

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 703 786**

51 Int. Cl.:

C04B 24/24	(2006.01)	C04B 20/10	(2006.01)
C04B 24/10	(2006.01)	C08K 3/22	(2006.01)
C08K 5/053	(2006.01)	C08L 33/00	(2006.01)
C08K 5/101	(2006.01)	C04B 103/56	(2006.01)
C08K 5/5419	(2006.01)	C04B 111/34	(2006.01)
C08K 5/3492	(2006.01)		
C08K 5/07	(2006.01)		
C08L 97/00	(2006.01)		
C08L 29/04	(2006.01)		
C04B 40/00	(2006.01)		

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.05.2012 PCT/US2012/038943**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **29.11.2012 WO12162292**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.05.2012 E 12790048 (8)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.10.2018 EP 2714616**

54 Título: **Aditivos para la reducción del agrietamiento por contracción de morteros y concretos basados en cemento Portland**

30 Prioridad:
26.05.2011 US 201113116548

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
12.03.2019

73 Titular/es:
**PREMIER MAGNESIA, LLC (100.0%)
300 Barr Harbor Drive Suite 250
West Conshohocken, Pennsylvania 19428, US**

72 Inventor/es:
**BERKE, NEAL S.;
SCHAEFER, GLENN EUGENE;
RADEMAN, JERRY ELLIOTT;
WARDLE, RONALD y
SHAND, MARK**

74 Agente/Representante:
ELZABURU, S.L.P

ES 2 703 786 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Aditivos para la reducción del agrietamiento por contracción de morteros y concretos basados en cemento Portland

Antecedentes de la invención

5 La resolución del problema del agrietamiento por contracción del concreto que ya dura un siglo ha sido un objetivo elusivo para los tecnólogos del cemento. Cuando las formulaciones de cemento Portland se mezclan con agua, empieza inmediatamente una reacción de hidratación del polvo con la humedad producida por calor, formación de matriz de cemento y curado que puede tardar hasta 28 días en formar un concreto o mortero con un curado del 90+%. Durante este proceso de curado, el cemento hidratado experimenta una contracción que frecuentemente da lugar a agrietamiento por contracción que, algunas veces, puede ser mínimo u otras veces se demuestra catastrófico. Esto es especialmente crítico cuando el concreto estructural se utiliza para la construcción de presas, conductos de agua, instalaciones de contención y tratamiento de agua, puentes, garajes de aparcamiento, estadios, edificios de mucha altura, etc. Si surge el agrietamiento, el agua (especialmente, con el deshielo o sales marinas) puede penetrar en y causar potencialmente la corrosión prematura de las barras de refuerzo de acero, y si el agua se libera de las estructuras tales como presas y conductos de agua, hay una pérdida de eficiencia y vida útil y, en el peor de los casos, fallos que pueden ser catastróficos.

10 Los óxidos de magnesio se han usado en el campo para mejorar la resistencia al agrietamiento de concretos y morteros de cemento portland. Un ejemplo de este uso se describe en Du, Chonghang, *Concrete International*, diciembre 2005, p. 45. por los chinos. Usaron un tipo ligeramente calcinado (temperatura de calcinación < 1200 °C) de óxido de magnesio para muchos proyectos de presas con concreto a lo largo de China a finales de los años 1900 hasta principios de los 2000. El uso en presas fue con bajos contenidos cementosos de aproximadamente 180 a 220 kg/m³. Los concretos estructurales típicos tendrán más de 300 kg/m³ de materiales cementosos. Zhibin, Z. et al, SP-262-30, p. 395. realizaron algún trabajo con una dosificación alta de aditivos reductores del agrietamiento ("SRA") con un contenido cementoso del 2 % (en masa de cemento) y 3 % de MgO. Aunque se obtuvieron mejores resultados que usando SRA solo, la expansión húmeda fue alta (mayor del 0.1 %) para las combinaciones. Esto podría presentar un problema en el almacenamiento con humedad constante. Además, los SRA ensayados contenían un siloxano, lo que incrementa el coste del sistema.

20 Actualmente, se han ensayado o usado varios aditivos de concreto con algo de éxito. Los materiales ensayados previamente son superplastificantes, agentes de expansión (óxido de calcio, o cementos expansivos), aditivos reductores de la contracción, habitualmente productos basados en glicol, diferentes tipos de puzolanas tales como cenizas volantes para reemplazar parcialmente el cemento portland, y muchas otras estrategias.

30 Una combinación de MgO y CaO se discute por Miao, C. et al, *International RILEM Conference on Use of Superabsorbent Polymers and Other New Additives in Concrete*, 15-18 de agosto de 2010. Requirieron la adición de aproximadamente un 10 % de material cementoso para conseguir buenos resultados. Además, aunque la expansión temprana fue buena, todavía se producía la contracción por secado. El uso de CaO con un SRA se discute por Maltese, C. et al, *Cement and Concrete Research* 35 (2005), p. 2244. Mostraron una disminución en la contracción con combinaciones de agente expansivo de CaO y un SRA. El CaO usado tenía un 2 % de material retenido en una malla de 80 micrómetros, indicando que las partículas de CaO son mayores que las partículas del cemento. Esto dará lugar a que las partículas de CaO antiestéticas sean visibles. Una composición más fina, del tamaño de las partículas más pequeñas de cemento, es demasiado reactiva, lo que hace que su uso no sea viable.

40 El uso de SRA, basado en varios glicoles poliméricos, se ha llevado a la práctica durante las últimas tres décadas para reducir el riesgo de agrietamiento por contracción de muchas estructuras de concreto. El mecanismo por el que se cree que operan los SRA es que cuando el agua en exceso empieza a evaporarse de la superficie del concreto después de colocación, compactación, acabado y curado; se establece una interfase de aire/agua o "menisco" en los capilares o poros de la pasta de cemento del concreto. Como el agua tiene una tensión superficial muy alta, esto causa que se ejerza una tensión en las paredes internas de los capilares o poros en los que se ha formado el menisco. Esta tensión está en la forma de una fuerza de tracción hacia el interior que tiende a cerrar el capilar o poro. Así, el volumen del capilar se reduce, dando lugar a la contracción de la pasta de cemento alrededor de los agregados, dando lugar a una reducción global del volumen. Se cree, por lo tanto, que los SRA operan interfiriendo con la química de la superficie de la interfase de aire/agua en el capilar o poro, reduciendo los efectos de la tensión superficial y, consecuentemente, reduciendo la contracción al evaporarse el agua del interior del concreto. Otros también han reportado que los SRA podrían mitigar los cambios del volumen plástico y autógeno. Los SRA son relativamente costosos, de manera que sus niveles de uso en el campo están generalmente a un nivel del 2 % o menor, basado en la concentración de aglutinante de cemento. Las concentraciones más altas proporcionan una contracción solo marginalmente menor, que no justifica los mayores costes, y, frecuentemente, dan lugar a un retardo en exceso (tiempo aumentado para que el concreto se endurezca y desarrolle resistencia) lo que es inaceptable. El comportamiento es casi lineal hasta el 2 %, pero bajo situaciones exigentes, las bajas tasas de adición no proporcionarán una reducción de la contracción suficiente como para prevenir el agrietamiento. Además de las patentes listadas, hay varios artículos en la bibliografía sobre la efectividad de los SRA para reducir la contracción en sistemas cementosos. Una buena revisión la proporcionó Sant, G. et al, *International RILEM Conference on Use of Superabsorbent Polymers and Other New Additives in Concrete*, 15-18 de agosto de 2010.

Jensen, O. y Hansen, P.F., *Cement and Concrete Research*, Vol. 31, No. 4 (2001), p.647; Igarashi, S. et al, *International RILEM Conference on Use of Superabsorbent Polymers and Other New Additives in Concrete*, 15-18 de agosto de 2010; Ribero, A. et al, *International RILEM Conference on Use of Superabsorbent Polymers and Other New Additives in Concrete*, 15-18 de agosto de 2010; y Craeye, B. et al, *Construction and Building Materials*, 25 (2011), p. 1, representan varias de las muchas referencias sobre el comportamiento de Polímeros Super Absorbentes ("SAP") cuando se usan en formulaciones de concreto. Estos artículos muestran que los SAP son efectivos para controlar la desecación interna de los materiales cementosos con unas relaciones de agua a cemento bajas, esto es, reducir la contracción autógena. Estos materiales SAP son muy costosos (comparados con otros aditivos del concreto) y su coste es prohibitivo cuando se usan a los niveles que previamente se ha encontrado que son efectivos. Los SAP citados se basan en varios poliacrílicos y poliacrilamidas, mono o co-polímeros. Otros SAP conocidos se basan en varios celulósicos, materiales basados en fibra, almidones, poliacrilonitrilo, alcoholes polivinílicos, carboximetil celulosa, y anhídrido isobutilen maleico.

Los SAP proporcionan agua adicional para equilibrar el agua pérdida por la hidratación de los componentes cementosos que no puede reemplazarse por agua externa debido a la baja permeabilidad de estos materiales. Cuanto mayor sea el contenido de agua menor es la necesidad de agua adicional y estos materiales podrían potencialmente sacar agua de la matriz. Además, no proporcionan suficiente agua como para compensar la pérdida de humedad a una mayor permeabilidad.

Se describe una estrategia nueva y sinérgica de combinar aditivos reductores de la contracción ("SRA") con óxido de magnesio ligeramente calcinado y reactivo como aditivos de expansión, junto con el uso de varios polímeros super absorbentes; para mejorar muchos tipos de concretos y morteros basados en cemento portland. También se ha encontrado que los superplastificantes son útiles cuando se requieren propiedades de reducción de agua. El MgO es menos reactivo que el CaO y, así, puede usarse en tamaños de partículas más pequeños que no afectan adversamente el fraguado temprano o la apariencia. Además, se encontró una sinergia inesperada cuando los SAP se añadieron a la combinación de MgO y SRA. Las sinergias de la combinación producen un buen comportamiento en la contracción cuando el nivel de MgO es o es menor del 3 % en masa del material cementoso y el SRA es menos del 1.5 % en masa de los materiales cementosos presentes. Esto reduce el riesgo de tensiones por expansión que pueden causar agrietamiento, y reduce el coste de una dosificación del 2 % o mayor de SRA, así como una reducción en el contenido del aditivo a dosis mayores de SRA.

Se sabe que un líquido puede absorberse en partículas finas para tener un polvo seco que fluye libremente. En el caso de aplicar SRA a MgO son necesarias relaciones que resultarán en una dosificación máxima de aproximadamente el 6 % de MgO y un intervalo de SRA de aproximadamente el 0.5 al 2 % del aditivo cementoso en masa de cemento. Esto requiere un porcentaje de SRA del MgO de aproximadamente el 10 al 30 %. El MgO tiene un tamaño de partícula promedio de aproximadamente 18 μm , lo que está en el orden de algunos cementos más gruesos. Los cementos no absorberán más del 3-5 % del SRA y todavía son polvo fluido y no parcialmente como un líquido. La Patente U.S. 6 648 962 muestra que un cemento hidratado puede triturarse y actuar como un vehículo para un SRA. Pero esta es una ruta comercialmente más costosa, y a diferencia del MgO, no ofrece sinergias en la reducción de contracción/agrietamiento. Otros materiales con un área superficial alta, tales como humo de sílice o metacaolín, pueden absorber el SRA, pero compensan algunos de los beneficios de la SRA, y las combinaciones pueden reducir significativamente la facilidad del trabajo con el mortero o concreto. El humo de sílice tiene otro aspecto negativo ya que oscurece el mortero o concreto, lo que afecta adversamente su apariencia. Los cementos expansivos podrían usarse potencialmente, pero requieren típicamente dosificaciones de aproximadamente el 12 % de cemento y requieren sustancialmente más procesamiento y coste de producción que el MgO usado aquí. El CaO puede servir potencialmente, pero en el intervalo de tamaño de partícula necesario para prevenir la rápida expansión y generación de calor, las partículas ligeramente coloreadas son altamente visibles en la superficie del mortero o concreto. La Patente U.S. 4 680 315 a nombre de Bezzege et al. describe una mezcla en polvo que tiene un alto contenido en propileno glicol para uso en composiciones veterinarias y alimentos animales. La Patente U.S. 5 626 663 a nombre de Berke et al. describe una composición de concreto y un método para inhibir la contracción por secado del concreto.

Según la invención, se proporciona un polvo seco, fluido según se reivindica en la reivindicación 1. En esta invención, nuevas combinaciones de MgO con un SRA líquido para producir un polvo fluido estable que permite la aplicación del MgO y el SRA conjuntamente, sin la necesidad de un dispensador líquido para el SRA. Se determinaron las relaciones óptimas para rendimiento en sistemas cementosos, así como la estabilidad del producto.

Descripción breve de los dibujos

La Figura 1 es un gráfico que muestra los datos de contracción por secado para mezclas a 0.35 a/cm.

La Figura 2 es un gráfico que muestra contracción por secado para mezclas a 0.50 a/cm.

La Figura 3 es un gráfico que muestra expansión húmeda para mezclas a 0.35 a/cm.

La Figura 4 es un gráfico que muestra expansión húmeda para mezclas a 0.50 a/cm.

La Figura 5 es un gráfico que muestra contracción por secado con curado en húmedo para morteros en la Tabla 3.

La Figura 6 es un gráfico que muestra contracción por secado para morteros en la Tabla 3.

La Figura 7 es un gráfico que muestra contracción por secado con curado en húmedo para morteros en la Tabla 4.

La Figura 8 es un gráfico que muestra contracción por secado para morteros en la Tabla 4.

La Figura 9 es un gráfico que muestra contracción por secado con curado en húmedo para morteros en la Tabla 5.

5 La Figura 10 es un gráfico que muestra contracción por secado para morteros en la Tabla 5.

La Figura 11 es un gráfico que muestra contracción autógena para morteros en la Tabla 4.

La Figura 12 es un gráfico que muestra contracción autógena para morteros en la Tabla 5.

La Figura 13 ilustra polvo de cenizas volantes mezclado con SRA.

La Figura 14 ilustra polvo de SRA con cemento.

10 La Figura 15 ilustra polvo de SRA con cemento que muestra un patrón de agrietamiento semejante a barro significativo a mayor nivel de SRA.

La Figura 16 ilustra polvo de MgO a alto contenido de SRA con solo un patrón de agrietamiento menor.

La Figura 17 ilustra polvo de MgO a alto contenido de SRA y sin patrón de agrietamiento.

La Figura 18 ilustra polvo de MgO con un contenido moderado de SRA y sin agrietamiento.

15 La Figura 19 ilustra polvo de MgO con bajo contenido de SRA y sin agrietamiento.

La Figura 20 ilustra polvo de MgO con SRA que no muestra patrón de agrietamiento.

La Figura 21 es un gráfico que muestra contracción por secado para especímenes de concreto sellados con cinta.

La Figura 22 es un gráfico que muestra contracción por secado para especímenes de concreto sellados con un compuesto de curado.

20 La Figura 23 es un gráfico que muestra contracción por secado para especímenes de concreto que se curaron en húmedo durante 7 días.

La Figura 24 es un gráfico que muestra contracción bajo secado con aire e inmersión constante en agua para un mortero de reparación sobre cabeza y vertical, indicando los números positivos expansión.

25 La Figura 25 es un gráfico que muestra contracción bajo secado con aire e inmersión constante en agua para un mortero modificado con látex, con proporciones de la mezcla según ASTM C 1439, indicando los números positivos expansión.

Descripción de realizaciones preferidas

30 Todas las partes y porcentajes de componentes descritos en la presente memoria son en masa, a no ser que se indique otra cosa. El término "s/s" significa masa de aditivo sólido basada en la masa de cemento hidráulico o aglutinante cementoso.

35 Las realizaciones de la presente invención incluyen combinaciones de MgO con un SRA, tal como en una forma líquida, para producir un polvo fluido estable que permita la aplicación del MgO y el SRA conjuntamente sin la necesidad de un dispensador líquido para el SRA. Se determinaron las relaciones óptimas para el rendimiento de realizaciones de aditivos cementosos según la presente invención, así como la estabilidad de los productos. Como se ha resumido previamente, los aditivos ejemplares para la reducción del agrietamiento por contracción según la presente invención comprenden: (i) un polvo expansivo de MgO ligeramente calcinado; y (ii) un aditivo reductor de la contracción ("SRA"). Las composiciones preferidas pueden comprender además (iii) un polímero superabsorbente ("SAP").

40 Los aditivos ejemplares para la reducción del agrietamiento por contracción pueden introducirse, bien en polvo seco, o una combinación de polvo seco y forma húmeda, en lechadas, morteros y concretos convencionales para reducir la contracción y el agrietamiento inducido por contracción después del endurecimiento.

45 Una manera preferida para añadir (i) MgO y (ii) el SRA, que habitualmente es un líquido a temperatura ambiente, es mezclar el SRA en el MgO para tener un polvo seco. Los intervalos ejemplares en masa para dicha mezcla son 7 % a 25 % de SRA respecto a la cantidad de MgO. Un intervalo más preferido sería un intervalo de 17.5 % a 25 % de SRA respecto a la cantidad de MgO.

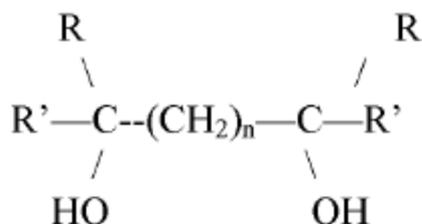
La adición de un (iii) SAP a (i) MgO y (ii) SRA proporciona mejoras adicionales. Un intervalo ejemplar de SAP es entre 0 % y 7 % de la cantidad de MgO. A relaciones de agua a cementoso menores de o iguales a 0.38 un intervalo más preferido es 0.1 % a 12 % del MgO.

5 El componente SAP (iii) puede añadirse seco, solo, o mezclado en el (i) MgO o más preferiblemente en la mezcla de polvo seco de (i) MgO y (ii) SRA.

El SAP también puede añadirse, por ejemplo, combinándolo con el SRA para tener bien un aditivo seco de tipo gel o un líquido.

10 El (i) MgO ejemplar se produce calentando carbonato de magnesio hasta una temperatura en el intervalo de aproximadamente entre 750 y 1200 °C. El (i) MgO ejemplar tiene un tamaño de partícula medio en el intervalo de aproximadamente entre 10 y 20 micrómetros. Este intervalo de tamaño tiende a minimizar los efectos adversos en la facilidad de trabajo con el aditivo, mientras todavía tiene un área superficial grande.

15 Los (ii) SRA ejemplares adecuados para uso en las realizaciones de la presente invención incluyen SRA, tales como los descritos en las Patentes U.S. Nos. 5 556 460, 5 618 344, 5 779 788, 5 603 760, 5 622 558, y 6 277 191. Un SRA preferido es un alquilen glicol representado por la fórmula general HOBOH en donde B representa un grupo alquilen C₃-C₁₂, preferiblemente un grupo alquilen C₅-C₈. Los ejemplos de dichos glicoles son 1,6-hexanodiol, 1,5-pentanodiol, 1,4-pentanodiol, 2-metil-2,4-pentanodiol y semejantes. Como otro ejemplo, un SRA ejemplar puede ser un diol, tal como un dihidroxi alcano C₃-C₈ secundario y/o terciario representado por la fórmula:



20 En donde cada R representa independientemente un átomo de hidrógeno o un grupo alquilo C₁-C₂, cada R' representa un grupo alquilo C₁-C₂, y n representa un número entero o 1 o 2. De los SRA basados en diol, el más preferido es 2-metil-2,4-pentadiol, que algunas veces se refiere como "hexilen glicol" ("HG").

25 Los alquilen glicoles que se cree que son útiles para uso en las realizaciones de la presente invención y pueden incluir, por ejemplo, alquilen glicoles condensados representados por la fórmula HO(AO)_xH en donde A representa un propileno y más preferiblemente un etileno o metileno; O representa un átomo de oxígeno y x es un número entero en el intervalo de aproximadamente 1 a 10, siempre que el diol sea soluble en agua. El grupo AO en una molécula de diol particular pueden ser todos iguales o diferentes. Los ejemplos de dichos glicoles incluyen dietilen glicol, dipropilen glicol, tripropilen glicol, di(oxietilen)di(oxipropilen)glicol, así como poli(oxialquilen)glicoles. Los grupos AO de dichos polioxialquilen glicoles pueden ser de un único alquilen o una mezcla de grupos alquilen que están bien en configuración de bloque o aleatoria.

30 Los ejemplos de SAP (iii) que pueden usarse en las realizaciones de la presente invención pueden ser un celulósico, materiales basados en fibra, almidones, poliacrilonitrilo, alcoholes polivinílicos, carboximetil celulosa, anhídrido isobutilen maleico, poliacrílicos, poliacrilamidas usadas solas o como copolímeros o polímeros terciarios. Pueden ser un sólido o líquido o parte de una emulsión. Los SAP preferidos (iii) pueden ser copolímeros acrílicos-de acrilamida entrecruzados neutralizados con potasio, magnesio u otros metales alcalinotérreos. Cuando están en forma sólida, el tamaño de partícula preferido para los SAP puede estar en el intervalo de aproximadamente 75 a 2000 μm.

35 Cuando el MgO (i) y el SRA (ii) son formas sólidas combinadas, una forma preferida del SAP (iii) es como un sólido.

Las realizaciones de la combinación de aditivos según la presente invención proporcionan una contracción reducida en matrices cementosas. Este es también el caso con matrices cementosas que incluyen aditivos para repeler el ingreso de agua y humedad.

40 Las adiciones ejemplares en masa del aditivo de cemento son como sigue:

Componente	Intervalo (% en material cementoso)	Intervalo preferido (% en material cementoso)
MgO (i)	3 a 7.5	3.75 a 6
SRA (ii)	0.5 a 2.0	0.5 a 1.75
SAP (iii)	0 a 0.4	0 a 0.2

ES 2 703 786 T3

Las adiciones ejemplares en masa del aditivo de cemento cuando la relación agua a material cementoso es o está por debajo, por ejemplo, de 0.38 son como sigue:

Componente	Intervalo (% en material cementoso)	Intervalo preferido (% en material cementoso)
MgO (i)	3 a 7.5	3.75 a 6
SRA (ii)	0.5 a 2.0	0.5 a 1.75
SAP (iii)	0 a 0.4	0.1 a 0.3

5 Los aditivos repelentes de agua ejemplares que pueden usarse en las realizaciones de la presente invención incluyen estearatos u oleatos de calcio o butilo, estearatos de polímero, metil siliconato de potasio y derivados órgano-silano. La relación de agua a aglutinante (material cementoso) en las realizaciones ejemplares de la presente invención está ventajosamente en el intervalo de aproximadamente entre 0.20 y 0.65. Todos los componentes ayudan a compensar la contracción a las relaciones menores, y a las relaciones más altas no se exceden las expansiones perjudiciales superiores al 0.1 % en 28 días de exposición a la humedad para morteros o 0.04 % de expansión inducida por humedad para concretos.

10 Pueden usarse otros productos de expansión con el MgO. Los materiales preferidos son CaO, silicato de calcio, y silicato de magnesio.

Un uso ejemplar de las realizaciones de la presente invención incluye usos en lechadas, morteros y concretos usados en la construcción con un uso más preferido en concretos estructurales reforzados con acero.

15 Un uso ejemplar de las realizaciones de la presente invención incluye usos como un aditivo para mezclas listas de concreto, aditivos de concreto añadidos durante el uso en campo, morteros de reparación pre-empaquetados y en lechada y morteros bien premezclados o añadidos como un aditivo.

Los usos ejemplares adicionales de las realizaciones de la presente invención incluyen usos en las lechadas, morteros y concretos que contienen látex para mejorar la unión o reducir la permeabilidad.

20 Un uso ejemplar del polvo seco fluido utilizable en las realizaciones de la presente invención incluye como un aditivo para mezclas listas de concreto y morteros de reparación de concreto pre-empaquetados y en lechada morteros bien premezclados o añadidos como un aditivo cuanto está presente látex.

Otro uso ejemplar de las realizaciones de la presente invención incluye un uso para reducir o eliminar las propiedades de deformación autógenas de productos cementosos hechos usando cemento formulado y formulaciones de concreto.

25 Una aplicación ejemplar de las realizaciones de la presente invención incluye usar el aditivo para incrementar la distancia entre las uniones de control tanto como 2 a 3 veces respecto a la distancia normal entre las uniones.

30 Un uso ejemplar adicional de las realizaciones de la presente invención incluye usar el aditivo con aditivos reductores de agua y superplastificantes. Los reductores de agua y superplastificantes incluyen lignosulfonatos modificados, derivados de policarboxilato, condensados sulfonatados de melamina-formaldehído, y condensados sulfonatados de naftaleno-formaldehído.

35 Un producto ejemplar que utiliza las realizaciones de la presente invención incluye un producto seco fluido de MgO (i) y SRA (ii) que es estable y puede usarse como un aditivo para lechada, mortero o mezclas de concreto, o puede añadirse a productos formulados preempaquetados. Un intervalo útil ejemplar para el MgO y SRA seco fluido es aproximadamente 7 % a 30 % de SRA en masa del MgO. Un intervalo más preferido para el MgO y SRA seco fluido es 13 % a 25 % de SRA en masa del MgO. El intervalo más preferido para el MgO y SRA seco fluido es 17.5 % a 25 % de SRA en masa de MgO.

40 Un polvo seco ejemplar según la presente invención incluye una combinación fluida de MgO y SRA en la que se mezcla 0 % a 7 % en masa de SAP seco sobre la base del contenido de MgO. Se añade un polvo seco ejemplar para relaciones agua a material cementoso menores de o iguales a 0.38 % que es 2 a 7 % en masa de SAP seco sobre la base del contenido de MgO.

Ejemplo 1

Uso de MgO o SRA independientemente para demostrar las deficiencias abordadas por las realizaciones de la presente invención.

45 La Tabla 1 muestra proporciones de la mezcla de concreto para mezclas que contienen MgO, cemento expansivo (CE), o aditivo reductor de la contracción (SRA), así como las propiedades del concreto plástico. Las Figuras 1 y 2

muestran el comportamiento de contracción para un curado de agua corto seguido de secado al aire siguiendo el procedimiento según ASTM C 157, para la relación agua a material cementoso 0.35 (a/cm) y concretos 0.5 a/cm. Las Figuras 3 y 4 muestran la expansión para los concretos 0.35 a/cm y 0.5 a/cm bajo condiciones húmedas constantes.

Tabla 1 Mezclas de fondo de concreto con MgO, Cemento Expansivo (CE), o Aditivo Reductor de la Contracción (SRA)

5

Designación	Cemento Portland kg/m ³ (pcy)	MgO kg/m ³ (pcy)	CE kg/m ³ (pcy)	SRA l/m ³ (gpy)	a/c m	Revenimiento Promedio cm (pulg.)	Aire Promedio (%)	Unidad de Peso Promedio kg/m ³ (pcf)
50-0	334.6 (564)	0	0	0	0.5	15.8 (6.2)	6.2	2279.4 (142.3)
50-3	324.5 (547)	10.1 (17)	0	0	0.5	14.7 (5.8)	6.1	2274.6 (142.0)
50-6	315.0 (531)	19.6 (33)	0	0	0.5	14.2 (5.6)	6.0	2279.4 (142.3)
50-9	304.4 (513)	30.3 (51)	0	0	0.5	11.9 (4.7)	6.0	2277.8 (142.2)
50-EC	287.2 (484)	0	47.5 (80)	0	0.5	15.5 (6.1)	6.8	2269.8 (141.7)
SO-SRA	334.6 (564)	0	0	4.95 (1)	0.5	13.2 (5.2)	5.9	2289.0 (142.9)
35-0	378.5 (638)	0	0	0	0.35	13.7 (5.4)	6.4	2321.1 (144.9)
35-3	367.2 (619)	11.3 (19)	0	0	0.35	12.7 (5.0)	6.2	2353.1 (146.9)
35-6	356.0 (600)	22.5 (38)	0	0	0.35	13.2 (5.2)	6.1	2321.2 (144.9)
35-9	344.7 (581)	33.8 (57)	0	0	0.35	10.4(4.1)	6.4	2322.7 (145.0)
35-EC	331.1 (558)	0	47.5 (80)	0	0.35	13.5 (5.3)	6.6	2306.7 (144.0)
35-SRA	378.5 (638)	0	0	4.95 (1)	0.35	20.6 (8.1)	6.9	2300.3 (143.6)

Notas: Agregado Grueso= 1056 kg/m³ (1780 pcy) para todas las mezclas, Arena= 706 kg/m³ (1190 pcy) a 0.50 a/cm. Arena= 745.2 kg/m³ (1256 pcy) a 0.35 a/cm.

Todas las mezclas tenían BASF MB-AE 90 para el arrastre de aire. La mezclas 0.35 a/cm usaron superplastificante BASF Guinium®3030.

10 Pcy= lbs./yarda cúbica; gpy= galones/yarda cúbica, pcf= lbs./pie cúbico.

Los resultados de los ensayos de anillo de ASTM C 1551 se muestran en la Tabla 2. Se obtuvo un buen rendimiento (90 días sin agrietamiento) con los contenidos de 6 % de MgO a 0.5 a/cm, pero fue necesario 9 % de MgO a 0.35 a/cm para conseguir 90 días sin agrietamiento.

Tabla 2 Tiempo de Contracción de los Anillos hasta el Agrietamiento (días) con y sin MgO de mezclas de fondo de concreto según ASTM C 1551

Designación	Anillo 1	Anillo 2	Anillo 3	Promedio
50-0	24.3	29.6	27.0	27.0
50-3	75.4	70.9	n/a	73.1
50-6	>123	>123	>123	>123
35-0	13.6	15.4	21.9	16.9
35-3	21.0	19.5	12.9	17.8
35-6	18.3	15.7	22.4	18.8
35-9	>129	>129	>129	>129

Tabla 3 Morteros con/sin MgO o SRA, a/cm= 0.43, Cemento:Arena= 1:2.6

No. de mezcla	MgO (%)	SRA (%)
1 (Ref.)	0	0
2	7.5	0
5	7.5	1
8	3.75	0
11	3.75	1
16	0	2

5 Notas: MgO-Premier 93HR, SRA-Producto comercial basado en glicol. Se usó el superplastificante Rheobuild 1000 (basado en NFS) para ajustar la fluidez.

10 Los datos muestran que hay poca o ninguna mejoría en la contracción por secado con MgO solo a las dosis usadas, pero en las realizaciones de la presente invención el aditivo con MgO combinado y solo 1 % de SRA del material cementoso, proporcionó casi el mismo rendimiento que 2 % de SRA en masa de cemento. Esta es una sinergia significativa inesperada.

Ejemplo 3

Los materiales SAP pueden ser útiles en la reducción de grietas por contracción. Se evaluaron dos materiales SAP. Los resultados son como sigue:

15 La Tabla 4 usa los mismos morteros de MgO que en la Tabla 3 ensayándose dos materiales SAP diferentes en lugar del SRA. Las Figuras 7 y 8 proporcionan los resultado de contracción por secado para curado en húmedo y secado al aire y secado al aire solo. A diferencia del SRA, el SAP no tuvo un efecto positivo significativo en el comportamiento de la contracción.

Tabla 4 Morteros con/sin MgO o SAP, a/cm= 0.43, Cemento:Arena= 1:2.6

No. de mezcla	MgO (%)	SAP (%)	SRA (%)
1 (Ref.)	0	0	0
2	7.5	0	0
3	7.5	0.2 (SAP No. 1)	0
4	7.5	0.2 (SAP No. 2)	0
8	3.75	0	0

9	3.75	0.2 (SAP No. 1)	0
10	3.75	0.2 (SAP No. 2)	0
14	0	0.4 (SAP No. 1)	0
15	0	0.4 (SAP No. 2)	0
17 (Rept No. 6)	3.75	0.2 (SAP No. 1)	1

Notas: MgO-Premier 93HR, SAP No. 1--Aqua Keep, SAP No. 2-Evonik Agricultural. Se usó el superplastificante Rheobuild 1000 (basado en NFS) para ajustar la fluidez.

Ejemplo 4

5 Después de generar los datos de la línea base a partir de los tres aditivos en sí mismos, se llevó a cabo un experimento para determinar si las combinaciones de MgO, SRA y SAP, que se usan en las realizaciones de la presente invención pueden demostrar efectos sinérgicos. Por lo tanto, se operó el ensayo de las combinaciones con los resultados como sigue:

10 La Tabla 5 muestra las mezclas adicionales preparadas con combinaciones de MgO/SRA/SAP según las realizaciones de la presente invención. Las Figuras 9 y 10 muestran los datos de contracción para los sistemas de combinación frente a MgO solo, en curado en húmedo después secado, y condiciones de secado sin curado en húmedo. En los casos en los que se comparan los datos con las otras figuras hay un beneficio en tener el SAP presente, que no se esperaba sobre la base de los datos de las Figuras 7 y 8.

Tabla 5 Morteros con MgO con/sin combinaciones de SAR/SAP, a/cm= 0.43, Cemento:Arena= 1:2.6

No. de mezcla	MgO (%)	SAP (%)	SRA (%)
1 (Ref.)	0	0	0
2	7.5	0	0
6	7.5	0.2 (SAP No. 1)	1
7	7.5	0.2 (SAP No. 2)	1
8	3.75	0	0
12	3.75	0.2 (SAP No. 1)	1
13	3.75	0.2 (SAP No. 2)	1
17 (Rept No. 6)	3.75	0.2 (SAP No. 1)	1

15 Notas: MgO-Premier 93HR, SAP No. 1--Aqua Keep, SAP No. 2-Evonik Agricultural, SRA-producto comercial basado en glicol Se usó el superplastificante Rheobuild 1000 (basado en NFS) para ajustar la fluidez.

Ejemplo 5

La Figura 11 muestra que hay un beneficio en tener una combinación de MgO/SAP para reducir la contracción autógena como se mide según ASTM C 1698. Se obtiene un rendimiento más mejorado con la combinación de la invención MgO/SRA/SAP como se observa en la Figura 12.

20 Los resultados de los Ejemplos 2-5 demuestran que los efectos sinérgicos deseados cuando se usan MgO y SRA en combinación y se usan en combinación MgO, SRA y SAP, especialmente para reducir la contracción autógena, lo que es un beneficio de esta invención. Estos resultados indican que los arquitectos e ingenieros implicados en la construcción podrían ser capaces de reducir económicamente la incidencia de agrietamiento por contracción, contracción autógena y agrietamiento del concreto a largo plazo cuando se usan las realizaciones del aditivo de la presente invención. Estos rendimientos mejorados también deberían proporcionar la capacidad de expandir las uniones de control en la construcción desde distancias previamente especificadas, hasta tanto como 2 o 3 veces de distancia con una observación de agrietamiento por contracción reducido.

30 Esta combinación sinérgica de materiales para el control de la contracción puede usarse tanto para propósitos de reducción del agrietamiento como un material de cemento suplementario. Sin embargo, para hacer que la adición de los materiales de esta invención sea más fácil, es comercialmente deseable un único producto. Un producto en suspensión de sólidos es difícil de mantener, de manera que se busca una estrategia de producto seco.

Ejemplo 6

Para demostrar la ventaja de la adición de MgO según la presente invención sobre cemento y cenizas volantes de un tamaño de partícula similar, se llevaron a cabo experimentos para determinar hasta qué punto los polvos con el componente seco de MgO, cemento, o cenizas volantes, y la adición líquida de un SRA demostraban un formación de grumos significativo y cuál podría ser el comportamiento de empaquetamiento de los materiales mezclados para material almacenado en bolsas bajo carga. Se encontró que había un formación de grumos moderada con el cemento y el SRA y que este polvo era ligeramente húmedo con 4.6 % de SRA de cemento en masa. Se produjeron pequeños grumos incluso a la dosificación baja de 2.8 % de SRA de cemento, siendo 1.8 % de SRA de cemento la dosificación más alta que fue un buen polvo seco. Esto indica que todo el cemento debería tratarse que se usaría para una contracción por secado reducida. Esto no es práctico desde el punto de vista del mezclado y requeriría un gran espacio para cemento especializado. Asimismo, el polvo de cenizas volantes y SRA solo podría llegar a una dosificación similar de 1.8 % de SRA de cenizas volantes sin formación de grumos, de manera que no puede añadirse en una cantidad lo suficientemente alta como para obtener una buena reducción de la contracción.

Los ensayos de empaquetamiento se muestran en las Figuras 13-20. Estos ensayos consistieron en el sellado de las mezclas de polvo de cemento y SRA, cenizas volantes y SRA, o MgO y SRA en bolsas de plástico, y la aplicación de un peso a las bolsas para simular las típicas condiciones de almacenamiento de los productos en palés o estanterías. Los polvos de cenizas volantes y cemento y SRA se pusieron en las bolsas a los niveles más altos de adición de SRA donde había un formación de grumos ligera. En referencia a las Figuras 13-15, obsérvese que hay una apariencia semejante a barro agrietado que es indicativa de que el SRA está por encima de una cantidad que es absorbida por los materiales para los especímenes de cemento y cenizas volantes. Por el contrario, solo los porcentajes muy altos de SRA con MgO mostraron solo un ligero agrietamiento. Además, las mezclas de MgO/SRA son blancas, lo que es beneficioso para varias aplicaciones arquitectónicas.

Tabla 6 Datos de evaporación para las muestras de polvo fino expuestas al aire en una campana de humos durante 72 horas

No. de Muestra	Polvo Vehicular	% de SRA en el Polvo	% de Cambio de Masa	% de Masa de SRA perdida
1	Cenizas volantes	3.69	-2.15	60.0
2	Cemento Portland	2.76	-1.12	42.9
3	Cemento Portland	4.60	-1.36	30.8
4	MgO	25.0	+0.36	-
5	MgO	20.0	+0.95	-
6	MgO	15.0	+1.62	-
7	MgO	13.4	+1.22	-
8	MgO	17.5	+1.70	-

Nota se asumen que toda la masa perdida es la evaporación de SRA como la única sustancia volátil en el polvo.

La Tabla 6 muestra los datos de evaporación para 5 a 6 g de polvo puestos en una placa Petri con un diámetro de aproximadamente 6.3 mm para tener aproximadamente 2 mm de polvo expuestos al aire durante 72 horas. Los especímenes de MgO/SRA ganaron una pequeña cantidad de masa (típicamente, por debajo del 2 %), mientras las muestras de cemento/SRA y cenizas volantes/SRA perdieron masa. La ganancia de masa se debe lo más probablemente a algunas reacciones menores con la humedad del aire debido a la gran área de la muestra que se expuso, y muestra que no hay pérdida de SRA. Por el contrario, los polvos tanto de cemento como de cenizas volantes perdieron masa. El único componente que es lo suficientemente volátil para evaporarse es el SRA. La pérdida de masa indicaría, para el caso del cemento, que está perdiendo más SRA del que gana en masa de agua de la hidratación de la superficie, y las cenizas volantes estarían perdiendo SRA a una tasa mayor (más del 2 % de la masa). Las menores cantidades de adición para las mezclas de cemento y cenizas volantes significa que la pérdida real de SRA es incluso mucho mayor con números que superan el 30 % de la cantidad inicial de SRA añadido a las cenizas volantes o cemento, en el mejor caso donde se observa formación de grumos. Así, los vehículos de cemento y cenizas volantes, además de no ser prácticos por la cantidad de SRA que podrían proporcionar, probablemente perderían rápidamente una gran cantidad de SRA a no ser que se sellaran muy firmemente. Los datos para el polvo seco según las realizaciones de la presente invención son consistentes con el hecho de que el SRA se está absorbiendo en la superficie con una mayor porosidad del MgO, lo que, además de posibilitar el tener una tasa de adición mayor de SRA, hace que el polvo sea más estable. En las bolsas de almacenamiento selladas reales, la ganancia de masa sería mínima porque la exposición del polvo al aire sería mínima.

ES 2 703 786 T3

La contracción por secado se reduce al disminuir la relación de agua a material cementoso, de manera que un uso preferido de las realizaciones de la presente invención incluye superplastificantes y reductores de agua. Además, la producción de concreto de alto rendimiento usando las realizaciones de la presente invención debería usar preferiblemente superplastificantes.

5 Ejemplo 7

La Tabla 7 proporciona datos de diseño y rendimiento de mezclas de concreto ejemplares para concreto estructural típico para el que se desea una bajo comportamiento de contracción. Los datos muestran que los polvos según las realizaciones de la presente invención cuando se usan como un reemplazo del cemento tienen propiedades de concreto plástico muy cercanas a una mezcla control que usa las mismas dosificaciones de aditivos, excepto por una mayor cantidad de arrastrador de aire, que aún así está en una tasa de adición baja. Las resistencias tempranas se reducen ligeramente, pero todas estuvieron por encima de 5000 psi a los 7 días, y esto es típico de un requerimiento típico de resistencia para 28 días. El rendimiento está en línea con el de las puzolanas que no ofrecen ninguna ventaja, o son perjudiciales para la contracción.

Tabla 7 Propiedades de concreto de mezclas con y sin polvo de MgO/SRA

ID de la Muestra	IC	1-3.75	1-6	1-6-12
Tipo de Mezcla	IC Control	3.75 % Magox/SRA	6 % Magox/SRA	6 % Magox/SRA
Materiales	kg/m ³ (lb/yd ³)			
Cemento Portland I/II	348.9 (588)	335.8 (566)	328.1 (553)	328.1 (553)
Magox MgO/SRA 5.5:1	0 0	15.4 (26)	24.9 (42)	0 0
Magox MgO/SRA 12:1	0 0	0 0	0 0	22.6 (38)
Arena de Concreto	735.7 (1240)	730.3 (1231)	734.5 (1238)	736.3 (1241)
Ag. Grueso No. 67	1029.9 (1736)	1029.9 (1736)	1029.9 (1736)	1029.9 (1736)
Agua kg/m ³ (lbs/yd ³)	151.9 (256)	151.9 (256)	151.9 (256)	151.9 (256)
Diseño % Aire	6.00	6.00	6.00	6.00
MBAE-10 Aditivo Arr. de Aire oz/cwt	0.4	0.8	0.75	0.85
300R Retardador oz/cwt Polyheed 997 Midrange oz/cwt	3 3	3 3	3 3	3 3
Rheobuild 1000 HRWR oz/cwt	1.4	1.4	1.4	1.4
Total kg/m ³ (lbs/yd ³)	2266.3 (3820)	2263.4 (3815)	2269.3 (3825)	2268.7 (3824)
Relación A/C (Según se Ensayó)	0.43	0.43	0.43	0.43
Grumo cm (pulg.)	10.16 (4.00)	8.89 (3.50)	10.16 (4.00)	10.16 (4.00)
% de Aire (Según se Ensayó)	6.60	6.60	6.10	7.30
Densidad kg/m ³ (lbs/pies ³)	2257 (140.9)	2255.4 (140.8)	2260.2 (141.1)	2226.6 (139.0)
Días	Resistencia a la Compresión kPa ((PSI))			
3	33 680.9 (4885)	32 819 (4760)	32 026.2 (4645)	32 233 (4675)
7	38 645.1 (5605)	37 886.7 (5495)	35 921.7 (5210)	36 749.1 (5330)

15 Notas: 1-3.75 y 1-6 son a 5.5:1 MgO:SRA en masa. 3.75 representa porcentaje de MgO en el cemento. El 1-6-12 es un 12:1 MgO:SRA en masa. El 6 representa 6 % de MgO en masa en el cemento

5 Las Figuras 21-22 muestran la contracción por secado para especímenes que se sellaron con cinta o se sellaron con un compuesto de curado de concreto no acuoso comercial. El control y dos de las adiciones de polvo de la invención tuvieron menos contracción cuando las muestras se sellaron con una cinta de aluminio. Esto se esperaría ya que la cita de aluminio proporcionaría una mejor protección frente a la humedad o ingreso de humedad. Sin embargo, la realización de la presente invención de polvo de MgO/SRA a la relación 5.5 a 1.0 de MgO a SRA al 6 % de MgO y 1.09 % de SRA en el material cementoso tuvieron aproximadamente 2.5 veces de la expansión, cuando se sellaron con un compuesto de curado, a los 7 días comparado con su equivalente de cinta. Esto es una mejora significativa ya que los selladores con compuesto de curado son muy comunes en el campo. Además, la expansión se estabiliza y disminuye un poco lo que es un comportamiento ideal para evitar un agrietamiento posible por la expansión.

10 Los datos de la Figura 22 para los compuestos de curado muestran porcentajes de reducción de la contracción de más del 75 % para las realizaciones de la presente invención usando combinaciones de MgO/SRA. Para conseguir este nivel de reducción de la contracción temprano sobre las muestras control, se necesita típicamente más del 1.5 % de SRA en masa de cemento. Los ejemplos presentes consiguen esto con niveles de SRA por debajo del 0.7 % y a un nivel mayor del 1 % de SRA todavía muestra una expansión temprana, sin curado con agua. Esta estrategia es menos costosa que el uso de un SRA solo, y mitiga los problemas potenciales para cumplir los requerimiento de arrastre de aire. El reemplazo parcial de cemento con MgO disminuye la huella de carbono del concreto, como lo hace el uso de las realizaciones de la presente invención con el potencial de reducir las reducciones de durabilidad inducidas por el agrietamiento en el rendimiento.

15 La Figura 23 muestra los resultados de contracción por secado para concretos que se curaron con humedad durante 7 días antes del inicio de la contracción por secado. Incluso sin incluir la mayor expansión que tiene lugar para las realizaciones de la presente invención usando especímenes de MgO/SRA bajo curado con humedad, todavía hay una reducción significativa en la contracción por secado para los especímenes de MgO/SRA. En las condiciones de exposición reales, la expansión inicial reducirá los esfuerzos de tensión tempranos, de manera que los beneficios son mayores de lo que se muestra.

25 **Ejemplo 8**

Se realizó un ensayo adicional sobre morteros que serían típicamente los usados en aplicaciones de reparación. La Tabla 8 proporciona los datos sobre morteros para morteros de reparación verticales y sobre cabeza con y sin las realizaciones de la presente invención usando polvo de MgO/SRA a una relación 5.5:1 a dos tasas de dosificación diferentes. La Tabla 9 proporciona datos para un mortero de látex con y sin dosificaciones similares de las realizaciones de la presente invención usando polvo de MgO/SRA a la relación 5.5:1.

30 **Tabla 8** Propiedades de morteros para morteros sobre cabeza y verticales con y sin MgO/SRA a la relación en masa 5.5:1. Masa total del polvo 22.34 kg (49.24 lbs.) por lote, MgO/SRA añadido como reemplazo de cemento.

Mezcla	a/c	Fluidez	Resistencia a la Compresión 1 día kPa ((psi))	Resistencia a la Compresión 7 días kPa ((psi))
Control	0.369	88	14 589.3 (2116)	36 183.7 (5248)
3% de MgO/SRA	0.367	88	14 375.6 (2085)	33 439.6 (4850)
6% de MgO/SRA	0.365	79	10 845.5 (1573)	27 841 (4038)

Nota la mezcla de mortero contenía 50.5 % de arena en masa del polvo. El contenido de aire fue el 4 %.

35 **Tabla 9** Propiedades de morteros para morteros de látex seco al 10 % ASTM C 1439 (con desespumador) con y sin MgO/SRA a la relación en masa 5.5:1. El cemento a arena fue 1 a 2.75 y a/c= 0.457.

Mezcla	Flujo	% de Aire	Resistencia a la Compresión 1 día kPa ((psi))	Resistencia a la Compresión 7 días kPa ((psi))
Control	107	9	5715.8 (829)	26 951.7 (3909)
3% de MgO/SRA	108	8	4778.1 (693)	23 966.2 (3476)
6% de MgO/SRA	104	8	3481.9 (505)	20 001.7 (2901)

Además de las propiedades normales del mortero en las Tablas 8 y 9, se determinaron las propiedades de contracción ya que son una de las propiedades principales que afectan el agrietamiento de los morteros bajo condiciones restringidas. La contracción por secado es una preocupación importante, ya que estos morteros se usan

frecuentemente en condiciones restringidas en las que estarán sometidos a secado. Sin embargo, debido a que tienen un componente expansivo, los datos que muestran que la expansión sería menor del 0.1 % en 14 días son beneficiosos para mostrar que el agrietamiento debido a expansión interna no es probable. En los ensayos ejemplares, se eligió el valor del 0.1 % como un valor que es el límite superior para la expansión en el ensayo de los morteros para los agregados susceptibles de reacciones expansivas.

La Figura 24 muestra tanto la expansión en agua como la contracción en aire para los morteros de reparación sobre cabeza y verticales. Los morteros preparados según las realizaciones de la presente invención muestran más expansión que el control, pero por debajo del valor crítico al que el agrietamiento debido a la expansión se convierte en una preocupación potencial. La contracción por secado se reduce sustancialmente para los dos morteros preparados según las realizaciones de la presente invención. Esto hará que estos morteros sean más resistentes al agrietamiento.

La Figura 25 muestra tanto la expansión en agua como la contracción en aire para la serie de morteros ASTM C 1439. Los morteros de las realizaciones de la presente invención muestran más expansión en agua de lo que se esperaba, pero está todavía por debajo del límite de expansión crítico: La contracción por secado se reduce sustancialmente con los morteros de las realizaciones de la presente invención, y esto también resultaría en que sean más resistentes al agrietamiento.

Para llegar a los valores de contracción por secado bajos obtenidos según las realizaciones de la presente invención, se necesitaría una dosificación mucho mayor de MgO o SRA solo (1.5 a 2 veces mayor que la usada en combinación). En el caso del MgO, la expansión bajo condiciones de humedad podría, en algunos casos, ser excesiva, mientras el SRA solo es mucho más costoso y puede tener efectos negativos en varias propiedades del concreto tales como la resistencia, tiempos de fraguado, y arrastre de aire.

La resistencia mejorada a la contracción en los ensayos de vigas dio lugar a grandes incrementos en el tiempo hasta el agrietamiento en un ensayo de anillo de contracción restringido, ASTM C 1551. La Tabla 10 muestra el tiempo hasta el agrietamiento y deformación en el momento del agrietamiento para las mezclas de mortero de reparación sobre cabeza y verticales, así como el mortero C 1439. Claramente, los morteros incluidos en la presente invención son muy superiores a los morteros control. Para la serie de morteros C 1439, se determinó la tasa de tensión promedio.

Tabla 10 Resultados de anillos de contracción restringida ASTM C 1551 para morteros sobre cabeza y verticales y morteros C 1439

Mezcla de Mortero	Tiempo Promedio hasta la Falla (días)	Microdeformación en la Falla	Factor de Tasa de Deformación Promedio (microdeformación/días ^{-0.5})	Tasa de Tensión Promedio kPa/día ((psi/día))
OHNertical Control	1.6	-45		
OHNertical 3% de MgO/SRA	4.4	-39		
OHNertical 6% de MgO/SRA	12.0	-33		
C 1439 Control	15.3	-47	26	186.2 (27)
C 1439 3% de MgO/SRA	>15.3	-25*	12	87.7 (12)
C 1439 6% de MgO/SRA	>15.3	-6.4*	7.2	42.8 (6.2)

*A los 15.3 días de ensayo, las muestras no habían experimentado falla en ese momento.

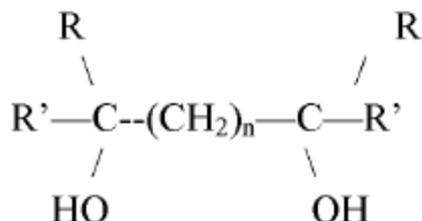
Hubo una disminución sustancial en el desarrollo de tensión con la adición del polvo de MgO/SRA. El mortero C 1439 se agrietó a los 15 días lo que está muy próximo a cuándo el método de ensayo habría predicho su falla sobre la base de una tasa de tensión promedio de 186.2 kPa/día (27 psi/día), se clasificaría como que tiene un potencial moderado para el agrietamiento. La adición baja de la invención MgO/SRA tuvo una tasa de tensión en ese punto de 87.7 kPa/día (12 psi/día), lo que le pone en el intervalo de bajo potencial para el agrietamiento. La mayor adición de MgO/SRA según esta invención tuvo una tasa de tensión muy baja de 42.8 kPa (6.4 psi/día). El potencial para el agrietamiento para este mortero es muy bajo.

REIVINDICACIONES

1. Un polvo seco fluido que consiste esencialmente en:

óxido de magnesio que incluye un material ligeramente calcinado, calcinado a temperaturas que varían de 750 °C a 1200 °C; y

5 un agente reductor de la contracción, agente reductor de la contracción que incluye al menos uno de:



en donde cada R incluye independientemente uno de un átomo de hidrógeno y un grupo alquilo C₁ a C₂, cada R' incluye independientemente un grupo alquilo C₁ a C₂, y n es un número entero de 1 a 2; y

HO(AO)_xH, en donde A es uno de metileno, etileno, y propileno, y x es un número entero de 1 a 10.

10 2. Un polvo seco fluido según la reivindicación 1, que comprende además un polímero superabsorbente incluyendo un copolímero poliacrílico y poliacrilamida.

3. El polvo seco fluido según la reivindicación 2, en donde el polímero superabsorbente incluye uno o más de un copolímero acrílico-acrilamida entrecruzado neutralizado con potasio, o magnesio.

15 4. El polvo seco fluido según la reivindicación 3, en donde el agente reductor de la contracción líquido se combina con el óxido de magnesio para formar el polvo seco fluido.

5. El polvo seco fluido según la reivindicación 1, en donde el óxido de magnesio tiene un tamaño de partícula medio en el intervalo de entre 10 a 20 micrómetros.

20 6. El polvo seco fluido según la reivindicación 1, que comprende además aditivos de desecación de edad temprana incluyendo uno o más de un estearato de calcio, un estearato de butilo, estearato de polímero, un metil siliconato de potasio y un derivado de órgano-silicona.

7. El polvo seco fluido según la reivindicación 2, en donde el polímero superabsorbente incluye partículas que tienen tamaños de partícula variados que varían de 75 a 2000 μm.

8. El polvo seco fluido según la reivindicación 1, que comprende además uno o más de óxido de calcio, silicato de calcio, silicato de magnesio.

25 9. El polvo seco fluido según la reivindicación 1, que comprende además uno o más de un derivado de policarboxilato, un condensado de melamina-formaldehído sulfonatado, un condensado de naftaleno-formaldehído sulfonatado, y un lignosulfonato modificado.

10. El polvo seco fluido según la reivindicación 1, en donde el agente reductor de la contracción se incluye en el intervalo del 7 % al 30 % del óxido de magnesio en masa.

30 11. El polvo seco fluido según la reivindicación 1, en donde el agente reductor de la contracción se incluye en el intervalo del 13 % al 25 % en masa del óxido de magnesio.

12. El polvo seco fluido según la reivindicación 1, en donde el agente reductor de la contracción se incluye en el intervalo del 17.5 % al 25 % en masa del del óxido de magnesio.

35 13. El polvo seco fluido según la reivindicación 1, en donde el agente reductor de la contracción se incluye en el intervalo del >0 % al 7 % en masa de óxido de magnesio.

14. Un polvo seco fluido según la reivindicación 1, que comprende además cemento portland.

15. Un polvo seco fluido según la reivindicación 1, que comprende además un polímero superabsorbente incluyendo un copolímero poliacrílico y poliacrilamida; y cemento portland.

40 16. El polvo seco fluido según la reivindicación 15, en donde el óxido de magnesio se incluye en el intervalo de entre el 3 % y el 7.5 % respecto al cemento portland, y el agente reductor de la contracción se incluye en el intervalo de entre el 0.5 % y el 2 % respecto al cemento portland.

17. El polvo seco fluido según la reivindicación 15, en donde el óxido de magnesio se incluye en el intervalo de entre el 3.75 % y el 6 % respecto al cemento portland, y el agente reductor de la contracción se incluye en el intervalo de entre el 0.5 % y el 1.75 % respecto al cemento portland.

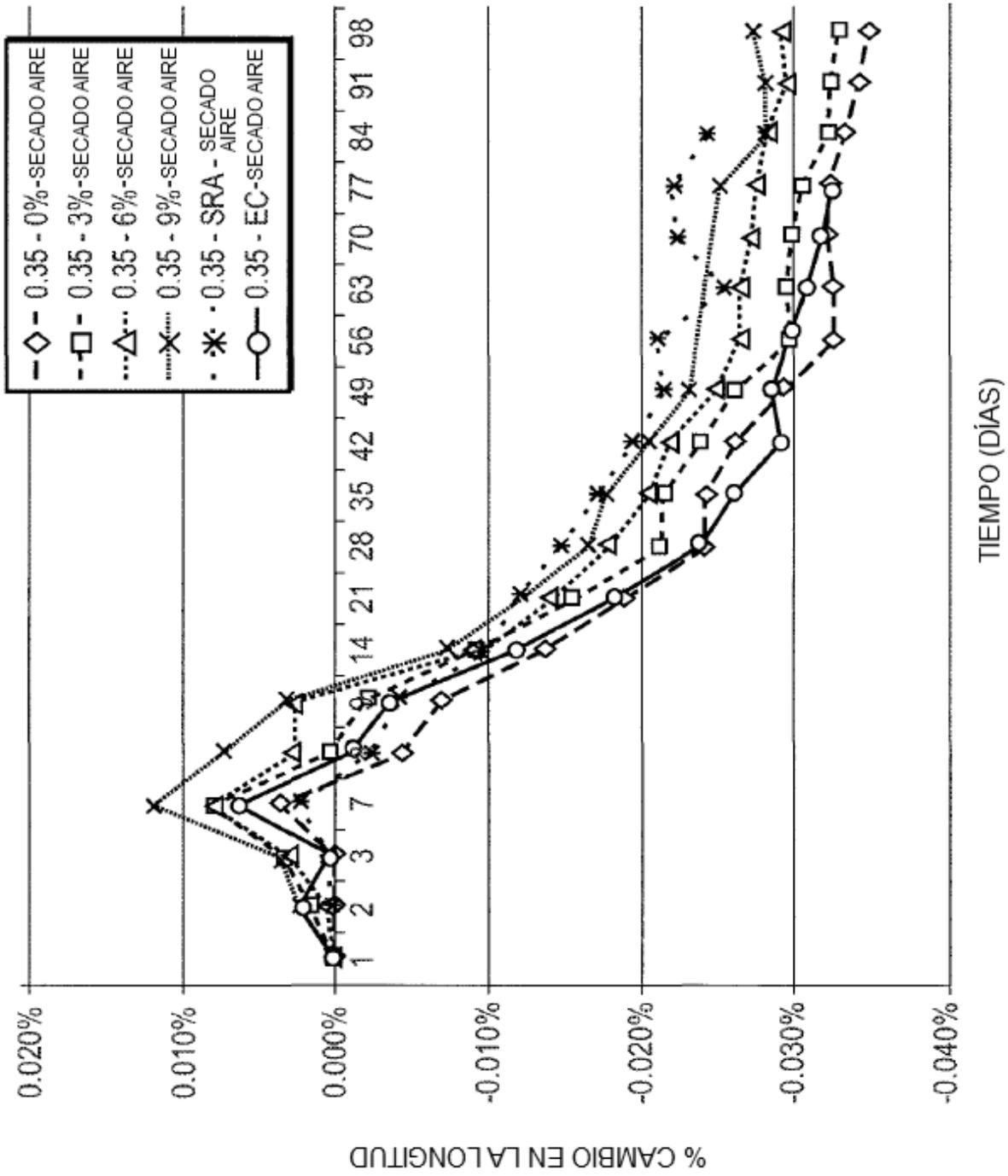


FIG. 1

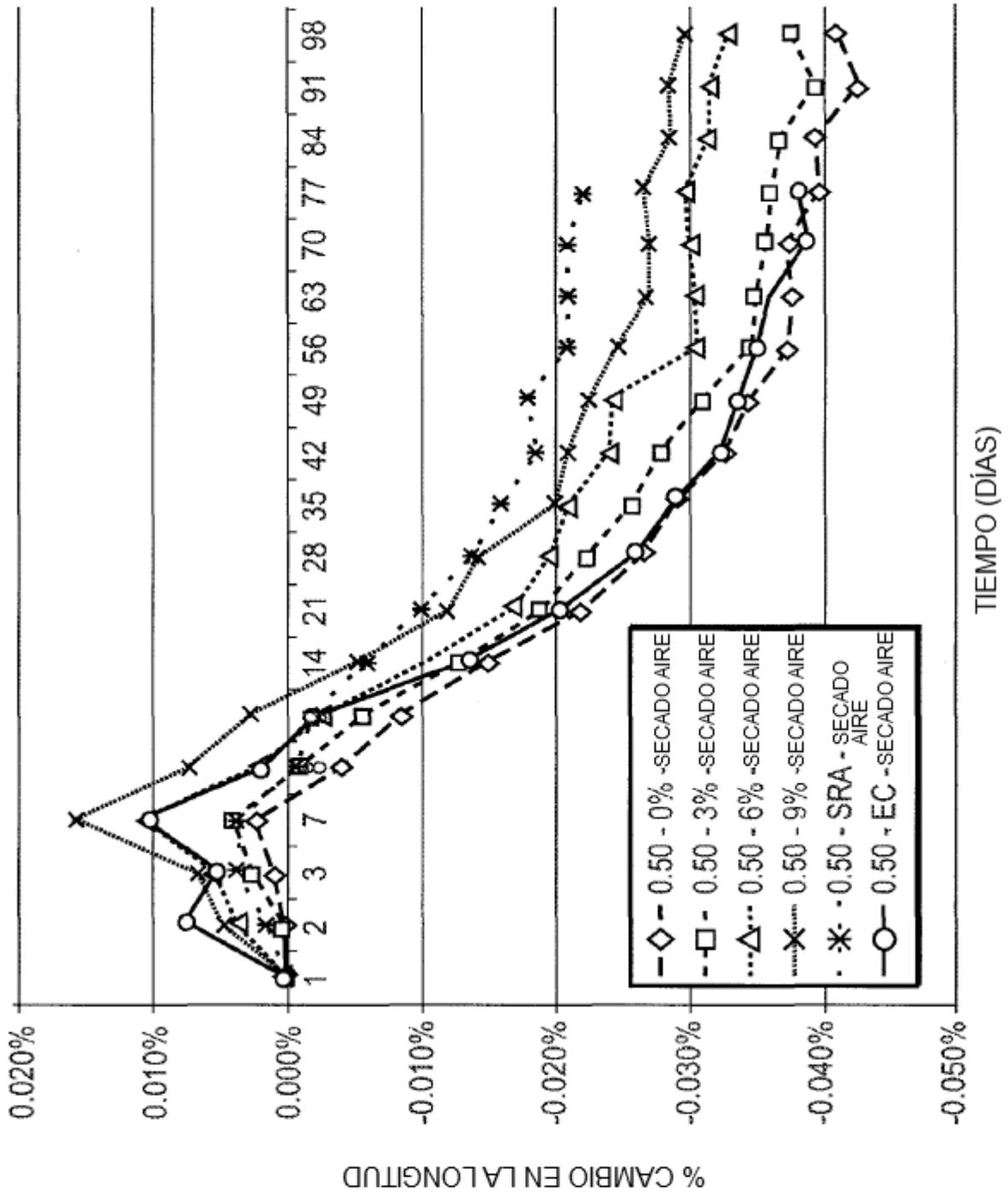


FIG. 2

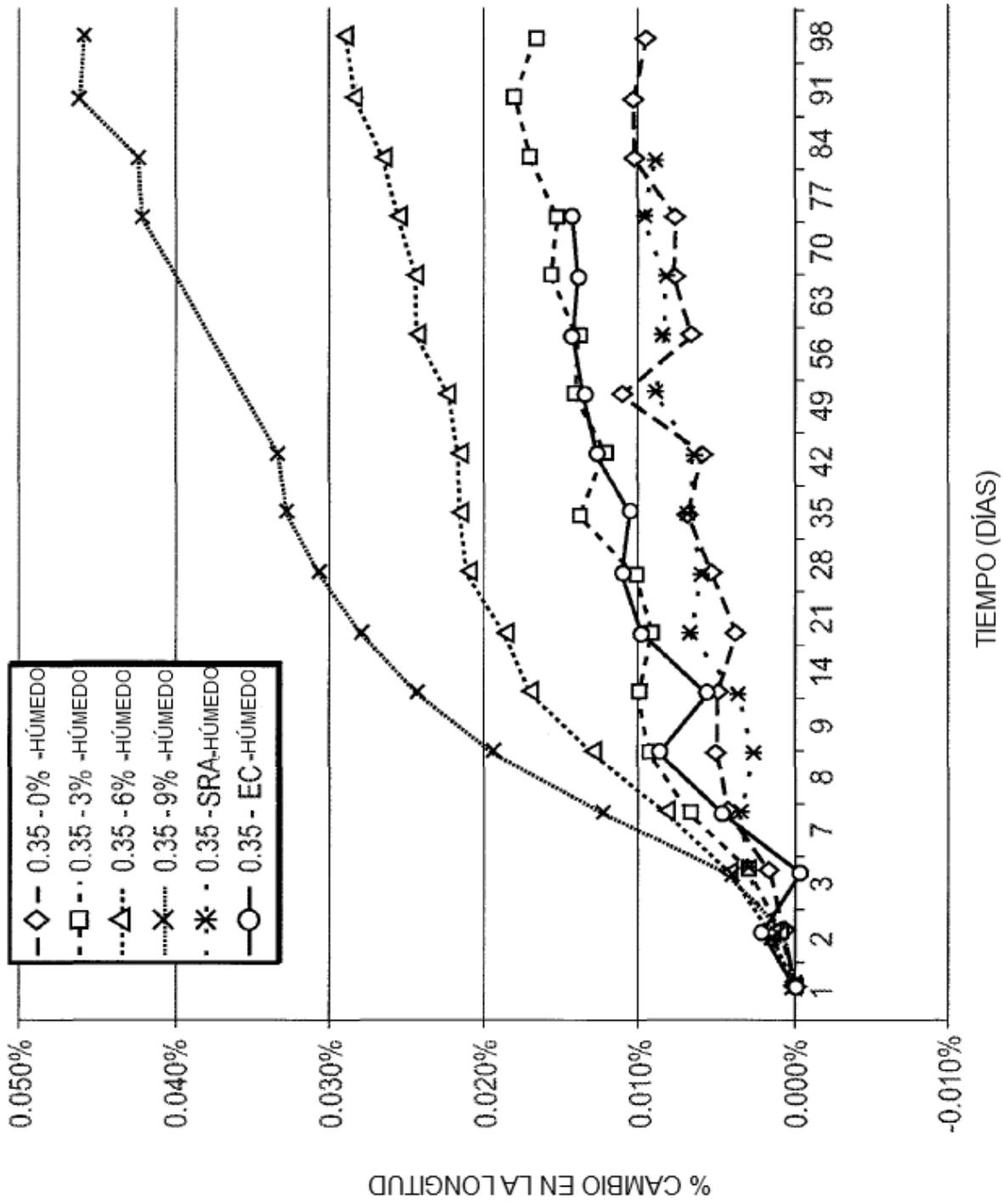


FIG. 3

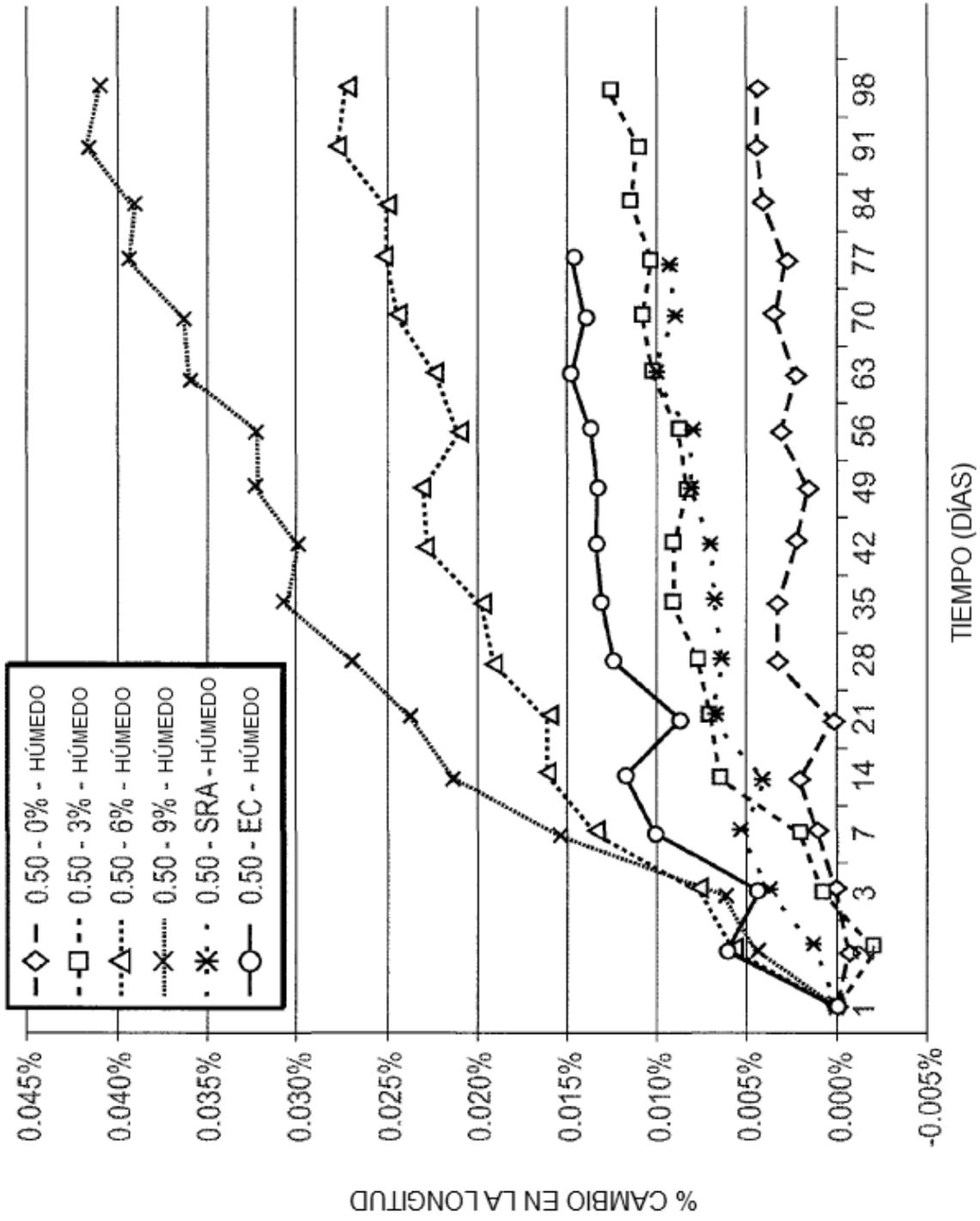


FIG. 4

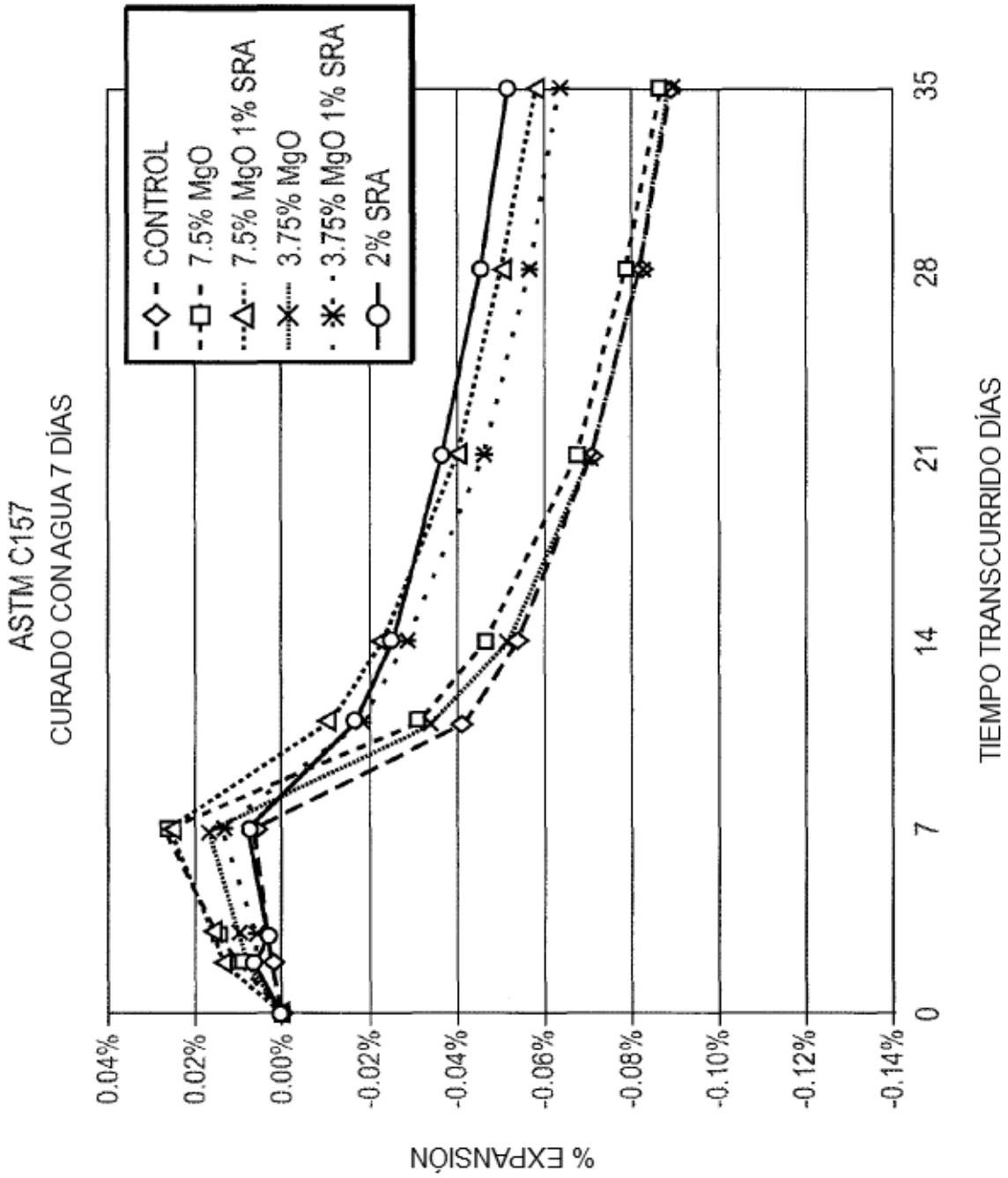


FIG. 5

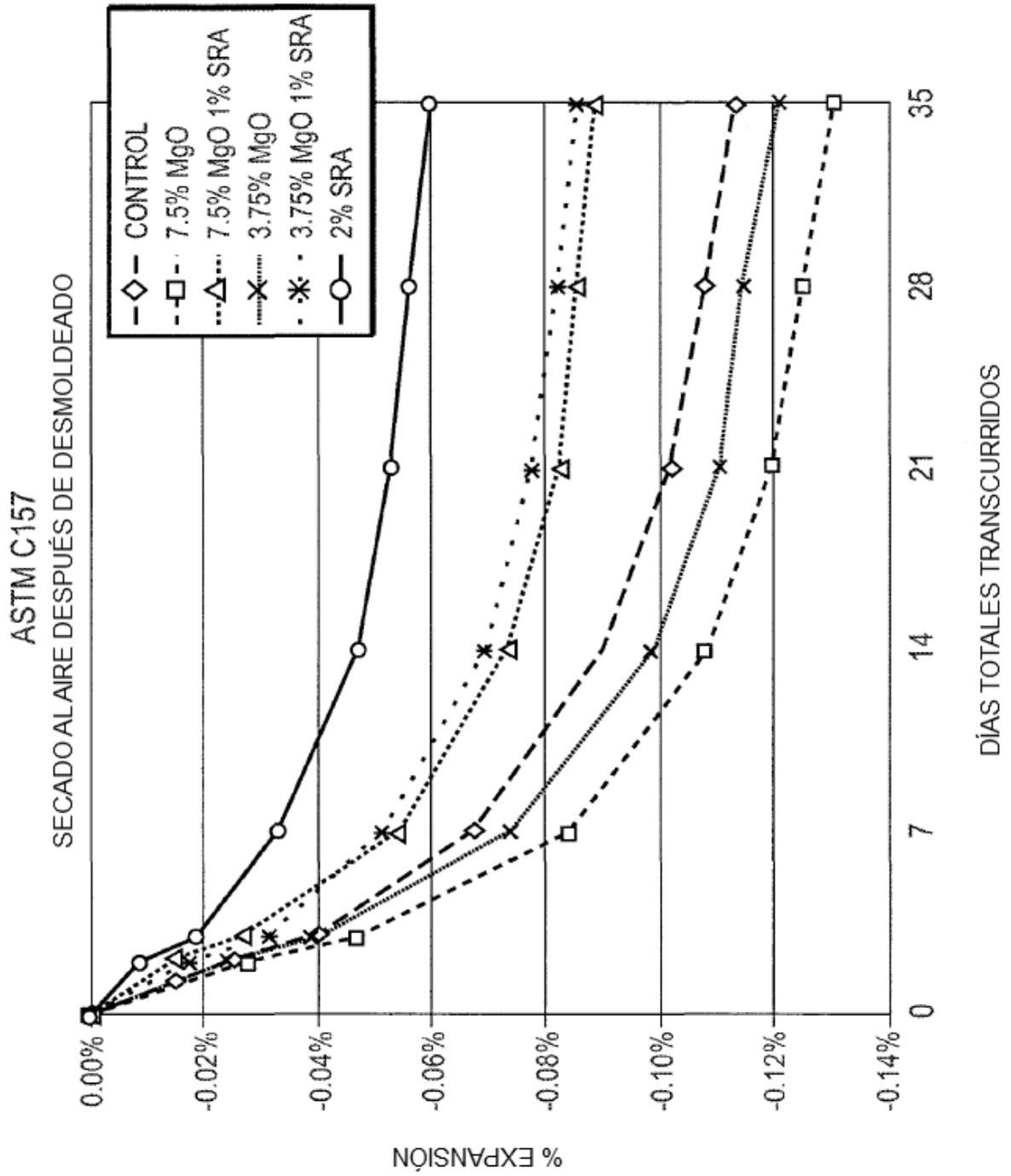


FIG. 6

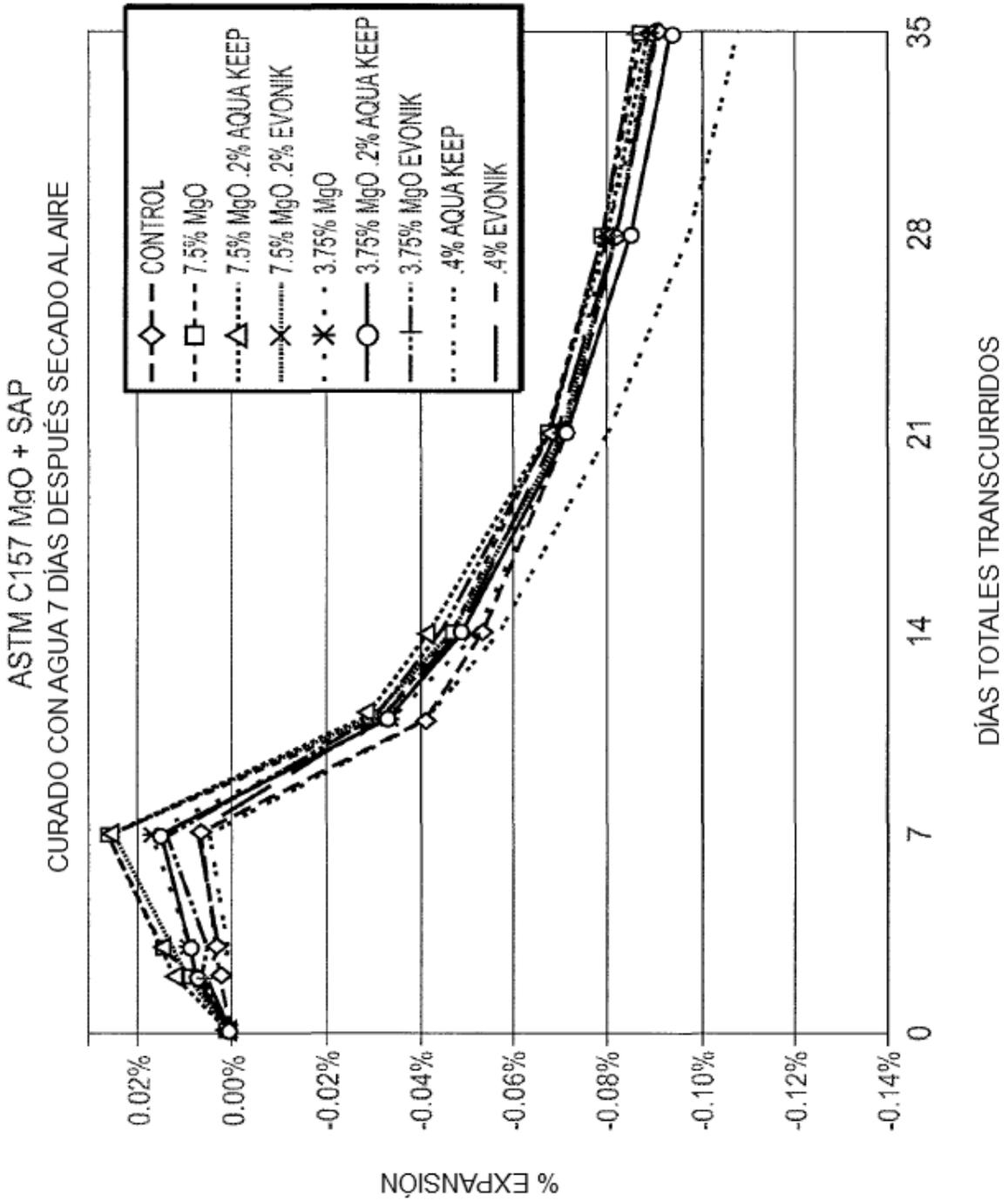


FIG. 7

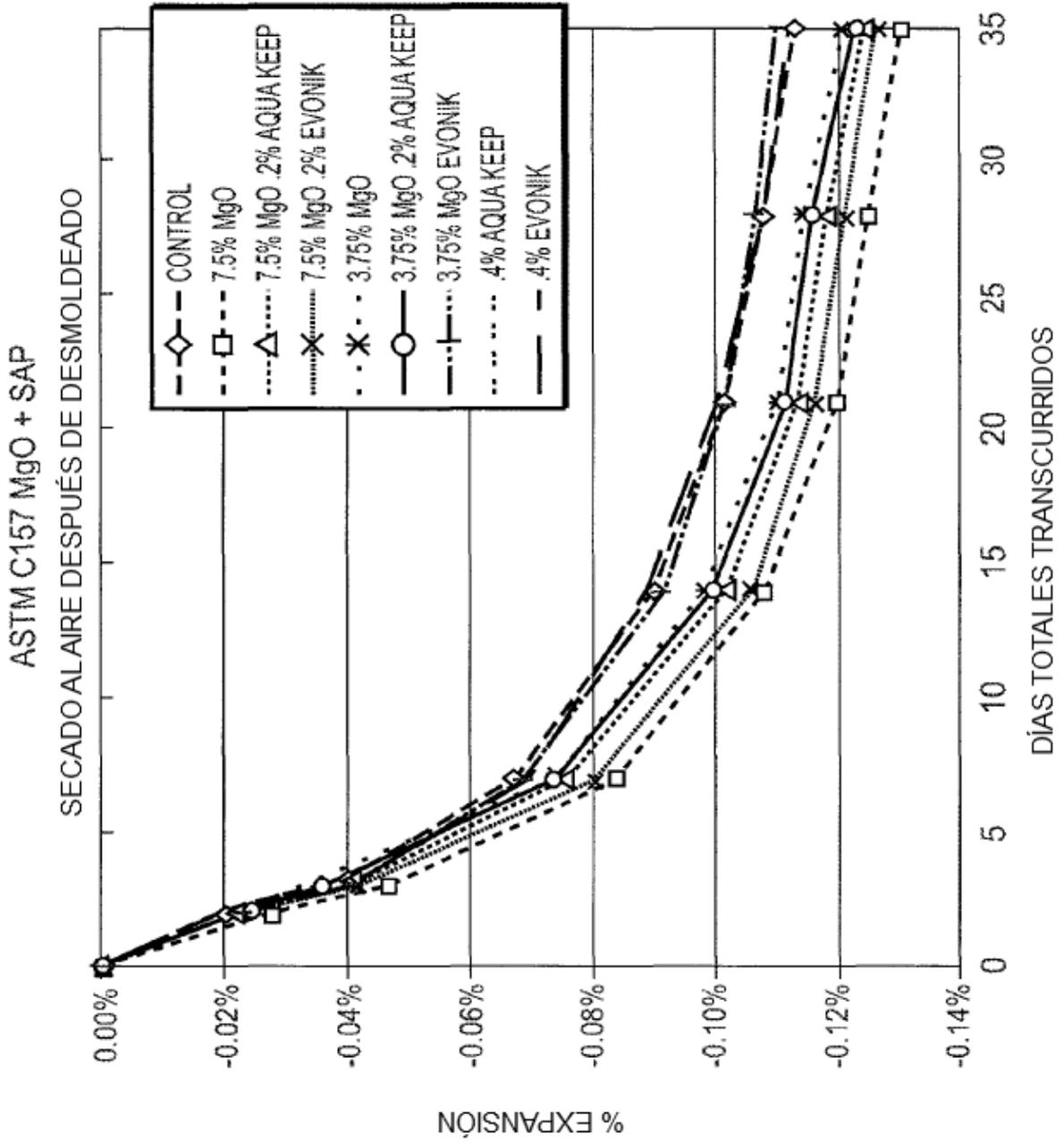


FIG. 8

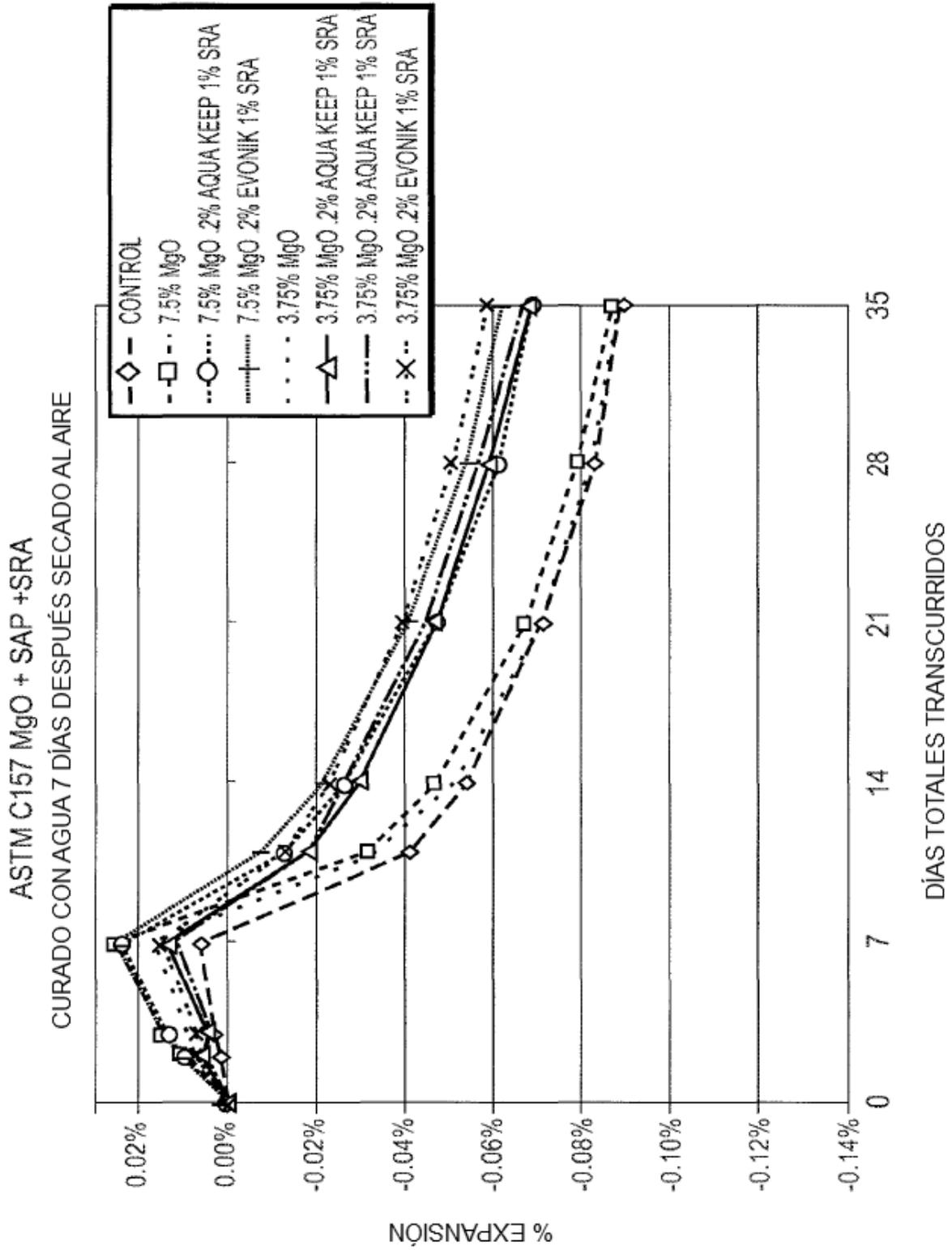


FIG. 9

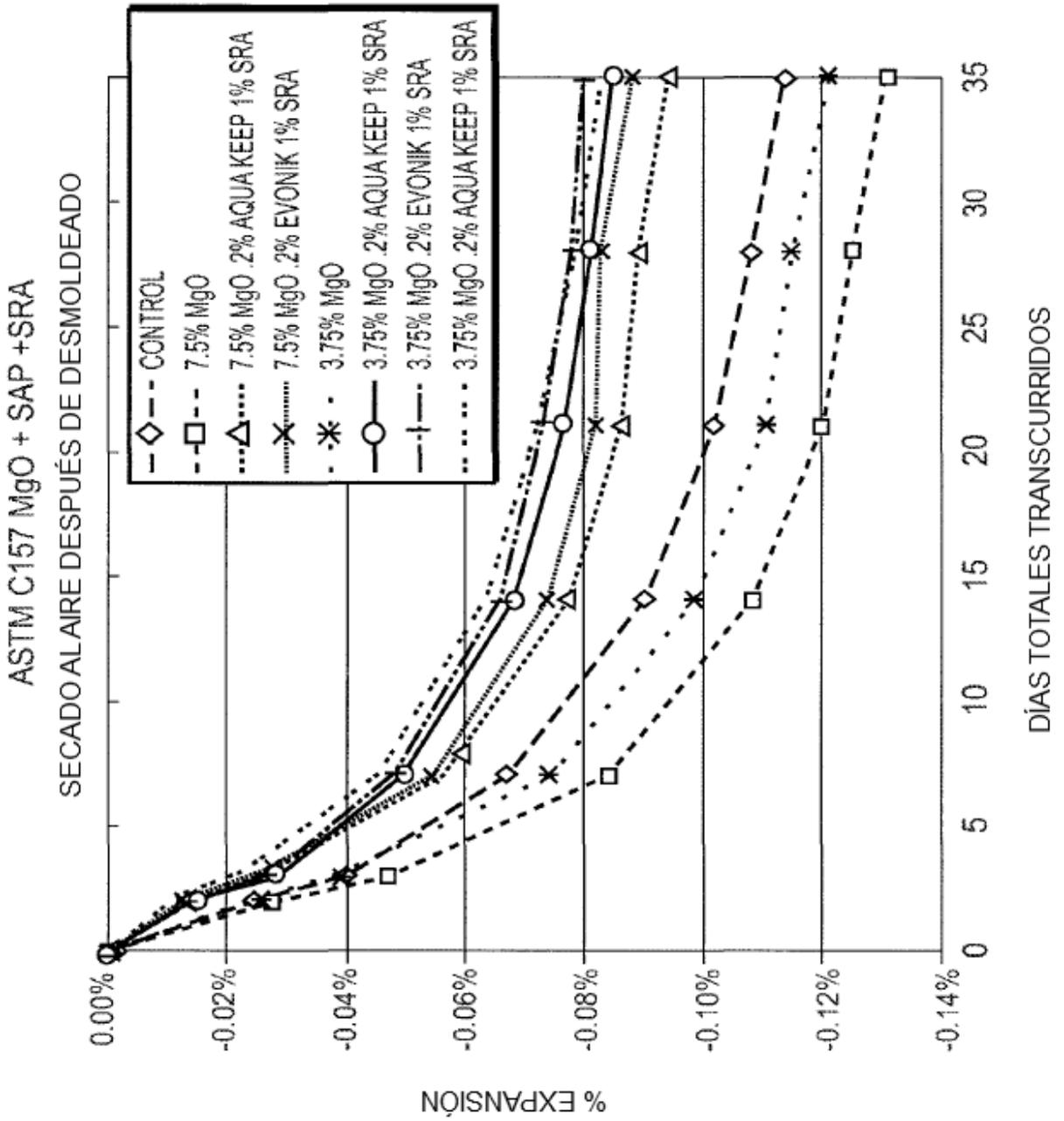


FIG. 10

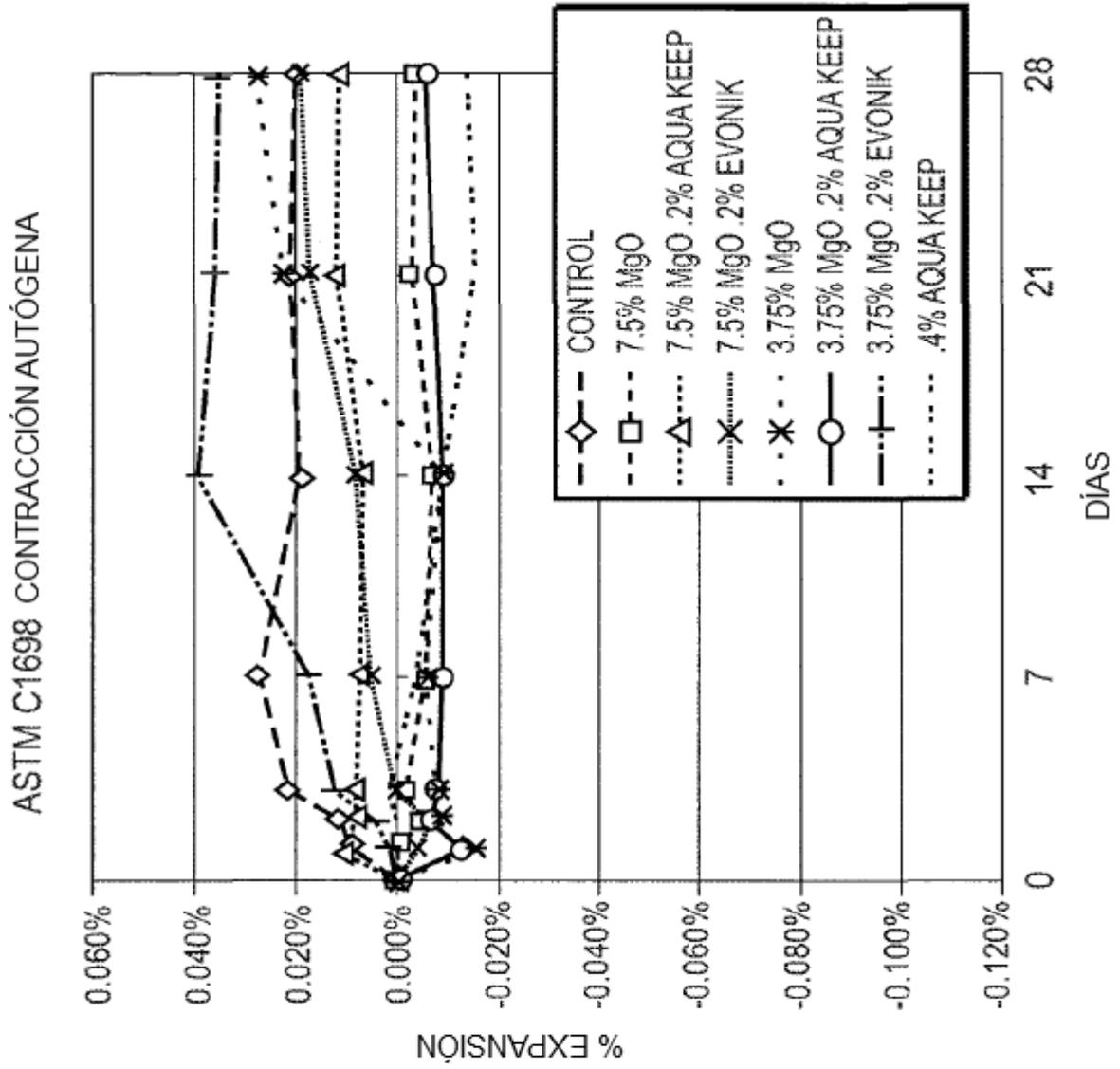


FIG. 11

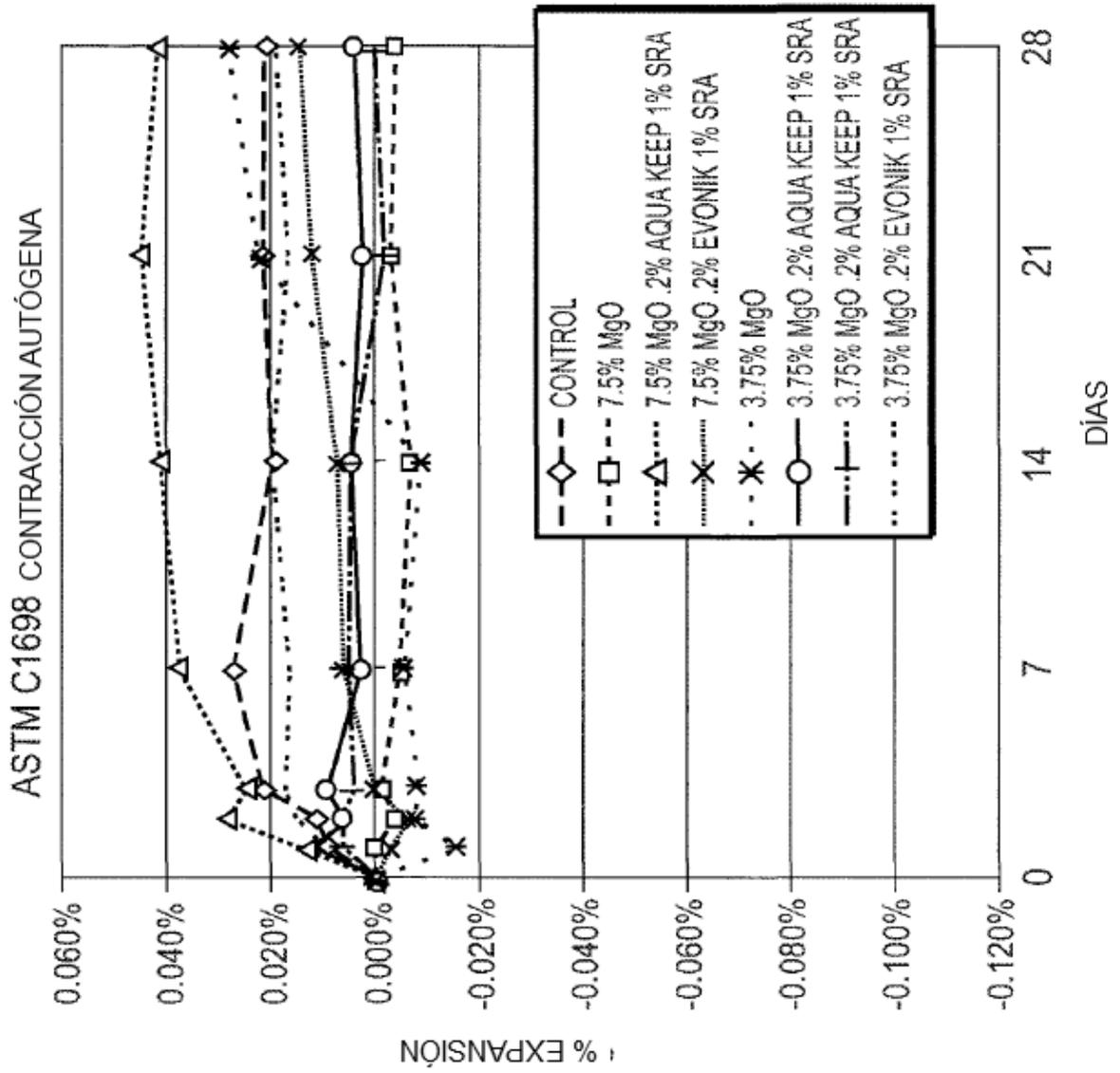


FIG. 12

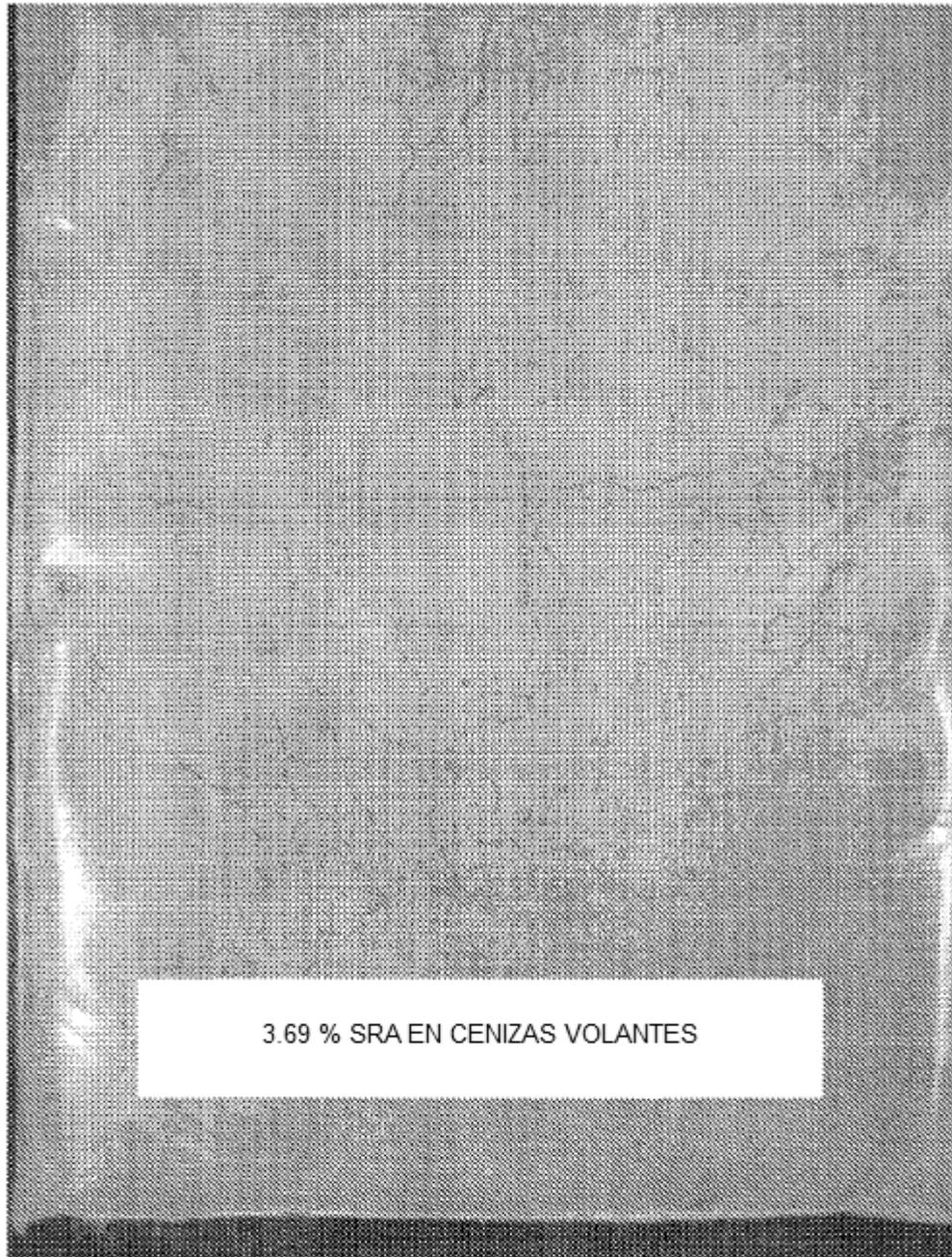


FIG. 13

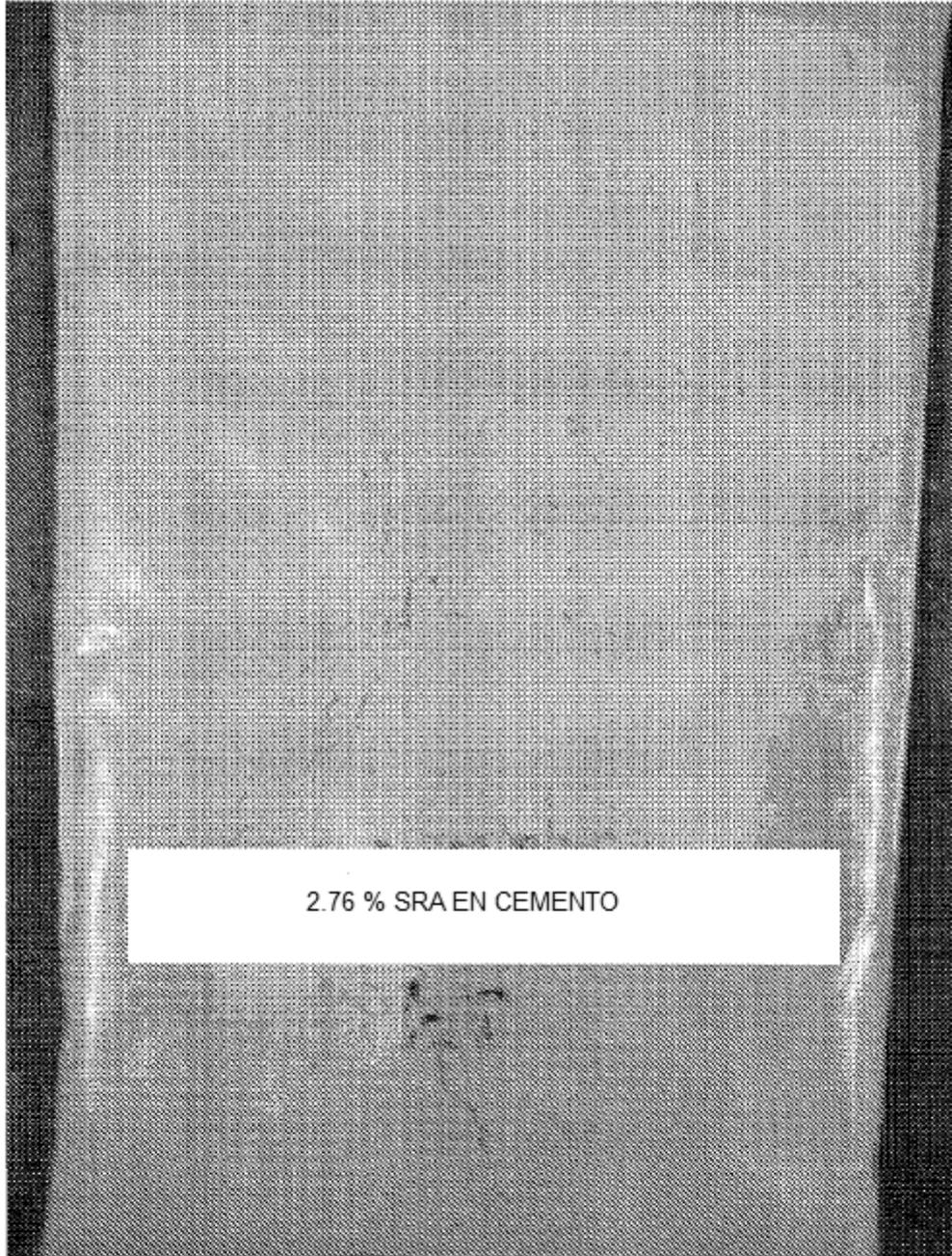


FIG. 14

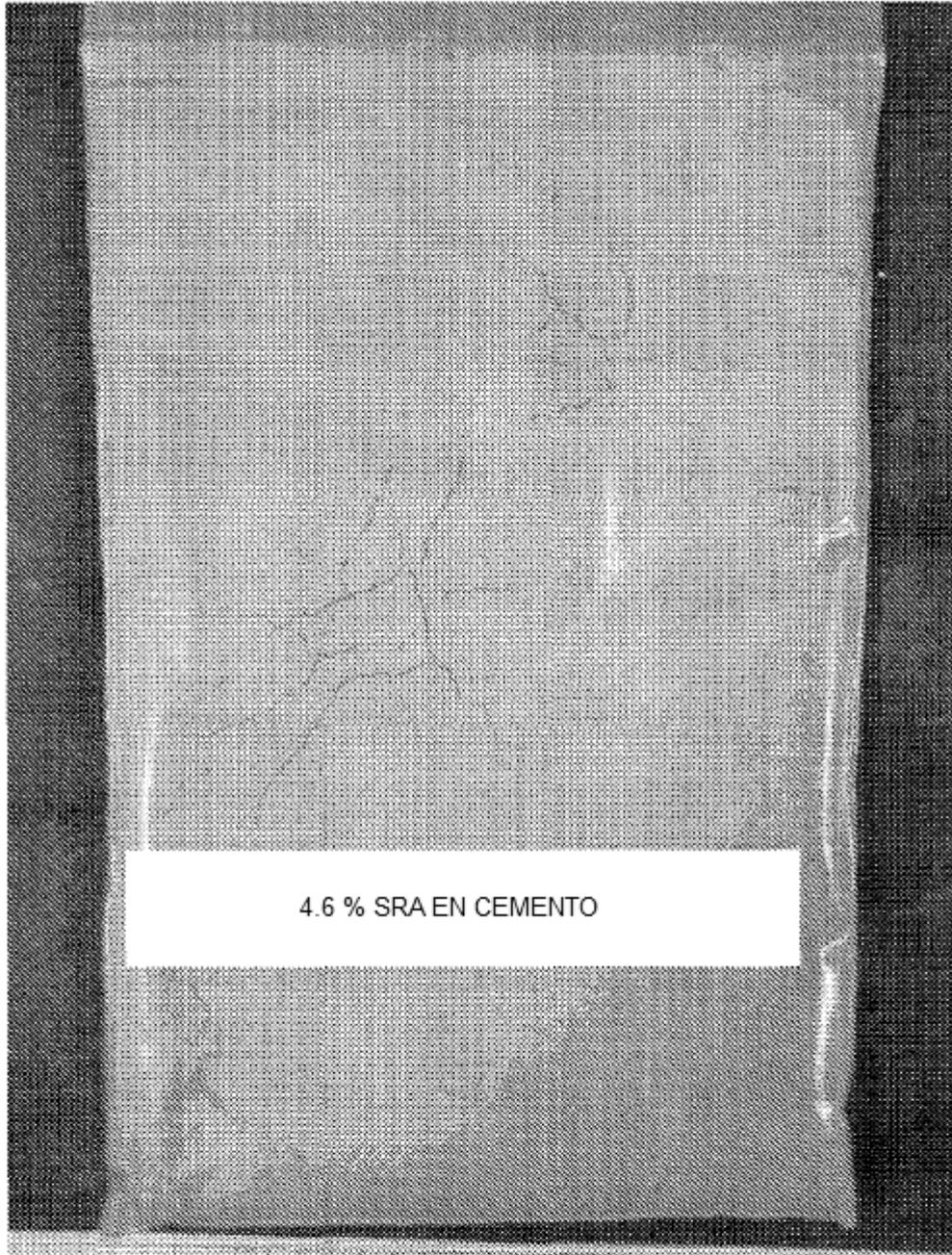


FIG. 15

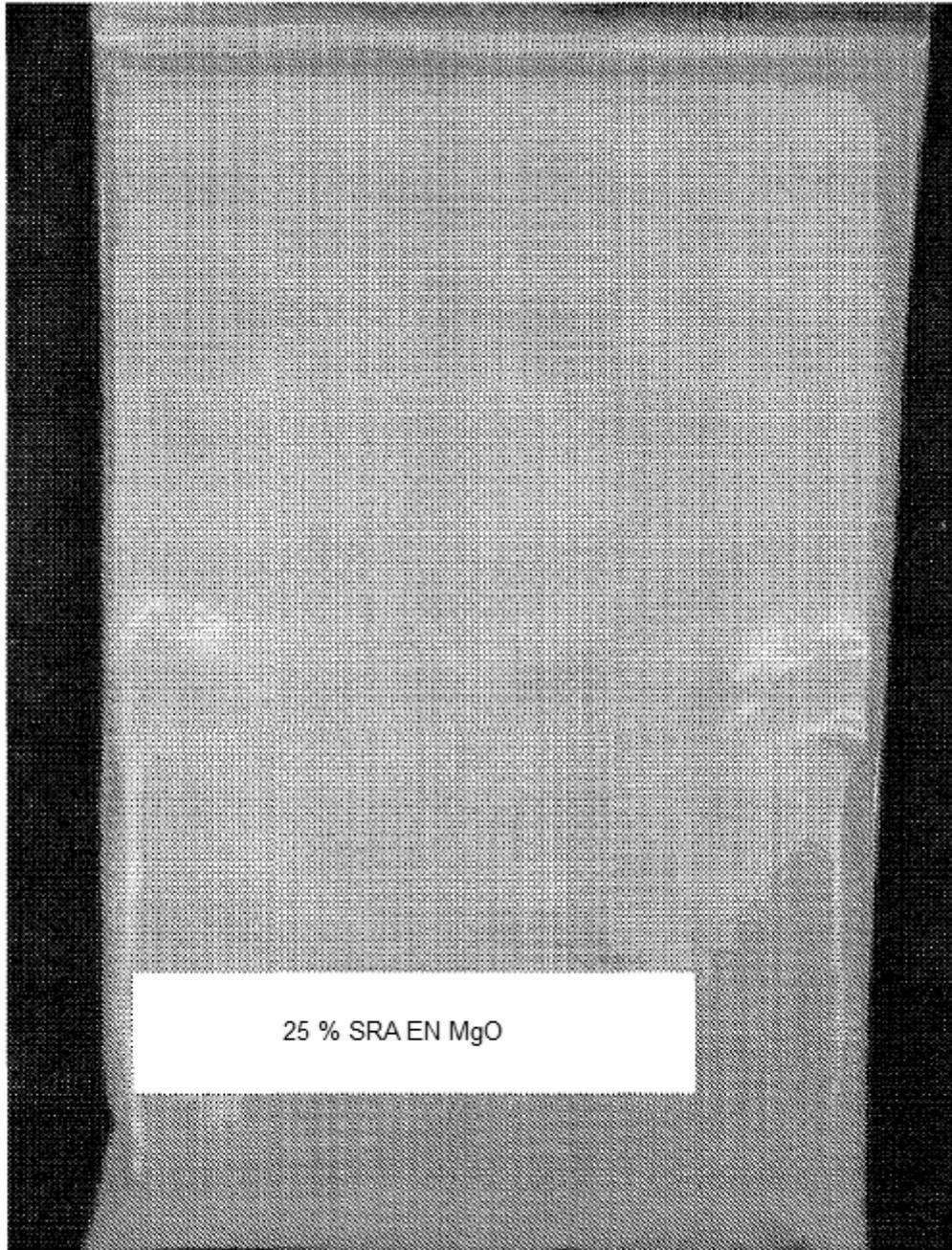


FIG. 16

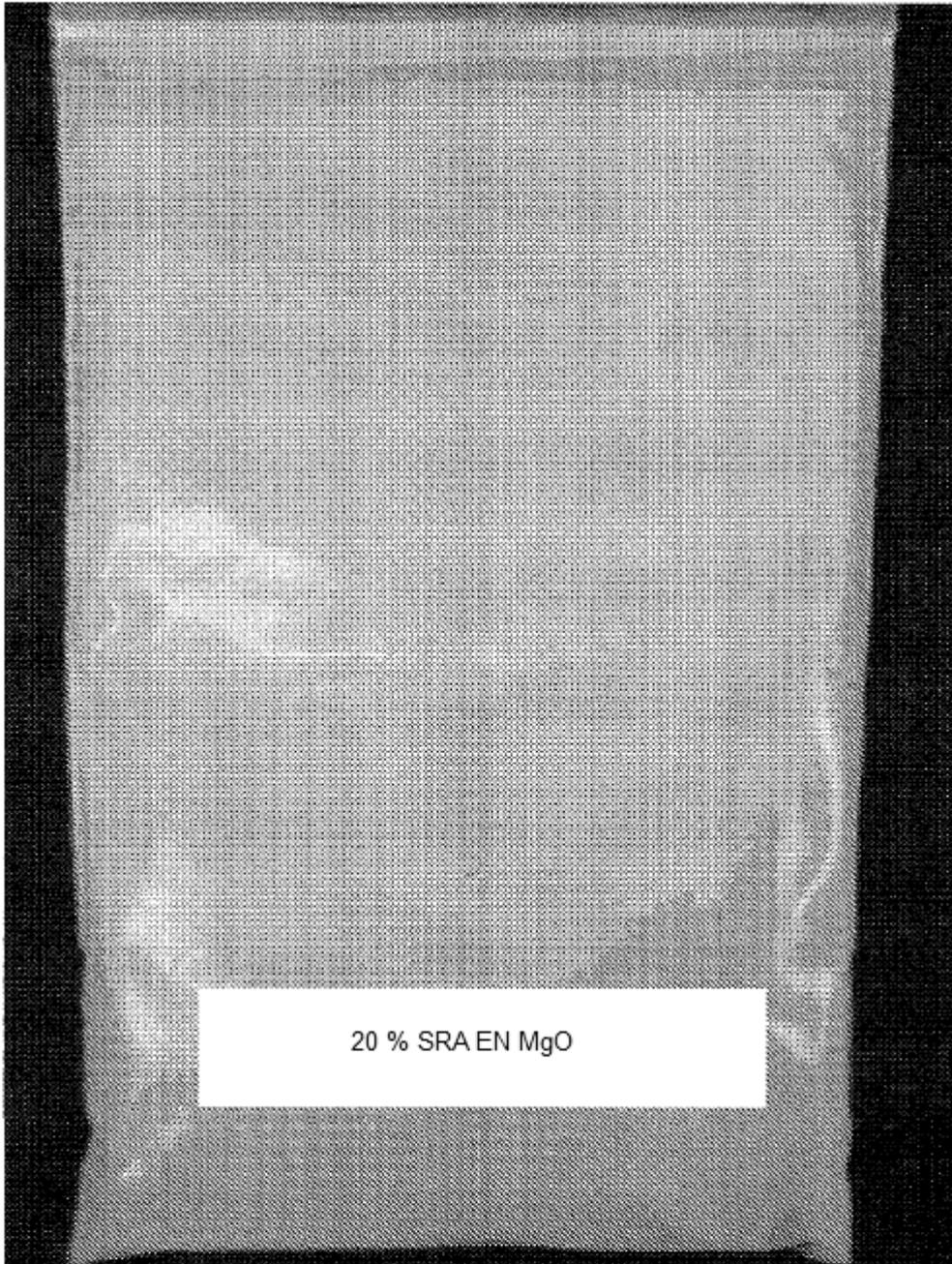


FIG. 17

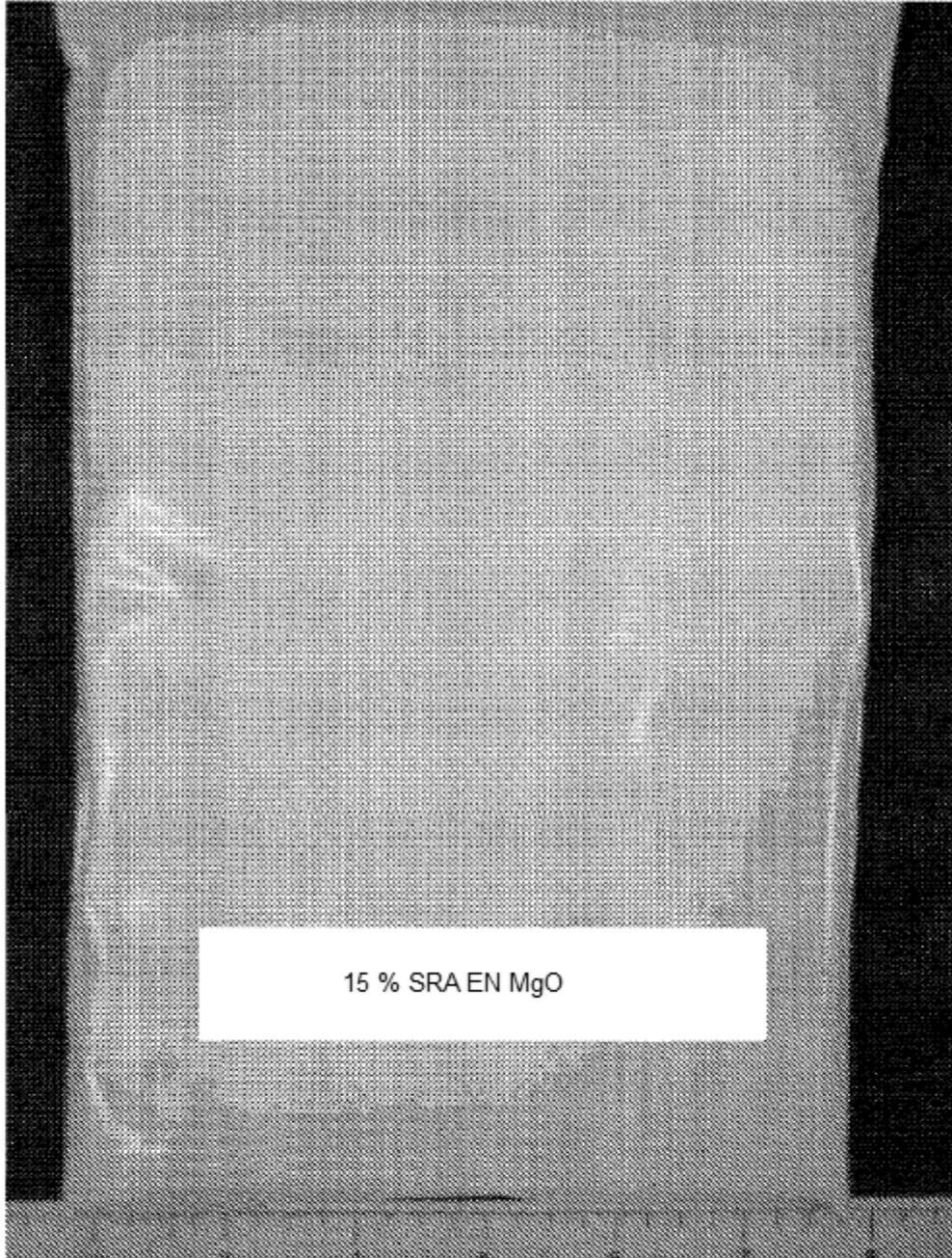


FIG. 18

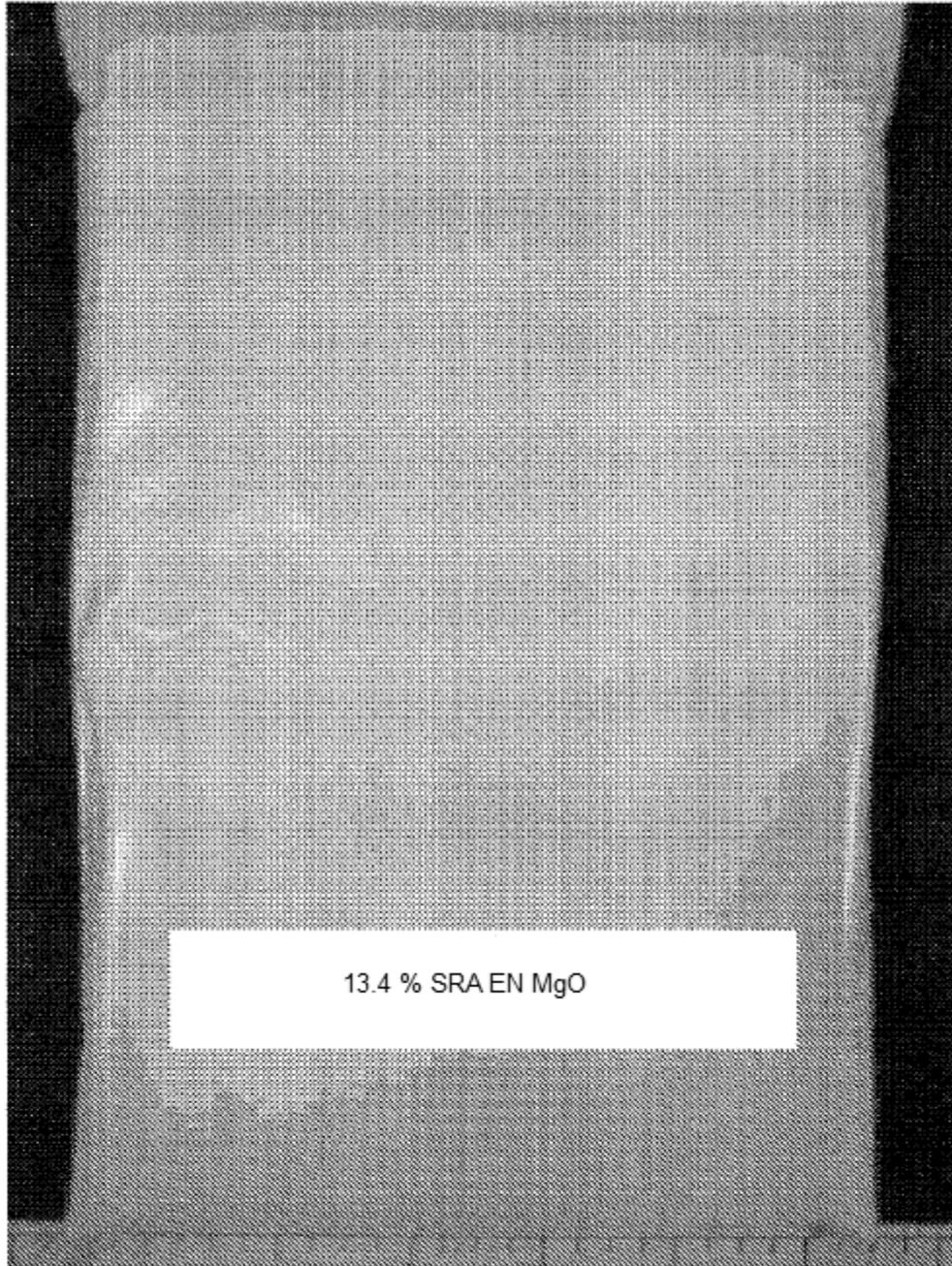


FIG. 19

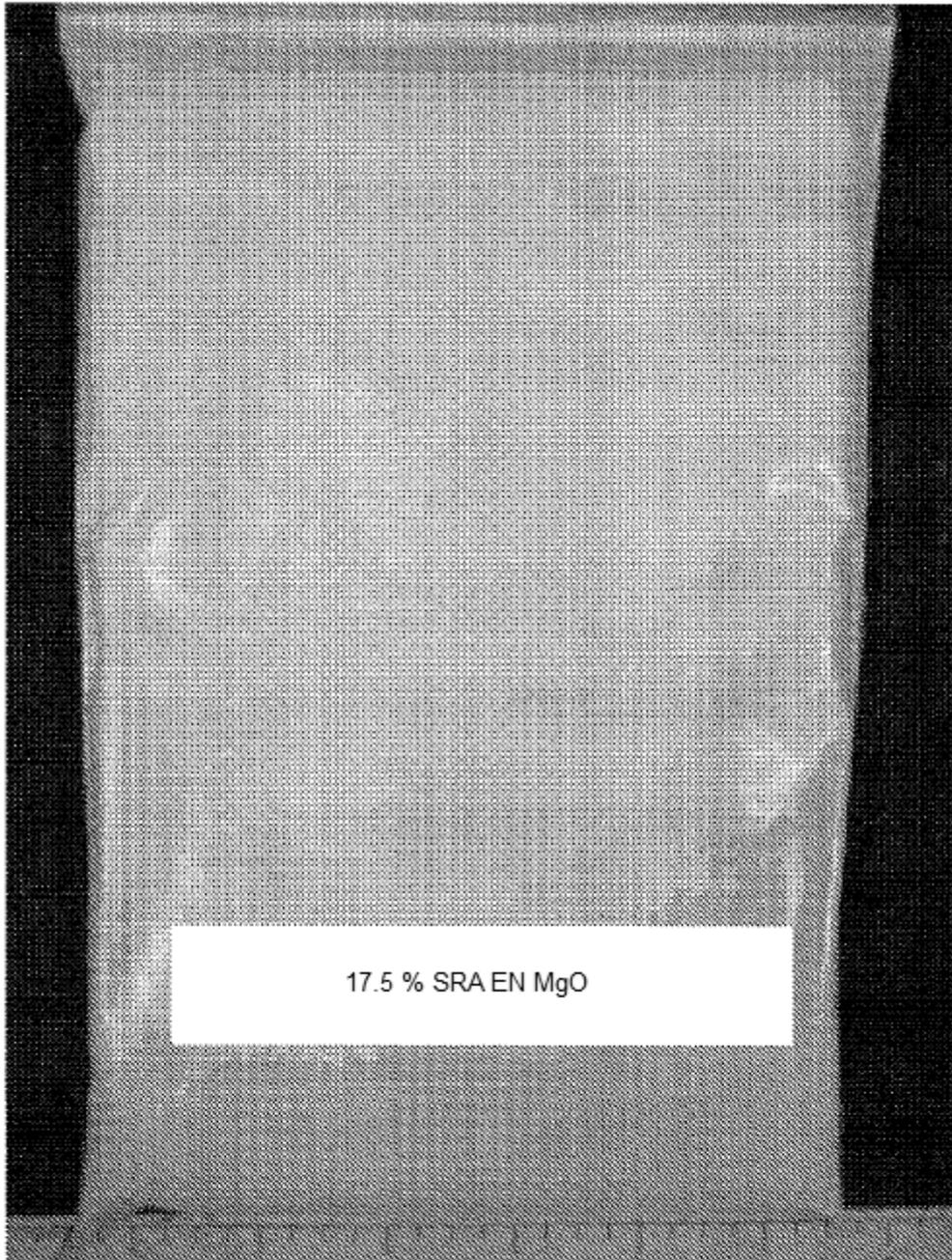


FIG. 20

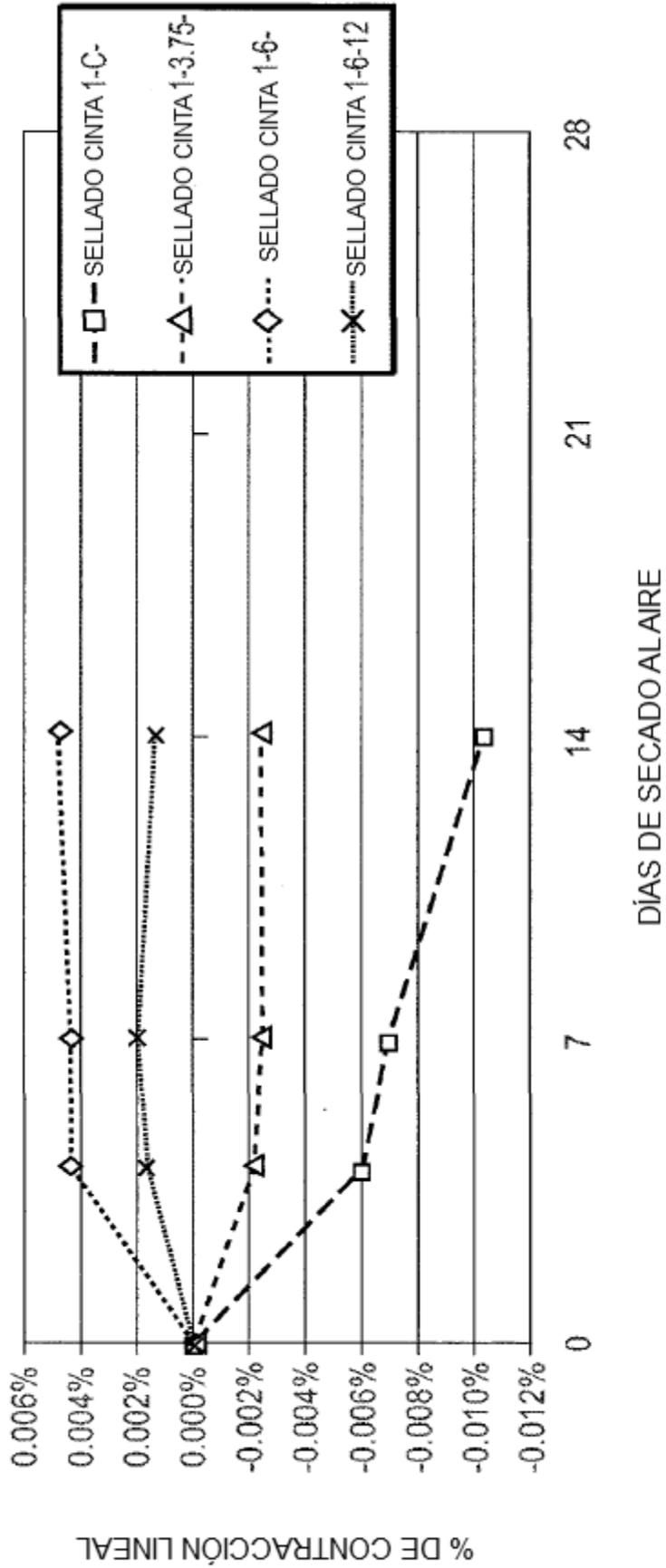


FIG. 21

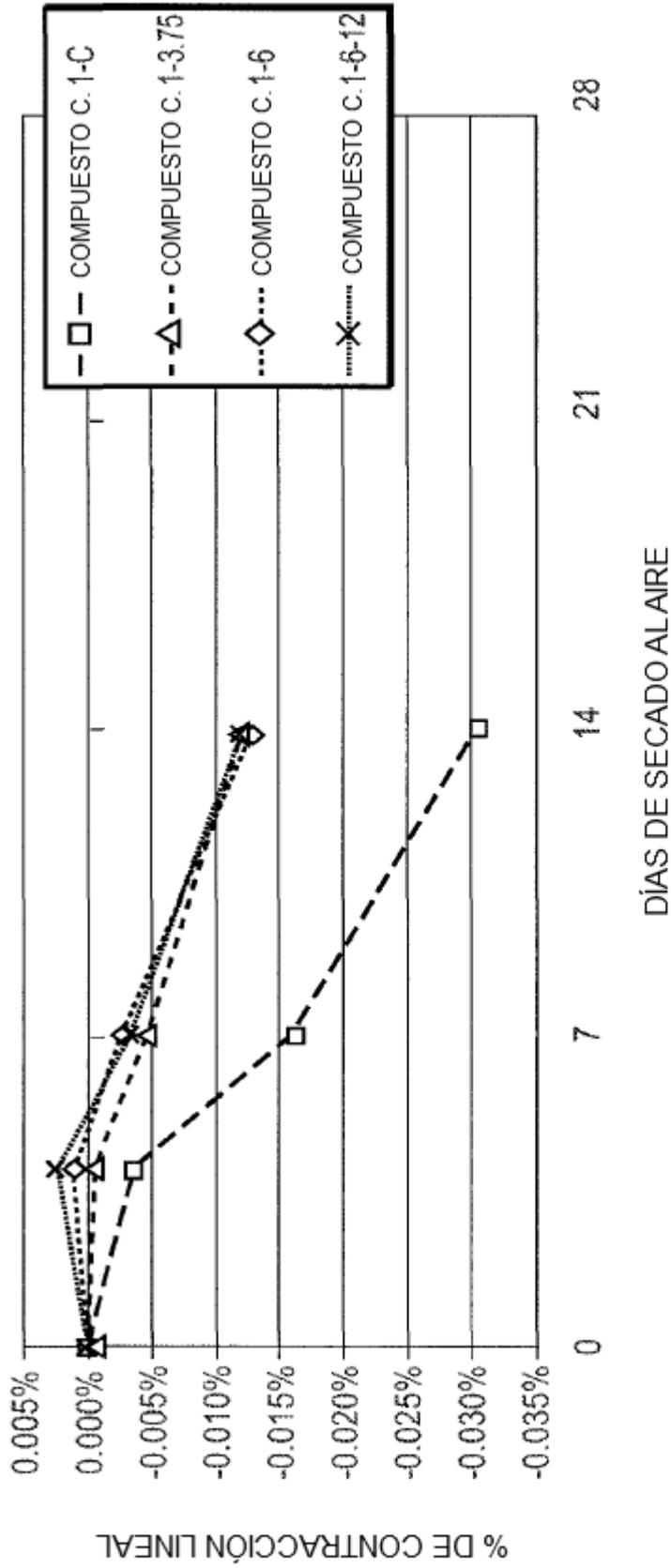


FIG. 22

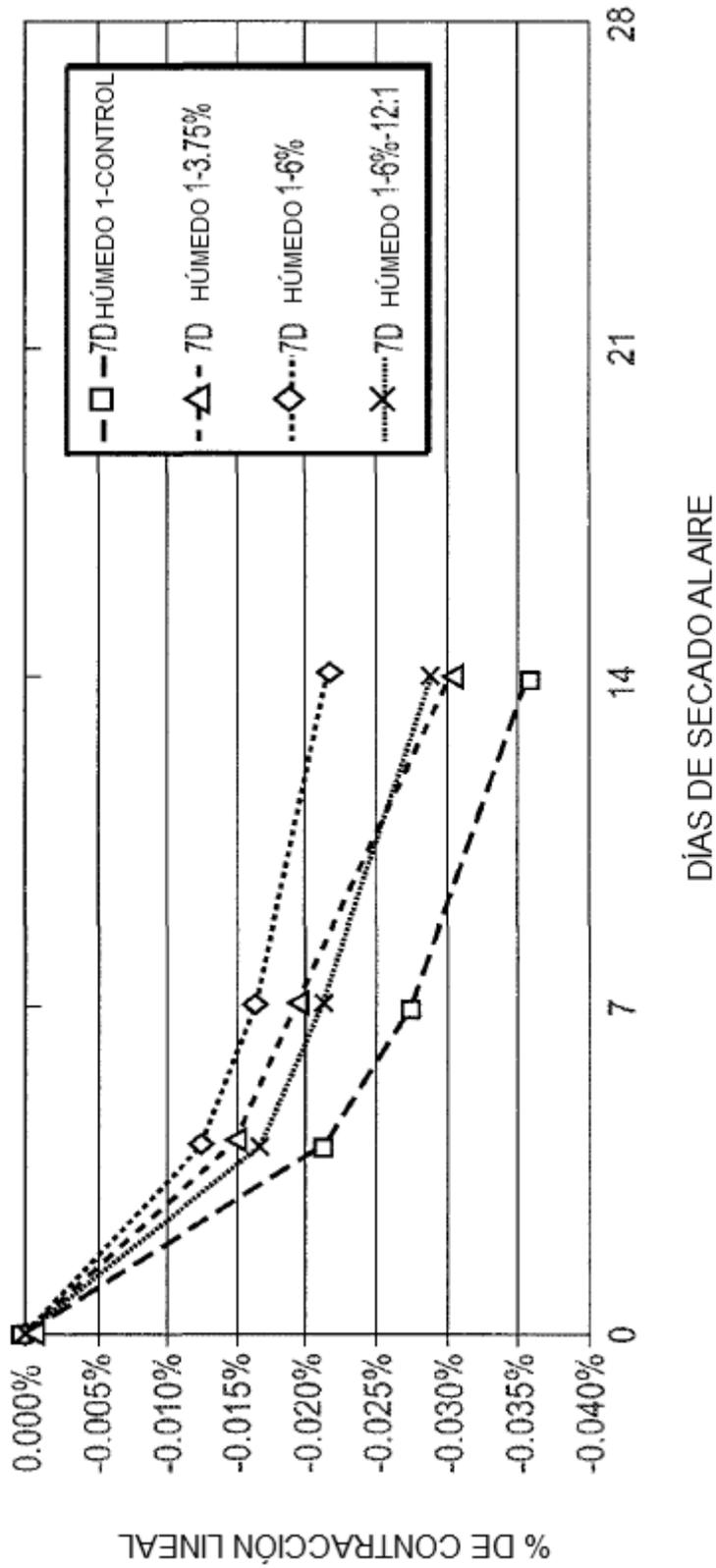


FIG. 23

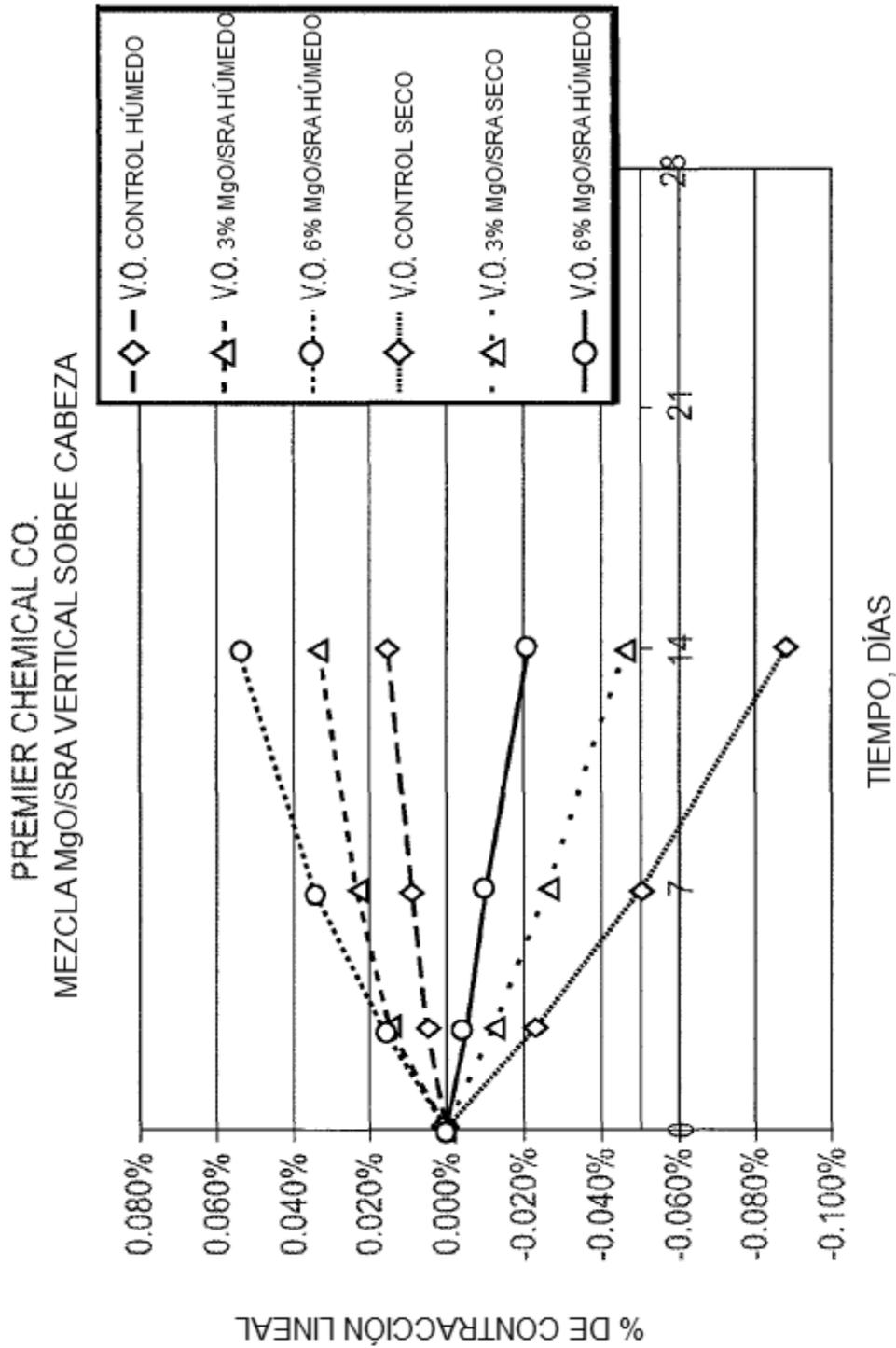


FIG. 24

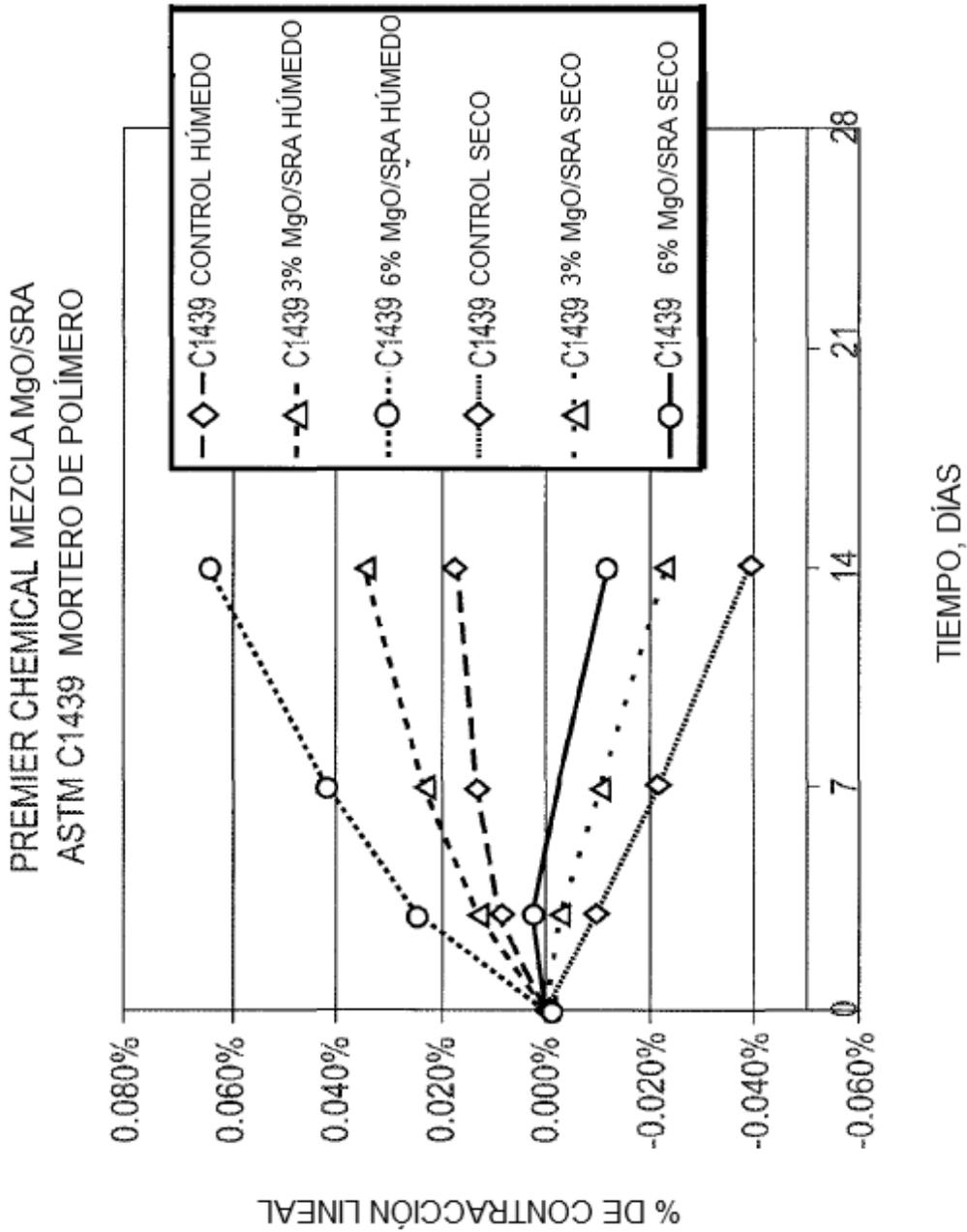


FIG. 25