

Características contaminantes y posibilidades de reutilización de los baños residuales del blanqueo del algodón*.

J. Valldeperas **

M. Crespi ***

RESUMEN

Este trabajo ha consistido en la realización de varios procesos de descruado y blanqueo de artículos de algodón en aparatos piloto de laboratorio en las condiciones usuales de la industria. Con un doble objetivo: determinar la carga contaminante generada en cada proceso y establecer la posibilidad de reutilización de algunos efluentes.

RESUME

Cette communication décrit la réalisation de plusieurs processus d'ébullissage et de blanchiment d'articles en coton dans des appareils de laboratoire pilote dans les conditions usuelles de l'industrie. On visait à un double objectif: la détermination de la charge pollutionnante générée dans chaque processus et l'établissement de la possibilité de la réutilisation de quelques eaux résiduaires.

SUMMARY

This paper describes various scouring and bleaching processes of cotton articles carried out in laboratory pilot plants under usual industrial conditions. The aims were twofold: to determine the polluting charge generated in each process and to establish the possibility of the yield of some of the effluents.

1. INTRODUCCION

Posiblemente los historiadores del siglo XXI cuando se refieran a las últimas décadas del siglo actual las describirán como la época de la escasez ener-

* Presentado en la VII Convención Nacional de la Industria Química, Sevilla. Octubre de 1980.

** Dr. Ing. José Valldeperas Morell, Investigador de este Instituto, Prof. Adjunto de Tintorería, en la ETSII de Terrassa.

*** Dr. Ing. Martín Crespi Rosell, Investigador de este Instituto. Prof. Agregado de Química Textil en la EUITI de Terrassa.

gética y de la contaminación ambiental, características ambas, íntimamente sociadas al desarrollo industrial.

La humanidad podría darse por satisfecha si tal afirmación por parte de nuestros descendientes, no está hecha en un tono de acusación por haberles legado un mundo inhabitable.

Por ello y con el convencimiento de que la degradación del medio no ha llegado aún a una fase irreversible, los científicos y técnicos no pueden regatear esfuerzos para restaurar el equilibrio ecológico, proporcionando a la industria los medios necesarios para hacer compatible dicho equilibrio con la creación de riqueza y bienestar.

La industria textil en su conjunto está considerada como de mediano potencial contaminante, si bien un sector de la misma, cual es la tintura y acabado es netamente más contaminante que por ejemplo el de la hilatura y el tisaje.

La acción contaminante de este sector denominado «Del Ramo del Agua», se centra, como de su propio nombre se desprende en el líquido elemento, ya que la mayoría de los procesos se realizan en medio acuoso, el cual actúa como soporte de los agentes químicos que efectúan los cambios sobre el textil.

Dichos agentes químicos, sean oxidantes o reductores, colorantes orgánicos o sales orgánicas etc., no se consumen en su totalidad en el proceso, y si bien las soluciones usadas podrían reutilizarse en muchos casos, hasta ahora solamente se aplicaba este criterio cuando en contenido de reactivo en el baño residual era elevado.

Sin embargo, la cuantificación a través de la legislación, de lo que podríamos denominar «coste social» de los vertidos introduce un nuevo criterio de valor en los baños residuales, que si bien en España es bajo aún en ciertos casos, —véase como un criterio económico las multas vigentes— en la mayoría de los países industrializados es un factor decisivo para el funcionamiento de industrias ya establecidas y desde luego para la instalación de nuevas empresas, as. p. ej. en algunos de los estados de Alemania Federal el coste total del agua se eleva a 110 ptas./m³; en Suiza 120 ptas./m³; y en Francia a 90 ptas./m³.

A este «coste social» se añade un segundo factor, como es el del precio de la propia agua que debido a la concentración industrial y humana en ciertas áreas llega a valores incluso prohibitivos cuando se convierte en un bien escaso.

Por todo ello la industria textil del «ramo del agua» empieza a considerar el agua como un reactivo más y del que hay que obtener la máxima rentabilidad posible buscando la manera de reutilizar los baños residuales o bien directamente o después de los mínimos tratamientos posibles, compatibles con el precio del propio suministro.

Ahora bien, para realizar esta recirculación de las soluciones es preciso en primer lugar conocer su composición así como el contenido en la misma de los diversos productos químicos que o bien se pueden aprovechar, o bien pueden entorpecer el propio proceso textil.

Con estos objetivos de base hemos iniciado en el Instituto de Investigación Textil de Terrassa una línea de investigación cuyos primeros frutos ofrecemos aquí, sobre un aspecto muy concreto del ennoblecimiento textil cual es el de descruado y blanqueo del algodón, pero que nos ha permitido esta-

blecer una metodología de trabajo que conducirá a la cuantificación del grado de contaminación de los diferentes baños usados en los procesos de blanqueo, tintura y acabado, fase previa imprescindible para cualquier estudio sobre posibilidades de reutilización de los baños residuales.

Si partimos del hecho de que cualquier proceso de depuración puede abarataarse disminuyendo el caudal a depurar y aumentando la concentración de productos en la misma, nos encontramos frente a una rentabilidad marginal de la reutilización de los baños residuales, que se superpone a los dos aspectos económicos anteriormente señalados.

En resumen pues, la idea de la reutilización o de reciclado de los baños usados lleva consigo dos aspectos igualmente importantes, el de la calidad del agua que se puede economizar y el de la calidad de dicha agua, siendo este último bastante más complejo que el primero y el que abordaremos en este estudio.

Veamos, de forma muy resumida los tratamientos de preparación más corrientes a que se somete el agua destinada a las industrias de blanqueo y tintura del algodón: (ref. 1)

- Floculación-filtración, si se trata de agua de ríos o cauces naturales.
- Descarbonatada por medio de resinas carboxílicas, o más corrientemente mediante cal.
- Descalcificación mediante resinas sulfónicas.
- Eliminación del hierro y manganeso en algunas casos particulares.
- Cloración cuando el agua contiene bacterias y otros microorganismos.

Si la industria está ubicada en una zona industrial con el adecuado suministro de agua potable, los tratamientos quedan reducidos a una descalcificación mediante resinas de intercambio iónico.

Con ello queremos significar que la calidad del agua necesaria para blanqueo y tintura no ha sido definida con precisión y tan sólo se han dado indicaciones' más o menos precisas sobre aquellos elementos químicos que presentan una clara interferencia en los procesos como son el Ca^{++} , Hg^{++} , Fe^{++} y algunos otros iones (ref. 2).

Así por ejemplo se admite en general que el agua debe tener menos de 5° HF de dureza aunque en algunos casos se utilizan aguas con 10° y hasta 20° HF sin que se produzcan resultados inaceptables.

En cuanto al Fe^{++} , el criterio general es que el agua debe estar exenta, si bien no ha sido detallado en qué concentración se sitúa el límite máximo aceptable, tal vez porque este elemento aparece tan sólo esporádicamente, y en general más sobre las materias textiles a tratar que en el agua de proceso.

Lo mismo podríamos indicar sobre otros parámetros, como es el pH, contenido de sales disueltas, etc. cuyos límites máximos no se han definido con precisión por dos motivos: las aguas naturales o de suministro generalmente están muy por debajo de los límites aceptables, y además el criterio de aceptabilidad depende del proceso concreto a que se destine el agua. Este criterio no aparece frecuentemente en la bibliografía y en todo caso, se dan indicaciones generales. Bajo el punto de vista de la reutilización de los baños usados pueden establecerse criterios de calidad distintos para procesos diferentes, lo cual implica disponer de uno sólo o de varios depósitos de recogida de baños residuales.

En este trabajo analizaremos las posibilidades de reutilización de los baños residuales según se aplique uno u otro de los criterios de calidad seña-

lados, a través de los análisis comparativos de la aguas de suminitro y de los baño iniciales y finales de los tratamientos de descrudado y blanqueo del algodón.

2. PARTE EXPERIMENTAL

Teniendo en cuenta las múltiples posibilidades de realización práctica de las tres operaciones a que se somete el algodón destinado a blanco o a color, denominadas genéricamente como blanqueo, y que comprende el descugrado, el blanqueo químico, y para blanco y colores muy claros el blanqueo óptico se han seleccionado los cuatro procesos que se indican, y que consideramos suficientemente representativos de la mayoría de los procesos industriales usuales.

1) Descrudado y blanqueo simultáneo con NaClO_2 seguido de los tratamientos posteriores.

2) Descrudado. Blanqueo con H_2O_2 y blanqueo óptico simultáneos seguido de los tratamientos posteriores.

3) Descrudado con sosa cáustica y un detergente no iónico, seguido de un blanqueo con NaClO y a continuación los tratamientos posteriores.

4) Desencolado enzimático, descrudado con sosa cáustica y un detergente aniónico, seguido de un blanqueo con H_2O_2 y a continuación los tratamientos posteriores.

Se incluye en el concepto de tratamientos posteriores, los neutralizados y tratamientos anticloro en aquellos procesos que lo exigen como se detalla a continuación:

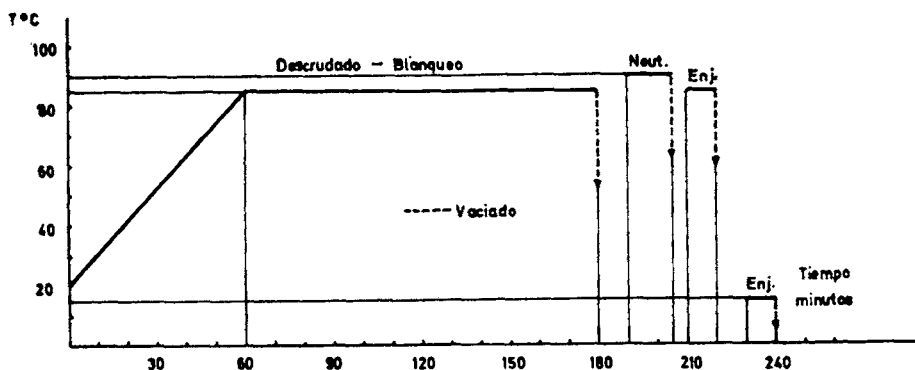
Proceso 1

Realizado en un aparato de laboratorio sobre hilado de algodón crudo.

Descrudado-Blanqueo	Neutralizado
NaCl_2 26 % 5 % spf	Na_2CO_3 5 g/l
NaH_2PO_4 0,5 % spf	Jabón neutro 1 g/l
CH_3COOH hasta $\text{pH}=4 \pm 0,2$	RB 20/1 l/kg
NaNO_3 1 g/l	(agua descalcificada)
RB 15/1 l/kg	
(Agua descalcificada)	

Enjuagues

- a) con agua dura
caliente 10 min. a 80°C .
RB 20/1 l/kg
- b) con agua dura
fría 10 min. a 15°C .
RB 20/1 l/kg



El análisis inicial y final se resume en la Tabla (1) donde se indican los valores de todos los parámetros que caracterizan exhaustivamente a los citados baños.

TABLA 1

Parámetros	Descrudado y blanqueo		Neutralizado	
	ST	T	ST	T
Cl ₂ libre mg/l	1.085,3	434,7	0	72,4
pH	4,1	4,7	11,1	10,7
conductividad mS	3,5	4,7	7,7	7,7
MESmg/l	26,8	44,9	174,6	352,4
ST mg/l	2.855,6	5.042,4	7.101,8	7.554,4
C. orgánico mg/l	152,0	1.028,8	570,0	270,0
C. inorgánico mg/l	32,5	21,3	620,0	185,0
DQO mgO ₂ /l	535,2	2.482,2	2.404,6	3.025,2

TABLA 1 (continuación)

Parámetros	Enjuague		Agua destilada
	ST	T	
Cl ₂ libre mg/l	21,7	0,0	0,0
pH	9,8	8,9	7,7
Conductividad mS	3,0	2,5	2,3
MES mg/l	49,6	15,2	12,4
ST mg/l	2.131,4	1.619,4	1.655,6
C. orgánico mg/l	73,5	7,5	4,5
C. inorgánico mg/l	100,5	61,5	44,0
DQO mgO ₂ /l	275,4	69,8	46,5

Proceso 2

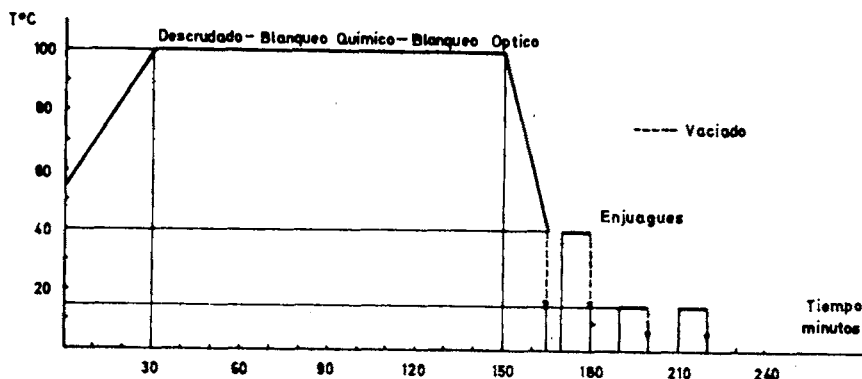
Realizado en un aparato de laboratorio sobre hilado de algodón crudo.

Descrudado-blanqueo químico-blanqueo óptico

Na ₂ SiO ₃ (d = 1,36)	7 g/l
NaOH	0,5 g/l
Na ₂ CO ₃	1,8 g/l
H ₂ O ₂ 33 %	10 cc/l
Tinovetin JU (humectante)	2 g/l
Uvitex 2B 200 % (blanq. óptico)	0,25 % spf
Na ₂ SO ₄ calc.	5 g/l
RB	15/1 l/kg

Enguajes

a) con agua tibia 10 min. a 40° C RB 20/1 l/kg	b) con agua fría 10 min. a 15° C RB 20/1 l/kg	c) con agua fría 10 min. a 15° C RB 20/1 l/kg
------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------	-----------------------------------------------------



El análisis de los baños inicial y final se resume en la tabla 2 con indicación de todos los parámetros característicos para estos baños de tratamiento.

TABLA 2

Parámetros	Descrudado, blanqueo y óptico		Enjuague		
	ST	T	a	b	c
c					
H ₂ O ₂ mg/l	3.481,0	1.020,3	150,4	27,0	27,0
pH	10,7	10,6	9,4	8,7	8,1
conductividad mS	10,6	11,0	3,5	2,6	2,4
MES mg/l	58,3	640,0	36,4	16,9	12,9
ST mg/l	11.716,6	17.133,2	3.022,3	1.814,6	1.694,4
c. orgánico mg/l	130,0	1.695,0	145,0	38,5	13,5
c. inorgánico	285,0	217,5	97,5	57,5	51,0
DQO mg ₂ /l	2.191,3	3.800,8	430,5	120,2	69,81

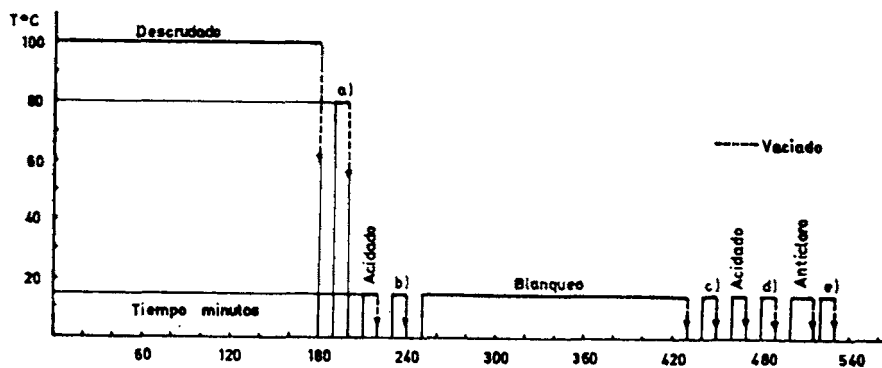
TABLA 2 (continuación)

Parámetros	Agua utilizada
H ₂ O	0,0
pH	7,9
conductividad mS	2,4
MES mg/l	15,0
ST mg/l	1.629,0
c. orgánico mg/l	5,8
c. inorgánico g/l	49,5
DQO mgO ₂ /l	46,5

Proceso 3

Realizado en un aparato de laboratorio sobre hilado de algodón crudo.

Descrudado	Enjuague	Acidado
NaOH 2,5 Be	a) con agua	HCl 22° Be ... 1 ml/l
Sandozina NIA . 1 g/l	caliente	RB 15/1 l/kg
(det. no iónico)	10 min a 80° C	
RB 20/1 l/kg	RB 20/1 l/kg	
Enjuague	Blanqueo	
b) con agua fría	NaClO 2 gl/cl activo	
min a 15° C	NaHCO ₃ hasta ph=10 + 11	
	Na ₂ CO ₃	
RB 20/1 l/kg	RB 20/1 l/kg	
Enjuague	Acidado	Enjuague
c) con agua fría	H ₂ SO ₄ 4 g/l	d) con agua fría
10 min a 15° C	RB 20/1 l/kg	10 min a 15° C
RB 20 l/kg		RB 20/1 l/kg
	Enjuague	Anticloro
	e) con agua fría	NaHSO ₃ 1° Be
	10 min a 15° C	RB 20/1 l/kg
	RB 20/1 l/kg	



Los resultados de los análisis de los baños residuales se indican en la tabla (3).

TABLA 3

Parámetro	Descrudado		Enjuague
	ST	T	a
Cloro libre mg/l	—	—	—
pH	13,3	13,3	12,7
conductividad mS	85,0	76,0	14,8
MES mg/l	231,9	552,6	93,9
ST mg/l	20.156,0	20.867,0	1.550,0
C. orgánico mg/l	143,5	1.078,0	230,2
C. inorgánico mg/l	38,0	54,5	33,8
DQO mgO ₂ /l	688,2	3.520,1	692,2
HCl mg/l	—	—	—

TABLA 3 (continuación)

Cloro libre	Acidado (HCl)		Enjuague
	ST	T	b
pH	2,3	11,2	9,4
conductividad mS	6,1	4,7	3,1
MES mg/l	18,0	54,9	18,4
ST mg/l	1.550,0	2.585,0	1.854,0
C. orgánico mg/l	7,0	71,2	27,7
C. inorgánico mg/l	6,7	34,3	33,8
DQO mgO ₂ /l	66,7	211,9	87,0
Parámetros			

TABLA 3 (continuación)

Parámetros	Acidado				
	Blanqueo			Enjuague (H ₂ SO ₄)	
	ST	T	c	ST	T
Cloro libre	1.81,1	1.323,8	246,0	0,0	9,8
conductividad ms	9,2	8,1	3,9	22,2	13,5
Mes mg/l	50,4	42,6	24,0	41,5	45,3
ST mg/l	5.715,0	4.904,0	2.353,0	2.543,0	4.330,0
C. orgánico mg/l	4,2	47,0	20,0	6,0	21,7
C. inorgánico mg/l	70,3	68,0	50,5	9,8	17,5
DQO mg O ₂ /l	537,9	2.056,7	470,6	39,2	82,4
H ₂ SO ₄ mg/l				3.564,8	1.853,7

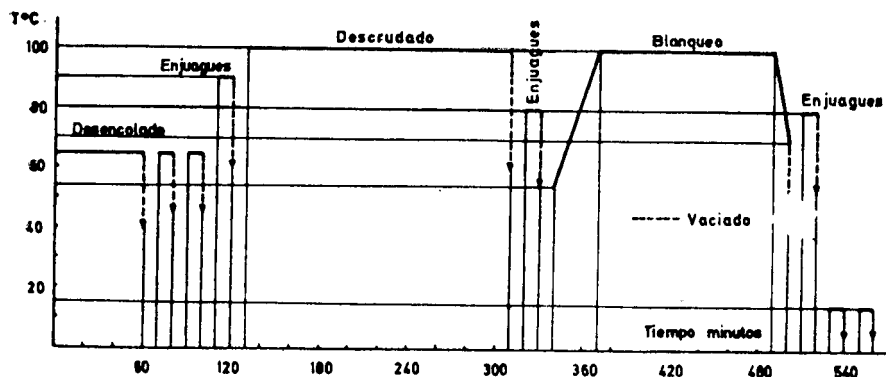
TABLA 3 (continuación)

Parámetros	Enjuague	Anticloro	Enjuague		Agua
	d	ST	T	e	utilizada
cloro libre	1,8	—	—	—	—
ph	2,6	4,8	4,1	4,9	7,7
conductividad mS	4,6	10,4	8,8	4,4	3,2
MES mg/l	19,9	77,3	63,5	29,2	17,5
ST mg/l	2.064,0	8.076,0	6.687,0	2.764,0	1.922,0
Carbono orgánico mg/l	12,0	14,7	13,7	19,5	5,2
C. inorgánico mg/l	12,3	16,0	11,8	14,5	52,8
DQO mg OCF 1/l	20,5	1.390,0	1.079,3	498,3	62,8
NaHSO ₃ mg/l		9.035	7.015,6		

Proceso 4

Realizado en un Jiger de laboratorio sobre tejido de popelín de algodón crudo.

Desencolado	Enjuagado	Descrudado
actolase 2 g/l	a) con agua	NaOH 2,5° Be
HCl ... hasta pH=6,5	10 min a 65° C	Ultravon W 1 g/l
RB 5/1 l/kg	RB 5/1 l/kg	(Det amónico)
	b) con agua	RB 5/1 l/kg
	10 min a 65° C	
	RB 5/1 l/kg	
	c) con agua	
	caliente	
	10 min a 90° C	
	RB 5/1 l/kg	
Enjuague	Blanqueo	Enjuagues
d) con agua caliente	Na ₂ SO ₃ (d=1,36) 7g/l	e) con agua caliente, 10
10 min a 80° C	NaOH 0,5 g/l	min a 80° C
RB 5/1 l/kg	Na ₂ CO ₃ 1,8 g/l	RB 5/1 l/kg.
	H ₂ O ₂ 33 % 15 cc.	f) con agua fría 10 min.
	Tinovetin JU ... 2 g/l	a 15° C
	(humectante)	a 15° C
		g) con agua fría 10 min.
		RB 5/1 l/kg.
		RB 5/1 l/kg



Los resultados del análisis de los distintos baños residuales se indican en la Tabla 4.

TABLA 4

Parámetros	Desencolado	Enjuague A 65° C	Enjuague B 65° C	Enjuague C 90° C
H ₂ O ₂ mg/	—	—	—	—
pH	6,5	7	7,1	8,7
Conductividad mS	6,9	4,4	32,4	3,29
MES mg/l	1.052,0	293,0	136,3	368,4
ST mg/l	13.860,0	627,0	3.153,0	3.926
Carbono orgánico mg/l	4.154,5	1.612,2	560,5	1.002,5
Carbono inorgánico mg/l	20,5	37,7	44,5	37,5
DQO mg O ₂ /l	11.690,6	4.156,6	1.422,8	2.382,09
DBO ₅ mg O ₂ /l	—	2.625,4	950,8	1.456,15

TABLA 4 (continuación)

Parámetros	ST	Descrudado T	Enjuague D
H ₂ O ₂ mg/l	—	—	—
pH	13,7	13,3	12,7
Conductividad mS	67,0	32,9	22,8
MES mg/l	191,3	712,0	489,2
ST mg/l	21.741,0	19.675,0	11.309,0
Carbono orgánico mg/l	210,0	3.250,0	1.430,0
Carbono inorgánico	132,5	450,0	204,0
DQO mg O ₂ /l	445,8	7.881,9	4.021,2
DBO ₅ mg O ₂ /l	—	—	—

TABLA 4 (continuación)

Parámetros	Blanqueo ST	Enjuague T	E	Enjuague F	Enjuague G
DQO mg O ₂ /l	2.627,3	2.269,0	1.135,2	329,4	143,3
H ₂ O ₂ mg/l	4.801,3	90,2	30,2	4,5	0,0
pH	10,8	10,6	10,2	9,5	8,95
Conductividad mS	6,1	8,5	6,2	3,7	3,1
MES mg/l	58,8	7.734,0	5.055,0	2.566,0	1.909,0
Carbono orgánico mg/l	38,7	725,0	323,0	110,0	38,5
Carbono inorgánico mg/l	321,2	360,0	217,0	88,0	74,5
DQO mg O ₂ /l	2.627,3	2.269,0	1.135,2	329,4	143,3
DBO ₅ mg O ₂ /l	—	—	—	—	—

TABLA 4 (continuación)

Parámetros	agua utilizada
H ₂ O ₂ mg/l	0
pH	7,6
Conductividad mS	2,8
MES mg/l	16,5
ST mg/l	1.704,0
Carbono orgánico mg/l	5,8
Carbono inorgánico mg/l	56,3
DQO mg O ₂ /l	31,9
DBO ₅ mg O ₂ /l	

3. DISCUSION Y CONCLUSIONES

De los resultados analíticos de las aguas de los distintos tratamientos se puede concluir que para su reutilización directa no es aconsejable mezclar todos los baños residuales, puesto que hay diferencias muy sensibles entre los baños de tratamiento y los procedentes de los enjuagues, y a su vez están mucho más limpias las aguas de los últimos enjuague que las de los primeros.

Otra conclusión evidente es la de que los baños residuales de los enjuagues pueden utilizarse en muchos casos para preparar el baño de tratamiento precedente, siguiendo lo que se denomina «el principio de contracorriente», muy utilizado en los procesos a la continua, y que sin embargo no se aplica a los procesos discontinuos o por lotes.

Si se analiza con más detalle cada uno de los procesos estudiados, se deducen los siguientes aspectos particulares:

PROCESO 1

El sensible incremento el contenido de materia orgánica en el baño residual de Descrudado-Blanqueo en comparación al inicial, impide su reutilización sin restricciones.

Sin embargo contiene una parte no despreciable de reactivo del blanqueo por lo que podría ser recomendable su reutilización para un tratamiento previo del lote siguiente, con objeto de que al realizar el tratamiento de dicho lote en baño nuevo se consiga el blanco deseado con un menor ensuciamiento del baño de Descrudado-Blanqueo el cual servirá a su vez para el pretratamiento del siguiente lote.

Este criterio se utiliza ya en algunos procesos específicos por motivos de calidad de la materia, si bien como hemos visto se podría extender a otros muchos procesos, si atendemos a la optimización de los reactivos y consecuente disminución de la contaminación.

El baño residual de la operación de neutralizado presenta dos parámetros cuya variación respecto al inicial es sensible, esto es pH y MES.

El primero es de fácil ajuste a su valor inicial, y el segundo no exige instalaciones costosas para disminuir su valor a límites aceptables como puede ser una sencilla filtración.

Por ello consideramos posible la reutilización de este baño, incluso durante varias veces, hasta tanto el incremento de otros parámetros como por ejemplo la D.Q.O., no incida sobre la calidad del producto.

Respecto al agua procedente del primer enjuague tiene varias posibilidades de reutilización.

- Como baño de enjuague en el siguiente lote.
- Para preparar un baño nuevo de descrudado-blanqueo.
- Para preparar un baño de neutralizado.

Por último, el agua del segundo enjuague, puede utilizarse, además de lo dicho, como baño de primer enjuague.

En resumen, siguiendo un proceso a nuestro juicio racional, de optimización del volumen de agua utilizada puede conseguirse además de la reducción del consumo de reactivos, una disminución del consumo de agua no inferior al 50 %, la cual para un proceso que utiliza del orden de 100 l. por kg, de materia tratada representa un ahorro importante.

PROCESO 2

El primer tratamiento que se realiza en este proceso, Descrudado-Blanqueo Químico-Blanqueo Optico reúne tres operaciones en una sola, por lo que el baño residual está francamente sucio y a pesar de que contiene ciertas cantidades de reactivos no gastados, como es el agua oxigenada y los álcalis no parece posible su reutilización, sea directamente, sea mediante algún tratamiento primario.

Además aparece otro factor de carácter técnico como es el contenido residual de Blanqueador Optico, que sería preciso cuantificar mediante técnicas analíticas instrumentales, que muchas veces no están al alcance de las propias industrias, con objeto de conseguir, previa adición del consumido, un blanco igual en intensidad y matiz entre los distintos lotes.

En cuanto a las aguas procedentes de los enjuagues, se puede concluir, claramente, que son susceptibles de reutilización por el sistema de contraccorriente, esto es:

El segundo enjuague para el primero;
el tercer enjuague para el segundo.

El agua procedente del primer enjuague podría utilizarse para preparar el siguiente baño de Descrudo-Blanqueo Químico-Blanqueo Optico, siempre que el contenido de Blanqueador-Optico, no diese lugar a diferencias en el blanco obtenido entre los distintos lotes, tal como se ha señalado anteriormente, y que debería comprobarse en la práctica para cada Blanqueador Optico concreto, ya que la descarga de la fibra en el enjuague es función de la solidez en húmedo que presenta cada uno de ellos.

En términos generales, puede concluirse, para este proceso, que la reducción posible en el consumo de agua es del 50 al 75 % según los casos, lo que significaría pasar de 100 l. por kg. de materia a 50-25 l/kg.

PROCESO 3

El baño residual de la operación de descrudado presenta una carga contaminante que impide su reutilización.

El agua procedente del enjuague posterior al descrudado (A) sólo se ensucia aunque no excesivamente con materias procedentes del propio descrudado. El factor más significativo es el incremento del pH motivado por el arrastre del álcali de la materia textil, el cual como reactivo propio del descrudado no interfiere en el mismo, y en consecuencia, dicha agua de enjuague podrá servir para preparar el siguiente baño de descrudado.

En la operación de acidado, el agua procedente del enjuague posterior al mismo puede reutilizarse para otro enjuague o bien para preparar un nuevo baño de acidado. Asimismo con el baño residual de acidado caben varias posibilidades tales como:

- Reutilización para el siguiente acidado, añadiéndole tan sólo el ácido consumido.
- Reutilización como baño de enjuague posterior al descrudado.
- Reutilización para preparar un baño nuevo de descrudado.

El baño residual del blanqueo con hipoclorito sódico es reutilizable sin ninguna duda para otros blanqueos, reponiendo el reactivo consumido, si bien debe señalarse que si la materia no está demasiado sucia, como ocurre en el caso concreto que hemos analizado, es práctica usual su reutilización por motivos de economía de reactivos.

El agua procedente del enjuague posterior al blanqueo (C) permite dos opciones:

- Para otro enjuague posterior al blanqueo.
- Para preparar un nuevo baño de blanqueo.

Los baños residuales del acidado y enjuague posterior pueden reutilizarse para la misma operación, y además el agua procedente del enjuague puede servir también para preparar un baño nuevo de acidado.

Análogas consideraciones son aplicables al baño de anticloro y enjuague subsiguiente. Debe señalarse, que esta última operación se puede omitir cuando todas las operaciones desde el enjuague posterior al blanqueo (C) se realizan en baño limpio, ya que el contenido residual de cloro de la materia textil es suficientemente pequeño. Sin embargo al trabajar con baños usados es posible que se haga más imprescindible este tratamiento anticloro.

En resumen y aún teniendo en cuenta esta última operación el ahorro de agua en todo el proceso no es inferior al 50 % lo cual sobre un consumo total

del orden de 160 l. por kg. de materia textil tratada representa una disminución considerable de volumen.

PROCESO 4

Las aguas residuales del desencolado presentan una problemática particular, cuyo estudio ha sido abordado por varios autores (Ref. 3, 4, 5) si bien puede decirse que el concepto simple de reutilización no es aplicable en este caso.

Sin embargo las aguas residuales del segundo enjuague pueden reciclarse por el sistema de contracorriente, mientras que el primero y último enjuagues no son susceptibles de reutilización.

Al baño residual de descrudado se le puede aplicar los comentarios dichos en el proceso 3.

El agua procedente del enjuague muestra en este caso unas características que no permiten su reutilización, debido a que este proceso se ha realizado sobre tejido, incidiendo en el descrudado y enjuague posterior los restos de encolante que quedaban sobre el textil, así como el hecho de que la relación de baño es cuatro veces inferior debido a la maquinaria usada, lo cual incrementa la concentración en los baños residuales.

El baño residual de blanqueo, tampoco es recomendable reutilizarlo en este caso debido a su elevada carga contaminante y al bajo contenido residual de agua oxigenada, si bien en algunos casos, según el tipo de algodón y el tipo de maquinaria empleada se podrá emplear para un blanqueo previo según se ha indicado en el Proceso 1.

Las aguas residuales de los enjuagues pueden reutilizarse a contracorriente y a su vez el agua del primer enjuague podrá emplearse en algunos casos, mediante un filtrado, para preparar un baño nuevo de blanqueo.

En este proceso la economía del agua es tan sólo del orden del 30 % si bien hay que señalar, que por el proceso y la maquinaria utilizada, el consumo total es muy inferior a los procesos anteriores, por lo que ya se puede considerar un proceso semioptimizado, empleando 50 l. por kg. de materia tratada.

A la vista de todos estos aspectos comentados surge la pregunta del porqué la industria no aplica estos criterios en principio muy simples de una forma sistemática. Su respuesta tiene un claro trasfondo económico, ya que en España, el precio del agua no es aún suficientemente elevado para amortizar en corto plazo las instalaciones adicionales de depósitos, tuberías y automatismos que serían necesarios para almacenamiento y transporte de los baños a reutilizar.

4. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido posible gracias a la subvención económica del Plan de Reestructuración Textil Algodonero.

Los autores desean agradecer asimismo al Prof. José Cegarra sus comentarios y sugerencias sobre el tema.

5. BIBLIOGRAFIA

- 1) L. Laude. — Economie et Recyclage d'eau dans l'industrie du blanchiment et de la teinture. Grup. Inter. des utilisateurs d'eau. Lille.
- 2) G. During, J. P. Hausmann, B. J. O'Hare. — A review of the possibilities for recycling aqueous dyehouse effluent. CIBA-Geigy.
- 3) J. Trauter. — Gedanken zum schlichten und Entschlichten unter dem Aspekt der Minimierung der Abwasserlast. Textil Praxis International, Junio 1978 y Julio 1978.
- 4) C. E. Bryan. — Recycle of synthetic warp sizes from the desizing waste water. Environmental Protection Administration Publication. 660/2-75-04, Junio 1975.
- 5) M. Crespi. — La pollution produite par les encollages textiles 4eme. Symposium international pour l'encollage textile. Mulhouse. Junio 1980.



* A R T Y C A P I T O L *



BIBLIOGRAFIA

Título: FIBER DIFFRACTION METHODS
(Métodos de difracción para fibras)

Autores: A.D. French and K.C.H. Gardner
Editorial: American Chemical Society, Washington (1980)
N.º páginas: XI + 518
N.º tablas: Numerosas
Precio: 42,95 \$
Formato: (23x16) cm.

En este volumen se recogen las comunicaciones presentadas en el 178 Meeting de la American Chemical Society bajo el título «Métodos de Difracción para la Determinación Estructural de los Polímeros Fibrosos».

Se recogen las 29 comunicaciones presentadas a este Simposio y de ellas se indican las que poseen mayor interés para el estudio de las fibras textiles:

- Veinte años de trabajo intenso como Difractólogo de Fibras (S. Arnott).
- Desarrollos recientes en el análisis de la estructura de los polímeros fibrosos (E.D.T. Atkins).
- Métodos computarizados para la revolución de modelos y evaluación del tamaño de los cristalitas en los polímeros fibrosos. (A.M. Hindelech y otros).
- Cristalinidad y desorden en las fibras textiles (M. Sotton).
- Difracción de electrones y campo oscuro sobre reacciones ultrafinas de las fibras textiles (R. Hagege).
- Estructura de las fibras de alto módulo de poli (p-fenilen-benzbistiazol) (E.J. Roche y otros).

— Precisión en la determinación de la estructura de los polímeros: Comparación de las estructuras publicadas del poli (tetrametilen-tereftalato) (I.M. Hall).

Puede indicarse que se trata de una obra que será muy bien acogida por los centros de investigación y de enseñanza en los que se estudie la estructura fina de las fibras.

J. GACEN

Título: EL ESTUDIO DE LA DOCUMENTACION

Autor: J. López Yepes
Editorial: Tecnos, Madrid (1981)
N.º páginas: 185
Formato: (15x21) cm.

Esta obra escrita por el Catedrático de Documentación de la Universidad Complutense de Madrid incide en una serie de aspectos de la Ciencia de la Documentación referidos, fundamentalmente, a los dominios de la enseñanza, de la investigación y de las fuentes de esta disciplina.

A un prólogo del Prof. Simón Díaz, catedrático de Bibliografía de la Complutense, y a una nota preliminar del autor, siguen cinco capítulos cuyo título y extensión se indican:

1. Organización y plan de trabajo en la enseñanza universitaria de la documentación (10 págs.).
2. El método docente (34 págs.).
3. Trascendencia del método docente en su confluencia con el método investigador (15 págs.).

4. El sistema científico de la documentación y su desarrollo a través del programa de la disciplina (12 págs.).

5. Documentación de la documentación (82 págs.).

La lectura y el estudio de esta obra serán de gran utilidad a los titulados dedicados a la enseñanza universitaria y a la investigación en cualquiera de sus aspectos. Especialmente útil será a quienes, a través de su tesis doctoral, inicien sus pasos en las tareas investigadoras, ya que les ahorrará mucho tiempo y mucho esfuerzo para conocer, tratar y hacer uso de la documentación disponible en sus áreas de interés.

J. GACEN

Título: **PLASTICS**
(Plásticos)

Autores: J.H. Dubois and F.W. John
Editorial: Van Nostrand Reinhold (1981)
N.º páginas: XIII + 461
N.º tablas: Numerosas
Precio: 27,20 £
Formato: (16x24) cm.

La primera edición de PLASTICS fue escrita hace más de 40 años. Las nuevas ediciones se publicaron en 1943, 1945, 1967, 1974 y la actual de 1981. Ello supone una garantía de su calidad.

En el prefacio de este volumen se indica que se trata de un libro práctico escrito por ingenieros prácticos que cada día han resuelto y deben resolver los problemas con los que se hallará el lector.

El contenido de esta obra se distribuye en 11 capítulos cuyo título y extensión se indica a continuación:

Introducción a los plásticos (38 págs.). Materiales termofijables y plásticos moldeados en frío (25 págs.). Termoplásticos (47 págs.). Moldeo por extrusión y por inyección (24 págs.). Moldeo de termofijables por compresión, transferencia e inyección (24 págs.). Otros métodos de procesado de plásticos (69 págs.). Selección de material y diseño de productos (66 págs.). Control térmico y de las máquinas (14 págs.). Plásticos laminados y reforzados (23 págs.). Mantenimiento de las máquinas de moldeo (11 págs.). Ingeniería y estimación de los productos moldeados (12 págs.).

El volumen finaliza con un glosario, un índice de acrónimos y un índice alfabético de las materias tratadas.

J. GACEN

Título: **HANDBOOK OF PLASTICS TEST MEHODS**
(Manual de Métodos de Ensayo de Plásticos)

Editor: R.P. Brown
Editorial: George Goodwin, Ltd; 2.ª Edición (1981)
N.º páginas: XX + 423
N.º tablas: 8
N.º figuras: 163
Formato: (15,5x24) cm.

La media de las propiedades de los materiales plásticos, entendidas como respuesta cuantitativa de un material a estímulos aplicados externamente, responde a dos objetivos básicos:

- Obtención de datos básicos para el diseño o predicción de las características de un producto dado.
- Para control de calidad.

El texto cubre todos los ensayos físicos usuales para la medida de propiedades de los plásticos en un total de 20 capítulos: 1) Introducción; 2) Standards y organizaciones de normalización; 3) Preparación de probetas; 4) Acondicionado y atmósferas standard; 5) Ensayos de procesabilidad; 6) Caracterización de polímeros; 7) Densidad y dimensiones; 8) Propiedades tensión-deformación; 9) Propiedades dinámicas tensión-deformación; 10) Fricción y uso; 11) Ondulación, relajación y fijado; 12) Fatiga; 13) Propiedades eléctricas; 14) Propiedades ópticas; 15) Propiedades térmicas; 16) Efecto de la temperatura; 17) Resistencia ambiental; 18) Permeabilidad; 19) Ensayos no destructivos; 20) Productos de ensayo.

El texto es muy útil para todos los que trabajan en el campo de los plásticos en general, ya que aporta información sobre las normas de ensayo al uso y en muchos apartados, del fundamento teórico de dichos ensayos.

J.M. CANAL ARIAS

Título: **DEVELOPMENTS IN POLYMER STABILISATION. 4**
(Desarrollos en la estabilización de polímeros-4)

Autor: G. Scott

Editorial: Applied Science Publishers Ltd., England (1981)

N.º páginas: X + 290

N.º tablas: Numerosas

Precio: 24,50 £

Formato: (15x23) cm.

El comportamiento tecnológico de los cauchos depende mucho, y más que en el caso de otros polímeros, de su capacidad para resistir los efectos del medio que los circunda durante su uso. Concretamente, el desarrollo del caucho en muchos usos finales no habría sido posible sin el descubrimiento de productos químicos que prevengan su degradación a lo largo de su uso.

El mecanismo de la rotura oxidante es conocido con menos detalle que cuando se trata de polímeros termoplásticos. A ello contribuyen decisivamente la complejidad de la química de la oxidación del azufre orgánico y los esfuerzos mecánicos a los que los productos de caucho están sometidos durante su vida de servicio. Unos y otros aspectos son tratados con particular atención en el presente volumen, cuyos 8 capítulos se detallan a continuación:

Mecanismos de la acción antioxidante (22 págs.). Compuestos de azufre orgánico como antioxidantes preventivos (48 págs.). El mecanismo de resistencia a la fatiga y de los agentes antifatiga en los elastómeros (40 págs.). Procedimientos de ensayos antidegradantes (24 págs.). Antioxidantes no coloreados (26 págs.). Antioxidantes sintéticos (46 págs.). Estabilización de los cauchos NBR vulcanizado butil y halil (42 págs.). Estabilización de los cauchos especiales (38 págs.).

J. GACEN

Título: **DO YOU SPEAK SCIENCE?**
(¿Habla Vd. Ciencia?)

Autor: Marc Défourneaux

Editorial: Gauthier-Villars (1980)

N.º páginas: XVI + 199

Formato: (15x24) cm.

El autor de este libro, Doctor en Ciencias e Ingeniero Jefe de Armamento, que hablaba bien el inglés, cuando tuvo que pronunciar por primera vez una conferencia en Estados Unidos tuvo que recurrir a un colega americano para que le indicara la forma de leer sus ecuaciones y de presentar sus demostraciones.

Tras esta experiencia durante nueve años tomó notas en todas las reuniones científicas en las que participó y en todos los libros científicos que leyó. Más adelante presentó el conjunto de una manera que permita hallar una expresión científica con la misma facilidad con que se encuentra el significado de una palabra en un diccionario. El resultado final ha sido esta obra dirigida a ingenieros e investigadores, de modo que en ella puedan hallar lo que un diccionario científico no les pueda ofrecer.

La obra está dividida en seis partes. La primera trata de las cifras y de los números. La segunda trata de las matemáticas de cálculo (aritmética, álgebra, análisis). La tercera parte se refiere a las matemáticas que tratan de la geometría. La cuarta parte se ha dedicado a completar el vocabulario adquirido para su empleo corriente en los textos científicos, sobre todo en las demostraciones matemáticas. La quinta parte se ha dedicado a las ciencias experimentales (mecánica, física y química), dedicando especial interés a las magnitudes y a las unidades. Finalmente, en la sexta parte se abordan los aspectos puramente lingüísticos y semánticos de lo tratado en los capítulos anteriores, con atención particular al difícil problema de la traducción de las proposiciones.

J. GACEN

Título: ANALYTICAL TECHNIQUES IN ENVIRONMENTAL CHEMISTRY
(Técnicas Analíticas en la Química del Medio Ambiente)

Editor: J. Albaiges
Editorial: Pergamon Press (1978)
N.º páginas: 645
N.º figuras: 285
N.º tablas: 111
Formato: (26x18) cm.

A pesar del gran interés surgido en los últimos años en torno a la Química del Medio Ambiente, los estudios en este campo presentan serias dificultades debido al gran número de factores interrelacionados que intervienen y a la complejidad de los mismos.

Para llevar a cabo cualquier programa de investigación sobre la Química del Medio Ambiente es necesario identificar las sustancias tóxicas en el aire, agua, alimentos, suelos. El progreso que se obtenga en dicho campo dependerá en gran medida del desarrollo de instrumentación y métodos analíticos sensibles y precisos.

En esta obra se recogen la mayor parte de las ponencias presentadas en el «Congreso Internacional de Técnicas Analíticas en la Química del Medio Ambiente» celebrado en Barcelona en noviembre de 1978 y organizado conjuntamente por la Societat Catalana de Ciències Físiques, Químiques i Matemàtiques, para un mejor conocimiento de nuestro entorno y por Expoquimia, con la finalidad de reflejar los esfuerzos crecientes de las industrias químicas para minimizar en lo posible su impacto sobre el medio ambiente.

La selección de los temas discutidos se confió al Comité Científico formado por E. Casassas, G. Eglinton, M. Gassiot, E. Gelpí, G. Guiochon, R. Hites, O. Hutzinger, A. Liberti, J. Oró y J. Ros.

M.ª CARMEN GUTIERREZ

Título: ABSORPTION SPECTRA IN THE INFRARED REGION. VOLUME 5
(Espectros de absorción en la región infrarroja)

Autor: L. Lang
Editorial: Akademiai Kiado (1980)
N.º páginas: 318
N.º figuras: 300
Precio: 25 \$
Formato: (21x29) cm.

En el 5.º volumen de esta serie se presentan los espectros de infrarrojo de 300 compuestos orgánicos en un intervalo de 400-4.000 cm^{-1} , indicando detalladamente las condiciones experimentales, la fórmula empírica, peso molecular y punto de fusión de cada sustancia.

Los volúmenes de «ABSORPTION SPECTRA IN THE INFRARED REGION» constituyen una valiosa fuente de referencias que amplía y completa la información ya existente. Los espectros han sido seleccionados por un grupo de espectroscopistas experimentados, dando prioridad a los compuestos aislados o sintetizados recientemente. También se incluyen compuestos más familiares, debido a que el espectro presentado en esta obra es más detallado o por referirse a condiciones experimentales distintas.

Esta colección tiene particular interés para los químicos orgánicos y bioquímicos en laboratorios académicos o industriales, especialmente de la industria farmacéutica y petroquímica.

M.ª CARMEN GUTIERREZ

Título: FISICA SIN MATEMATICAS

Autor: G. Shapiro
Editorial: Alhambra, Madrid (1981)
N.º páginas: 462
N.º tablas: Numerosas
N.º figuras: Numerosas
Precio: 1.570 ptas.
Formato: (20x13,5) cm.

En su introducción a la versión española el traductor indica que este libro está destinado a los estudiantes universitarios no científicos de manera que puedan entender la belleza de una teoría científica de la naturaleza sin necesidad de resolver ecuaciones matemáticas. En el texto se hace especial hincapié en la naturaleza del método científico con ejemplos atractivos que abarcan desde el movimiento planetario hasta la teoría de la relatividad y las nuevas partículas. Por otra parte, el contenido de esta obra se distribuye en cuatro partes que tratan de: 1) el origen de las teorías científicas; 2) el concepto de energía; 3) el espectro electromagnético; y 4) las fronteras de la ciencia.

Se trata de una obra cuya lectura puede ser recomendada no sólo al público no científico sino a un público tan amplio como el interesado en adquirir conocimientos que le ayuden a comprender y situarse en nuestra era tecnológica.

J. GACEN

Título: **STRUCTURAL ANALYSIS OF ORGANIC COMPOUNDS BY COMBINED APPLICATION OF SPECTROSCOPIC METHODS**
(Análisis estructural de compuestos orgánicos por aplicación combinada de métodos espectroscópicos)

Autores: J.T. Clerc, E. Pretsch, J. Seibl
Editorial: Elsevier Scientific Publishing Co. (1981)
N.º páginas: 288
N.º figuras: 50
N.º tablas: 25
Formato: (25x17) cm.

En las últimas décadas, los métodos espectroscópicos han adquirido una gran importancia en el análisis orgánico estructural, consiguiéndose resultados satisfactorios con la aplicación combinada de dichos métodos ya que proporcionan información complementaria. La relevancia del tema ha motivado la aparición de un gran número de textos que tratan de cada uno de los métodos espectroscópicos individualmente. Sin embargo, las publicaciones sobre su aplicación combinada son relativamente menos frecuentes.

En este volumen se exponen las técnicas de interpretación de los datos espectroscópicos combinados, tratando específicamente los métodos más empleados: RMN de H^1 , RMN de C^{13} , espectroscopia infrarroja, de ultravioleta y de masas. Se discuten detalladamente las soluciones de 30 modelos de problemas que incluyen una amplia variedad de estructuras moleculares. Se aporta un gran número de sugerencias sobre los aspectos prácticos y las peculiaridades técnicas del análisis espectroscópico.

M.ª CARMEN GUTIERREZ