

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN INTERNO SIN FINANCIAMIENTO PII-DFIS-03-2018
"Análisis de las condiciones de estabilidad numérica para la resolución de las ecuaciones de Navier - Stokes en variables primitivas usando el método MAC para la caja guiada bidimensional"

En la ciudad de Quito D.M., a los dos días del mes de febrero de dos mil veintitres, comparecen a la celebración de la presente Acta de Finalización del Proyecto de Investigación Interno sin Financiamiento **PII-DFIS-03-2018 "Análisis de las condiciones de estabilidad numérica para la resolución de las ecuaciones de Navier - Stokes en variables primitivas usando el método MAC para la caja guiada bidimensional"**, 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 **M.Sc. José Anibal Cruz Villarreal** en calidad de **Director del Proyecto de Investigación Interno Sin Financiamiento PII-DFIS-03-2018**, al tenor de lo siguiente:

1. ANTECEDENTES:

- a) Mediante Memorando Nro. EPN-DFIS-2018-0162-M del 18 de mayo de 2018, el M.Sc. Anibal Cruz, remite al Vicerrectorado de Investigación y Proyección Social, la propuesta de Proyecto de Investigación Interno sin Financiamiento *"Análisis de las condiciones de estabilidad numérica para la resolución de las ecuaciones de Navier - Stokes en variables primitivas usando el método MAC para la caja guiada bidimensional"*.
- b) Mediante Memorando Nro. EPN-DIPS-2018-0099-M del 22 de mayo de 2018, la Dirección de Investigación y Proyección Social notifica a la Jefatura del Departamento de Física, el registro del Proyecto de Investigación Interno sin Financiamiento *"Análisis de las condiciones de estabilidad numérica para la resolución de las ecuaciones de Navier - Stokes en variables primitivas usando el método MAC para la caja guiada bidimensional"*, con código PII-DFIS-03-2018, fecha de inicio 21 de mayo de 2018 y fecha de finalización 20 de mayo de 2019.

2. DATOS GENERALES DEL PROYECTO:

Código de Proyecto	PII-DFIS-03-2018
Nombre del Proyecto	Análisis de las condiciones de estabilidad numérica para la resolución de las ecuaciones de Navier - Stokes en variables primitivas usando el método MAC para la caja guiada bidimensional
Director del Proyecto	JOSE ANIBAL CRUZ VILLARREAL
Colaborador del Proyecto	CHRISTIAN LEONARDO VASCONEZ VEGA
Departamento	Física (DFIS)
Línea de Investigación	<ul style="list-style-type: none"> • Fundamentos de física
Objetivo	Estudiar la caja guiada bidimensional usando soluciones Eulerianas de las ecuaciones de Navier - Stokes
Duración del Proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • Fecha de Inicio: 21 de mayo de 2018 • Fecha de fin: 20 de mayo de 2019 • Duración total: 12 meses
Presupuesto	\$ 0,00 USD
Entrega del Informe Final	17 de octubre de 2022

3. INFORME FINAL:

Mediante Memorando Nro. EPN-DFIS-2022-0628-M del 17 de octubre de 2022, el M.Sc. Anibal Cruz, Director del Proyecto de Investigación Interno sin Financiamiento PII-DFIS-03-2018, presenta el Informe Final del proyecto que dirige. Este informe es revisado por la Dirección de Investigación, que emite observaciones mediante Memorando Nro. EPN-DI-2022-1316-M del 31 de octubre de 2022.

Mediante correos electrónicos del 10 de enero de 2023 y del 31 de enero de 2023, el M.Sc. Anibal Cruz remite el Informe Final corregido y la información pendiente para el cierre del Proyecto PII-DFIS-03-2018, misma que es revisada por la Dirección de Investigación, que se anexa y forma parte integrante del Acta de Finalización, cuyas conclusiones y productos generados son:

CONCLUSIONES:

- Luego de resolver matemáticamente las ecuaciones de Navier – Stokes para obtener su expresión discretizada numéricamente en la grilla embebida, se prueba numéricamente el esquema obtenido, y resulta que existen muchos factores que afectan la precisión de la solución numérica, tal como el número de sub – intervalos del dominio espacial computacional o grilla. Estos cambios afectan directamente a la convergencia de la solución, pues se ve del cuadro del anexo que mientras más grande la grilla mayor es el número de iteraciones necesarias para alcanzar la convergencia de la solución, esto implica mayor tiempo computacional en el proceso de cálculo, pero se consigue una solución más precisa para el campo de velocidades, esto muestra una mejor resolución de las soluciones gráficas. La fortaleza del método expuesto puede notarse en la adecuada estabilidad numérica lograda gracias al desacoplamiento de la presión y la velocidad en cada paso temporal, pero al mismo tiempo, esto conlleva a un mayor tiempo de cálculo, lo cual es una desventaja.

PRODUCTOS:

- **Disertación a la comunidad politécnica:** *“Numerical Stability Analysis for the Navier - Stokes Equations in primitive variables for the LDCP in 2D”*; Anibal Cruz; Departamento de Física de la Escuela Politécnica Nacional; noviembre 2022.
- **Artículo en formato de la Revista Politécnica:** *“MAC Method: Algorithm and Results”*; José Anibal Cruz Villarreal; Revista Politécnica (Indexado SCOPUS); ISSN: 2477-8990.
- **Perfil de proyecto de mayor alcance:** *“Resolución de las ecuaciones de Navier – Stokes usando el método Vorticity – Stream Function para la caja guiada bidimensional”*; director: José Anibal Cruz Villarreal; Objetivo: Estudiar la caja guiada bidimensional usando soluciones Eulerianas de las ecuaciones de Navier – Stokes, aplicando el método Vorticity – Stream Function.

4. LIQUIDACIÓN ECONÓMICA:

El Proyecto de Investigación Interno sin Financiamiento PII-DFIS-03-2018 no contó con asignación presupuestaria.

5. FINALIZACIÓN:

Con la presente Acta se declara finalizado y cerrado el Proyecto de Investigación Interno sin Financiamiento PII-DFIS-03-2018 "Análisis de las condiciones de estabilidad numérica para la resolución de las ecuaciones de Navier - Stokes en variables primitivas usando el método MAC para la caja guiada bidimensional".

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 dos días del mes de febrero de dos mil veintitrés.

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

sp/cc

M.Sc. Anibal Cruz
**Director del Proyecto
PII-DFIS-03-2018**