

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN JUNIOR PIJ-16-05**  
**"Optimización matemática del flujo dependiente de la temperatura de fluidos viscoplásticos y elasto-viscoplásticos"**

En la ciudad de Quito D.M., a los cuatro días del mes de noviembre del año dos mil veinte, comparecen a la celebración de la presente Acta de Finalización del Proyecto de Investigación Junior **PIJ-16-05 "Optimización matemática del flujo dependiente de la temperatura de fluidos viscoplásticos y elasto-viscoplásticos"**, 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. Sergio Alejandro González Andrade** en calidad de **Director del Proyecto de Investigación Junior PIJ-16-05**, 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 para el 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 aprobaron los proyectos de la convocatoria 2016, entre ellos el denominado: "*Optimización matemática del flujo dependiente de la temperatura de fluidos viscoplásticos y elasto-viscoplásticos*", presentado por el Dr. Sergio González.
- c) Mediante Memorando EPN-VIPS-2017-0439-M se notifica la aprobación del proyecto, y mediante Memorando EPN-VIPS-2017-0747-M, del 10 de abril de 2017, se informa a los Directores de los proyectos Junior 2016 que la fecha de inicio de los proyectos es el 17 de abril del 2017.

**2. DATOS GENERALES DEL PROYECTO:**

<b>Código de Proyecto</b>	PIJ-16-05
<b>Nombre del Proyecto</b>	<i>Optimización matemática del flujo dependiente de la temperatura de fluidos viscoplásticos y elasto-viscoplásticos</i>
<b>Director del Proyecto</b>	SERGIO ALEJANDRO GONZALEZ ANDRADE
<b>Colaborador del Proyecto</b>	JUAN CARLOS DE LOS REYES BUENO
<b>Departamento</b>	Matemática (DM)
<b>Líneas de Investigación</b>	Modelización matemática y cálculo científico <i>Optimización matemática y control</i>
<b>Objetivo</b>	<i>Simular numéricamente el flujo dependiente de la temperatura (non-isothermal flow) de los fluidos viscoplásticos y elasto-viscoplásticos y plantear una estrategia de control para estos materiales usando fuentes de calor controladas</i>
<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 2019</li> <li>• Prórroga Ordinaria: 6 meses, hasta el 16 de octubre de 2019</li> <li>• Duración total: 30 meses</li> </ul>
<b>Entrega del Informe Final</b>	18 de septiembre del 2020
<b>Presupuesto asignado</b>	\$ 78.131,38 USD ( <i>setentaiocho mil ciento treintaiún dólares americanos, con 38/100</i> )
<b>Presupuesto ejecutado</b>	\$ 67.402,29 USD ( <i>sesentaisiete mil cuatrocientos dos dólares americanos, con 29/100</i> )

### 3. INFORME FINAL:

Mediante Memorando EPN-PIJ-16-05-2020-0003-M del 18 de septiembre de 2020 el Dr. Sergio González, Director del Proyecto PIJ-16-05, presenta el Informe Final del Proyecto Junior, mismo que es revisado por la Dirección de Investigación, y que se anexa y forma parte integrante del Acta de Finalización, cuyas conclusiones y productos generados son:

#### CONCLUSIONES:

- La implementación de modelos numéricos basados en problemas industriales es una estrategia válida para simular, a bajo costo, fenómenos de difícil reproducción en laboratorio. Esta experiencia es fundamental en el planteamiento y desarrollo de nuevos proyectos interdisciplinarios.
- El estudio de los flujos no isotérmicos es fundamental para analizar fenómenos en diversas áreas como la industria alimenticia o la industria energética, así como también en el ámbito de la geofísica. En esta perspectiva, consideramos que estudiar el flujo en el cual los parámetros dependen de la temperatura, y donde ésta es generada por fuentes de calor controladas, es fundamental para delinear estrategias de control de los materiales.
- La validación, mediante problemas de estimación de parámetros de los modelos matemáticos, a partir de los datos obtenidos en el laboratorio, es un proceso clave para obtener modelos precisos y confiables.
- Es necesario validar los resultados teóricos con la información obtenida en el laboratorio. Para esto es fundamental analizar problemas de optimización y estimación de parámetros cada vez más sofisticados.
- La simulación de fluidos es una línea de investigación multidisciplinaria que requiere a varios actores coordinados. Esto es, matemáticos, ingenieros mecánicos y químicos, entre otros. Además, se deberían coordinar esfuerzos para constituir laboratorios enfocados en estos fenómenos.

#### PRODUCTOS:

- Artículo: "A BDF2-semismooth Newton algorithm for the numerical solution of the Bingham flow with temperature dependent parameters"; González-Andrade S.; "Journal of Non-Newtonian Fluid Mechanics" (Scopus Q1); ISSN: 0377025; DOI: 10.1016/j.jnnfm.2020.104380; octubre 2020.
- Artículo: "A Semismooth Newton Solution of the Steady-State non-Isothermal Bingham Flow with Temperature Dependent Nonlocal Parameters"; González-Andrade S.; "Lecture Notes in Computational Science and Engineering" (Scopus Q1), proceedings "Numerical Mathematics and Advanced Applications ENUMATH 2019"; ISSN: 14397358; DOI: 10.1007/978-3-030-55874-1\_47; 2020.
- Ponencia: "Numerical Simulation of the Herschel-Bulkey Model with Changing Flow Parameters"; Sergio González Andrade; en la conferencia *European Conference on Numerical Mathematics and Advanced Applications 2019 - ENUMATH 2019*; septiembre 2019.
- Ponencia: "Numerical simulation of the Herschel-Bulkley flow with temperature dependent parameters: A SSN approach"; Sergio González Andrade; en la conferencia *8th Workshop in Viscoplastic Fluids: From Theory to Applications*; septiembre 2019.
- Ponencia: "Generalized Newton Methods for the Numerical Simulation of Viscoplastic Fluids"; Sergio González Andrade; en la conferencia *SIAM Conference on Computational Sciences and Engineering 2019*; febrero 2019.

#### 4. LIQUIDACIÓN ECONÓMICA:

El monto asignado al Proyecto Junior PIJ-16-05 fue de \$ 78.131,38 USD (setentaiocho mil ciento treinta y un dólares americanos, con 38/100), y se ejecutaron \$ 67.402,29 USD (sesenta y siete mil cuatrocientos dos dólares americanos, con 29/100), 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 Junior PIJ-16-05 "*Optimización matemática del flujo dependiente de la temperatura de fluidos viscoplásticos y elasto-viscoplásticos*".

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 cuatro días del mes de noviembre del año dos mil veinte.



Firmado electrónicamente por:  
**SERGIO ALEJANDRO  
GONZALEZ ANDRADE**

---

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

---

Dr. Sergio González  
**Director del Proyecto  
PIJ-16-05**

sp/cr