

# Porcelánico Bionictile®: reducción selectiva de NO<sub>x</sub> ambiental con productos cerámicos esmaltados aditivados con una composición conteniendo dióxido de titanio y potenciadores.

H. GARCÍA<sup>1</sup>, F. LLABRÉS<sup>1</sup>, E. DOMÍNGUEZ<sup>2</sup>, R. ARTIGAS<sup>3</sup>, F. RAYA<sup>3</sup>, F. SIERRA<sup>3</sup>, J.L. ROS<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Tecnología Química Univ Politécnica Avda de los Naranjos, s/n 46022 Valencia

<sup>2</sup>FMC Foret Plaza Xavier Cugat, 2. Sant Cugat del Valles 08174 (Barcelona),

<sup>3</sup>CERACASA Ctra. Castellón-Teruel, Km.19 - 12110 Alcora (Castellón) España

**Este trabajo ha obtenido el premio Alfa de oro en la Feria Internacional de Cerámica CEVISAMA 2009**

El trabajo ha consistido en imitar en lo posible a la naturaleza (BIONICA) utilizando como soporte a la cerámica que forma parte de elementos constructivos de exterior expuestos a la iluminación solar. De aquí el nombre de la gama de productos cerámicos que CERACASA propone al final de este estudio, denominados BIONICTILE®. El producto cerámico con actividad fotocatalítica implementado en materiales constructivos sería análogo a crear "bosques de azulejos" en las ciudades que reduzcan la contaminación y ayuden a purificar el aire.

*Palabras clave: Fachadas, actividad fotocatalítica, NO<sub>x</sub>, descontaminación, bionictile, cerámica sostenible*

**Bionictile Porcelanic: Selective reduction of environmental NO<sub>x</sub> by enamelled ceramics products with titanium dioxide containing additives**

The aim of this work is the obtention of a ceramic panel exposed to the solar illumination, able to reduce due to their photocatalytic activity, the level of NO<sub>x</sub> in urban environments. Like to the nature behaviour the product is named as BIONICTILE®.

*Key words: Photocatalytic activity, NO<sub>x</sub>, decontamination, bionictile, sustainable ceramic*

## 1. INTRODUCCION

Actualmente la historia de la humanidad se encuentra ante un punto de inflexión decisivo en, que cambia a un ritmo sin precedentes el modo de vida de las personas. Uno de los potenciadores que impulsa estos cambios (y que lo seguirá haciendo en el futuro) es la capacidad de obtener energía. Desde el carbón, a la energía nuclear, del petróleo a otras fuentes de energía que están por llegar.

Mientras se produce este cambio, sin embargo, la obtención de energía a partir de combustibles fósiles resulta inevitable. Es necesario, por lo tanto, desarrollar nuevas tecnologías que permitan su utilización de manera efectiva y limpia, minimizando en lo posible el impacto ambiental de las emisiones gaseosas. Entre ellas, los óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) que se forman inevitablemente en la combustión de combustibles fósiles que son la fuente principal de energía de las economías desarrolladas.

Las fuentes de emisión de NO<sub>x</sub> óxidos de nitrógeno más importantes en la actualidad son los automóviles, transportes públicos y otras fuentes móviles (40% de la contaminación).

La emisión de óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) a la atmósfera produce una diversidad de problemas en la salud de la población así como efectos ambientales negativos sobre el planeta.

Actualmente más de 30 millones de toneladas de NO<sub>x</sub> son vertidas a la atmósfera. Los óxidos de nitrógeno se producen en los procesos de combustión como consecuencia de la reacción a temperaturas muy elevadas entre el nitrógeno y el oxígeno del aire. Por tanto, cualquier combustión que se lleve a cabo con aire da lugar a la generación de óxidos de nitrógeno.

## 2. CONSIDERACIONES

El trabajo ha consistido en imitar en lo posible a la naturaleza (BIONICA) utilizando como soporte a la cerámica que forma parte de elementos constructivos de exterior expuestos a la iluminación solar. De aquí el nombre de la gama



de productos cerámicos que CERACASA propone al final de este estudio, denominados BIONICTILE®.

Como se verá y explicará en esta memoria, el producto cerámico BIONICTILE®, con actividad fotocatalítica implementado en materiales constructivos sería análogo a crear “bosques de azulejos” en las ciudades que reduzcan la contaminación y ayuden a purificar el aire.

TABLA 1. ORIGEN Y EFECTOS NOX

DENOMINACIÓN	FUENTES	EFECTOS
NO (óxido nítrico). Incoloro no inflamable, inodoro y tóxico.	1. TRANSPORTE vehículos a motor, aviones, buques, motos.	1. Causa lesiones y daños en plantas. Componente de la lluvia ácida.
NO <sub>2</sub> (dióxido de nitrógeno): gas pardo rojizo no inflamable y tóxico, olor muy asfijante.	2. COMBUSTION DE CARBURANTES. Refinerías. 3. PERDIDAS EN PROCESOS INDUSTRIALES (Fabricación de vidrio).	2. Peligrosos para la salud. El NO <sub>2</sub> es 4 veces más tóxico que el NO. Afectan al tracto respiratorio, edema pulmonar, arteriosclerosis y la muerte.
N <sub>2</sub> O (óxido nítrico): gas incoloro no inflamable ni tóxico con aroma y sabor dulce.	4. INCINERADORAS 5. CREMACIONES AGRICOLAS. 6. USO DE FERTILIZANTES	3. Sobre los materiales, estos pierden el color y fallos de tensión en cables trenzados de cuproníquel. 4. Gases con efecto invernadero que juegan un papel negativo en el clima.

El proceso que usa la cerámica BIONICTILE®, transforma mediante fotocatalisis, las moléculas de óxido de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) que emiten automóviles e industrias pesadas en NO<sub>3</sub><sup>-</sup> inocuos gracias a la acción de los rayos ultravioleta que contiene la radiación solar. Y mantiene durante tiempo indefinido su actividad gracias a los potenciadores que tiene asimilados la composición de TiO<sub>2</sub>.

Estos nitratos luego se autolimpian, fácil y sencillamente con la lluvia, la niebla, una humedad alta en el ambiente o también con procesos automatizados instalados ex profeso para dicha función de limpieza de la superficie cerámica.

### 3. DESARROLLO Y DISCUSIÓN DEL PROYECTO

#### 3.1 Antecedentes

Se pueden disminuir los NO<sub>x</sub> con distintas tecnologías disponibles, pero son muy costosas, no aplicables en determinadas circunstancias y no alcanzan a satisfacer totalmente las necesidades de la normativa a cumplir.

En este caso, la vía catalítica es la más viable en cerámica. Igualmente el uso de Zeolitas como catalizadores ha sido estudiado y desarrollado en distintos campos: automoción, industria ligera e industria fabricante de gas. Habiendo dado lugar a un sin número de trabajos académicos y patentes (Ver tabla).

TABLA 2. SISTEMAS CATALÍTICOS ESTUDIADOS

CATALIZADORES PARA LA REDUCCION CATALÍTICA SELECTIVA DE NO <sub>x</sub>	
1. ZEOLITAS	a. ZSM <sub>5</sub> , Mordenita, Ferrierita Intercambiadas: Cu, Fe, H, Ce, In, Ga, Pt, Pd, Co, Pt-Co, Pt-In, Pd-Co, Ir-In b. Metasilicatos: Fe- Silicalita c. Silicoalumnifosfato: Cu-SAP, H-SAPO
2. OXIDOS METALICOS SIMPLE Y MIXTOS	a. Óxidos simples: Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , ZrO <sub>2</sub> , TiO <sub>2</sub> , SnO <sub>2</sub> , Óxidos de tierras raras. b. Oxidos Metálicos soportados: Co, Ag/ Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Cu/ SiO <sub>2</sub> -Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Cu/ SiO <sub>2</sub> -Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , V/ TiO <sub>2</sub> c. Oxidos Metalicos Sulfatados
3. METALES NOBLES SOPORTADOS	a. Pt soportado, Pt/ Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Pt/ SiO <sub>2</sub> , Pt/ Co/ SiO <sub>2</sub> , Pt/ MnO <sub>2</sub> / SiO <sub>2</sub> b. Pd Soportado, Pd/ Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Pd/ ZrO <sub>2</sub>

#### 3.2 Datos de partida

Este tipo de materiales, fueron los seleccionados para nuestro proyecto.

Se ha logrado producir una película fina superficial en una pieza porcelánica (absorción de H<sub>2</sub>O inferior a 0.5%), esmaltada con un esmalte especial constituido por TiO<sub>2</sub> y potenciadores, que presenta actividad fotocatalítica y al ser iluminado con luz solar ó ultravioleta transforma continuamente los NO<sub>x</sub> de la atmósfera en NO<sub>3</sub><sup>-</sup> soluble en agua e inocuo, regenerando los centros activos mediante el lavado natural durante periodos de lluvia o humedad ambiental.

El producto es más eficaz cuanto más cerca está de la fuente emisora contaminante, es por ello que las fachadas y suelos recubiertos con cerámica son el mejor soporte. Además en el momento que llueva o exista una humedad ambiental alta el residuo que es inofensivo y permanece sobre el material, se disuelve regenerando de nuevo en un alto porcentaje la actividad fotocatalítica inicial. De esta forma, las piezas cerámicas actúan de forma análoga a las “plantas fotosintéticas” que limpian el aire de las ciudades.

Otros estudios de procesos de reducción de NO<sub>x</sub>, basados en fotocatalisis, han dado altas actividades pero ésta no es permanente por largos espacios de tiempo al contrario que el componente de BIONICTILE que sí lo es.

La propuesta Bionictile significa crear productos que mantengan la actividad catalizadora de NO<sub>x</sub> durante mucho más tiempo, como se demuestra que se ha ensayado de forma exitosa. Realmente, y como se observará, BIONICTILE® es un producto ANTICONTAMINACION con efectos a corto plazo, que no necesita mantenimiento y tiene un efecto indefinido.

### 3.3 Desarrollo

#### 3.3.1 MUESTRAS

Se han realizado 153 pruebas a nivel semi-industrial, totalmente reproducibles en producción continua, además de las pertinentes pruebas y controles de investigación en laboratorio, usando las variables que podrían determinar el incremento del grado de reacción del producto y mejorar sus prestaciones.

Dichas muestras están realizadas en porcelánico esmaltado.

El sistema de testado consiste en un caudalímetro que suministrará la mezcla de gases, un fotorreactor, una lámpara de UV y un analizador de NO<sub>x</sub>. El equipo está diseñado para medir bajas concentraciones de NO<sub>x</sub>, construido con materiales de baja adsorción y resistencia a la radiación UV.

Las piezas testadas se activan fotocatalíticamente por la iluminación UV, y hace que oxide la fase-gas NO<sub>x</sub> en ácido nítrico (o nitrato) en su superficie. Una parte del NO es convertida a NO<sub>2</sub> (gas inerte no perjudicial para la salud) en la muestra. El rendimiento de la reacción depende de:

$$NO_x = NO_{\text{eliminado}} - NO_{2 \text{ formado}}$$

Las condiciones del test son:

NO = 6 ppm

Flujo de 200 mL/min

Humedad relativa : 50%

Tamaño piezas: 50 x 100 mm

480 W/m<sup>2</sup>

#### 3.3.2 PRETRATAMIENTO DE LAS MUESTRAS

Cada una de las piezas que debemos testar tiene que seguir el procedimiento de activación de las mismas que rige la norma ISO 22197-1:2007 (E).

#### 3.3.3 RESULTADOS

Como se ha detallado, en la gráfica siguiente cuando entre que se enciende la lámpara (LAMP ON) y se apaga (LAMP OFF) no se aprecia actividad alguna de importancia.

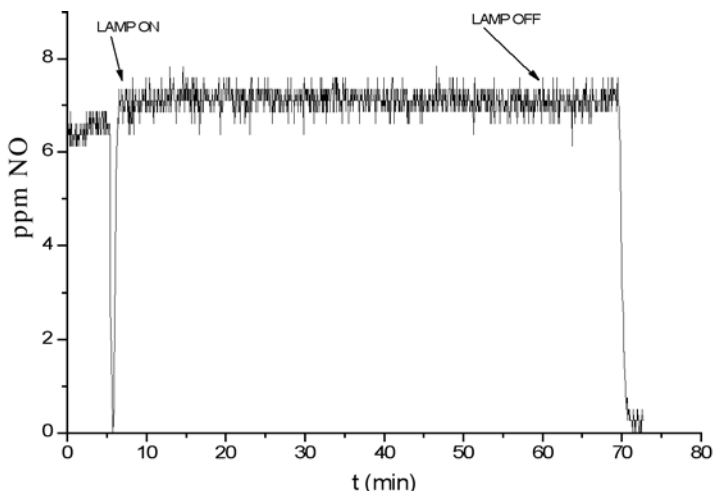


Fig. 1. Muestra 144BSP12 sin apreciable actividad reductora de NO<sub>x</sub>

Ahora bien, en la grafica adjunta se puede observar que, entre el encendido de la lámpara (LAMP ON) y el apagado (LAMP OFF) se aprecia una disminución importante de ppm de NO que luego disminuye en capacidad de reducción pero que mantiene la actividad fotocatalizadora hasta que se apaga la fuente de luz (LAMP OFF) momento en el que cesa toda actividad.

### 4. CONCLUSIONES

El resultado es muy positivo. Los datos de los ensayos realizados por el Instituto de Química de Valencia a las muestras con actividad son contundentes y la viabilidad de ofrecer un producto cerámico capaz de descomponer el NO<sub>x</sub> en NO inertes, es real.

De acuerdo con las medidas realizadas, la cantidad de NO<sub>x</sub> que la muestra es capaz de descomponer por unidad de área y de tiempo usando la lámpara se ha calculado en 33 mg NO<sub>x</sub> por m<sup>2</sup> y por minuto, lo que con luz solar equivaldría a 0.52 mg NO<sub>x</sub> por m<sup>2</sup> y por min, ó 31.2 mg NO<sub>x</sub> por m<sup>2</sup> y por hora.

Suponiendo una irradiación de 12 horas de luz solar por día el dato de reducción de contaminantes NO<sub>x</sub> sería de: 374.4 mg NO<sub>x</sub> por m<sup>2</sup> y por día.

En definitiva con este estudio, podemos afirmar que la cerámica puede ser un excelente instrumento para la descontaminación de las ciudades, ayudando a reducir de forma importante contaminantes extremadamente nocivos para la salud (patógenos de asma, cáncer, lluvia ácida...).

Igualmente, para el sector cerámico supone abrir una nueva vía de utilización y aplicaciones innovadoras no contempladas con rigor hasta este momento.

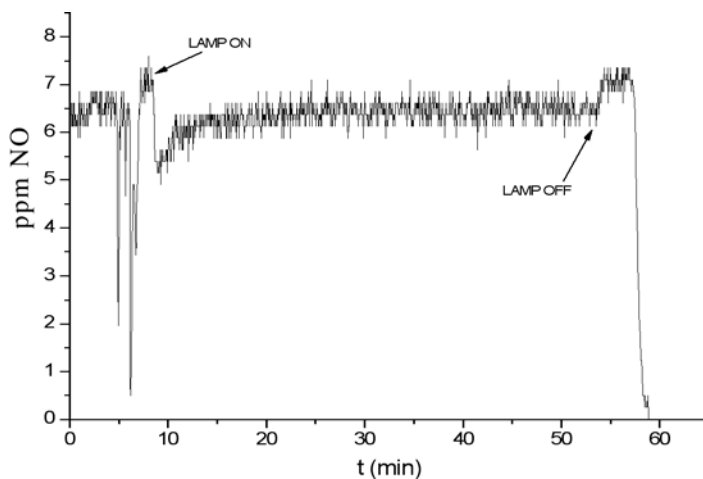


Fig. 2. Muestra 145 BSP12 con actividad reductora de NO<sub>x</sub>



## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. S.Bríceño, H.del Castillo "Reducción Catalítica de NOx con PT soportado sobre zeolitas MFI Modificadas con Cu, CO, Fe, Mn" 2008. "Avances en Química" Universidad de los Andes Venezuela.
2. A.C Canfield. "Efectos de Diesel Emulsión de agua de combustión del motor diesel en emisiones de NOx" Universidad de Florida 1999.
3. H. Shelton Environmental Engineering World 27 nov 1996.
4. H. Bosch and F. Jannssen "Catal Today" 2 , 369 1988.
5. B.C. Wolverton "Plantas amigas de interior. 50 plantas de interior que purifican el aire del hogar y la oficina".
6. Hojas de datos EPA. Técnicas de control de contaminantes de datos. Óxidos de Nitrógeno. <http://www.estrucplan.com.ar/Producciones/entrega.asp?IDEntrega=1072>
7. "Process Analyser Technology" Kenneth J. Clevett Cap 13-10.
8. QUIMICA INORGANICA AVANZADA'. A. Cotton y G. Wilkinson. Ed. Limusa. 1986

