

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN MULTI E INTERDISCIPLINARIO PIMI-16-07**  
**"Pirólisis rápida de Biomasa para la producción de bio-aceite y transformación del bio-aceite a gasolina usando zeolitas"**

En la ciudad de Quito D.M., a los trece días del mes de marzo del año dos mil veintitrés, comparecen a la celebración de la presente Acta de Finalización del Proyecto de Investigación Multi e Interdisciplinario **PIMI-16-07 "Pirólisis rápida de Biomasa para la producción de bio-aceite y transformación del bio-aceite a gasolina usando zeolitas"**, por una parte, la **Dra. Alexandra Patricia Alvarado Cevallos** en calidad de **Vicerrectora de Investigación, Innovación y Vinculación** de la Escuela Politécnica Nacional, y por otra el **Dr. Sebastián Anibal Taco Vásquez** en calidad de **Director del Proyecto de Investigación Multi e Interdisciplinario PIMI-16-07**, al tenor de lo siguiente:

**1. ANTECEDENTES:**

- a) El 9 de mayo de 2016, el Consejo de Investigación y Proyección Social mediante Resolución 036/16, aprueba el Cronograma de lanzamiento de la Convocatoria para la presentación de Proyectos de Investigación Internos, Semilla, Junior y Multi e Interdisciplinarios 2016.
- b) El 9 de febrero de 2017, al amparo de lo dispuesto por Consejo de Investigación y Proyección Social, mediante Resolución 012/17, se aprobó el "*Informe Final de Evaluación de los Proyectos de Investigación de la Convocatoria 2016*". Entre los proyectos aprobados se encuentra el proyecto Multi e Interdisciplinario denominado "*Pirólisis rápida de Biomasa para la producción de bio-aceite y transformación del bio-aceite a gasolina usando zeolitas*", presentado por el Dr. Sebastián Taco.
- c) Mediante Memorando EPN-VIPS-2017-0490-M del 6 de marzo de 2017, el Vicerrectorado de Investigación y Proyección Social notifica al Dr. Sebastián Taco la aprobación del proyecto; y mediante Memorando EPN-VIPS-2017-0746-M, del 10 de abril de 2017, el Vicerrectorado de Investigación y Proyección Social informa a los Directores de los proyectos Multi e Interdisciplinarios 2016 que la fecha de inicio de los proyectos es el 17 de abril del 2017.
- d) Mediante Resolución RCIIV-066-2020 del 2 de abril de 2020, Consejo de Investigación, Innovación y Vinculación aprueba la prórroga técnica del Proyecto PIMI-16-07, siendo la nueva fecha de finalización el 16 de julio de 2020.
- e) Mediante Resolución RCIIV-146-2020 del 7 de julio de 2020, Consejo de Investigación, Innovación y Vinculación aprueba la solicitud de suspensión del Proyecto PIMI-16-07, e indica que el proyecto reanudará sus actividades de investigación a partir del 7 de diciembre de 2020, hasta el 16 de diciembre de 2020.

**2. DATOS GENERALES DEL PROYECTO:**

<b>Código de Proyecto</b>	PIMI-16-07
<b>Nombre del Proyecto</b>	Pirólisis rápida de Biomasa para la producción de bio-aceite y transformación del bio-aceite a gasolina usando zeolitas
<b>Director del Proyecto</b>	SEBASTIAN ANIBAL TACO VASQUEZ
<b>Colaboradores del Proyecto</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• MARCO ESTEBAN YACELGA PINTO</li> <li>• ANDRES GABRIEL CHICO PROAÑO</li> </ul>
<b>Departamento</b>	Ingeniería Química (DIQ)
<b>Líneas de Investigación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recursos orgánicos</li> <li>• Software de telecomunicaciones</li> </ul>

<b>Objetivo</b>	Transformar biomasa a gasolina usando pirólisis rápida y catálisis heterogénea con zeolitas tipo HZSM-5
<b>Duración del Proyecto</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inicio: 17 de abril del 2017</li> <li>• Fin planificado: 16 de abril del 2020</li> <li>• Prórroga técnica: hasta el 16 de julio de 2020</li> <li>• Período de suspensión: desde el 7 de julio de 2020 hasta el 6 de diciembre de 2020</li> <li>• Fin del proyecto: 16 de diciembre de 2020</li> <li>• Duración total: 39 meses</li> </ul>
<b>Entrega del Informe Final</b>	3 de mayo de 2022
<b>Presupuesto asignado</b>	\$ 193.375,77 USD
<b>Presupuesto ejecutado</b>	\$ 187.576,00 USD

### 3. INFORME FINAL:

Mediante Memorando EPN-PIMI-16-07-2022-0001-M del 3 de mayo de 2022, el Dr. Sebastián Taco, Director del Proyecto de Investigación Multi e Interdisciplinario PIMI-16-07, presenta el Informe Final del proyecto que dirige, mismo que es revisado por la Dirección de Investigación, que remitió observaciones con Memorando EPN-DI-2022-0845-M del 26 de julio de 2022. Mediante Memorando EPN-PIMI-16-07-2022-0004-M del 15 de diciembre de 2022, el Dr. Sebastián Taco envía el Informe Final corregido, mismo que se anexa y forma parte integrante del Acta de Finalización, cuyas conclusiones y productos generados son:

#### CONCLUSIONES:

- Se generó modelos de pirólisis y se los comparó con datos experimentales exitosamente probando que el modelo fue bastante exacto.
- Se obtuvo 100% de conversión de cetonas y alcoholes (parte del bio-aceite) a gasolina (con octanaje mayor a 95) en el reactor de lecho empacado.
- La pirólisis lenta de desechos agrícolas como cascarillas de arroz, piñón y madera produjo principalmente alquitrán y bio-char.
- La pirólisis de plásticos produce diésel (C9 a C18) y en menor proporción gasolinas (C5-C12).
- Alcoholes y cetonas produce gasolinas del rango de C5 a C12.
- Acetona y mezcla de cetonas produce solo gasolina con solo aromáticos usando HZSM-5. El octanaje de esta gasolina es mayor a 120.
- Etanol y metanol produce gasolina con octanaje mayor a 94. La transformación produce olefinas a bajas temperaturas de reacción, mientras que a altas temperaturas se produce isoparafinas y aromáticas.

#### PRODUCTOS:

- Artículo publicado: "Conversion of acetone and mixed ketones to hydrocarbons using HZSM-5 catalyst in the carboxylate platform"; Taco Vásquez Sebastián, Holtzapple Mark T.; PLoS ONE (Indexado Scopus, Q1); ISSN: 19326203; DOI: 10.1371/journal.pone.0277184; noviembre 2022.

- Artículo publicado: "Spine and lower body symmetry during treadmill walking in healthy individuals—In-vivo 3-dimensional kinematic analysis"; Aráuz Paul Gonzalo, García María Gabriela, Chiriboga Patricio, Taco Vásquez Sebastián, Klaic Diego, Verdesoto Emilia, Martín Bernard; PLoS ONE (Indexado Scopus, Q1); ISSN: 19326203; DOI: 10.1371/journal.pone.0275174; octubre 2022.
- Artículo publicado: "Thermochemical Analysis of a Packed-Bed Reactor Using Finite Elements with FlexPDE and COMSOL Multiphysics"; Taco Vásquez Sebastián, Ron César A., Murillo Hermán A., Chico Andrés, Arauz Paul G.; Processes (Indexado Scopus, Q2); ISSN: 22279717; DOI: 10.3390/pr10061144; junio 2022.
- Artículo publicado: "Heating strategies in cellulose pyrolysis as an alternative for targeting energy efficient product distribution"; Chico Proaño Andrés, Manos George, Papageorgiou Lázaro G., Fraga Eric S.; Chemical Engineering Transactions (Indexado Scopus, Q3); ISSN: 22839216; DOI: 10.3303/CET2186011; junio 2021.
- Artículo publicado: "Assessment of Pilot Scale Pyrolysis Gas Production as Fuel for Cogeneration"; Romero Michelle, Germán Boris, Rivadeneira Daniel, Chulde Diego, Chico Proaño Andrés, Narváez Ricardo A. C., Gómez Martínez Javier; Chemical Engineering Transactions (Indexado Scopus, Q3); ISSN: 22839216; DOI: 10.3303/CET2292036; 2022.
- Artículo publicado: "Combined particle model and experimental approach for predicting pyrolysis with palm kernel shells"; Chico Proaño Andrés, Romero Michelle, Ricardo A. Narváez C., Germán Boris G., Rivadeneira Daniel, Manos George, Papageorgiou Lázaro G., Fraga Eric S.; Computer Aided Chemical Engineering (Indexado Scopus, Q3); ISSN: 15707946; DOI: 10.1016/B978-0-323-95879-0.50058-8; enero 2022.
- Artículo publicado: "Contribution Process for Producing Biofuel from Ripe Plantain Utilizing a HZSM-5 Catalyst"; Oñate William, Hernández Luis, Taco Sebastián, Caiza Gustavo; Advances in Intelligent Systems and Computing (Indexado Scopus, Q4), 1st International Congress on Research and Innovation, CI3 2020; ISSN: 21945357, 21945365; ISBN: 978-303060466-0; DOI: 10.1007/978-3-030-60467-7\_41; noviembre 2020.
- Artículo publicado: "Ethanol to high-octane hydrocarbons using HZSM-5 as catalyst"; Taco Vásquez Sebastián, Salinas Miguel, Murillo Herman, Oñate William; IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 4th International Conference on Environment, Resources and Energy Engineering, EREE 2022, Virtual Online; ISSN: 17551307; DOI: 10.1088/1755-1315/1094/1/012005; junio 2022.
- Paper de titulación de Ingeniero Químico: "Estudio de la obtención de hidrocarburos de alto octanaje a partir de metanol y la mezcla de metanol/etanol usando zeolita H-ZSM-5 como catalizador"; Guandinango Taya Carlos André; URL: [https://biblioteca.epn.edu.ec/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=72326&shelfbrowse\\_itemnumber=92980](https://biblioteca.epn.edu.ec/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=72326&shelfbrowse_itemnumber=92980); febrero 2019.
- Paper de titulación de Ingeniero Químico: "Estudio de la transformación de Etanol a hidrocarburos líquidos usando zeolita HZSM-5 (Si/Al=80) como catalizador en un reactor de lecho empacado"; Molina Peña Karla Michelle; URL: <https://biblioteca.epn.edu.ec/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=90378>; septiembre 2020.
- Paper de titulación de Ingeniero Químico: "Estudio de la autocondensación de Acetona a aromáticos en un reactor continuo de lecho empacado con catalizador de zeolita HZSM-5 (Si/Al=280)"; Carrión Castro Kerly Elizabeth; URL: [https://biblioteca.epn.edu.ec/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=90523&shelfbrowse\\_itemnumber=104323](https://biblioteca.epn.edu.ec/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=90523&shelfbrowse_itemnumber=104323); febrero 2021.
- Tesis de Magíster en Eficiencia Energética: "Obtención de biogasolina a partir del bioetanol producido de la cáscara y del fruto del maduro a través de la fermentación y transformación en

un reactor de lecho empacado"; Hernández Toala Luis Alejandro; URL <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/19680>; agosto 2018.

- Tesis de Magíster en Diseño y Simulación: "Estudio paramétrico y simulación de dinámica de fluidos computacionales (CFD) para el reactor de lecho empacado del Laboratorio de Termodinámica de la Facultad de Ingeniería Química y Agroindustria de la Escuela Politécnica Nacional"; Carrera Flores Iliana Elizabeth, Proaño Fiallos Edwin Andrés; URL <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/20096?mode=full>; febrero 2019.
- Proyecto de mayor impacto: "PIJ-24: Dimerización de olefinas de bajo peso molecular para la obtención de jet-fuel usando zeolitas como catalizador"; proyecto junior; director: Dr. Sebastián Taco; propuesta presentada en la Convocatoria 2018.

#### 4. LIQUIDACIÓN ECONÓMICA:

El monto asignado al Proyecto Multi e Interdisciplinario PIMI-16-07 fue de \$ 193.375,77 USD (ciento noventa y tres mil trescientos setenta y cinco dólares americanos, con 77/100), y se ejecutaron \$187.576,00 USD (ciento ochenta y siete mil quinientos setenta y seis dólares americanos, con 00/100), conforme al detalle emitido por la Unidad de Gestión de Investigación y Proyección Social del Vicerrectorado de Investigación, Innovación y Vinculación, que se adjunta a la presente Acta y forma parte integrante de la misma.

#### 5. FINALIZACIÓN:

Con la presente Acta se declara finalizado y cerrado el Proyecto Multi e Interdisciplinario PIMI-16-07 "Pirólisis rápida de Biomasa para la producción de bio-aceite y transformación del bio-aceite a gasolina usando zeolitas".

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 trece días del mes de marzo del año dos mil veintitrés.

---

Dra. Alexandra Alvarado  
**Vicerrectora de Investigación,  
Innovación y Vinculación**

---

Dr. Sebastián Taco  
**Director del Proyecto  
PIMI-16-07**

sp/cr