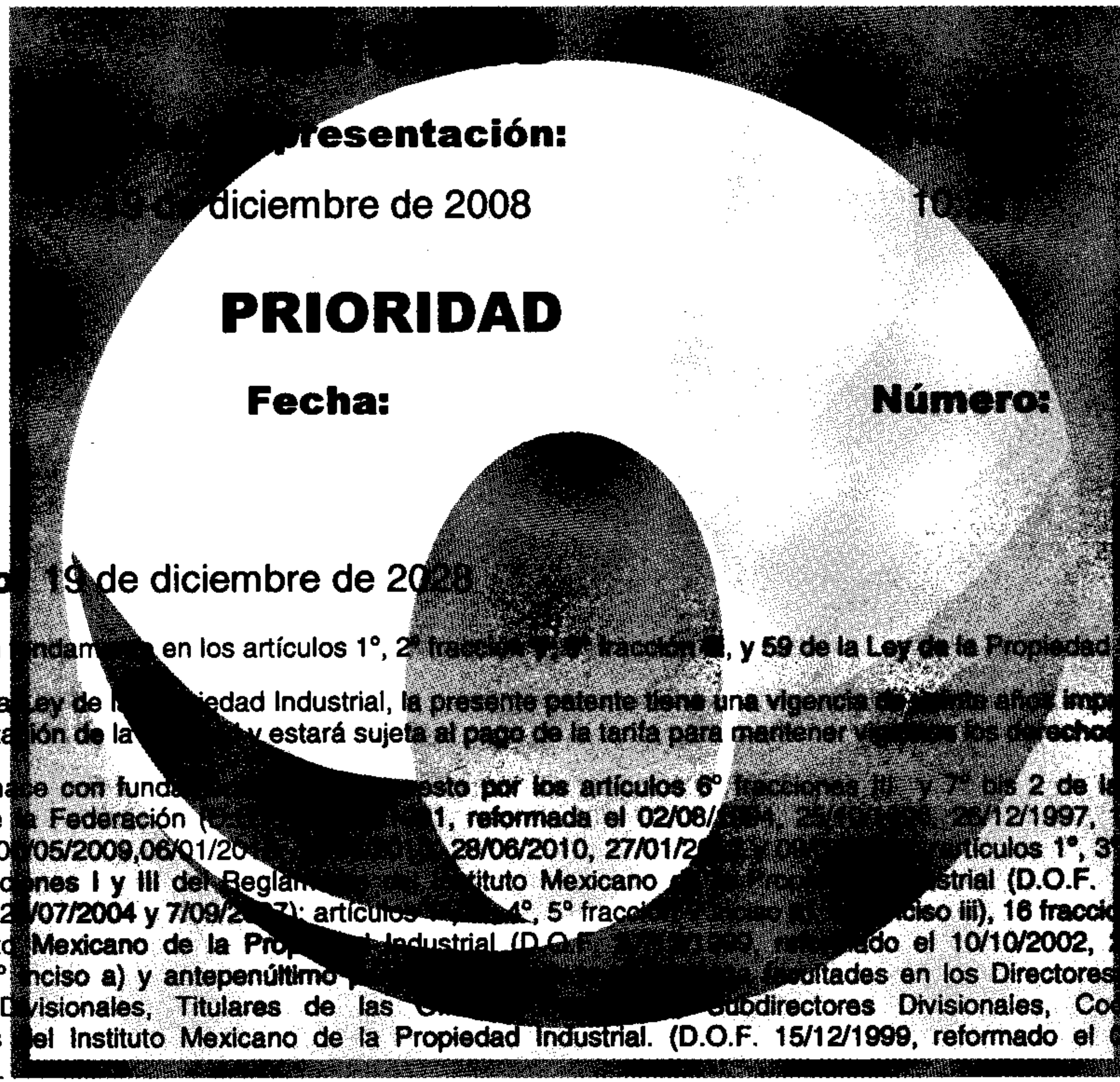


## TÍTULO DE PATENTE NO. 333478

**Titular(es):** UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO.  
**Domicilio:** Santiago Tapia No. 403, Col. Centro, 58000, Morelia, Michoacán, MÉXICO.  
**Denominación:** GEOPOLÍMEROS ANTIBACTERIALES Y SUS MÉTODOS DE ELABORACIÓN.  
**Clasificación:** Int.Cl.8: A61K33/06; C04B24/02; C04B28/00  
**Inventor(es):** JOSÉ CARLOS RUBIO ÁVALOS; ALEJANDRO MANZANO RAMÍREZ.

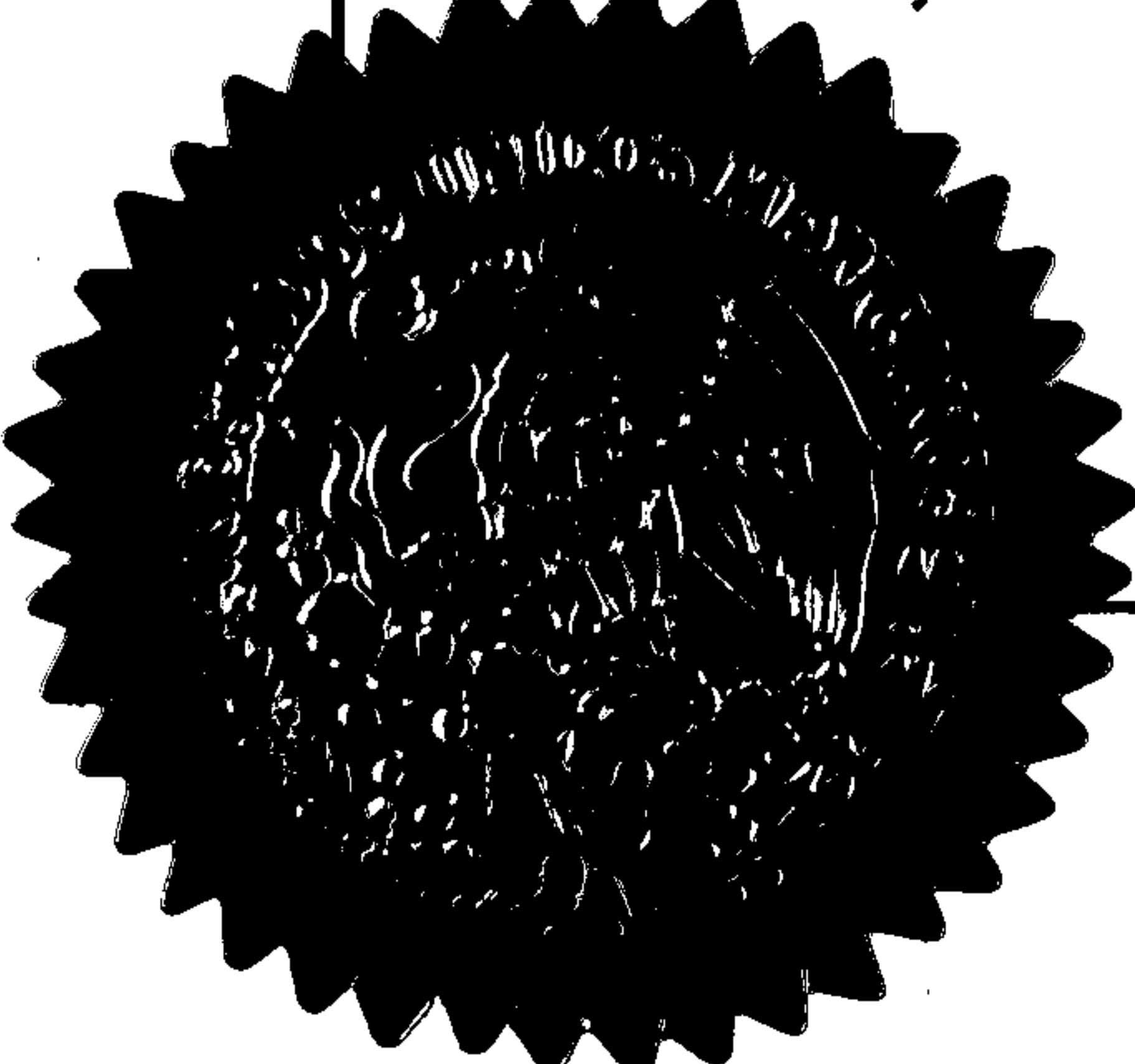


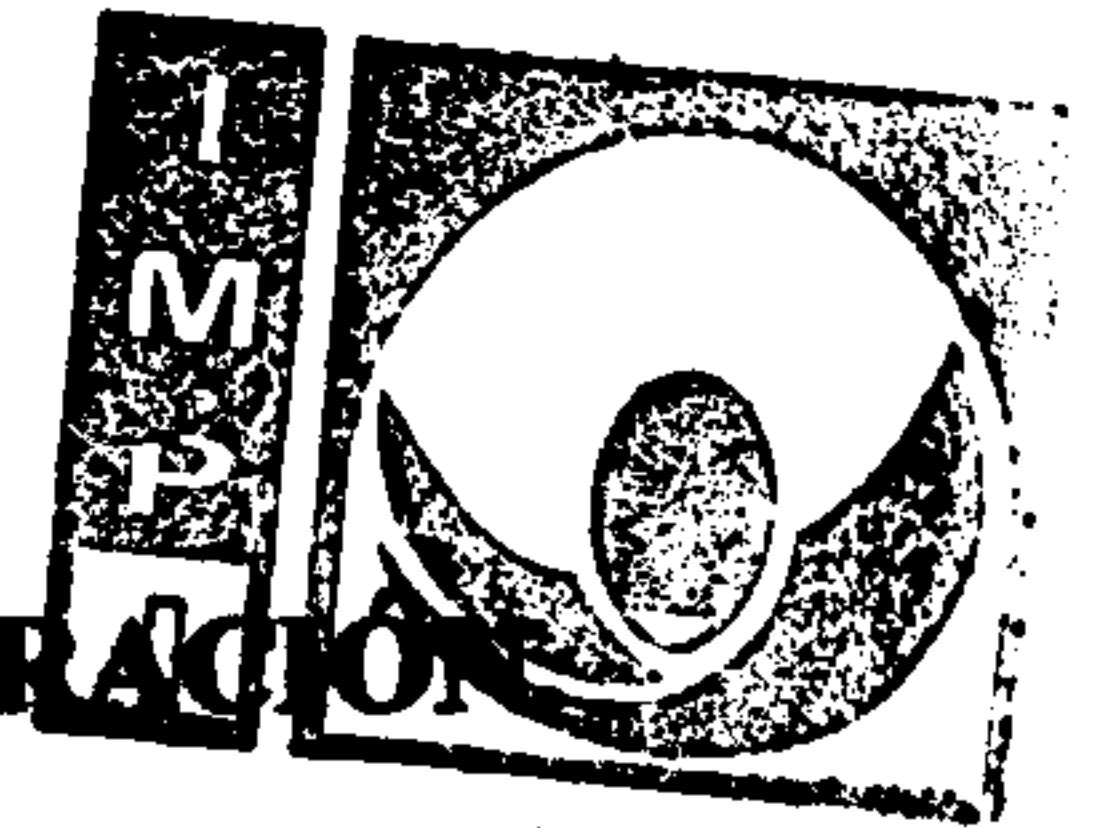
La presente de referencia se otorga con fundamento en los artículos 1º, 2º fracción I, 3º fracción III, y 59 de la Ley de la Propiedad Industrial.  
De conformidad con el artículo 23 de la Ley de la Propiedad Industrial, la presente patente tiene una vigencia de diez años improrrogables, contada a partir de la fecha de presentación de la solicitud y estará sujeta al pago de la tarifa para mantener vigentes los derechos.  
Quien suscribe el presente título lo hace con fundamento en lo dispuesto por los artículos 6º fracciones III y 7º bis 2 de la Ley de la Propiedad Industrial (Diario Oficial de la Federación, 11/01/1991, reformada el 02/08/1994, 25/07/1995, 20/12/1997, 17/05/1999, 20/01/2004, 16/08/2005, 25/11/2006, 07/05/2009, 06/01/2010, 28/06/2010, 27/01/2011) y los artículos 1º, 3º fracción V inciso a), sub inciso III) 4º, 12º fracciones I y III del Reglamento del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (D.O.F. 14/12/1999, reformado el 01/07/2002, 15/07/2004, 27/07/2004 y 7/09/2007); artículos 4º, 5º fracción I inciso a), inciso III), 16 fracciones I y III y 30 del Estatuto Orgánico del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (D.O.F. 10/10/2002, 20/07/2004, 04/08/2004 y 13/09/2007); 2º, 3º y 5º inciso a) y antepenúltimo párrafo del Reglamento de Procedimientos en los Directores Generales Adjuntos, Coordinador, Directores Divisionales, Titulares de las Oficinas, Subdirectores Divisionales, Coordinadores Departamentales y otros subalternos del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial. (D.O.F. 15/12/1999, reformado el 04/02/2000, 29/08/2005 y 09/09/2007).

Fecha de expedición: 21 de agosto de 2015

**SUBDIRECTOR DIVISIONAL DE EXAMEN DE FONDO DE PATENTES, ÁREAS MECÁNICA, ELÉCTRICA Y DE REGISTROS DE DISEÑOS INDUSTRIALES Y**

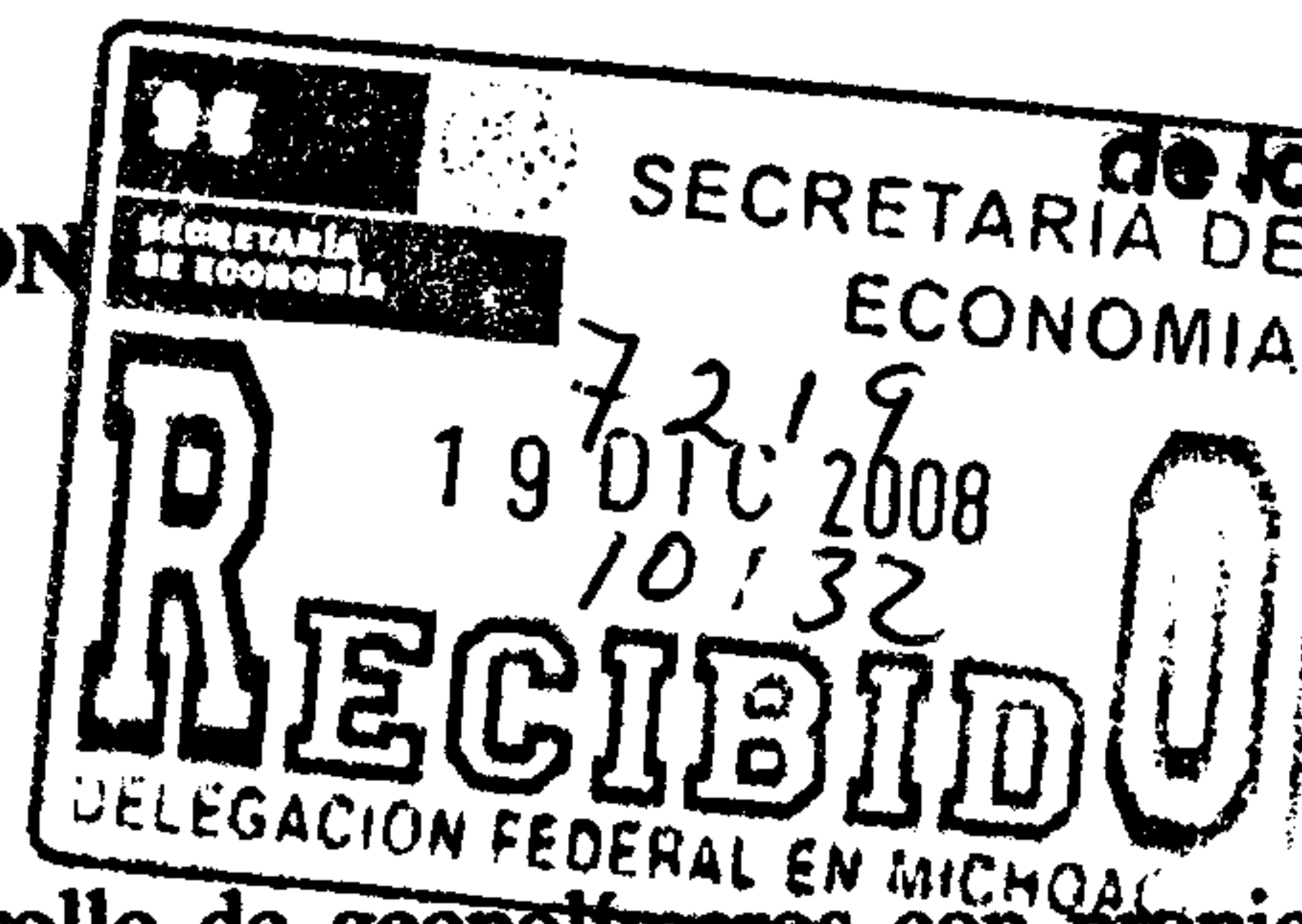
**DE LOS DE UTILIDAD**  
  
**PEDRO DAVID FRAGOSO LOPEZ**



**GEOPOLÍMEROS ANTIBACTERIALES Y SUS MÉTODOS DE ELABORACIÓN**

Instituto  
Mexicano  
de la Propiedad  
Industrial

DESCRIPCIÓN

**OBJETO DE LA INVENCION**

- 5 El objeto de la presente invención trata del desarrollo de geopolímeros con propiedades antibacteriales. Estos materiales pueden ser obtenidos a temperatura ambiente entre 5°C y 45°C, y/o a bajas temperaturas, en alrededor de 45-300°C. Las aplicaciones de estos materiales se enfocan al desarrollo de materiales cerámicos, recubrimientos, materiales compuestos, morteros y concretos geopoliméricos con propiedades antibacteriales útiles en
- 10 clínicas, hospitales, consultorios, guarderías, áreas de preparación y manejo de alimentos así como áreas de higiene personal tales como baños, tinas, lavabos, perillas de llaves, etc.

**ANTECEDENTES**

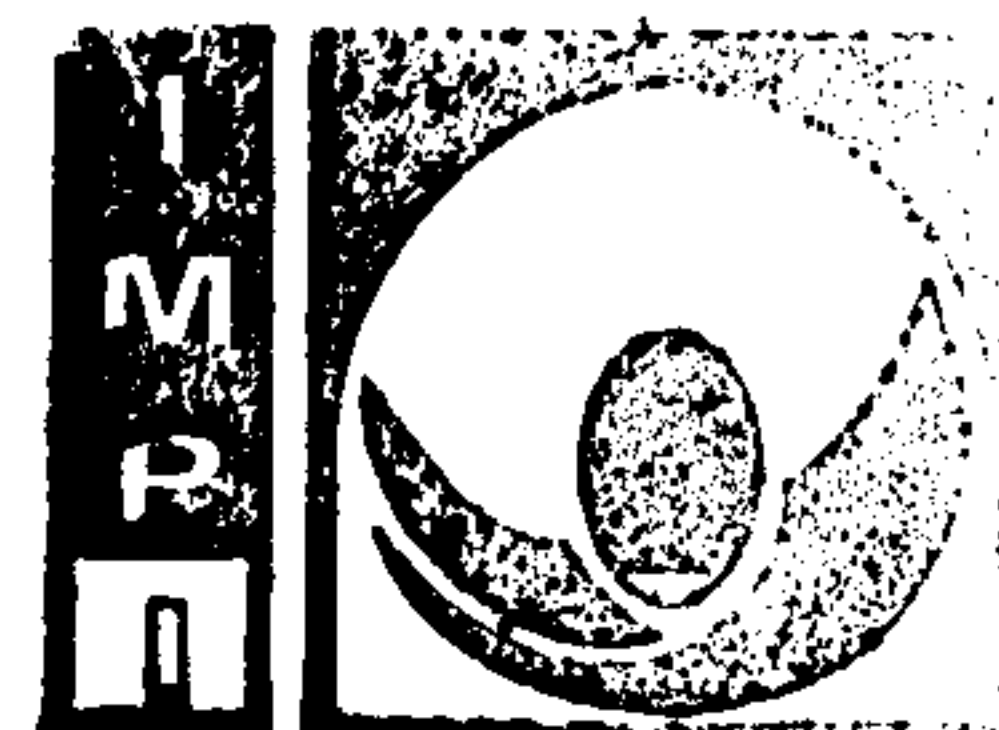
- En la actualidad existen en el mercado una cantidad numerosa de materiales utilizados para eliminar ó minimizar el contacto humano con las bacterias y tienen una amplia demanda en
- 15 áreas de higiene personal, clínicas y hospitales, áreas de preparación y manejo de alimentos, entre otras. Por lo tanto, existen una gran variedad de patentes de productos con características antibacteriales, un ejemplo es la patente WO/1997/049761 la cual se enfoca al desarrollo de superficies sólidas antibacteriales elaboradas con resina poliéster insaturada y cargas minerales las cuales forman un mármol sintético similar al producto Corian® de E.
- 20 I. du Pont de Nemours y compañía. En esta patente los materiales antibacteriales obtenidos son de naturaleza orgánica, específicamente polímeros orgánicos sintéticos, clasificados dentro del estado-del-arte como polímeros termoestables, los cuales tienen la desventaja de



tener una baja resistencia al fuego así como a la radiación ultravioleta. En la patente JP2006206803 (A) de Takase Masumi se encuentra el uso de aluminosilicatos como materiales portadores de iones de plata para su uso en composiciones de resinas orgánicas antibacteriales/antimicóticas.

5 Otro antecedente, pero basado en la química inorgánica lo encontramos en la patente US 5305827, ésta patente se enfoca al desarrollo de recubrimientos hidrofílicos antibacteriales, estos recubrimientos se basan principalmente en el óxido de silicio y silicatos de potasio para formar recubrimientos base silicato, este material también es conocido como vidrio soluble. A éste tipo de recubrimientos se le conoce como adhesivos álcali-silicatos y sus  
10 propiedades, composición y estructura son distintas a los geopolímeros.

Dentro de la propiedad intelectual también encontramos a la patente número US 7223443, en ésta se tiene una composición cementante antibacterial, en donde el cemento utilizado generalmente está elaborado a partir de roca caliza calcinada (óxido de calcio), sílice, alúmina, óxido de hierro, óxido de magnesio y arcillas, las cuales al combinarse con agua,  
15 arena y grava se produce un mortero ó un concreto, el término "cemento" aquí usado se refiere al material de construcción comúnmente conocido de presentación en polvo y que adquiere su resistencia y propiedades adhesivas cuando se combina con el agua. Por lo tanto el cemento considerado al que se refieren en la patente US 7223443 es un cemento hidráulico y por los constituyentes mencionados el cemento hidráulico usado es el cemento  
20 portland, de aquí que se distingan entre dos tipos de cemento dentro del estado-del-arte: a) los cementos hidráulicos y b) los cementos geopoliméricos.



Los cementos geopoliméricos, los cuales se usan en ésta patente son el resultado de una reacción de policondensación mineral por activación alcalina, conocida como geosíntesis en oposición a los cementos hidráulicos tradicionales en los que el fraguado y

5 endurecimiento son el resultado de una hidratación de silicatos cálcicos y aluminatos cálcicos los cuales forman la roca artificial. Los polímeros inorgánicos ó geopolímeros son adhesivos sintéticos desarrollados recientemente y son productos de las reacciones de soluciones álcali- silicato y alumino-silicatos sólidos. Joseph Davidovits en 1979 crea y aplica el término “geopolímero”. Desde entonces estos adhesivos minerales han sido utilizados para el desarrollo de materiales compuestos ó composites, un ejemplo está en la

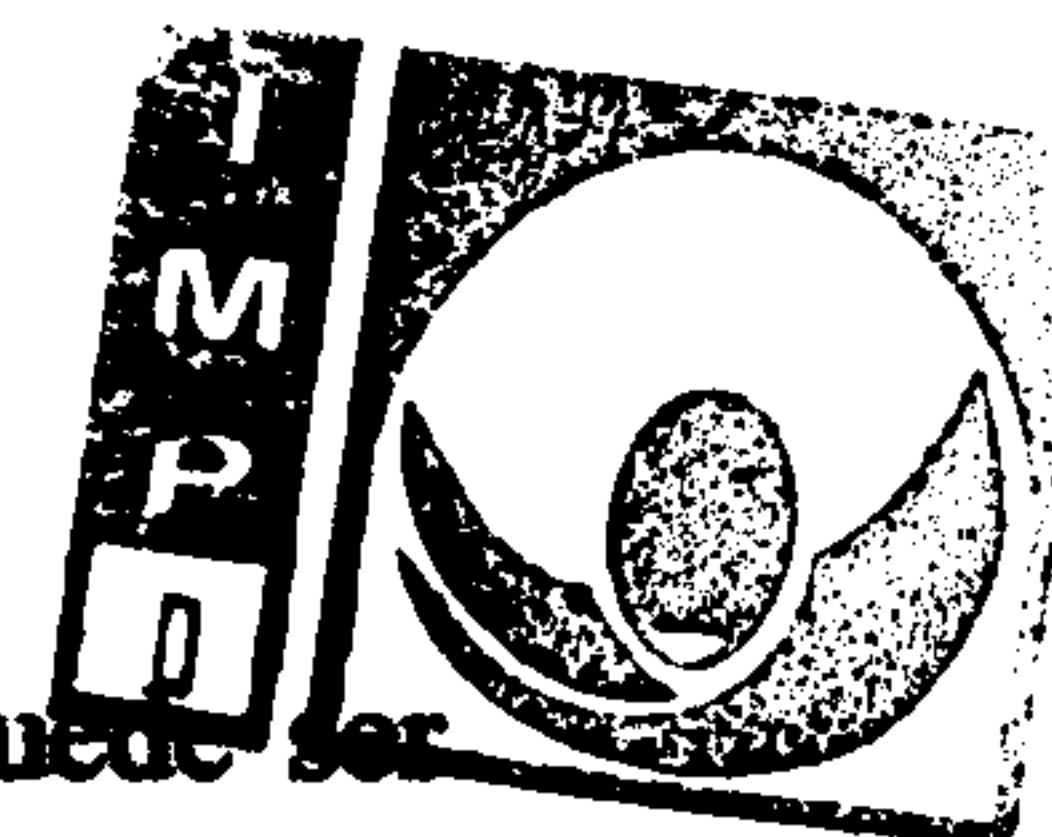
10 patente US 5,244,726 de Laney, et al. y otro en la patente US 4,888,311 de Davidovits et al. Los geopolímeros también se han aplicado en la síntesis de cementos y mezclas de cementos tal como se describe en las patentes US 5,820,668 de Comrie, et al., US 5,194,091 de Laney et.al., US 5,288,321, de Davidovits et al., US 4,642,137 de Heitzmann, et al. y en la US 4,509, 985 de Davidovits et al.

15 Los geopolímeros se han usado para más aplicaciones tales como fabricación de ladrillos, materiales cerámicos, paneles de madera, etc.

El término “cementos geopoliméricos” ó “geopolímeros” hasta el momento no han sido claramente definidos en el estado de la técnica. En general, en la presente solicitud de patente, se emplea como geopolímeros a sistemas cementantes inorgánicos en el que una

20 red tridimensional zeolítica ha sido formada por una reacción de policondensación.

Los materiales precursores incluyen:



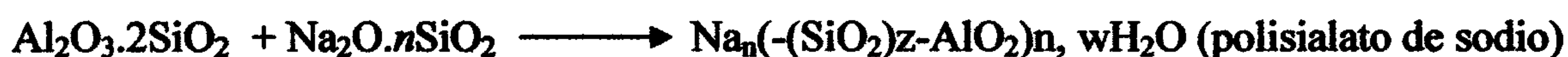
Instituto  
Mexicano  
de la Propiedad  
Industrial

- a) Precursores del tipo aluminosilicato, tal como la meta-caolinita, la cual puede ser fabricada por la calcinación de la caolinita alrededor de los 700°C:



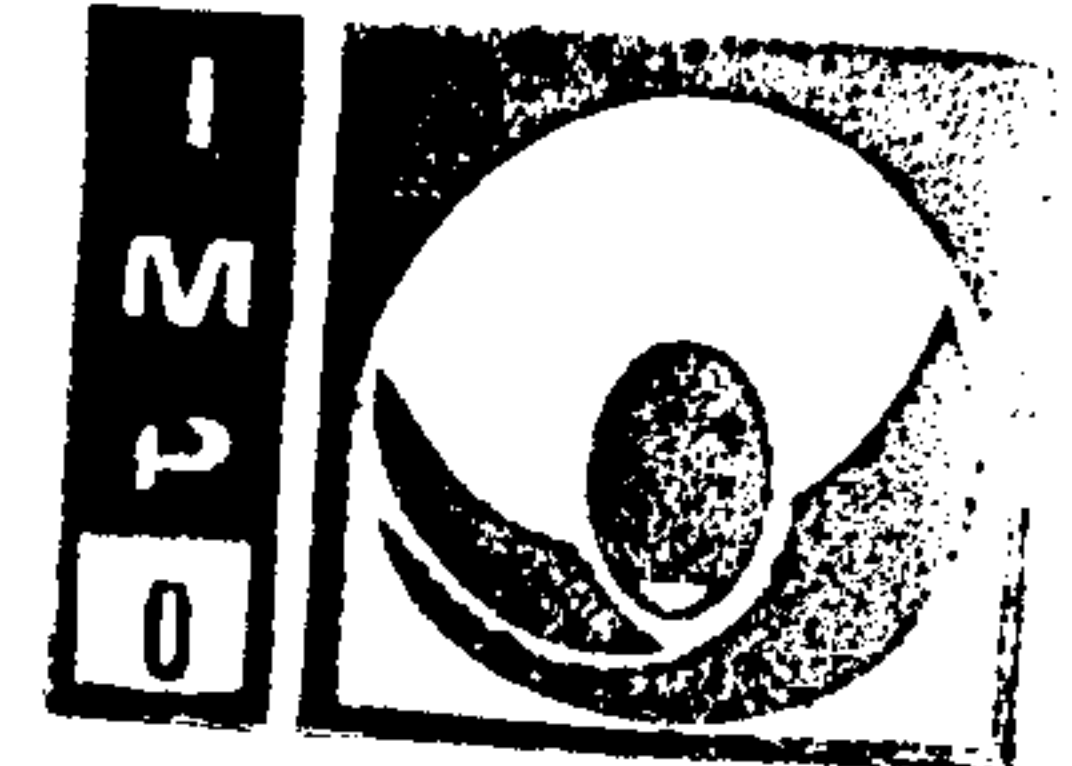
- b) Los precursores también pueden contener cantidades variables, pero limitadas, de otros óxidos, principalmente óxido de calcio, tal como es el caso de la ceniza volante clase "F".
- c) Los polisilicatos de sodio ó potasio ( $\text{Na}_2\text{O} \cdot n\text{SiO}_2$ ,  $\text{K}_2\text{O} \cdot n\text{SiO}_2$ ), e hidróxidos de sodio y/o potasio los cuales están disponibles en grandes cantidades por la industria química. La función de los hidróxidos de sodio y/o potasio es la de mantener un pH alto en el sistema.

Los productos de la reacción de polimerización que resulta en el fraguado y endurecimiento del geopolímero puede expresarse esquemáticamente como sigue:



Micro-estructuralmente, se pueden considerar a los Geopolímeros como materiales amorfos a semi-cristalinos formados principalmente por redes tridimensionales de estructuras de alumino-silicatos. Para la designación química de geopolímeros, materiales basados en silico-aluminatos, se sugirió denominarlos: polisialatos. Un Sialato es una abreviación para silicato-oxígeno-aluminato. Los polisialatos son polímeros inorgánicos sintetizados u obtenidos en forma de cadenas ó anillos. La red de sialatos consiste en tetraedros de  $\text{SiO}_4$  y  $\text{AlO}_4$  unidos por oxígenos. Adicionalmente, contienen iones positivos tales como:  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Li}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{H}_3\text{O}^+$  y estos deben de estar presentes en las cavidades de la red para balancear las cargas negativas del  $\text{Al}^{3+}$  en estado de coordinación de cuatro.

Los polisialatos tiene la fórmula empírica:



$M_n (-(SiO_2)_z-AlO_2)_n, wH_2O;$

En donde z es 1,2, ó 3, M es un catión monovalente tal como potasio ó sodio, y "n" grado de policondensación.

De acuerdo a su relación Si:Al se denominan de la siguiente manera:

5 Si:Al = 1, (-Si-O-Al-O-) como polisialatos

Si:Al =2, (-Si-O-Al-O-Si-O-) como polisialato-siloxo

Si:Al = 3, (-Si-O-Al-O-Si-O-Si-O-) como polisialato-disiloxo

Si:Al mayor a 3, Enlace tipo sialato

10 Por lo tanto, es claro y evidente que las composiciones químicas que presentan los geopolímeros son materiales que no presentan una función "antibacterial ó esterilizante".

Entendiendo como "antibacterial" a cualquier cosa ó material que destruye bacterias ó suprime su crecimiento ó su habilidad para reproducirse. Por lo que los geopolímeros no pueden ser utilizados para aplicaciones donde sea requerida la eliminación o inhibición de dichas bacterias.

15 Con la finalidad de suprimir estos y otros inconvenientes, se pensó en el desarrollo de geopolímeros con propiedades antibacteriales, que se pretenden proteger por medio de la presente solicitud, estos geopolímeros antibacteriales fueron sintetizados y evaluados como se muestra en la descripción detallada de esta invención.

### **BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCIÓN.**

20 La presente invención se refiere a una serie de composiciones de geopolímeros con estructura amorfa a semi-cristalina con propiedades antibacteriales y/o antimicóticas. Son materiales que al explotar sus propiedades antibacteriales y/o antimicóticas son útiles para el desarrollo y/o fabricación de materiales cerámicos, morteros, concretos, recubrimientos y



Instituto  
Mexicano  
de la Propiedad  
Industrial

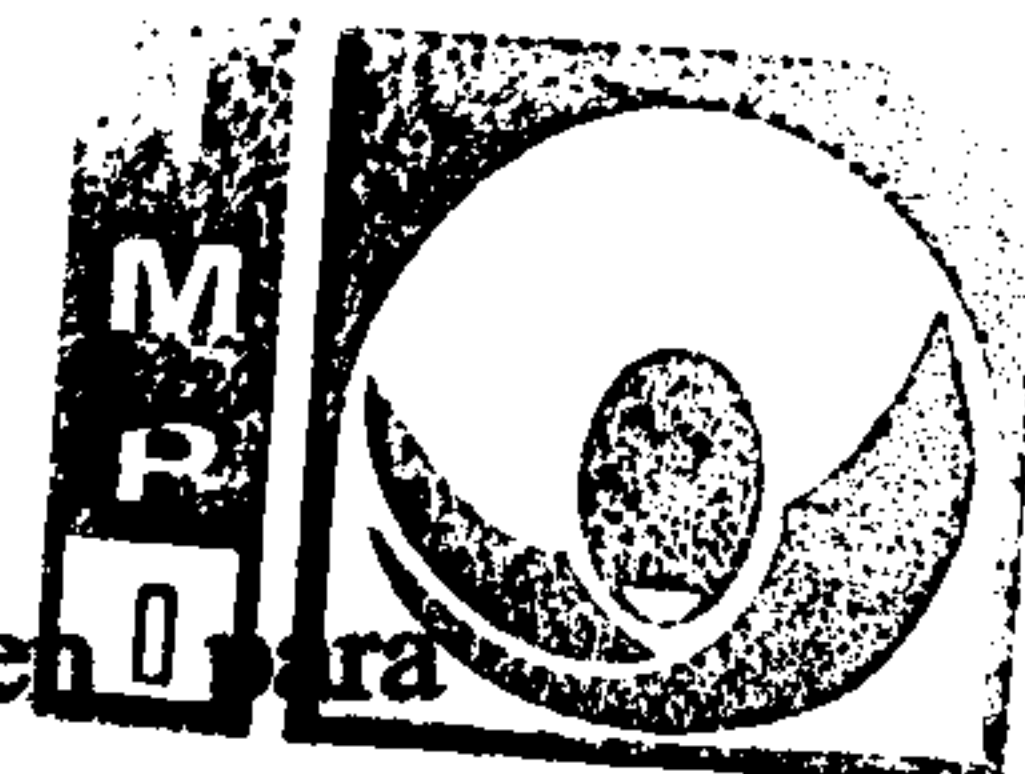
composites antibacteriales los cuales pueden ser aplicados en la industria en general, siendo principalmente útil en las industrias: arquitectónica, decoración y construcción en lugares como clínicas, hospitales, consultorios, guarderías, áreas de preparación y manejo de alimentos así como áreas de higiene personal tales como baños, tinas, lavabos, perillas de llaves, etc.

### **DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION**

El uso y explotación de los geopolímeros se ha centrado en aplicarlo como material aglomerante ó cementante, material cerámico, composite y como abrasivo, entre otras. Sin embargo, sus aplicaciones pueden ampliarse debido a su estructura amorfa a semi-cristalina.

Los geopolímeros, cuya composición química es parecida a la de las zeolitas pero con relaciones molares distintas, lo cual genera que los geopolímeros presenten propiedades macroestructurales diferentes a las zeolitas. Sin embargo, también pueden ser utilizados al igual que las zeolitas como materiales funcionales ó multifuncionales, es decir para más de una aplicación. Tal es el caso de estos geopolímeros antibacteriales que se pretenden proteger con este documento. Todos los detalles característicos de estos geopolímeros antibacteriales y su proceso de fabricación, se muestran claramente a continuación:

Los geopolímeros antibacteriales son composiciones de geopolímeros los cuales son elaborados a partir de cualquier fuente de óxidos de metales alcalinos y/o alcalinotérreos, óxido de aluminio, óxido de silicio y agua en un rango molar determinado de cada uno de ellos, como se describe posteriormente, adicionalmente a las composiciones anteriores deberá agregarse materiales con características antibacteriales los cuales quedaran embebidos dentro de los geopolímeros y brindaran la función antibacterial motivo de esta



invención. Los materiales con propiedades antibacteriales que se prefieren para aplicaciones arquitectónicas y de construcción son cualquier elemento ó compuesto químico que contenga los iones metálicos de las familias I B y II B de la tabla periódica de

Instituto  
Mexicano  
de la Propiedad  
Industrial

los elementos químicos vigente. Siendo los más preferibles para su uso con el contacto

5 humano los iones de  $Ag^+$ ,  $Zn^+$  y  $Au^+$  de los cuales se conocen sus capacidades antibacteriales y antimicóticas por el estado-del-arte actual, siendo además inertes y

estables en el medio fuertemente alcalino de los geopolímeros. Sin embargo, también es

posible utilizar el resto de los iones metálicos de las familias anteriormente mencionadas

para aplicaciones en donde no exista contacto humano directo y no afecte el medio

10 ambiente y su entorno. Complementario a los iones metálicos anteriores también es posible

utilizar compuestos orgánicos antibacteriales tal es el caso del 5-cloro-2-(2,4-diclorofenoxi)fenol, industrial y comercialmente conocido como "Triclosán" y actualmente

utilizado por la industria por ser un potente antibacteriano y fungicida de amplio espectro y

bajo costo comparado con los iones metálicos de  $Au^+$  y  $Ag^+$ .

15 Este material geopolimérico antibacterial puede obtenerse a temperatura ambiente, o si se

desea reducir el tiempo de fabricación e incrementar la productividad puede fabricarse

usando estufas ó hornos convencionales de baja temperatura con un rango de hasta  $300^{\circ}C$ ,

pudiéndose usar cualquier horno con temperaturas mayores a  $300^{\circ}C$  reduciendo aún más el

tiempo de fabricación. Los geopolímeros antibacteriales también pueden ser obtenidos a

20 través del uso de microondas reduciendo aún más el tiempo de fabricación

aproximadamente de 15 a 30 min.

Los geopolímeros antibacteriales de la presente invención están constituidos por una pasta

geopolimérica, materiales antibacteriales pudiendo también contener agregados inertes,



