

PROYECTO SEMILLA PIS-17-01
"Ecuaciones diferenciales elípticas no lineales para el operador bi-armónico"

En la ciudad de Quito D.M., a los veinte y dos días del mes de noviembre del año dos mil veinte y uno, comparecen a la celebración de la presente Acta de Finalización del Proyecto Semilla **PIS-17-01 "Ecuaciones diferenciales elípticas no lineales para el operador bi-armónico"**, 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. Marco Vinicio Calahorrano Recalde** en calidad de **Director del Proyecto Semilla PIS-17-01**, al tenor de lo siguiente:

1. ANTECEDENTES:

- a) El 4 de julio de 2017, al amparo de lo dispuesto por el Consejo de Investigación y Proyección Social - CIPS, mediante resolución R079/17, se aprueba el cronograma para la convocatoria de proyectos de investigación 2017. El 1 de agosto de 2017, mediante resolución R092/17, se aprueba la reforma al cronograma.
- b) El 12 de diciembre de 2017, al amparo de lo dispuesto por Consejo de Investigación y Proyección Social, mediante Resolución R167/17, se aprobaron los proyectos semilla 2017, entre ellos el denominado: "Ecuaciones diferenciales elípticas no lineales para el operador bi-armónico", presentado por el Dr. Marco Calahorrano.
- c) Mediante Memorando EPN-VIPS-2018-0553-M del 13 de marzo de 2018, el Vicerrectorado de Investigación y Proyección Social informa a los Directores de los Proyectos Semilla 2017, que la fecha de inicio de los proyectos es el 9 de abril de 2018.
- d) Mediante Memorando EPM-CIIV-2019-0257-M del 15 de noviembre de 2019, el Consejo de Investigación, Innovación y Vinculación notifica la resolución RCIPS-182-2019 en la que se otorga una prórroga ordinaria para el proyecto PIS-17-01, y se indica que la fecha de finalización del proyecto es el 8 de abril de 2020.

2. DATOS GENERALES DEL PROYECTO:

Código de Proyecto	PIS-17-01
Nombre del Proyecto	Ecuaciones diferenciales elípticas no lineales para el operador bi-armónico
Director del Proyecto	CALAHORRANO RECALDE MARCO VINICIO
Colaboradores del Proyecto	- YANGARI SOSA MIGUEL (Codirector) - FOCARDI MATTEO (Externo) - VESPRI VINCENZO (Externo) - MARCELLINI PAOLO (Externo)
Departamento	DEPARTAMENTO DE MATEMATICA
Líneas de Investigación	ANALISIS MATEMATICO Y ECUACIONES DIFERENCIALES
Objetivo	Determinar la existencia de soluciones para problemas semilineales con no linealidades discontinuas que involucran el operador bi-armónico.
Duración del Proyecto	- Fecha de Inicio: 2018-04-09 - Fecha de Fin Planeada: 2019-10-09 - Fecha de Fin Prórroga Ordinaria: 2020-04-08 - Fecha de Fin Real: 2020-04-08 - Duración total: 24 meses
Entrega del Informe Final	6/07/2021
Presupuesto asignado	\$ 14.741,25 USD
Presupuesto ejecutado	\$ 6.834,83USD

3. INFORME FINAL:

Mediante Memorando EPN-PIS-17-01-2021-0002-M del 06 de julio de 2021 el Dr. Marco Calahorrano, Director del Proyecto PIS-17-01, presenta el Informe Final del Proyecto Semilla, 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:

- a. Se logra probar que el método desarrollado por Ambrosetti y Badiale para resolver problemas semilineales con discontinuidades de salto ascendente para el caso de operadores de segundo orden, en particular con el Laplaciano, se puede generalizar a los operadores de cuarto orden (casi bilaplaciano)
- b. Se prueba la existencia de más de una solución no nula para problemas semilineales con discontinuidades de salto ascendente en el que esta involucrado el operador bilaplaciano.
- c. Los problemas que involucran condiciones de frontera del tipo Dirichlet obligan para su estudio que se aumenten hipótesis sobre la frontera del dominio; con esto, se consigue que el signo de la primera función propia asociada al bilaplaciano con condiciones de frontera Dirichlet no cambie de signo.
- d. Como se ha podido generalizar la técnica Ambrosetti y Badiale a los problemas semilineales con discontinuidades de salto ascendente ha sido posible aplicar la teoría de puntos críticos al funcional dual asociado.
- e. En la forma que se generaliza el método de acción dual de Clarke-Ekeland se consigue una herramienta poderosa de suavizado de los funcionales. Se logra transformar un funcional que no es diferenciable en uno que si lo es y que sus puntos críticos son soluciones en algún sentido del problema a valores en la frontera asociado al funcional no diferenciable.
- f. Quedan todavía muchas interrogantes de estudio en este tipo de problemas, tales como la búsqueda de hipótesis que nos permitan determinar el numero exacto de soluciones. No sabemos tampoco cuales son las regiones donde las soluciones cambian de signo (si esto acontece).
- g. Como los problemas estudiados de alguna manera están relacionado con los puentes en suspensión, quedan por analizar modelos mas sofisticados de este tipo de estructuras que de alguna manera los describan mejor.
- h. Un paso adicional en el estudio de modelos asociados a los puentes colgantes seria enfrentar la problemática asociada a los sistemas de ecuaciones diferenciales que aparecen en ese modelamiento.
- i. En este proyecto se estudiaron los casos estacionarios, debemos preguntarnos mas tarde que sucede cuando el problema hiperbólico se estudia. Se deberán estudiar problemas de ecuaciones hiperbólicas no lineales.

PRODUCTOS:

- Artículo publicado: Aguilar, M., & Calahorrano, M. (2020). *Comparación y Contraste de los Enfoques Clásico (Ambrosetti y Rabinowitz) y Topológico (Katriel) del Teorema de Mountain Pass (Paso de Montaña)*. Revista Politécnica (Scielo). <https://doi.org/10.33333/rp.vol45n2.01>
- Artículo aceptado para revisión: "Existencia de soluciones para un problema semilineal con discontinuidades que involucra al operador biarmonico"; Marco Calahorrano; Uniciencia (Q3).

- Artículo publicado: Calahorrano, M., & Cevallos, I. (2020). *Existencia de Soluciones Radiales para Problemas Semilineales Elípticos Indefinidos*. Selecciones Matemáticas (Latindex Catalogo). <https://doi.org/10.17268/sel.mat.2020.01.05>
- Ponencia en congreso: "Existencia de soluciones para problemas no lineales discontinuos que involucran el bi-armónico". Marco Calahorrano. IX Congreso Internacional de Matemática Aplicada y Computacional CIMAC IX. Lima-Perú. Agosto 2019
- Presentación en evento: "Existencia de soluciones para problemas semilineales con discontinuidades que involucran al operado bi-laplaciano", Marco Calahorrano; Ciclo de Conferencias en Matemáticas y sus Aplicaciones. Diciembre 2020.
- Presentación a la comunidad politécnica: "La Matemática y los problemas de ingeniería". Marco Calahorrano. Diciembre 2020.
- Trabajo de titulación: *Ecuación biarmónica con discontinuidades no lineales*; Arias Carvajal, Marcelo Eduardo; Ingeniería Matemática; <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/21550>. Abril 2021
- Proyecto de investigación de mayor alcance: "Diseño y construcción de un prototipo de rodete polimérico para turbinas hidráulicas tipo Pelton, ideado como una alternativa económica y viable para micro centrales de generación eléctrica en el país". Propuesta de proyecto grupal aprobado en la Convocatoria 2020. Director. Dr. Víctor Hidalgo, Codirector: Dr. Leonardo Basile, Colaborador: Dr. Marco Calahorrano.

4. LIQUIDACIÓN ECONÓMICA:

El monto asignado al Proyecto Semilla PIS-17-01 fue de 14.741,25 USD (*Catorce mil setecientos cuarenta y uno dólares americanos con 25/100*), y se ejecutaron 6.834,83 USD (*Seis mil ochocientos treinta y cuatro dólares americanos con 83/100*), 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 Semilla PIS-17-01: "*Ecuaciones diferenciales elípticas no lineales para el operador bi-armónico*".

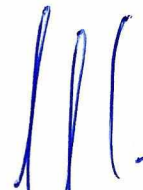
Para constancia de lo ejecutado y por estar de acuerdo con el contenido de la presente Acta, las partes libre y voluntariamente suscriben la misma, en tres ejemplares de igual contenido, tenor y valor legal.

Dado en la ciudad de Quito, D.M. a los veinte y dos días del mes de noviembre del año dos mil veinte y uno.



Dra. Alexandra Alvarado
Vicerrectora de Investigación,
Innovación y Vinculación

np/cc



Dr. Marco Calahorrano
Director del Proyecto
PIS-17-01

*Revisado
18-07-2022*

