



**PROYECTO MULTI E INTERDISCIPLINARIO PIMI-14-06**

**"Análisis de la sensibilidad de los caudales ecológicos en el páramo a las variaciones del clima. Caso de estudio del sistema de Captación La Mica en el volcán Antisana"**

En la ciudad de Quito D.M., a los dos días del mes de julio del año dos mil diecinueve, comparecen a la celebración de la presente Acta de Finalización del Proyecto Multi e Interdisciplinario **PIMI-14-06: "Análisis de la sensibilidad de los caudales ecológicos en el páramo a las variaciones del clima. Caso de estudio del sistema de Captación La Mica en el volcán Antisana"**, por una parte la **Dra. Alexandra Patricia Alvarado Cevallos** en calidad de **Vicerrectora de Investigación y Proyección Social** de la Escuela Politécnica Nacional, y por otra la **M.Sc. Nathalia Teresa Valencia Bonilla** en calidad de **Directora del Proyecto de Investigación Multi e Interdisciplinario PIMI-14-06**, al tenor de lo siguiente:

**1. ANTECEDENTES:**

- a. El 28 de abril de 2014, al amparo de lo dispuesto por Consejo de Investigación y Proyección Social, se convocó al "Concurso de Financiamiento para Proyectos de Investigación Multi e Interdisciplinarios 2014"
- b. Una vez realizado el proceso de evaluación de los proyectos multi e interdisciplinarios presentados dentro de la convocatoria señalada en el literal precedente, y de acuerdo a la Resolución Nro. 49 del Consejo de Investigación y Proyección Social, se resolvió la aprobación de 18 proyectos de investigación entre ellos el denominado: "**Análisis de la sensibilidad de los caudales ecológicos en el páramo a las variaciones del clima. Caso de estudio del sistema de Captación La Mica en el volcán Antisana**" presentado por el Dr. Marcos Joshua Villacís Erazo.
- c. Mediante Memorando EPN-VIPS-2015-0372-M del 19 de marzo de 2015, se informa al Dr. Marcos Villacís, Director del Proyecto PIMI-14-06, que la fecha de inicio del proyecto es el 1 de abril de 2015.
- d. Mediante Memorando EPN-VIPS-2015-0878-M del 11 de julio de 2015, el Vicerrectorado de Investigación y Proyección Social, notifica la aprobación del cambio de Director del PIMI-14-06 a favor de la M.Sc. Nathalia Valencia.

**2. DATOS GENERALES DEL PROYECTO:**

<b>Código de Proyecto</b>	PIMI-14-06
<b>Nombre del Proyecto</b>	Análisis de la sensibilidad de los caudales ecológicos en el páramo a las variaciones del clima. Caso de estudio del sistema de Captación La Mica en el volcán Antisana



<b>Directora del Proyecto</b>	<i>M.Sc. Nathalia Teresa Valencia Bonilla (DICA)</i>
<b>Colaboradores</b>	<i>Dr. Marcos Joshua Villacís Erazo (DICA) M.Sc. Luis Vladimir Carvajal López (DB) Ing. Viviana Andrea Velasteguí Carrillo (DICA)</i>
<b>Departamento</b>	<i>Ingeniería Civil y Ambiental (DICA)</i>
<b>Líneas de Investigación</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• <i>Modelación de Cuencas Hidrográficas</i></li></ul>
<b>Objetivo</b>	<i>Construir el análisis de la sensibilidad de los caudales ecológicos en zonas de referencia (con bajo nivel de perturbación por actividades humanas) de los Andes ante las variaciones del clima y obras de captación para agua potable</i>
<b>Duración del Proyecto</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• <i>Inicio: 1 de abril del 2015</i></li><li>• <i>Fecha de fin planeada: 30 de marzo del 2017</i></li><li>• <i>Fecha fin prórroga ordinaria: 2 de julio 2017</i></li><li>• <i>Fecha fin prórroga extraordinaria: 2 de enero 2018</i></li><li>• <i>Duración total: 33 meses</i></li></ul>
<b>Entrega del Informe Final</b>	<i>21 de junio del 2019</i>
<b>Presupuesto asignado</b>	<i>\$ 83.818,00 USD (ochentatrés mil ochocientos dieciocho dólares americanos con 00/100)</i>
<b>Presupuesto ejecutado</b>	<i>\$ 42.567,17 USD (Cuarenta y dos mil quinientos sesenta y siete dólares americanos con 17/100)</i>

### 3. INFORME FINAL:

Mediante Memorando Nro. EPN-DICA-2019-1043-M entregado el 21 de junio de 2019, suscrito por la M.Sc. Nathalia Valencia, Directora del Proyecto PIMI-14-06, se presenta al Vicerrectorado de Investigación y Proyección Social (VIPS), el informe final del proyecto multi e interdisciplinario. Esta información es recibida y revisada por la Dirección de Investigación y Proyección Social (DIPS) y se anexa a la presente acta y forma parte integrante de la misma, cuyas conclusiones y productos generados son:

### CONCLUSIONES:

- De acuerdo a las proyecciones climáticas en el Ecuador (Stocker et al., 2013; MAE, 2017), se generó un escenario aumentando 1 °C la temperatura del aire y reduciendo 10 % en la precipitación medidas sobre el glaciar para 2012. Estas condiciones disminuyeron 17 % la nieve total y aumentaron 70 % adicional la fusión respecto a los 425 mm y 2060 mmwe calculadas, estos cambios provocaron que el caudal y el balance específico sean 0,2 m<sup>3</sup>/s y -1.89 m we, respectivamente. Esto equivale a un aumento de la descarga del 70 % y una disminución adicional del nivel glaciar del 200 %, y permitió cuantificar la variación de precipitación sólida y consecuentemente la respuesta del glaciar frente a variaciones climáticas futuras.





- No es apropiado considerar como caudal ecológico el 10 % de caudal medio multianual (método de Tennant) para ríos altoandinos, ya que este caudal sirve como referencia para sostener la vida acuática en un período corto de tiempo.
- Para ríos altoandinos tropicales es importante determinar los caudales ecológicos a través de métodos que determinen una variabilidad intranual, pues someter a los ecosistemas a un solo caudal puede generar una cadena de efectos que produzcan ambientes alterados que cambien la dinámica del hábitat y que pueden causar efectos irreversibles en los ecosistemas.
- El índice de sustrato es la preferencia hidráulica predominante en relación a la abundancia y diversidad (Shannon) de las diferentes especies de macroinvertebrados predominantes identificadas, para la zona de estudio.
- Con base en el análisis de la base de datos recopilada, la quebrada andina con afloramiento de rocas es un sitio geofísicamente adecuado para el desarrollo de diversidad de macroinvertebrados, es decir que un cambio en el sustrato del lecho podría ocasionar pérdida de comunidades de macroinvertebrados, por lo que la conservación de la cuenca y características hidráulicas que permitan el transporte de material fino son de importancia para el mantenimiento de las condiciones adecuadas para la conservación del ecosistema.
- En todos los puntos muestreados se puede observar una elevada riqueza de predadores y colectores con 10 y 6 familias respectivamente. Sin embargo, en términos de abundancia de individuos de cada GFA, los colectores (principalmente Chironominae) y colectores/trituradores (Hyallelidae) son los más importantes. Los raspadores, trituradores y predadores presentan un porcentaje de individuos equitativo, a pesar del mayor número de taxones de predadores. Tanto en riqueza de taxones como en abundancia, los filtradores son los menos representativos.
- La fauna de macroinvertebrados del río Jatunhuayco (alrededor de la captación), está mayormente constituida por insectos, y dentro de los mismos el grupo díptera resultó ser el más representativo. Se identificaron 14 órdenes y 27 familias, cuya riqueza está distribuida entre cinco órdenes relevantes: Díptera (47,8 %), Melacostraca (20,8 %), Tricóptera (17,5 %), Coleóptera (5,7 %) y Turbellaria (3,7 %). Los puntos ubicados antes de la captación tienen una diversidad baja y están representados por familias dominantes (Chironomidae con 52,5 % y Hyallelidae con 33,9 %), los cuales abundan debido al desarrollo de macrófitas acuáticas y sustratos arenosos con materia orgánica. Sin embargo, en los puntos río abajo de la captación, disminuye la representatividad de la familia Chironomidae (40 %), pero se incrementa la abundancia de Limnephilidae (13,6 %), Elmidae (10,3 %) y Glossosomatidae (9,9 %). Este fenómeno está relacionada a la diversidad de sustratos fijos (bloques y piedras) y a la vegetación de ribera más desarrollada que aporta material alóctono y raíces al lecho del río.





**PRODUCTOS:**

1. Artículo: "Early meteorological records from LatinAmerica and Caribbean during the 18th and 19th centuries"; Domínguez Fernando, Vaquero José, Cruz María, Marín Ana, Antuña Juan, Cevallos Erika, García Ricardo, De la Guía Cristina, Mejía Raúl, Naranjo José, Prieto María, Ramos Luis, Seiner Lizardo, Machado Ricardo, Villacís Marcos; Revista: "Scientific data" (Q1); DOI: 10,1038/sdata,2017.169; ISSN: 20524463; noviembre 2017.
2. Conversatorio: "Distributed hydro-glaciological modeling of the Antisana massif in Ecuador during the 2005 - 2008 period"; Ruiz Juan, Condom Thomas, Villacís Marcos, Rabatel Antoine, Sicart Jean, Maisincho Luis, Junquas Clementine, Basantes Ruben; European Geophysical Union General Assembly 2017, Viena, Austria; abril 2017.
3. Conversatorio: "Glacier runoff under inner tropical conditions: Glacier 12 on Antisana volcano (0° 28'S), Ecuador"; Gualco Luis, Ruiz Jean, Maisincho Luis, Favier Vincent, Villacís Marcos; European Geophysical Union General Assembly 2017, Viena, Austria; abril 2017.
4. Ponencia: "Aplicación de balance de energía para analizar la producción de caudales en el glaciar 12 del volcán Antisana durante 2012"; Gualco Luis, Ruiz Jean, Maisincho Luis, Favier Vincent, Villacís Marcos; COIWA 1st International Conference on Integrated Water Quality Management; octubre 2017.
5. Ponencia: "Análisis de la calidad ecológica del río Jatunhuayco en la zona asociada a una obra de captación"; Soria Ismael; Congreso Internacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales "Un nuevo reto para la conservación ambiental", Latacunga, Ecuador; febrero 2017.
6. Póster: "Evaluación de la calidad ecológica en ríos altoandinos influenciados por estructuras civiles. Caso de estudio: río Jatunhuayco - EPMAPS"; Soria Ismael, Carvajal Luis, Valencia Nathalia, Villacís Marcos; Encuentros de Ciencia y Tecnología EPN 2016 (Agenda Habitat III); octubre 2016.
7. Proyecto de Titulación de Físico: "Simulación de la hidrología de la cuenca Humboldt del volcán Antisana"; Ruiz Hernández Jean Carlos; <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/11377>; agosto 2015.
8. Proyecto de Titulación de Físico: "Aplicación de balance de energía para analizar el forzamiento atmosférico en la producción de caudales en un glaciar tropical. Caso de estudio: Glaciar 12 del volcán Antisana"; Gualco Centeno Luis Felipe; <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/19306>; marzo 2018.
9. Proyecto de Titulación de Ingeniería Civil y Ambiental: "Evaluación de la Calidad Ecológica del río Jatunhuayco en la zona asociada a la Captación Jatunhuayco (EPMAPS) utilizando comunidades de macroinvertebrados como indicadores de la



calidad del agua"; Soria Reinoso Ismael Fabián;  
<https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/16736>; octubre 2016.

10. Proyecto de Titulación de Ingeniería Civil y Ambiental: "Análisis de sensibilidad de macroinvertebrados a la variación de parámetros físico químicos de calidad del agua en el Río Jatunhuayco - EPMAPS"; López Parra Juan Luis;  
<https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/16739>; octubre 2016.
11. Tesis de Maestría en Recursos Hídricos: "Definición de perímetros de protección en cuencas hidrográficas mediante modelación hidrológica conceptual: caso de la cuenca Jatunhuaycu en las cercanías del volcán Antisana"; Jumbo Cárdenas Yandri José;  
<https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/19144>; febrero 2018.
12. Tesis de Maestría en Recursos Hídricos: "Bases y criterios para la determinación del caudal ecológico en ríos altoandinos tropicales"; Yépez Martínez Verónica Valeria;  
<https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/16749>; octubre 2016.
13. Tesis de Maestría en Recursos Hídricos: "Estudio de los Requerimientos Hidráulicos de las Especies de Macroinvertebrados Bentónicos existentes en los microhábitats de ríos de páramo, caso de estudio: Río Jatunhuayco"; Rojas Vásquez Danny Raúl;  
<https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/19495>; junio 2018.
14. Conferencia de difusión de resultados a la comunidad de la EPN: "Bases y criterios para la determinación de caudales ecológicos en ríos altoandinos tropicales"; Yépez Verónica; Ciclo de conferencias del Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental y del ASCE Student Chapter EPN; febrero 2018.
15. Protocolo: "Para el análisis de caudales ecológicos de referencia en relación con las variables del clima"; Valencia Nathalia; 2017.
16. Protocolo: "Para el análisis de datos hidrológicos y monitoreo"; Valencia Nathalia; 2017.
17. Base de datos: "De información hidrológica, climatológica, de calidad del agua, macroinvertebrados bentónicos. Hoja de cálculo de caudales ecológicos"; Valencia Nathalia; 2017.

#### **4. LIQUIDACIÓN ECONÓMICA:**

El monto asignado al Proyecto Multi e Interdisciplinario PIMI-14-06 fue de \$ 83.818,00 USD (ochentatrés mil ochocientos dieciocho dólares americanos con 00/100), y ejecutó \$ 42.567,17 USD (Cuarenta y dos mil quinientos sesenta y siete dólares americanos con 17/100), 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 al Proyecto Multi e Interdisciplinario PIMI-14-06 "*Análisis de la sensibilidad de los caudales ecológicos en el páramo a las variaciones del clima. Caso de estudio del sistema de Captación La Mica en el volcán Antisana*" finalizado.

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 julio del año dos mil diecinueve del año dos mil diecinueve.

Dra. Alexandra Alvarado  
**Vicerrectora de Investigación y  
Proyección Social**

M. Sc. Nathalia Valencia  
**Directora del Proyecto  
PIMI-14-06**

sp/cc