



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL  
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL  
ACTA DE FINALIZACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



PROYECTO SEMILLA PIS-16-17

**"Regularidad Lp para los sistemas de Stokes, Navier-Stokes y Boussinesq con condiciones Navier con fricción en la frontera."**

En la ciudad de Quito D.M., a los doce días del mes de julio del año dos mil diecinueve, comparecen a la celebración de la presente Acta de Finalización del Proyecto Semilla **PIS-16-17 "Regularidad Lp para los sistemas de Stokes, Navier-Stokes y Boussinesq con condiciones Navier con fricción en la frontera."**, por una parte la **Dra. Alexandra Alvarado** en calidad de **Vicerrectora de Investigación y Proyección Social** de la Escuela Politécnica Nacional, y por otra el **Dr. Paúl Acevedo** en calidad de **Director del Proyecto Semilla**, al tenor de lo siguiente:

**1. ANTECEDENTES:**

- a) El 9 de mayo de 2016, al amparo de lo dispuesto por el Consejo de Investigación y Proyección Social, mediante Resolución Nro. 036/16, se aprueba el cronograma para la convocatoria de proyectos de investigación 2016.
- b) Una vez realizado el proceso de evaluación de los proyectos de investigación de la convocatoria 2016, en sesión ordinaria del 9 de febrero de 2017 y al amparo de lo dispuesto por el Consejo de Investigación y Proyección Social, mediante Resolución Nro. 0012/17, se resuelve aprobar el informe final de evaluación de los proyectos de investigación de la convocatoria 2016 con su respectivo presupuesto, entre ellos el denominado: **"Regularidad Lp para los sistemas de Stokes, Navier-Stokes y Boussinesq con condiciones Navier con fricción en la frontera."** presentado por el **Dr. Paúl Acevedo**.

**2. DATOS GENERALES DEL PROYECTO:**

<b>Código de Proyecto</b>	PIS-16-17
<b>Nombre del Proyecto</b>	Regularidad Lp para los sistemas de Stokes, Navier-Stokes y Boussinesq con condiciones Navier con fricción en la frontera.
<b>Director del Proyecto</b>	Dr. Paúl Acevedo
<b>Departamento</b>	Departamento de Matemática
<b>Línea de Investigación</b>	Análisis Matemático y Ecuaciones Diferenciales
<b>Objetivo</b>	Estudiar la regularidad Lp de las soluciones para los sistemas Stokes, Navier-Stokes y Boussinesq con condiciones Navier con fricción en la frontera de un dominio acotado.
<b>Duración del Proyecto</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Inicio: 17 de abril de 2017</li><li>• Fin: 17 de octubre de 2018</li><li>• Duración total: 18 meses.</li></ul>
<b>Entrega del Informe Final</b>	10 de abril de 2019
<b>Presupuesto asignado</b>	\$ 3.159,45 USD (Tres mil ciento cincuenta y nueve dólares, con 45/100)
<b>Presupuesto ejecutado</b>	\$ 0,00 USD (cero dólares, con 00/100)



**ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**  
**VICERECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL**  
**ACTA DE FINALIZACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**



**3. INFORME FINAL:**

Mediante Memorando Nro. EPN-PIS-16-17-2019-0004-M del 10 de abril de 2019, se presenta el Informe Final del proyecto PIS-16-17, que es revisado por la Dirección de Investigación y Proyección Social. Mediante Oficio Nro. EPN-PIS-16-17-2019-0003-O se completa la información pendiente para el cierre del proyecto PIS-16-17, ambos documentos se anexan a la presente acta y forma parte integrante de la misma, cuyas conclusiones, recomendaciones y productos generados son:

**CONCLUSIONES:**

- a. Demostrar la existencia y unicidad de soluciones débiles para las ecuaciones de Stokes y de Navier-Stokes requirieron el estudio y análisis de ciertos espacios funcionales que juegan un papel importante en el estudio teórico de los fluidos. Además, este proyecto muestra que lastécnicas clásicas para demostrar existencia y unicidad de la solución (teorema de Lax-Milgram y método de Galerkin) siguen siendo tan válidas y fundamentales para abordar este tipo de problemas de carácter complejo.
- b. Es importante destacar que para demostrar uno de los resultados de regularidad en nuestro trabajo, la presencia de la frontera nos llevó a realizar un trabajo bastante técnico debido a que es necesario primero obtener la regularidad de la solución dentro del dominio considerado (regularidad en el interior) para luego extender esta regularidad al borde (regularidad hasta el borde).
- c. Es importante señalar que para poder aplicar el argumento bootstrap y las condiciones inf-sup para mejorar la regularidad de la solución a las ecuaciones de Stokes y Navier-Stokes, se debe considerar que los datos poseen una regularidad suficiente de tal modo que podamos deducir la existencia de soluciones débiles en espacios de Hilbert y de allí probar la regularidad  $L_p$  de dicha solución.
- d. Un aspecto fundamental de nuestro trabajo fue el de lograr probar estimaciones para la solución de las ecuaciones de Stokes y Navier-Stokes, las cuales son independientes del coeficiente de fricción presente en la condición de Navier. Este logro nos permite analizar el comportamiento de la solución cuando dicho coeficiente de fricción tiende a hacerse cada vez más pequeño, o al contrario, tiende a tomar valores demasiado grandes. Es decir, este resultado nos permite concluir, por ejemplo, que cuando el coeficiente de fricción posee una norma bastante grande, la solución a las ecuaciones de Stokes y de Navier-Stokes se pueden ver como las soluciones de estos sistemas pero con una condición de frontera relativamente sencilla de manejar, condición de Dirichlet homogénea. Esto nos permite pensar que ciertas propiedades intrínsecas de las soluciones de los sistemas de Stokes y Navier-Stokes presentes bajo condiciones de borde Dirichlet se pueden extender cuando se trabaja con condiciones de Navier en el borde.
- e. Este trabajo perfectamente sirve como base para poder extender estos resultados a otros sistemas de ecuaciones, como el sistema de Boussinesq. Trabajo que puede ser planteado en un futuro proyecto.



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL  
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL  
ACTA DE FINALIZACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



**PRODUCTOS:**

1. Artículo publicado: Paúl Acevedo, Chérif Amrouche, Carlos Conca. "Stokes and Navier-Stokes equations with Navier boundary condition", Comptes Rendus Mathématique (Q2).
2. Ponencia: Chérif Amrouche. "Stokes and Navier-Stokes equations with Navier boundary condition and some limiting cases" presentado en el Workshop on PDE's: Modelling & Teory, desarrollada en Monastir, Túnez del 09 al 10 de mayo.
3. Presentación a la Comunidad Politécnica: Stokes equations with navier boundary conditions – Seminario en homenaje al Dr. Nelson Subía desarrollado el 2 de junio 2017 – Escuela Politécnica Nacional.
4. Presentación a la Comunidad Politécnica: Lp regularity for Srokes and Navier-Stokes Systems- Encuentro de Investigación y Políticas Científicas desarrollado el 25 al 27 de abril 2018 – Escuela Politécnica Nacional.

**4. LIQUIDACIÓN ECONÓMICA:**

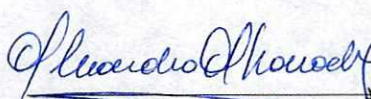
El monto asignado al Proyecto Semilla PIS-16-17 fue \$ 3.159,45 USD (Tres mil ciento cincuenta y nueve dólares, con 45/100), de los cuales se ejecutó el valor de \$ 0,00 USD (cero dólares, con 00/100), conforme el detalle emitido por la Unidad de Gestión de Investigación y Proyección Social del Vicerrectorado de Investigación y Proyección Social, 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 Semilla PIS-16-17 **"Regularidad Lp para los sistemas de Stokes, Navier-Stokes y Boussinesq con condiciones Navier con fricción en la frontera."**

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 a los doce días del mes de julio del año dos mil diecinueve.

  
Dra. Alexandra Alvarado  
Vicerrectora de Investigación  
y Proyección Social

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL  
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN  
Y PROYECCIÓN SOCIAL

  
Dr. Paúl Acevedo  
Director del Proyecto  
PIS-16-17