

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN INTERNO PII-19-04

"Estimación de la huella hídrica gris de las plantas térmicas ecuatorianas y sus implicaciones medioambientales en las cuencas hídricas del país"

En la ciudad de Quito D.M., a los diecisiete días del mes de junio del año dos mil veintidós, comparecen a la celebración de la presente Acta de Finalización del Proyecto de Investigación Interno **PII-19-04 "Estimación de la huella hídrica gris de las plantas térmicas ecuatorianas y sus implicaciones medioambientales en las cuencas hídricas del país"**, 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. Santiago David Vaca Jiménez** en calidad de **Director del Proyecto de Investigación Interno PII-19-04**, al tenor de lo siguiente:

1. ANTECEDENTES:

- a) El 17 de septiembre de 2019, al amparo de lo dispuesto por Consejo de Investigación, Innovación y Vinculación - CIIV, mediante Resolución Nro. RCIPS-124-2019, se aprueba el cronograma para la Convocatoria para la presentación de Proyectos de Investigación, Vinculación y Transferencia Tecnológica del 2019. El 15 de octubre de 2019, mediante Resolución Nro. RCIPS-153-2019, se aprueba la modificación al cronograma.
- b) El 3 de marzo de 2020, al amparo de lo dispuesto por Consejo de Investigación, Innovación y Vinculación, mediante Resolución Nro. RCIIV-028-2020, se aprobó el *"Informe Final de los Proyectos de Investigación de la Convocatoria 2019"*, donde se muestran los resultados y los proyectos aprobados de la Convocatoria 2019. Entre los proyectos aprobados se encuentra el Proyecto de Investigación Interno denominado *"Estimación de la huella hídrica gris de las plantas térmicas ecuatorianas y sus implicaciones medioambientales en las cuencas hídricas del país"*, presentado por el Dr. José Luis Palacios Encalada.
- c) Mediante Memorando Nro. EPN-VIIV-2020-0292-M del 6 de marzo del 2020, el Vicerrectorado de Investigación, Innovación y Vinculación, notifica a la Jefatura del Departamento de Ingeniería Mecánica (DIM), la aprobación de los proyectos del DIM correspondientes a la Convocatoria 2019, entre ellos, el Proyecto de Investigación Interno PII-19-04 *"Estimación de la huella hídrica gris de las plantas térmicas ecuatorianas y sus implicaciones medioambientales en las cuencas hídricas del país"*, dirigido por el Dr. José Luis Palacios.
- d) Mediante Memorando Nro. EPN-VIIV-2020-0345-M del 11 de marzo de 2020, el Vicerrectorado de Investigación, Innovación y Vinculación, notifica al Dr. José Luis Palacios que se ha aprobado la propuesta de Proyecto de Investigación Interno *"Estimación de la huella hídrica gris de las plantas térmicas ecuatorianas y sus implicaciones medioambientales en las cuencas hídricas del país"*, y que se ha asignado el código PII-19-04 al proyecto.
- e) Mediante Memorando Nro. EPN-VIIV-2020-0554-M del 15 de abril del 2020, el Vicerrectorado de Investigación, Innovación y Vinculación, notifica a los directores de los Proyectos de Investigación Internos de la Convocatoria 2019, que la fecha de inicio es el 4 de mayo de 2020, y la de finalización el 3 de mayo de 2021.

- f) Mediante Memorando Nro. EPN-DI-2020-0303-M del 27 de abril del 2020, la Dirección de Investigación notifica el registro de cambio de director del Proyecto de Investigación Interno PII-19-04 a favor del Dr. Santiago Vaca.
- g) Mediante Memorando Nro. EPN-CIIV-2021-0076-M del 28 de abril de 2021, el Consejo de Investigación, Innovación y Vinculación, notifica al Dr. Santiago Vaca, la Resolución Nro. RCIIV-072-2021 del 27 de abril de 2021, mediante la cual se aprueba la solicitud de prórroga técnica del Proyecto de Investigación Interno PII-19-04, siendo la nueva fecha de finalización del proyecto el 3 de agosto de 2021.

2. DATOS GENERALES DEL PROYECTO:

| | |
|----------------------------------|--|
| Código de Proyecto | PII-19-04 |
| Nombre del Proyecto | Estimación de la huella hídrica gris de las plantas térmicas ecuatorianas y sus implicaciones medioambientales en las cuencas hídricas del país |
| Director del Proyecto | SANTIAGO DAVID VACA JIMENEZ |
| Colaborador del Proyecto | JOSÉ LUIS PALACIOS ENCALADA |
| Unidad Ejecutora | Departamento de Ingeniería Mecánica (DIM) |
| Línea de Investigación | <ul style="list-style-type: none"> • Diseño y análisis de sistemas energéticos |
| Objetivo | Estimar la huella hídrica gris, en término de contaminación térmica, de las plantas térmicas ecuatorianas que usan fuentes de agua dulce y salada (esteros) y que funcionan bajo sistemas de enfriamiento de pasada y con torre de enfriamiento. Además, definir que posibles implicaciones ambientales tiene esta huella hídrica en la calidad de los cuerpos de agua del país. |
| Duración del Proyecto | <ul style="list-style-type: none"> • Fecha Inicio: 4 de mayo del 2020 • Fecha de fin planeada: 3 de mayo de 2021 • Fecha fin prórroga técnica: 3 de agosto de 2021 • Fecha de fin real: 3 de agosto de 2021 • Duración total: 15 meses |
| Entrega del Informe Final | 3 de noviembre de 2021 |
| Presupuesto asignado | \$ 5.999,90 USD |
| Presupuesto ejecutado | \$ 5.997,76 USD |

3. INFORME FINAL:

Mediante Memorandos Nro. EPN-PII-19-04-2021-0002-M del 3 de noviembre de 2021, y, EPN-PII-19-04-2022-0001-M del 25 de abril de 2022, el Dr. Santiago Vaca, Director del Proyecto de Investigación Interno PII-19-04, presenta el Informe Final del Proyecto Interno que dirige, mismo que es revisado por la Dirección de Investigación, se anexa y forma parte integrante del Acta de Finalización, cuyas conclusiones y productos generados son:

CONCLUSIONES:

- La posibilidad de generar huellas hídricas grises es limitada a sistemas en los que se necesite enfriamiento activo, y que estas estén siendo realizadas por sistemas de enfriamiento de pasada. Esto limita el número de plantas térmicas en el Ecuador que pueden producir impactos ambientales debido a la descarga de agua a temperaturas elevadas.
- La huella hídrica gris puede llegar a ser hasta tres órdenes de magnitud más grande que la huella hídrica azul. Esto es en general por la gran diferencia entre la cantidad de agua que se requiere en un sistema de pasada, que en lo que se consume esta agua en otros procesos dentro de la planta térmica.
- Las huellas hídricas siguen una tendencia inversamente proporcional a la generación estacional de las plantas térmicas (que producen más durante la época de estiaje en la cuenca del Amazonas).
- En el país, solamente existen posibles impactos por contaminación térmica en los estuarios. No hay plantas térmicas que utilicen agua fresca para sistemas de enfriamiento de pasada y, por lo tanto, no existe contaminación térmica en cuerpos de agua fresca por parte de las plantas térmicas.
- A pesar de tener huellas hídricas altas, el impacto ambiental puede ser mínimo si es que la cantidad de agua que fluye en las inmediaciones de la descarga del agua caliente de la planta térmica es suficiente para diluir el contaminante.

PRODUCTOS:

- Artículo enviado para aprobación: “La Huella Hídrica Gris de las Plantas Termoeléctricas del Ecuador”; Vaca Jiménez Santiago D., Vásquez M. Gabriel, Palacios Encalada José L.; Revista Politécnica (Indexado Scopus); ISSN: 1390-0129; enviado en febrero de 2021.
- Proyecto de Titulación de Ingeniería Mecánica: “Modelación y simulación del ciclo de operación de las plantas térmicas ecuatorianas de ciclo rankine para estimar la huella hídrica gris relacionada a sus sistemas de enfriamiento”, Vásquez Proaño Mauricio Gabriel, URL: <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/22269>; marzo 2022.

4. LIQUIDACIÓN ECONÓMICA:

El monto asignado al Proyecto de Investigación Interno PII-19-04 fue de \$ 5.999,90 USD (*cinco mil novecientos noventa y nueve dólares americanos, con 90/100*), y se ejecutaron \$ 5.997,76 USD (*cinco mil novecientos noventa y siete dólares americanos, con 76/100*), 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 de Investigación Interno PII-19-04 "*Estimación de la huella hídrica gris de las plantas térmicas ecuatorianas y sus implicaciones medioambientales en las cuencas hídricas del país*".

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 diecisiete días del mes de junio del año dos mil veintidós.

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

Dr. Santiago Vaca
**Director del Proyecto
PII-19-04**

sp/cc