

# TINTURA EN BAÑOS DE REUTILIZACIÓN DIRECTA: MICROFIBRAS DE POLIÉSTER CON COLORANTES DISPERSOS<sup>\*)</sup>

C. A. Agudelo\*, M. J. Lis\*\*, J. Valdeperas\*\*\* y J. A. Navarro\*\*\*\*

## 0.1. Resumen

Las presiones medioambientales sobre la industria textil y el consumo de agua y energía de dicho sector, llevan a la adopción de medidas que influyen directamente sobre los procesos industriales de tintura. Disminuir el impacto medioambiental optimizando procesos para conseguir mejorar el nivel de agotamiento y/o reutilizar los baños finales, con o sin tratamiento intermedio, son algunas de las medidas que se vienen aplicando.

En este trabajo se estudiará el caso de reutilizaciones directas de baños de tintura con CI Azul Disperso 56 y microfibras de poliéster, con el objeto de evaluar su comportamiento en cinéticas no isotérmicas en el caso de 25 reutilizaciones a partir del baño original.

A partir de los resultados obtenidos puede observarse una tendencia del % de agotamiento con el número de reutilizaciones. Disminuye hasta la 5ª reutilización, manteniéndose aproximadamente constante desde la 6ª hasta la número 25.

**Palabras clave:** microfibras de poliéster, cinéticas no isotérmicas, reutilización directa, impacto medioambiental.

## 0.2. Summary: DYEING IN BATHS OF DIRECT REUTILIZATION: MICROFIBRES OF POLYESTER WITH DISPERSED DYES

Environmental pressures on textile industry and the consumption of water and energy in the above mentioned sector, lead to the adoption of measures that directly influence to the industrial

processes. In order to reduce the environmental impact, optimizing process to improve exhaustion level and/or the reuse of final baths, with or without intermediate treatment, are some of the measures that have been applied.

In this work, the case of direct reuses of residual baths with Disperse Blue 56 and polyester microfibras will be studied. The main objective is to evaluate their behaviour in non-isothermal kinetics in the specific case of 25 reuses from the same original bath.

From the results obtained a tendency in the exhaustion percentage can be observed respect the number of reuses. It diminishes until the 5<sup>th</sup>, maintaining its values from the 6<sup>th</sup> until the 25<sup>th</sup> reuse.

**Key words:** microfibras of polyester, not isothermal kinetics, direct reutilization, environmental impact.

## 0.3. Résumé: TEINTURE DANS DES BAINS DE REUTILISATION DIRECTE: DES MICROFIBRES DE POLYESTER AVEC DES COLORANTS DISPERSÉS

Les pressions environnementales sur l'industrie textile et la consommation d'eau et l'énergie du dit secteur, portent à l'adoption de mesures qui influent directement sur les processus industriels de teinture. Diminuer l'impact environnemental en optimisant des processus pour réussir à améliorer le niveau d'épuisement et/ou réutiliser les bains finaux, avec ou sans un traitement intermédiaire, sont certains des mesures qui sont appliquées.

À ce travail on étudiera le cas de réutilisations directes de bains de teinture avec CI Bleu Dispersé 56 et des microfibras de polyester, afin d'évaluer sa conduite dans cinétiques non isothermes dans le cas de 25 réutilisations à partir du bain original.

À partir des résultats obtenus on peut observer une tendance du % d'épuisement avec le nombre de réutilisations. On diminue jusqu'à la 5<sup>e</sup> réutilisation, en se maintenant à peu près constant depuis la 6<sup>e</sup> jusqu'au nombre 25.

**Mots clés:** microfibras de polyester, cinétiques non isothermes, réutilisation directe, impact environnemental.

\* Dr. Carlos Alberto Agudelo García. Ing. Ind.

\*\* Dr. Ing. Manuel José Lis Arias. Prof. Titular de Escuela Universitaria. Dpto. de Ingeniería Química (U.P.C.)

\*\*\* Dr. Ing. José Valdeperas Morell, Prof. Titular de Universidad del Dpto. de Ingeniería Textil y Papelera. Jefe del Laboratorio de Tecnología Textil Química-Control de Calidad y Director del INTEXTER (U.P.C.)

\*\*\*\* Juan Antonio Navarro Viciano, Ing. Téc. Laboratorio de Tecnología Textil Química-Control de Calidad del INTEXTER (U.P.C.)

\*) Publicado en Revista de Química Textil, nº 166, enero-marzo 2004

## 1. INTRODUCCIÓN

La idea de reutilización de baños de tintura comenzó a llamar la atención en los años 70s, cuando el costo de la energía llegó a ser un factor crítico en el coste de la producción. La reutilización de los baños y aguas de lavado de tintura se han señalado como métodos viables para reducir los costes de energía y agua, entre otros. La reutilización de esta agua de tintura se ha convertido en una alternativa para la minimización de costos y de contaminación del agua, reduciendo en un gran porcentaje la DQO y la DBO.

La aplicación de esta tecnología, ha sido exitosamente demostrada a escala industrial en la tintura de sustratos de poliéster con colorantes dispersos y a poliamida con colorantes tanto ácidos como dispersos<sup>1,2,3,4,5</sup>.

La reutilización de baños podría dividirse en dos grupos según las etapas de las que consta:

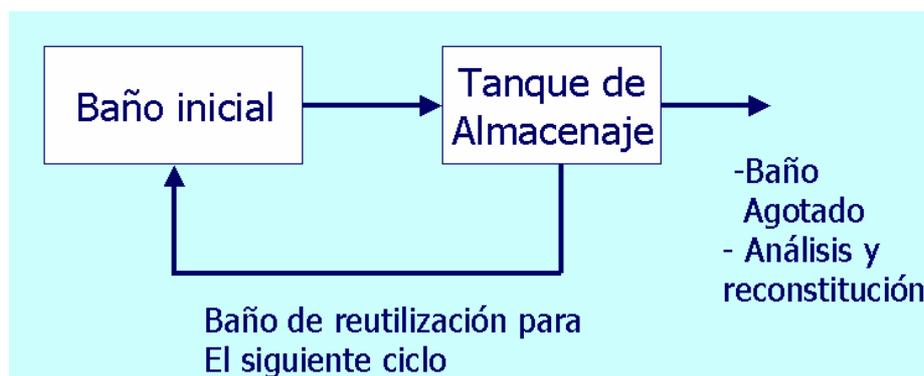
1. Con almacenaje.
2. Por etapas.

En ambos grupos existen procedimientos comunes como son el análisis del baño de tintura agotado y la reconstrucción del nuevo baño de

tintura, el cual consiste de agua, colorante y auxiliares químicos. El colorante que no está agotado en el baño, tiene que ser analizado para determinar la cantidad exacta en la que se encuentra en éste. La mayor parte de los auxiliares y productos químicos no experimentan ninguna variación de concentración en el baño de tintura. La cantidad de compuestos pueden ser estimados o determinados analíticamente, si bien en la mayoría de los casos es suficiente la estimación de las pérdidas.

La reconstrucción del baño consiste en adicionar las cantidades necesarias de colorante, agua y de auxiliares y productos químicos específicos para la siguiente tintura. El agua adicionada es para reponer la que se ha evaporado y la que retiene el sustrato textil. Después de que el baño ha sido totalmente reconstruido se procede a teñir un nuevo lote o barcada<sup>6,7</sup>.

El proceso con almacenaje consiste en tres pasos: Almacenaje del baño agotado, análisis del baño, reconstrucción y reutilización del baño para la siguiente tintura.



**FIGURA 1:** Diagrama de bloques para el proceso de reutilización con almacenaje

Básicamente hay dos alternativas viables para el almacenaje del baño agotado. Este puede ser bombeado al interior de un tanque donde posteriormente es analizado y reconstruido. Al mismo tiempo, el textil se somete al lavado en la máquina de tintura. Lo mismo puede conseguirse con dos máquinas idénticas de tintura. Una máquina prepara el hilo o tejido para teñirse, mientras la otra está tiñendo el material. Después de la tintura, el agua es bombeada a la primera para análisis y reconstrucción. La segunda máquina estará lavando mientras la primera estará en su ciclo de tintura. Otra alternativa es retirar el tejido de la máquina después de la tintura y dejar el baño agotado en la máquina para su posterior

análisis y reconstrucción, eliminando la necesidad del tanque. Generalmente el baño agotado pasa por una etapa intermedia de tipo físico como el filtrado.

En el proceso por etapas, la tintura se realiza en dos baños, en el primero el colorante es adsorbido y difundido en la fibra y el segundo baño corresponde a la fijación del colorante. Sobre el primer baño se realiza el procedimiento de almacenaje, análisis del baño, reconstrucción y reutilización del baño para la siguiente tintura y el otro baño es llevado ya sea al desagüe o a la planta de tratamiento. Ésta reutilización está limitada solo para colorantes reactivos<sup>8,9</sup>.

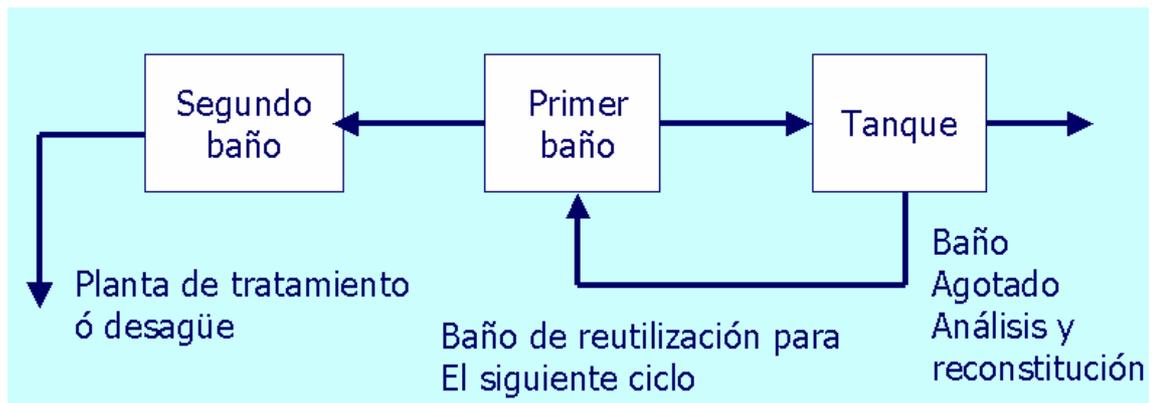


FIGURA 2: Diagrama de bloques del proceso de reutilización por etapas

En la actualidad, el consumo de microfibras aumenta vertiginosamente debido a las excelentes propiedades que confieren a los tejidos. Los grandes desarrollos de este tipo de fibras se ha realizado en el poliéster gracias a la buena posición del poliéster dentro del mercado mundial y por que es una fibra de un costo de producción relativamente bajo si se compara con las demás fibras de tipo sintético.

Las microfibras por su mayor área específica comparada con las convencionales, requieren de mayores cantidades de colorante para la misma tonalidad, que las fibras de mayor diámetro<sup>10</sup>, motivo por el cual estudiar el comportamiento cinético del poliéster en baños de reutilización, en particular para el caso de las microfibras, representaría un gran aporte para la tecnología de reutilización. Éste sería el caso más crítico a estudiar dentro de la amplia gama de fibras de poliéster.

## 2. PARTE EXPERIMENTAL

### 2.1. Materiales y Equipo

Para el desarrollo del presente trabajo se ha utilizado un sustrato de poliéster microfibra 100% de 5 g, compuesto por dos tipos de filamento, 167dtx/408 y 75dtx/300 texturados, semimate, producidos por la empresa Brilén por hilatura directa. El colorante empleado ha sido el C.I. Azul Disperso 56 (Azul Terasil 3RL-02 150%, de Ciba Especialidades Químicas) a la

concentración de 1.3% s.p.f., utilizando como dispersante Univadine DIF (Ciba Especialidades Químicas). Los ensayos de tinción se han realizado en un Linitest desde una temperatura inicial de 60° C hasta 130° C, con una RB (1:20), a un pH de 5.0 (ácido acético) y con un gradiente de temperatura de 1.4 ° C/min.

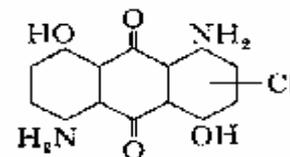


FIGURA 3: Estructura molecular del C.I. Azul Disperso 56

Para conocer la cinética de tinción se tomaron muestras del baño de tinción a 60°C, 70°C, 80°C, 90°C, 110°C, 130°C (pasados 10 min.), 130° C (pasados 20 min.), 130° C (pasados 30 min.) y durante el enfriamiento a 100° C, 80° C y finalmente a 70° C. La cantidad de baño fue de 2 ml de baño, el cual se diluyó en 2 ml de N,N-Dimetil Formamida (pH 5.0) y se calcularon espectrofotométricamente las concentraciones de colorante en éste, a partir de la aplicación de la ley de Lambert-Beer<sup>11</sup>.

Colorante Azul Terasil 3RL-02 150%,  $\lambda$  max 625

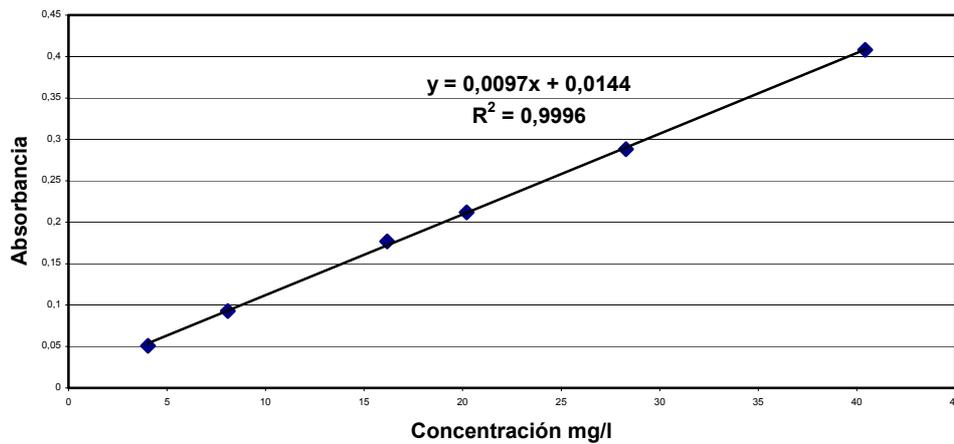


FIGURA 4: Recta de calibración del Azul Terasil 3RL-02 150%

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las figuras siguientes (Figs. 5 a 9) representan las cinéticas de tinte de cada uno de los baños de reutilización expresadas en mg. de colorante/g de tejido, en las 25 reutilizaciones efectuadas a partir de un único baño original de tinte.

Como puede apreciarse en cada una de las figuras en las cuales se muestra la cinética en los baños reutilizados (graficadas cada 5

reutilizaciones de baño de tinte) a comparar éstas con la de la cinética del baño original, se observa que las curvas prácticamente son similares en los primeros tramos del proceso, pero se produce un cambio cinético después de que la curva presenta su mayor pendiente, que corresponde al rango de tiempos comprendidos entre 19 y 28 min. del proceso tintóreo a las temperaturas entre 90° C y 110° C. Una vez superado este rango la concentración disminuye respecto del baño original.

CINÉTICAS DE REUTILIZACIÓN PARA EL COLORANTE AZUL TERASIL 3RL-02 150%

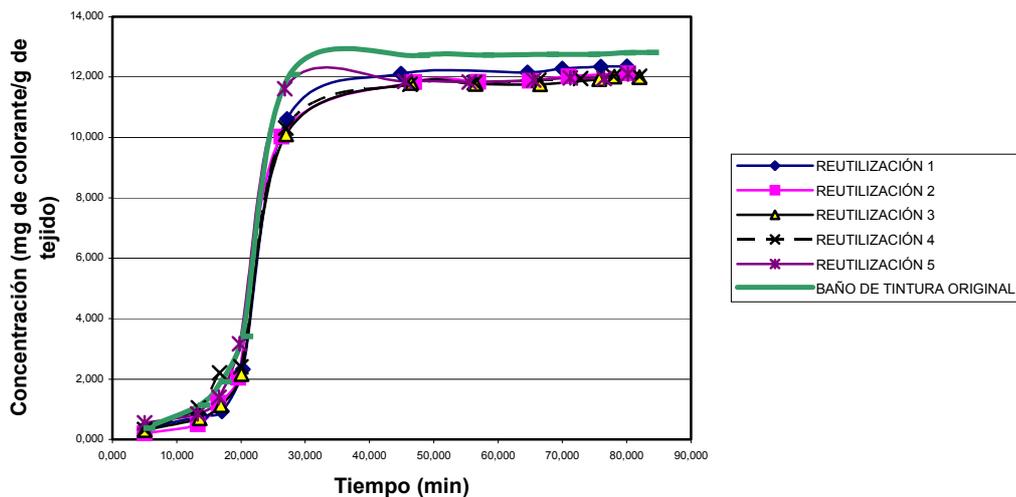


FIGURA 5: Comparación de las cinéticas para los baños de reutilización del 1 al 5 respecto del baño de tinte original

CINÉTICAS DE REUTILIZACIÓN PARA EL COLORANTE AZUL TERASIL 3RL-02  
150%

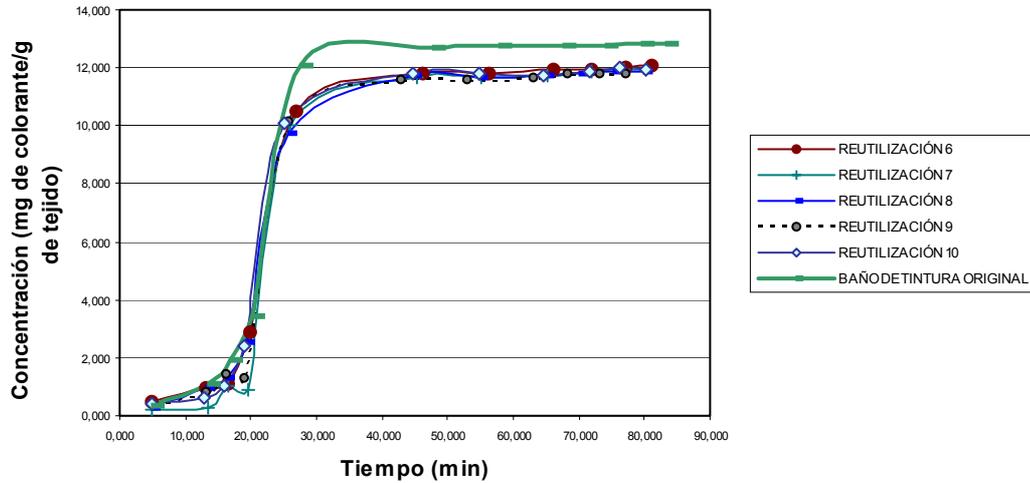


FIGURA 6: Comparación de las cinéticas para los baños de reutilización del 6 al 10 respecto del baño de tintura original

CINÉTICAS DE REUTILIZACIÓN PARA EL COLORANTE AZUL TERASIL 3RL-02  
150%

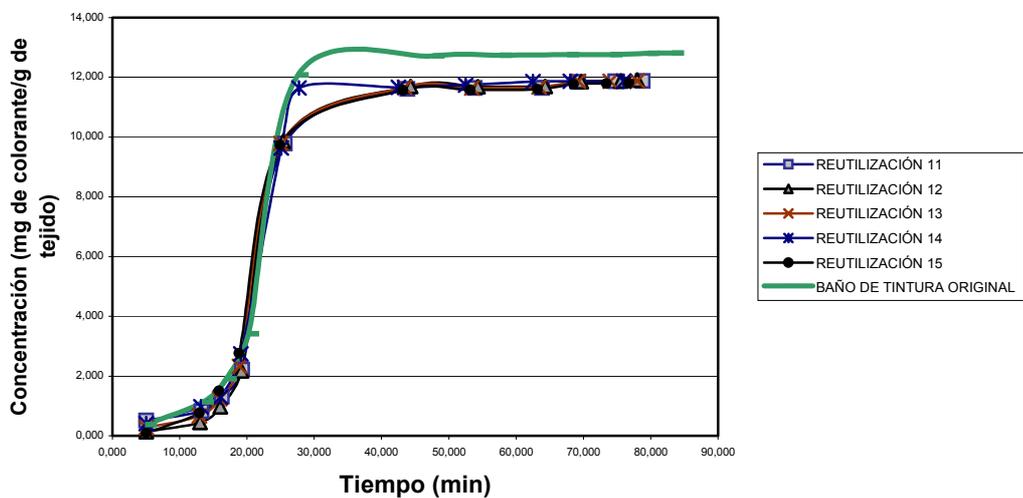


FIGURA 7: Comparación de las cinéticas para los baños de reutilización del 11 al 15 respecto del baño de tintura original

CINÉTICAS DE REUTILIZACIÓN PARA EL COLORANTE AZUL TERASIL 3RL-02  
150%

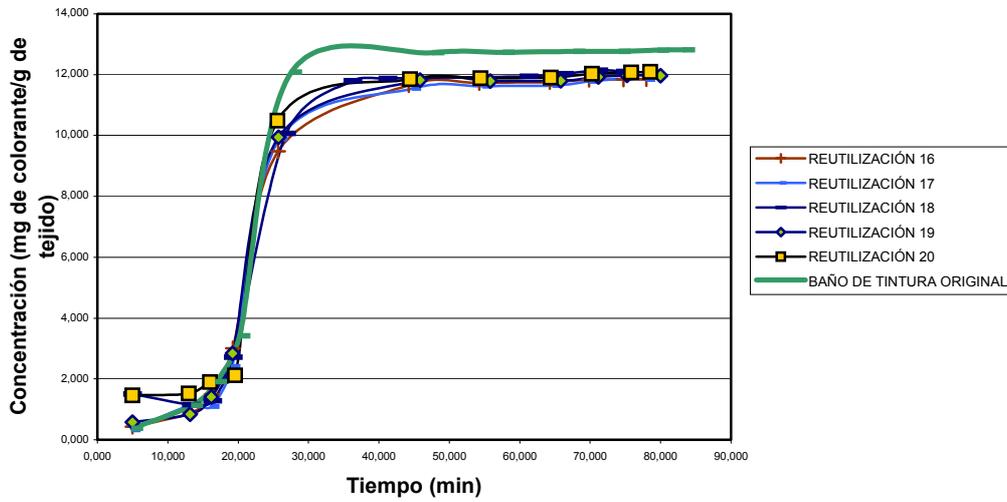


FIGURA 8: Comparación de las cinéticas para los baños de reutilización del 16 al 20 respecto del baño de tintura original

CINÉTICAS DE REUTILIZACIÓN PARA EL COLORANTE AZUL TERASIL 3RL-02  
150%

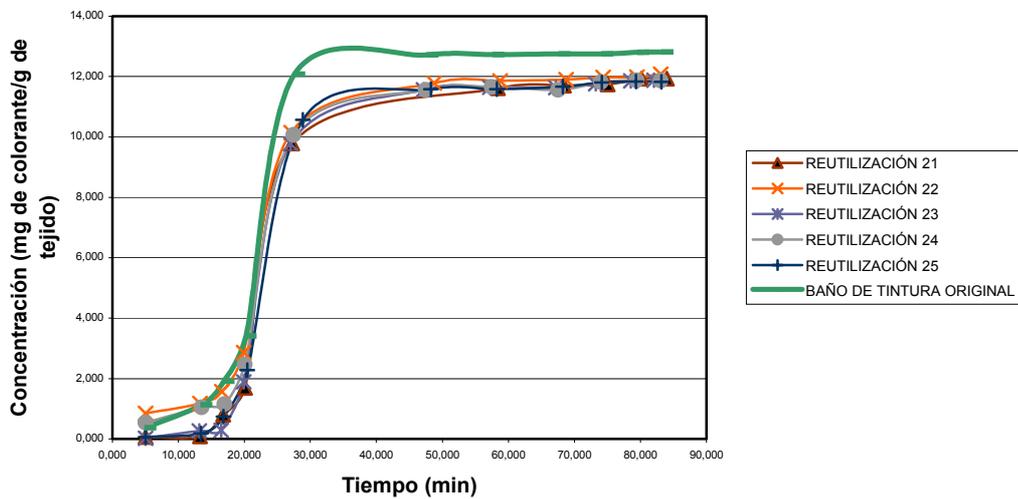


FIGURA 9: Comparación de las cinéticas para los baños de reutilización del 21 al 25 respecto del baño de tintura original

**TABLA 1**

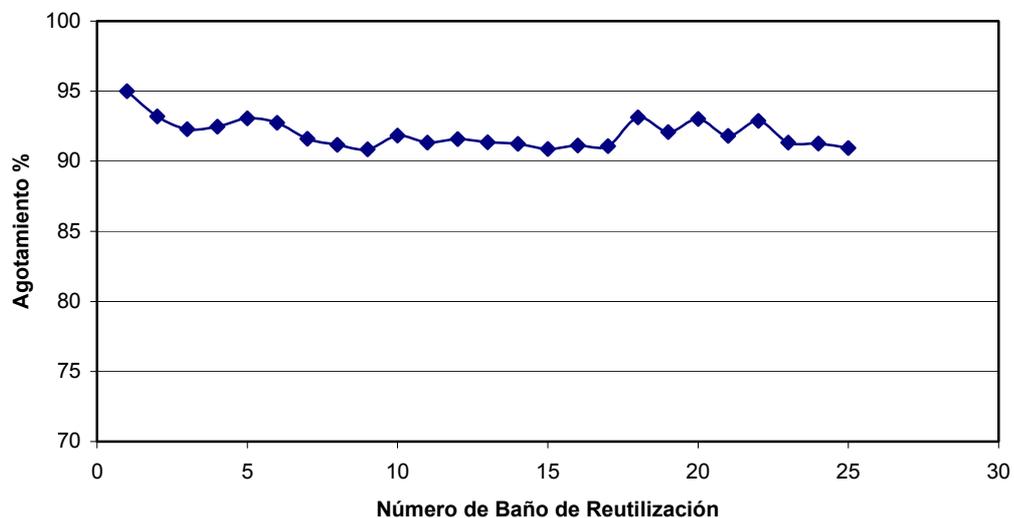
Concentraciones y agotamientos en los baños de reutilización

GRAFICA	Nº DE BAÑO DE REUTILIZACIÓN	CONC. MAX (mg de col/g de tej)	CONC. MIN (mg de col/g de tej)	AGOTAMIENTO %
1	Original	12.815		98.580
5	1	12,350		95,001
	3		11,995	92,273
6	6	12,057		92,749
	9		11,810	90,845
7	12	11,905		91,575
	15		11,814	90,719
8	20	12,090		93,002
	17		11,839	91,068
9	22	12,074		91,797
	25		11,822	90,941

Como se observa en las gráficas (Figs. 5 a 9) y en la Tabla 1, el mayor valor de concentración del colorante en el tejido es para el baño de tinte original, 12.815 mg de colorante/g de tejido, el cual alcanza un agotamiento del 98.58%. Para las

reutilizaciones, estos valores se encuentran entre un mínimo de 11.810 mg de colorante/g de tejido y un máximo de 12.35 mg de colorante/g de tejido, con agotamientos de 90.845% y 95.001 respectivamente.

**% de Agotamiento para cada Baño de Reutilización**



**FIGURA 10:** Porcentaje de agotamiento para los baños de reutilización

La Figura 10 muestra una tendencia a la baja en el nivel agotamiento del colorante en los 5 primeros baños de reutilización y se estabiliza hasta la reutilización 25.

#### 4. CONCLUSIONES

En la reutilización de los baños de tinte hay un fenómeno presente que es el de los cambios de la cinética y de los niveles de agotamiento. Para el CI Azul Disperso 56 con microfibras de poliéster, hay una disminución en la

concentración del colorante en el tejido y el agotamiento de éste al final del proceso tintóreo, existe una tendencia a la disminución en las primeras reutilizaciones y una estabilidad alrededor de un valor promedio en las siguientes. Para evitar que las características del colorante utilizado puedan influir en el proceso general, en INTEXTER se están haciendo reutilizaciones de los baños de tintura con otros dos colorantes dispersos, bajo las mismas condiciones de este trabajo para poder comparar las tendencias y los cambios entre cada uno de los colorantes. De esta manera se puede llegar a conocer hasta que punto se generalizan los fenómenos involucrados en la reutilización de los baños de tintura.

## 5. BIBLIOGRAFÍA

1. Cook F.L., Direct Dyebath Reuse: The Future is Now. *Textile World*, 144-147 September (1983).
2. White, B., Tincher, W.C., Clark, J.L. Demonstration of Automated Dyebath Reuse in a Production Facility. *Textile Chemist and Colorist*. pág. 25-30 December (1998).
3. Cook, F.L., Tincher, W.C., Carr, W.W., Olson L.H., Averette M. Plant Trials on Dyebath Reuse Show Savings in Energy, Water, Dyes and Chemicals. *Textile Chemist and Colorist*. Vol. 12, No. 1. pág. 15 January (1980).
4. Cook, F.L., Moore, R.M., Green, G.S. Jet Dyebath Reuse in the Coloration of Poliéster Knits. *Textile Chemist and Colorist*. Vol. 21, No 4, pág. 14. April (1989).
5. Bergenthal J.F., Tawa A.J. Investigation of Textile Dyebath Reconstitution and Reuse. Vol 1. Technical Report. EPA-600/2 84 100b. US. Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, North Carolina. (1984).
6. Charkraborty M., Sharma D. K., Conservation of chemicals, water, and energy through dyebath reuse in polyester fiber dyeing. *AATCC REVIEW*, pág. 93-94. Oct. (2001)
7. Hendrickx I., Boardman G.D., Pollution Prevention Studies In The Textile Wet Processing Industry. Department of Environmental Quality, Office of Pollution Prevention. pág 43-44 May (1995).
8. Scheyer L.E., Rai V., Chiweshe A. Compensation for Hydrolysis in the Reuse of Reactive Dyes. *Textile Research Journal*. Vol. 70, No. 1, pág 59 (2000).
9. Cook, F.L., Tincher, W.C., Dyebath and Auxiliary Bath Reuse for Energy and Mass Conservation, "Proc. ACS Symp Ser. Energy Conservation in Textile and Polymer Processing." Pág 201 – 241 (1979).
10. Gacén J., Microfibras. Universidad Politécnic de Cataluña. Pág. 38-44 (1996).
11. Vickerstaff T., The Physical Chemistry of Dyeing. Imperial Chemical Industries Limited. Pág. 30 – 32 (1954).