
Posibilidad de reciclar las aguas residuales textiles después de un tratamiento biológico con carbón activado.

M. Crespi (*)
J. Valldeperas (**)
J. Cegarra (***)

0.1. Resumen

Durante catorce meses se han tratado los efluentes procedentes de una industria textil algodonera en una planta piloto de fangos activados, determinándose las curvas de rendimiento-carga másica. Posteriormente se han tratado estos mismos efluentes en tres plantas piloto de fangos activados, a las que se ha aplicado la misma carga másica; a dos de ellas se ha añadido carbón activado en polvo. Se ha observado la influencia del carbón activado sobre el rendimiento, y sobre los microorganismos de los fangos activados.

Con las aguas depuradas en las plantas piloto con y sin carbón activado, se han efectuado diversas tinturas con colorantes indigoles y reactivos en tonos pálidos sobre tejido de popelín de algodón. Se han determinado las diferencias de color y la igualdad de las tinturas. Los resultados obtenidos en este estudio realizado a escala de laboratorio, indican que con una adecuada selección de los colorantes y manteniendo un rendimiento de depuración elevado, las aguas tratadas en las plantas de fangos activados se pueden reutilizar para teñir incluso en tonos pálidos. Este trabajo requiere ser confirmado en un estudio industrial realizado a mayor escala.

Possibilities of recycling textile refuse water after biological treatment with activated carbon.

0.2. Summary

Effluents from a cotton mill were treated over fourteen months in an activated mire pilot plant, where the curves of mass-load efficiency were established. These same effluents were later treated in three activated mire plants, all applying the same mass-load; ground activated carbon was added in two of these plants. The influence of activated carbon on efficiency was observed, as well as its influence on microorganisms in the activated mire.

Working on purified waters, with and without activated carbon in these pilot plants, several dyeings were carried out with indigo and pale reactive colouring matters on cotton poplin. The differences in colour and the uniformity of dyes were established. The results thus obtained in this lab-scale research show that, with an adequate choice of dyes or colouring matter, and maintaining a highly efficient purification, water treated in the activated mire plants could be used again, even to dye in pale shades. This study should be confirmed by means of a large-scale industrial research.

La posibilidad de reciclaje de las aguas residuales textiles después de un tratamiento biológico con carbón activado.

0.3. Resumen

Las aguas residuales provenientes de una industria textil cottonera han sido tratadas, durante catorce meses, en una instalación piloto de lodos activados y se han determinado las curvas rendimiento/carga de masa. Posteriormente, estas mismas aguas residuales han sido tratadas en tres instalaciones piloto de lodos activados, en las que se aplicó la misma carga de masa; en dos de estas instalaciones, se añadió carbón activado en polvo. Se observó la influencia del carbón activado sobre el rendimiento, así como sobre los microorganismos de los lodos activados.

Con las aguas depuradas en las instalaciones piloto con o sin carbón activado, se efectuó diversas tinturas con colorantes indigosol y reactivos en tonos pálidos sobre tejido de popelina de algodón. Se determinó las diferencias de color así como la nivelación de las tinturas. Los resultados obtenidos en esta investigación realizada a escala de laboratorio, indican que, con una selección de colorantes apropiada y manteniendo un rendimiento de depuración elevado, las aguas tratadas en las instalaciones de lodos activados pueden ser utilizadas incluso para la tinte en tonos pálidos.

Este trabajo necesita ser confirmado por un estudio industrial realizado a una mayor escala.

- (*) Dr. Ing. Martín Crespi Rosell. Jefe del Laboratorio de «Control de la Contaminación Ambiental», de este Instituto. Catedrático de Química Textil en la E.U.I.T.I. de Terrasa.
- (**) Dr. Ing. José Valdeperas Morell. Secretario de este Instituto y Jefe de su Laboratorio de «Tecnología Textil Química», Profesor Titular de «Tintorería» de la E.T.S.I.I. de Terrasa.
- (***) Dr. Ing. José Cegarra Sánchez. Director del Instituto. Catedrático de «Tintorería» de la E.T.S.I.I. de Terrasa.

1. INTRODUCCION

El incremento del costo del agua, energía, procesos de tratamiento de las aguas residuales y de las limitaciones impuestas sobre el vertido de efluentes contaminados, están acentuando la necesidad de reciclar el agua en la industria textil.

Algunos trabajos publicados recientemente (1, 2, 3) indican la posibilidad de utilizar aguas residuales textiles, con un nivel de impurezas varias veces superior a los que se exige normalmente para el agua de proceso en la industria textil. Estas aguas pueden reciclarse varias veces con un tratamiento mínimo o incluso sin tratamiento para efectuar un proceso igual o distinto añadiendo solamente los productos químicos que se han consumido durante el proceso anterior (1, 4, 5, 6, 7, 8). No obstante, para obtener buenos resultados es necesario un cuidadoso control químico de los baños antes de iniciar un nuevo proceso, así como elegir los productos auxiliares idóneos y muchas veces hay que instalar depósitos adicionales que permitan almacenar las aguas a reciclar antes de ser utilizadas de nuevo.

Otra posibilidad para disminuir el consumo de agua en la industria textil, es reutilizar las aguas residuales, total o parcialmente, después de un tratamiento profundo de las mismas. Este tratamiento tiene que dejar un agua con un bajo contenido de color y materias en suspensión, valores bajos o moderados para la salinidad y la demanda química de oxígeno. Ello exigirá por lo general realizar varios procesos de depuración en serie, entre los más utilizados (2, 3, 9, 10, 11, 12) están los procesos de coagulación-floculación, fangos activados, carbón activado, ultrafiltración, ósmosis inversa, resinas absorbentes y oxidación con ozono.

2. OBJETIVOS

El principal objetivo de este trabajo, ha sido estudiar el grado de depuración que se puede obtener al aplicar un proceso biológico de fangos activados a las aguas residuales de la industria textil algodonera, y la posibilidad de su posterior reutilización. Para ello se han elegido las aguas residuales de una industria, con las características que se indican a continuación, por considerarla representativa dentro del sector algodonero:

Producción: 60.000 metros/día de tejido con un peso de 12.000 Kg.

Volumen de aguas residuales: 2.500 m³/día.

Fibras que se procesan: algodón, poliéster y polinósicas.

Artículos que se acaban: sábanas, camisería, batistas y artículos para señora.

Colorantes más utilizados: indigósoles, reactivos, dispersos y sulfurosos.

Procesos realizados: descolado, descrudado, blanqueo, mercerizado, tintura, estampado y acabados.

Para lograr el objetivo propuesto se han obtenido curvas de rendimiento/carga másica, y rendimiento/carga orgánica admitida.

Se ha observado el efecto producido al añadir carbón activado en polvo al tanque de aeración de la planta de fangos activados. Para ello, se ha trabajado simultáneamente con tres plantas pilotos de fangos activados con la misma carga másica, y a dos de las instalaciones se les ha dosificado de 25-50 mg/l. de carbón activado en polvo. Se han utilizado dos carbones activados, uno con una capacidad decolorante elevada, elegido por ser el mejor de varios carbones activados comerciales ensayados. El otro carbón activado, se ha empleado por ser un carbón de bajo coste, obtenido en nuestro laboratorio a partir de desperdicios de algodón.

La posibilidad de reutilizar las aguas residuales tratadas en las plantas piloto de fangos activados, se ha estudiado efectuando tinturas con colorantes reactivos e indigósoles, en un jigger de laboratorio sobre tejido de popelín de algodón blanqueado. Las tinturas se han realizado en tonos claros, utilizando agua limpia como control y agua procedente de las plantas piloto de fango activado.

Se han determinado las diferencias de color de las muestras teñidas con las aguas residuales tratadas respecto a la muestra teñida con el agua limpia, siguiendo la norma (Cielab 76 (ΔE entre Centros)). Se ha evaluado también la igualdad de las tinturas mediante la medida de las diferencias de color Cielab 76, entre el centro y los extremos de cada una de las tinturas efectuadas en el Jigger de Laboratorio.

3. EXPERIMENTAL

3.1 Material utilizado

Las aguas residuales se han tratado en tres plantas piloto de fangos activos (13) construidas en vidrio pyrex, con un aerador de cinco litros de capacidad, decantador cilíndrico de dos litros de capacidad, la recirculación del fango se ha realizado con una bomba mamut y el agua se ha dosificado con una bomba de membrana Prominent. Las tinturas se han realizado en un Jigger Konrad Peter AG Liestal automático de laboratorio y por lo que respecta a las diferencias de color y la igualación de las tinturas se han medido en un colorímetro Zeiss RFC 3.

3.2 Reactivos

Para los análisis se han empleado reactivos calidad PA. Para las tinturas se han utilizado productos comerciales.

3.3 Métodos analíticos

Los análisis se han realizado según las siguientes normas: Demanda Química de Oxígeno (DQO) APHA-508; Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) APHA-507; Materias en Suspensión (MES) AFNOR T-90-106; Sólidos disueltos (SD) APHA 208A, Color APHA 204A; Dureza (TH) APHA 309B; Diferencias de color e igualación de las tinturas CIELAB 76 (ISO 105J01).

3.4 Proceso de tratamiento utilizado

El agua residual se ha tratado por un proceso de fangos activados. Durante los ensayos se han añadido nutrientes cuando era necesario para mantener la relación:

$$\frac{DBO_5}{100} = \frac{N}{5} = \frac{P}{1}$$

N = Nitrógeno orgánico y amoniacal.

P = Fósforo total.

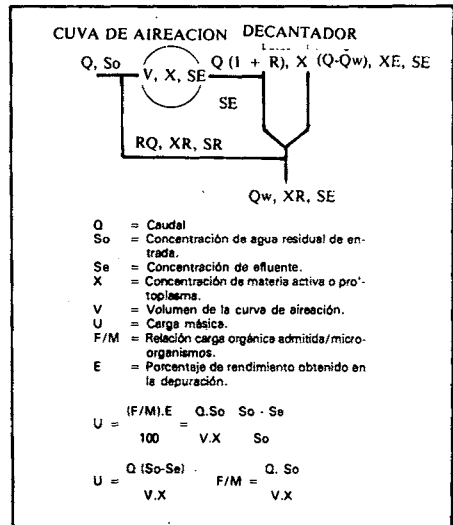


Fig. 1

En la Fig. 1 se indica el diagrama de flujo del agua residual y de los fangos en las plantas piloto de fangos activos, así como las expresiones utilizadas para calcular la carga másica y la relación peso carga orgánica admitida.

3.5 Procesos de tintura

Se han efectuado tres procesos de tintura, uno con colorantes indigoles (Amarillo Oro Antrasol IRK), y dos con colorantes reactivos (Azul Remazol B y Amarillo Cibacrón 36). Las tinturas se han efectuado en Jigger y los procesos y formulación utilizadas se indican en las Figs. 2, 3 y 4 respectivamente.

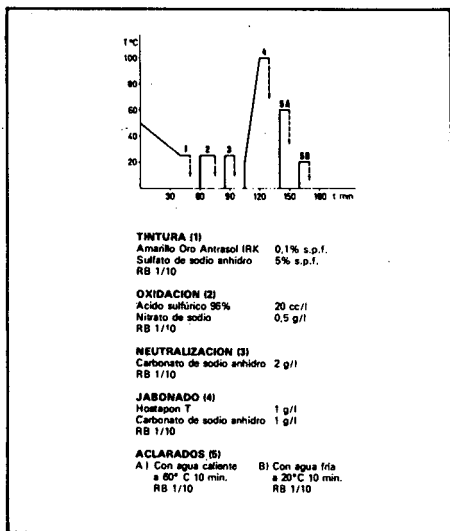


Fig. 2

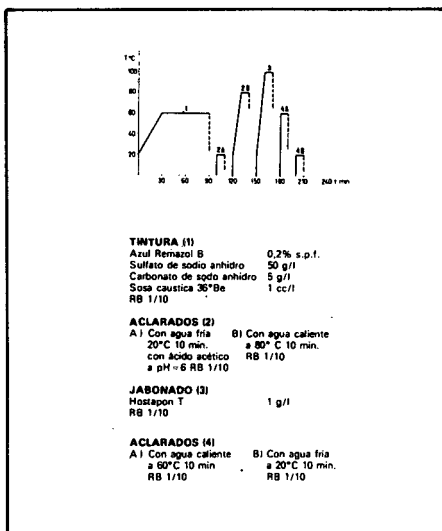


Fig. 3

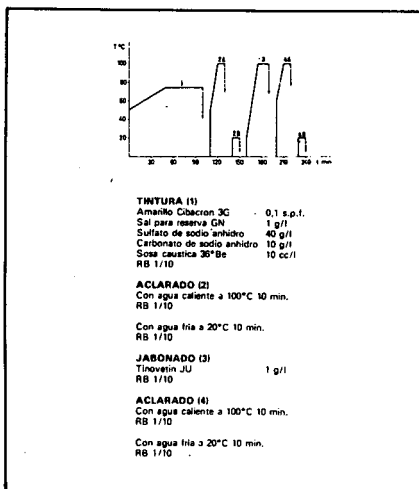


Fig. 4

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Determinación de las curvas de rendimiento

Desde el 9.10.1979 hasta el 10.6.1980, se trataron las aguas residuales de una industria textil, con las características que se han indicado anteriormente, en una planta piloto de fangos activados a diferentes cargas másicas. Los resultados se indican en la Tabla 1. Se ha trabajado con cargas másicas U_{DBO_5} que han variado entre 0,03 y 1,28. La disminución de la DBO_5 ha oscilado entre el 98,4% y el 40% según la carga másica.

En las figs. 5, 6, 7 y 8 se representan las curvas de rendimiento/carga orgánica admitida.

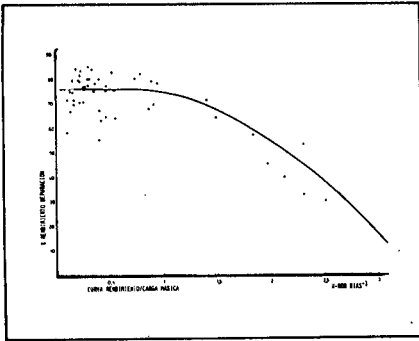


Fig. 5

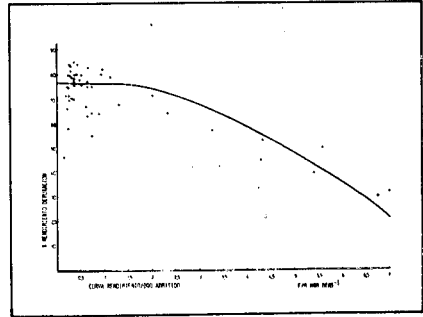


Fig. 6

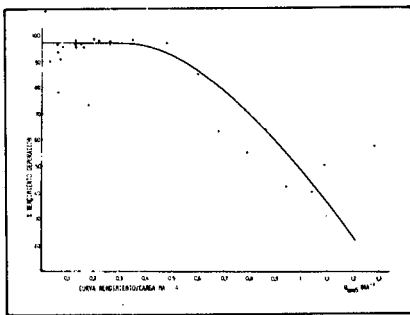


Fig. 7

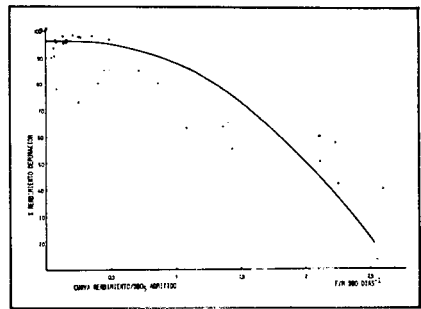


Fig. 8

TABLA 1

FECHA	PARAMETRO	ENTRADA	SALIDA	PORCENTAJE DE DEPURACION	F/R	U
2-11-1979	D00	1001	166	83'5	0'28	0'24
	MES	212	14	93'5		
5-11-1979	D00	962	217	77'5	0'38	0'30
	MES	196	36	81'6		
6-11-1979	D00	622	145	76'7	0'35	0'27
	D00	294	14	95'4	0'16	0'16
	MES	38	27	28'7		
7-11-1979	D00	614	218	64'5	0'73	0'47
	D00	281	56	80'0	0'40	0'33
	MES	44	50			
8-11-1979	D00	863	132	80'0	0'36	0'29
	D00	272	34	87'4		
	MES					
13-11-1979	D00	1177	432	63'0	0'67	0'43
	D00	439	121	73'0	0'25	0'18
	MES	135	174			
21-11-1979	D00	798	120	85'0	0'35	0'30
	D00	319	14	95'5	0'14	0'13
	MES					
29-11-1979	D00	493	164	66'6	0'21	0'14
	D00	180	40	78'0	0'08	0'06
	MES					
3-12-1979	D00	532	129	75'7	0'35	0'26
	D00	706	163	76'9	0'34	0'26
	MES	283	11	96'2	0'14	0'13
7-12-1979	D00	776	171	78'0	0'47	0'37
	D00	593	12	98'0	0'36	0'35
	MES	100	3	67'6		
10-12-1979	D00	595	176	70'3	0'36	0'26
	D00	213	4	98'2	0'13	0'13
	MES	101	41	59'4		
11-12-1979	D00	637	157	75'3	0'73	0'55
	D00	232	5	97'5	0'27	0'26
	MES	153	21	86'7		
12-12-1979	D00	1068	183	83'8	0'64	0'53
	D00	440	9	97'8	0'25	0'22
	MES	258	37	86'7		
13-12-1979	D00	763	137	82'0	0'96	0'79
	D00	388	12	85'8	0'49	0'48
	MES	209	25	88'0		

TABLA 1

FECHA	PARAMETRO	ENTRADA	SALIDA	PORCENTAJE DE DEPURACION	F/R	U
14-12-1979	D00	525	155	70'4	0'31	0'22
	MES	185	36	80'4		
18-12-1979	D00	1081	486	55'0	0'72	0'40
	MES	180	56	68'7		
19-12-1979	D00	1277	415	67'5	1'29	0'87
	MES	94	50			
8-1-1980	D00	1160	187	84'0	0'72	0'19
	MES	104	59	43'0		
10-1-1980	D00	854	175	79'5	0'26	0'21
	MES	112	39	65'0		
15-1-1980	D00	703	145	79'4	0'21	0'16
	D00	229	8	96'5	0'07	0'06
	MES	56	19	66'1		
17-1-1980	D00	541	155	71'3	0'15	0'11
	MES	88	14	84'1		
22-1-1980	D00	702	128	81'6	0'27	0'22
	MES	40	8	78'8		
30-1-1980	D00	1127	240	78'7	1'13	0'89
	MES	70	31			
5-2-1980	D00	1042	209	79'9	0'92	0'74
	MES					
7-2-1980	D00	938	207	67'0	0'68	0'40
	D00	475	200	58'0	0'19	0'11
29-2-1980	D00	1146	407	64'0	0'87	0'56
	D00	279	68	75'1	0'51	0'39
11-3-1980	D00	73	18	75'3		
	MES					
22-4-1980	D00	388	62	84'0	0'41	0'34
	MES	35	27	21'9		
25-4-1980	D00	256	58	77'1	0'62	0'48
	MES	32	34	57'8		
28-4-1980	D00	243	49	79'9	0'51	0'41
	MES	35	12	65'5		
6-5-1980	D00	338	103	69'4	1'33	0'92
	MES	48	5	89'5		
8-5-1980	D00	377	83	77'9	1'22	0'95
	MES	43	8	81'4		

TABLA 1

FECHA	PARAMETRO	ENTRADA	SALIDA	PORCENTAJE DE DEPURACION	F/R	U
9-10-1979	D00	765	192	74'9	0'17	0'13
	D00	158	16	90'1	0'04	0'03
	MES	492	21	95'8		
18-10-1979	D00	728	184	74'6	0'22	0'16
	D00	211	19	93'6	0'06	0'06
	MES	297	44	85'3		
23-10-1979	D00	876	251	71'4	0'24	0'17
	D00	286	12	95'8	0'08	0'08
	MES	604	34	94'5		
25-10-1979	D00	665	203	69'4	0'25	0'17
	D00	192	18	90'7	0'07	0'07
	MES	269	59	78'1		
30-10-1979	D00	824	175	78'7	0'30	0'23
	D00	441	14	96'7	0'16	0'15
	MES	792	24	96'9		
31-10-1979	D00	834	164	80'0	0'40	0'32
	D00	436	7	98'4	0'21	0'21
	MES	792	15	98'2		
9-5-1980	D00	665	403	39'4	5'40	2'13
	D00	256	132	50'5	2'16	1'09
	MES	35	31	18'4		
13-5-1980	D00	664	332	50'0	5'58	2'78
	D00	267	113	57'5	2'23	1'28
	MES	39	22	43'6		
15-5-1980	D00	884	603	32'1	7'19	2'30
	D00	276	160	42'0	2'52	1'06
	MES	48	37	22'9		
16-5-1980	D00	883	415	53'1	4'32	2'30
	D00	276	168	63'0	1'36	0'86
	MES	43	25	61'8		
20-5-1980	D00	849	460	45'8	4'29	1'97
	D00	283	127	55'0	1'43	0'79
23-5-1980	D00	896	319	64'0	2'32	1'49
	D00	331	66	80'0	0'86	0'68
28-5-1980	D00	1030	308	71'0	2'90	1'41
	D00	375	56	85'0	0'71	0'60
4-6-1980	D00	870	374	57	3'25	1'84
	D00	290	107	63	1'08	0'68
10-6-1980	D00	560	392	30	6'75	2'50
	D00	216	129	40	2'60	1'04

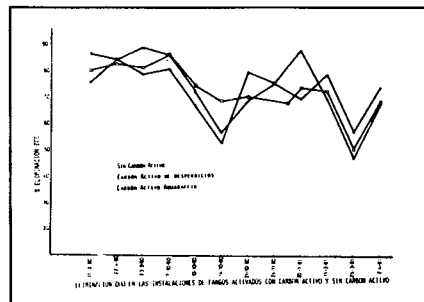


Fig. 9

4.2 Tratamientos en las plantas piloto con y sin carbón activo

Las tres plantas piloto de fangos activados, con y sin carbón activo, se han operado a la misma carga másica, y ésta se ha mantenido alrededor de $U\text{-DQO} \sim 0,5$ y $U\text{-DBO}_5 \sim 0,2$. Como se observa en las Figs. 5 y 7, estas cargas másicas están en una zona donde pequeñas variaciones no influyen en el rendimiento obtenido. Los ensayos se realizaron durante el período comprendido entre el 11:3.1980 y 2.4.1981. Los resultados obtenidos se indica en la Tabla 2 y se representan en la Fig. 9. En la Tabla 3 se indican la evolución de los microorganismos en las tres plantas.

TABLA 2

RENDIMIENTOS DE DEPURACION OBTENIDOS POR LAS PLANTAS PILOTO DE FANGOS ACTIVADOS CON Y SIN CARBON ACTIVO

FECHA	PARAMETROS	PLANTA DE FANGOS ACTIVADOS SIN CARBON ACTIVO F/M (DQO) I			PLANTA DE FANGOS ACTIVADOS CON CARBON ACT. + OBT. DE DESECHOS F/M I			PLANTA DE FANGOS ACTIVADOS CON CARBON ACT. AQUARAFIN		
		ENTRADA	SALIDA	% DISMINUCION	ENTRADA	SALIDA	% DISMINUCION	ENTRADA	SALIDA	% DISMIN
11-3-1980	DQO	279	68	75'7	460	92	80'0	462	64	86'2
	MES	73	18	75'6	70	21	70'0	66	17	74'1
22-4-1980	DQO	388	62	84'0	388	68	82'5	388	62	84'0
	MES	35	27	21'9	30	18	40'1	29	15	48'4
23-9-1980	DQO	462	100	78'4	398	76	81'0	422	48	88'7
7-10-1980	DQO	848	164	80'6	832	120	85'5	832	120	85'5
	MES	93	51	45'1	156	39	75'0	140	42	70'0
10-10-1980	DQO	537	182	66'2	537	138	74'2	537	150	72'0
	MES	145	58	60'0	67	22	67'2	84	42	50'0
14-10-1980	DQO	298	141	52'6	298	94	68'4	298	129	56'5
	MES	229	83	63'8	227	63	72'0	160	92	42'3
15-10-1980	DBO ₅	113	28	75'2	112	8	93'2	112	15	86'7
21-10-1980	DQO	207	42	79'6	203	62	70'1	207	65	68'5
	MES	131	44	66'1	137	70	48'6	123	62	49'4
24-11-1980	DQO	1130	304	73'5	1130	367	67'5	1130	308	74'9
20-1-1980	DQO	1514	185	87'8	1462	388	73'4	1477	462	68'7
	COLOR	100	90	10'0	90	20	77'7	100	15	85'0
11-2-1981	DQO	1028	316	69'2	1043	293	71'9	1218	261	78'6
	COLOR	70	50	28'5	80	15	81'2	80	10	87'5
25-3-1981	DQO	241	129	46'7	277	138	50'1	285	124	56'4
	COLOR	50	50	0'0	50	25	50	40	10	75'0
2-4-1981	DQO	383	108	66'6	351	116	67'1	283	76	73'2
	COLOR	60	20	66'6	60	10	83'3	60	5	91'6

TABLA 3

MICROORGANISMOS EN LAS PLANTAS PILOTO DE FANGOS ACTIVOS

MICROORGANISMOS	FECHA	PLANTA DE FANGOS ACTIVADOS CON CARBON ACTIVO ANTERIOR DE 10 SESECOMS		PLANTA DE FANGOS ACTIVADOS CON CARBON ACTIVO ADIUNTO		PLANTA DE FANGOS ACTIVADOS SIN CARBON ACTIVO	
		A	B	A	B	A	B
		BACTERIAS	2-10-80	XXXX	XXX	XXXX	XXX
BACTERIAS FILAMENTOSAS		XXXX	XX	XXXX	XX	XXX	X
CILIAIDOS MOVILES		XXXX	XX	XXXX	-	XX	-
CILIAIDOS FIJOS		XX	-	X	-	-	-
FLAGELADOS		X	-	-	-	-	-
ROTIFEROS		X	-	XXX	-	-	-
BACTERIAS	10-10-80	XXXX	XX	XXXX	XXX	XXXX	XX
BACTERIAS FILAMENTOSAS		XXXX	XX	XXX	XX	XXX	XX
CILIAIDOS MOVILES		XXXX	XX	XXXX	XX	XX	X
CILIAIDOS FIJOS		XX	-	XXX	-	X	-
FLAGELADOS		-	-	-	-	-	-
ROTIFEROS		X	-	X	-	-	-
BACTERIAS	20-10-80	XXXX	XXX	XXXX	XXX	XXX	XX
BACTERIAS FILAMENTOSAS		XXX	X	XXXX	XX	XXX	X
CILIAIDOS MOVILES		XXXX	XX	XXXX	XX	XXXX	XXX
CILIAIDOS FIJOS		XXX	-	XXXX	XX	XXX	XX
FLAGELADOS		X	X	X	X	X	-
BACTERIAS	27-10-80	XXXX	XXX	XXXX	XXX	XXXX	XX
BACTERIAS FILAMENTOSAS		XXXX	XX	XXXX	XX	XXXX	X
CILIAIDOS MOVILES		XXXX	XX	XXX	XX	XXXX	XXX
CILIAIDOS FIJOS		XX	-	XX	-	XXXX	XX
FLAGELADOS		XX	-	-	-	-	-
ROTIFEROS		XXX	-	X	X	XXX	X
BACTERIAS	2-11-80	XXXX	XXX	XXXX	XXX	XXXX	XXX
BACTERIAS FILAMENTOSAS		XXXX	XX	XXXX	XX	XXXX	X
CILIAIDOS MOVILES		XXX	XX	XX	XX	XX	X
CILIAIDOS FIJOS		X	-	XX	-	-	-
FLAGELADOS		-	-	X	-	-	-
ROTIFEROS		-	-	X	-	X	-
BACTERIAS	10-11-80	XXXX	XXXX	XXXX	XXX	XXXX	XX
BACTERIAS FILAMENTOSAS		XXX	XXX	XXXX	XXX	XXXX	XX
CILIAIDOS MOVILES		XXXX	XX	XXXX	XX	XXX	-
CILIAIDOS FIJOS		-	-	XXX	-	-	-
FLAGELADOS		-	-	-	-	-	-
ROTIFEROS		X	-	XX	-	X	-
BACTERIAS	25-11-80	XXXX	XXX	XXXX	XXX	XXX	XX
BACTERIAS FILAMENTOSAS		XXX	-	XXX	-	XXX	XX
CILIAIDOS MOVILES		XX	-	XX	-	XX	-
CILIAIDOS FIJOS		-	-	X	-	-	-
FLAGELADOS		-	-	X	-	-	-
ROTIFEROS		-	-	X	XXX	XXX	XXXX
BACTERIAS	3-12-80	XXX	XX	XXXX	XX	XXX	X
BACTERIAS FILAMENTOSAS		XXX	X	XXX	X	XXX	X
CILIAIDOS MOVILES		XX	X	XXX	X	XX	X
CILIAIDOS FIJOS		XX	-	-	-	X	-
FLAGELADOS		XX	-	-	-	-	-
ROTIFEROS		-	-	-	-	-	-

A = DEPOSITO DE AERACION B = RECANTADOR
 XXXX = MUCHOS XXX = BASTANTES XX = ALGUNOS X = POCOS - = NINGUNO

4.3 Agua utilizada para las tinturas

Cada proceso de tintura se ha realizado con tres aguas diferentes. El primer baño de tintura se ha preparado con agua limpia de proceso, con las siguientes características:

DQO	30 mg O/l
Sales disueltas (SD)	1800 mg/l
Dureza (TH)	9,3 °F.
Color	5 mg Pt-Co/l

El segundo baño de tintura se ha preparado con agua tratada en la planta de fangos activados que no contenía carbón activado, y el tercero con agua tratada en la planta que contenía carbón activado obtenido de desperdicios.

Estas aguas han sido ablandadas mediante una precipitación con sosa-cal, ya que el agua a la salida de las depuradoras era demasiado dura, precipitando parcialmente los colorantes empleados. Las características de estas aguas se indican en la Tabla 4.

TABLA 4

PARAMETROS	AGUA DEPURADORA SIN CARBON ACT.		AGUA DEPURADORA CON CARBON ACT.	
	AGUA A ANTES ABLAND. CON SOSA-CAL	AGUA B DESPUES ABLAND. CON SOSA-CAL	AGUA C ANTES ABLAND. CON SOSA-CAL	AGUA D DESPUES ABLAND. CON SOSA-CAL
TINTURAS CON AMARILLO ORO ANTRASOL 1R1 Y AMARILLO CIBACRON 3G				
DQO mg/l	210	255	160	140
SD mg/l	6731	6700	6730	6700
TH °F	20	7	20	7
COLOR mg Pt-Co/l	300	10	10	10
TINTURAS CON AZUL REMAZOL B				
DQO mg/l	73	54	69	62
SD mg/l	5800	5800	5750	5750
TH °F	22	7	21	7
COLOR mg Pt-Co/l	150	10	10	10

5 CONCLUSIONES

Durante el año y medio que han durado los ensayos de tratamiento en la planta piloto de fangos activados sin carbón activado se ha obtenido una disminución media del 75% de la DQO y del 95% de la DBO₅.

En las Figs. 5, 6, 7 y 8 se aprecia una zona donde el rendimiento de la depuración es independiente de la carga másica o de la carga orgánica admitida.

Durante los ensayos de tratamiento realizados para observar la influencia del carbón sobre el rendimiento y eliminación del color, las plantas piloto de fangos activados se han mantenido a una carga másica U-DQO 0,5, U-DBO₅ 0,2 y F/M-DQO 1,0 para que el rendimiento fuera independiente de la U.

Las plantas piloto a las que se ha añadido carbón activado han dado un rendimiento algo superior, Fig. 9, y uniforme. La eliminación del color ha sido muy superior en las instalaciones con carbón activado habiendo sido total cuando el color de entrada era inferior a 300 APHA.

El agua tratada en las depuradoras de fangos activados ha sido descalcificada con hidróxido de calcio y carbonato de sodio hasta un TH de 7°F antes de la realización de las tinturas. Cuando se descalcifica por el proceso sosa-cal, el colorante que había resistido la depuración biológica es eliminado completamente.

En las tinturas realizadas con colorantes indigoles, las diferencias de color (ΔE) cuando se utilizan las aguas residuales tratadas, no exceden a aquellas que se ocasionan entre los bordes y el centro en una tintura con agua limpia en un jigger.

Se ha realizado dos tinturas con colorantes reactivos, la primera con Amarillo Cibacrón 3g y la segunda con Azul Remazol B, en la primera las diferencias de color entre la muestra teñida con agua limpia y las muestras teñidas con aguas residuales depuradas son significativas (ΔE del orden de 2), sin embargo las aguas tratadas B y D no afectan sensiblemente la igualación en la propia tintura puesto que las diferencias entre el centro y los extremos son del mismo orden que cuando se opera con agua limpia; en las tinturas con Azul Remazol B, no existen diferencias significativas de color entre las muestras, ni de igualación en la misma muestra. Tabla 5.

Los resultados obtenidos parecen indicar que con una selección de colorantes adecuados «de acuerdo con su sensibilidad a las aguas tratadas y recuperadas», se podría reutilizar las aguas residuales depuradas biológicamente en una instalación de fangos activados si se mantiene un control de la instalación adecuado para que la eliminación de la DQO sea superior al 75%. No obstante, será necesario realizar ensayos a escala industrial, antes de generalizar estas conclusiones.

En el caso de los colorantes estudiados la utilización de carbón activado no es necesario si, después de la depuración, se descalcifica el agua residual por el procedimiento sosa-cal, ya que este último elimina todo el color y la turbidez que no han sido eliminados en el tratamiento biológico.

EL carbón activado en polvo no afecta a los microorganismos de la instalación biológica.

TABLA 5			
	<u>IGUALACION</u>		<u>INF. DEL AGUA</u>
	ΔE entre centro y extremos en la misma tintura		ΔE entre centros respecto al agua limpia
AMARILLO ORO ANTRASOL IRK			
AGUA LIMPIA		1'91	—
AGUA B	1'09	1'06	0'85
AGUA D	0'74	0'40	0'26
AZUL REMAZOL B			
AGUA LIMPIA	0'34	0'26	—
AGUA B	—	0'31	1'01
AGUA D	0'23	0'25	0'70
AMARILLO CIBACRON 3 G			
AGUA LIMPIA	0'70	0'96	—
AGUA B	0'25	0'27	2'49
AGUA D	0'70	0'38	1'96

6. BIBLIOGRAFIA

1. G. Dürig y J.P. Hausmann. «A Review of the Possibilities for Recycling Aqueous Dyehouse Effluent». Jour. Soc. Dyes and Col., p. 331. August, 1978.
2. R.P. Harker. «Recycling Sewage Water for Scouring and Dyeing». American Dyestuff Reporter (ADR) January, 1980.
3. G.A. Goodman y J.J. Porter. «Water Quality Requirements for Reuse in Textile Dyeing Processes». ADR. October, 1980.
4. J. Valldeperas y M. Crespi. «Características contaminantes y posibilidades de reutilización de los baños residuales del blanqueo del algodón». Química Textil. Enero, 1982.
5. J. Valldeperas, M. Crespi y J. Cegarra. «Características contaminantes y posibilidades de reutilización de los baños residuales de la tintura del algodón». Industria Textil. Junio, 1982.
6. M.L. Laude. «Economie et Recyclage d'eau dans l'industrie du Blanchiment et de la teinture». Group. Interprof. des Utilisateurs d'eau. Lille.
7. G.R. Groves y C.A. Buckley. «Closed Looped recycle systems for textile effluents». Jour. Water. Poll. Con. Fed. March, 1979.
8. J.J. Porter y D.E. Black. «Water, Energy and Chemical Recovery from Desizing». Clemson University.
9. G. Parish. «Prospects for Water Re-Use», ADR. August, 1977.
10. R.H. Horning. «Characterizations and Treatment of textile Dyeing Wastewaters». Crompton Knowles Corp. Reading, Pa.
11. R. Hassid. «Traitement des eaux de rincage de teinturerias sur résines adsorbantes». Informations Chimie n° 133. Año 1974.
12. G. McKay. «Color Removal by adsorption». ADR. March, 1980.
13. M. Crespi y M. Simó. «Algunos aspectos sobre la contaminación debida a la tintura de poliéster a H.T.». Química Textil n° 47. Año 1977.

Texto recibido en 1986.09.05.- Aceptado 1986.11.11

EDUARDO DE PINEDA Y CIA., S.L.

ALAVA, 61, 5º 08005 BARCELONA TELEFONO 300 30 51 AP. CORREOS 21.025 - 08080 Barcelona

maquinaria textil

Schlafhorst

- Hiladora-bobinadora Autocoro.
- Bobinadoras automáticas con anudado convencional o splicer, etc.

Sucker

- Encoladoras de diferentes tipos para fibras cortadas y filamento continuo.
- Instalaciones de cocción para las colas. Instalaciones de tintura a lá continua, etc.

Zinser

- Manuales.
- Mecheras.
- Continuas con CO-WE-MAT, para algodón, lana y mezclas.
- Accesorios.

Barmag

- Maquinaria para hilanderías de filamento.
- Continuas doble torsión para toda clase de fibras.
- Máquinas de texturizar.

S.A. METIERS AUTOMATIQUES
PICAOÑOL VPRES

- Máquinas de tejer Airtro-nic, de toberas de aire.
- Máquina de tejer pinzas PGW hasta 8 colores, y GTM de alta velocidad hasta 6 colores.
- Telares automáticos de lanzadera.



- Maquinaria para hilatura de lana cardada y semi-pinado.

BENNINGER

- Máquinas para el acabado en húmero. Instalaciones de lavado, blanqueo, teñido, mercerizado.
- Vaporizadores.
- Jiggers, foulards, etc.

H. M. G.

- Gills de cadenas con y sin regulación.
- Coilers para cardas con y sin estiraje.
- Recraqueadoras, mezcladoras, desenfietradoras.

Thies

- Instalaciones de tintura y blanqueo para toda clase de fibras, en bobinas, plegadores, etc. Instalaciones totalmente automáticas.

LOEPFE

Aparatos de control electrónicos

- Purgadores de hilo óptico-electrónicos.
- Parahilos.
- Sistema evaluación de datos de producción.
- Sistema de medición de la longitud de hilo.

GEIDNER

- Accesorios de acero inoxidable para aparatos de tintura.



**FIBER CONTROLS®
CORPORATION**

- Instalaciones de apertura, limpieza, mezcla y alimentación directa a cardas.



BOCKEMÜHL

- Cilindros de estiraje, correas y accesorios hilatura.

SCHWAN

- Cilindros de caucho «BE-CA-FLOOR» para máquinas de encolar.

JUNGBAUER

- Instalaciones de aspiración para hilaturas de algodón, lana, tejedurías e industrias en general.

JOSEF TIMMER

- Máquina de limpiar canillas.
- Carretillas y elevadores para plegadores.
- Máquinas de aprestar, lavar, estampar y teñir maderas.

RESEDA BINDER

- Rodillos de parafina.