

**PROYECTO MULTI E INTERDISCIPLINARIO PIMI-14-13**

***"Estudio de la incorporación de dióxido de titanio (TiO<sub>2</sub>) sobre soporte de carbón activo para su uso en la degradación fotocatalítica de colorantes y fenoles"***

En la ciudad de Quito D.M., a los cinco días del mes de diciembre del año dos mil dieciocho, comparecen a la celebración de la presente Acta de Finalización del Proyecto de Investigación Multi e Interdisciplinario **PIMI-14-13 "Estudio de la incorporación de dióxido de titanio (TiO<sub>2</sub>) sobre soporte de carbón activo para su uso en la degradación fotocatalítica de colorantes y fenoles"**, por una parte el **Ph.D. Alberto Celi Apolo** en calidad de **Vicerrector de Investigación y Proyección Social** de la Escuela Politécnica Nacional, y por otra la **Ph.D. Florinella Muñoz Bisesti** en calidad de **Directora del Proyecto de Investigación Multi e Interdisciplinario**, al tenor de lo siguiente:

**1. ANTECEDENTES:**

- a) El 28 de abril de 2014, al amparo de lo dispuesto por Consejo de Investigación y Proyección Social, se convocó al **"Concurso de Financiamiento para Proyectos de Investigación Multi e Interdisciplinarios 2014"**
- b) Una vez realizado el proceso de evaluación de los proyectos multi e interdisciplinarios presentados dentro de la convocatoria señalada en el literal precedente y de acuerdo a la Resolución Nro. 49 del Consejo de Investigación y Proyección Social donde se resolvió la aprobación de 18 proyectos de investigación entre ellos el denominado: **"Estudio de la incorporación de dióxido de titanio (TiO<sub>2</sub>) sobre soporte de carbón activo para su uso en la degradación fotocatalítica de colorantes y fenoles"** presentado por la Ph.D. Florinella Muñoz Bisesti.

**2. DATOS GENERALES DEL PROYECTO:**

<b>Código de Proyecto</b>	<i>PIMI-14-13</i>
<b>Nombre del Proyecto</b>	<i>Estudio de la incorporación de dióxido de titanio (TiO<sub>2</sub>) sobre soporte de carbón activo para su uso en la degradación fotocatalítica de colorantes y fenoles</i>
<b>Directora del Proyecto</b>	<i>Ph.D. Florinella Muñoz Bisesti (DCN)</i>
<b>Colaboradores</b>	<i>Ph.D. Ernesto Hale De la Torre Chauvin (DEMEX) Ph.D. Diana Endara Dranichnikova (DEMEX) Ph.D. Patricio Javier Espinoza Montero (DICA)</i>
<b>Departamento</b>	<i>Ciencias Nucleares (DCN)</i>
<b>Líneas de Investigación</b>	<i>• Procesos de oxidación avanzada (DCN) • Carbones activados, adsorbentes y catalizadores (DEMEX)</i>
<b>Objetivo</b>	<i>Estudiar la incorporación de dióxido de titanio (TiO<sub>2</sub>) sobre soporte de carbón activo para su uso en la degradación fotocatalítica de colorantes y fenoles</i>



<b>Duración del Proyecto</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inicio: 4 de abril del 2015</li> <li>• Fin: 3 de abril del 2017</li> <li>• Prórroga ordinaria: 90 días, hasta el 2 de julio 2017</li> <li>• Prórroga extraordinaria: 6 meses, hasta el 2 de enero 2018</li> <li>• Duración total: 33 meses</li> </ul>
<b>Entrega del Informe Final</b>	4 de mayo del 2018
<b>Presupuesto asignado</b>	\$ 82.223,68 USD (ochentaidós mil doscientos veintitrés dólares americanos con 68/100)
<b>Presupuesto ejecutado</b>	\$ 52.209,11 USD (cincuenta y dos mil doscientos nueve dólares americanos con 11/100)

### 3. INFORME FINAL:

Mediante Memorando Nro. EPN-PIMI-14-13-2018-0004-M del 4 de mayo del 2018, suscrito por la Ph.D. Florinella Muñoz, Directora del Proyecto PIMI-14-13, se presenta al Vicerrectorado de Investigación y Proyección Social (VIPS), el informe final del proyecto multi e interdisciplinario. Esta información es recibida y revisada por la Dirección de Investigación y Proyección Social (DIPS) y se anexa a la presente acta y forma parte integrante de la misma, cuyas conclusiones, recomendaciones y productos generados son:

#### CONCLUSIONES:

- Se obtuvo carbón activado del desecho ligno-celulósico de una industria de producción de tableros de madera. El proceso que permitió preparar el carbón activado de mejores características fue la activación química con KOH con una relación KOH:carbón 3:1 y 900 °C en un proceso de tratamiento de 2 h. Sin embargo, por las propiedades del material utilizado, como el contenido de lignina (20,07 %) y carbón fijo (17,73 %), no se pudo obtener carbón activado granular sino en polvo.
- Se evaluó la efectividad de combinación del carbón activado obtenido por los diferentes métodos: pirolisis, activación química con KOH y activación física con CO<sub>2</sub> con dióxido de titanio microparticulado (TiO<sub>2</sub>) en la fotodegradación del colorante Azul BRL. Se encontró que existe un importante efecto de adsorción de ambos materiales, el cual fue estudiado y desarrollado previa la fotocatalisis. Se determinó que la adsorción conjunta se ajustó al modelo de Langmuir. Se alcanzó la remoción más alta de colorante (98,8 %) en 7 horas de tratamiento con el uso de la combinación CA<sub>KOH</sub>:TiO<sub>2</sub>.
- Se impregnó, además, dióxido de titanio en carbón activado comercial modificado químicamente y se estudió el uso de este compuesto como catalizador de la degradación fotocatalítica de fenol. Se encontró que el proceso de modificación que permitió obtener el menor PZC (2,0) y la mayor concentración de grupos ácidos carboxílicos y la mayor acidez total fue el carbono modificado con ácido nítrico. El compuesto formado por este carbón activado y dióxido de titanio se comparó con el compuesto que se preparó con el carbón activado sin modificar y se analizó el efecto de la calcinación a 400 °C en el proceso. Los resultados mostraron que el carbón activado no modificado impregnado con





dióxido de titanio presentó la mayor adsorción. A su vez, en el proceso de fotocatalisis, se obtuvieron resultados similares al utilizar el carbón activado modificado con ácido nítrico sin calcinar y el carbón activado sin modificar calcinado a 400 °C. Las remociones de fenol alcanzadas fueron de 83 %.

- La impregnación de carbón activado con cobre y dióxido de titanio permitió establecer que esta combinación favoreció tanto la adsorción como la fotodegradación de fenol.
- La presencia de cobre determinó un nivel de regioselectividad en la reacción de oxidación de fenol, puesto que como producto primario de la degradación se observó solamente la formación de pirocatecol.

#### RECOMENDACIONES:

- Desarrollar investigaciones para analizar la factibilidad del uso de material lignocelulósico proveniente de los lodos de una planta de tratamiento de aglomerados, como se planteó inicialmente en esta investigación, para la generación de materiales compósitos.
- Investigar otros métodos de impregnación de  $\text{TiO}_2$  sobre carbón activado, que permitan incrementar la cantidad de  $\text{TiO}_2$  sobre el carbón.
- Investigar con detalle los métodos de modificación de la superficie del carbón activado, tales como el uso de radiaciones ionizantes para efectuar la impregnación de  $\text{TiO}_2$ .
- Determinar los grupos ácidos y básicos de los carbones activados modificados con métodos más precisos.

#### PRODUCTOS:

1. Artículo enviado para revisión: " $\text{TiO}_2/\text{Cu}$ /carbon composites from a commercial activated carbon for the photocatalytic degradation of phenol"; Sandoval C., Vargas P., De la Torre E., Endara D., Muñoz F.; Brazilian Journal of Chemical Engineering (Q2); ISSN: 01046632; enero 2018.
2. Ponencia Internacional: "Incorporation of  $\text{TiO}_2$  onto a Support Made of Chically-Modified Granular Activated Carbon for the Photocatalytic Degradatoin of Phenol"; Muñoz F.; The 21<sup>st</sup> International Conference on Semiconductor Photocatalysis and Solar Energy conversion (SPASEC-21), Atlanta, Estados Unidos; noviembre 2016.
3. Ponencia Internacional: "Study of the Photocatalytic Degradation of Direct Blue 1 Azo Dye through the usage of  $\text{TiO}_2$  Assisted with Activated Carbon Obtained from Woodd Waste"; Rodríguez J.; The 21<sup>st</sup> International Conference on Semiconductor Photocatalysis and Solar Energy conversion (SPASEC-21), Atlanta, Estados Unidos; noviembre 2016.
4. Póster: "Incorporation of Titanium Dioxide and Cupper onto support made of commercial activated carbon for phenol photo catalytic degradation"; Coronel I., Endara D., Muñoz F.; The 5th European conference on Environmental Applications of Advanced Oxidation Processes EAAOP5, Praga, República Checa; junio 2017.
5. Conferencia para difusión de resultados a la comunidad de la EPN: "Incorporation of Titanium Dioxide and Cupper onto Support Made of Commercial Activated Carbon for Phenol Photocatalytic Degradation"; Coronel S.; presentación de



trabajos de investigación del Departamento de Ciencias Nucleares en Procesos de Oxidación Avanzados; junio 2017

6. Proyecto de titulación para Ingeniería Química: "Estudio del efecto del uso de dióxido de titanio asistido con carbón activado, obtenido a partir de un residuo industrial, en la foto-degradación del colorante azul BRL"; Rodríguez Mora Jhonathan Andrés; <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/16833>, noviembre 2016.
7. Paper de titulación para Ingeniería Química: "Estudio de la Incorporación de TiO<sub>2</sub> sobre un Soporte Modificado Químicamente de Carbón Activado Comercial para su Uso en la Degradación Fotocatalítica de Fenol", Cevallos Cueva Nicolás, [http://biblioteca.epn.edu.ec/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=45245&shelfbrowse\\_itemnumber=63711](http://biblioteca.epn.edu.ec/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=45245&shelfbrowse_itemnumber=63711), 2016.
8. Paper de titulación para Ingeniería Química: "Estudio de un compuesto carbón activado comercial – cobre y dióxido de titanio en la degradación fotocatalítica de fenol"; Coronel Olivo Stalin Alejandro; <http://biblioteca.epn.edu.ec/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=63891>; 2017.

#### 4. LIQUIDACIÓN ECONÓMICA:

El Proyecto Multi e Interdisciplinario PIMI-14-13 contó con asignación presupuestaria del VIPS de \$ 82.223,68 USD (ochenta y dos mil doscientos veintitrés dólares americanos con 68/100), y ejecutó \$ 52.209,11 USD (cincuenta y dos mil doscientos nueve dólares americanos con 11/100).

#### 5. FINALIZACIÓN:

Con la presente Acta se declara finalizado y cerrado el Proyecto de Investigación Multi e Interdisciplinario PIMI-14-13 "**Estudio de la incorporación de dióxido de titanio (TiO<sub>2</sub>) sobre soporte de carbón activo para su uso en la degradación fotocatalítica de colorantes y fenoles**".

Para constancia de lo ejecutado y por estar de acuerdo con el contenido de la presente Acta, las partes libre y voluntariamente suscriben la misma, en tres ejemplares de igual contenido, tenor y valor legal.

Dado en la ciudad de Quito, D.M. a los cinco días del mes de diciembre del año dos mil dieciocho.



Ph.D. Alberto Celi  
Vicerrector de Investigación  
y Proyección Social

sp/cc

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL  
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN  
Y PROYECCIÓN SOCIAL



Ph.D. Florinella Muñoz  
Directora del Proyecto  
PIMI-14-13

Página 4 de 4

Recibido  
A Florinella Muñoz B.  
06/12/2018

