de vidrio pueda ser comparada fotoeléctricamente con la luz que pasa a través de una celda similar con solvente. La luz es dispersada en un espectro con un prisma de difracción, y una banda muy estrecha de longitudes de onda es aislada para medición. Estos instrumentos están calibrados para leer directamente

el porcentaje de transmitancia o alternativamente la absorbancia de la solución comparada con el blanco.

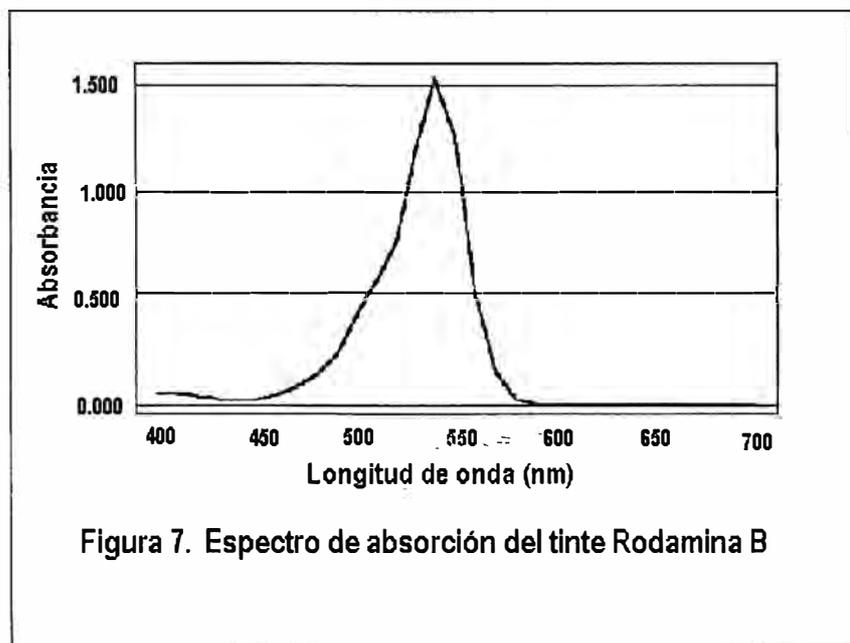
4.1.2 Variación de la Absorción de Luz con la Longitud de Onda

La absorbancia de una solución coloreada debe variar con la longitud de onda de la luz que se usa para medirla, si este no fuera el caso entonces la solución sería incolora o gris. El color es descrito por una curva que muestra la variación de absorbancia con la longitud de onda sobre el rango de longitud de onda visible desde 400 hasta 700 nm; como se indica en la **figura 6**.



La curva es definida por su forma y particularmente por la longitud de onda a la cual ocurre la máxima absorción. Tal curva espectrofotométrica es característica de un tinte particular y puede usarse a menudo para confirmar o desaprobar la identidad de dos tintes.

Cierto número de tintes diferentes, pero con similar estructura química, pueden ser indistinguibles por métodos ópticos. De otro lado, ciertos tintes tienen espectro de absorción muy característico con picos únicos o dobles bien definidos. Los tintes básicos son sobresalientes como una clase en este respecto, como es ilustrado por la curva de la Rodamina B en la **figura 7**.



Al comparar las curvas de dos tintes para identificación es mejor multiplicar las densidades observadas de una muestra en todas las longitudes de onda por un factor constante suficiente para llevar la máxima densidad al valor observado por la segunda muestra.

4.1.3 Estimación de Tintes en Baños Tintoriales

4.1.3.1 Tintes Solubles en Agua

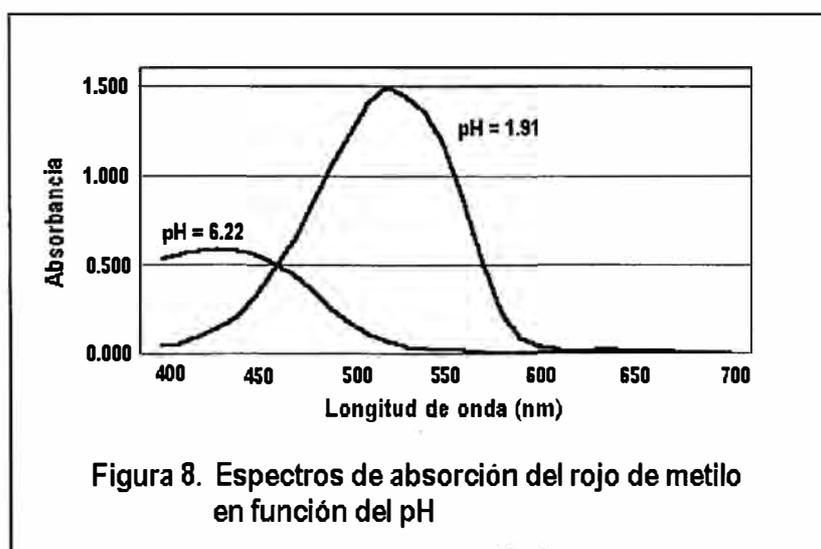
A fin de medir la concentración de un tinte soluble en agua remanente en un baño de tinte sólo es necesario determinar la absorbancia de una alícuota del baño, diluída si es necesario, y compararla con la absorbancia de una solución del mismo tinte de concentración conocida.

El color de muchos tintes en solución acuosa depende del pH, de modo que es mejor llevar todas las soluciones que se están comparando a un pH común. En casos donde el tinte es un indicador, tal como el Rojo de Metilo, la elección del pH es crítica en absoluto, tal como se observa en la **figura 8**.

4.1.3.2 Tintes Insolubles en Agua

Los tintes vat, azoicos y sulfurados se clasifican usualmente como insolubles, desde que son convertidos a una forma insoluble en la fibra. En el caso de tintes vat, las soluciones de tinte acuosas de los tintes reducidos o compuesto *leuco* pueden ser empleadas para estimación colorimétrica directa.

Un método alternativo para tintes vat y sulfurados es convertirlos de soluciones inestables a dispersiones estables del tinte oxidado, la oxidación debe ser rápida y la concentración de electrólitos baja para obtener dispersiones estables reproducibles que puedan ser estimadas por métodos ópticos dentro de un período razonable de tiempo.



4.1.4 Estimación de Mezclas de Tintes en Solución

Binaria

En la práctica se usan mezclas de dos o más tintes y es interesante conocer el comportamiento y la interacción en la mezcla de tintes. Debido a que tales mezclas son usualmente compuestas de tintes de diferente color pero de tipo químico similar, es evidente que la colorimetría ofrece una solución a este caso.

El principio básico es que la absorbancia de una solución mezclada de tintes bajo cierta longitud de onda es igual a la suma de las absorbancias de los tintes componentes a la misma longitud de onda. Para estimar los tintes en una mezcla binaria, es necesario hacer mediciones a dos longitudes de onda sobre soluciones estándar de los componentes separados y de la solución desconocida. Las longitudes de onda escogidas son normalmente aquellas a las cuales los dos componentes muestran máxima absorbancia.

Comprobación Experimental de la Aditividad en la Absorción

Consideremos los espectros de absorción mostrados en la **figura 9**, la curva (a) representa la curva de absorción de una solución estándar de un tinte indicador A (rodanina)

con concentración $m=0.05$ mg/L y con absorbancias A_1 y A_2 a las longitudes de onda L_1 y L_2 respectivamente, donde L_1 es la longitud de onda de máxima absorción del tinte rodanina. La curva (b) representa la absorción del tinte rodamina B que contiene $n=0.04$ mg/L, y que muestra absorbancias B_1 y B_2 a longitudes de onda L_1 y L_2 , donde L_2 es la longitud de onda de máxima absorción del tinte rodamina B. Finalmente, la curva (c) representa la curva de absorbancia de una mezcla desconocida de los dos tintes indicadores. Por medición se encuentra que esta mezcla tiene absorbancias D_1 y D_2 a las dos longitudes de onda respectivamente. Luego, basándose en la absorbancia de la mezcla a las longitudes de onda L_1 y L_2 ; se puede calcular, la proporciones de cada tinte.

Cálculo:

Se tienen los datos experimentales: bajo $L_1= 450$ nm y

$L_2=540$ nm

$A_1: 0.394$ $A_2: 0.016$

$B_1: 0.019$ $B_2: 1.532$

$D_1: 0.116$ $D_2: 1.144$

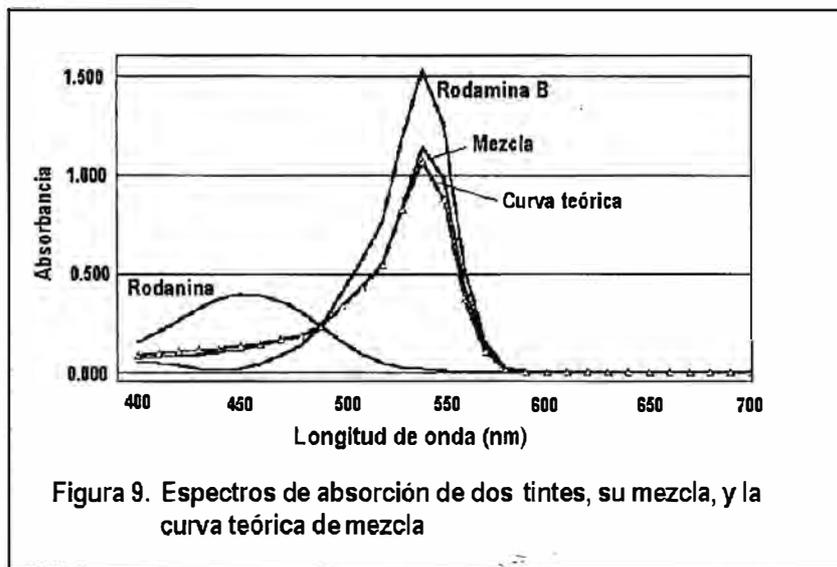
Si usamos las relaciones establecidas:

$$D_1 = (x/m)A_1 + (y/n)B_1$$

$$D_2 = (x/m)A_2 + (y/n)B_2$$

Se tienen los siguientes resultados: $x=0.01$ $y=0.03$.

Cabe observar que se ha calculado una curva teórica con estos valores y coincide con el espectro de absorción de la mezcla.



4.1.5 Estimación de Tintes en la Fibra

4.1.5.1 Métodos de Solución

En general la muestra es secada a peso constante o condicionada a una humedad conocida y la cantidad pesada es sujeta a examen.

En el caso de las fibras de proteína teñidas con tintes ácidos es efectiva la extracción con piridina. En ciertos casos se usa la extracción con solventes (alcohol o

acetona), siendo la acetona usada donde están involucrados tintes básicos. Los tintes azoicos pueden ser despojados de las fibras celulósicas con solventes orgánicos tales como cloroformo, alcohol y acetona. La estimación de tintes vat en fibras celulósicas es con o-clorofenol.

Con nylon, el método más satisfactorio es disolver la fibra en o-clorofenol. Se tienen solventes alternativos tales como cresol, ácido clorhídrico y ácido fórmico, mientras que la acetona, el alcohol y el ácido acético pueden ser empleados en técnicas de extracción.

4.1.5.2 Estimación Colorimétrica Directa

No existe un método completamente satisfactorio para examinar material fibroso en forma de tela, la razón para esto es que la transmisión de luz a través de un material textil no es solo función de la concentración del tinte, desde que las numerosas interfaces fibra-aire difunden la luz en todas direcciones.

4.2 Equilibrio en el Teñido

4.2.1 Estudio Experimental del Equilibrio

Establecimiento del Equilibrio

El teñido es una reacción heterogénea, por esta razón, es dificultoso asegurar que se ha logrado el verdadero equilibrio. Existe el peligro de que un falso equilibrio sea tomado en forma errónea por el verdadero. En este falso estado, la superficie exterior de la fibra está en equilibrio con la solución externa pero no con el centro de la fibra. Esto puede comprobarse por la existencia de fibras "teñidas en anillo" (ver figura 10).

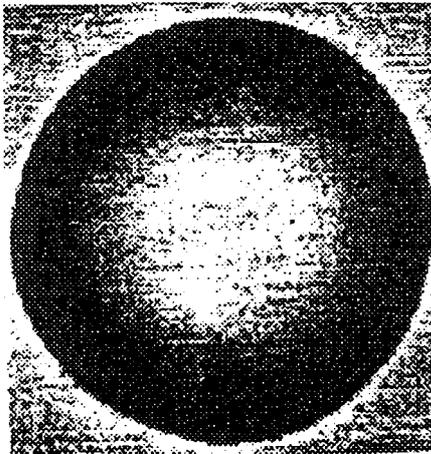


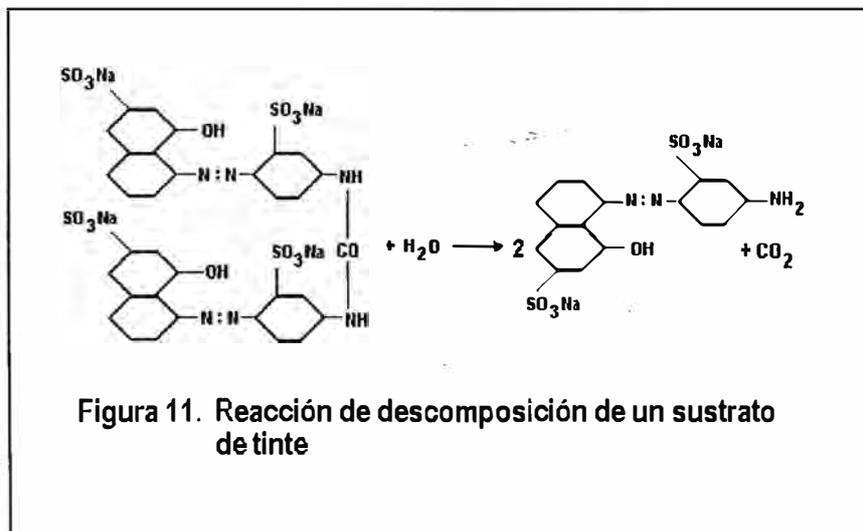
Figura 10. Efecto de teñido en "anillo" de una fibra de nylon vista en una microfotografía

A bajas temperaturas el movimiento de tinte dentro de la fibra puede ser tan lento que la concentración de tinte remanente en el baño tintorial parece ser constante y puede

asumirse erróneamente que se ha establecido el equilibrio. Es de esperar que cualquier conclusión sobre esta base sea equivocada desde que la concentración de tinte en el baño tintorial no está realmente en equilibrio con la concentración promedio del tinte en la fibra, sino con una concentración mucho más alta en la superficie de esta.

Descomposición de Sustrato y Tinte

Una dificultad encontrada al determinar el equilibrio del teñido es la posible descomposición del sustrato. Casi todo material textil es susceptible de degradación si se mantiene en contacto con agua por un tiempo prolongado, y esto dificulta estar seguro sobre sí el equilibrio resultante se aplica al material original no dañado o al material que está degradado en alguna medida.



Algunas fibras sintéticas son menos susceptibles de sufrir descomposición, siendo la fibra de nylon en particular resistente al agua. La temperatura alta favorece también la degradación. Los tintes pueden tener un efecto catalítico sobre la degradación. Asimismo, ciertos tintes pueden fraccionarse durante el teñido para dar productos incoloros o productos con estructura molecular diferente del tinte original. En la **figura 11** se muestra una reacción de descomposición de un sustrato de tinte en agua.

Incremento de la Velocidad de Alcance del Equilibrio

Es deseable reducir el tiempo de teñido al mínimo compatible con el establecimiento del verdadero equilibrio. A cualquier temperatura, el tiempo requerido para el logro del equilibrio puede reducirse a un mínimo mediante:

1. Agitación eficiente o circulación de la fase solución a través de la masa de fibra; y,
11. Uso de la forma más adecuada del material textil, esto implica tener la máxima área superficial posible por unidad de masa de modo que la difusión de tinte dentro de la fibra (que es la etapa más lenta del proceso) sea reducida a un mínimo.

Métodos Experimentales

A. *El Enfoque Directo*

El método más obvio de enfocar el equilibrio en el teñido es preparar un baño tintorial, agregar la fibra, y permitir que el teñido tenga lugar por el tiempo que una medición preliminar ha indicado que es suficiente para lograr el equilibrio.

A.1.- *Razón Licor-Fibra de 5:1 a 100:1*

Este experimento se caracteriza por el hecho de que la concentración del tinte en el baño tintorial decrece según avanza el teñido, debido a que el tinte adsorbido por la fibra representa una proporción considerable del tinte total en el sistema. En este caso no se conocen la concentración final del tinte en la fibra ni en el baño tintorial. Se estima el tinte en una fase y se calcula el tinte en la otra por diferencia.

A.2.- *Razón Licor-Fibra muy alto*

Bajo esta condición, la cantidad de tinte adsorbido por la fibra es despreciable si se compara con el tinte total en el sistema, de modo que la concentración de tinte en la fase baño tintorial puede ser considerada como constante. Entonces sólo es necesario estimar el tinte adsorbido por la fibra en el equilibrio.

B. *Desorción*

En este método, una muestra de material es teñida con una cierta concentración de tinte a alta temperatura y por tiempo suficiente para asegurar la distribución uniforme del tinte a través de la sección transversal de los filamentos. Se toma una porción de muestra y se analiza el contenido de tinte, esto representa el único análisis de la fase fibra que necesita hacerse.

C.- *Difusión*

Este método está limitado a aquellos sustratos que pueden ser obtenidos en forma de película. Para nuestro estudio no tiene interés debido a que la cinta de nylon a tratar es un tejido del tipo trama-urdimbre.

4.2.2 **Medición del Equilibrio - Isotermas de Adsorción**

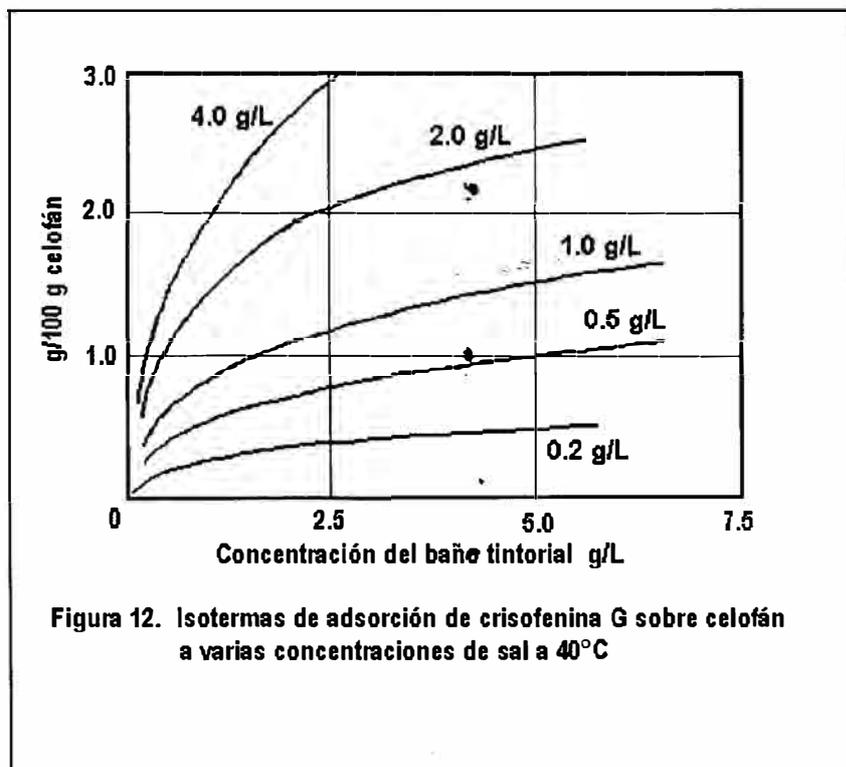
Los resultados de la medición del equilibrio del teñido son usualmente expresados en la forma de isotermas de adsorción en las cuales se grafica la variación en la concentración del tinte en la fibra con la concentración del tinte en solución. El efecto de otras variables se estudia observando el desplazamiento de esta isoterma. La mayoría de isotermas de teñido pueden ser ajustadas por las ecuaciones de Freundlich y Langmuir; expresadas como:

$$[D]_f = k[D]_s^x$$

donde $[D]_{\phi}$ y $[D]_{\sigma}$ son las concentraciones de tinte en la fibra y en la solución respectivamente, k es una constante y x es una potencia fraccionar. Si se toma logaritmo a ambos lados, se obtiene la relación lineal:

$$\log [D]_{\phi} = \log k + x \log [D]_{\sigma}$$

En las **figuras 12 y 13** se muestran ejemplos típicos de las isothermas de Freundlich, la primera representa un ploteo directo de los datos experimentales y la segunda un ploteo logarítmico.



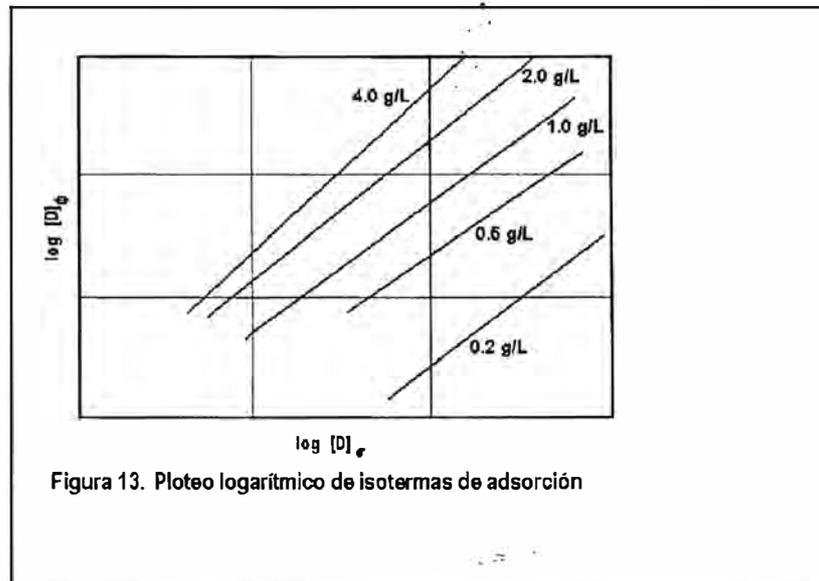


Figura 13. Ploteo logarítmico de isothermas de adsorción

4.2.3 Estudio Teórico del Equilibrio

Debido a que el teñido está confinado a un sistema de dos fases con pocas variables, el tratamiento termodinámico se referirá entonces a las propiedades de un tinte distribuido entre dos fases; entre estas tenemos:

4.2.3.1 Potencial Químico

El potencial químico de un tinte en solución se define como el cambio en energía libre de la solución por mol de tinte cuando se agrega una pequeña cantidad de tinte a la solución, permaneciendo la temperatura, presión y

concentración de otros componentes constantes. Así, si a una solución que contiene n moles de tinte se agregan δn moles, y la energía libre total de la solución se incrementa en δG , entonces el potencial químico del tinte es:

$$\mu = \left(\frac{\partial G}{\partial n} \right)_{T, P, n_j}$$

Si tenemos un tinte en dos fases σ y ϕ , y el potencial químico del tinte en ϕ es mayor que en σ , entonces cuando las fases se pongan en contacto, algo del tinte se moverá de ϕ a σ . El potencial químico de una sustancia en una fase es independiente de la cantidad total de la fase y mide la tendencia de la sustancia a escapar de la fase.

En el caso de una solución de tinte, es altamente improbable que esta se comporte idealmente, entonces el potencial químico puede expresarse como:

$$\mu = A + RT \ln [D] \gamma$$

donde A es constante, función de la temperatura y presión pero independiente de la composición; R es la constante de gases (1.987); T la temperatura absoluta; C la concentración molar del soluto y γ es el coeficiente de actividad del tinte en solución, función de la temperatura; mientras que $[D]$ es la concentración del tinte. A dilución

infinita, la actividad del tinte es $a=\gamma[D]$ y el potencial químico se expresa: $\mu = A + RT \ln a$

A fin de eliminar la constante A, el potencial químico en cualquier estado dado es comparado con el potencial en el estado estándar (μ°) y la actividad del tinte en estado estándar (a°), entonces: $\mu^\circ = A + RT \ln a^\circ$

sustrayendo ambas ecuaciones

$$\mu - \mu^\circ = RT \ln a / a^\circ$$

Si definimos el estado estándar de modo tal que $a^\circ=1$,

entonces: $\mu = \mu^\circ + RT \ln a$

Esta ecuación hace posible expresar el potencial químico de una sustancia en términos de un potencial químico estándar y una actividad o concentración, pero no permite un valor numérico para el potencial a obtenerse. Esto no es relevante puesto que sólo estamos interesados en la diferencia de potencial entre dos fases. Así, si el tinte D está distribuido entre la fase solución σ y la fase fibra ϕ ,

entonces: $\mu_\sigma = \mu_\sigma^\circ + RT \ln a_\sigma$

$$\mu_\phi = \mu_\phi^\circ + RT \ln a_\phi$$

Si las dos fases están en equilibrio, entonces:

$$\mu_\sigma = \mu_\phi, \text{ y}$$

$$-(\mu_\phi^\circ - \mu_\sigma^\circ) = -\Delta\mu^\circ = RT \ln [D]_\phi / [D]_\sigma$$

$\Delta\mu^\circ$ es la diferencia entre el potencial químico estándar del tinte o afinidad entre las dos fases, donde $[D]_l$ y $[D]_s$ son las concentraciones del tinte en las dos fases en equilibrio. A fin de determinar la diferencia de potencial químico estándar en cualquier sistema real de teñido, es necesario conocer la actividad del tinte en cada fase. Debido a que se tiene poca información sobre estas actividades, es usual reemplazar actividades por concentraciones.

4.2.3.2 Actividad de los Tintes en Solución

La mayoría de los tintes están ionizados en solución, muchos son sales de ácidos sulfónicos o carboxílicos, mientras otros contienen grupos ácidos fenólicos. Los tintes básicos se disocian en iones de tinte positivamente cargados con cloruro u otros aniones ácidos. Así, casi todos los tintes solubles en agua pueden considerarse como electrólitos fuertes, de modo que la actividad puede ser expresada como el producto de la actividad de los iones.

Si consideramos una sal de sodio de un tinte que contiene z grupos sulfónicos ácidos por molécula (Na_zD); en

solución acuosa este tinte se disociará completamente en iones Na^+ y D^- , donde D^- indica el anión D sin interesar el número de cargas que posee.

Influencia de la Adición de una Sal

Cualquier incremento en la actividad del ion sodio, tal como la producida por la adición de sal a la solución, causará un incremento en el potencial químico del tinte en solución. En forma concordante, si la solución está en equilibrio con la fibra, el potencial en la fibra debe también incrementarse, lo cual significa que se adsorbe más tinte.

4.2.3.3 Actividad de los Tintes en la Fibra

Para considerar la actividad del tinte en la fibra, la elección de una función adecuada que la represente depende del mecanismo de teñido que es postulado, los casos a considerar son:

- a. *Solución Sólida*, En este caso se supone que un tinte no ionizado es disuelto en una fibra para producir una solución sólida.
- b. *Tinte atraído a la Interface Tinte/Solvente sin ser adsorbido en Sitios Específicos y con la Posibilidad de formar una Capa Multimolecular*. La distribución del tinte

(ver figura 14) es la que se obtendría si la superficie adsorbente ejerciese atracción sobre las moléculas de tinte que variase en función a la distancia.

- c. *Tinte adsorbido en Sitios Específicos en la Interface Fibra/Solvente en una Capa Monomolecular.* Se supone que la fibra contiene un número de sitios reactivos capaces de atraer moléculas de tinte. Cuando un sitio es ocupado por una molécula de tinte ya no está disponible, de modo que sólo puede obtenerse una capa monomolecular sobre la superficie de la fibra.

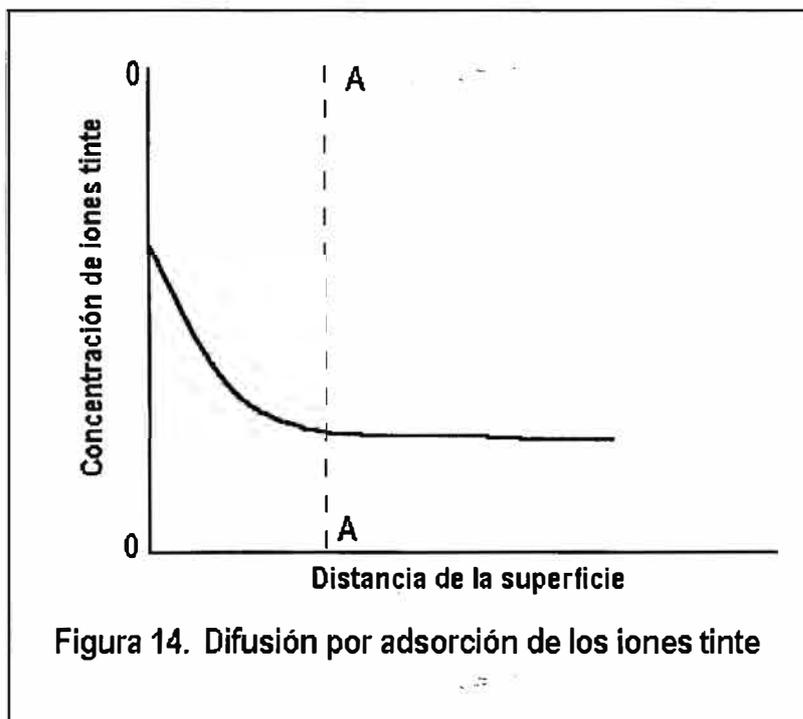


Figura 14. Difusión por adsorción de los iones tinte

4.2.3.4 Calor del Teñido

El calor del teñido es la segunda cantidad termodinámica que caracteriza a un proceso de teñido. Proporciona una descripción cuantitativa del efecto de la temperatura en el equilibrio del teñido.

En general, la cantidad de tinte adsorbido por una fibra desde un baño tintorial de concentración constante, o en otras palabras, la afinidad del tinte por la fibra, decrece con el incremento de la temperatura. La temperatura absoluta del teñido, la afinidad estándar, y el calor estándar del teñido están relacionados por la ecuación:

$$\frac{\partial(\Delta u^{\circ}/T)}{\partial(1/T)} = \Delta H^{\circ}$$

El calor estándar del teñido así calculado puede ser definido como el calor absorbido por mol de tinte cuando una pequeña cantidad de tinte se transfiere desde un volumen muy grande de baño tintorial en su estado estándar, como ya se definió, a una cantidad muy grande de fibra teñida también en su estado estándar.

El valor práctico del calor del teñido consiste en el hecho de que si la afinidad de un tinte por una fibra es conocida a cierta temperatura, luego la afinidad a cualquier

otra temperatura puede ser calculada si se conoce también el calor de reacción.

4.2.3.5 Entropía del Teñido

De la afinidad y el calor del teñido, el cambio estándar en entropía ΔS° puede ser calculado por la ecuación:

$$\Delta\mu^\circ = \Delta H^\circ - T\Delta S^\circ$$

La significación de la entropía del teñido no es aún clara. Desde el punto de vista del teñido el cambio de entropía tiene un significado limitado, y sólo es de interés en dos casos: cuando dos tintes son comparados sobre una fibra común o un mismo tinte es comparado con dos fibras. Bajo estas limitadas circunstancias la entropía puede casi con certeza ser identificada con la orientación tinte/fibra.

4.3 Cinética del Teñido

Debido a que el teñido no es un proceso instantáneo la cinética es tan importante como el estado final de equilibrio. Usualmente se considera que los factores cinéticos son más importantes debido a que el teñido práctico es rara vez llevado hasta el equilibrio verdadero. Entre las propiedades cinéticas de los tintes se tiene: la velocidad de teñido bajo varias condiciones

arbitrarias y a varias temperaturas, la velocidad de transferencia del tinte desde fibras teñidas a fibras no teñidas, la velocidad de desorción de tintes de la fibra y la velocidad de penetración de tinte en la fibra. Se conoce que el teñido involucra tres etapas:

1. Difusión del tinte a través de baño tintorial acuoso hacia la superficie de la fibra;
- ii. Adsorción del tinte sobre la superficie exterior de la fibra; y,
- iii. Difusión del tinte dentro de la fibra desde la superficie hacia el centro.

4.3.1 Difusión de Tintes dentro de la Fibra

En la etapa inicial del teñido, el tinte no se distribuye uniformemente a través de la fibra, teniendo concentración alta en la superficie de la fibra y baja dentro de la fibra. La existencia de un gradiente de concentración causa que la tinta se difunda hacia el centro de la fibra a una velocidad proporcional al gradiente. Este comportamiento se expresa mediante la ecuación de Fick:

$$\frac{dN}{dt} = -DA \frac{dc}{dx}$$

donde dN/dt es la velocidad de difusión del tinte a través de un área A en cualquier punto en la fibra y dc/dx es el gradiente de concentración del tinte en ese punto, expresado en términos del peso de tinte por unidad de volumen del sustrato. El coeficiente de difusión D es numéricamente igual a la cantidad de tinte que se difunde en una unidad de tiempo a través del área unitaria de la fibra bajo un gradiente de concentración.

4.3.2 Velocidad del Teñido

Aún cuando la velocidad de difusión dentro de una fibra es de interés, particularmente en lo que respecta a sus propiedades nivelantes y penetrantes, la velocidad integral de teñido bajo condiciones similares a aquellas usadas en la práctica es a menudo considerada de igual o mayor importancia para el proceso de teñido práctico. Esta velocidad de teñido es el principal factor que determina la magnitud de las desigualdades en la distribución del tinte a través de la masa de fibra que siempre está presente en la etapa inicial del teñido.

Métodos de Descripción de la Velocidad del Teñido

Las isothermas tiempo/adsorción proporcionan una descripción completa de la velocidad de adsorción de cualquier tinte bajo condiciones particulares. Tales curvas pueden usarse para obtener una idea de las propiedades tintoriales de tintes individuales o para comparar y seleccionar tintes de propiedades similares.

Interpretación Práctica de la Velocidad del Teñido y Velocidad de Difusión

El objetivo de determinar las velocidades de teñido y de difusión es proporcionar al proceso de teñido una guía de propiedades de los tintes individuales desde los cuales pueda anticiparse su comportamiento en la práctica. Las propiedades fundamentales de un tinte son su velocidad de difusión y su afinidad por la fibra.

La velocidad de difusión es una propiedad característica de un tinte, independiente de la estructura de la fibra, velocidad de flujo de licor, volumen del baño tintorial, de la concentración del tinte y del electrólito. Los tintes que se difunden rápidamente mostrarán en general buenas propiedades nivelantes y penetrantes y serán fáciles de aplicar, mientras que los tintes de difusión lenta mostrarán las características inversas.

4.3.3 Nivelamiento de los Tintes

El objetivo del teñido es la producción de un material coloreado uniforme, en el cual no pueda detectarse irregularidades de color. En la práctica nunca se obtiene tal uniformidad en la etapa inicial del teñido, quedando algunas partes de la fibra invariablemente más teñidas que otras. Sin embargo, al término de una operación exitosa de teñido la desigual distribución inicial de tinte se elimina y se logra un teñido perfectamente uniforme o nivelado.

Tal "nivelamiento"^[179] o "migración" se debe a la desorción del tinte de las porciones más teñidas y readsorción en las menos teñidas, y confirma que el teñido es una reacción reversible.

4.3.4 Efecto de la Temperatura

La velocidad de teñido depende de la temperatura y se incrementa en todos los casos con un incremento de esta. Este efecto no es apreciado como debería, posiblemente debido al simultáneo efecto de la temperatura sobre la afinidad. El efecto del incremento de temperatura

con los tintes es incrementar la velocidad de teñido o velocidad de difusión y disminuir la adsorción de equilibrio.

Para el diseño del proceso de teñido de presente trabajo cabe destacar que no tiene mayor relevancia la temperatura, puesto que existe una gran afinidad entre la tinta matriz y el material textil nylon, además de que la velocidad de teñido es rápida. Esto implica que el teñido se realiza a temperatura ambiente, y no se tienen mayores dificultades para transferir la tinta al material nylon.

4.4 Teñido de Fibras Poliamídicas

4.4.1 La Fibra de Nylon

Nylon es el nombre genérico para todas las poliamidas sintéticas formadoras de fibra. Estas fibras son superpoliamidas preparadas de los productos de condensación de los ácidos dibásicos (p.e. ácido adípico) con diaminas (p.e. penta o hexametilendiamina). De este modo el ácido adípico y la hexametilendiamina se condensan para dar un polímero de cadena larga del tipo representado por $[\text{NH}(\text{CH}_2)_6\text{NH}\cdot\text{CO}(\text{CH}_2)_4\text{CO}]_x$.

El producto terminado contiene grupos carboxilos libres junto con una pequeña cantidad de grupos amino libres y algunos grupos amido terminales. La presencia de estos grupos terminales, a pesar de su pequeño número, tiene un efecto muy importante sobre el teñido de la fibra con tintes ácidos. En la tabla 4-I se muestra una análisis completo de una fibra típica de nylon.

Tabla 4-I Análisis de una Fibra de Nylon

Grupo	g. equivalentes por kg. de fibra seca
Amida	8,850
Carboxilo	0,090
Amina	0,036
Amida terminal	0,063

El nylon tiene ciertas características sobresalientes que lo hacen de interés particular como fibra textil. La principal de estas es su fuerza de tensión (5 g/denier seco; 4.4 g/denier húmedo) mayor que la de la seda, dos veces la del rayon viscosa estándar seco y tres a cuatro veces la del rayon viscosa estándar húmedo. Además tiene notorias propiedades elásticas. Cuando se encoge 4%, se le mantiene 1½ minutos, y se mide 1 minuto después de que la carga ha sido liberada, el nylon se recupera 100%. Su absorción de agua es muy baja, siendo cerca de 3.5% en

una humedad relativa de 60%, bajo la cual el rayon viscosa absorbe 12%.

El nylon tiene una alta resistencia a muchos productos químicos, incluyendo ácido acético, peróxido de hidrógeno, hipoclorito de sodio, y álcalis calientes (p.e. solución de soda cáustica al 5%). De otro lado, la ebullición en HCl al 5% lo hace quebradizo y finalmente destruye la fibra. Es soluble a 25°C en fenol y meta-cresol, mientras que el ácido acético (80%) a altas temperaturas también actúa como solvente.

Una propiedad notable del nylon es que un tratamiento con agua caliente o vapor imparte un "fijado" permanente a las fibras. Una vez que una fibra de nylon ha sido fijada, se requieren condiciones de calor y humedad más severos para distorsionarlo. La diferencia en temperatura entre el tratamiento de fijado y el teñido debe ser por lo menos de 15-20°C. Así si un nylon es tratado a 105°C, debería ser teñido a temperatura menor de 80-85°C.

Identificación de la Fibra de Nylon

Se mencionará un test de quemado y un test de solubilidad, ambos referidos a la identificación del nylon entre otras fibras.

a. Test de Quemado, sirve para dar una idea general del tipo de fibra presente. En la siguiente tabla se proporcionan los resultados de este test.

Velocidad de Quemado	Olor	Ceniza	Fibra
Ninguna	Ninguno	Ninguna	Asbesto, fibra de vidrio
Lenta	Cabello quemado	bolita negra	fibra de proteína (lana, seda, caseína)
Lenta	Cabello quemado	Ceniza gris, forma de la fibra original	Fibra de proteína (seda pesada)
Rápida	Papel quemado	poca o ninguna	fibra celulósica (algodón, lino y otras fibras vegetales; rayones,
Rápida	acre, ligeramente aromático	bolita negra dura	rayón acetato
Ninguna: se funde	Poco	bola redonda	Nylon
Ninguna: se funde	Ninguno	pelo irregular	Vinyon

b. Test de Solubilidad: Rayon Acetato, Nylon, Vinyon

Reactivo	Acetato	Nylon	Vinyon
Acetona	Soluble	Insoluble	Soluble
Ácido Acético Glacial (frio)	Soluble	Insoluble	Insoluble
Fenol 90%	Insoluble	Soluble	Insoluble

4.4.2 Teñido de la Fibra de Nylon con Tintes Dispersos

A fin de teñir nylon con tintes rayón acetato dispersos sólo es necesario trabajar el material en la dispersión^[179] acuosa del tinte adecuado a 80°C por cerca de una hora. El modo de adhesión de la tinta a la fibra no ha sido estudiado en detalle. Se presume que el mecanismo es similar al involucrado en el teñido de rayón acetato de celulosa; donde los grupos carbonilo de las cadenas principales del nylon juegan el mismo rol que los grupos éster en el acetato de celulosa. Los tintes deben adherirse por formación de enlaces de hidrógeno al grupo-amida en la fibra.

Velocidad del Teñido

Se ha estudiado la velocidad de adsorción de tintes dispersos bajo condiciones cercanas a la práctica, siendo el tinte remanente en el baño estimado colorimétricamente. Las curvas de velocidad de teñido muestran que en una hora, los teñidos de un tinte de teñido rápido a diferentes temperaturas son muchos más cercanos en tono que aquellos de un tinte de teñido lento. Así, el uso de un tinte de teñido rápido tiende a cubrir desigualdades originadas por la diferencia de temperatura a través de la fibra.

Efecto de la Temperatura

El efecto de la temperatura, como con otros tintes, consiste en todos los casos en un incremento en la velocidad del teñido y una disminución en el agotamiento^[177] de equilibrio.

4.4.3 Teñido del Nylon con Tintes Ácidos

Mecanismo del Teñido Ácido del Nylon

Se supone que la fibra de nylon adsorberá de un baño ácido cierto número de iones hidrógeno que se combinarán con los grupos carboxilo o amino y llevarán a la fibra un número equivalente de iones tinte para mantener la neutralidad eléctrica. Estos se orientarán cerca de los grupos amino terminales del nylon, debido a que son los únicos grupos presentes. La gran adsorción de ion hidrógeno a valores de pH muy bajo sólo puede deberse a la adsorción de los grupos amido en la cadena principal de nylon; los grupos amido son los únicos grupos polares que están presentes en cantidad suficiente para tal adsorción.

Cuando el nylon es teñido a una concentración total baja, todo el tinte puede ser adsorbido por la fibra, pero a

una alta concentración los sitios son casi exclusivamente ocupados por el tinte con la más alta afinidad.

Afinidad de los Tintes Ácidos por el Nylon

Uno factor preponderante para determinar la compatibilidad consiste en la afinidad del tinte por la fibra. Si se tienen tintes que tengan la misma afinidad puede esperarse que tiñan bien juntos, y aún cuando no produzcan tonos profundos por lo menos serían adsorbidos por la fibra en la misma proporción en que están presentes en el baño tintorial. Así, el conocimiento de la afinidad de los tintes ácidos por el nylon debe ayudar a la selección de tintes adecuados.

4.4.4 Teñido del Nylon con otros Tintes

4.4.4.1 Tintes Rayon Acetato de Celulosa Solubles en Agua

Los tintes rayón acetato de celulosa solubles en agua pueden usarse para el teñido práctico del nylon. Estos tintes pueden ser aplicados más fácilmente que los tintes ácidos y tienen muchas de las valiosas propiedades de migración de estos. En constitución, estos tintes se encuentran entre los tintes ácidos y los tintes dispersos; muchos consisten en

tintes aminoazo dispersos solubilizados por la introducción de un grupo sulfato, y esta naturaleza dual se muestra en sus propiedades de teñido. Estos tintes muestran evidencia de incompatibilidad en mezclas, pero la magnitud del efecto es mucho menos que con los tintes ácidos. A semejanza de los tinte ácidos, el efecto de la adición de una sal para incrementar el agotamiento es pequeño y el efecto de la adición de ácido es muy grande.

4.4.4.2 Tintes de Algodón Directos

Algunos tintes directos de algodón pueden también ser teñidos sobre nylon cuando se comportan como tintes ácidos; la adición de un ácido al baño tintorial incrementa bastante la adsorción en aquellos casos donde el tinte es estable en solución ácida, lo cual sugiere que el mecanismo de teñido es el mismo que con tintes ácidos. Aún en solución ácida, sin embargo, la adsorción de muchos tintes directos es baja; esto parece deberse principalmente al gran peso molecular de estos tintes, lo cual hace imposible para ellos penetrar los pequeños poros de la fibra de nylon. El número de grupos ácidos sulfónicos es también importante; puede observarse que un tinte como Chlorazol Orange PO con un grupo ácido sulfónico es adsorbido por el nylon,

mientras que el Chlorazol Pink BK con cuatro no lo es. Se ha demostrado que la adición de β -Naftol u otros fenoles o aminas incrementa la adsorción en muchos casos.

4.4.4.3 Tintes Vat

Los tintes vat no son adsorbidos por las fibras de nylon a temperatura ordinaria, pero pueden obtenerse tonos oscuros a temperaturas de 80-90°C en presencia de formaldehído-sulfóxido o productos de formaldehído hidrosulfito. Sin embargo, estos tintes son pocos usados debido a que la migración a la luz^[179] de los tintes naranjas y amarillos es muy pobre para el nylon.

Se estima que los tintes son parcialmente reducidos por la luz en presencia del nylon. No se ha dado una explicación muy adecuada de este fenómeno, pero se ha observado que la migración a la luz mejora si las fibras teñidas son sujetas a un tratamiento a vapor. Puede ser que la compacta estructura del nylon prevenga la agregación de los tintes vat sobre la oxidación del cuerpo leuco que ocurre en las fibras celulósicas. Los tintes vat en un estado muy alto de subdivisión pueden también mostrar incremento en reactividad y reducida migración a la luz. Esto se ha confirmado mediante el exámen de la superficie

de fibras de nylon teñidas con tintes vat en el microscopio electrónico donde se observó vaporización prolongada de cristales de tinte sobre la superficie de las fibras. El crecimiento de cristales superficiales a expensas de los cristales submicroscópicos dentro de la fibra puede ser explicado en términos de la menor solubilidad de los cristales más grandes.

4.4.4.4 Tintes Azoícos

El nylon puede ser teñido con tinte azoícos, el componente fenólico es aplicado como una dispersión en forma de sal de sodio desde un baño tintorial alcalino. Luego, la amina es diazotizada y acoplada para producir un tinte azo en la fibra. Debe notarse que es deseable que la fibra tome un exceso del componente amina a fin de minimizar la formación de nitrosfenoles durante la diazotización, debido a que estos últimos son sustancias altamente coloreadas de pobre resistencia a la luz. Los fenoles y aminas involucrados en este proceso tienen considerable afinidad por la fibra pero no son dependientes del número de grupos terminales, y desde que los componentes se difunden fácilmente a través de la fibra debido a su bajo peso molecular, el teñido no es sensitivo a

variaciones físicas o químicas en el nylon y los tintes dan resultados muy parejos sobre nylon de calidad irregular.

4.4.4.5 Tintes al Cromo

Estos son esencialmente tintes ácidos que contienen grupos de coordinación capaces de reaccionar con cromo para formar una laca o complejo. Así, muchos tintes al cromo son normalmente tintes azo ácidos que contienen sustituyentes hidroxy o aminos en la posición orto del enlace azo. La afinidad de estos tintes por el nylon es grande, de modo que la migración es más dificultosa. Al aplicar los tintes cromo premetalizados al nylon es preferible usar condiciones de baja acidez (ácido acético o fórmico), y controlar la acidez y temperatura de modo que el tinte sea adsorbido por la fibra en forma lenta y uniforme. Con estas precauciones puede obtenerse directamente un teñido nivelado y se elimina la necesidad de migración del tinte. Los teñidos producidos de esta manera son de excelente resistencia a la luz y al lavado. Los tintes premetalizados muestran todos los problemas de teñido de los tintes ácidos, tales como competencia entre tintes en mezclas, dificultad en obtener tonos oscuros e incapacidad para cubrir nylon de calidad irregular.

Para el anteproyecto se recomienda utilizar el tinte nigrosine soluble al alcohol, el cual es de tipo azoico; con el pigmento negro de humo, juntos en un medio de ácido oléico. Ambos materiales colorantes han sido descritos con anterioridad, y se conoce que tienen gran afinidad por el nylon, siendo el teñido llevado a cabo a temperatura ambiente.

CAPÍTULO V

REPROCESADO DE CARTUCHOS PARA CINTAS DE IMPRESORA

5.0 Reprocesado de Cartuchos para Cintas de Impresora

5.1 Caracterización de los Cartuchos de Cinta

A. El Cartucho

Usualmente el cartucho, en el cual viene almacenada la cinta, está elaborado en dos piezas ensamblables, fabricadas de material termoplástico^[181] negro mediante el proceso de inyección de plásticos. Aún cuando cada cartucho es diferente dependiendo del modelo y marca, sus características generales son:

- ♦ 02 piezas principales, ensamblables por presión.
- ♦ 01 juego de piezas de engrane, esto permite que la cinta gire en un sólo sentido.
- ♦ Cinta de nylon entintada color negro.

En la tabla 5-I se presenta una relación somera de cartuchos de las marcas más conocidas, incluyendo algunas características resaltantes

Tabla 5-I Relación de cartuchos de cinta de marcas conocidas

Marca	Modelo	Ancho de Cinta	Largo
Epson	LX810/LX300	13 mm	12 m.
Epson	FX1170/LQ1050	13 mm	17 m.
Epson	LQ2170/DFX5000	13 mm	55 m.
Panasonic	Diversos	8mm	2 m.
Citizen	GFX200	10 mm	12 m.
IBM	Diversos	13 mm	Diversos

B. La Cinta de Nylon Entintada

La cinta de nylon entintada, fuente de tinta de impresión usado por las impresoras, viene empacada en el cartucho en forma ordenada y ha sido introducida mediante en giro del mecanismo de engrane del cartucho; su ancho depende de la marca y modelo del cartucho (ver tabla 5-I), su longitud relativamente grande le permite circular, presentando cada vez una superficie distinta al cabezal de la impresora matricial, teniendo además ciertas características que permiten que migre la tinta desde el interior del nylon hacia las zonas agotadas y se repotencie la capacidad de imprimir. Después de cierto tiempo de uso, debe ser cambiada.

5.2 **Operación de Reencintado de Cartuchos de Cintas**

5.2.1 **Cartuchos tipo Epson**

Procedimiento

- i. Determinar el ancho de la cinta y medir la longitud de cinta apropiada para cada cartucho (ver tabla 5-I).
- ii. Retirar la cinta gastada, dejando unos 25 cm en cada extremo del cartucho.
- iii. Unir por termosellado^[181] un extremo de la cinta gastada (ubicado en la zona de engranes) con un extremo de la cinta entintada nueva.
- iv. Jalar la cinta gastada por la zona de libre corrimiento hasta hacer aparecer la cinta nueva unos 30 cm.
- v. Cortar la cinta nueva a unos 5 cm debajo de la soldadura.
- vi. Rebobinar la cinta usando el engrane principal, de modo que casi toda la longitud de cinta ingrese al cartucho, dejando unos 25 cm.
- vii. Unir por termosellado ambos extremos de la cinta, cuidando el sentido de esta.
- viii. Empacar en manga plástica el cartucho reencintado, sellando ambos lados.

5.2.2 Cartuchos tipo Panasonic

Procedimiento

1. Determinar el ancho de la cinta y medir la longitud de cinta apropiada para cada cartucho (ver tabla 5-I).
- ii. Abrir el cartucho, cuidando de no romper las zonas de ensamble.
- iii. Agregar 10 gotas de tinta para cintas de impresora al tampón.
- iv. Retirar la cinta gastada.
- v. Colocar la cinta, previamente sellada, en su posición normal.
- vi. Rebobinar la cinta usando el engrane principal, de modo que toda la longitud de cinta ingrese al cartucho.
- vii. Empacar en manga plástica el cartucho reencintado, sellando ambos lados.

5.2.3 Otros Cartuchos

Dependiendo del cartucho, de los cuales existen diferentes marcas y modelos, el operador determinará la forma más adecuada de reencintarlos de acuerdo a los siguientes lineamientos generales:

- A. Determinar el ancho de la cinta, y medir la longitud de cinta adecuada para el modelo a recargar (ver tabla 5-I).

En caso que el modelo no se encuentre en la tabla debe determinarse por medición el ancho para seleccionar la

cinta más próxima y medir la longitud de cinta adecuada en base a la cinta gastada. En caso de que el cartucho no posea cinta, se estimará en base a criterio la longitud de cinta adecuada.

B. Si el cartucho presenta la cinta dentro del cartucho, debe verificarse si la circulación de la cinta es regular.

B.1 En este caso, debe determinarse si el cartucho posee esponja de almacenamiento de tinta. Si posee esponja debe recargarse del modo del cartucho Panasonic, caso contrario deberá recargarse del modo del cartucho Epson.

B.2 Si la circulación de la cinta no es regular, usualmente puede haber obstrucción en el mecanismo de engrane que hace circular a la cinta. En este caso necesariamente debe abrirse el cartucho, poner operativo el mecanismo de engrane y reencintar el cartucho del modo Panasonic, obviando el agregado de tinta si no es necesario.

C. Si el cartucho no presenta cinta dentro del cartucho, debe recargarse necesariamente del modo Panasonic, verificando el estado del mecanismo de engrane para giro de la cinta y adicionando tinta de ser necesario.

5.2.4 Producción de Bobinas

Se ha determinado que la producción de bobinas es una forma en la cual se puede vender el producto a los redistribuidores (personas o negocios pequeños que se encargan de hacer recargas de cartuchos de cinta, pero que no poseen el capital o la tecnología necesaria para recargar cintas en mayor escala). Por cuestiones de mercado, las bobinas más comerciales son las siguientes:

	Ancho	Longitud
1. Tipo Epson LX300/810	13mm	12.0m
2. Tipo Epson FX1050/LQ1170	13mm	17.5m

Es por esta misma razón que como base para el Análisis Económico-Financiero, se ha tomado como elemento de medida la producción de Bobinas tipo Epson LX300/810 de 13 mm y 12.0 m, asumiendo que esta bobina es equivalente a una cartucho reencintado de este tipo. Se considera además que es equivalente (básicamente en precio) a una reencintado tipo Panasonic o Citizen. Es obvio que existen excepciones a esta asunción.

Manufactura de Bobinas (Basada en tipo Epson LX300/810)

- a. Medir 12 m de cinta entintada de 13 mm.
- b. Doblar la cinta en dos (obteniendo 6 m de cinta doblada)

- c. Usando un pin de acero delgado, enrollar la cinta alrededor del eje (aplicando cierta presión) hasta lograr una bobina de aproximadamente 3 cm de diámetro, dejando ambos bordes a la vista.
- d. Unir por termosellado ambos bordes, cuidando el sentido de la cinta.
- e. Retirar el pin de acero presionando un poco la bobina de modo que esta no se desmorone.
- f. Empacar en manga plástica de 4 cm de ancho.
- g. Termosellar ambos lados de la manga.

5.2.5 Control de Calidad

1. Control de la Operación de Reencintado

- Verificación del sentido de la cinta
- Verificación del entintado de los cartuchos que lo requieran
- Verificación de la circulación libre (funcionamiento adecuado del mecanismo de engrane).
- Verificación del empaclado (la manga no debe presentar sellado incompleto).

2. Control del Sellado

- Debe realizarse en forma diagonal, con un ángulo aproximado de 60°.

- No debe presentar fisuras.
- El corte debe ser limpio (sin rebabas).
- Debe soportar prueba aproximada de tracción axial sin romperse.

CAPÍTULO VI

PROYECTO EXPERIMENTAL: TEÑIDO DE BOBINAS DE NYLON

6.0 Proyecto Experimental: Teñido de Bobinas de Nylon

6.1 Diseño y Selección de la Maquinaria de Teñido

Los objetivos del diseño y selección de la maquinaria de teñido son reducir costos de procesamiento y material, incrementar la tasa de producción, reducir costos de operación y preservar la calidad del material a teñir.

6.1.1 Principios del Diseño

Se tienen dos principios fundamentales:

- i. Movimiento del material a través del baño tintorial
- ii. Circulación del baño tintorial a través del material estacionario.

Para el diseño de la maquinaria de teñido de bobinas del anteproyecto, seleccionaremos el primer principio debido a que se aplica para máquinas utilizadas en el

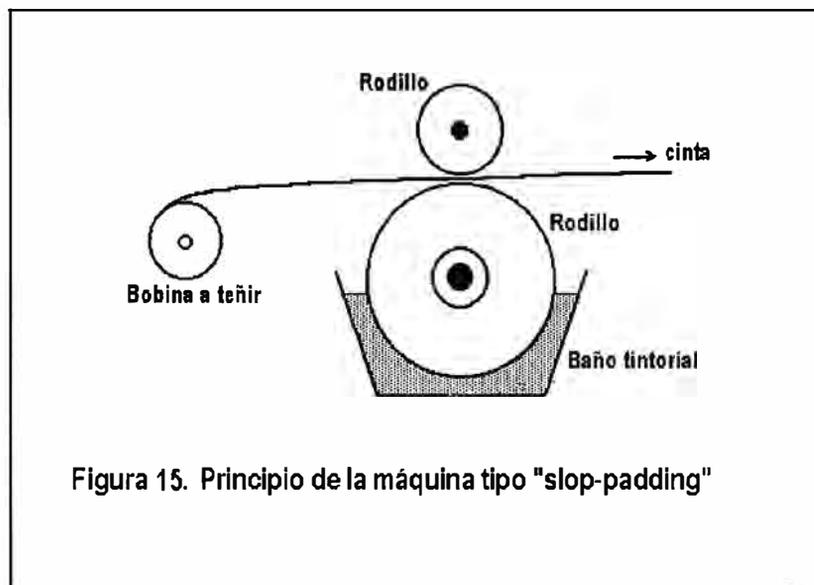
teñido de cintas. Se hará referencia entonces a máquinas basadas en este principio.

6.1.2 Máquinas de Teñido Basadas en el Principio:

“Movimiento del Material a través del Baño Tintorial”

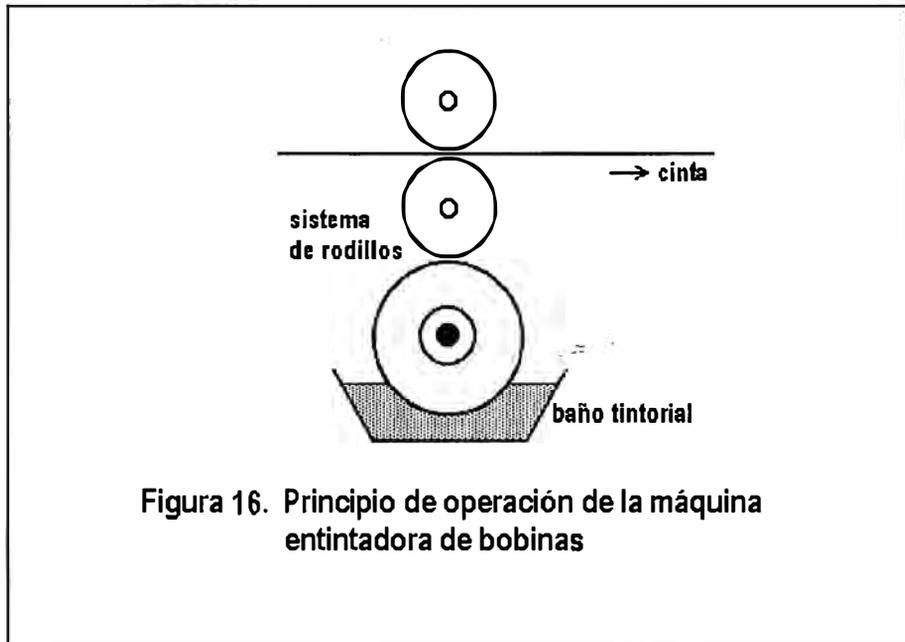
- A. "*Klauder-Weldon*", consiste esencialmente en dos ruedas paralelas unidas por un eje central horizontal
- B. Rodillo rotatorio, posee rodillos de acero inoxidable movidos por un movimiento rotatorio que expande la cinta.
- C. "*Chain warp*", la fibra retorcida es guiada a través del baño tintorial por rodillos-guía inmersos arreglados de modo tal que esta pasa arriba y abajo del licor tintorial.
- D. "*Jiggers*", consiste en dos rodillos de madera fijados sobre los lados de una caja tintorial de madera equipada con rodillos-guía de inmersión.
- E. *Padding Mangles*, consiste en forma esencial en dos rodillos de presión arreglados sobre una bandeja poco profunda acoplados con dos o tres rodillos-guía rotatorios libres. La cinta ingresa a la bandeja a través de rieles de tensión, pasa a través del baño tintorial, es uniformemente presionada entre los rodillos y luego pasa directamente a una operación subsecuente. En una de las formas (**figura 15**) el rodillo inferior circula en el baño tintorial contenido en

la bandeja. Este tipo, conocido como máquina *slop-padding* es adecuada para materiales ligeros, los cuales son simplemente pasados a través de los rodillos, transfiriendo el rodillo inferior el suficiente licor tintorial desde la bandeja como para saturar la cinta.



6.1.3 Diseño y Selección de Maquinaria

Para el presente trabajo se seleccionó los principios de la máquina descrita en el ítem E. (*padding mangles*) y en forma específica el diseño que usa dos rodillos, denominado "*slop-padding*", con la adición de ciertas modificaciones basadas en observación de máquinas de propiedad de competidores. En la **figura 16** se observa el principio de operación de la máquina de teñido del anteproyecto.



6.2 Caracterización de Materias Primas

6.2.1 Especificaciones de la Cinta de Nylon sin Entintar

A. *Presentación:* La cinta viene enrollada en bobinas que oscilan entre 600 a 750 yardas de longitud, para el anteproyecto se seleccionó cinta de 13 mm de ancho, (nótese que la medición en yardas se debe a que estas bobinas provienen de Estados Unidos, donde es usual esa medida), el diámetro del buje es de 30 mm.

B. *Especificaciones Técnicas:* En la tabla 6-1 se presentan las especificaciones técnicas de la cinta

seleccionada para el anteproyecto. Los datos provienen del catálogo del proveedor.

Tabla 6-I Especificaciones Técnicas de la Cinta Importada para el Anteproyecto

Modelo	4.332
Nombre comercial	5 mil - servicio pesado
Urdimbre: Tolerancia de conteo	67±2
Denier/N° filamentos	40/34
Trama: tolerancia de conteo	43±2
Denier/N° filamentos	70/34
Gramaje (g/m ²)	68±3.4
Calibre (micrones) min-max	124-140
Avance oléico (mm)	52±8
Rango de pH	4.5-7.0
Fuerza de tensión	
Urdimbre: mínimo	45
Trama: mínimo	45

C. **Costos:** Las bobinas de cinta (teñidas o sin teñir se cotizan en \$/yarda, una bobina usualmente tiene entre 600 a 750 yardas).

Costo de Bobina Sin Teñir

Precio CIF (USA) \$0.0189/yarda

Precio Inc. IGV (Perú) \$0.0350/yarda

Costo de Bobina Teñida

Precio CIF (USA) \$0.0280/yarda

Precio Inc. IGV (Perú) \$0.0450/yarda

6.2.2 Especificaciones de la Tinta para Entintar

La tinta de entintado o tinta matriz es del modelo "6108 Intense Black Matrix", es una tinta permanente manufacturada en base a tintes y contiene menos de 8 1/2 % de sólidos.

Características

La tinta contiene negro de humo y una mezcla selecta de tintes. El vehículo de la tinta es una mezcla de aceite mineral, ácido oléico, aceite vegetal, agente surfactante y un aceite aditivo lubricante especial. La tinta es procesada a un tamaño de partícula de 3 micrones o menos. El grado de negro de humo ha sido seleccionado cuidadosamente para tener las cualidades menos abrasivas. El lubricante especial es un éster de ácido graso de atracción polar por el metal. Este lubricante forma una delgada capa molecular sobre la superficie del metal con un mínimo de fricción de fluidos y proporciona un alto valor de aceitosidad. El lubricante tiene excelente estabilidad, no forma residuos gomosos y proporciona excelente lubricación para el cabezal de la impresora matricial.

Compatibilidad

La tinta es compatible con aceite lubricante de máquinas (p.e. Mobile DTE797) y no causa coagulación o precipitación de los tintes bajo dilución. La tinta no reacciona químicamente con los siguientes materiales usados en los cartuchos: ABS, Nylon, polietileno, polipropileno, acero inoxidable.

Especificaciones

Viscosidad: 700±100 cps, Brookfield LVT aguja #14

a 60 RPM y 80°F

Molienda 7+ en dispositivo Hegman

6.3 Selección de Proveedores de Materia Prima

6.3.1 Bobinas sin Teñir

Firma: Precisión Fabrics Group Inc.

Dirección: 301 North Elm Street, Suite 600,
Greensboro, NC, USA

e-Mail: reedr@precisionfabrics.com

Costo: \$0.0189/yarda (Precio CIF USA)

Firma: Bryam Systems EIRL

Dirección: Jr. A. Gamarra 1234 Urb. Valdivieso - Lima

e-Mail: bryam@viaexpresa.com

Costo: \$0.0450/yarda (Precio Inc. IGV Peru)

Firma: Jedavin Services SAC
Direccion: Jr. Cordova N° 1607, Miraflores - Lima
Costo: \$0.0450/yarda (Precio Inc. IGV Peru)

6.3.2 Tintas para Entintado

Firma: Ink Technologies Inc.
Direccion: 18320 Lanken Avenue, Cleveland, Ohio, USA
E-Mail: inktech@compuserve.com
Costo: \$4.55/lb (Precio CIF USA)

6.3.3 Estructura de Costos de Importación

En la tabla 6-II se presenta una estructura de costos de importación, herramienta necesaria para comparar los precios en US\$ CIF con los precios facturados en soles.

Tabla 6.II Estructura de costos de importación de la cinta nylon blanca

Item	Precio Unit. \$/yarda	Subtotal US\$
45,000 yardas (CIF USA)	0,0189	850,50
Imp. Ad-Valorem (12%)		102,06
IGV+IPM (20%)		170,10
Factura por almacenaje		80,00
Factura por Handling		70,00
Trámites de importación		50,00
Subtotal \$		1322,66
Precio Unit. \$/yarda (Perú)	0,0290	

6.4 Parámetros para el Diseño del Proceso de Teñido de Bobinas

A. Establecimiento de la Estabilidad del Tinte en la Fibra

Debido a que el teñido es una reacción heterogénea, existe el peligro de que una pseudo-estabilidad sea tomada como la verdadera. En este caso, el tinte está en equilibrio con la superficie exterior de la fibra, pero no con el centro. En el diseño del proceso, este efecto de pseudo-estabilidad debe ser evitado. Se ha proyectado teñir las bobinas por un período determinado previamente para que el sistema llegue al equilibrio real.

B. Influencia de la Sal

En nuestro caso no se adicionará sal a la solución de tinta, debido a que viene lista para ser usada.

C. Cinética del Teñido

En el proceso de teñido proyectado se ha estimado el tiempo necesario para que las tres etapas establecidas por la cinética del teñido se cumplan a cabalidad, mediante el teñido de pequeñas bobinas de 12 m. Este tiempo es de 10 a 15 minutos.

D. Nivelamiento de los Tintes

La migración o nivelamiento involucra la difusión del tinte desde el interior de la superficie de las fibras más intensamente teñidas y su difusión hacia las fibras menos teñidas. Esta propiedad de los tintes, será aprovechada en el proceso de teñido

para completar cualquier operación en que el teñido no se haya logrado en su totalidad.

E. Efecto de la Temperatura

Se ha establecido que el teñido de la fibra de nylon se lleva a cabo a temperatura ambiente, entonces no tiene mayor relevancia el efecto de la temperatura para el proceso.

F. Método de Teñido

El teñido en sí es sencillo y puede ser llevado a cabo por el método de pasaje de cinta en el baño tintorial, debido a que el nylon tiene una gran afinidad por la tinta y la adsorbe completamente. No es necesario el uso de calor.

G. Entintado Final de la Cinta

La cinta no debe estar sobre-entintada debido a que origina una impresión grasosa, pobre en secado y de apariencia difusa. Si la tinta es sub-entintada, se produce impresión de áreas coloreadas débiles y pronto agotamiento.

6.5 Diseño del Equipo de Proceso

Se ha diseñado un equipo especial para el proceso, el cual se ilustra en el anexo 14-G (**figura 17**). Este equipo consiste es un sistema de rebobinado, el cual utiliza un motor para trasladar la bobina desde el buje de origen hasta el de destino, siendo el proceso de teñido realizado por un mecanismo semejante al

“*slop-padding*” descrito anteriormente, donde se satura de tinta a la cinta que pasa. La bobina es rebobinada en el punto final.

6.6 Corrida Experimental: Teñido de Bobinas

En el anexo 14-H.

6.7 Control de Calidad

A. Control del Proceso

El proceso del teñido tendrá como control lo siguiente:
Tomar una muestra de la cinta, disolverla en un solvente adecuado (etanol) y analizarla colorimétricamente, los resultados de este control se muestran en la corrida experimental.

B. Control del Producto

El producto es la bobina de 700 yardas ya teñida. La bobina se controlará mediante los parámetros establecidos bajo el rubro de control de calidad de las bobinas.

CAPÍTULO VII

EVALUACIÓN ECONÓMICO-FINANCIERA DEL ESTABLECIMIENTO DE UNA MICROEMPRESA DEDICADA AL TEÑIDO DE BOBINAS Y REENCINTADO DE CARTUCHOS DE CINTA PARA IMPRESORAS

7.0 Evaluación Económico-Financiera del Establecimiento de una Microempresa dedicada al Teñido de Bobinas y Reencintado de Cartuchos de Cinta para Impresoras

7.1 Introducción - Mercado de Impresoras

Las impresoras constituyeron el 14.5% del total importado en equipos informáticos en 1999. Hasta hace 2 años, el tipo de impresoras matriciales (de 9 o 24 pines) representaban más de las dos terceras partes de las importaciones de este rubro. Hoy la tendencia ha cambiado. Las impresoras láser y las de inyección de tinta, son en la actualidad las de mayor demanda. En número de equipos, lo son las de inyección de tinta, con el 55% importado en 1999. En términos de valor, por su alto precio unitario, las láser son las más importantes en este rubro.

En cuanto a marcas, Epson en matriciales e inyección de tinta son las que dominan el mercado. Otras marcas con presencia significativa son Canon, Xerox, Lexmark, Panasonic y Olivetti. El principal país proveedor de impresoras es EEUU, siendo el 71.7% de las impresoras importadas de ese país. El anteproyecto se basa en brindar suministros a la gran cantidad de impresoras matriciales vendidas hasta este momento en el país.

7.2 Objetivos

A. *Objetivos Comerciales:* Brindar el servicio de reencintado de cartuchos de cinta hacia usuarios finales, tanto personales como corporativos. Asimismo, vender bobinas preparadas de cinta a redistribuidores en Lima y Provincias. La meta inmediata es vender un aproximado de US\$5,000.00 en productos.

B. *Objetivos de Producción:* Producir bobinas teñidas de nylon. Para esto se cuenta con los insumos requeridos y una tecnología de procesamiento diseñada exclusivamente para este anteproyecto. Esta producción debe lograrse bajo los estándares de calidad requeridos.

7.3 Presupuesto de Ingresos y Costos

7.3.1 Programa de Producción

7.3.2 Presupuesto de Ingresos por Ventas

7.3.3 Detalles de Estructura de Costos/Gastos/Impuestos

A. Detalle de Costos de Producción

B. Detalle de Gastos de Administración y Ventas

C. Detalle de Impuestos

7.3.4 Presupuesto de Costos de Producción

7.3.5 Presupuesto de Gastos de Administración y Ventas

7.3.6 Presupuesto de Gastos Financieros

7.4 Evaluación Económico-Financiera

La evaluación económico-financiera tiene como objetivo analizar si los ingresos del anteproyecto serán suficientes para:

- ♦ Cubrir los recursos empleados en su puesta en operación.
- ♦ Proporcionar margen de utilidad por lo menos igual al costo de oportunidad del capital.
- ♦ Cubrir el pago de intereses y la amortización de la deuda.
- ♦ Planear la administración del anteproyecto con respecto a sus futuras necesidades de liquidez.

La rentabilidad económico-financiera del anteproyecto se evalúa mediante lo siguiente:

A. Flujo de Caja Financiera Proyectado.

B. VAN y TIR Proyectado.

C. Estado de Pérdidas y Ganancias Proyectado.

Valor Actual Neto

El Valor Actual Neto (VAN) se calcula con la intervención de una tasa de descuento, la cual representa el costo de oportunidad del capital. Desde esta base se actualizan, al momento de la puesta en marcha, las inversiones a realizarse y los beneficios netos anuales del anteproyecto, mediante:

$$VAN = \sum \frac{FNF_i}{(1+a)^n}$$

donde:

VAN: Valor Actual Neto

FNF_i: Flujo Neto de Fondo del año i

n: Tiempo de vida

a: Tasa de descuento

Tasa Interna de Retorno

La tasa interna de retorno (TIR) expresa la capacidad remunerativa de la inversión y se obtiene reduciendo el Valor Actual Neto a cero (VAN=0); la ecuación se expresa como:

$$VAN = \sum \frac{FNF_i}{(1+a)^n} = 0$$

donde TIR: Tasa de descuento que satisface la ecuación anterior

Para evaluación, debe compararse la TIR con la con la tasa de interés (a) . Si TIR >a se recomienda llevar a cabo el proyecto. Si TIR<a la inversión no debería ser llevada a cabo. En el caso que TIR=a la inversión es indiferente.

7.3 Presupuesto de Ingresos y Costos

7.3.1 Programa de Producción y Ventas

Periodo del Proyecto (Años):	5	
<u>Bases de Producción</u>	<u>Mes</u>	<u>Año</u>
Yardas	45.000	540.000
Bobinas x 700 yardas	64	771
Bobinas x 12m	3.413	40.950
Tinta Matrix Ink 6108 (US\$/libra)	4,55	
	<u>US\$</u>	
Costo FOB/yarda (US\$)	0,0183	
Costo CIF/yarda (US\$)	0,0189	
	<u>US\$</u>	
Costo Yarda en Perú	0,0274	
Costo Tinta x 1 Bob.700Y	4,55	
<u>Bases de Venta</u>	<u>Mes</u>	<u>Año</u>
Bobinas x 12m	3413	40950

Se espera vender el 100% de lo producido en base al conocimiento del mercado de reencintado de cartuchos de cinta para impresora.

Bases Financieras	
Saldo Inicial (US\$)	500,00
Tipo de Cambio (US\$)	3,50

7.3.2 Presupuesto de Ingresos por Ventas	<u>Mes</u>	<u>Año</u>
Bobinas x 12m	3413	40956
Precio Unitario (US\$)	0,90	0,90

PRESUPUESTO DE VENTAS (US\$ AÑO 2000)

	<u>2000</u>	<u>2001</u>	<u>2002</u>	<u>2003</u>
Ventas Brutas	0,00	36.860,40	36.860,40	36.860,40
Total Ventas	0,00	36.860,40	36.860,40	36.860,40

7.3.3 Detalle de Estructura de Costos/Gastos/Impuestos

A. Detalle de Costos de Producción

Costos de Producción

<u>Costos Fijos</u>	<u>S/. x Mes</u>	<u>US\$/Mes</u>	<u>US\$/Año</u>
Mano de Obra (01 Obrero)	450,00	128,57	1.542,86
Alquiler Local Producción		80,00	960,00
Electricidad		30,00	360,00
Agua/Arbitrios		20,00	240,00
Depreciación		20,00	240,00
** Total Costos Fijos **			3.342,86

Costos Variables	US\$/Mes	US\$/Año
MMPP Cinta sin entintar	1.233,23	14.798,70
MMPP Tinta	292,50	3.510,00
Insumos (Manga Plástico)	10,00	120,00
** Total Costos Variables **		18.428,70

B. Detalle de Gastos de Administración y Ventas

Gastos de Ventas	S/. x Mes	US\$/Mes	US\$/Año
Sueldo Administrador	625,00	178,57	2.142,86
Sueldo Vendedor	475,00	135,71	1.628,57
Alquiler Oficina Ventas		120,00	1.440,00
Comisiones de Venta		0,22	2,64
Empaques y Envases		0,22	2,64
Facturas x Publicidad	70,00	20,00	240,00
Gastos de Movilidad	70,00	20,00	240,00
** Total Gastos de Venta **			5.696,71

Gastos de Administración	S/. x Mes	US\$/Mes	US\$/Año
Electricidad		20,00	240,00
Agua/Arbitrios		20,00	240,00
Factura Útiles Oficina		25,00	300,00
Teléfono	175,00	50,00	600,00
Conexión e-Mail	15,00	4,29	51,43
** Total Costos Variables **			1.431,43

C. Impuestos

	Factor
Impuesto General a las Ventas	18,00%
Impuesto a la Renta	2,50%

Detalle de IGV 18%	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Ventas Totales	0,00	36.860,40	36.860,40	36.860,40	36.860,40	36.860,40
Cr. Fiscal 1 (Fact. Bob.)	0,00	7.686,00	7.686,00	7.686,00	7.686,00	7.686,00
Cr. Fiscal 2 (Fact. Tinta)	0,00	150,00	150,00	150,00	150,00	150,00
CF4 (Fact. G.Ventas)	0,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00
Monto Imponible	0,00	27.524,40	27.524,40	27.524,40	27.524,40	27.524,40
IGV 18%	0,00	4.954,39	4.954,39	4.954,39	4.954,39	4.954,39
Imp.Renta 2.5%	0,00	921,51	921,51	921,51	921,51	921,51
** Total Impuestos **	0,00	5.875,90	5.875,90	5.875,90	5.875,90	5.875,90

7.3.4 Presupuesto de Costos de Producción

**PRESUPUESTO DE COSTOS DE PRODUCCIÓN
(US\$ AÑO 2000)**

	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Costos Fijos de Producción						
M.Obra	771,43	1.542,86	1.542,86	1.542,86	1.542,86	1.542,86
Alquiler	480,00	960,00	960,00	960,00	960,00	960,00
Electricidad	180,00	360,00	360,00	360,00	360,00	360,00
Agua/Arbitrios	120,00	240,00	240,00	240,00	240,00	240,00
Depreciación	0,00	240,00	240,00	240,00	240,00	240,00
Total C.Fijos Producción	1.551,43	3.342,86	3.342,86	3.342,86	3.342,86	3.342,86
Costos Variables de Prod.						
M.Obra	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MM.PP.	0,00	18.308,70	18.308,70	18.308,70	18.308,70	18.308,70
Insumos	0,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00
Otros	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total C.Variables Producción	0,00	18.428,70	18.428,70	18.428,70	18.428,70	18.428,70
Total Costos de Producción	1.551,43	21.771,56	21.771,56	21.771,56	21.771,56	21.771,56

7.3.5 Presupuesto de Gastos de Administración y Ventas

**PRESUPUESTO DE GASTOS DE ADM. Y VENTAS
(US\$ AÑO 2000)**

	<u>2000</u>	<u>2001</u>	<u>2002</u>	<u>2003</u>	<u>2004</u>	<u>2005</u>
Gastos de Administración						
Electricidad	0,00	240,00	240,00	240,00	240,00	240,00
Agua/Arbitrios	0,00	240,00	240,00	240,00	240,00	240,00
Factura Útiles Oficina	0,00	300,00	300,00	300,00	300,00	300,00
Teléfono	0,00	600,00	600,00	600,00	600,00	600,00
Conexión e-Mail	0,00	51,43	51,43	51,43	51,43	51,43
Total G.Administracion	0,00	1.431,43	1.431,43	1.431,43	1.431,43	1.431,43
Gastos de Ventas						
Sueldo Administrador	0,00	2.142,86	2.142,86	2.142,86	2.142,86	2.142,86
Sueldo Vendedor	0,00	1.628,57	1.628,57	1.628,57	1.628,57	1.628,57
Alquiler Oficina Ventas	0,00	1.440,00	1.440,00	1.440,00	1.440,00	1.440,00
Comisiones de Venta	0,00	2,64	2,64	2,64	2,64	2,64
Empaques y Envases	0,00	2,64	2,64	2,64	2,64	2,64
Facturas x Publicidad	0,00	240,00	240,00	240,00	240,00	240,00
Gastos de Movilidad	0,00	240,00	240,00	240,00	240,00	240,00
Total G.Ventas	0,00	5.696,71	5.696,71	5.696,71	5.696,71	5.696,71
Total Gastos Adm. y Ventas	0,00	7.128,14	7.128,14	7.128,14	7.128,14	7.128,14

7.3.6 Presupuesto de Gastos Financieros

Tasa de Interés 10,00%
Periodos Anuales 3

**PRESUPUESTO DE GASTOS FINANCIEROS
(US\$ AÑO 2000)**

	<u>2000</u>	<u>2001</u>	<u>2002</u>	<u>2003</u>	<u>2004</u>	<u>2005</u>
Pagos de la Deuda						
Saldo Inicial	2.400,00	2.400,00	1.600,00	800,00		
Amortización		800,00	800,00	800,00		
Interés		240,00	160,00	80,00		
Total Pago de la Deuda		1.040,00	960,00	880,00		

7.4-A Flujo de Caja Proyectado

FLUJO DE CAJA PROYECTADO (US\$ AÑO 2000)						
	<u>2000</u>	<u>2001</u>	<u>2002</u>	<u>2003</u>	<u>2004</u>	<u>2005</u>
Saldo Inicial de Caja		500,00				
Ingresos						
Ventas Contado	0,00	36.860,40	36.860,40	36.860,40	36.860,40	36.860,40
Cobranzas						
Prestamos						
Aportes de Capital						
Otros Ingresos						
Total Ingresos	0,00	36.860,40	36.860,40	36.860,40	36.860,40	36.860,40
Egresos						
Costos de Maquinaria	2.000,00					
Costos de Pre-Operación	400,00					
Costos de Producción		21.771,56	21.771,56	21.771,56	21.771,56	21.771,56
Gastos Adm. y Ventas		7.128,14	7.128,14	7.128,14	7.128,14	7.128,14
Amort.Deuda		1.040,00	960,00	880,00	0,00	0,00
Impuestos		5.875,90	5.875,90	5.875,90	5.875,90	5.875,90
Otros Egresos		0,00				
Total Egresos	2.400,00	35.815,60	35.735,60	35.655,60	34.775,60	34.775,60
Saldo Final de Caja	-2.400,00	1.044,80	1.124,80	1.204,80	2.084,80	2.084,80
Tasa de Corte	10,00%					
VAN del Proyecto	3.092,20					
TIR (VAN=0)	46,24%					
	0,00	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00
	-2400	949,82156	929,58985	905,18686	1423,949	1294,4991

7.4-B VAN y TIR del proyecto

	TASA	VAN
Tasa de Corte	10,00%	3.103,05

7.4-C Estado de Pérdidas y Ganancias Proyectado

	<u>2.000</u>	<u>2.001</u>	<u>2.002</u>	<u>2.003</u>	<u>2.004</u>	<u>2.005</u>
<u>Ventas Netas</u>	0,00	36.860,40	36.860,40	36.860,40	36.860,40	36.860,40
<u>Costo de Producción</u>	<u>1.551,43</u>	<u>21.771,56</u>	<u>21.771,56</u>	<u>21.771,56</u>	<u>21.771,56</u>	<u>21.771,56</u>
<u>Utilidad Bruta</u>	-1.551,43	15.088,84	15.088,84	15.088,84	15.088,84	15.088,84
<u>Gastos Adm. y Ventas</u>	0,00	7.128,14	7.128,14	7.128,14	7.128,14	7.128,14
<u>Gastos Financieros</u>	0,00	240,00	160,00	80,00	0,00	0,00
<u>Utilidad Imponible</u>	-1.551,43	7.720,71	7.800,71	7.880,71	7.960,71	7.960,71
<u>Imp.Gral.Ventas 18%</u>	0,00	4.954,39	4.954,39	4.954,39	4.954,39	4.954,39
<u>Imp.Renta 2.5%</u>	0,00	921,51	921,51	921,51	921,51	921,51
<u>Utilidad Neta</u>	-1.551,43	1.844,80	1.924,80	2.004,80	2.084,80	2.084,80

CAPÍTULO VIII

IMPACTO AMBIENTAL

8.0 Impacto Ambiental

La operación del anteproyecto va a generar residuos, los cuales usualmente se vierten al ambiente generando en cierta medida un impacto ambiental. La revisión de los principios de tratamiento de residuos permitirá planear el destino final de los residuos de materiales e insumos utilizados.

8.1 Principios Básicos del Descarte de Insumos Químicos

Cada operación genera algún tipo de residuo; tales como: residuos de materias primas, materiales de empaque, soluciones acuosas y otros. El principio básico del manipuleo de desechos es: *“no debe iniciarse ninguna actividad a menos que se haya formulado un plan para el descarte de materiales e insumos químicos”*. Se aplican varios principios generales para escoger los métodos de descarte adecuados; entre estos tenemos:

- ♦ Los residuos de solventes peligrosos o inflamables deben ser colectados en un recipiente apropiado.

- ♦ Los residuos acuosos deben ser colectados en forma separada de los orgánicos.
- ♦ Los recipientes usados para coleccionar residuos líquidos deben ser apropiados para su uso y rotulados en forma clara.
- ♦ Los residuos sólidos deben ser colocados en un recipiente bien identificado hasta su descarte.
- ♦ Los residuos sólidos no peligrosos pueden ser depositados en el basurero correspondiente o segregados para reciclarlos.

8.2 Disposición de Residuos del Anteproyecto

Clasificaremos en tres grupos los residuos del anteproyecto, de acuerdo a su origen, planteando el tratamiento final a darse:

Empaques y embalajes

Estos incluyen: empaques de plástico en que vienen las bobinas, bolsas de plástico utilizadas para empacar las bobinas teñidas, envases de plásticos en que viene la tinta, bujes deteriorados de las bobinas, entre otros. Estos materiales se van a depositar en un recipiente único y se van a derivar directamente hacia algún reciclador.

Residuos de Tinta

Estos incluyen básicamente los residuos de provenientes de la bandeja de tinta, restos de tinta usados en ensayos de investigación y desarrollo, fragmentos de nylon entintados no

aptos para comercialización, mezclas tinta/aceite no utilizadas o contaminadas y residuos de alcohol etílico utilizados para limpiar la maquinaria. Se planea entregar estos materiales al basurero municipal, por cuanto su toxicidad no es muy elevada.

Residuos de Aceites Minerales y Grasas Lubricantes

Estos provienen del aceite lubricante ligero utilizado para las mezclas tinta/aceite que esté contaminado o no apto para la operación, el aceite lubricante de engranes de la maquinaria y las grasas lubricantes. Estos residuos se depositarán juntos en un recipiente y se planea entregarlos a recicladores que se dediquen a este tipo de material.

CAPÍTULO IX

HIGIENE Y SEGURIDAD INDUSTRIAL

9.0 Higiene y Seguridad Industrial

La ejecución segura de un trabajo requiere de una evaluación de los riesgos involucrados en el trabajo y de la selección de prácticas de trabajo adecuadas para reducir riesgos y proteger la salud y seguridad de los operarios y el medio ambiente. De los tópicos referidos como “herramientas de higiene y seguridad industrial” se seleccionarán las medidas adecuadas:

9.1 Herramientas de Higiene y Seguridad Industrial

A. Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos (IPER)

Los peligros son condiciones biológicas, químicas o físicas que tienen el potencial para causar daño a la gente, propiedad o al ambiente. Si un peligro se combina con circunstancias inesperadas o acciones inseguras, puede volverse un riesgo. Debe así implementarse un sistema de identificación de peligros y evaluación de riesgos.

B. Inspecciones

Una vez establecidos los peligros y sus respectivos controles, deben llevarse a cabo inspecciones de seguridad para observar la efectividad de estos controles e identificar riesgos nuevos o no detectados. Para realizar la inspección, se debe tener un listado de aspectos a ser revisados; tales como métodos de trabajo, equipo de protección personal, manipulación de insumos químicos, etc.

C. Procedimientos Estándares de Operación (PEO)

Un PEO debe instruir al operador sobre como realizar un trabajo seguro. Se deben tener procedimientos de operación para todas las operaciones de rutina. El formato debe ser consistente y preparado de forma oficial; incluyendo lo siguiente: Nombre de la Empresa, Sección, Nombre del Procedimiento, Fecha, Detalle: EPP, Insumos, Equipos, y Metodología y Firma del responsable.

D. Equipo de Protección Personal (EPP)

Dado que los operadores enfrentan el riesgo de una variedad de situaciones peligrosas, se requiere el uso del equipo de protección personal (EPP) para minimizar la exposición. El uso de los EPP se basa en:

1. Prevención de Lesiones a los ojos

Se debe exigir a todo el personal la protección de los ojos; esta es obligatoria se esté realizando o no labores. Se debe utilizar el nivel adecuado de protección de los ojos.

- ♦ Los anteojos de seguridad con protector lateral proporcionan la mínima protección para uso regular.
- ♦ Debe usarse careta cuando en el lugar de trabajo hay peligro de salpicaduras de productos químicos
- ♦ Si un operador debe usar lentes de contacto, debe usar además anteojos de seguridad con protección lateral.

ii. Prevención de Ingestión de Reactivos

Debe estar prohibido comer, beber y fumar en el ambiente de trabajo. Los reactivos e insumos químicos nunca deben ser probados.

iii. Prevención de Inhalación de Reactivos

El trabajo que involucra sustancias volátiles tóxicas debe ser realizado bajo campana de extracción. Los polvos son también contaminantes y peligrosos. Debe usarse para este fin una máscara de protección contra gases y polvo.

iv. Minimización de Contacto con la Piel

Debe usarse guantes toda vez que se manipule insumos químicos. Pueden aplicarse las siguientes reglas:

- ♦ Utilizar guantes de material impermeable al insumo en uso.
- ♦ Revisar los guantes antes de usarlos.

- ♦ Reemplazar los guantes periódicamente.

v. *Ropa y Equipo de Protección*

El cabello largo y la ropa suelta deben ser confinados durante el trabajo. Deben usarse zapatos de seguridad. Debe usarse un guardapolvo para proteger la ropa de los insumos y reactivos en la operación.

9.2 Tópicos de Seguridad Seleccionados para el Anteproyecto

En base a lo anterior, en el anteproyecto se tendrá en consideración lo siguiente:

Tabla 9-I Lista de acciones preventivas del anteproyecto referidas a la seguridad e higiene industrial

Tópico	Acción Preventiva
Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos	Se realizará un IPER, inicial para identificar peligros y evaluar riesgos para el personal, equipos y medio ambiente.
Inspecciones	Se realizarán inspecciones periódicas, bajo un listado, para detectar condiciones y actos inseguros.
Procedimientos Estándares de Operación	Se redactarán procedimientos estándares de operación, los cuales incidan en prácticas de trabajo seguro y uso de EPP.
Equipo de protección personal	Se seleccionará los siguientes EPP: 1. Protección visual: lentes de seguridad con protección lateral. 2. Protección de la piel: guantes quirúrgicos para manipular la tinta y guantes de cuero para manipular el equipo. Asimismo se establecerá el uso de guardapolvo para trabajar

CAPÍTULO X

CONCLUSIONES

10.0 Conclusiones

- 10.1 Teniendo como base el estudio de los sistemas de impresión, los métodos de secado, los tintes y pigmentos, el proceso de teñido, aunado a la revisión sistemática de la operación de reencintado de cartuchos y el diseño de un proceso de teñido de bobinas, se ha elaborado un anteproyecto de pequeña empresa dedicada al “teñido de bobinas y reencintado de cartuchos para impresoras”. Este anteproyecto, según lo indicado por la evaluación financiera expresada en los índices VAN y TIR, es sumamente atractivo y por ende factible de ser llevado a la práctica.
- 10.2 Los sistemas de impresión basados en computadoras han cobrado auge en estos días. Las impresoras, sean matriciales, de inyección de tinta o de toner láser han generado un importante mercado en cuanto se refiere a la demanda de suministros que originan. Cabe destacar que los suministros del fabricante original del equipo y los compatibles son importados y tienen un alto costo, lo cual abre un

mercado importante para los suministros recargados en el país, base del anteproyecto presentado.

- 10.3 El estudio de tintes y pigmentos se ha orientado a adquirir conocimientos básicos sobre estos: su clasificación en familias, sus propiedades físicas, la definición de tintas de impresión, sus vehículos, solventes y aditivos. Todo esto para complementar el diseño del proceso de teñido de bobinas. Del estudio de los métodos de secado se aprecia que en la impresión matricial, la tinta transferida seca en el papel mediante penetración.
- 10.4 Se define a una tinta de impresión como una mezcla de material colorante (tinte o pigmento) y un aceite o resina más un solvente, llamado vehículo, para dar una pasta que puede ser impresa y también ser secada. En nuestro caso la tinta de impresión pasa primero, mediante un proceso de teñido, al medio de transferencia que es la cinta de nylon, para luego ser transferida al papel.
- 10.5 Se considera al estudio sobre medición de concentración en tintes como la herramienta básica que ha permitido caracterizar los tintes utilizados en el proceso, así como compararlos con los de competencia. Los métodos fotocolorimétricos se aplican a todos los tintes sin importar su constitución química, desde que cualquier sustancia coloreada absorbe luz y es susceptible de exámen. Las leyes de absorción de luz se han llevado a la práctica, mediante el uso del espectrofotómetro, para estimar la cantidad relativa de

tinte adsorbido en la fibra. Todas las mediciones han sido hechas mediante el método de extracción, utilizando etanol y ácido acético como solventes.

- 10.6 Podemos afirmar que el teñido consiste en colocar un material textil en una solución de tinte. Esta solución es adsorbida preferencialmente por el material textil. El teñido ocurre cuando el material colorante es adsorbido con decrecimiento de la concentración del tinte en el baño tintorial y cuando el material teñido resultante posee algún nivel de resistencia a la remoción del tinte mediante agua.
- 10.7 Se concluye que el teñido es una reacción heterogénea, por esta razón es dificultoso asegurar el logro de un verdadero equilibrio. Existe un pseudo-equilibrio cuando la superficie exterior de la fibra está en equilibrio con la solución externa pero no con el centro de la fibra, esto puede ser reconocido por la existencia de fibras "teñidas en anillo".
- 10.8 La medición del equilibrio del teñido usualmente se expresa mediante las isothermas de adsorción. En estas se grafica la variación en la concentración del tinte en la fibra con la concentración del tinte en solución. Se conoce que la mayoría de isothermas de teñido pueden ser ajustadas mediante las ecuaciones de Freundlich y Langmuir.

- 10.9 Se considera que la cinta de nylon esta adecuadamente teñida cuando tiene sus filamentos individuales teñidos uniformemente a través de todo su espesor y no sólo en su superficie exterior. En el ámbito del anteproyecto, no se puede verificar el teñido adecuado, aún cuando sería interesante conocer la distribución del tinte en la fibra, y detectar si existen fibras "teñidas en anillo". Para suplir esto, se han hecho los análisis respectivos para apreciar tanto el tipo de tinte, como la intensidad del teñido; comparando las muestras del anteproyecto con las de competencia.
- 10.10 En la etapa inicial del teñido existen zonas de la bobina que tienen un teñido menos intenso, sin embargo en la etapa final, la coloración es uniforme a través de toda la bobina. Se aprecia entonces que se puede obtener un teñido uniforme aún cuando la distribución inicial del tinte no sea pareja. Esto confirma que el teñido es una reacción reversible; mediante desorción del tinte de las porciones más teñidas y readsorción en las menos teñidas se puede obtener un resultado uniforme desde un teñido inicialmente no parejo. Debe valorarse la importancia práctica de esta migración, también denominada "nivelamiento".
- 10.11 Desde que el teñido no es un proceso instantáneo, la cinética es tan importante como el estado final de equilibrio. Usualmente se considera que los factores cinéticos son más importantes dado que el teñido práctico es rara vez llevado hasta el equilibrio verdadero.

Entre las propiedades cinéticas de los tintes se tiene: la velocidad de teñido, la velocidad de transferencia del tinte desde fibras teñidas a fibras no teñidas, la velocidad de desorción de tinte desde la fibra y la velocidad de penetración de tinte en la fibra.

- 10.12 La distribución primaria entre la superficie de la fibra y la solución puede ser casi instantánea, pero la difusión del tinte dentro de la fibra no lo es. Podemos afirmar entonces que el teñido no es una reacción instantánea. En consecuencia la velocidad integral del teñido, es decir la velocidad a la cual el tinte es removido del baño tintorial es comparativamente lenta. Debe notarse que la velocidad de adsorción varía ampliamente de tinte en tinte y de fibra en fibra.
- 10.13 Se observa que el teñido de las bobinas de cinta de nylon no presenta dificultad, puesto que la afinidad del tinte sobre la fibra es bastante alta, lo cual origina que el teñido se lleve a cabo en corto tiempo. Asimismo, el nivelamiento del tinte en la fibra se produce en un tiempo sumamente corto. Debe notarse que se necesita que la bobina esté completamente seca para la manufactura de bobinas pequeñas y el reencintado de cartuchos.
- 10.14 La tecnología referida a la operación de reencintado de cartuchos, ha sido desarrollada en base a la experiencia en un negocio del rubro. A pesar de que existen diversas marcas y modelos de cartuchos de impresoras matriciales, se ha realizado una clasificación de cartuchos basada en su afinidad para el

reencintado y modo de ensamble. El sellado de la cinta se realiza comúnmente por medio de termosellado.

10.15 La búsqueda de proveedores alternativos para los insumos: bobinas de cinta nylon en blanco y tinta matriz, se ha realizado mediante correo electrónico, y ha sido orientada a conseguir proveedores en Estados Unidos; por considerar más factible la importación de bienes desde ese país. El objetivo ha sido mejorar costos de insumos para hacer más rentable la operación, así como tener una mayor garantía de que los insumos (en este caso la tinta) no ha sufrido alteraciones en su calidad (por medio de diluciones), caso presentado con proveedores nacionales.

10.16 Finalmente, se puede apreciar que el proceso de teñido de bobinas de nylon, aún cuando obedece a los principios termodinámicos y cinéticos generales del teñido, tiene ciertas diferencias fundamentales con los procesos convencionales de teñido, expresadas en el siguiente cuadro:

Características	Teñido de Bobinas	Teñido Convencional
Medio Tintorial	No acuoso	Acuoso
Migración del tinte desde la fibra	Deseable	No deseable
Resistencia al frotamiento	No deseable	Deseable
Secado del tinte en la fibra	No deseable	Deseable

CAPÍTULO XI

RECOMENDACIONES

11.0 Recomendaciones

- 11.1 Se recomienda el estudio en forma exhaustiva del proceso de teñido de bobinas de nylon para cartuchos de impresoras con el objeto de mejorar la tecnología casi inexistente en este rubro; dado que la mayoría de material bibliográfico sólo hace referencia a los procesos convencionales del teñido, no habiendo metodologías específicas para este trabajo. El proceso de teñido de bobinas de nylon, como se habrá notado, guarda ciertas diferencias con los procesos convencionales. Cabe destacar que las pocas empresas dedicadas a este rubro, son renuentes a difundir su tecnología.
- 11.2 Se sugiere un estudio de las alternativas existentes de impresión en el ámbito de las impresoras de computadora, tales como la inyección de tinta y el toner láser. El conocimiento de las opciones alternativas y sus costos asociados comparados con la impresión

matricial brindará la oportunidad de realizar proyectos semejantes referidos a inyección de tinta y toner láser.

- 11.3 Debería realizarse una labor de identificación de los tintes y pigmentos asociados con la tinta matriz utilizada en el anteproyecto, para poder iniciar su elaboración en el país; donde la industria de tintes y pigmentos tiene la tecnología suficiente para producir este tipo de tintes. En la actualidad la tinta utilizada en este sector es importada, con el consiguiente egreso de divisas.
- 11.4 Se recomienda la aplicación de los métodos fotocolorimétricos, como los más adecuados para controlar este proceso. Se debe destacar que el uso del espectrofotómetro ha sido básicamente como herramienta comparativa de las bobinas producidas con las de competencia en cuanto a tipo de tinte e intensidad de teñido. De otro lado, es sencillo desarrollar curvas de calibración y cuantificar las concentraciones de tinte logradas en los baños tintoriales y transferidas a las bobinas teñidas. Para el análisis de nylon teñido, el método recomendado es disolverlo en o-clorofenol. Aún cuando en el anteproyecto se ha utilizado extracción con etanol y ácido acético, por ser los solventes de mayor disponibilidad.

CAPÍTULO XII

RESUMEN

12.0 Resumen

El uso masivo de la impresora matricial ha originado una demanda constante de suministros (cartuchos de cinta). Esta demanda, junto con el alto costo de los suministros originales, origina la idea de establecer un negocio dedicado al reencintado de cartuchos vacíos con cinta entintada nueva; de modo que estos brinden una buena calidad de impresión.

El estudio de los sistemas de impresión, métodos de secado, tintes y pigmentos, físico-química del teñido y teñido de fibras poliamídicas; ha tenido como objetivo diseñar un proceso de teñido de bobinas de cinta nylon, para suplir con eficiencia al insumo utilizado y obtener cinta entintada de buena calidad.

La conjunción de aspectos tales como: una cinta entintada de calidad, una tecnología desarrollada para el reencintado de cartuchos y un conocimiento del mercado respectivo; dará lugar al desarrollo exitoso del anteproyecto de pequeña empresa, tal como ha sido planteado.

CAPÍTULO XIII

BIBLIOGRAFÍA

13.0 Bibliografía

1. Larsen, Louis M.
"Industrial Printing Inks"
Reinhold Publishing Corporation
New York, EEUU - 1962
2. Vickerstaff, Thomas
"The Physical Chemistry of Dyeing"
Intersciencie Publishers
New York, EEUU - 1954
3. Hobart H. Williard, Lynner L. Merritt, Jr., John A. Dean
"Métodos Instrumentales de Análisis"
Cía Editorial Continental. 4ta Edición
México - 1968
4. Harris C. Daniel
"Análisis Químico Cuantitativo"
Grupo Editorial Iberoamérica
California, EEUU - 1991

5. National Research Council

"Prudent Practices in the Laboratory - Handling and Disposal of
Chemicals"

National Academy Press - 2da Edición

Washington DC, EEUU - 1999

6. R. Scott Stricoff, Douglas B. Walters

"Handbook of Laboratory Health and Safety"

Editorial John Wiley & Sons, Inc. - 2da Edición

New York, EEUU - 1995

7. Normas ASTM

a. ASTM - F92 - 68a

Determination of wear resistance of Inked Typewriter
Ribbon

b. ASTM Method D 1777

CAPÍTULO XIV

ANEXOS

14.0 Anexos

14-A Características de los Aceites Secantes

A. *Aceite de Madera*

También llamado aceite de madera. Se obtiene de las semillas de las nueces del árbol *Aleurites Fordii* o *Aleurites Montana*. El aceite prensado en frío es amarillo pálido, y el aceite prensado en caliente es más oscuro en color. Este aceite produce películas de secado más rápido, más a prueba de agua y más resistentes al álcali que otros aceites secantes. Se usa en tintas al aceite para cartones de jabones y detergentes.

B. *Aceite Oicítica*

Se obtiene de las semillas del árbol *Licania Rígida*. Consiste principalmente del glicérido del ácido, el cual es una cetona ácida altamente insaturada, similar en muchas propiedades al glicérido o al esteárico presente en el aceite de madera. Después que el aceite es prensado, cambia a una grasa sólida denominada grasa

de oicítica. Sin embargo, cuando esta se calienta a 445°F, se obtiene un aceite permanente, útil por su fácil manipulación. Se asemeja al aceite de madera en muchas de sus propiedades, excepto que es menor en poder secante, en resistencia a álcalis y a migración en agua.

C. *Aceite de Perilla*

Se obtiene prensando las semillas del arbusto *Perilla Ocimoides*, tiene propiedades secantes considerablemente mejores que el aceite de linaza. Desde que tiene el más alto número de iodo de todos los aceites vegetales no seca tan bien y tan duro como el aceite de madera, el cual tiene un número de iodo más bajo. Al aceite de perilla se le puede dar cuerpo al calor a semejanza del aceite de linaza, pero en forma más rápida, sus barnices resultantes tienen menor probabilidad de sangrado.

D. *Aceite de Linaza*

Existen varios métodos de obtener aceite de las semillas de linaza, tal como prensado en frío, prensado en caliente, y extracción por solventes. Un procedimiento común es prensar las semillas calentadas a 160°F, lo cual extrae casi la mayor parte del aceite, quedando el queque de semilla de linaza, del cual se extrae el aceite remanente con un solvente de petróleo. La materia prima es filtrada, refinada y blanqueada para remover las materias

colorantes, excepto el amarillo, el cual se decolora al calor cuando se hace barniz de linaza con cuerpo.

E. Aceite de Soya

Se obtiene de las semillas de la *Soja Hospida*, es producido por prensas hidráulicas de alta presión. El aceite en bruto es posteriormente refinado y tratado con álcali para bajar la cantidad de ácidos grasos presentes, tratamiento similar al de aceite de linaza. El aceite de soya produce menos color amarillo que el de linaza. Se usa para hacer vehículos donde la retención de color pálido es importante bajo envejecimiento de la película de tinta. El aceite de soya puede ser tratado químicamente para alcanzar el poder secante del barniz de linaza.

F. Aceite de Colofonia

Se obtiene mediante destilación destructiva de la colofonia^[178]; la primera fracción es un producto ligero denominado espíritu de colofonia, después de esta fracción se colecta el aceite viscoso de colofonia. Consiste principalmente de hidrocarburos y ácidos de colofonia. Aún cuando tiene un color relativamente pálido cuando es destilado, pronto oscurece con la exposición al aire. Debido a su color oscuro, el aceite de colofonia se usa en tintas negras. Su superficie es quebradiza, mientras que la superficie de un aceite secante vegetal es suave y moldeable.

14-B Características de las Resinas Naturales

A. *Gilsonita y Resinas Asfálticas*

La gilsonita es una resina hidrocarbonada (98%), es un sólido duro y quebradizo que posee un rango de fusión medio. Es soluble en xileno, aceites de parafina asfáltica, barnices de linaza y solventes de petróleo. Imparte flujo a tintas negras, pero su color marrón es objetable cuando se usa en grandes cantidades. Se usa en tintas de grabado, donde sirve como resina e imparte mucho del color marrón.

B. *Colofonia*

Es el producto del residuo de la destilación de la savia del árbol de pino, consiste en una mezcla de ácidos resinosos libres con pequeñas cantidades de sustancias inertes poliméricas o isoméricas y trazas de constituyentes minerales. El constituyente principal, cerca del 90%, es el ácido abiético ($C_{20}H_{30}O_2$), el cual posee la estructura química necesaria para endurecimiento por oxidación, lo cual es una ventaja para el uso en tintas.

C. *Shellac*

Es una sustancia resinosa producto de la exudación del insecto *Tachardia Lacca*, el producto crudo es colectado, triturado, lavado y posteriormente tratado para producir shellac comercial, que varía de naranja pálido a amarillo limón. Consiste principalmente de componentes ácidos grasos y pequeñas

cantidades de cera y materias colorantes. Mediante tratamiento químico con hipoclorito de sodio, el shellac es blanqueado, para dar un producto blanco no tan estable como el material original. El shellac es un aglutinante útil en tintas flexográficas, produciendo películas flexibles moderadamente brillosas.

D. Goma Arábiga

Este es un material seco obtenido del árbol de *Acacia*. Tiene la fórmula química $(C_6H_{10}O_5)_n$ donde n es un número grande que indica un peso molecular bastante alto. Contiene un grupo carboxilo y es un ácido orgánico muy débil. Es miscible con agua y es una sustancia hidrofílica, esto es, se mezcla mejor en agua que en vehículos aceitosos de tinta.

14-C Características de las Resinas Sintéticas

A. Resinas Fenólicas

Si un fenol sustituido reacciona con formaldehído, el producto polimerizado duro es soluble en ciertos aceites y solventes. Esta resina fenólica pura es conocida como de grado 100%. Si se introduce una cantidad de colofonia antes de la reacción de polimerización, se produce una resina dura. Para reducir la posibilidad de sangrado, la resina fenólica modificada con colofonia es posteriormente tratada con glicerol para reducir la cantidad de ácido libre. Los barnices secantes al aceite hechos en

base a las resinas fenólicas modificadas con colofonia son notorios por su brillo, dureza de película, propiedades de secado rápido y resistencia a los jabones.

B. Resinas Alkídicas

Si se introduce un aceite secante ácido a la reacción del ácido ftálico con glicerol se obtiene un producto duro soluble en aceites secantes y algunos solventes. Estos productos se conocen como resinas alkídicas oxidables. Estas son ampliamente usadas en tintas de impresión debido a la variedad de propiedades deseables que se obtienen: alto brillo, resistencia a jabones, alta velocidad de secado, capacidad de endurecimiento, etc.

C. Resinas Vinílicas

Cuando se polimeriza el acetato de vinilo, se obtiene una serie de resinas de polivinil acetato. Los grados producidos dependen del grado de polimerización. Cuando el acetato de vinilo y el cloruro de vinilo se polimerizan juntos, se producen una serie de copolímeros, estos son menos solubles que los poliacetatos en muchos solventes orgánicos, especialmente en alcohol e hidrocarburos aromáticos. Las resinas vinílicas se usan en ciertas tintas de grabado.

D. Nitrocelulosa

Se obtiene tratando químicamente la celulosa con ácido nítrico en presencia de ácido sulfúrico fuerte. El grado de nitración

produce una variedad de productos basados en la cantidad de nitrógeno introducido en los productos finales. La solubilidad en alcohol disminuye a medida que el contenido de nitrógeno decrece. Una nitrocelulosa típica consiste en 70% de nitrocelulosa y 30% de solución de 87% de etanol, siendo el remanente agua. Las cetonas, ésteres, alcohol-éteres y metanol son solventes verdaderos para los grados laca y tinta de la nitrocelulosa. Existen también una serie de solventes llamados solventes latentes para nitrocelulosa.

14-D Características de los Solventes

A. Hidrocarburos

A.1 Serie Alifática

Los compuestos alifáticos o saturados son aquellos en los cuales los átomos de carbono están arreglados en una cadena directa o con ramificaciones. Tienen actividad química muy baja.

A.2 Serie Oleofínica

Son hidrocarburos insaturados, es decir existe uno o más enlaces dobles entre dos carbonos adyacentes. Se puede adicionar con facilidad hidrógeno o cloro a esta serie insaturada.

Los hidrocarburos oleofínicos tienen un gran poder solvente.

A.3 Serie Aromática

Son hidrocarburos o sus derivados que poseen una estructura de anillo bencénico. Poseen mucho mayor poder solvente que los alifáticos insaturados aún teniendo el mismo número de carbonos.

B. Solventes y Aceites de Petróleo

El petróleo es una compleja mezcla de hidrocarburos, existen cantidades variables de hidrocarburos alifáticos, aromáticos y una menor cantidad de oleofínicos. El petróleo puede destilarse para producir fracciones con rangos de destilación seleccionados.

Para uso en tintas, se usan fracciones con rango de ebullición estrecho. Una ventaja del petróleo es que los solventes de rango especificado de ebullición pueden obtenerse usando el método de fraccionamiento. Si es necesario, un tratamiento químico puede reducir el poder solvente.

C. Solventes de Alquitrán de Hulla

Cuando la hulla suave, la cual está compuesta de muchos hidrocarburos sólidos, se calienta en presencia de una pequeña cantidad de aire, esta se descompone en varias sustancias químicas; tales como: amonio, fenol, cresol, benceno, tolueno, xilenos, naftaleno y antraceno. Los primeros tres son removidos por tratamiento químico y el resto, que son hidrocarburos son separados por destilación fraccionada.

Los hidrocarburos de alquitrán de hulla exceden a todas las otras series de hidrocarburos en poder solvente para resinas y aglutinantes, y son el punto de inicio para muchos tintes y pigmentos orgánicos. El tolueno y xileno se usan en tintas de grabado ya sea como solventes o diluyentes.

D. Alcoholes

Un alcohol posee un grupo hidroxilo (-OH). Los alcoholes de bajo peso molecular son solubles en agua y los alcoholes más altos son parcialmente solubles o insolubles en agua. El metanol se usa en tintas flexográficas y grabado de secado rápido, pero es altamente tóxico. El etanol es el solvente más popular en las tintas flexográficas y ha sido usado en muchas tintas de grabado como solvente auxiliar. El propanol y butanol se usan en tintas flexográficas y de grabado. Los alcoholes isopropílico e isobutílico, los cuales se usan en las mismas tintas.

E. Ácidos Orgánicos

Los ácidos orgánicos son compuestos de carbono que tienen el grupo -COOH, denominado grupo carboxilo, al final de la molécula. Estos ácidos no se usan en tintas de impresión excepto ocasionalmente en muy pequeñas cantidades. Los miembros más altos de esta serie de ácidos, tal como el ácido oléico y ácidos de

linaza, se usan en tintas al aceite para llevar a solución la forma libres de sales de los tintes básicos.

F. Ésteres

Un éster es la unión química de un alcohol con un ácido orgánico, tiene la configuración química $C-O-CO-C$. Muchos de los miembros más bajos de esta serie son usados como solventes en tintas de grabado y en menor porcentaje en tintas flexográficas. Los ésteres generalmente tienen buen poder solvente para resinas y aglutinantes.

G. Cetonas

Una cetona tiene la configuración química $C-CO-C$. Los miembros más bajos de la serie de cetonas son útiles en ciertas tintas de grabado. La acetona, metil etil cetona y la metil isobutil cetona son potentes solventes.

H. Glicoles

Los glicoles tienen dos grupos hidroxilo (-OH), el menor de la serie es el etilenglicol. Existen pocas resinas y aglutinantes que son solubles en etilenglicol. El dietilenglicol tiene mayor poder solvente para resinas, aglutinantes y nitrocelulosa, además es menos higroscópico y menos volátil que el etilenglicol.

14-E Métodos Analíticos para Evaluación de Tintes Solubles

A. Identificación de Pertenencia del Tinte o Pigmento a las Familias Azo o Trifenilmetánica.

Método: Hierva la impresión que contiene el pigmento o tinte con un reactivo compuesto de 75 ml de metanol y 25 ml de ácido sulfúrico al diez por ciento. El componente ácido rompe los pigmentos metalizados y los convierte a la forma de tintes. El metanol ayuda a mantener el tinte en solución. Filtre, si es necesario. Divida el extracto en dos mitades en tubos de ensayo separados. A uno de ellos agregue un volumen igual de HCl concentrado. Mezcle bien. Compare el color obtenido con el del segundo tubo de ensayo.

B. Identificación de Propiedades Ácidas o Básicas de un Tinte

Método: Hierva la impresión que contiene el pigmento o tinte con ácido acético glacial. El reactivo rompe los pigmentos metalizados y sales del tinte, convirtiéndolos en forma de tinte. Diluya con siete volúmenes de agua destilada. Mezcle bien y filtre si no está claro. Lleve una porción del extracto a ebullición en un tubo de ensayo y agregue fibras de lana. Hierva por un minuto. Remueva la lana y lávela bien. Si la lana está bien teñida, el tinte tiene propiedades ácidas. Repita lo anterior pero use fibras de algodón mordientadas. Si el algodón está bien coloreado, el tinte tiene propiedades básicas.

14-F Especificaciones Técnicas de Equipos Utilizados para el Trabajo Experimental

A. Espectrofotómetro - Especificaciones Técnicas

Marca	Hach
Modelo	DR/2010
Rango de Longitud de Onda	400 - 900 nm
Ancho de Banda Espectral	7 nm nominal @ 600 nm
Precisión de Longitud de Onda	±2 nm para 400-700nm; ±3 nm para 700-900 nm
Resolución de Longitud de Onda	1 nm
Selección de Longitud de Onda	Manual
Lectura de Longitud de Onda	LCD 3-dígitos
Linealidad Fotométrica	±0.002A (0-1 A 546 nm - constant on mode)
Reproducibilidad Fotométrica	±0.005 A (0-1 A - constant on mode)
Lámpara Fuente	Tungsteno Halógeno
Detector	Fotodiodo de Sílice, mejorado para UV
Lectura de Datos	LCD 4-dígitos
Pantalla de Mensajes	LCD de matriz de puntos, 16 caracteres
Modos de Lectura	Transmitancia, Absorbancia, Concentración
Salida Externa	Conector RS232 de 9 pines
Vida del Bulbo	2,000 horas, >1,000,000 mediciones
Temperatura de Operación	0-40°C

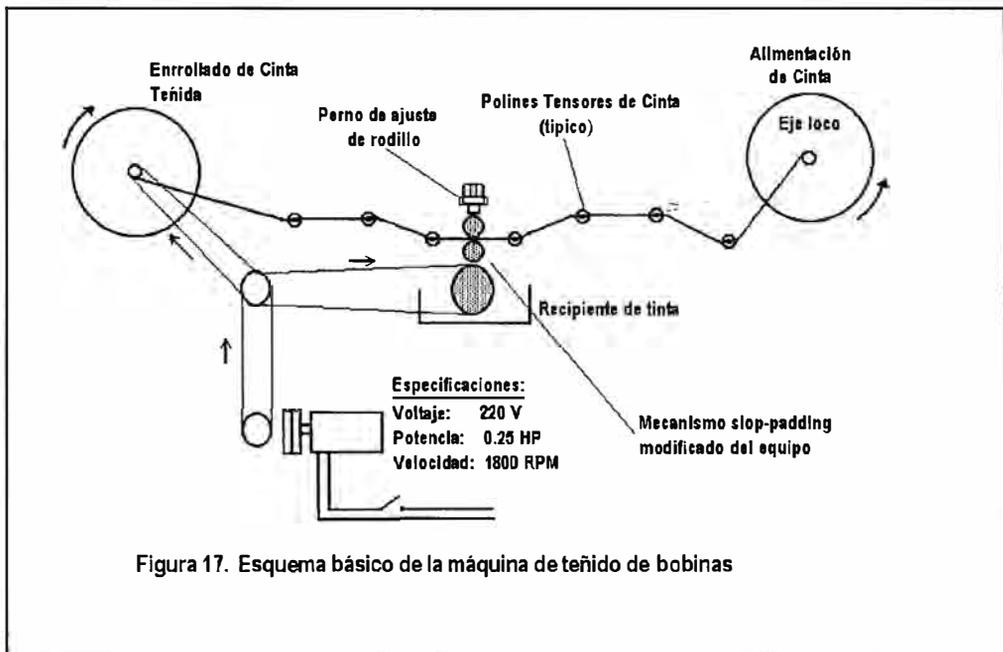
B. Balanza UMT2 - Especificaciones Técnicas

Marca	Mettler Toledo
Modelo	UMT2
Peso Máximo	2.1 g
Precisión	0.1 µg

C. Balanza AT201 - Especificaciones Técnicas

Marca	Mettler Toledo
Modelo	AT-201
Peso Máximo	205 g
Precisión	0.01 mg

14-G Plano de la Máquina Entintadora del Anteproyecto.



14-H Corrida Experimental: Teñido de Bobinas

A. Antecedentes del Método de Teñido Seleccionado para el Anteproyecto

Se realizó un primer ensayo de teñido utilizando el baño tintorial tinta-solvente, se utilizó como solvente a la bencina. La razón tinta/bencina fue de 1/2. De este trabajo preliminar se obtuvo las siguientes conclusiones:

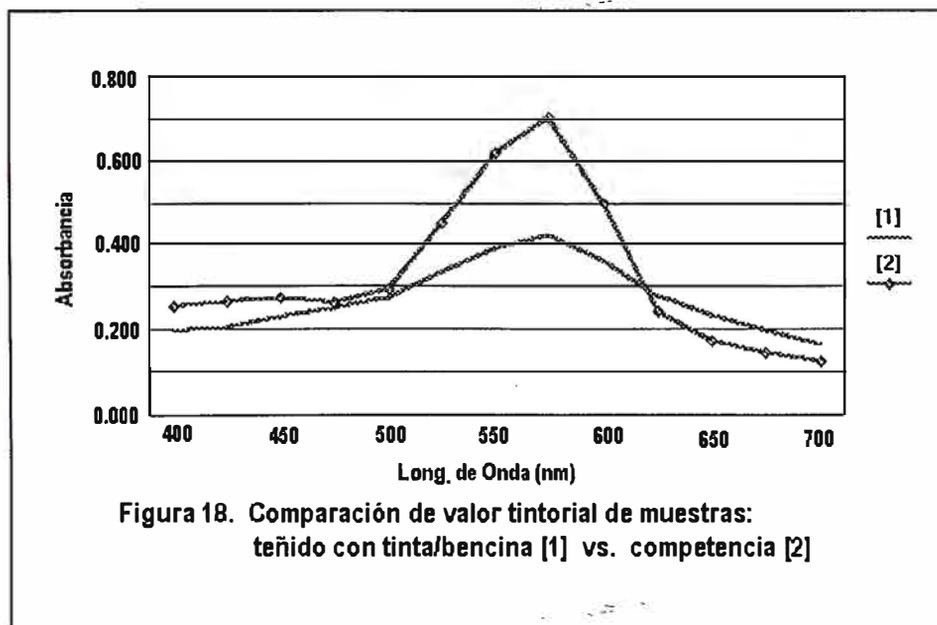
1. Si bien es factible el teñido usando este baño tintorial, basado en la técnica "circulación del baño tintorial sobre el material", la

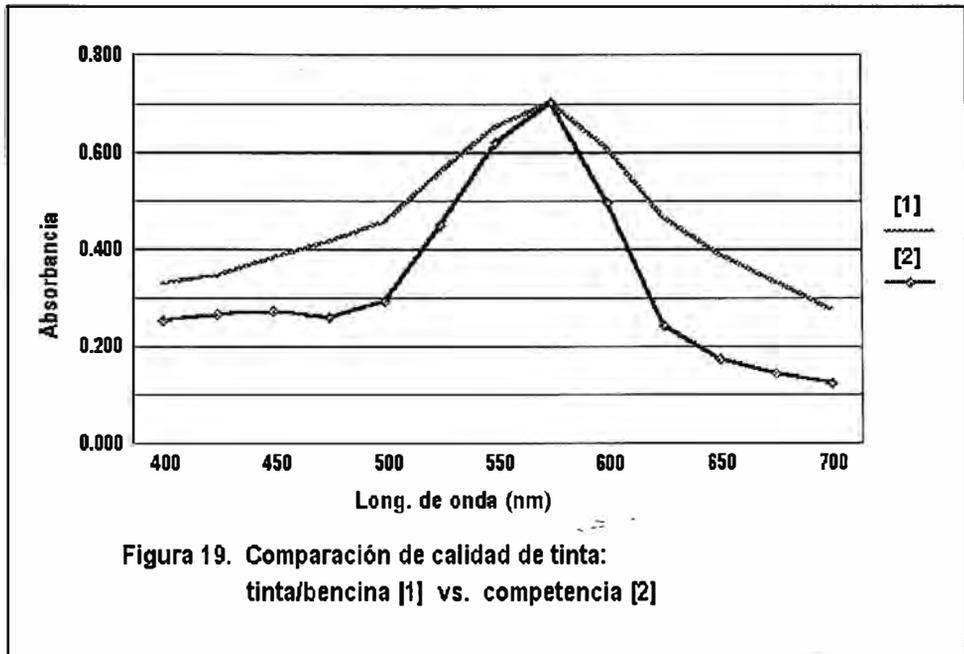
calidad del producto no fue satisfactoria, por cuanto la cinta teñida se secaba demasiado rápido durante el uso.

11. Mediante el análisis espectrofotométrico se observó que el valor tintorial de las muestras estaba por debajo de los niveles logrados por la competencia (**figura 18**). Además, se observó cierto cambio en el espectro de absorción de la tinta extraída de las muestras teñidas con este método (**figura 19**). Desde que este cambio implica una posible alteración de la estructura química de la tinta, se descartó este método.

Identificación de Muestras

Muestra	Descripción
[1]	Cinta nylon teñida con mezcla tinta/bencina en razón 1/2
[2]	Cinta nylon teñida de competencia





B. Desarrollo del Proyecto Experimental

Se desarrolló el proyecto experimental mediante la técnica “movimiento del material a través del baño tintorial”. Por referencias de compatibilidad se seleccionó un aceite lubricante de máquinas ligero del tipo SAE-15W/40 para realizar el baño tintorial, denotado simplemente como ‘aceite’ en las pruebas experimentales. A continuación se muestran los resultados del trabajo experimental llevado a cabo:

1. **Cálculo de Propiedades Físicas:**

Identificación de Muestras:

Muestra	Descripción
[A]	Cinta nylon sin teñir
[B]	Cinta nylon teñida con tinte 1
[C]	Cinta nylon teñida con tinte 2
[D]	Cinta nylon teñida con tinte 1 + aceite en razón 1/2
[E]	Cinta nylon teñida con tinte 2 + aceite en razón 1/2

Dimensión de muestras

Ancho	12.7 mm
Largo	300.0 mm
Área	3810 mm ²

Pesos de Muestras (04 muestras de cada tipo, g)

[A]	[B]	[C]	[D]	[E]
0,2547	0,3823	0,3086	0,3136	0,3073
0,2556	0,3220	0,3158	0,3183	0,3093
0,2542	0,3164	0,3131	0,3160	0,3103
0,2545	0,3243	0,3097	0,3133	0,3069

Balanza Utilizada: Mettler Toledo AT-201

Propiedades Físicas Calculadas

	[A]	[B]	[C]	[D]	[E]
Peso promedio (g)	0,2548	0,3228	0,3118	0,3153	0,3085
Desv. Estándar	0,0005	0,0043	0,0028	0,0020	0,0014
Gramaje (g/m ²)	66,8635	84,7113	81,8373	82,7559	80,9580
Densidad lineal (g/m ²)	0,8492	1,0758	1,0393	1,0510	1,0282
Densidad lineal (g/y)	0,7812	0,9898	0,9562	0,9669	0,9459
%Adsorción de tinta		26.69%	22.39%	23.77%	21.08%

2. Cálculo de Propiedades mediante Espectrofotometría:

Identificación de Muestras:

Muestra	Descripción
[1]	Cinta Epson (original)
[2]	Cinta teñida por la competencia (con tinta 1)
[3]	Cinta teñida por la competencia (con tinta 2)
[4]	Cinta teñida por el anteproyecto (con tinta 1)
[5]	Cinta teñida por el anteproyecto (con tinta 2)
[6]	Cinta teñida por el anteproyecto (con tinta 1/aceite en razón 1/2)
[7]	Cinta teñida por el anteproyecto (con tinta 2/aceite en razón 1/2)

Pesos de Muestras (mg)

	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]
Inicial	3,0450	3,1820	3,0090	3,1410	2,8180	3,3780	3,1380
Final	2,5510	2,6510	2,5040	2,5950	2,3460	2,8850	2,7130

Balanza Utilizada: Mettler Toledo UMT2

Condiciones para la Extracción por Solventes de la Tinta

Soluto	Tinta adsorbida en la cinta nylon teñida
Solvente	Ácido acético glacial (25 ml)
Tiempo de extracción	5 minutos
Temperatura	Ambiente ($\pm 20^{\circ}\text{C}$)

Concentración de Muestras a Analizar por Espectrofotometría

	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]
Inicial	3,0450	3,1820	3,0090	3,1410	2,8180	3,3780	3,1380
Final	2,5510	2,6510	2,5040	2,5950	2,3460	2,8850	2,7130
Dif. Peso	0,494	0,531	0,505	0,546	0,472	0,493	0,425
%Extracción	16.22%	16.69%	16.78%	17.38%	16.75%	14.59%	13.54%
Conc. (mg/L)	19,760	21,240	20,200	21,840	18,880	19,720	17,000
Factor de Corrección	1,022	0,951	1,000	0,925	1,070	1,024	1,188

Conclusiones

- i. Se observa que en el caso de las muestras teñidas con la mezcla tinta/aceite el % de adsorción de tinta es menor (23.77 y 21.08%), comparado con las muestras teñidas con tinta pura (26.69 y 22.39%). Dado que la especificación de teñido del proveedor es 17-19%, podemos afirmar que es recomendable el teñido con una mezcla tinta/aceite con el objetivo de lograr acercarnos a la especificación. Esto aún cuando la intensidad del teñido (apreciada en los gráficos de absorbancia) es menor en el caso de cinta nylon teñida con mezcla tinta/aceite contrastado con el teñido con tinta pura. Cabe destacar también que la operación de teñido es más fácil de llevar a cabo puesto que la viscosidad disminuye en el caso de la mezcla tinta/aceite.
- ii. Se aprecia que la extracción de tinta es menor en el caso de la mezcla teñida con la mezcla tinta/aceite (14.07% en promedio, muestras 6 y 7) comparado con la extracción en cinta teñida con tinta pura (17.07%, muestras 4 y 5). Esto implica que las curvas de calibración deben ser específicas para cada caso. Por ende se tendrán dos curvas: una referida a tinta pura y la otra referida a la mezcla tinta/aceite.

3. Datos de Medición Espectrofotométrica

En la tabla 14-I se aprecian los datos originales de la medición espectrofotométrica, mientras que en la tabla 14-II se tienen los datos corregidos con los factores calculados en base a las concentraciones obtenidas en los ensayos de extracción por solventes. Estas mediciones han sido llevadas a cabo en el espectrofotómetro Hach DR/2010, cuyas especificaciones se detallan en el anexo 14-F.

Los datos se corrigen debido a que se requiere para el presente trabajo un análisis comparativo considerando una concentración igual de tinta. Debido a que esto no es posible de lograr mediante una extracción por cuanto los pesos de las muestras no son iguales, así como la capacidad de extracción varía ligeramente para cada cinta teñida; entonces se corrigen los datos con el valor de ajuste determinado por el cociente de la muestra [3] (escogida arbitrariamente) dividido entre las otras concentraciones. De modo tal que si una concentración es menor que [3], el valor de ajuste sea mayor que la unidad y viceversa.

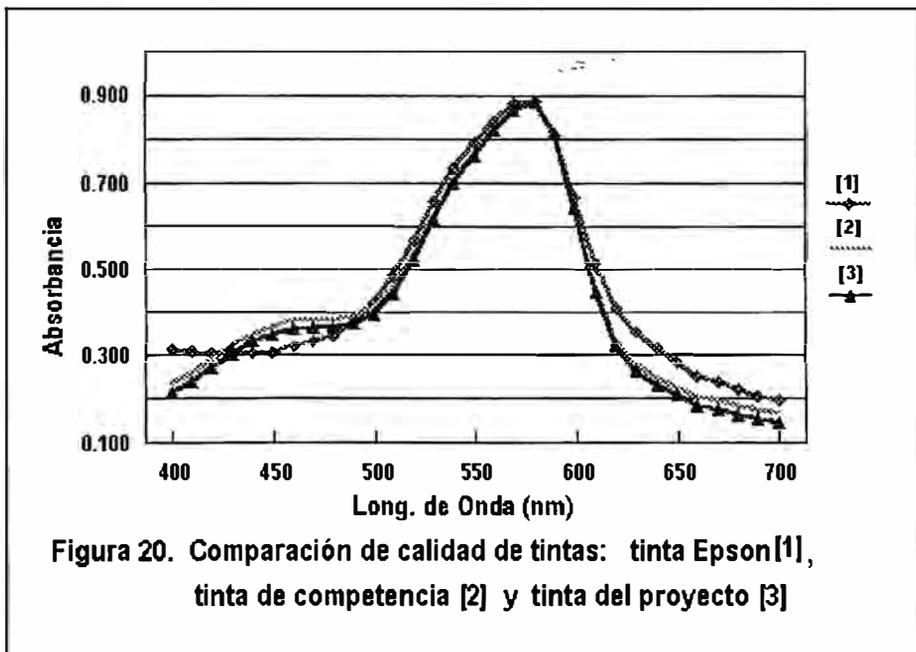
4. Comparación de Calidad de Tintas

Para comparar la calidad de dos o más tintas, es necesario llevar la absorbancia de las muestras a un máximo igual a la muestra que tiene mayor absorbancia. Dado que esto requiere una corrección matemática de los datos, expresada en la tabla 14.6.2,

el gráfico correspondiente sólo tendrá validez para hacer un análisis comparativo de las muestras a estudiar.

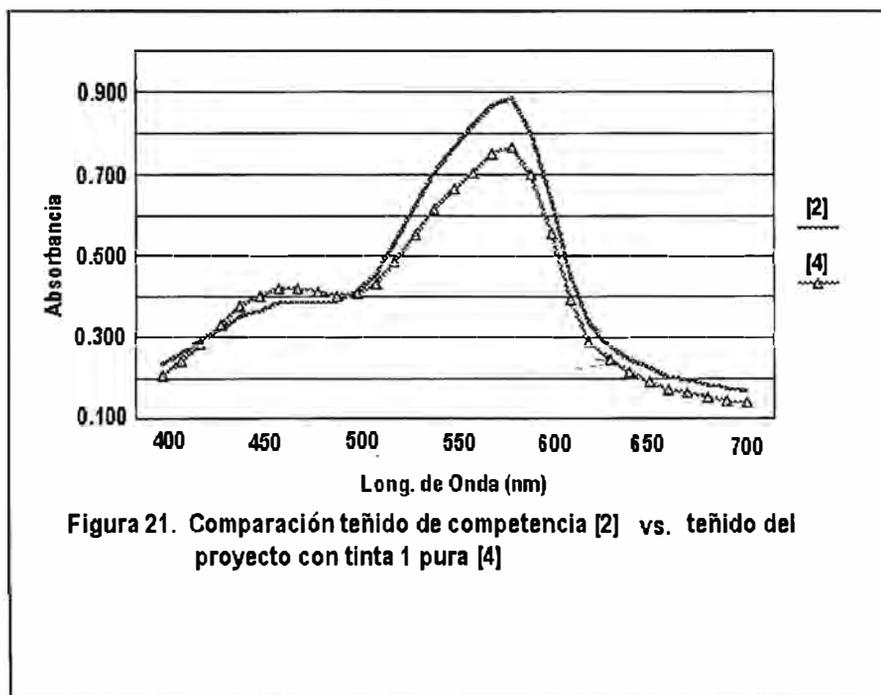
Conclusión:

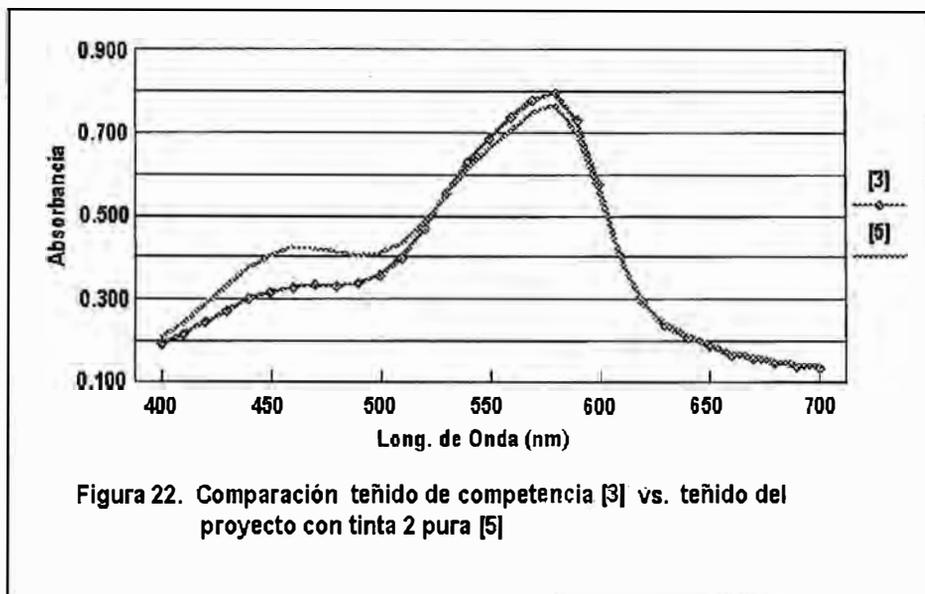
Como se puede observar en la **figura 20**, la curva [1] (tinta Epson) tiene diferencias con la tinta [2] (tinta de competencia) y [3] tinta usada por el anteproyecto. Sin embargo, las tintas [2] y [3] son bastantes semejantes en sus curvas, lo cual indica que ambas podrían provenir de un mismo proveedor y asimismo implica que la tecnología usada por la competencia sería válida para el anteproyecto.



5. Comparación de teñidos de competencia con teñidos del anteproyecto con tinta pura.

Conclusión: Las **figuras 21 y 22** muestran la posibilidad de lograr teñidos semejantes a los de competencia utilizando la maquinaria diseñada para el anteproyecto. El hecho de que los espectros de absorción sean semejantes implica que la calidad del producto es semejante y además que la operación del equipo es buena.





6. Comparación de teñidos de competencia con los del anteproyecto realizados con mezcla tinta/aceite en razón 1/2.

Conclusión:

Las **figuras 23 y 24** nos muestran que el teñido con mezcla tinte/aceite origina un producto con menor valor tintorial, aún cuando esta disminución no es significativa si consideramos la relación tinta/aceite que es 1/2 para este caso. Esto implica que es factible trabajar con mezclas tinta/aceite ya que esto favorece el costo de producción, así como permite operar con mayor eficiencia la maquinaria de teñido debido a la baja viscosidad.

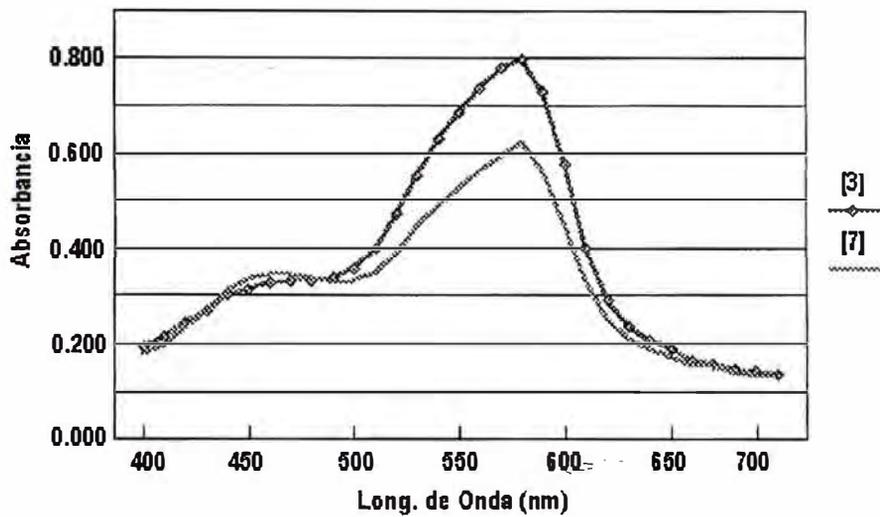


Figura 24. Comparación teñido de competencia [3] vs. teñido del proyecto con tinta 2/aceite [6]

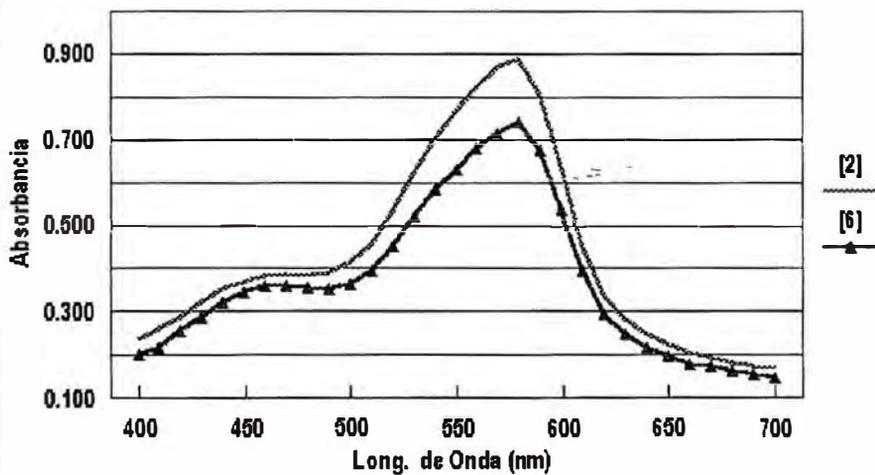
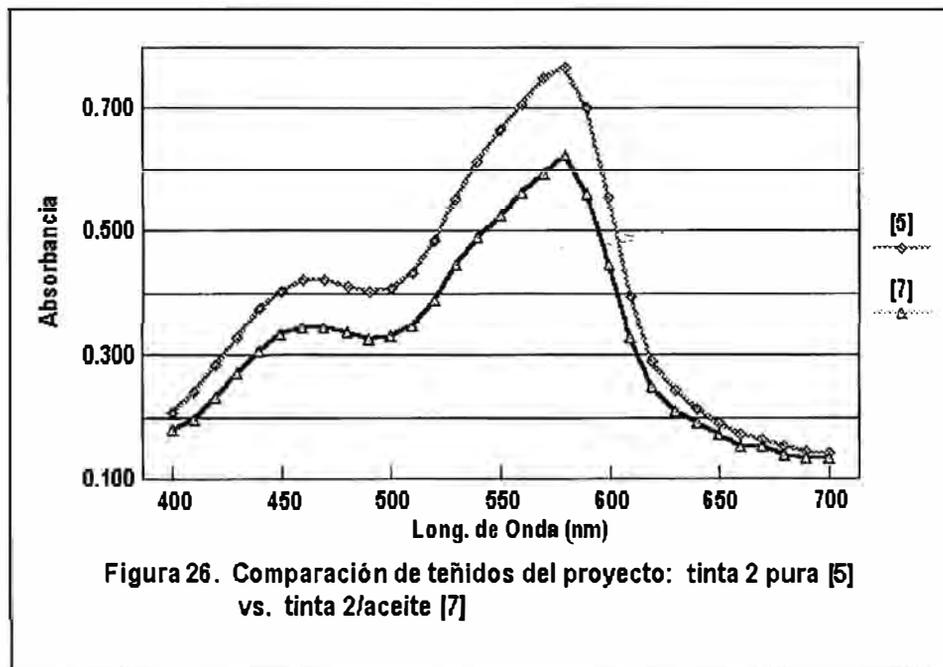
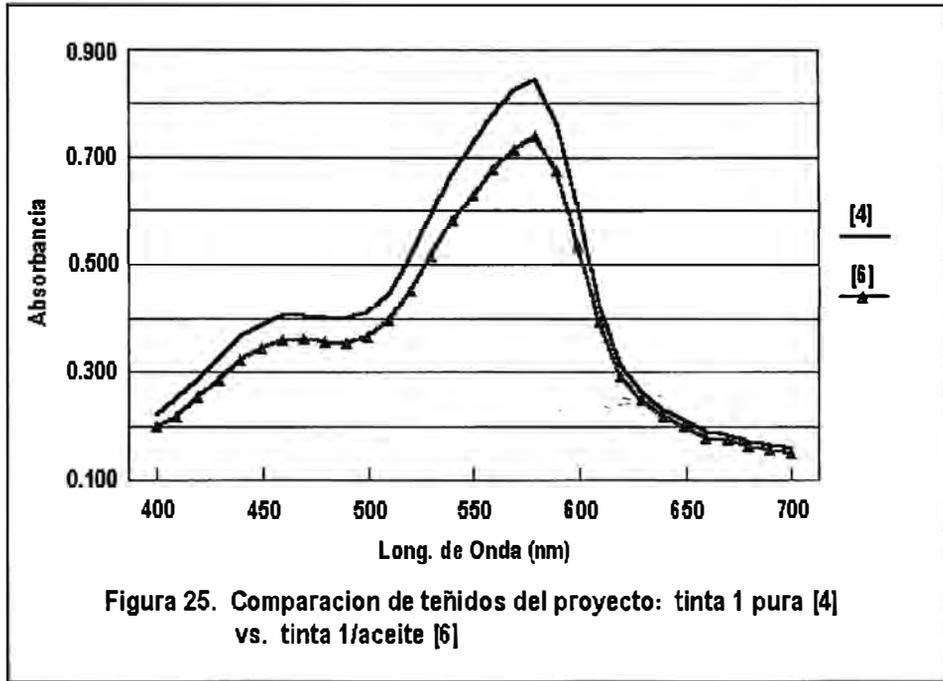


Figura 23. Comparación teñido de competencia [2] vs. teñido del proyecto con tinta 1/aceite [6]

7. Comparación de teñidos del anteproyecto con tinta 1 pura vs. tinta 1/aceite y tinta 2 pura vs. tinta 2/aceite.

Conclusión:

Del estudio de las **figuras 25 y 26** se puede observar que los teñidos con tinta pura y con mezcla tinta/aceite, realizados en cada caso para las tintas 1 y 2 respectivamente son factibles de ser realizados por la maquinaria diseñada para el teñido. Aún cuando en ambos casos las muestras [6] y [7] son menores que sus respectivos teñidos con tinta pura en valor tintorial, se aprecia que esta diferencia no es muy significativa. Por lo tanto, el anteproyecto utilizará para sus operaciones de teñido la mezcla tinta/aceite en esta proporción o una más favorable a la tinta. Asimismo, la tinta elegida para el anteproyecto es la tinta 2, debido a factores de disponibilidad.



8. Comparación de Absorbancia de Muestras a 580 nm.

Se toma la absorbancia de las muestras a 580 nm debido a que esta es la longitud de onda a la cual las muestras tienen la máxima absorbancia. Dentro del espectro visible este valor de longitud de onda es común para soluciones color violeta.

Identificación de Muestras:

Muestra	Descripción
[1]	Cinta Epson original
[2]	Cinta teñida por la competencia (con tinta 1)
[3]	Cinta teñida por la competencia (con tinta 2)
[4]	Cinta teñida por el anteproyecto (con tinta 1)
[5]	Cinta teñida por el anteproyecto (con tinta 2)
[6]	Cinta teñida por el anteproyecto (con tinta 1/aceite en razón 1/2)
[7]	Cinta teñida por el anteproyecto (con tinta 2/aceite en razón 1/2)

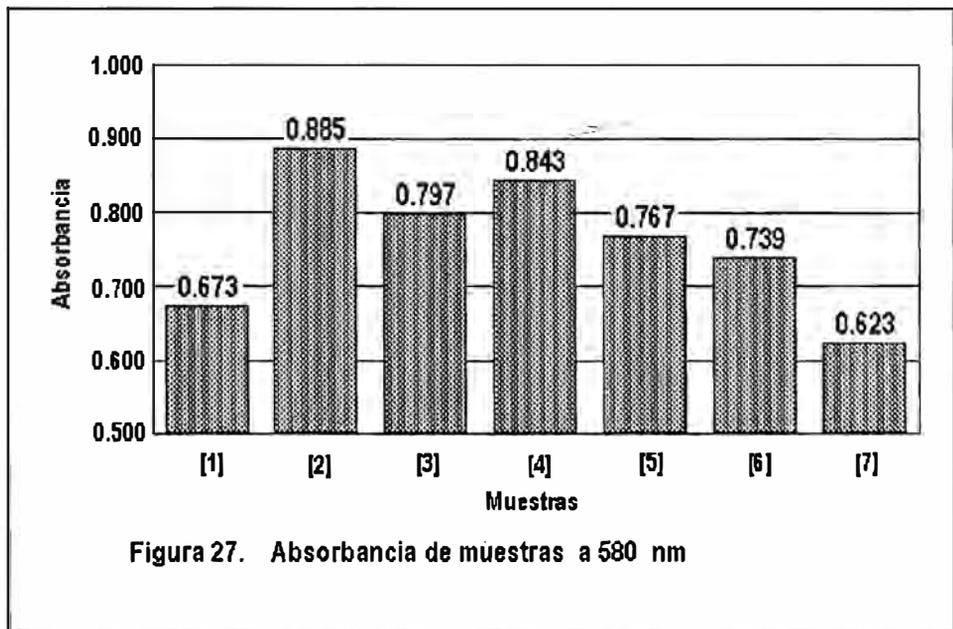
Absorbancia a 580 nm.

Muestra	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]
Abs.	0,673	0,885	0,797	0,843	0,767	0,739	0,623

Conclusión:

Del estudio de la **figura 27** se observa que las muestras [2] y [4], provenientes de teñido de competencia y teñido del anteproyecto con tinta 1 pura, son los de más alta absorbancia. Asimismo, las muestras [3] y [5] son también altas. Sin embargo, si tomamos como base la muestra [1], proveniente de un fabricante de cintas originales, podemos apreciar que la absorbancia no es

muy alta, tanto así que se considera que los valores de calidad de las cintas teñidas del anteproyecto con mezclas tinta/aceite son suficientes para lograr los objetivos deseados. Se aprecia que la muestra [6], teñido del anteproyecto con tinta 1/aceite es superior a la [1] y la muestra [7] teñido del anteproyecto con tinta 2/aceite es ligeramente inferior. Bajo esta perspectiva se seleccionará para el anteproyecto la mezcla tinta 2/aceite en razón más favorable a la tinta (específicamente en relación 1/1). Esto por razones de disponibilidad de la tinta 2. Teniendo en consideración que de ser posible se utilizará la mezcla tinta 1/aceite por dar mejores resultados.



9. Construcción de Curvas de Calibración

Procedimiento:

- i. Se prepara 25 ml. de solución de tinta mediante extracción por solvente.
- ii. Se calcula la concentración de tinta mediante el pesado de muestras antes y después de la extracción (se denomina a esta concentración 100%)
- iii. Se preparan soluciones de concentraciones tales como 75%, 50% y 25% en base a la solución al 100% y dilución con solvente puro. Se considera solución al 0% al solvente puro.
- iv. Se mide la absorbancia de estas soluciones a 580 nm. Esto debido a que a esta longitud de onda corresponde la máxima absorbancia para estas soluciones de tinta.
- v. Se calcula la curva de calibración en cada caso mediante regresión lineal, donde la absorbancia es el eje de las ordenadas y la concentración el eje de las abscisas.

Datos experimentales y cálculos:

	[5]	[7]
Peso Inicial	3,057	2,856
Peso Final	2,477	2,387
Dif. Pesos	0,580	0,469
Conc. (mg/L)	23,200	18,760

	[5]	[5]	[7]	[7]
	Conc. (mg/L)	Abs. (580 nm)	Conc. (mg/L)	Abs. (580 nm)
0%	0,00	0,000	0,00	0,000
25%	5,80	0,224	4,69	0,118
50%	11,60	0,454	9,38	0,258
75%	17,40	0,688	14,07	0,37
100%	23,20	0,930	18,76	0,488

Resultados de Regresión Lineal

	[5]	[7]
Constante	0,0000	0,0000
Coefficiente X	25,1564	38,0527
Coef. Determinación (r^2)	0,9997	0,9988
Error de estimación Y	0,1628	0,2587
Error de coeficiente X	0,1289	0,3833
Tamaño de muestra	5	5
Grados de libertad	4	4

Ecuación de Regresión (muestra [5]) $[C]=0.000 + 25.1564 * Abs.$

Ecuación de Regresión (muestra [7]) $[C]=0.000 + 38.0527 * Abs.$

Cálculos de Absorbancia-Concentración usando la ecuación de regresión.

Concentración (mg/L)	Absorbancia [5]	Absorbancia [7]
0,000	0,000	0,000
5,000	0,199	0,131
10,000	0,398	0,263
15,000	0,596	0,394
20,000	0,795	0,526

Balanza utilizada: Mettler Toledo UMT2

Condiciones de Operación para Extracción con Solvente

Soluto	Tinta adsorbida en la cinta nylon teñida
Solvente	Etanol Absoluto (25 ml)
Tiempo de extracción	5 minutos
Temperatura	Ambiente ($\pm 20^{\circ}\text{C}$)

Conclusión:

1. De la **figura 28**, se observa que una absorbancia determinada representa una concentración más baja si es un teñido con tinta pura y un valor más alto si es un teñido con mezcla tinta/aceite. Esto permite afirmar que el uso de aceite como diluyente se justifica por cuanto disminuye costos sin afectar demasiado la calidad, permite una menor adsorción de tinta y además facilita la operación de la maquinaria de teñido al disminuir la viscosidad.

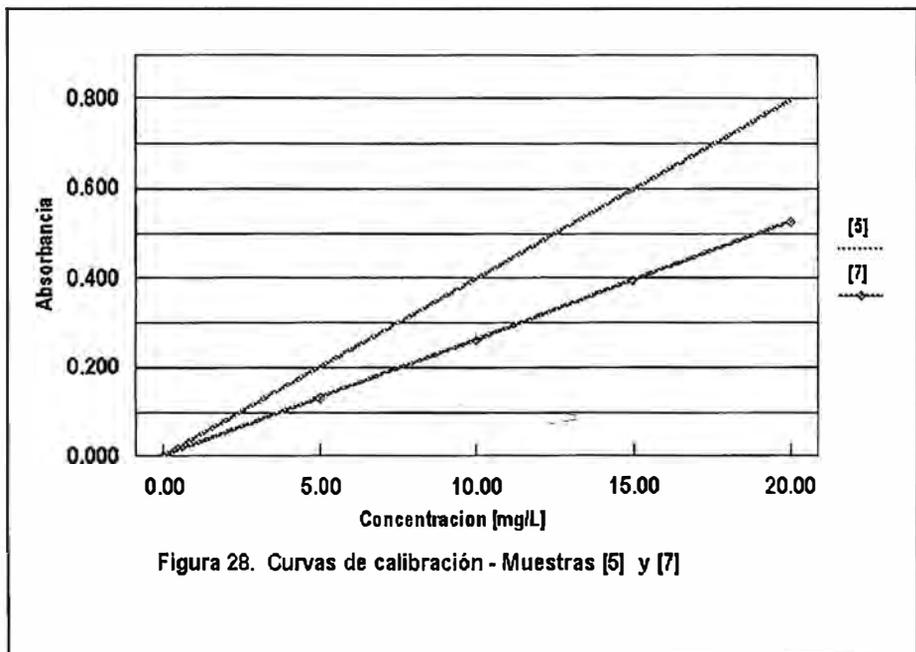


Tabla 14-I. Datos originales de medición espectrofotométrica

LONG ONDA [nm]	ABSORBANCIA						
	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]
400	0,234	0,247	0,192	0,238	0,194	0,196	0,151
410	0,229	0,273	0,215	0,271	0,226	0,214	0,167
420	0,228	0,303	0,245	0,310	0,265	0,248	0,196
430	0,226	0,337	0,271	0,353	0,308	0,280	0,227
440	0,228	0,369	0,301	0,396	0,351	0,314	0,259
450	0,228	0,386	0,314	0,419	0,375	0,337	0,280
460	0,238	0,403	0,327	0,439	0,394	0,350	0,290
470	0,247	0,406	0,332	0,439	0,393	0,352	0,290
480	0,259	0,404	0,330	0,433	0,384	0,347	0,283
490	0,281	0,411	0,338	0,431	0,375	0,343	0,274
500	0,314	0,433	0,357	0,444	0,380	0,355	0,278
510	0,359	0,479	0,398	0,482	0,403	0,385	0,293
520	0,420	0,560	0,470	0,554	0,453	0,441	0,326
530	0,488	0,653	0,553	0,642	0,516	0,507	0,376
540	0,545	0,739	0,630	0,724	0,573	0,568	0,413
550	0,587	0,805	0,685	0,785	0,620	0,615	0,442
560	0,625	0,863	0,736	0,843	0,659	0,662	0,474
570	0,654	0,911	0,779	0,893	0,700	0,697	0,500
580	0,658	0,931	0,797	0,911	0,717	0,721	0,524
590	0,599	0,847	0,729	0,830	0,654	0,660	0,473
600	0,495	0,671	0,576	0,655	0,520	0,525	0,376
610	0,380	0,475	0,401	0,462	0,369	0,383	0,277
620	0,305	0,352	0,291	0,340	0,270	0,286	0,210
630	0,265	0,296	0,238	0,285	0,228	0,243	0,178
640	0,235	0,260	0,207	0,250	0,199	0,214	0,161
650	0,212	0,236	0,188	0,228	0,180	0,194	0,145
660	0,188	0,215	0,166	0,207	0,160	0,175	0,129
670	0,178	0,206	0,158	0,198	0,153	0,170	0,128
680	0,164	0,193	0,147	0,186	0,143	0,159	0,118
690	0,154	0,185	0,141	0,180	0,136	0,152	0,112
700	0,146	0,178	0,134	0,174	0,132	0,146	0,112

Tabla 14-II. Datos corregidos de medición espectrofotométrica

Fact.Ajuste	1,022	0,951	1,000	0,925	1,070	1,024	1,188
LONG ONDA nm	ABSORBANCIA						
	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]
400	0,239	0,235	0,192	0,220	0,208	0,201	0,179
410	0,234	0,260	0,215	0,251	0,242	0,219	0,198
420	0,233	0,288	0,245	0,287	0,284	0,254	0,233
430	0,231	0,320	0,271	0,326	0,330	0,287	0,270
440	0,233	0,351	0,301	0,366	0,376	0,322	0,308
450	0,233	0,367	0,314	0,388	0,401	0,345	0,333
460	0,243	0,383	0,327	0,406	0,422	0,359	0,345
470	0,253	0,386	0,332	0,406	0,420	0,361	0,345
480	0,265	0,384	0,330	0,400	0,411	0,355	0,336
490	0,287	0,391	0,338	0,399	0,401	0,351	0,326
500	0,321	0,412	0,357	0,411	0,407	0,364	0,330
510	0,367	0,456	0,398	0,446	0,431	0,394	0,348
520	0,429	0,533	0,470	0,512	0,485	0,452	0,387
530	0,499	0,621	0,553	0,594	0,552	0,519	0,447
540	0,557	0,703	0,630	0,670	0,613	0,582	0,491
550	0,600	0,766	0,685	0,726	0,663	0,630	0,525
560	0,639	0,821	0,736	0,780	0,705	0,678	0,563
570	0,669	0,866	0,779	0,826	0,749	0,714	0,594
580	0,673	0,885	0,797	0,843	0,767	0,739	0,623
590	0,612	0,806	0,729	0,768	0,700	0,676	0,562
600	0,506	0,638	0,576	0,606	0,556	0,538	0,447
610	0,388	0,452	0,401	0,427	0,395	0,392	0,329
620	0,312	0,335	0,291	0,314	0,289	0,293	0,250
630	0,271	0,282	0,238	0,264	0,244	0,249	0,212
640	0,240	0,247	0,207	0,231	0,213	0,219	0,191
650	0,217	0,224	0,188	0,211	0,193	0,199	0,172
660	0,192	0,204	0,166	0,191	0,171	0,179	0,153
670	0,182	0,196	0,158	0,183	0,164	0,174	0,152
680	0,168	0,184	0,147	0,172	0,153	0,163	0,140
690	0,157	0,176	0,141	0,166	0,146	0,156	0,133
700	0,149	0,169	0,134	0,161	0,141	0,150	0,133

CAPÍTULO XV

GLOSARIO

15.0 Glosario

Absortividad Molar. Propiedad de una sustancia que le permite absorber determinada cantidad de luz.

Aceite no secante. Aceite cuyas película delgada es incapaz de combinarse con oxígeno atmosférico a temperatura ambiente.

Aceite secante. Aceite que es lo suficientemente insaturado químicamente de modo que es capaz de combinarse fácilmente con oxígeno atmosférico.

Agente de deslizamiento. En tintas se refiere a un aditivo que imparte cualidades lubricantes a la película seca de tinta.

Aglutinante. El material en una película de tinta que sostiene el pigmento a la superficie impresa después del secado.

Agotamiento. Se refiere a la disminución progresiva del material colorante en el baño tintorial

Alizarina. Tinte comercial

Alotropía. Propiedad de una sustancia de existir en diferentes formas o colores, debido a diferentes estructuras cristalinas.

Anatase. Forma alotrópica del dióxido de titanio

Antioxidantes. Sustancias químicas que retardan la acción del oxígeno bajo aceites secantes y otras sustancias oxidables.

Antraquinona. Tinte derivado de la quinona.

Barniz. Vehículo de la tinta menos los aditivos, generalmente se aplica a aceites secantes con cuerpo o combinación resina solvente, adecuada para tintas.

Blocking. Se aplica a la materia impresa cuando dos superficies, usualmente tinta y papel se adhieren de modo tal que no pueden separarse sin desprendimiento de algo de la tinta impresa.

Cinta entintada. Se refiere a las bobinas de cinta nylon que han pasado el proceso de entintado.

Colofonia. Resina natural obtenida de la savia del árbol de pino. Mayormente es ácido abiético.

Consistencia. Se refiere a las características generales de una tinta o vehículo tal como su capacidad para fluir y su resistencia a la deformación; es el 'cuerpo' de una tinta.

Cromóforo. Es la parte de una molécula responsable de la absorción de radiación de cierta frecuencia.

Cuerpo. Término referido a la viscosidad, consistencia y flujo de un vehículo o tinta. Se usa también para describir el incremento en viscosidad por polimerización de aceites secantes.

Dispersión. Una distribución pareja de partículas sólidas en un vehículo, generalmente obtenida por mezclado y molienda.

Emulsión. Dispersión de un líquido en otro con el cual es insoluble o inmiscible promovido por un emulsificante.

Extensores. Tintas, vehículos, solventes o pigmentos que cambian poco la apariencia de una tinta pero bajan su fuerza colorante.

Flujo. La capacidad de una tinta de esparcirse en la película de tinta cuando esta recién impresa.

Fuerza de color. Poder tintorial de una tinta o materia colorante generalmente obtenida por mezclado con una tinta blanca.

Goma éster. Una resina suave obtenida por la combinación de ácidos de colofonia con glicerol, es un éster sólido.

Hidroquinónico. Estructura química derivada de la quinona.

Índice de refracción. Razón de los senos de los ángulos formados por los rayos de luz incidente y reflejada con la ordenada.

Intaglio. Aplicado al diseño en relieve. Los procesos de impresión basados en este principio son el grabado y el de matriz de acero.

Laca. Producto relativamente insoluble obtenido por la precipitación de un tinte bajo un extensor blanco.

Migración a la luz. Capacidad de una sustancia de resistir el ataque de la luz, la cual causa decoloración o cambio de color.

Nivelamiento. Propiedad del tinte de desorberse del material más teñido y reabsorberse en el menos teñido.

Oxidación. En impresión, la combinación de oxígeno con el vehículo de la tinta para producir productos sólidos.

Película. Un depósito continuo y relativamente delgado de tinta sobre una superficie.

Pigmento. Sustancia intensamente coloreada, negra blanca o transluciente, esencialmente insoluble en agua y en el medio en el cual es usada.

Plastificante. Aditivo líquido o sólido que sirve para incrementar la adhesión y/o flexibilidad de la película final de tinta.

Polimerización. Proceso de combinar moléculas de una sustancia con otra para formar moléculas complejas de gran tamaño.

Quinónico. Estructura química basada en la molécula de quinona.

Reductor. En tintas, son aditivos que bajan la viscosidad y fuerza colorante de estas.

Resina. Sustancia sólida que puede fundirse con el calor y es soluble en un solvente o aceite para producir un vehículo de tinta.

Rotograbado. Un proceso intaglio de impresión, colocando la tinta en celdas debajo de la superficie de la placa. La tinta deja la celda cuando se pone en contacto con la superficie a ser impresa.

Rutile. Forma alotrópica del dióxido de titanio

Sangrado. Cuando un material colorante en una película seca de tinta se disuelve algo en agua, barniz, solvente o aceite.

Secante. Un catalizador que acelera la oxidación y/o polimerización de películas de aceite secante que se vuelven sólidas y así aglutinan el pigmento a la superficie impresa.

Skinning. Formación de una capa oxidada insoluble en la superficie de una tinta, la cual seca en parte o enteramente por oxidación. Puede ser quebradiza o flexible.

Tack. La resistencia de una película impresa a ser dividida en dos superficies, esta relacionada a la pegajosidad.

Termoplástico. Se aplica a resinas que son capaces de fundirse repetidamente cuando se aplica calor.

Termosellado. Acción de unir dos láminas de material termoplástico por aplicación de calor sobre ellas.

Tinta de impresión. Mezcla de material colorante y un aceite o resina con un solvente, llamado vehículo, para dar una pasta que puede ser impresa y también ser secada

Tintes-Pigmentos. Tintes que por naturaleza son insolubles en agua y pueden ser usados directamente como pigmentos sin ninguna transformación química.

Tintes. Compuestos químicos altamente coloreados de carbono e hidrogeno junto con otros elementos químicos tales como: nitrógeno, oxígeno, cloro, iodo, bromo, o azufre.

Tipografía. Método de impresión de tipos elevados. La tinta esta en la parte superior de los tipos.

Tixotropía. La propiedad de vehículos viscosos y muchas tintas de adelgazarse cuando son agitadas.

Tono de impresión. La porción de una capa de tinta, que tiene el espesor aproximado como se obtiene en la impresión real.

Tono tintorial. Se obtiene por mezcla de una tinta coloreada con una blanca para obtener una baja concentración de color adecuada para evaluación de fuerza colorante.

Translucencia. Se aplica a una sustancia que transmite luz sin ser transparente.

Transparente. Se aplica a una sustancia que transmite luz de modo que el fondo es visible.

Vehículo. La porción íntegra de líquido de una tinta al momento de imprimir.