

# INFORME

ESTUDIO Y EVALUACIÓN DE LAS  
PROPIEDADES FUNCIONALES DEL

**TEJIDO SELFCLEAN.INK®**  
**REPRESENTACIONES DE DESCANSO, S.L.**

20/12/2019

## CONTENIDO

1. Objetivo y alcance del estudio .....	3
2. Descripción de muestras .....	6
3. Descripción del método de medida de la actividad fotocatalítica y descontaminante .	7
4. Descripción del método de medida de la actividad antibacteriana .....	9
5. Descripción del método de medida de la repelencia a líquidos .....	10
6. Resultados de la actividad fotocatalítica y descontaminante.....	11
7. Resultados de la actividad antibacteriana .....	13
8. Resultados de la repelencia a líquidos.....	14
9. Análisis de resultados y conclusiones.....	15

## 1. Objetivo y alcance del estudio

El principal objetivo del estudio y evaluación de la muestra de TEJIDO SELFCLEAN.INK® ha sido cuantificar y medir las diferentes propiedades funcionales esperadas en este tejido.

Las propiedades funcionales están referidas a su capacidad de descontaminación y purificación del aire, actuando frente a contaminantes atmosféricos tales como los óxidos de nitrógeno (NOx): óxido nítrico (NO) y dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>). Además, se le pretenden inducir propiedades higiénicas con acción antibacteriana y antimanchas por repelencia de líquidos.

TEJIDO SELFCLEAN.INK® combina diferentes tipos de acabados, uno de ellos con propiedades fotocatalíticas.

Para el estudio de las diferentes propiedades funcionales, se ha recurrido a los métodos de ensayo siguientes.

- Para la actividad fotocatalítica: UNE-ISO 22197-1:2012. Cerámicas técnicas (cerámicas avanzadas, cerámicas técnicas avanzadas). Métodos de ensayo relativos al funcionamiento de materiales fotocatalíticos semiconductores para la purificación del aire. Parte 1: Eliminación del óxido nítrico.
- Para la actividad antibacteriana: UNE-EN ISO 20743:2013. Textiles. Determinación de la actividad antibacteriana de los productos textiles.
- Para la repelencia a líquidos: AATCC 193: Aqueous Liquid Repellency: Water/Alcohol Solution Resistance Test y AATCC 118: Oil Repellency: Hydrocarbon Resistance Test.

El primer método empleado en el estudio es un ensayo normalizado, que es habitual en la evaluación de cerámicas y pinturas destinadas a techos, fachadas, etc. el cual se ha adaptado para evaluar la muestra de TEJIDO SELFCLEAN.INK®. Para ello, se ha hecho uso del estándar *ISO 22197-1:2012. Cerámicas técnicas (cerámicas avanzadas, cerámicas técnicas avanzadas). Métodos de ensayo relativos al funcionamiento de materiales fotocatalíticos semiconductores para la purificación del aire. Parte 1: Eliminación del óxido nítrico.*

El segundo método empleado en el estudio es un ensayo habitualmente utilizado para determinar la actividad antibacteriana en materiales textiles. Así, *UNE-EN ISO 20743:2013. Textiles. Determinación de la actividad antibacteriana de los productos textiles* ha permitido evaluar la capacidad de acción del tejido estudiado frente a diferentes bacterias.

Algunas referencias bibliográficas que relacionan las propiedades evaluadas con una mejor calidad del aire y que detallan el efecto fotocatalítico de materiales tales como el dióxido de titanio (TiO<sub>2</sub>), empleado para diferentes fines industriales y de descontaminación, así como para inducir propiedades antibacterianas a diferentes materiales, entre ellos textiles, se listan a continuación:

- M. Trejo-Valdez et al. Removal of aqueous chromium and environmental CO<sub>2</sub> by using photocatalytic TiO<sub>2</sub> doped with tungsten. *J Hazard Mater.* 2019 May 15;370:196-202.
- J. Moma and J. Baloyi. Modified Titanium Dioxide for Photocatalytic Applications. *Photocatalysts - Applications and Attributes*. DOI: 10.5772/intechopen.79374 (2018).
- A. Haghghatmamaghani, F. Haghghat and C. Lee. Performance of various commercial TiO<sub>2</sub> in photocatalytic degradation of a mixture of indoor air pollutants: Effect of photocatalyst and operating parameters. *Science and Technology for the Built Environment, Volume 25, 2019 - Issue 5*.
- Z. Guangyu et al. Study on the Photocatalytic and Antibacterial Properties of TiO<sub>2</sub> Nanoparticles-Coated Cotton Fabrics. *Materials* 2019, 12, 2010.
- R. Majidi et al. Photocatalytic Removal of NO<sub>x</sub> Gas from Air by TiO<sub>2</sub>/Polymer Composite Nanofibers. *Nanochemistry Research. Volume 3, Issue 2, Summer and Autumn 2018. Pages 212-218*.
- S. Xu et al. Colored TiO<sub>2</sub> composites embedded on fabrics as photocatalysts: Decontamination of formaldehyde and deactivation of bacteria in water and air. *Chemical Engineering Journal, Volume 375, 1 November 2019, 121949*.
- M. Saraswati et al. The innovation of antimicrobial and self-cleaning using Ag/TiO<sub>2</sub> nanocomposite coated on cotton fabric for footwear application. *2019 IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 509 012091*.
- V.S.L. Quart utiliza pintura que absorbe la contaminación. *Levante – EMV, 26.04.2019 <https://www.levante-emv.com/horta/2019/04/26/quart-poblet-utiliza-pintura-capaz/1867002.html>*
- European Commission. LIFE shows real-world benefits of photocatalytics to improve our air. *<https://ec.europa.eu/easme/en/news/life-shows-real-world-benefits-photocatalytics-improve-our-air> 04/06/19*.
- A. Arce-Sarria et al. Degradación Fotocatalítica Solar Heterogénea de Ácido Dicloroacético en un Reactor Placa Plana a Escala Piloto. *Información Tecnológica, Vol. 30(1), 33-40 (2019)*.
- M. Bermejo. Fotocatálisis y su capacidad descontaminante. Aplicación en la Gran Vía. *Trabajo Fin de Grado, Universidad Politécnica de Madrid (España), 2018*.
- W. Vallejo et al. Estudio de la actividad antimicrobiana de películas delgadas de dióxido de titanio modificado con plata. *Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat. 40(154):69-74, enero-marzo de 2016*.
- H.J. Haugen, S.P. Lyngstadaas. Antibacterial effects of titanium dioxide in wounds. *Wound Healing Biomaterials, Volume 2: Functional Biomaterials, pg. 439-450. 2016*.

El tercer y último método de ensayo, para cuantificar la repelencia a líquidos similares al agua y al aceite contempla los estándares:

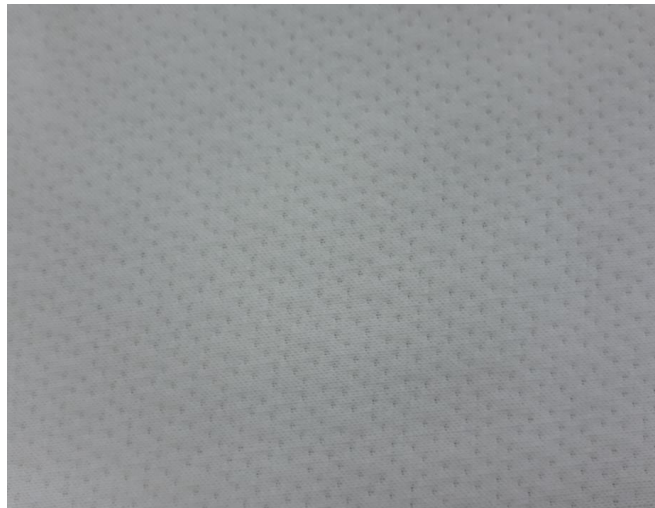
- AATCC 193, el cual consiste en depositar gotas de mezcla de alcohol isopropílico y agua y observar si moja o no moja al cabo de 10 segundos, con mezclas que van desde el 100% de agua hasta el 0% (100% alcohol isopropílico) y valorando en una escala de 0 a 10, siendo 10 el valor máximo de repelencia al agua.

- AATCC 118, el cual consiste en depositar gotas de una serie de 8 líquidos hidrocarbonados numerados según tensión superficial decreciente y valorando en una escala de 0 a 8, siendo 8 el valor máximo de repelencia al aceite.

## 2. Descripción de muestras

Una muestra de tejido, para la evaluación de diferentes propiedades funcionales como las nombradas en el apartado 1 de este informe, en base a la aplicación de un proceso de acabado textil que combina diferentes productos y funcionalidades. Es:

- **TEJIDO SELFCLEAN.INK®** (tejido tipo stretch, en tono beige claro). De REPRESENTACIONES DE DESCANSO, S.L.



*Aspecto de la muestra TEJIDO SELFCLEAN.INK®.*



*Efecto fotoactivo del TEJIDO SELFCLEAN.INK® sin estar expuesto a luz directa (izquierda) y cuando se expone a acción de la luz (derecha), apareciendo el estampado fotocrómico.*

### 3. Descripción del método de medida de la actividad fotocatalítica y descontaminante

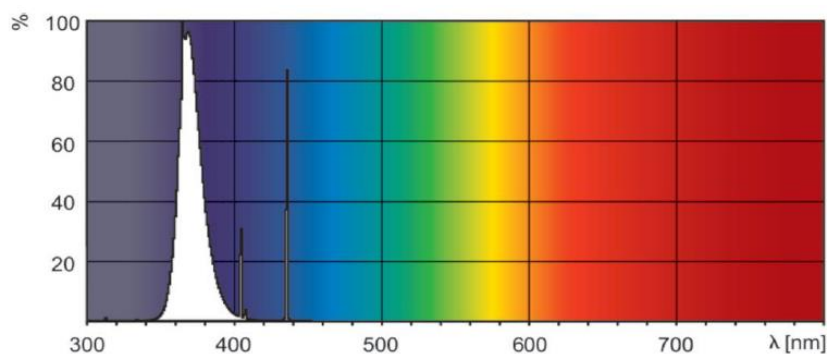
Como ha quedado dicho en el apartado 1 de este documento, el método de ensayo y medida sigue lo indicado en UNE-ISO 22197-1, para la determinación de la eliminación de óxidos de nitrógeno en el aire por fotocatalisis. Este ensayo permite la comprobación de la actividad fotocatalítica de materiales, realizando una activación previa del sustrato durante 5 horas bajo luz ultravioleta.

Para ello se emplean los siguientes dispositivos:

- Analizador NOx Serinus 40.
- Lámpara UV-A Philips Actinic BL TL-K 40W/10R.
- Controladores de flujo másico: Instrument B.V. Mod. 5850TR/GA, T65870/008.
- Radiómetro Delta OMH HD 2101.1 rango (315 nm-400 nm).

Los parámetros de ensayo y del espectro de emisión de la lámpara UV empleada fueron:

Parámetros	Muestra
Presión (mmHg)	700,4
Temperatura de la mezcla de gases (°C)	25,1
Humedad de la mezcla de gases (%)	50,0
Concentración media NO suministrado (ppbv)	1038
Concentración media NO <sub>x</sub> suministrado (ppbv)	1041
Caudal de la mezcla (l/min)	3,007
Dimensiones de la probeta (cm <sup>2</sup> )	48,30
Irradiación UV-A (W/m <sup>2</sup> )	10,00



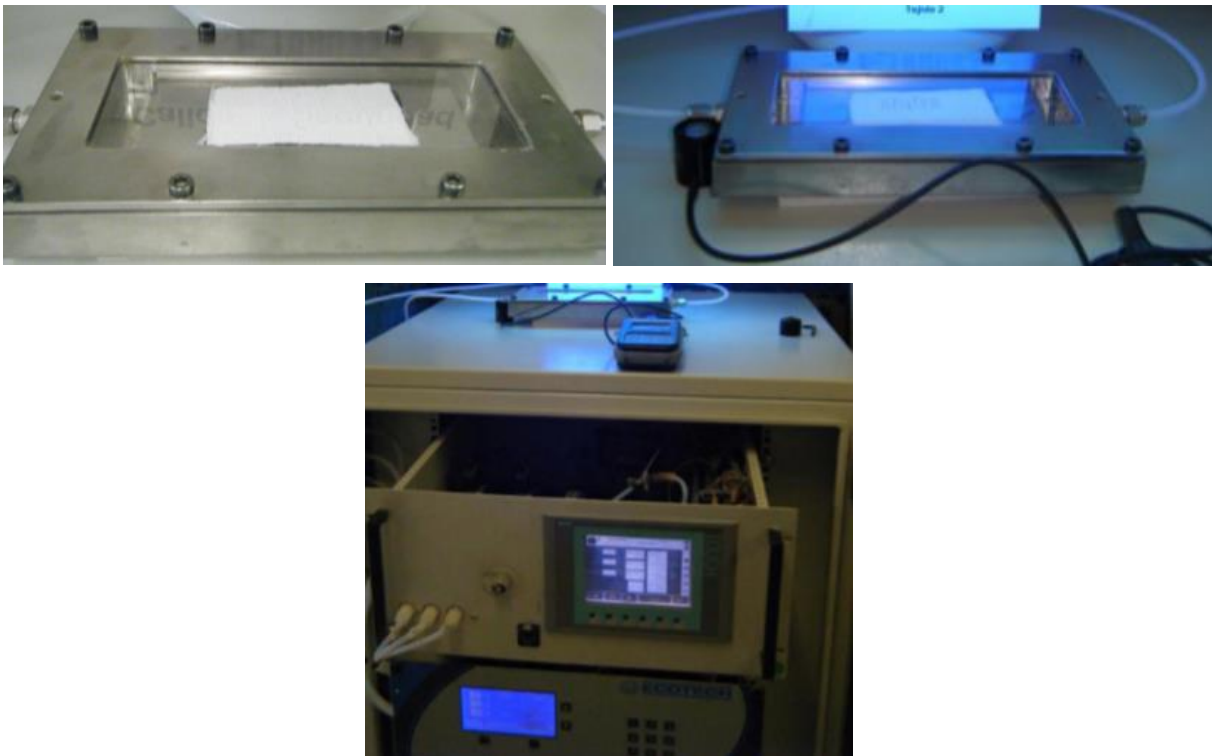
**Espectro de emisión de la lámpara UV empleada en el ensayo.**

En el procedimiento empleado, primeramente, se deseca la muestra para eliminar humedad residual, y tras ello se activa de forma previa al ensayo, durante 5 horas, tal como muestra la imagen siguiente:



***Muestra de TEJIDO SELFCLEAN.INK® en activación previa durante 5h.***

Tras esta activación previa de su propiedad fotocatalítica, la muestra pasa a ser confinada en el fotorreactor, donde se introducen los gases de ensayo hasta la concentración establecida, se vuelve a activar la muestra con luz UV y se va midiendo el descenso en la concentración de gases contaminantes con un analizador NOx, en este caso.



***Arriba izquierda) muestra TEJIDO SELFCLEAN.INK® confinada en el fotorreactor; arriba derecha) muestra durante el ensayo; abajo) analizador de gases NOx conectado al fotorreactor.***



#### 4. Descripción del método de medida de la actividad antibacteriana

Como ha quedado dicho en el apartado 1 de este documento, el método de ensayo y medida de la actividad antibacteriana sigue lo indicado en ISO 20743. En este ensayo se obtiene el valor de la actividad antibacteriana al comparar con una muestra control (que puede ser un tejido de algodón 100% aportado por la entidad que efectúa el ensayo, o bien un tejido control aportado por el propio cliente).

Tras inocular la bacteria correspondiente en una concentración determinada, se hacen crecer las colonias en ambas muestras en condiciones controladas y establecidas en el método y, transcurrido el tiempo que establece la norma, se procede al conteo de unidades formadoras de colonias (ufc) tanto en la muestra control como en la muestra a ensayar.

El resultado se expresa como un valor numérico (A), fruto de la diferencia (en escala logarítmica) entre el valor de crecimiento en la muestra control (F) y el valor de crecimiento en la muestra a ensayar (G), según la fórmula:  $A = F - G$  (log).

El valor de A representa el valor de actividad antibacteriana de la muestra a ensayar, y se interpreta según la tabla siguiente (por debajo de 2 no se considera actividad antibacteriana significativa):

<b>Valor de actividad antibacteriana</b>	<b>Eficacia de la propiedad antibacteriana</b>
$2 \leq A \leq 3$	Significante
$A \geq 3$	Fuerte

## **5. Descripción del método de medida de la repelencia a líquidos**

Para evaluar esta propiedad, se ha seleccionado por una parte el método descrito en AATCC 193, donde se emplean diferentes juegos de líquidos de medida, formados por diferentes proporciones de agua/etanol con los cuales se puede evaluar el nivel de repelencia de un textil al agua, en una escala de 0 a 10.

Por otra parte, para expresar el valor de repelencia a líquidos oleaginosos, se ha seleccionado el método descrito en AATCC 118, donde también se emplean diferentes juegos de líquidos de medida pero que están formados por diversos líquidos de base hidrocarbonada. De esta manera se puede evaluar el nivel de repelencia de un textil al aceite, en una escala de 0 a 8.

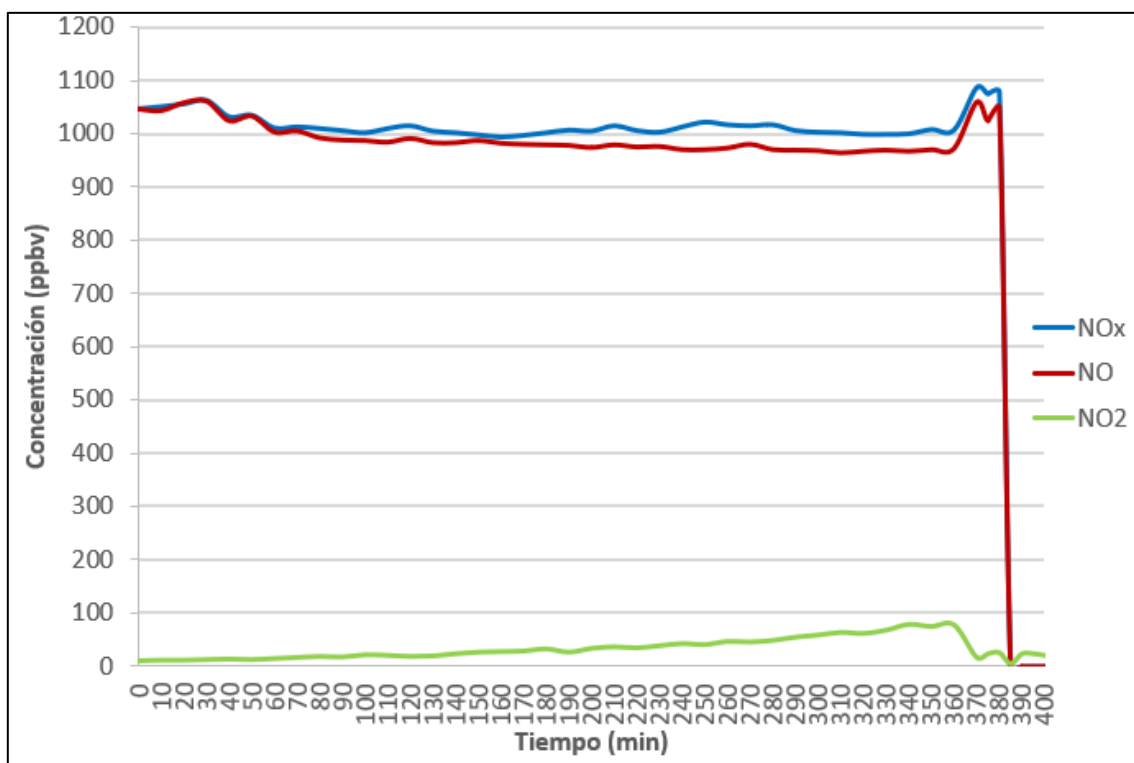
## 6. Resultados de la actividad fotocatalítica y descontaminante

Los resultados se expresan en términos de % de NO y NOx degradado, partiendo de la concentración inicialmente contenida en el fotorreactor. La tabla siguiente muestra los valores obtenidos para la muestra TEJIDO SELF CLEAN.INK® ensayada:

TEJIDO SELF CLEAN.INK®	
Degradación de NO (%)	<b>6,81</b>
Degradación de NOx (%)	<b>4,18</b>

**Valores medios de degradación de óxidos de nítrico medidos durante el ensayo de la actividad fotocatalítica del TEJIDO SELF CLEAN.INK®.**

En formato gráfico, el comportamiento fotocatalítico del TEJIDO SELF CLEAN.INK® durante el ensayo en que está en contacto con los gases contaminantes y activado bajo exposición a luz UV, se muestra a continuación.



**Gráfica de degradación de los contaminantes de óxidos de nítrico, para la muestra TEJIDO SELF CLEAN.INK®.**

Se aprecia cierta disminución de la concentración efectiva media de los gases tipo NOx y NO durante el ensayo, especialmente a partir de 30 – 40 minutos de exposición a la lámpara UV.

**ESTUDIO Y EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FUNCIONALES DEL TEJIDO SELF CLEAN.INK® - REPRESENTACIONES DE DESCANSO, S.L. 20/12/2019**

Para el **valor medio obtenido**, en el rendimiento de la purificación del aire, de **4,18% para NO<sub>x</sub>** la muestra de **TEJIDO SELFCLEAN.INK** ensayada **se clasificaría además como de Clase 1 (rendimiento de purificación del aire comprendido entre el 4% y el 6%)**, según la clasificación que establece UNE 127197-1:2013.

Clase	Rendimiento de la purificación de aire – NO <sub>x</sub>
Clase 0 – sin actividad	$\chi_{NO_x} < 4,0\%$
Clase 1	$4,0\% \leq \chi_{NO_x} \leq 6,0\%$
Clase 2	$6,0\% < \chi_{NO_x} \leq 8,0\%$
Clase 3	$\chi_{NO_x} > 8,0\%$

## 7. Resultados de la actividad antibacteriana

La muestra de TEJIDO SELF CLEAN.INK® se testó frente a las bacterias:

- Staphylococcus aureus ATCC 6538. De tipo gram +.
- Escherichia coli ATCC 8739. De tipo gram -.

En las condiciones siguientes:

- Norma: ISO 20743:2013-pto.8.1
- Agente neutralizante: SCDLP
- Método de esterilización: ninguno
- Peso de la muestra: 0.4g
- Tejido Control: Tejido de algodón 100%
- Pretratamiento: ninguno

Aplicando el método descrito en ISO 20743, la tabla siguiente muestra los valores obtenidos para la actividad antibacteriana de la muestra TEJIDO SELF CLEAN.INK® ensayada:

TEJIDO SELF CLEAN.INK®	
Actividad frente a S. aureus	<b>2,02</b>
Actividad frente a E. coli	<b>2,15</b>

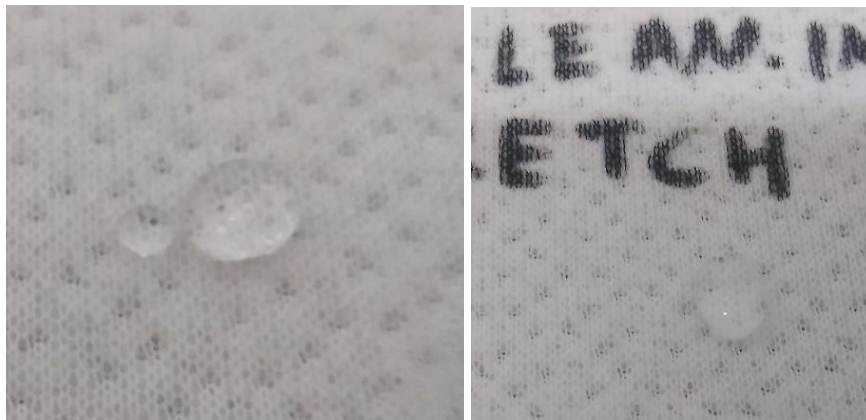
Por los resultados obtenidos, se concluye que la muestra **TEJIDO SELF CLEAN.INK®** presenta **actividad antibacteriana significativa**, frente a las dos bacterias testadas.

## 8. Resultados de la repelencia a líquidos

La muestra de TEJIDO SELFCLEAN.INK® se testó al respecto de su capacidad repelente a líquidos, mediante los métodos descritos en AATCC 193 y AATCC 118, que permiten evaluar la repelencia al agua y aceite, respectivamente.

La tabla siguiente expresa los resultados obtenidos para cada prestación evaluada:

TEJIDO SELFCLEAN.INK®	
Nivel de repelencia al agua	<b>8</b> <b>(máximo 10)</b>
Nivel de repelencia al aceite	<b>4</b> <b>(máximo 8)</b>



*Izquierda) repelencia al agua de la muestra TEJIDO SELFCLEAN.INK® con el líquido de medida valor 8; derecha) líquido de medida valor 4 del test de repelencia al aceite.*

## 9. Análisis de resultados y conclusiones

La muestra de **TEJIDO SELFCLEAN.INK** presenta un valor de degradación de contaminantes **NOx del aire de 4,18%**, significativo para materiales con propiedades fotocatalíticas, según el ensayo realizado siguiendo el método descrito en *ISO 22197-1:2012. Cerámicas técnicas (cerámicas avanzadas, cerámicas técnicas avanzadas). Métodos de ensayo relativos al funcionamiento de materiales fotocatalíticos semiconductores para la purificación del aire. Parte 1: Eliminación del óxido nítrico.*

Con este valor, **TEJIDO SELFCLEAN.INK** se clasifica como **Clase 1 (rendimiento de purificación del aire comprendido entre el 4% y el 6%)**, según la clasificación que establece UNE 127197-1:2013.

Además, la muestra **TEJIDO SELFCLEAN.INK** también presenta actividad antibacteriana **significativa**, frente a bacterias tales como *S. aureus* y *E. coli*.

Y en cuanto a **repelencia a líquidos**, presenta valores de **repelencia al agua de 8** (en una escala máxima de 10) y **al aceite de 4** (para un máximo de 8).

### Confidencialidad

*AITEX garantiza la confidencialidad de la información que puede conocer de esta Empresa como consecuencia de la ejecución de los trabajos desarrollados.*