



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO

*Dipartimento di Chimica Fisica ed Electrochimica*

A la atención de  
GranitiFiandre S.p.A.  
Via Radici Nord, 112  
42014 Castellarano (RE)  
Italia

## INFORME

**Pruebas de abatimiento de NO<sub>x</sub>  
en estado gaseoso con muestras**

**Orosei Active**

**- pruebas con instalación en flujo continuo -**

Profesora C.L. Bianchi, Doctor C. Pirola

*Milán, 14 de febrero de 2012*



## Introducción

La sociedad GranitiFiandre S.p.A. (Castellarano, RE) encargó una serie de pruebas para evaluar y cuantificar la actividad fotocatalítica de algunos de sus productos (azulejos) con respecto a la fotodegradación de los óxidos de nitrógeno presentes en el aire en reactores que trabajen en condiciones de flujo continuo. Las tareas han sido desempeñadas por el grupo de la Profesora C.L. Bianchi en los laboratorios del Departamento de Física Química y Electroquímica de la Università degli Studi di Milano (Universidad de Milán).

## Instalación Experimental en flujo continuo

La instalación experimental utilizada en las pruebas, representada en la Fig. 1, se construyó de conformidad con la normativa ISO 22197-1: "Fine Ceramics - Test method for air-purification performance of semiconducting photocatalytic materials. Part 1: Removal of nitric oxide". Dicha instalación permite analizar la eficacia de un material fotocatalítico a la hora de eliminar un contaminante específico. Está constituida por una fuente de gas contaminado, un fotorreactor, una fuente de luz ultravioleta y un aparato para el análisis del contaminante.

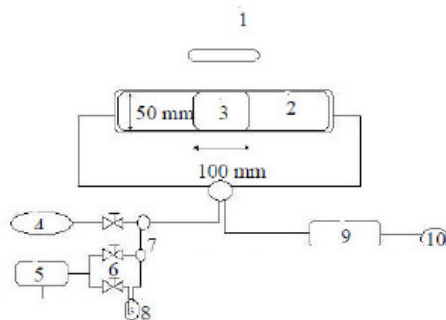


Fig. 1: Aparato experimental

### Legenda:

- 1 Lámpara de rayos ultravioleta
- 2 Reactor con ventana óptica
- 3 Alojamiento de la muestra
- 4 Bombonas de NO<sub>x</sub>
- 5 Compresor y filtro
- 6 Medidores de flujo máscicos
- 7 Mezclador de gases
- 8 Humidificador
- 9 Analizador
- 10 Bomba

El suministro de gas le asegura a la instalación un flujo de aire dotado de contaminante en las condiciones de concentración, temperatura y humedad que se establezcan previamente.

El flujo de cada uno de los gases se controla sirviéndose de medidores de flujo máscicos para establecer en la entrada del fotorreactor las características de caudal y concentración del



contaminante que se deseen.

El alojamiento de la muestra situado en el fotorreactor es plano, tiene una anchura de 50 mm, una longitud de 100 mm y su superficie se halla en paralelo a la ventana óptica.

Un espacio de 5 mm, por el que ha de poder fluir el gas de la prueba, separa la muestra de la ventana óptica. El gas debe pasar solo por el espacio comprendido entre la muestra y dicha ventana. La ventana óptica se ha fabricado expresamente con cuarzo, material que absorbe una cantidad mínima de luz en las longitudes de onda del cercano ultravioleta.

La muestra que se vaya a introducir en esta instalación deberá presentar unas medidas de 49,5 mm de anchura y 99,5 mm de longitud.

La iluminación del local es simulada por medio de una lámpara ubicada por encima del reactor que emite al área rayos UV - A a una potencia de  $20 \text{ W/cm}^2$ . Los óxidos de nitrógeno, insuflados mediante una bombona, con una cantidad inicial de  $500 \pm 10 \text{ ppb}$  ( $0,5 \pm 0,01 \text{ ppm}$ ), tras el encendido de la lámpara son sometidos a seguimiento continuo por medio de un instrumento de quimioluminiscencia (Teledyne) capaz de cuantificar exactamente el óxido de nitrógeno (NO), el dióxido de nitrógeno ( $\text{NO}_2$ ) y la suma de ambos, denominada NOx.

## Método operativo

Una vez graduado el suministro de gas a una concentración de 500 ppb, la muestra se coloca en su alojamiento y se cierra el fotorreactor con la ventana de cuarzo.

Después se hace pasar el gas de la prueba por un circuito exterior, que elude el reactor, para comprobar la concentración del NOx de entrada. A continuación se hace pasar el gas por dentro del reactor sin radiación (es decir, en condiciones de oscuridad) durante dos minutos y se toma nota de la concentración de NOx. Si la cifra de los NOx de salida es inferior al 90% de la concentración de entrada se tiene que seguir manteniendo el sistema en condiciones de oscuridad hasta que la cifra vuelva a situarse dentro de los márgenes preestablecidos para permitir la total adsorción física del contaminante sobre la muestra y evitar que se produzcan fenómenos de adsorción con posterioridad, lo cual falsearía el resultado del test.

Al final de la prueba se interrumpe la radiación y se cierra el flujo de contaminante, dejando abierto el caudal de aire y midiendo, en los treinta minutos subsiguientes, la cantidad de NOx que haya podido desorber la muestra.

La muestra de azulejo analizada, Orosei Active Iris Ceramica, en adelante denominada Orosei Active, se ha obtenido recortando el azulejo para conseguir las medidas necesarias (como expuesto anteriormente) a partir de un azulejo original extraído aleatoriamente de un paquete nuevo e íntegro en todas sus partes.

Dentro de esta experimentación, la eficiencia fotocatalítica de la muestra se ha medido utilizando cinco caudales de gas distintos: 32,4, 21, 9 y 4,4 l/h respectivamente, dejando expuesta la muestra a cada uno de estos caudales durante una hora (1 h) en flujo continuo de contaminante y realizando el seguimiento de la conversión correspondiente.

Las magnitudes de los diversos caudales de gas a la entrada del fotorreactor se han fijado de modo tal que dentro del reactor se mantengan siempre las mismas condiciones fluidodinámicas.



El valor del número de Reynolds se ha calculado específicamente, caudal por caudal (ver los datos de la Tabla 1), y se ha detectado, en todos los casos, un flujo de gas con movimiento laminar.

## Datos obtenidos

En la tabla siguiente (Tab. 1) se reproducen, en relación con cada uno de los caudales experimentales, los números de Reynolds calculados y la cifra correspondiente al tiempo de contacto (valor recíproco con respecto a la velocidad espacial), que permite evaluar el tiempo en el que el contaminante permanece en contacto con la muestra.

En la columna final se indican los valores de conversión de los óxidos de nitrógeno (NOx).

Caudal (l/h)	Número de Reynolds	Tiempo de contacto (s)	Conversión NOx (%)
32,4	20	2,8	74,2
21,0	13	4,3	78,1
9,0	5,7	10,0	82,6
5,4	3,4	16,7	83,7

Los datos tomados revelan que la muestra Orosei Active siempre desempeña una actividad fotocatalítica en la reacción de degradación de los NOx en estado gaseoso. Se observa, además, que su eficacia aumenta a medida que disminuye el caudal del gas contaminante, es decir, a medida que se incrementa el tiempo de contacto entre la parte fotoactiva del material y los NOx que degradar.

## Conclusiones

La muestra OROSEI ACTIVE tiene actividad en la degradación fotocatalítica de los óxidos de nitrógeno presentes en el aire.

La Responsable Científica

Profesora Claudia Letizia Bianchi