

80.16

COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA

DIRECCION INVESTIGACION Y DESARROLLO

GERENCIA PROCESOS QUIMICOS

Departamento Química

PREPARACION Y PROPIEDADES DE SILICA GEL Y TAMIZ MOLECULAR
IMPREGNADOS CON AgNO_3 PARA RETENCION DE RADIO-iodo.

Cristina A. Delfino y Marcelo A. Molinari

octubre 1980

PREPARACION Y PROPIEDADES DE SILICA GEL Y TAMIZ MOLECULAR
IMPREGNADOS CON AgNO_3 , PARA RETENCION DE RADIO-iodo

Cristina A. Delfino y Marcelo A. Molinari

R E S U M E N

Se informan estudios de eficiencia en función de largo de lecho y carga específica, temperatura de lechos, superficie específica, efecto de óxidos de nitrógeno y resistencia fluido-dinámica de varias partidas de materiales preparados en el laboratorio. Se comparan con datos obtenidos para un material comercial.

División Fisicoquímica

octubre 1980

I N D I C E

	Página
1. INTRODUCCION	3
2. PARTE EXPERIMENTAL	3
2.1. Silica gel	4
2.2. Tamiz molecular	25
2.3. Zeolita importada	30
2.4. Superficie específica	40
2.5. Resistencia al flujo de gas	41
2.6. Influencia de la temperatura en los lechos	44
2.7. Comportamiento del material parcialmente usado	46
2.8. Efecto de Óxidos de nitrógeno	55
2.9. Costos	62
3. CONCLUSIONES	65
4. BIBLIOGRAFIA	67

1. INTRODUCCION

En Informes anteriores se analizó la información disponible sobre materiales para retención de radiciodo (1,2), se describió un método para determinar eficiencia de retención (3) y se seleccionó un procedimiento para obtener un material absorbente (4). Como continuación de esos trabajos se presentan en este informe la serie de resultados obtenidos con distintas partidas de material impregnado sobre los que se realizaron estudios de homogeneidad y medición de eficiencia para distintas cargas específica, largos de lecho y temperaturas. Se observó además la influencia de la granulometría, y se obtuvieron datos de resistencia al flujo de gas y superficie específica.

Aún cuando se alcanzaron resultados favorables con silica gel, se decidió preparar otros absorbentes usando tamiz molecular como sólido de base.

Si bien este material es importado y de costo mayor que la silica gel nacional, su suministro es normal en plaza y sus propiedades de absorción y la forma esférica y uniforme de sus granos suponen ventajas para la formación de un lecho eficiente y reproducible. Esas mismas características posee, por otra parte, un material importado, destinado a ese uso específico, que se estudió también con fines comparativos.

2. PARTE EXPERIMENTAL Y RESULTADOS

Los materiales y las técnicas para impregnación, determinación de eficiencia de retención (η) y contenido de Ag, fueron los mismos que los descriptos en informes anteriores (3,4)

Las unidades usadas en todo este Informe son:

- Eficiencia $\eta = \%$ (Ver definición en (1))
- Carga específica $C = \text{mg I/g material absorbente}$
- Contenido de Ag $\% = \text{mg Ag/100 mg material absorbente}$

Algunos resultados sobre homogeneidad y eficiencia de 2 tipos de silica gel impregnada (SG G'y SG I) se incluyeron

en el Informe anterior y sirvieron de base para seleccionar el método de impregnación. De acuerdo con ello, todas las silicas impregnadas que se estudiaron en esta parte del trabajo, se obtuvieron con el método de impregnación directa adoptado.

Para tamiz molecular se aplicaron modificaciones al método de impregnación y de análisis de Ag, que se indican en la parte correspondiente.

Materiales

- Silica gel: INKHEM Silicagel (Ind.Arg.) Malla ASTM 10-18
WABASH ARGENTINA Malla ASTM 16-25
- Tamiz molecular: Union Carbide, tipos 13X y 10X20
- AgNO_3 : puro

2.1. Silica gel

2.1.1. Reproducibilidad del método de determinación de eficiencia

Ya en trabajos anteriores se advirtió que nuestro método de determinación de eficiencia, tenía una limitación en las cargas específicas que se obtenían en cada experiencia y una dispersión de resultados apreciable, cuando se estudiaban a carga o longitud de lecho constante. Por ello, se decidió acotar esas irregularidades para saber su influencia en los demás parámetros y poder así sacar conclusiones válidas al comparar distintos materiales.

Para ese estudio se partió de un mismo material (SC H), cuyo contenido de Ag es el siguiente:

Muestra	% Ag
1	11,99
2	10,96
3	11,36
Promedio	11,44
Desviación st	0,52

Se hicieron varias determinaciones sucesivas con porciones del mismo producto, en condiciones idénticas, cuyos resultados se agrupan en la Tabla I, en las Fig. 1 a) y 1 b) (eficiencia vs carga específica) y la Fig. 2 (eficiencia vs longitud de lecho).

Se observa que la dispersión de valores de eficiencia cercanos a 100% se hace mínima, lo que corresponde a cargas menores de 50 mg/g. En otras zonas de cargas mayores, y por lo tanto menores eficiencias, los gráficos indican desviaciones de hasta 5-10% en los valores absolutos de eficiencia, que alcanzan así variaciones porcentuales de hasta 20%, para eficiencias del 50%.

Estas diferencias no parecen deberse a inhomogeneidad de la impregnación, ya que la desviación de los datos de contenido de Ag es de solo 0,5%.

La comparación entre materiales distintos, por lo tanto, solo resulta posible cuando se observan diferencias mayores que las citadas y debe prestarse mayor atención a la zona de altas eficiencias o bajas cargas, o sea para longitudes de lecho mayores.

2.1.2. Reproducibilidad del procedimiento de impregnación

Para este fin se impregnaron separadamente dos porciones de la misma silica gel malla ASTM 10-18, con idéntico procedimiento y en forma paralela, obteniéndose así los materiales SG I y SG I'.

Igualmente se procedió con otra silica gel de malla ASTM 16-25, obteniéndose los materiales SG J y SG J'.

Con ambos pares de productos se hicieron determinaciones de contenido de Ag y de eficiencia, que se muestran en las Tablas II, (% Ag), III, IV (eficiencias SG I y SG I') y V (eficiencias SG J y SG J').

Para facilitar la comparación se representan curvas típicas de eficiencia vs carga y longitud de lecho en las Fig. 3, 4, 5 y 6.

En las Fig. 3 y 5 se han unido con un mismo trazo los datos de cada experiencia y se indican los largos de lecho correspondientes a cada punto.

Tabla I

EFICIENCIA MATERIAL SG R

Lecho (cm)	Exp. I		Exp. II		Exp. III		Exp. IV		Exp. V		Exp. VI		Exp. VII		Exp. VIII		Exp. IX	
	η (%)	carga (C)	η (%)	carga (C)	η (%)	carga (C)	η (%)	carga (C)	η (%)	carga (C)	η (%)	carga (C)	η (%)	carga (C)	η (%)	carga (C)	η (%)	carga (C)
2,5	33,07	251,76	27,93	279,04	26,22	313,80	26,29	340,40	25,58	291,80	23,67	246,96	24,79	268,56	25,30	277,56	24,72	291,60
5	60,12	125,88	49,64	193,52	45,98	156,90	46,85	170,20	49,38	145,90	50,47	123,48	46,82	134,28	44,98	138,78	45,70	145,80
7,5	81,11	83,92	66,26	93,01	63,21	104,60	63,93	113,50	67,92	97,27	68,48	82,32	66,10	89,52	64,03	92,52	63,66	97,20
10	94,36	62,94	79,53	69,76	77,49	78,45	79,42	85,10	81,89	72,95	81,37	61,74	81,74	67,14	78,57	69,39	78,71	72,90
12,5	99,05	50,35	90,01	55,81	88,95	62,76	91,72	68,08	90,26	58,36	92,78	49,39	93,56	53,71	90,74	55,51	91,32	58,32
15	99,72	41,96	96,92	46,51	95,91	52,30	98,12	56,73	98,08	43,63	98,72	41,16	99,26	44,76	97,81	46,26	97,82	48,60
17,5	99,91	35,97	99,58	39,86	99,45	44,83	99,93	48,63	99,98	41,61	99,96	35,28	99,99	38,37	99,92	39,61	99,99	41,66
20																		

(C): $\text{mg I}_2/\text{g mat.}$

Tabla II

CONTENIDO DE PLATA

	% Ag			
	SG I	SG I'	SG J	SG J'
	8,26	8,28	9,47	9,71
	8,30	8,52	9,54	9,71
	8,22	8,37	9,51	9,67
Promedio	8,26	8,39	9,51	9,70
desviación St	0,04	0,12	0,04	0,02

Tabla III

EFICIENCIA MATERIAL SC I.

Lecho (cm)	Exp. I		Exp. II		Exp. III		Exp. IV		Exp. V	
	n (%)	carga (mgI ₂ /g mat)	n (%)	carga (mgI ₂ /g mat)	n (%)	carga (mgI ₂ /g mat)	n (%)	carga (mgI ₂ /g mat)	n (%)	carga (mgI ₂ /g mat)
2,5	14,79	304,36	25,67	212,83	25,57	242,07	23,76	234,83	20,23	276,87
5	32,04	152,22	48,86	106,42	46,57	121,93	44,72	117,42	42,35	138,43
7,5	47,66	101,45	67,97	70,94	64,04	80,07	63,11	78,28	59,33	92,29
10	61,20	76,09	81,52	53,21	78,26	60,52	77,18	58,71	75,20	69,22
12,5	71,66	60,87	91,23	42,57	89,97	46,41	90,14	47,00	86,63	55,37
15	80,54	50,73	97,44	35,47	97,11	40,34	96,99	39,14	96,49	46,14
17,5	88,17	43,48	99,18	30,40	99,83	34,58	99,64	33,55	99,49	39,55
20	---	---	99,59	26,60	99,99	30,26	99,99	29,35	99,98	34,61

Tabla IV

EFICIENCIA MATERIAL SG I'

Lecho (cm)	Exp. I		Exp. II		Exp. III		Exp. IV		Exp. V	
	η (%)	carga (mgI ₂ /g mat)	η (%)	carga (mgI ₂ /g mat)	η (%)	carga (mgI ₂ /g mat)	η (%)	carga (mgI ₂ /g mat)	η (%)	carga (mgI ₂ /g mat)
2,5	24,84	253,34	26,22	239,30	27,04	216,10	40,17	209,17	24,52	266,40
5	47,85	126,70	47,78	119,70	48,82	108,05	69,54	104,58	47,84	133,20
7,5	66,08	84,50	66,53	79,80	66,43	72,03	91,09	69,72	65,77	88,80
10	75,15	63,30	84,60	59,80	80,23	54,03	99,73	52,29	79,55	66,60
12,5	90,88	50,70	94,14	47,90	90,88	43,22	99,95	41,83	90,00	53,28
15	97,61	42,20	99,07	39,90	97,57	36,02	99,96	34,86	97,16	44,40
17,5	99,75	36,20	99,93	34,20	99,95	30,87	99,98	29,88	99,84	38,06
20	99,98	31,67	99,99	29,90	99,98	27,01	99,99	26,15	99,99	33,30

Tabla V

EFICIENCIA MATERIALES SG J Y SG J'

SG J

SG J'

Lecho (cm)	Exp. I		Exp. II		Exp. III		Exp. I		Exp. II		Exp. III	
	η (%)	carga (C)	η (%)	carga (C)	η (%)	carga (C)	η (%)	carga (C)	η (%)	carga (C)	η (%)	carga (C)
2,5	39,80	188,54	44,10	154,17	34,82	168,33	45,01	131,03	33,08	168,97	30,72	190,17
5	68,35	94,27	76,18	77,08	58,83	84,17	71,53	65,52	61,91	84,48	56,89	95,09
7,5	85,58	62,85	95,89	51,39	80,97	56,11	90,06	43,68	82,73	56,32	78,88	63,39
10	97,09	47,14	99,33	38,54	94,77	42,08	98,16	32,76	95,90	42,24	93,88	47,54
12,5	99,97	37,71	99,95	30,83	99,75	33,67	99,81	26,21	99,95	33,79	99,68	38,03
15	99,99	31,42	99,99	25,69	99,99	28,06	99,99	21,84	99,99	28,16	99,99	31,69
17,5	99,99	26,93	99,99	22,02	99,99	24,05	99,99	18,72	99,99	24,14	99,99	27,17
20	99,99	23,57	99,99	19,27	99,99	21,04	99,99	16,38	99,99	21,12	99,99	23,77

(C): $\text{mgI}_2/\text{g material}$

FIGURA 1 a

EFICIENCIA DE MATERIAL SG H

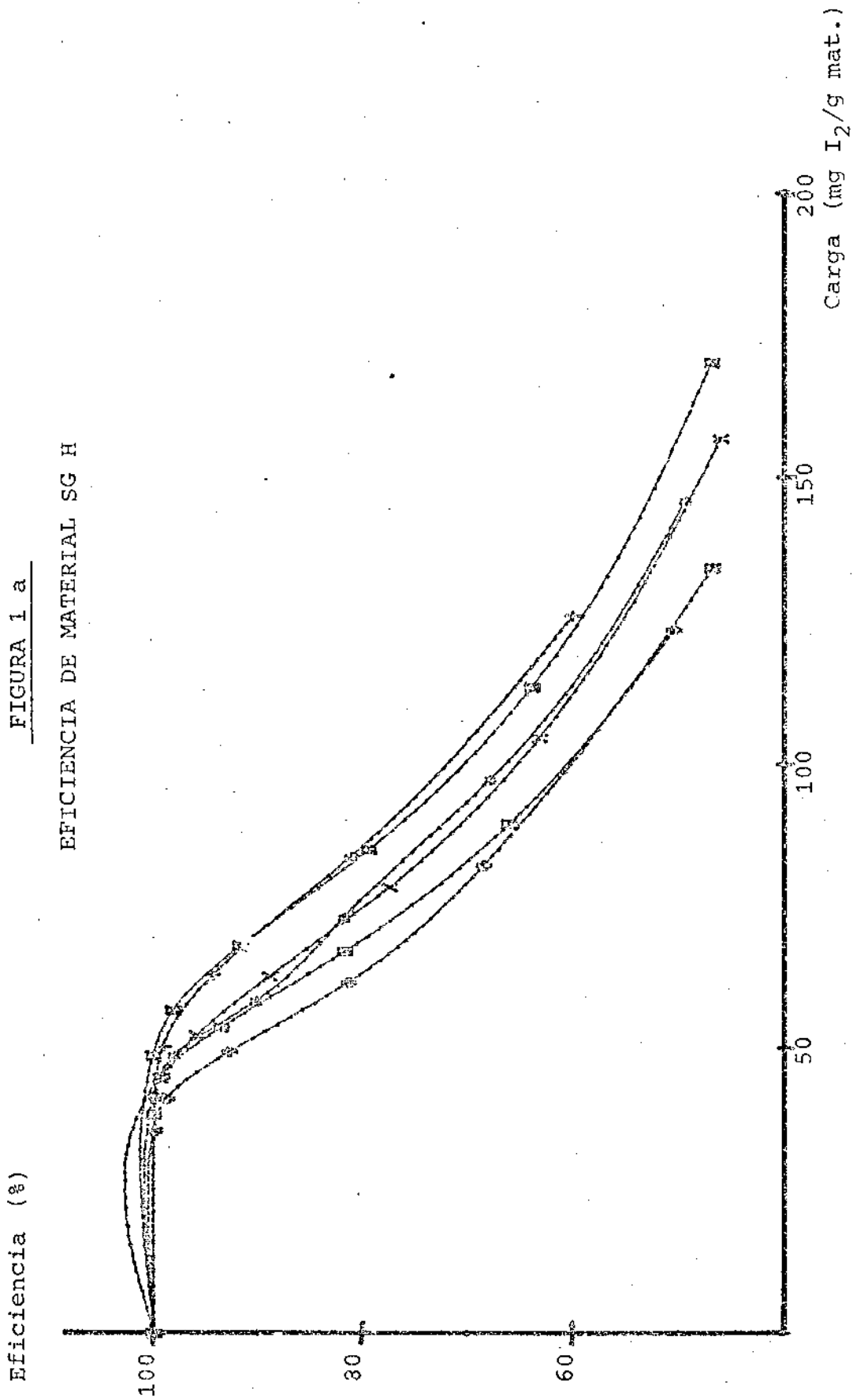


FIGURA 1 b

EFICIENCIA DE MATERIAL SG H

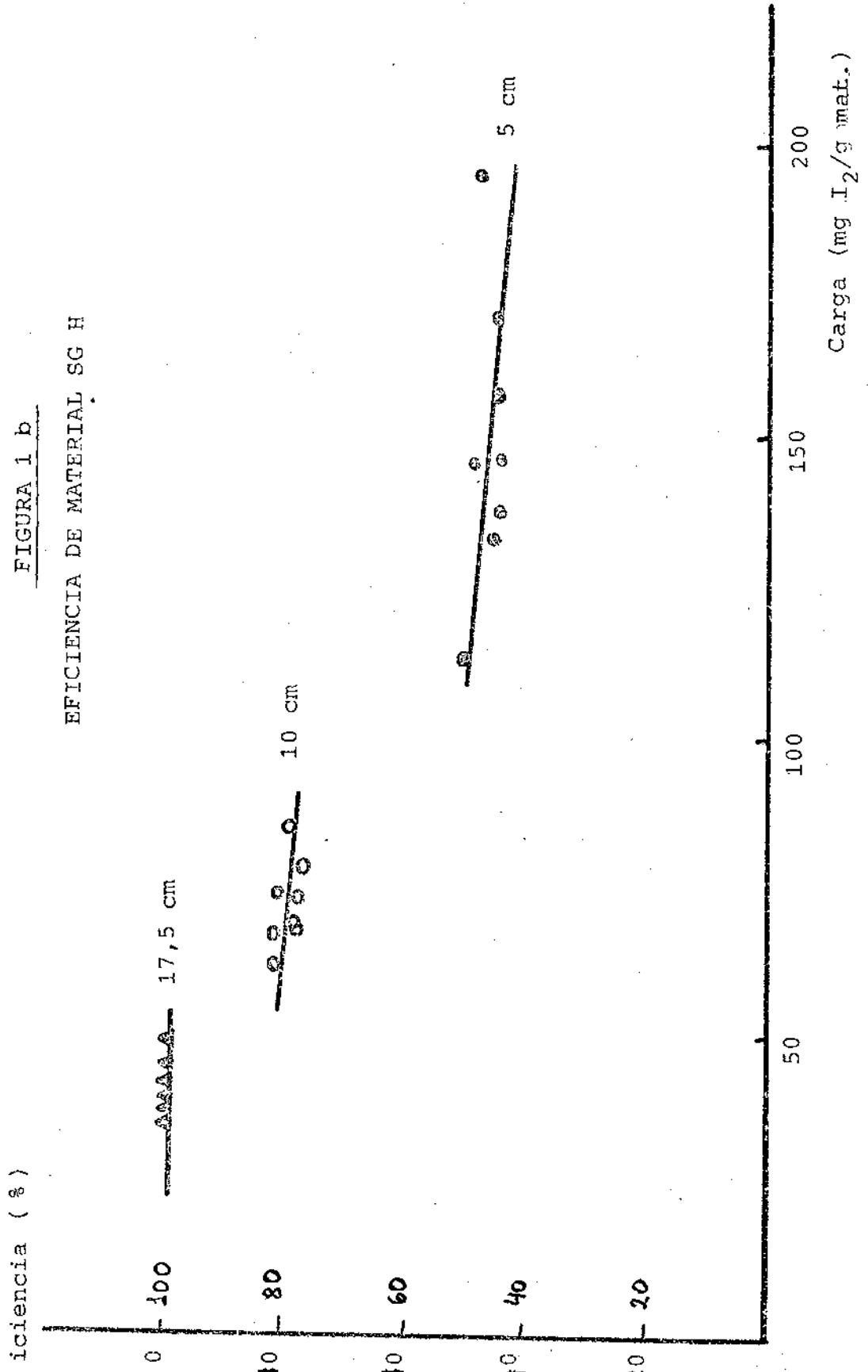
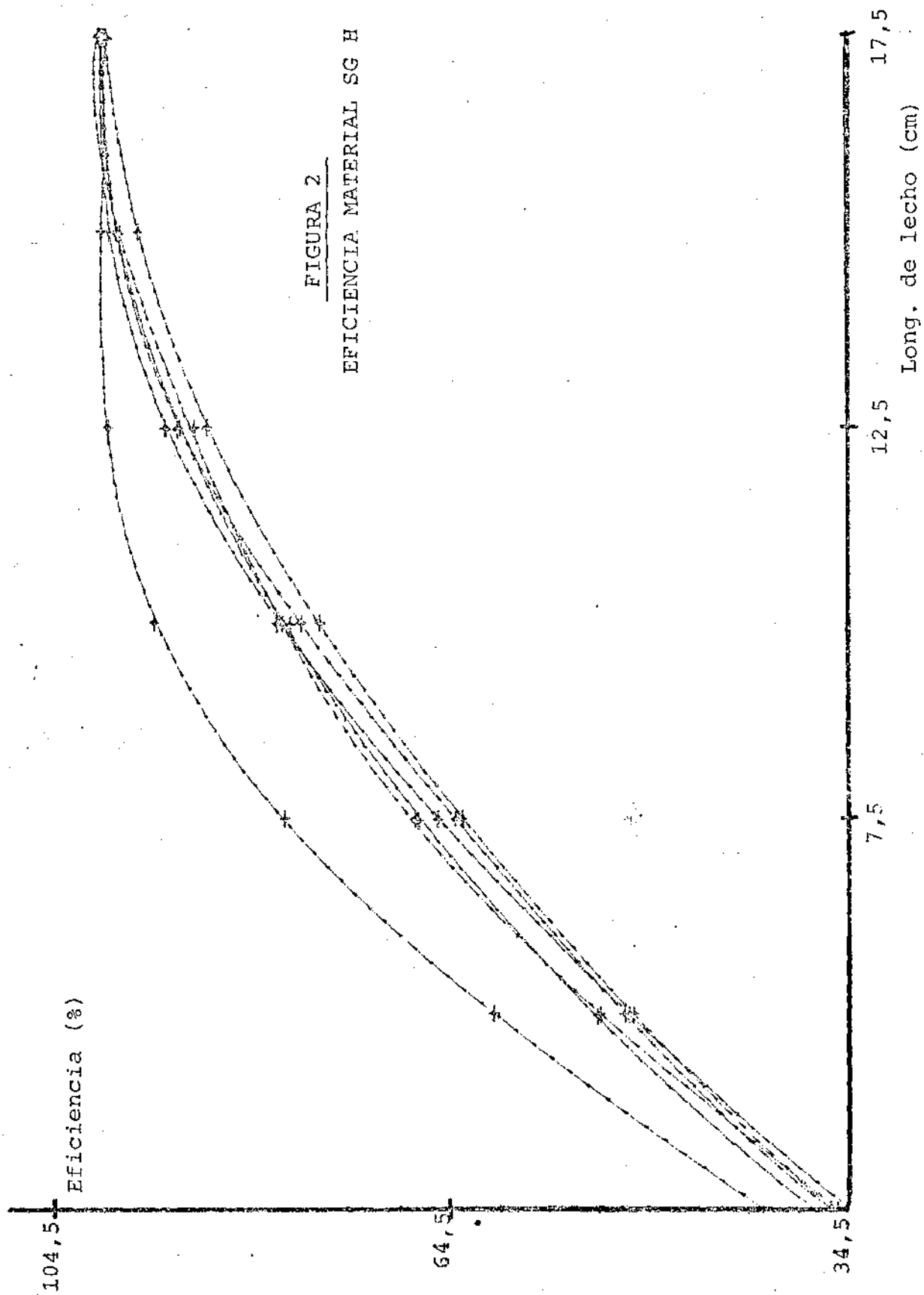


FIGURA 2
EFICIENCIA MATERIAL SG H



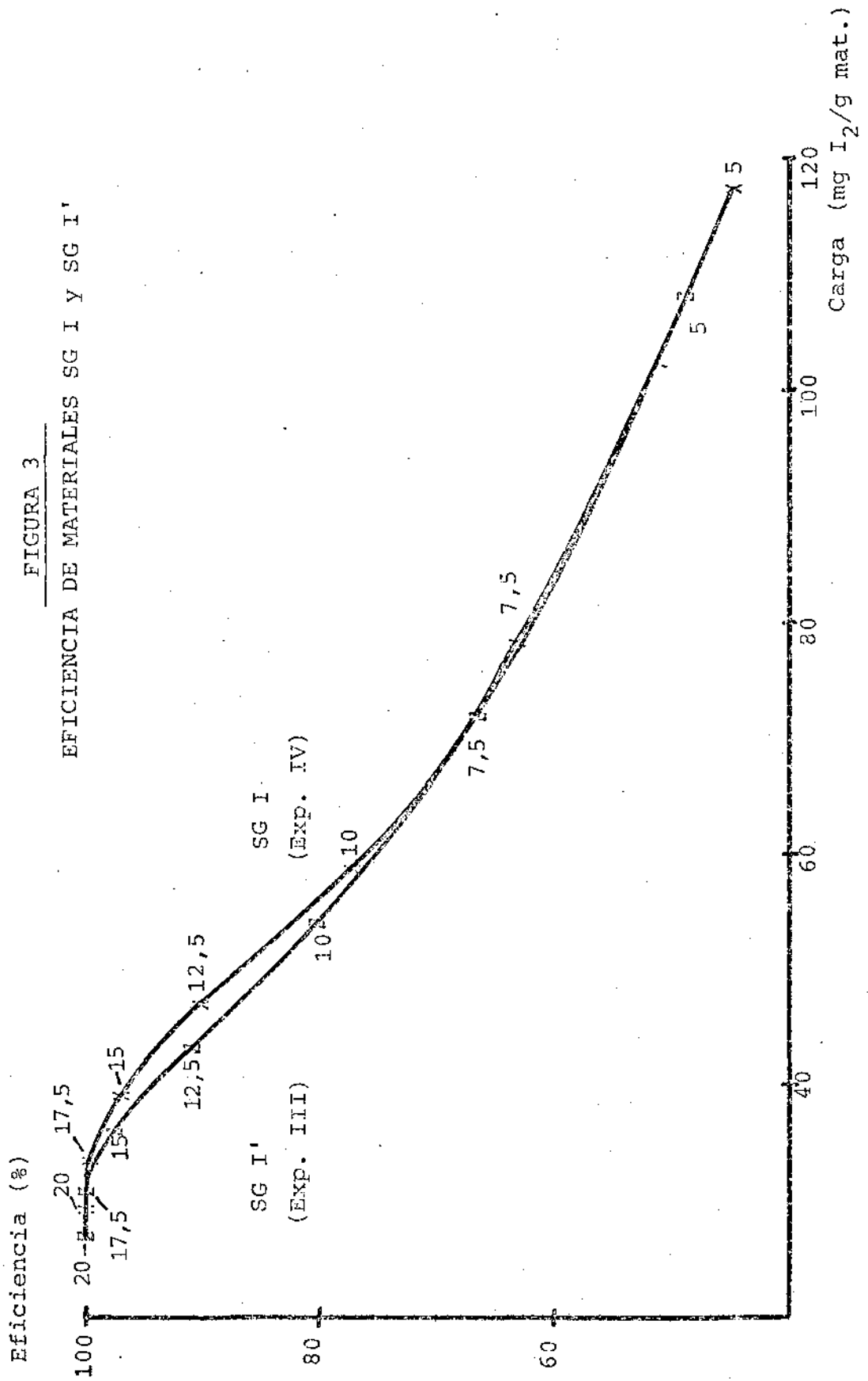


FIGURA 4

EFICIENCIAS DE MATERIALES SG I Y SG I'

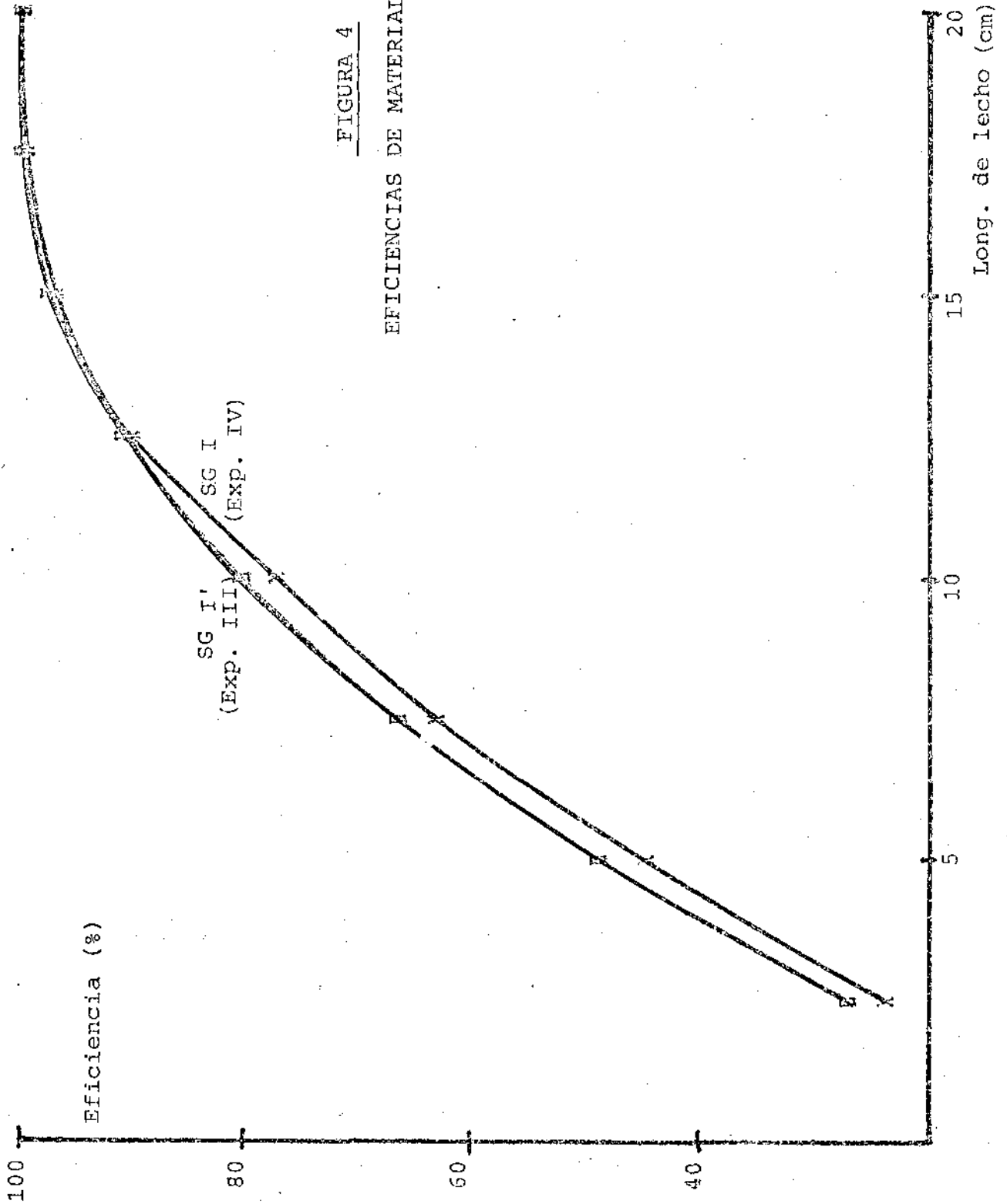
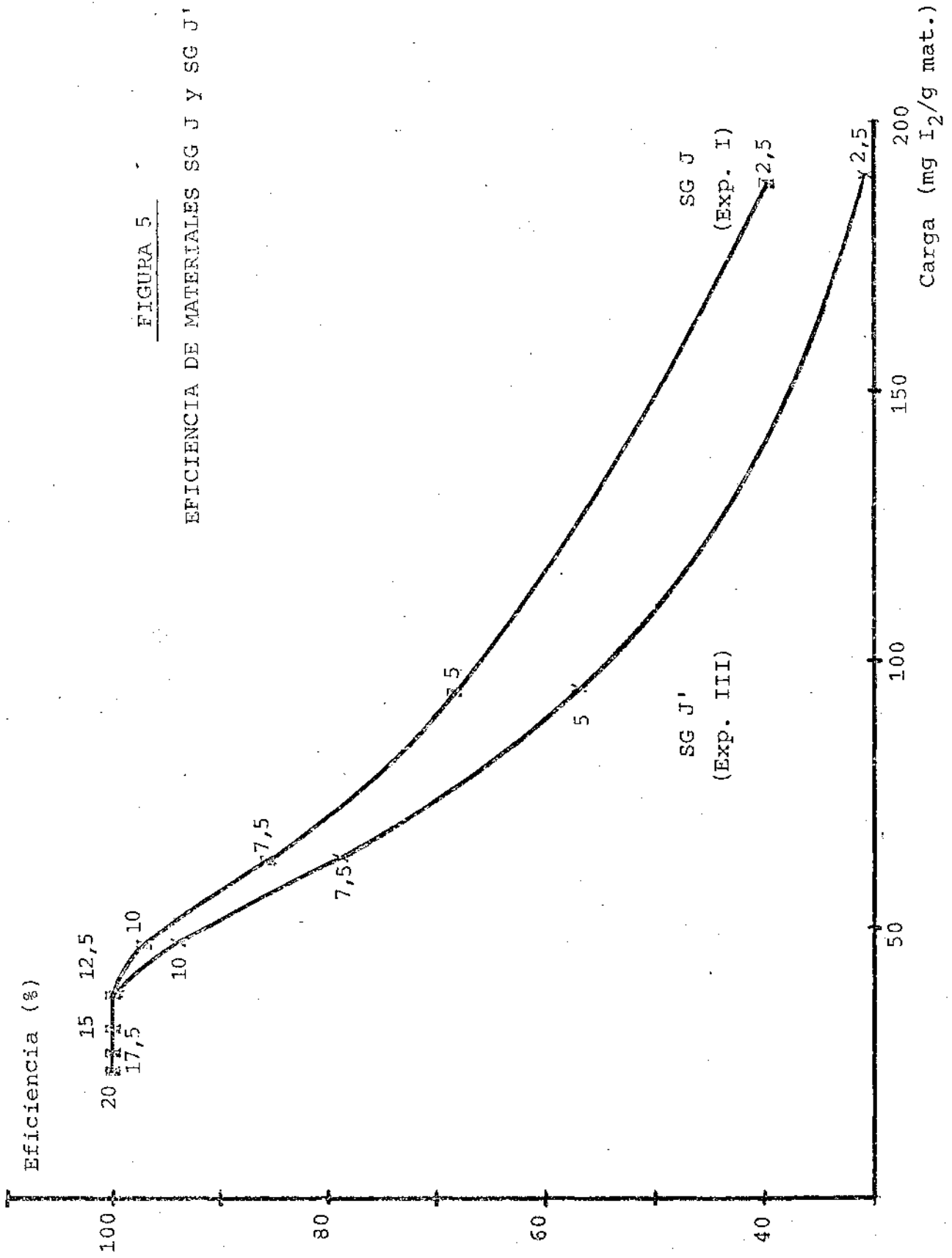
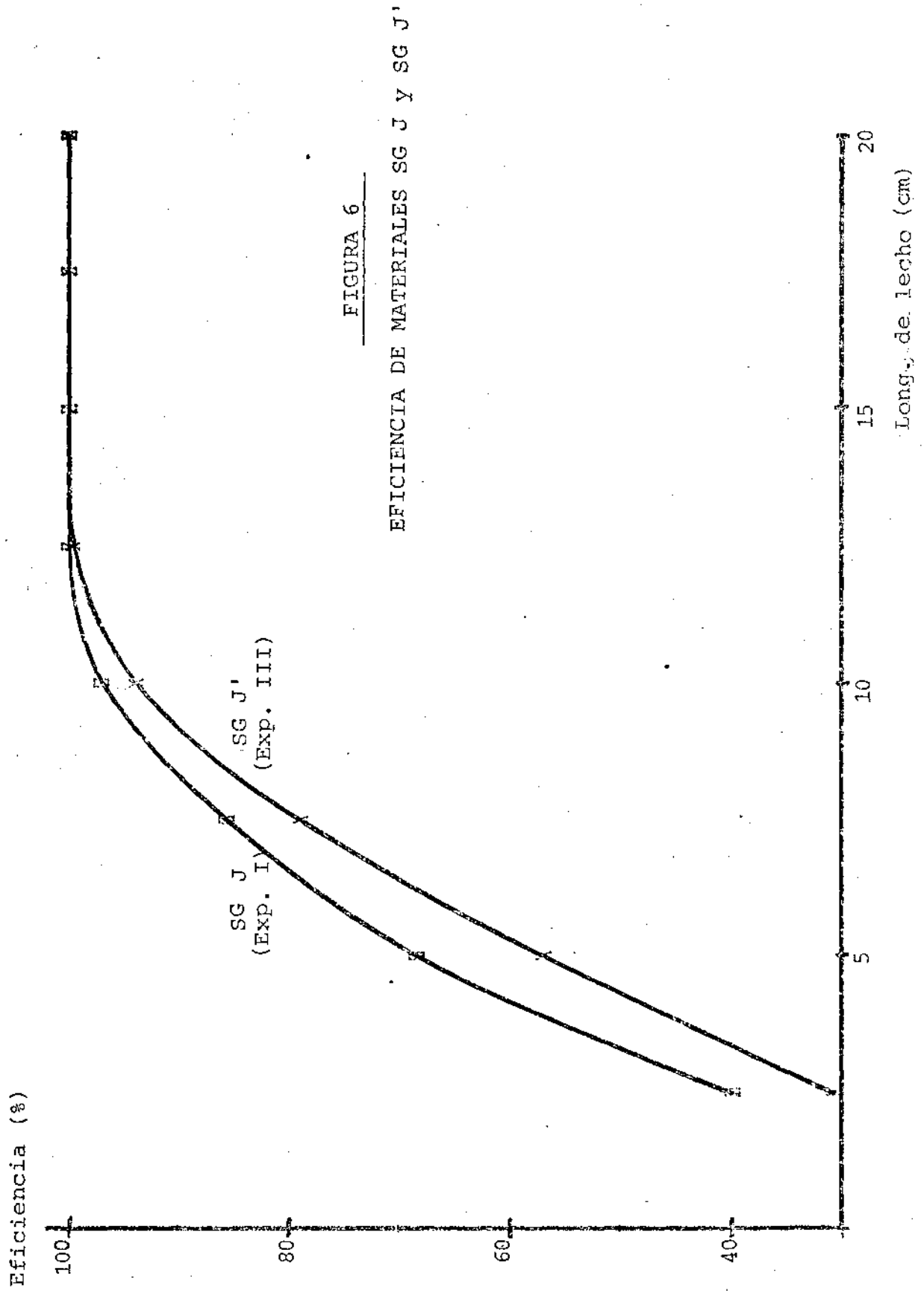


FIGURA 5

EFICIENCIA DE MATERIALES SG J Y SG J'





Teniendo en cuenta lo discutido en 1.1., solo puede deducirse de estos resultados que los materiales I e I' no muestran diferencias. En el caso de J y J', de menor granulometría, las diferencias parecen ser mayores, en particular cuando se pueden comparar datos de carga similar. Sin embargo no están lejos de la dispersión normal de nuestros datos de eficiencia y por lo tanto, sería difícil asegurar que los dos materiales son diferentes.

2.1.3. Aprovechamiento de Ag

Solo se alcanzan altos porcentajes de utilización del AgNO_3 en casos de carga específica alta y por lo tanto con valores de eficiencia correspondientemente bajos.

Sin embargo se debe procurar alto aprovechamiento de Ag, con la mayor eficiencia de retención posible.

Estos datos se obtuvieron por cálculo a partir de las cantidades de iodo retenido, suponiendo reacción en una relación estequiométrica con AgNO_3 igual a 1:1.

Los resultados en función de la longitud del lecho se encuentran en las Tablas VI a IX. y en las Fig. 7, 8 y 9.

Como son calculadas a partir de resultados experimentales de eficiencia, estos valores están afectados del mismo tipo de dispersión que aquellos, como puede verse en las distintas columnas de las tablas correspondientes a varias experiencias con el mismo material.

Los datos de aprovechamiento de plata que aparecen en las tablas corresponden para cada longitud de lecho a cargas específicas semejantes, aunque no idénticas. A ello puede atribuirse, en parte la dispersión de los diferentes resultados.

Otras comparaciones se hacen en 1.4.

2.1.4. Granulometría

El tamaño, regularidad y forma del grano influyen considerablemente en la eficiencia y en la resistencia al flujo de gas.

Tabla VII

Tabla VIII

APROVECHAMIENTO DE PLATA (%) MATERIALES SG I Y SG I'

SG I

SG I'

Lecho	Exp I	Exp II	Exp III	Exp IV	Exp V	Exp I	Exp II	Exp III	Exp IV	Exp V
2,5	46,04	56,22	63,70	57,42	57,64	64,76	64,57	60,13	86,46	67,22
5	50,19	53,51	58,00	54,04	60,33	62,39	58,85	54,28	74,84	65,57
7,5	49,76	49,62	52,77	50,84	56,35	57,46	54,63	49,24	65,35	60,10
10	47,92	44,64	48,74	46,63	53,57	48,95	52,06	44,60	53,66	54,52
12,5	44,89	39,97	44,82	43,60	49,36	47,41	46,40	40,42	43,02	49,35
15	42,05	35,57	40,31	39,06	45,81	42,39	40,68	36,16	35,86	44,39
17,5	39,45	31,03	35,52	34,40	40,49	37,16	35,17	31,75	30,74	39,10
20	---	27,26	31,14	30,20	35,61	32,58	30,77	27,79	26,91	34,26

Tabla IX

APROVECHAMIENTO DE PLATA (%) MATERIALES SG J Y SG J'

SG J

SG J'

Lecho	Exp I	Exp II	Exp III	Exp I	Exp II	Exp III
2,5	77,22	69,96	60,32	60,69	57,52	60,12
5	66,31	60,43	50,96	48,23	53,82	55,67
7,5	55,35	50,71	46,75	40,48	47,95	51,45
10	47,10	39,39	41,04	33,09	41,69	45,93
12,5	38,79	31,71	34,56	26,92	34,76	39,01
15	32,33	26,43	28,87	22,47	28,98	32,61
17,5	27,71	22,66	24,75	19,26	24,84	27,96
20	24,25	19,83	21,65	16,85	21,73	24,46

FIGURA 7

COMPARACION DE EFICIENCIAS DE MATERIALES DE DISTINTAS
GRANULOMETRIAS

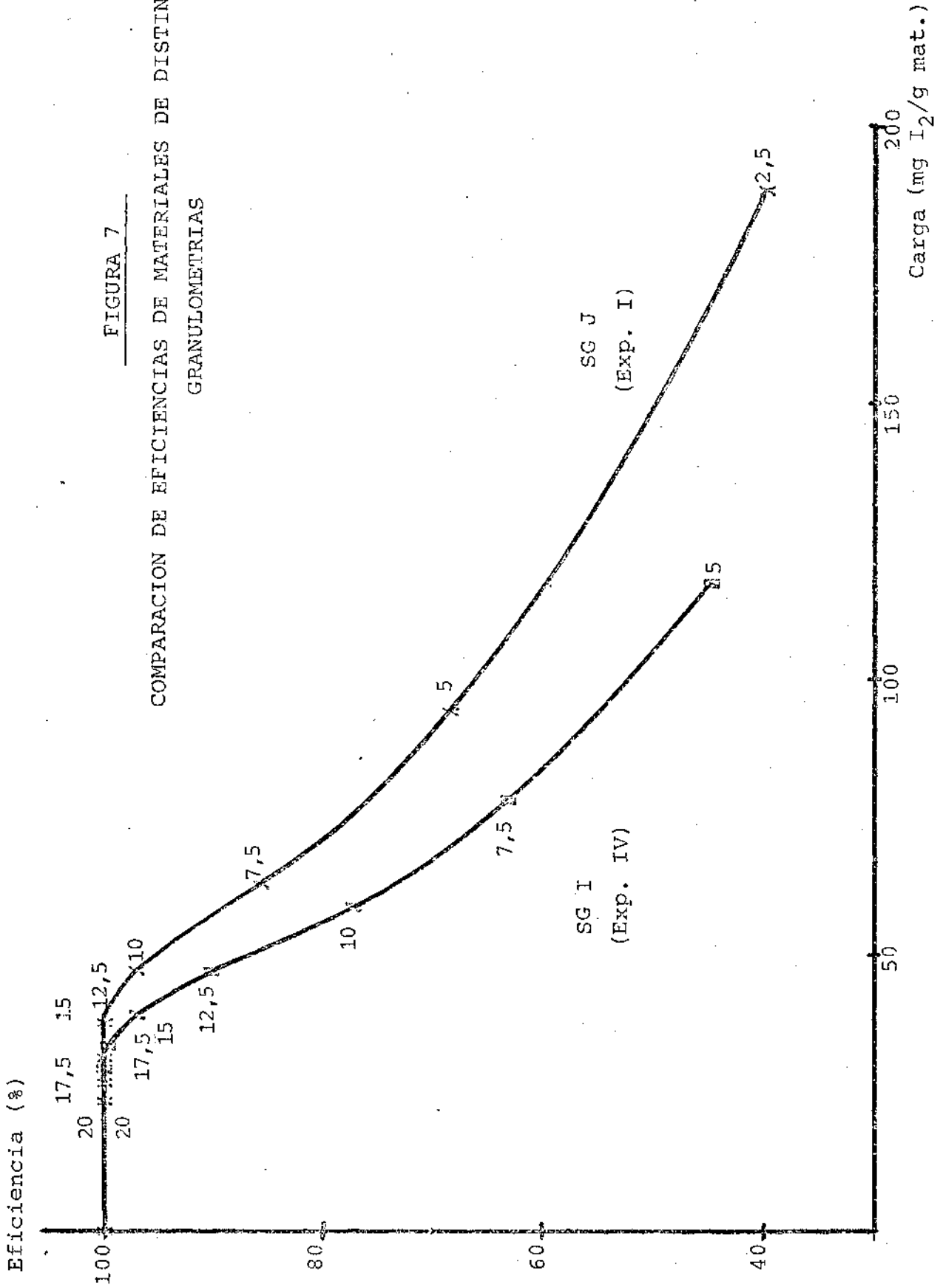
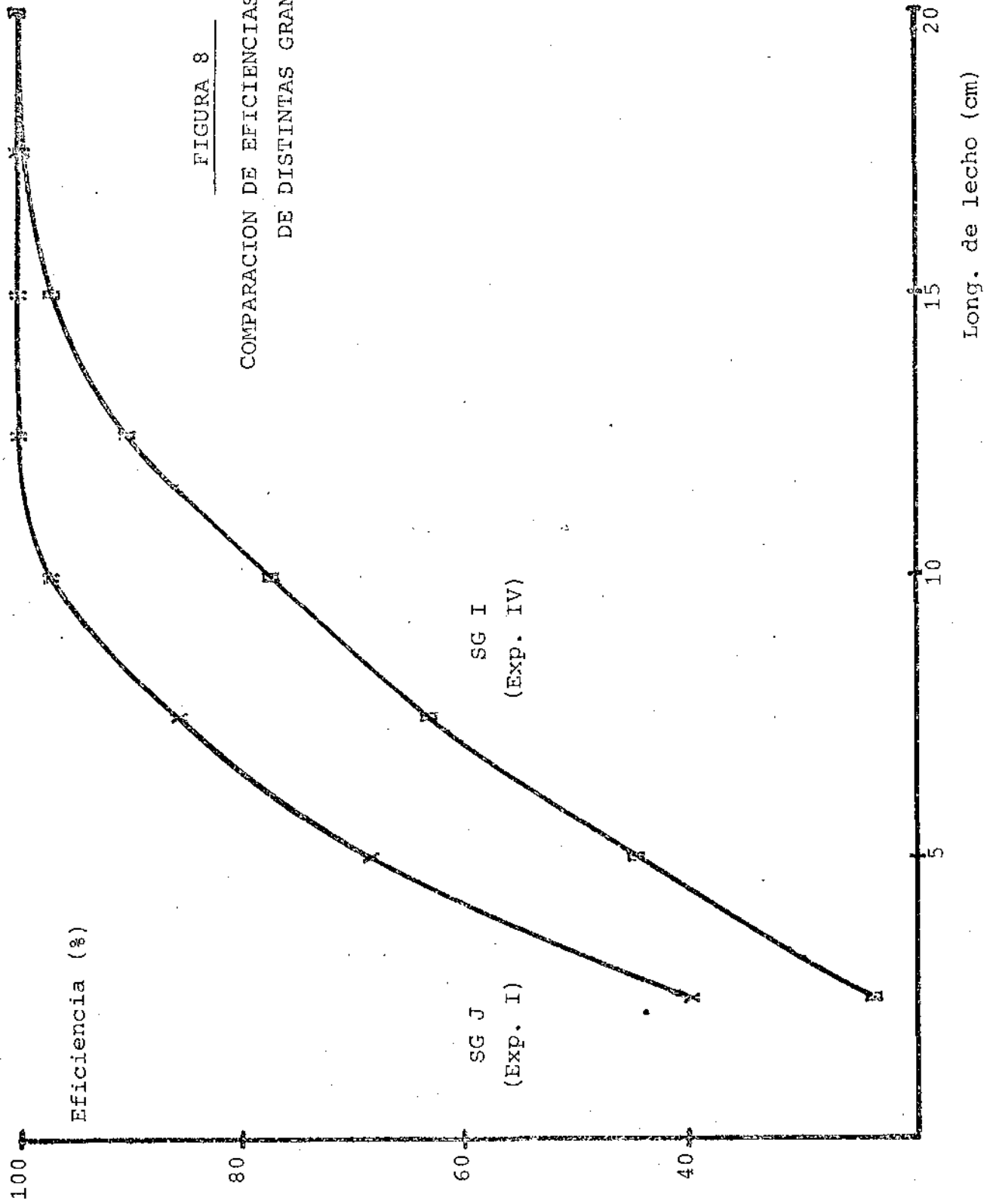


FIGURA 8

COMPARACION DE EFICIENCIAS DE MATERIALES
DE DISTINTAS GRANULOMETRIAS



Los resultados obtenidos con una granulometría normal para este uso (ASTM 10-18), se compararon con otros obtenidos con un material más fino (mallas ASTM 16-25).

Se obtuvieron datos comparativos de contenido de Ag, eficiencia de retención y aprovechamiento de Ag, para los siguientes materiales:

- SG H, SG I, SG I' : malla ASTM 10-18
- SG J, SG J' SG K : malla ASTM 16-25

Los valores están incluidos en las Tablas I a IX y en las Fig. 1 a 9.

Los materiales SG-J y SG-J' son, igual que en el caso de SG I y SG I', dos porciones de la misma sílica gel impregnadas separada y simultáneamente, con igual procedimiento, a fin de estudiar reproducibilidad y homogeneidad también con esta granulometría menor.

Para observar la influencia del tamaño de grano pueden compararse los datos promedio de SG J / SG J' (malla 16-25) y de SG I / SG I' (malla 10-18, ver 2.1.2.).

Durante el tratamiento de impregnación se observó mayor rotura y por lo tanto más cantidad de polvo fino, para el material de menor granulometría. La separación de ese fino y la aconsejable recuperación de AgNO_3 complican el procedimiento correspondiente.

Respecto del contenido de Ag, se obtuvieron valores un poco más altos para los materiales de menor granulometría y una homogeneidad ligeramente mayor.

La eficiencia también fue ligeramente mayor para el material más fino, alcanzándose por ejemplo valores de 95% y 75% respectivamente para largos de lechos de 10 cm, o bien llegándose a eficiencias mayores al 99,9 con 5 cm menos de longitud de lecho. (Ver Fig. 7 y 8).

El aprovechamiento de Ag para una longitud de lecho dada, también es, por lo tanto, más favorable para el material de menor granulometría, aunque las diferencias resultan menos notables en la zona de eficiencias altas, o sea para largos de lechos mayores.

2.1.5. Ensayos de eficiencia con baja carga específica y pre-filtros

En las experiencias antes citadas, debido a conveniencias experimentales se trabajó con cargas relativamente altas. Con el fin de comprobar que no existiese algún fenómeno anómalo cuando la cantidad de iodo es pequeña, se realizaron ensayos con baja carga. Se redujo aproximadamente 10 veces la cantidad de iodo frío y se utilizó la misma cantidad de iodo activo a fin de no aumentar el error de conteo.

Se realizaron además cálculos utilizando las experiencias de alta carga considerando los primeros lechos (los de carga más elevada) como pre-filtros y obteniéndose los datos de eficiencia de los lechos siguientes, o sea los de menor carga.

Para el material típico SG J se obtuvieron los resultados que se encuentran en las Tablas X y XI y en las Fig. 9 y 10 se representan los mismos.

Se debe notar que los datos calculados con prefiltros están afectados, para las menores cargas, de considerable error, debido a la muy baja actividad de ^{131}I que se pudo medir en esos lechos. Salvo para estos resultados, se observa una función creciente de la eficiencia respecto de menores cargas, hasta al menos 1-2 mg I_2/g absorbente.

2.2. Tamiz molecular

2.2.1. Impregnación

Para este nuevo material absorbente se siguió utilizando el método de impregnación directa, usado para sílica gel, con ligeras variantes. Dado que el tamiz molecular no se rompe como la sílica gel al entrar en contacto con el agua se suprimió la primera etapa de prehumidificación del material y por lo

Tabla X

EFICIENCIA MATERIAL SG J

BAJA CARGA

Lecho (cm)	Exp. I		Exp. II	
	η (%)	carga (C)	η (%)	carga (C)
2,5	88,81	25,42	96,88	23,43
5	99,96	12,71	99,99	11,71
7,5	99,99	8,48	99,99	7,81
10	99,99	6,36	99,99	5,86
12,5	99,99	5,09	99,99	4,69
15	99,99	4,24	99,99	3,90
17,5	99,999	3,63	99,999	3,35
20	99,999	3,18	99,999	2,93

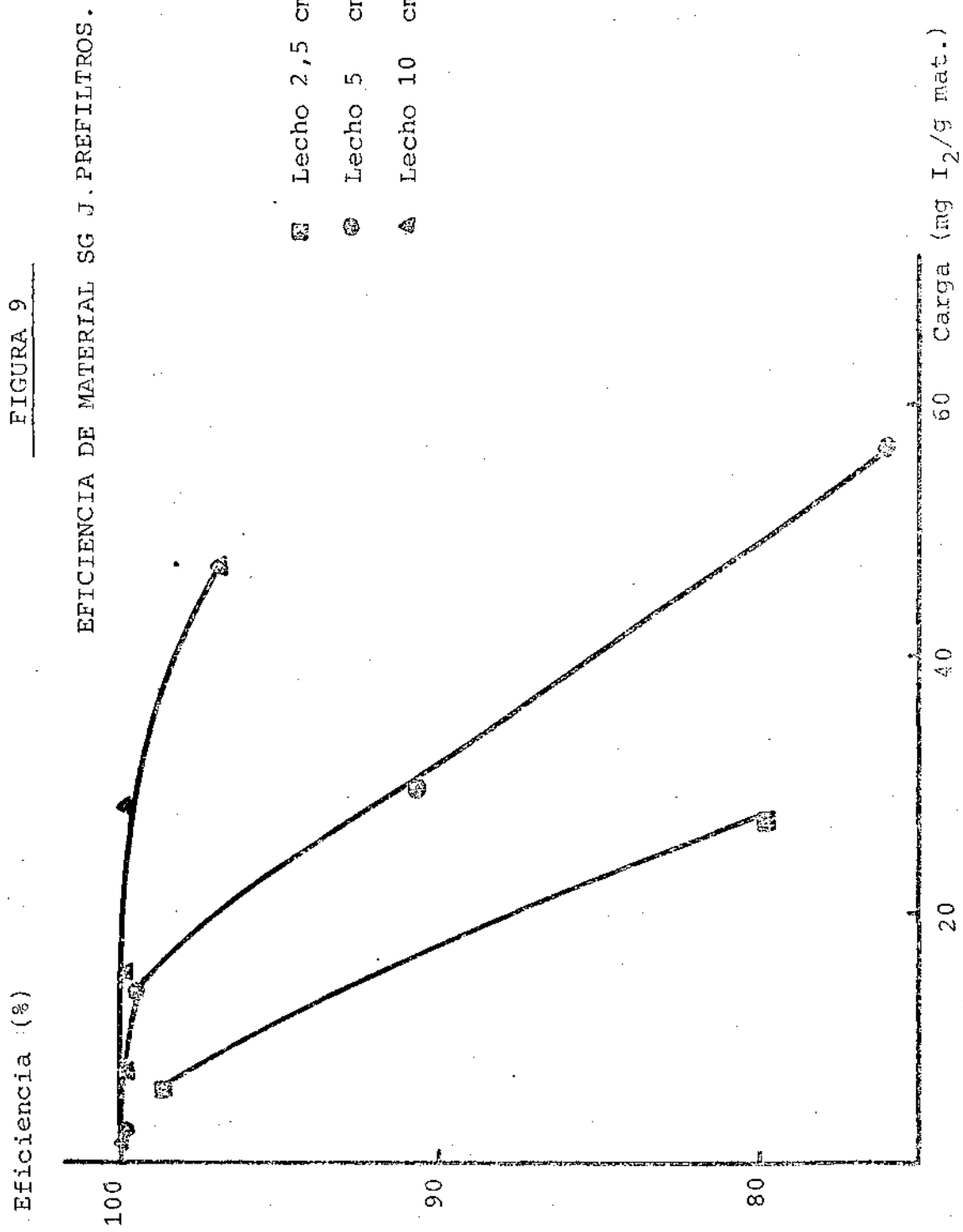
Tabla XI

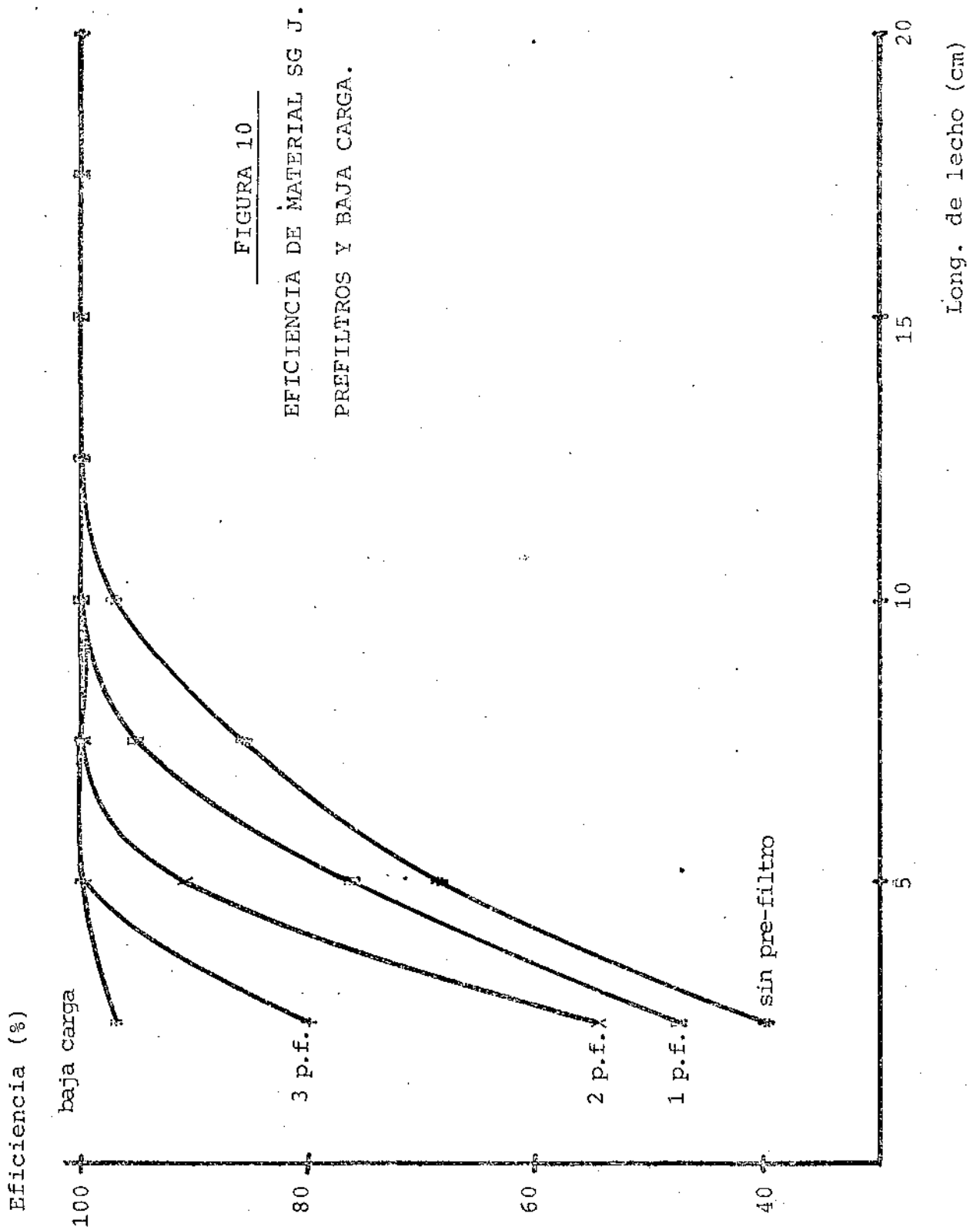
EFICIENCIA MATERIAL SG J

PREFILTROS

Lecho (cm)	Sin Prefiltro		1 P.F.		2 P.F.		3 P.F.		4 P.F.	
	η (%)	carga (C)	η (%)	carga (C)	η (%)	carga (C)	η (%)	carga (C)	η (%)	carga (C)
2,5	39,80	188,54	47,42	113,49	54,43	59,69	79,83	27,19	98,88	5,49
5	68,35	94,27	76,04	56,74	90,81	29,84	99,77	13,60	99,98	2,74
7,5	85,58	62,85	95,17	37,83	99,90	19,90	99,996	9,06	99,99	1,82
10	97,09	47,14	99,95	28,37	99,998	14,92	99,998	6,80	99,997	1,37
12,5	99,97	37,71	99,99	22,70	99,999	11,94	99,999	5,44		
15	99,99	31,42	99,999	18,91	99,9997	9,95				
17,5	99,999	26,93	99,9998	16,21						
20	99,9999	23,57								

(C): mgI_2/g de material





tanto se cambió la proporción de agua para la solución de AgNO_3 . Las nuevas proporciones de materiales resultaron las siguientes: para 100 g de tamiz molecular TM 13X, se requieren 18,9 g de AgNO_3 disueltos en 120 mL de H_2O .

Para el TM 10X20 se mantienen las proporciones anteriores (100 g de sólido, 18,9 g de AgNO_3 y 70 mL de H_2O).

Por último no es necesario tampoco realizar el tamizado final puesto que, como ya se dijo antes, el material no se quiebra al entrar en contacto con agua.

Las etapas del procedimiento fueron:

- a) Impregnación : El tamiz molecular se dejó en contacto con la solución de AgNO_3 por un período de 2 horas con agitación periódica.
Se hizo un ensayo con mayor tiempo de impregnación para la partida TM C, que se mantuvo en contacto con la solución de AgNO_3 durante 20 horas. Como puede apreciarse por los resultados ello no indicó ventajas especiales y por lo tanto fue deshechado.
- b) Secado: Se secó en estufa por un período de 11 horas a 100°C con agitación periódica.

2.2.2. Análisis de los materiales impregnados

Sobre los 2 tipos de tamiz molecular, 13X y 10X20 se realizaron los mismos ensayos que sobre silica gel. Con el tipo 10X20 se preparon 3 partidas: A, B y C.

a) Contenido de Ag

Se ensayó primeramente la extracción de Ag^+ por elución en columna como se hizo para silica gel, pero se obtuvieron resultados anormalmente bajos. Se empleó entonces otro método consistente en:

- Molido del material
- Ataque en medio acuoso con pequeñas porciones de HNO_3 y HF.
- Evaporación a sequedad
- Suspensión del material parcialmente disgregado en agua caliente y valoración de Ag^+ , en el mismo recipiente, con solución de SCNK 0,1 N.

En algunos casos se filtró y lavó el sólido antes de titular.

Los resultados obtenidos son los siguientes:

Material	% Ag
TM 13X	8,68
TM 10X20 A	9,96
TM 10X20 B	10,63
TM 10X20 C	10,74

Los materiales TM A y TM B pertenecen a partidas diferentes de material sometidos a las mismas condiciones de impregnación. El material TM C, de la misma partida que TM B, fue sometido a un tiempo de impregnación más prolongado.

b) Eficiencia y aprovechamiento de Ag

Se siguieron iguales procedimientos que para sílica gel.

En las Tablas XII y XIII se encuentran resultados para los materiales 13X y 10X20 y en las figuras 11 y 12 se ven curvas comparativas para ambos materiales de eficiencia vs carga y longitud de lecho.

El material TM 10X20 (fracción TM-A, por ejemplo) presentó valores de eficiencia algo mayores que el TM 13X, con consiguiente mayor aprovechamiento de Ag.

Esto puede deberse en parte al mayor contenido de AgNO_3 , pero también es resultado de un mejor empaquetamiento del lecho, por la forma esférica del material.

2.3. Zeolita importada

Para comparar con el comportamiento de los materiales desarrollados en el laboratorio se ensayó una Zeolita/Ag de la firma HERFURTH de Hamburgo.

Tabla XII

EFICIENCIAS MATERIALES TM 13X Y TM 10X20 A Y C

TM 13 X TM 10X20 A TM 10X20 C

Lecho (cm)	Exp I		Exp II		Exp III		Exp I		Exp II		Exp I		Exp II		Exp I		Exp II	
	η (%)	carga (C)	η (%)	carga (C)	η (%)	carga (C)	η (%)	carga (C)	η (%)	carga (C)	η (%)	carga (C)	η (%)	carga (C)	η (%)	carga (C)	η (%)	carga (C)
2,5	36,71	126,00	25,54	231,92	43,78	95,04	38,19	163,03	37,67	201,47	33,65	161,57	26,61	238,87				
5	62,65	63,00	46,77	115,96	69,94	47,52	69,56	81,52	64,86	100,73	58,83	80,78	49,75	119,43				
7,5	82,43	42,00	64,98	77,31	86,38	31,68	90,62	54,34	84,96	67,16	78,17	53,86	69,07	79,62				
10	94,57	31,50	78,30	57,98	95,43	23,76	99,19	40,76	96,34	50,37	90,37	40,39	83,77	59,72				
12,5	99,37	25,20	90,12	46,38	98,48	19,01	99,98	32,61	99,62	40,29	96,18	32,31	93,75	47,73				
15	99,98	21,00	96,71	38,65	99,73	15,84	99,99	27,17	99,99	33,58	99,32	26,93	98,82	39,81				
17,5	99,99	18,00	99,54	33,13	99,97	13,58	99,99	23,29	99,99	28,78	99,93	23,08	99,98	34,12				
20	99,99	15,75	99,99	28,99	99,99	11,88	99,99	20,38	99,99	25,18	99,99	20,20	99,99	29,86				

(C): mgI₂/g material.

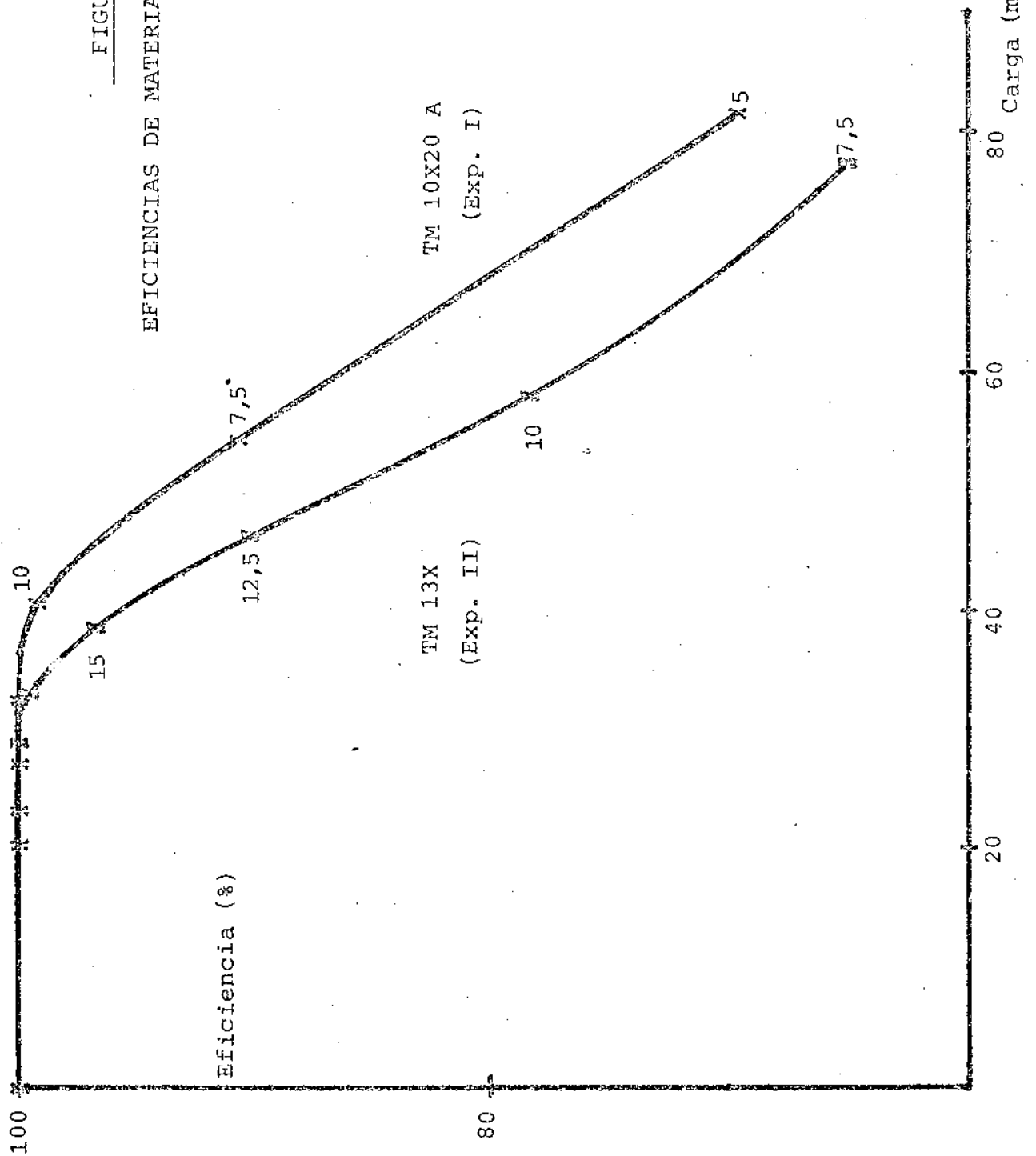
Tabla XIII

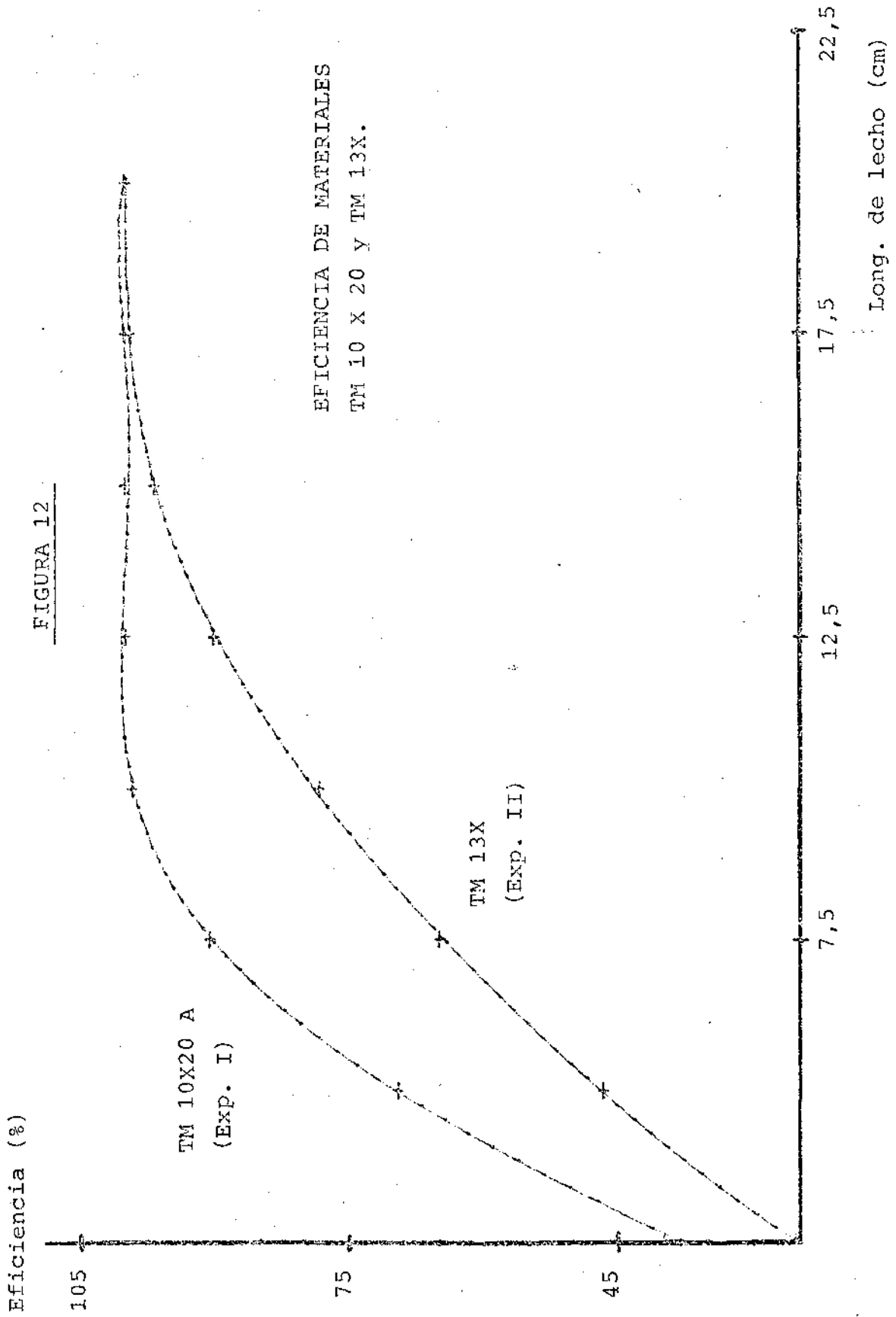
APROVECHAMIENTO DE PLATA (%) MATERIALES TM 13X Y TM 10X20 A Y C

TM 13 X				TM 10X20 A				TM 10X20 C			
Lecho	Exp I	Exp II	Exp III	Exp I	Exp II	Exp I	Exp II	Exp I	Exp II		
2,5	45,30	58,00	40,75	53,13	64,77	43,03	50,31				
5	38,65	53,11	32,55	48,39	55,53	37,61	47,02				
7,5	33,90	49,19	26,80	42,02	48,50	33,32	43,52				
10	29,17	44,46	22,20	34,50	41,25	28,89	39,59				
12,5	24,52	40,93	18,33	27,82	34,12	24,59	35,41				
15	20,56	36,60	15,47	23,18	28,54	21,17	31,14				
17,5	17,62	32,29	13,29	19,87	24,46	18,25	27,00				
20	15,42	28,39	11,63	17,39	21,40	15,99	23,63				

FIGURA 11 a

EFICIENCIAS DE MATERIALES TM 10X20 Y TM 13 X





Este material tiene el mismo aspecto que el tamiz molecular 10X20, es decir, está constituido por esferitas de ~ 1 mm de diámetro. En este caso la compactación de los lechos es también reproducible. Se lo identificó en lo que sigue como HFM. Para este material se realizaron los mismos estudios que para los anteriores.

a) Contenido de plata

Fracción	% Ag
1	11,63
2	11,76

Promedio: 11,70

Desviación estándar: 0,09

b) Estudio de eficiencias

Los datos de eficiencia y carga se encuentran tabulados en la Tabla XIV.

c) Aprovechamiento de plata

En la Tabla XIV se encuentran estos datos para el material HFM.

En las Fig. 13 y 14 pueden verse curvas comparativas de eficiencia vs carga y longitud de lecho, para la Zeolita importada, junto con otros dos tipos de materiales obtenidos por nosotros, sílica gel (SG I) y tamiz molecular (TM A).

En la Tabla XV se encuentran los datos de aprovechamiento de plata vs longitud del lecho para esos materiales.

El contenido de Ag de este material es mayor que el de todos los obtenidos en nuestro laboratorio y ha sido demostrado que se obtiene así mayor eficiencia.

Los valores de eficiencia encontrados son altos, alcanzándose aún con cargas altas, valores superiores a 99,9 ya con largos de lecho de 12,5 mm.

Tabla XIV

EFICIENCIA MATERIAL HFM

Lecho (cm)	Exp I		Exp II		Exp III	
	η (%)	carga (C)	η (%)	carga (C)	η (%)	carga (C)
2,5	41,35	281,48	60,20	184,92	40,09	275,16
5	72,56	140,74	89,54	74,46	69,31	137,58
7,5	91,45	93,83	97,73	49,64	89,89	91,72
10	98,52	70,37	99,26	37,23	99,08	68,79
12,5	99,87	56,30	99,93	29,78	99,99	55,03
15	99,99	46,91	99,99	24,82	99,999	45,86
17,5	99,999	40,21	99,999	21,27	99,999	39,31
20	99,999	35,19	99,999	18,62	99,999	34,40

(C): $\text{mgI}_2/\text{g mat.}$

Tabla XV

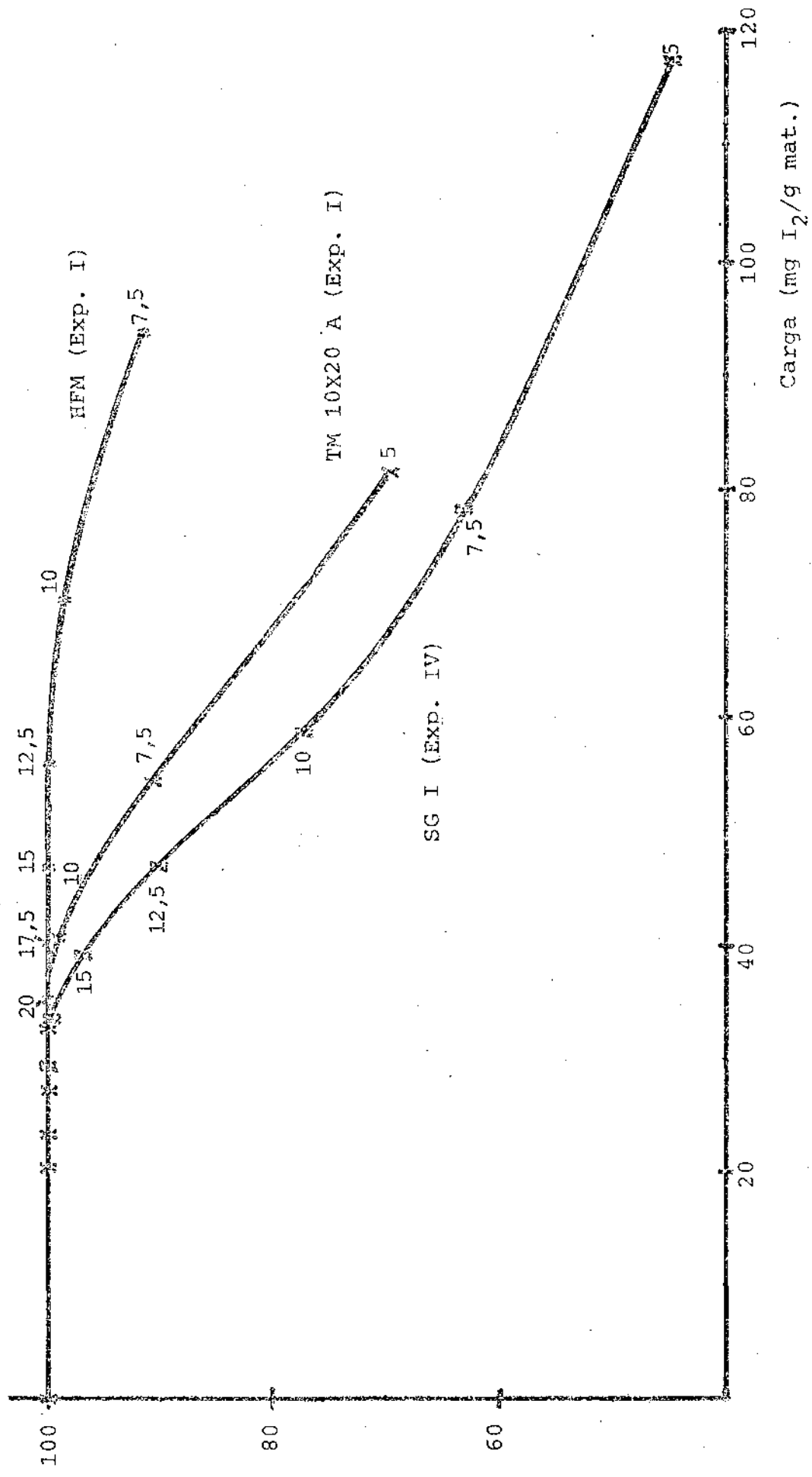
APROVECHAMIENTO DE Ag (%) MATERIAL HFM

Lecho (cm)	Exp I	Exp II	Exp III
2,5	84,56	80,87	80,14
5	74,19	48,44	69,28
7,5	62,34	35,24	59,90
10	50,37	26,85	49,52
12,5	40,85	21,62	39,98
15	34,08	10,03	33,31
17	29,21	15,45	28,56
20	25,56	15,53	24,99

FIGURA 13

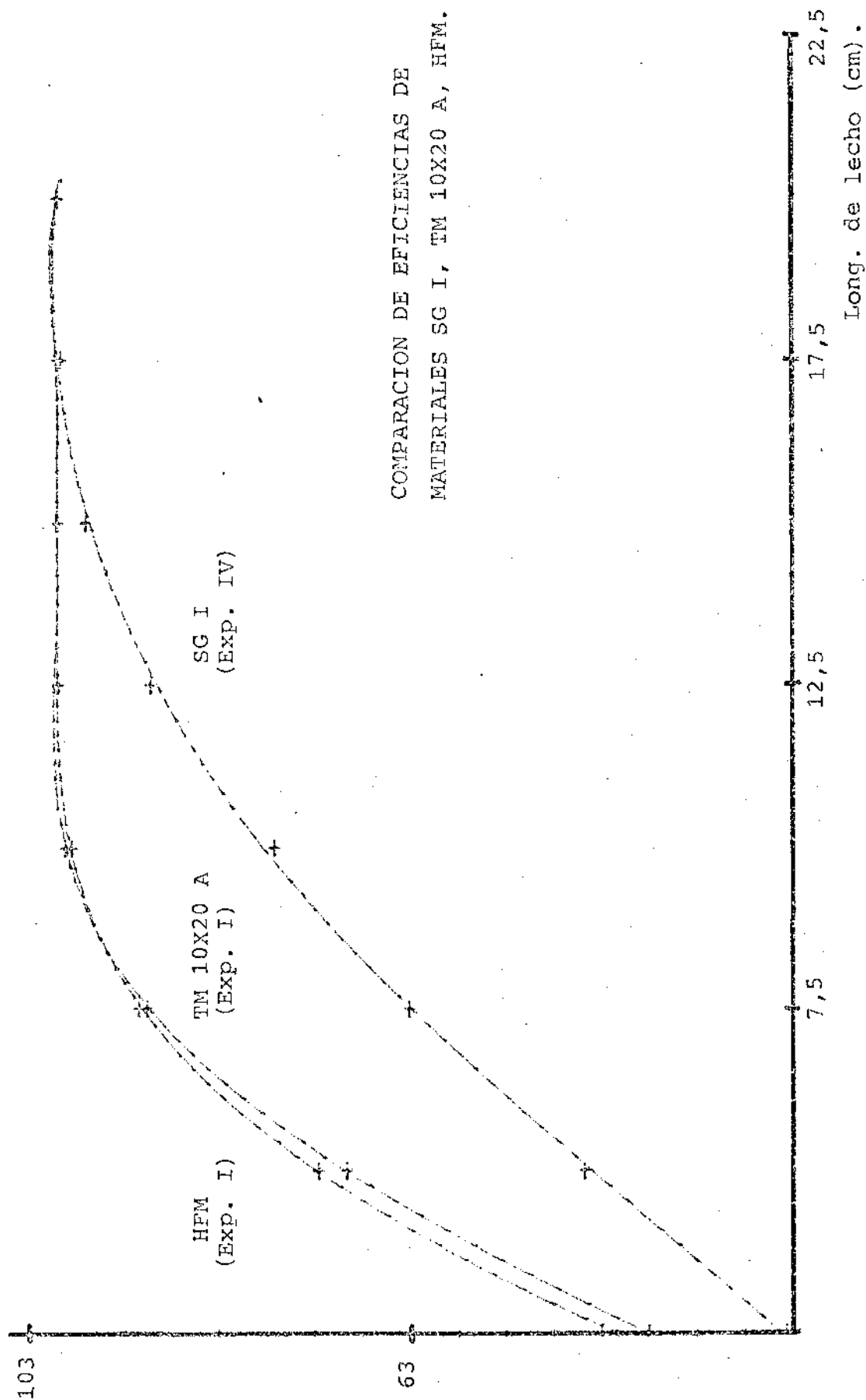
Eficiencia (%)

COMPARACION DE EFICIENCIAS DE MATERIALES SG I, TM 10X20 A Y HFM



Eficiencia (%)

FIGURA 14



2.4. Superficie específica

Fueron determinadas según el método BET, por la Gerencia de Desarrollo, Laboratorio de Controles Físico-Químico Ceramográficos.

Se realizaron determinaciones para sílica gel de diferente granulometría y sílicas de una misma granulometría, impregnadas y sin impregnar, tamiz molecular de ambos tipos y Zeolita (HFM).

En la siguiente tabla se pueden ver los datos de superficie para dos materiales sin impregnar de granulometría diferente:

Silica	Superficie (m ² / g)
Malla 10-18 (I)	413 $\pm$ 21
Malla 16-25 (J)	459 $\pm$ 23

Con el material de granulometría más pequeña (SG J) se comprobó la influencia de la impregnación sobre la superficie del material:

Silica	Superficie (m ² / g)
J sin impreg.	459 $\pm$ 23
J impreg.	291 $\pm$ 15

Los datos correspondientes a la Zeolita importada son:

Material	Superficie (m ² / g)
HFM	60 $\pm$ 3

Se determinó la superficie de ambos tipos de tamiz molecular

Material	Superficie (m ² / g)
13 X	298 ± 30
10X20	322 ± 32

Con el tamiz molecular 10X20 se comprobó el efecto de la impregnación sobre la superficie.

Material 10X20	Superficie (m ² / g)
s/impregnar	322 ± 32
impregnado	197 ± 20

Se confirma la disminución importante (36-38%) de la superficie específica después de la impregnación, tanto para la sílica gel como para tamices moleculares.

La diferencia de los tamices moleculares 13X y 10X20 entre sí es de pequeña magnitud, pero de estos con la sílica gel es en cambio más significativa y en un sentido contrario a la diferencia de eficiencias.

Se deduce por lo tanto, que la mayor eficiencia de los tamices moleculares no se debe a una mayor superficie específica, observándose precisamente lo contrario.

Finalmente, el menor valor de superficie se observó para la Zeolita HFM, que posee la mayor eficiencia.

2.5. Resistencia al flujo de gas

Se determinó para los distintos materiales empleados con un dispositivo que consistía en un cilindro de aire comprimido, conectado en serie a un medidor de caudal, (flotámetro), un manómetro de Hg en U, de rama abierta y los lechos en estudio, en

ese orden. Se efectuaron estudios en función del caudal de aire y de la longitud de lecho.

Se especifica a continuación el diámetro de lecho y granulometría para cada material ensayado:

SG H	11,0 mm	irregular, ASTM 10-18
SG J'	11,8 mm	" 16-25
TM 13X	11,8 mm	cilindros 1 x 6 mm largo
TM 10X20	11,0 mm	esferas 2 mm de diámetro
HFM	11,0	esferas 1 mm de diámetro

En la siguiente tabla se encuentran los valores de presión en mm de Hg, para cada material variando el caudal de aire, para una longitud de lecho de 25 cm.

Los datos de P (mm) que aparecen en las tablas de variación de caudal y longitud de lecho, son promedios de tres determinaciones en cada caso cambiando la compactación del material del lecho para independizar el dato de pérdida de carga de un fenómeno aleatorio como es la compactación del material.

Material Caudal (l/min)	SG H	SG J'	TM 13X	TM 10X20	HFM
1	6,7	9,7	1,0	2,7	4,3
2	19,3	33,5	5,0	10,3	12,9
3	38,7	60,8	10,8	19,3	21,3
4	57,8	92,5	17,8	29,5	33,7
5	83,5	122	24,3	41,7	51,5

En la figura 15 se pueden ver las curvas para los distintos materiales.

Resistencia al flujo de gas (Pmm Hg)

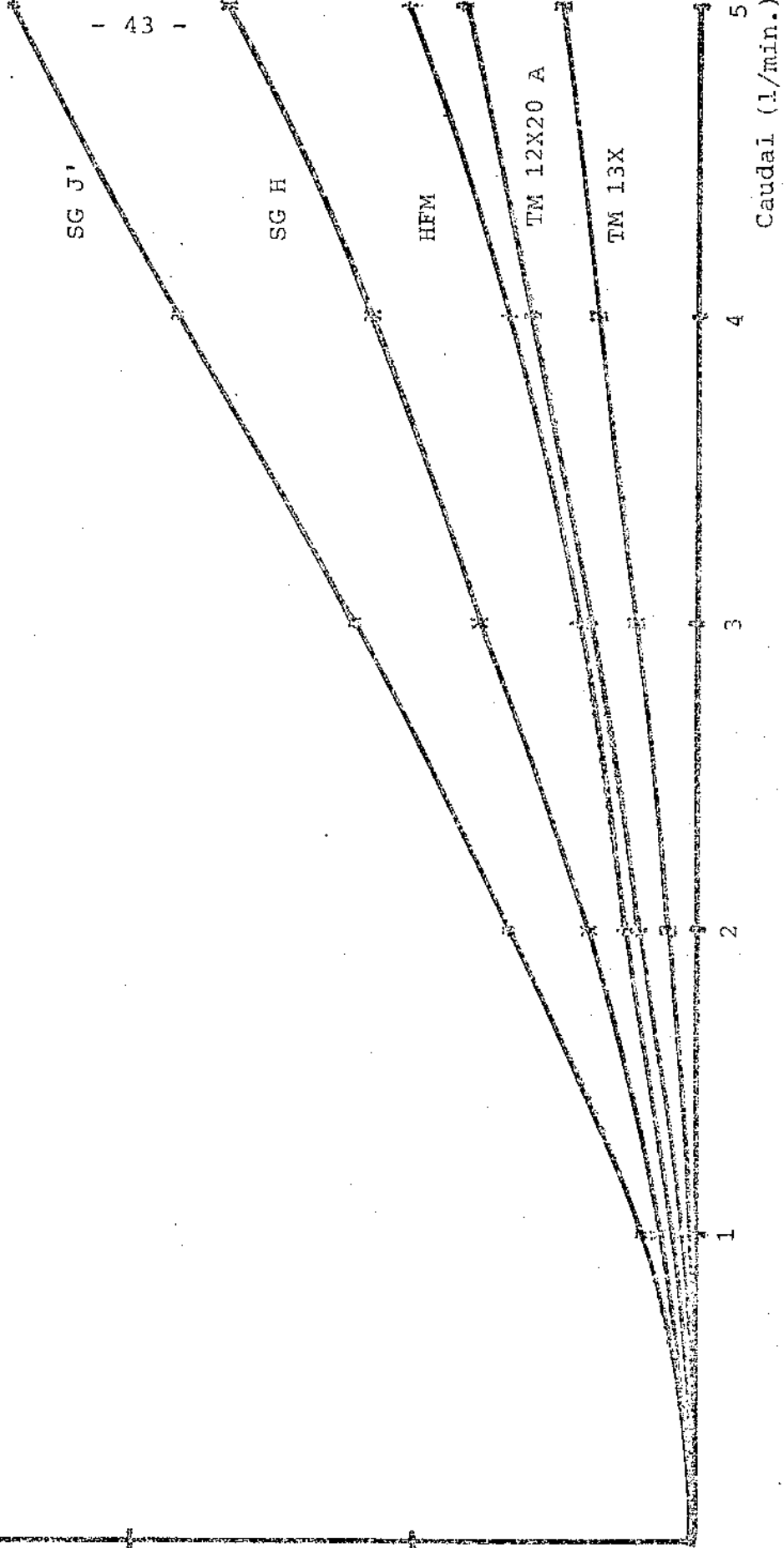
150

100

50

FIGURA 15

RESISTENCIA AL FLUJO DE GAS VS. CAUDAL



En la tabla siguiente pueden verse los datos de P (mm Hg) para un caudal fijo en 2 L/min variando la longitud del lecho en estudio.

Material Long. de lecho (cm)	SG H	SG J'	TM 13X	TM 10X20	HFM
25	20,2	32,8	5,0	10,2	13
20	12,0	24,8	3,3	7,5	9,7
15	6,3	15,8	2,7	5,3	6,7
10	4,2	8,8	1,5	3,0	4,2

Estos datos se encuentran graficados en la figura 16

El material con menor resistencia es el tamiz molecular en forma de cilindros alargados, que forman un lecho más abierto, aunque más irregular y con mayor posibilidad de canalización que otros tamices esféricos.

La sílica gel por su variedad de tamaño y forma de grano alcanza un empaquetamiento más compacto y presenta las mayores resistencias, en mayor grado la de menor granulometría.

Si se exceptúa SG J', para los largos de lecho que podrían requerirse (15-20 cm) las caídas de presión, son bajas (3-12 mm de Hg).

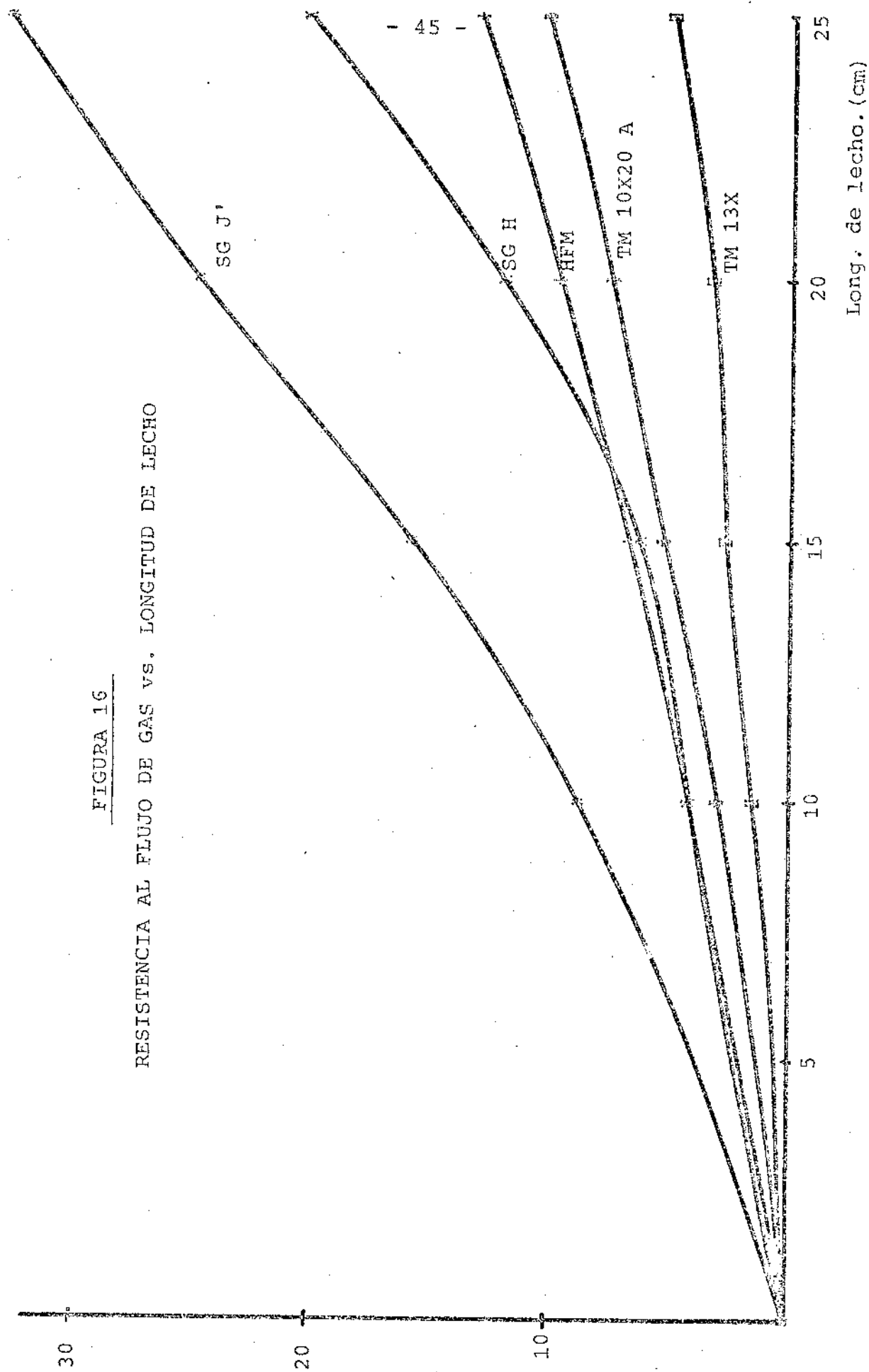
2.6. Influencia de la temperatura en los lechos

A pesar de que los datos bibliográficos indican una temperatura óptima de operación de 150°C, como hasta el momento no se ha establecido el calentamiento de los filtros en planta a esa temperatura, surgió la necesidad de ensayar los materiales desarrollados a temperaturas menores.

Resistencia al flujo de gas (P mm Hg)

FIGURA 16

RESISTENCIA AL FLUJO DE GAS vs. LONGITUD DE LECHO



El ámbito de temperaturas utilizado en estas experiencias fue de 50-150°C.

Para estudiar el efecto de temperatura se preparó una nueva partida de silica gel (SG K) según el mismo método de impregnación directa. Se estudió también este efecto sobre el tamiz molecular utilizándose para ello la partida B (TM B).

Los resultados obtenidos para SG K a las temperaturas de 150, 100 y 50°C se resumen en las tablas XVI, XVII y en las figuras 17. y 18. Los mismos valores de temperatura se usaron para TM B viéndose los resultados en las tablas XVIII y XIX y en las figuras 19 y 20.

Tanto para silica gel como para tamiz molecular se obtuvieron mayores eficiencias y por lo tanto mayor aprovechamiento de Ag para una dada longitud, operando el lecho a menor temperatura (50° ó 100°C) que la aceptada a partir de la bibliografía.

Se debe notar, que se mantuvo constante el % de humedad a la entrada, de manera que a las experiencias a menor temperatura correspondía mayor % de humedad dentro del lecho. Si no existen sistemas de regulación de humedad antes de los filtros estas experiencias se asemejan más a la realidad y por lo tanto las conclusiones serían válidas.

Se observó que cuando el lecho se opera a 50° lo que corresponde a cerca de 100% de humedad, el material parece humedecido y con tendencia a agruparse o adherirse, dificultando su manipulación.

2.7. Comportamiento del material parcialmente usado

Se comparó en el caso de tamiz molecular, la eficiencia de un material original (TM 10X20 B) con el mismo cuyo contenido en AgNO_3 fue parcialmente ($\sim 50\%$) reducido por tratamiento con yodo. Para obtener este último material se hizo circular la cantidad calculada de I_2 , (sin marcar con ^{131}I) generado como para las experiencias de eficiencias a partir de IK, arrastrado por una corriente de aire, a través del sólido en un balón giratorio.

Tabla XVI

EFICIENCIA MATERIAL SG K
INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA

Lecho (cm)	150 °C						100 °C						50 °C					
	Exp I		Exp II		Exp III		Exp I		Exp II		Exp III		Exp I		Exp II		Exp III	
	η (%)	carga (C)	η (%)	carga (C)	η (%)	carga (C)	η (%)	carga (C)	η (%)	carga (C)	η (%)	carga (C)	η (%)	carga (C)	η (%)	carga (C)	η (%)	carga (C)
2,5	31,37	164,33	32,63	192,33	64,88	104,43	35,14	236,63	36,03	209,60	32,39	219,07	38,64	224,47	38,64	224,47	38,64	224,47
5	59,98	82,17	62,31	96,17	97,95	52,22	69,97	118,32	76,65	104,80	54,38	109,53	82,96	112,23	82,96	112,23	82,96	112,23
7,5	83,31	54,78	84,27	64,11	99,83	34,81	90,90	78,88	96,87	69,87	72,52	73,02	99,69	74,82	99,69	74,82	99,69	74,82
10	97,26	41,08	97,14	48,08	99,89	26,11	99,67	59,16	99,81	52,40	87,39	54,77	99,78	56,12	99,78	56,12	99,78	56,12
12,5	99,90	32,87	99,92	38,47	99,92	20,89	99,94	47,33	99,90	41,92	96,75	43,81	99,85	44,89	99,85	44,89	99,85	44,89
15	99,95	27,39	99,96	32,06	99,96	17,41	99,97	39,44	99,95	34,93	99,95	36,51	99,92	37,41	99,92	37,41	99,92	37,41
17,5	99,99	23,48	99,98	27,48	99,99	14,92	99,99	33,80	99,98	29,94	99,97	31,30	99,96	32,07	99,96	32,07	99,96	32,07
20	99,99	20,54	99,99	24,04	99,99	13,05	99,99	29,53	99,99	26,20	99,99	27,38	99,99	28,06	99,99	28,06	99,99	28,06

(C) : $\text{mgI}_2/\text{g mat.}$

Tabla XVII

APROVECHAMIENTO DE PLATA MATERIAL SG K
INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA

Lecho (cm)	150°C			100°C			50°C	
	Exp I	Exp II	Exp III	Exp I	Exp II	Exp III	Exp I	Exp II
2,5	37,45	45,59	49,22	60,41	54,86	51,55	63,01	
5	35,81	43,53	37,16	60,15	58,36	43,27	67,64	
7,5	33,16	39,25	25,25	52,09	49,17	38,47	54,19	
10	29,03	33,93	18,95	42,84	38,00	34,77	40,68	
12,5	23,86	27,93	15,16	34,36	30,42	30,79	32,56	
15	19,89	23,28	12,64	28,64	25,36	26,51	27,16	
17,5	17,06	19,96	10,84	24,55	21,75	22,73	23,29	
20	14,92	17,46	9,48	21,49	19,03	19,89	20,38	

Tabla XVIII

EFICIENCIA MATERIAL EN INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA

L e c h o	150°C						100°C						50°C					
	Exp I		Exp II		Exp III		Exp I		Exp II		Exp III		Exp I		Exp II		Exp III	
	η (%)	carga (C)	η (%)	carga (C)	η (%)	carga (C)	η (%)	carga (C)	η (%)	carga (C)	η (%)	carga (C)	η (%)	carga (C)	η (%)	carga (C)	η (%)	carga (C)
2,5	31,08	201,59	32,70	204,63	31,97	197,10	30,88	227,0	36,72	172,87	32,22	163,83	46,74	225,03	39,10	236,67		
5	57,39	100,80	57,41	102,32	58,03	98,55	55,05	113,33	64,06	86,43	81,26	81,92	76,02	112,52	70,03	117,33		
7,5	77,55	67,20	77,22	68,21	78,27	65,70	74,44	75,69	82,82	57,62	94,08	54,61	90,82	75,01	88,68	78,22		
10	91,52	50,40	90,76	51,16	91,72	49,28	88,91	56,77	93,34	63,22	97,49	40,96	97,16	56,28	97,23	58,67		
12,5	98,30	40,32	97,96	40,93	98,49	39,42	97,00	45,41	93,17	34,57	99,51	32,77	99,14	45,01	99,64	46,93		
15	99,88	33,60	99,89	34,11	99,95	32,85	99,74	37,84	99,54	28,81	99,93	27,31	99,55	37,51	99,99	39,11		
17,5	99,99	28,80	99,99	29,23	99,99	28,16	99,99	32,44	99,98	24,70	99,99	23,40	99,99	32,15	99,99	33,52		
20	99,99	25,20	99,99	25,58	99,99	24,66	99,99	28,38	99,99	21,61	99,99	20,48	99,99	28,13	99,99	29,33		

(C): $\text{mgI}_2/\text{g mat.}$

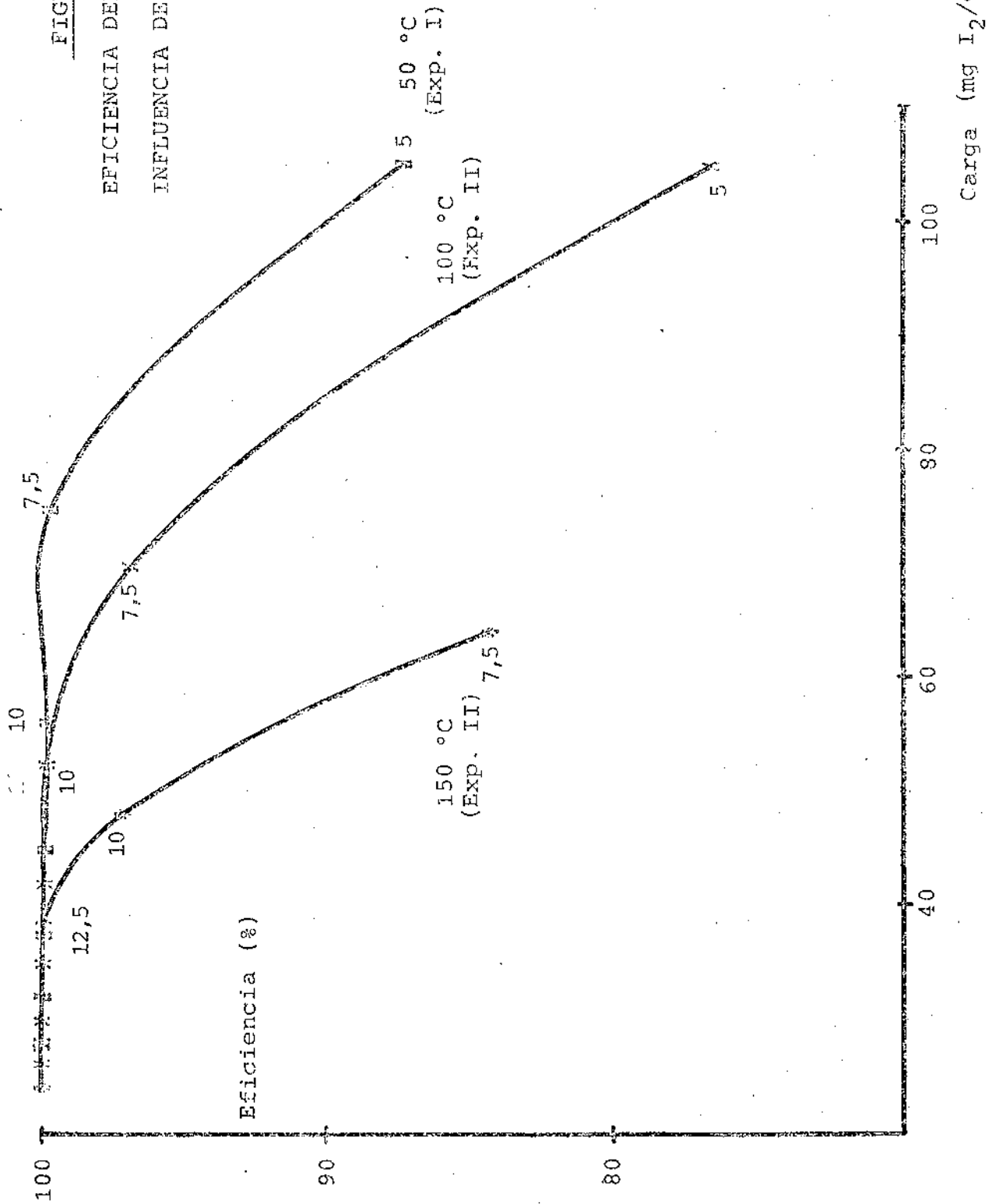
Tabla XIX

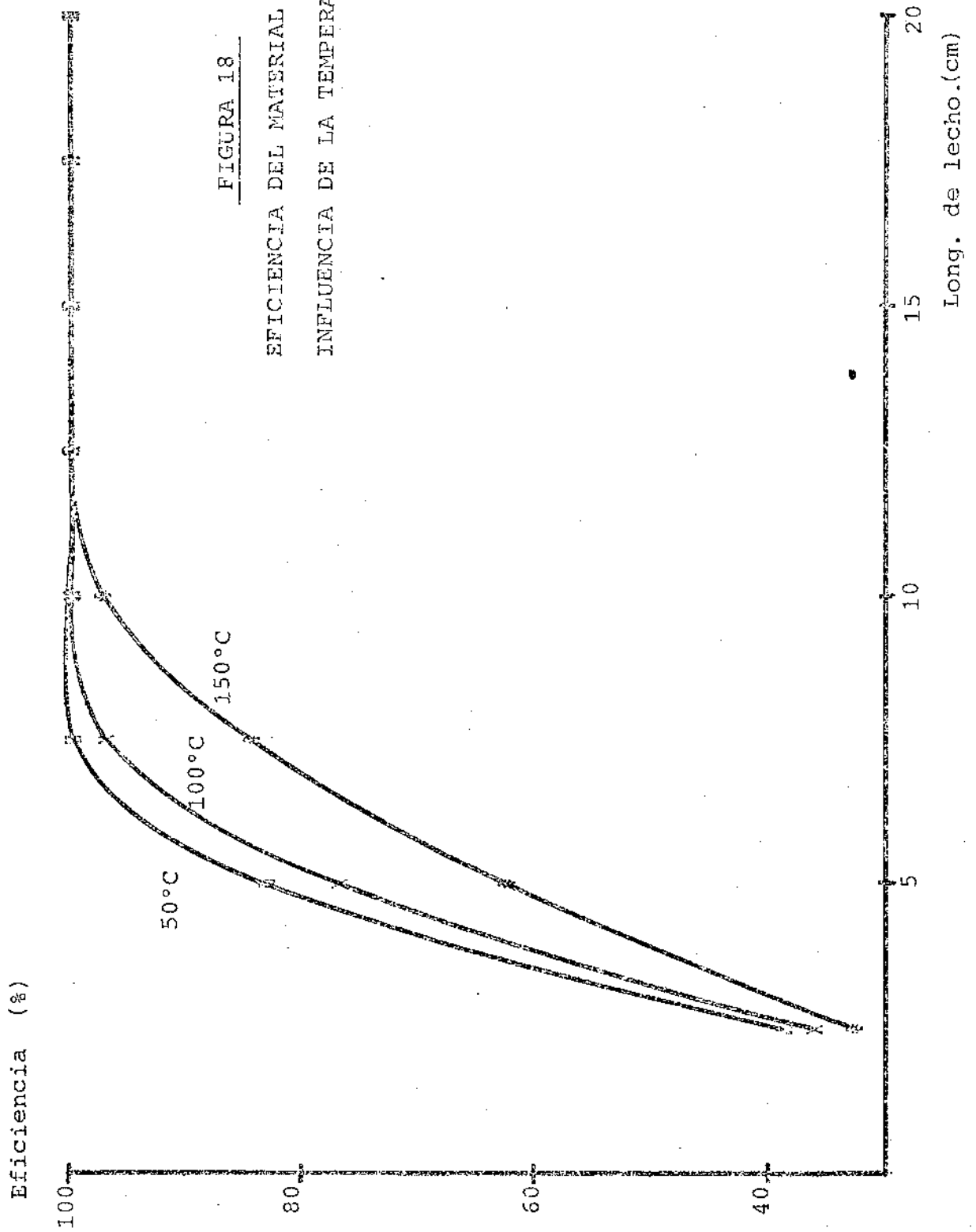
APROVECHAMIENTO DE PLATA (%) MATERIAL TM 10X20 B INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA

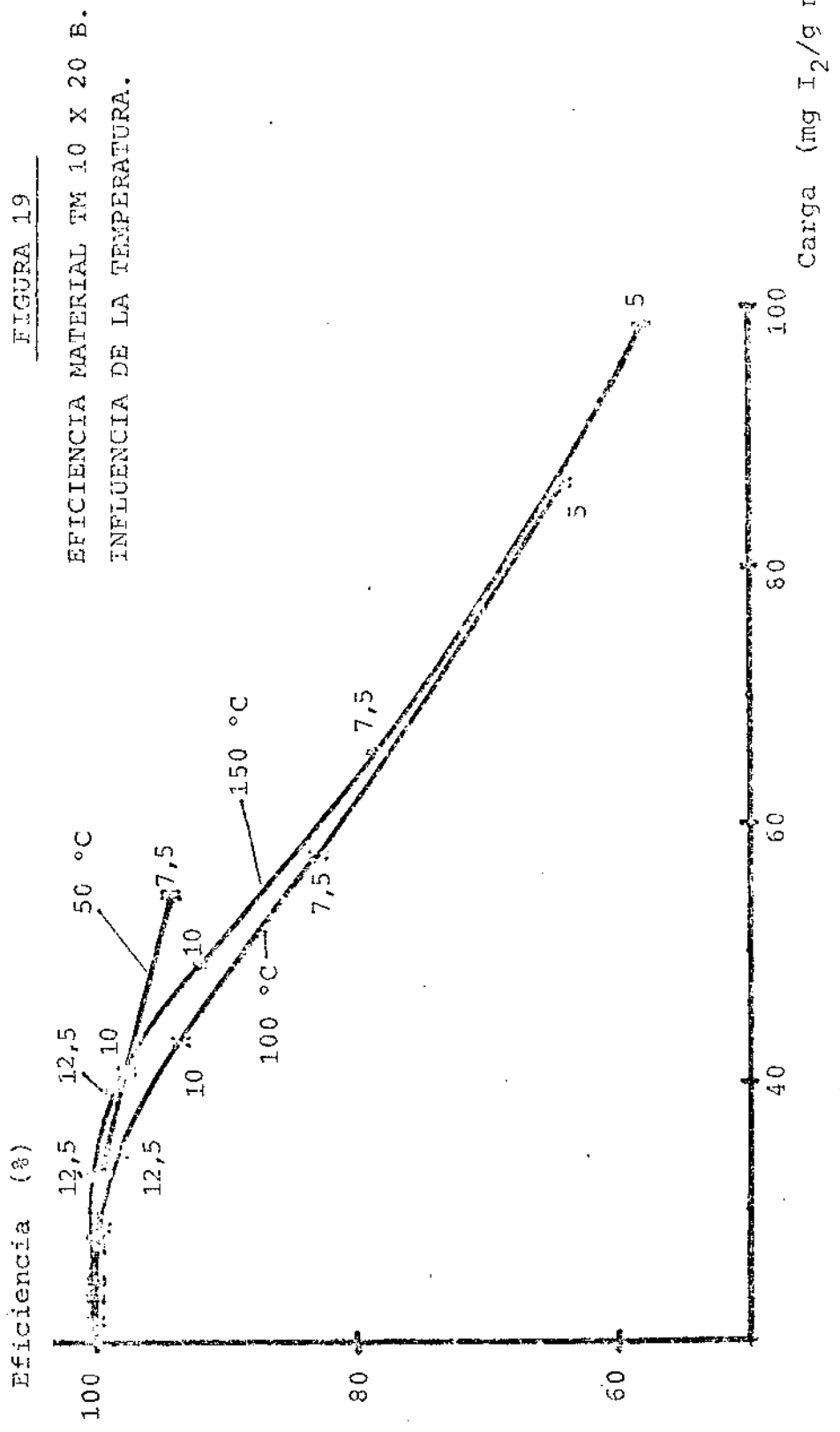
Lecho (cm)	150°C			100°C			50°C		
	Exp I	Exp II	Exp III	Exp I	Exp II		Exp I	Exp II	Exp III
2,5	50,10	53,51	50,39	70,10	63,48		85,55	101,13	91,76
5	46,26	46,97	45,73	62,39	53,37		66,57	85,54	82,17
7,5	41,67	42,12	41,12	56,34	47,72		51,38	68,12	69,37
10	36,88	37,13	36,14	50,47	40,34		39,93	54,68	57,04
12,5	31,69	32,06	31,05	44,05	33,94		32,61	44,62	46,76
15	26,84	27,25	26,25	37,74	28,68		27,29	37,34	39,11
17,5	23,03	23,37	22,52	32,44	24,70		23,40	32,15	33,52
20	20,15	20,45	19,70	28,38	21,61		20,48	28,13	29,33

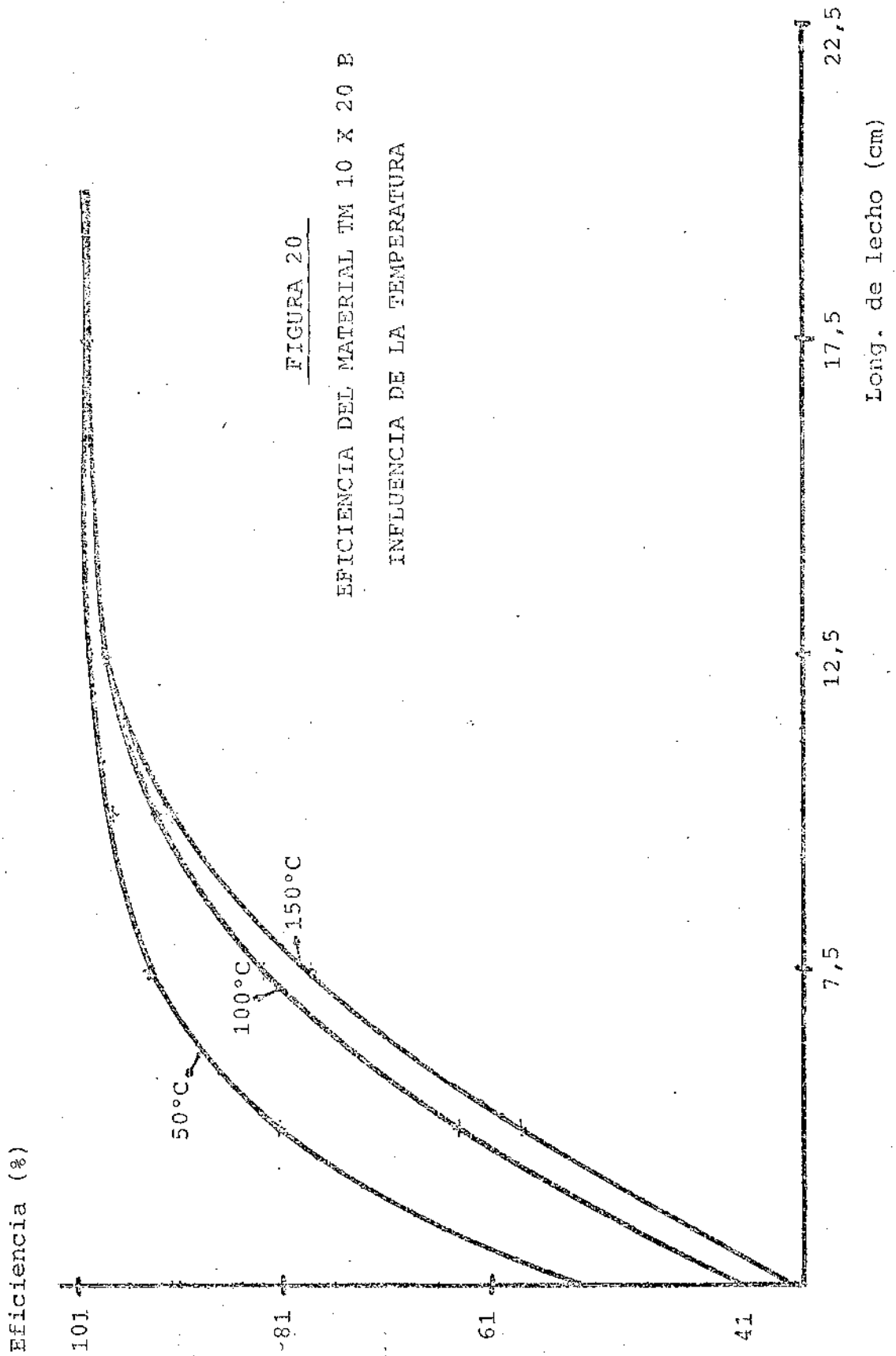
FIGURA 17

EFICIENCIA DEL MATERIAL SG K
INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA







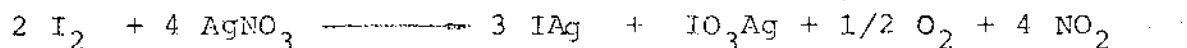


Los valores obtenidos de eficiencia se encuentran en la primera parte de las Tablas XX y XXI (TM B sin NO₂), donde se observa como era de suponer, una disminución de eficiencia para el material parcialmente usado.

Esa disminución permite, sin embargo, llegar a valores aceptables con lechos largos y cargas bajas.

2.8. Efectos de óxidos de nitrógeno

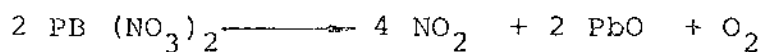
Según la bibliografía (1, pág. 7) la presencia de NO₂, cuando acompaña al NO u otros contaminantes reductores, mejora la eficiencia produciendo un efecto regenerador. La presencia de NO₂ solo, de acuerdo a la reacción de absorción:



debería reducir la eficiencia. Sin embargo, ello no fue detectado en ensayos de retención de I₂, sino en el caso de ICH₃ (donde no debería generarse NO₂).

Se decidió por lo tanto verificar experimentalmente el efecto sobre la eficiencia de NO₂ en el aire portador, en el caso de muestras materiales absorbentes.

Para ello se intercaló una entrada de NO₂ entre el generador de I₂ y los lechos absorbentes. El NO₂ se obtuvo por calentamiento de Pb (NO₃)₂:



Se colocaron en un tubo de vidrio Pyrex o cuarzo, 20 g de Pb (NO₃)₂ (calculado para producir 4 l (PTN) de NO₂, o sea para alcanzar una concentración promedio de 2,5 % v/v en aire a lo largo de los 60 minutos de la experiencia). Se calentó cuidadosamente con mechero procurando mantener una descomposición constante y completa.

Se ensayó material original, TM B, así como el mismo con aproximadamente 50% de su contenido en Ag^+ , previamente consumida por absorción de I_2 .

Los resultados se muestran en las Tablas XX, XXI y XXII y en las Fig. 21 y 22, donde se observa en todos los casos una evidente disminución de eficiencia por efecto del NO_2 .

Se debe notar que el método de generación de NO_2 usado no asegura una concentración uniforme y por consiguiente en algunos momentos puede haberse superado el valor elegido de 2,5%.

Se confirma de esta manera que las referencias bibliográficas deben interpretarse más bien como un efecto de regeneración o neutralización del envenenamiento del relleno, que como un aumento de eficiencia.

Experiencias similares se realizaron agregando NO al aire portador. Este compuesto fue obtenido por reacción de $\text{Cu} + \text{HNO}_3$ 50%, en frío y en ausencia de oxígeno o bien se utilizó el material de pureza 99 %, provisto en cilindros, (Matheson, USA).

El NO generado con HNO_3 contenía una pequeña cantidad de NO_2 , especialmente al principio de la reacción.

En ambos casos se evitó su oxidación antes de entrar al lecho, purgando el generador y/o conexiones con N_2 , pero al mezclarse con la corriente de aire, se produjo de inmediato NO_2 , fácilmente detectable por su color rojizo. Por lo tanto siempre llegó al lecho, en el mejor de los casos, NO con una cierta cantidad de NO_2 , que estimamos como mucho menor que en las otras experiencias.

En otra serie de determinaciones se introdujo directamente una mezcla de NO y NO_2 , obtenida también con $\text{Cu} + \text{HNO}_3$ en presencia de aire y en caliente. En este caso la proporción de NO_2 respecto de NO fue mayor que en las determinaciones con NO "puro".

También se ensayó con dichas mezclas de NO/NO_2 , un material parcialmente agotado.

Tabla XX

EFICIENCIA MATERIAL TMB EPECTO DE NO₂

Sin NO₂ Con NO₂

Exp I		Exp II		Exp III		Lecho (cm)	Exp I		Exp II		Exp III	
η (%)	carga (C)	η (%)	carga (C)	η (%)	carga (C)		η (%)	carga (C)	η (%)	carga (C)	η (%)	carga (C)
31,08	201,59	32,70	204,63	31,97	197,10	2,5	18,43	259,37	19,25	237,5	18,76	225,29
57,39	100,80	57,41	102,32	58,03	98,55	5	34,82	129,68	35,86	118,75	35,79	112,64
77,55	67,20	77,22	68,21	78,27	65,70	7,5	49,18	86,46	51,18	79,16	51,10	75,10
91,52	50,40	90,76	51,16	91,72	49,28	10	62,22	64,84	64,48	59,37	65,92	56,32
98,30	40,32	97,96	40,93	98,49	39,42	12,5	73,81	51,87	76,36	47,50	76,61	45,06
99,88	33,60	99,89	34,11	99,95	32,85	15	83,35	43,23	85,93	39,58	86,31	37,55
99,99	28,80	99,99	29,23	99,99	28,16	17,5	90,76	37,05	93,27	33,92	93,47	32,18
99,99	25,20	99,99	25,58	99,99	24,64	20	95,95	32,42	97,73	29,68	97,93	28,16

(C): mgI₂/g material.

Tabla XXI

EFICIENCIA TM 10X20 B/50% INFLUENCIA NO₂

Sin NO₂

Con NO₂

Exp I		Exp II		Lecho (cm)	Exp III		Exp I		Exp II		Exp III	
n (%)	carga (C)	n (%)	carga (C)		n (%)	carga (C)	n (%)	carga (C)	n (%)	carga (C)	n (%)	carga (C)
26,62	283,88	24,24	290,90	2,5	27,92	272,27	25,91	263,10	23,39	241,60	25,11	154,53
48,09	141,94	46,73	145,45	5	51,71	136,13	43,77	131,55	42,23	120,80	46,01	77,27
66,42	94,63	65,96	96,97	7,5	70,94	90,76	58,01	87,70	58,61	80,53	62,96	51,51
80,85	70,97	80,87	72,73	10	86,04	68,07	69,67	65,78	71,85	60,40	76,88	38,63
91,35	56,78	91,59	58,18	12,5	95,32	54,45	79,47	52,62	82,53	48,32	87,42	30,91
97,29	47,31	97,35	48,48	15	99,09	45,38	88,22	43,85	90,67	40,27	94,63	25,76
99,47	40,55	99,52	41,56	17,5	99,73	38,90	94,02	37,59	96,04	34,51	98,55	22,08
99,85	35,48	99,83	36,36	20	99,85	34,03	97,76	32,89	98,97	30,20	99,94	19,32

(C): mgL₂/g mat.

Tabla XXII

APROVECHAMIENTO DE PLATA (%). MATERIAL TM 10X20 B. INFLUENCIA NO₂

Sin NO ₂				Con NO ₂		
Lecho (cm)	Exp I	Exp II	Exp III	Exp I	Exp II	Exp III
2,5	50,10	53,51	50,39	47,80	45,72	42,26
5	46,26	46,97	45,73	45,15	42,58	40,31
7,5	41,67	42,12	41,12	42,52	40,51	38,38
10	36,88	37,13	36,14	40,34	38,28	37,13
12,5	31,69	32,06	31,05	38,29	36,27	34,52
15	26,84	27,25	26,25	36,03	34,01	32,41
17,5	23,03	23,37	22,52	33,63	31,64	30,08
20	20,15	20,45	19,70	31,11	29,01	27,58

FIGURA 21

EFICIENCIA MATERIAL TN 10 X 20 B. INFLUENCIA NO₂

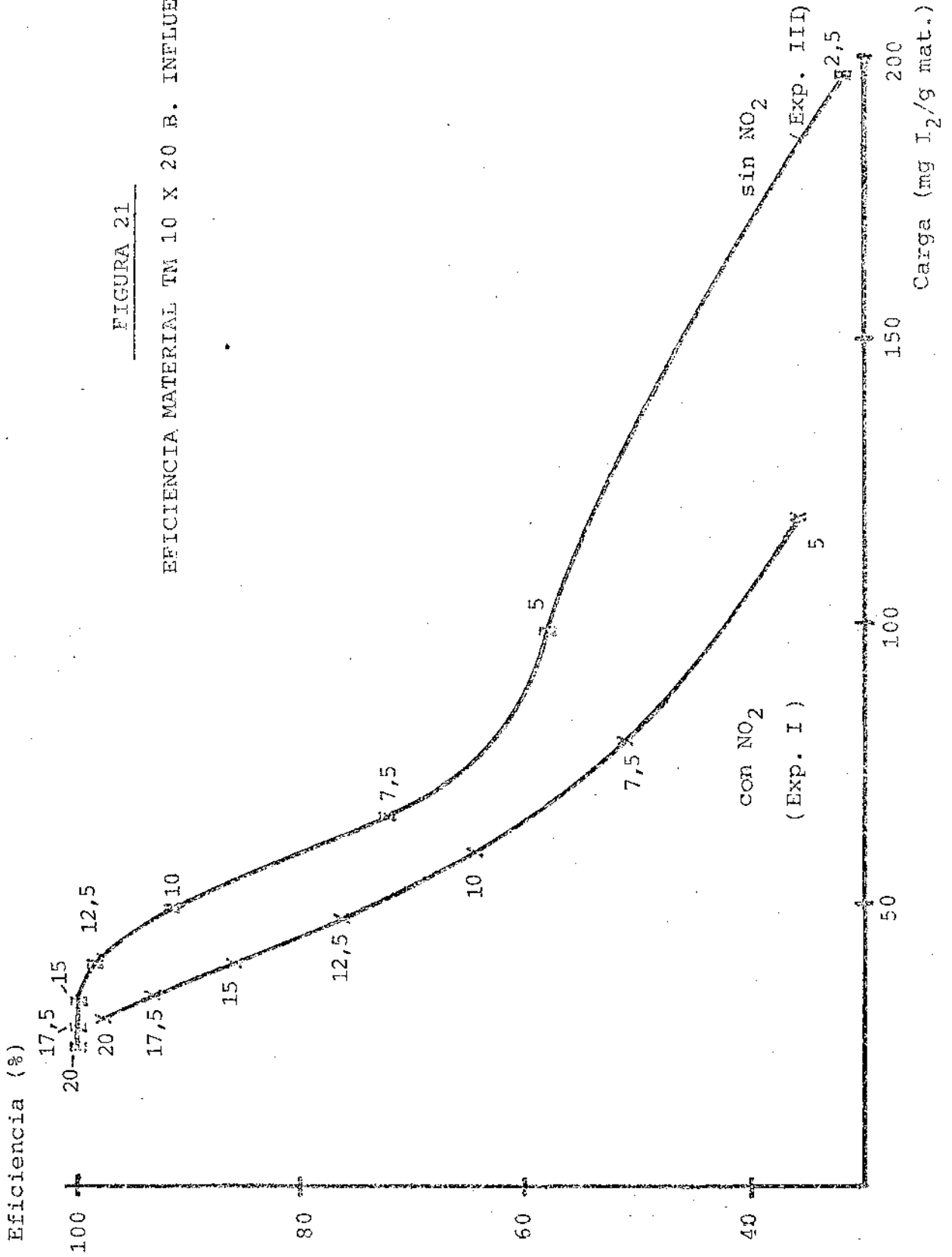
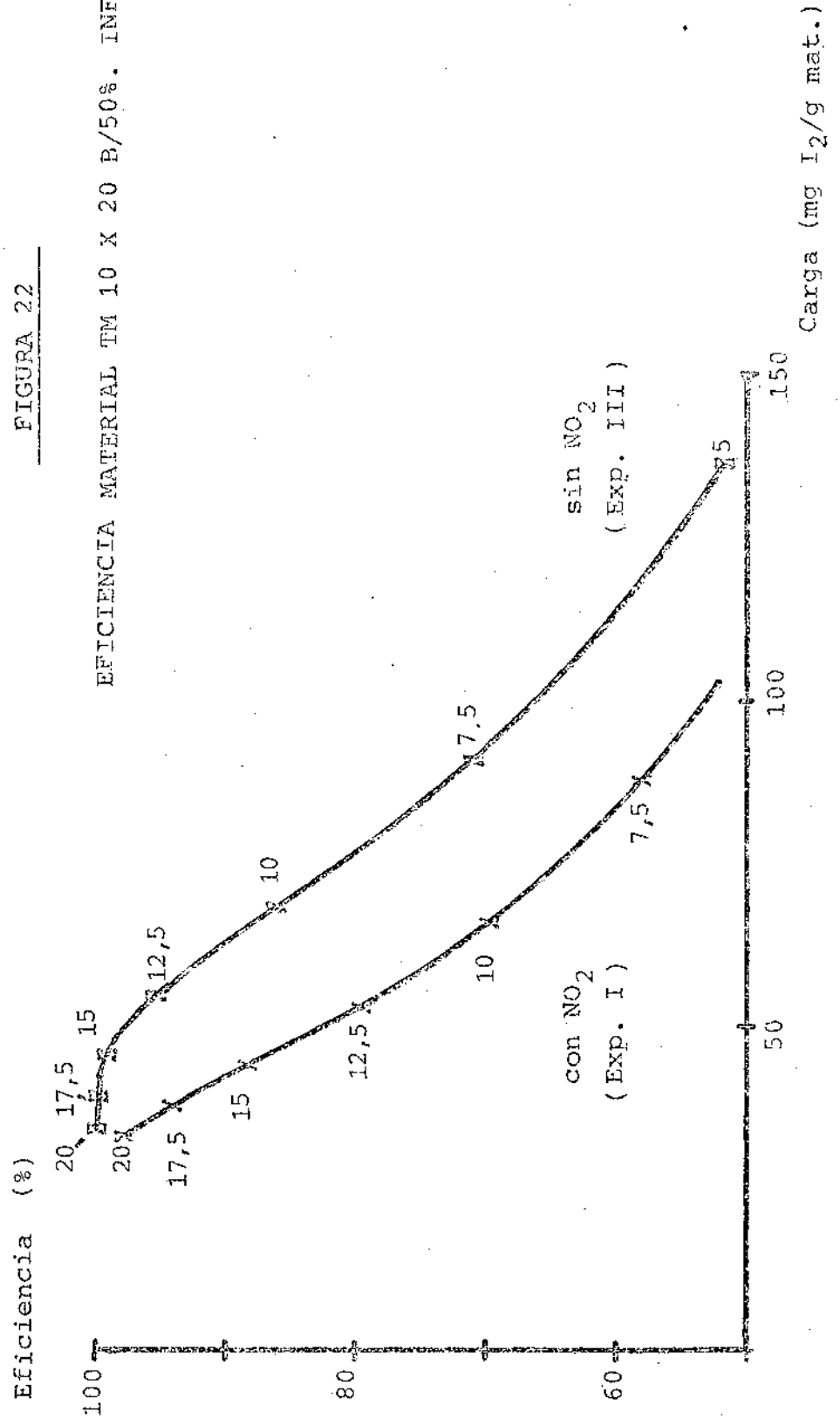


FIGURA 22

EFICIENCIA MATERIAL TM 10 X 20 B/50%. INFLUENCIA NO₂



Los resultados se muestran en la Tabla XXIII y Fig. 23.

Se observa que también al agregar NO al aire, disminuye la eficiencia.

Esa disminución de eficiencia es poco importante cuando se aumenta la proporción de NO₂ en la mezcla, en especial para el absorbente parcialmente agotado.

Resulta por lo tanto más favorable el caso de mezclas de ambos óxidos de nitrógeno que la presencia de alguno de los dos por separado.

2.9. Costos

Los precios al por menor, en septiembre de 1980, eran los siguientes:

Sílica gel: 20.000.- \$/Kg

Tamíz molecular (10X20 ó 13X): 30.000.- \$/Kg

AgNO₃ puro: 200.000.- \$/100 g

El costo de reactivos por Kg de material absorbente impregnado, con aproximadamente 12% de Ag, sería:

Sílica gel: 20.000.-

Tamíz molecular: 30.000.-

AgNO₃ (190g): 380.000.-

AgNO₃ (190g): 380.000.-

400.000.- \$/Kg

410.000.- \$/Kg

Se ve claramente que el costo depende principalmente del valor del AgNO₃.

Tabla VIII

EFICIENCIA MATERIAL TM 10X20 EFECTO DE NO Y MEZCLAS NO/NO₂

Lecho (cm)	AIRE						AIRE + NO (*)						AIRE + NO + NO ₂						AIRE + NO + NO ₂ + NO(**)					
	Exp			Exp			Exp			Exp			Exp			Exp			Exp			Exp		
	η (%)	carga (C)	η (%)	η (%)	carga (C)	η (%)	η (%)	carga (C)	η (%)	η (%)	carga (C)	η (%)	η (%)	carga (C)	η (%)	η (%)	carga (C)	η (%)	η (%)	carga (C)	η (%)	η (%)	carga (C)	η (%)
2,5	26,62	238,88	24,26	290,90	27,92	272,27	25,43	269,00	27,37	231,31	33,65	161,57	26,61	238,87	26,51	263,56	22,21	215,00						
5	48,09	141,96	46,71	145,45	51,71	136,13	49,50	134,50	51,69	145,62	53,83	80,78	52,75	119,43	45,08	131,74	44,39	107,50						
7,5	66,42	94,63	65,96	96,97	70,94	90,76	68,12	89,67	72,18	77,08	78,17	53,86	69,97	79,63	62,75	87,85	63,66	71,67						
10	80,85	70,97	80,87	72,73	86,04	69,67	86,50	67,25	87,69	57,81	90,37	40,39	83,77	59,72	77,45	65,89	78,53	53,75						
12,5	91,35	56,78	91,59	58,18	95,32	54,45	92,23	53,80	96,82	46,25	96,18	32,31	93,75	47,73	88,57	52,71	89,51	43,00						
15	97,29	47,31	97,35	48,48	99,09	45,38	97,86	44,87	99,72	38,54	99,32	26,97	98,82	30,31	94,62	43,93	95,81	35,81						
17,5	99,47	40,55	99,52	41,56	99,73	38,90	99,75	38,43	99,99	33,03	99,93	23,08	99,98	34,12	98,95	37,65	98,91	30,71						
20	99,85	35,48	99,83	36,36	99,85	34,03	99,99	33,67	99,99	28,90	99,90	20,20	99,99	29,86	99,85	32,95	99,74	26,88						

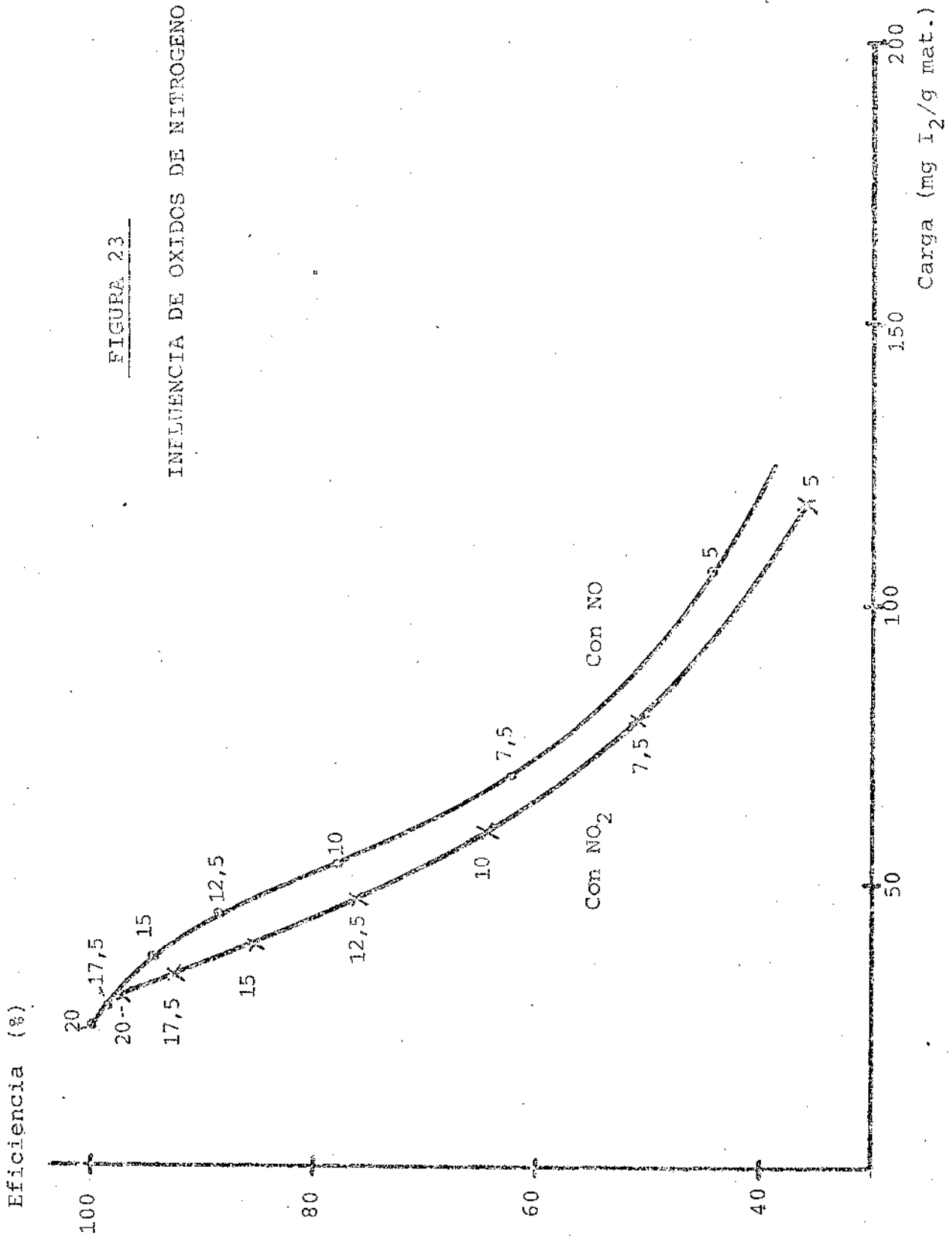
(C) : mgV₂/g mat.

(*) abreviado con Co FUND₃

(**) cilindro Matheson

FIGURA 23

INFLUENCIA DE OXIDOS DE NITROGENO



3. CONCLUSIONES

3.1. Las eficiencias determinadas para cargas intermedias (2-50 mg/g) tienen un mínimo de dispersión, el que puede alcanzar hasta 5-10% para cargas altas.

Estas diferencias no se deben a inhomogeneidad del material.

3.2. El procedimiento de impregnación reproduce materiales de similares características, en partidas diferentes. Puede obtenerse, si se desea, mayor contenido de Ag y ampliarse a mayor escala.

3.3. Se alcanzan valores de aprovechamiento de Ag para sílica gel impregnada de hasta 80%, pero para eficiencias altas se reduce a menos de 20%.

3.4. Se pueden citar ligeras ventajas para la sílica gel de menor granulometría, que están compensadas por su mayor resistencia al flujo de gas y desventajas en el proceso de impregnación.

3.5. Los ensayos con baja carga específica (hasta 1-2 mg/g) indican un aumento de eficiencia, cada vez menos marcado, al disminuir la carga.

3.6. Se puede obtener con similar procedimiento tamiz molecular impregnado con AgNO_3 .

3.7. Las eficiencias de los distintos materiales están en el orden:

HFM > TM 10X20/A,B,C, > TM 13X > SG J > SG I

Las diferencias entre los tamices moleculares y HFM no es muy importante, así como entre las 2 formas de sílica gel. Son algo más significativas las diferencias entre los tamices moleculares y sílica gel, lo que se traduce en menores largos de lecho para los primeros, a igual carga.

3.8. Las variaciones de superficie específica indican que este no es el factor determinante de la mayor eficiencia de estos materiales.

3.9. Las resistencias al flujo de gas están en el orden
TM 13X < TM 10X20 < HFM < SG H < SG J

El material TM 10X20, de excelente eficiencia, posee también baja resistencia. Los valores para todos los materiales son, sin embargo, aceptables.

3.10. Se encontró, contrariamente a lo esperado, que a 50 y 100°C de temperatura de lecho se obtienen mejores eficiencias que a 150°C.

La temperatura de 50°C debe sin embargo descartarse por excesiva humedad relativa.

3.11. La presencia de NO₂, en ausencia de agentes reductores, produce una disminución de eficiencia. Igual efecto se observó con NO₂.

Mezclas de NO y NO₂ no parecen afectar mayormente la eficiencia.

4. BIBLIOGRAFIA

- 4.1. FQ-34 "Filtros para retención de Iodo I). Sistema del disolvente".
- 4.2. FQ-41 "Filtros para retención de Iodo II). Sistema de ventilación general".
- 4.3. FQ-48 "Método para determinación de eficiencia de absorción de Iodo".