

## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN INTERNOS SIN FINANCIAMIENTO O AUTOGESTIONADOS

### ANEXO 1 - DATOS INFORMATIVOS

Fecha de presentación: (05/09/2018):

**Título del proyecto:** Optimización del Diseño Hidráulico del medidor de caudal tipo Palmer-Bowlus, para flujo subcrítico en sistemas de alcantarillado

#### TIPOS DE INVESTIGACIÓN

Investigación básica

Investigación aplicada

#### DEPARTAMENTO(S) Y/O INSTITUTO(S):

1. Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental (DICA)

#### LÍNEA(S) DE INVESTIGACIÓN (verificable en el SAEW):

1. Mecánica Teórica y Computacional de Fluidos

#### RESUMEN DE INFORMACIÓN DEL DIRECTOR Y COLABORADORES

##### Director

Apellidos y nombres	No. de Cédula	HSS	Departamento	Título de mayor nivel y mención.
Toapaxi Álvarez Jorge Augusto	1804010997	8	DICA	Magíster en recursos Hídricos, mención Diseño de Proyectos Hidráulicos

##### Colaborador(es)

Apellidos y nombres	No. de Cédula	HSS	Departamento	Título de mayor nivel y mención.
Torres Jacobowitz Cristina Alexandra	1709340218	8	DICA	Magíster en recursos Hídricos, mención Diseño de Proyectos Hidráulicos

##### Personal Técnico de Apoyo a la Investigación

Apellidos y nombres	No. de identificación	HSS	Institución	Título de mayor nivel y mención.
Silva Bastidas Roberto Carlos	1718583683	16	Tesista EPN	Ingeniero Civil

\* HSS = Horas Semana Semestre

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN INTERNOS SIN  
FINANCIAMIENTO O AUTOGESTIONADOS**  
ANEXO 2 – DETALLES DE LA PROPUESTA

Investigación Básica <input type="checkbox"/>	Investigación Aplicada <input checked="" type="checkbox"/>
<b>DEPARTAMENTO(S) Y/O INSTITUTO(S):</b>	
1. Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental (DICA)	
<b>LINEA(S) DE INVESTIGACIÓN:</b>	
1. Mecánica Teórica y Computacional de Fluidos	

<b>DISCIPLINA CIENTÍFICA (Marque X, solamente una opción)</b>	
Ciencias Naturales y Exactas;	
Ingeniería y Tecnologías;	X
Ciencias Médicas;	
Ciencias Agrícolas;	
Ciencias Sociales;	
Humanidades	

<b>OBJETIVO SOCIOECONÓMICO (Marque X, solamente una opción)</b>	
Exploración y explotación del medio terrestre;	
Ambiente;	
Exploración y Explotación del espacio;	
Transporte, telecomunicaciones y otras infraestructuras;	
Energía;	
Producción y tecnología industrial;	
Salud;	
Agricultura;	
Educación;	
Cultura, ocio, religión y medios de comunicación;	
Sistemas políticos y sociales, estructuras y procesos;	
Defensa;	
Avance general del conocimiento: I+D financiada con los Fondos Generales de Universidades (FGU);	X
Avance general del conocimiento: I+D financiados con otras fuentes.	



<b>1 Proyecto de Investigación</b>
<b>Título:</b> Optimización del Diseño Hidráulico del medidor de caudal tipo Palmer-Bowlus, para flujo subcrítico en sistemas de alcantarillado
<b>Resumen del proyecto</b> (máximo 200 palabras) <p>Dentro del Laboratorio Docente de Hidráulica, en el año 2010 se realizó el proyecto: “Análisis de medidores de caudal para flujo subcrítico en sistemas de alcantarillado”, en el cual se efectuó la comparación del canal de aforo Parshall y Palmer-Bowlus, analizando la viabilidad de utilizar un aforador adaptable a secciones circulares como lo es el tipo Palmer-Bowlus, mediante la construcción de un modelo físico, en donde el canal Parshall era la base de comparación. Como resultado se obtuvo que el canal de aforo Palmer-Bowlus es ideal para ser usado en la medición de caudales en sistemas de alcantarillado, debido a que los datos obtenidos con esta estructura son confiables y su sección transversal es compatible con la utilizada en sistemas de alcantarillado (1).</p> <p>En el presente proyecto de Investigación, con la finalidad de calibrar el modelo numérico, se realizará la modelación numérica del canal de aforo Palmer-Bowlus con el paquete computacional Flow 3D, con las mismas dimensiones del modelo físico y los mismos parámetros hidráulicos.</p> <p>Calibrado el modelo numérico, se realizará la simulación variando las secciones geométricas, con base en los diámetros comerciales de las tuberías utilizadas en el diseño de sistemas de alcantarillado.</p> <p>Finalmente se generarán curvas de descarga y parámetros de diseño.</p>
<b>Palabras clave</b> (4-6): Aforador, Palmer-Bowlus, Sección circular, Alcantarillado, Modelación numérica.

<b>2</b>	<b>Objetivos, relevancia, productos y resultados esperados de esta propuesta de investigación</b>
----------	---

### 2.1 Objetivos

#### 2.1.1 Objetivo General

- Optimizar el diseño del medidor de caudal a superficie libre tipo Palmer-Bowlus

#### 2.1.2 Objetivos Específicos

- a. Realizar la modelación numérica y calibración del canal Palmer-Bowlus, utilizando las dimensiones, parámetros hidráulicos y resultados del estudio del modelo físico construido en el Laboratorio Docente de Hidráulica, en el año 2010.
- b. Desarrollar la modelación numérica del canal Palmer-Bowlus, utilizando diámetros comerciales para tuberías de alcantarillado.
- d. Obtener curvas de descarga y parámetros de diseño para medidores de caudal tipo Palmer Bowlus, adaptables a tuberías de alcantarillado.

#### 2.2 Detalle de los resultados esperados (con relación a los objetivos)

- a. Modelo numérico Calibrado en base a los resultados del modelo físico del canal Palmer-Bowlus construido en el Laboratorio Docente de Hidráulica, en el año 2010
- b. Resultados de la modelación numérica del canal Palmer-Bowlus, utilizando diámetros comerciales para tuberías de alcantarillado.
- d. Curvas de descarga y parámetros de diseño para medidores de caudal tipo Palmer Bowlus, adaptables a tuberías de alcantarillado.



**3 Relevancia de la propuesta de investigación y su relación con la(s) líneas de investigación**

En el año 2010 se realizó el proyecto: “Análisis de medidores de caudal para flujo subcrítico en sistemas de alcantarillado”, dentro del cual se efectuó la comparación del canal de aforo Parshall y Palmer Bowlus, mediante un modelo físico construido en el Laboratorio Docente de Hidráulica, en el año 2010, se llegó a demostrar que el canal de aforo Palmer-Bowlus es ideal para ser usado en la medición de caudales en sistemas de alcantarillado, debido a que los datos obtenidos con esta estructura son confiables y su sección transversal es compatible con la utilizada en sistemas de alcantarillado (1). El presente proyecto de Investigación, pretende continuar con el estudio del canal de aforo tipo Palmer Bowlus adaptable a diámetros comerciales, para tuberías de alcantarillado, generando curvas de descarga y parámetros de diseño.

Para determinar resultados de canales de aforo tipo Palmer-Bowlus de diferentes dimensiones, se pretende realizar la modelación numérica de dicha estructura variando las dimensiones y utilizando las últimas herramientas computacionales para este tipo de estudio. Se utilizará el paquete computacional Flow3D, que es un software de simulación de fluidos computacional CFD creado por FlowScience. Aplicado principalmente al cálculo de fluidos a superficie libre (2).

**4 Productos esperados (marcar con una “X” al menos uno de los productos no señalados)**

Tipo de Producto:	Marcar con una “X”
a. Disertación a la Comunidad Politécnica (obligatorio);	X
b. Presentación de un artículo en formato de la Revista Politécnica (obligatorio)	X
c. Proyecto de Titulación;	X
d. Aplicación tecnológica construida o implementada;	
e. Patente presentada;	
f. Perfil de proyecto de mayor impacto científico, técnico, pedagógico o de innovación.	
g. Publicaciones científicas indexada en SCIMAGO-SCOPUS/WoS/SCIELO/Latindex Catálogo o un artículo en congreso indexado en SCOPUS.	

**5 Descripción, metodología y diseño del proyecto**

**5.1 Descripción, metodología y diseño del proyecto (Máximo dos carillas)**

El presente proyecto de investigación, tomará como base de estudio las dimensiones, parámetros hidráulicos y resultados del modelo físico construido en el año 2010 en el Laboratorio Docente de Hidráulica dentro del proyecto: “Análisis de medidores de caudal para flujo subcrítico en sistemas de alcantarillado”, en dicho proyecto se analizó la viabilidad de utilizar un aforador tipo Palmer-Bowlus mediante la construcción de un modelo físico. El modelo físico estaba compuesto por un canal Parshall y un canal Palmer Bowlus, las ventajas de este tipo de estructuras son que solo existe una pequeña pérdida de carga a través del aforador, que deja pasar fácilmente sedimentos o desechos, que no necesita condiciones especiales de acceso o una poza de amortiguación (3), en consecuencia son adecuadas para la medición de caudales en cualquier tipo de flujo.

El canal Parshall fue la base de comparación de dicho estudio, ya que esta estructura es frecuentemente utilizada como aforador en canales a superficie libre (4), como resultado se obtuvo que el canal de aforo



Palmer-Bowlus es ideal para ser usado en la medición de caudales en sistemas de alcantarillado, debido a que los datos obtenidos con esta estructura son confiables y su sección transversal es compatible con la utilizada en sistemas de alcantarillado (1).

Se realizará la modelación numérica del canal de aforo Palmer-Bowlus en el paquete computacional Flow 3D, con las dimensiones exactas del modelo físico e ingresando los mismos parámetros hidráulicos, se utilizará la metodología de Dinámica de Fluidos Computacional (CFD). En la resolución mediante la metodología CFD, se aplicará (5):

- Las ecuaciones generales de conservación a una partícula de fluido, donde los principios y ecuaciones que rigen el movimiento son: el principio de conservación de la masa, la conservación de la cantidad de movimiento o segunda ley de Newton → Ecuaciones de Navier-Stokes (si se tienen en cuenta los términos viscosos y de disipación de energía) o ecuaciones de Euler (si se desprecian) y el principio de conservación de la energía.
- La ecuación de estado o de comportamiento del fluido y,
- Las ecuaciones constitutivas del medio.

Los pasos genéricos para la solución de un problema de mecánica de fluidos mediante la metodología CFD son los siguientes (6):

- Especificación de la geometría del problema.
- Creación del mallado o celdas en las que van a ser calculadas todas las variables.
- Definición de los modelos que se van a utilizar: modelos de turbulencia.
- Especificación de las propiedades del fluido: viscosidad, densidad, propiedades térmicas, etc.
- Imposición de las condiciones de contorno que controlan los valores de ciertas variables en los límites del dominio.
- Introducción de las condiciones iniciales.
- Control de los parámetros que afectan a la resolución numérica del problema.
- Proceso de cálculo.
- Análisis de la solución.

El procedimiento precedente, permitirá calibrar el modelo numérico, etapa necesaria con la finalidad de verificar la simulación antes de ponerla en funcionamiento para los distintos escenarios. La calibración depende de varios aspectos entre ellos la disponibilidad de datos, las características del cuerpo de agua y sobre todo de la percepción, opinión y experiencia de los modeladores (7).

Una vez obtenidos los resultados de la calibración, se realizará la modelación numérica del canal de aforo Palmer-Bowlus, variando las dimensiones en base al diámetro de tuberías utilizadas en el diseño de sistemas de alcantarillado, ya que la importancia de este proyecto radica en optimizar el diseño de un canal de aforo adaptable a sistemas de alcantarillado. La sección más común para alcantarillados y alcantarillas es la circular (8) y el canal de aforo Palmer Bowlus tiene la ventaja de adaptarse fácilmente en conductos, ya sean estos abiertos (canales) o cerrados (cañerías); instalándose en un pozo de visita (9).

Finalmente se generarán curvas de descarga y parámetros de diseño para cada diámetro nominal (10) de tubería modelada, de manera que los resultados serán una herramienta de diseño hidráulico aplicable.

## 6 Infraestructura, equipos y fondos adicionales.

### 6.1 Infraestructura y equipos

- Indicar la infraestructura y equipos **disponibles** para la ejecución del proyecto, con la ubicación actual de los mismos



Infraestructura	Equipos	
	Nombre del Equipo	Ubicación del Equipo
Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, Edificio de Hidráulica N° 10, oficina 102	Computador de Escritorio	Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, Edificio de Hidráulica N° 10, oficina 102
Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, Edificio de Hidráulica N° 10, oficina 302	Computador de Escritorio	Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, Edificio de Hidráulica N° 10, oficina 302
Centro de Investigación y Estudios en Recursos Hídricos (CIERHI)	Workstation	Centro de Investigación y Estudios en Recursos Hídricos (CIERHI)

## 6.2 Breve justificación del equipo requerido

## 6.3 Fondos Adicionales

- Otros fondos de otros organismos (si los hubiere)

## 7 Citas Bibliográficas.

1. **Torres, Cristina y Eduardo, Vásquez.** *Análisis de medidores de caudal para flujo subcrítico en sistemas de alcantarillado.* Quito : s.n., 2010.
2. **FLOW Science.** . *FLOW-3D V11.1 User Manual.* 2015.
3. **Rodríguez, Pedro.** *Hidráulica II.* México : s.n., 2008.
4. **Pedroza, Edmundo.** Serie autodidáctica de medición, canal Parshall. México : Comisión Nacional del Agua, 2001.
5. **Carrillo Sánchez, José María.** Metodología numérica y experimental para el diseño de los cuencos de disipación en el sobrevertido de presas de fábrica. 2014.
6. **Blanco, E.** Simulación numérica de flujos (CFD) con el programa FLUENT. 2007.
7. **CALIBRACIÓN DE UN MODELO HIDRODINÁMICO 2D PARA LA BAHÍA DE CARTAGENA.** **Palacio, Carlos, García, Francisco y García, Uriel.** Colombia : s.n., 2010.
8. **Chow, Ven Te.** *Hidráulica de canales abiertos.* Illinois : McGRAW-HILL, 1994.
9. **Brière, Francois.** Distribución de Agua Potable Colecta de Desagües y de agua lluvia. Canadá : Andrée Laprise, 2005.
10. **Empresa Metropolitana de Alcantarillado y Agua POrtable.** Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillado para la EMAAP-Q. Quito : Marcial Punguil, 2009. Vol. 1.
11. **Carrillo, Sanchez, J. M.** Metodología numérica y experimental para el diseño de los cuencos de disipación en el sobrevertido de presas de fábrica. 2014.



**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN INTERNOS SIN  
FINANCIAMIENTO O AUTOGESTIONADOS**  
**ANEXO 4 - DECLARACIÓN**


**TIPO DE INVESTIGACIÓN**

Investigación básica <input type="checkbox"/>	Investigación aplicada <input checked="" type="checkbox"/>
---	--

**TÍTULO DEL PROYECTO**

Optimización del Diseño Hidráulico del medidor de caudal tipo Palmer-Bowlus, para flujo subcrítico en sistemas de alcantarillado
--

**DECLARACIÓN DEL DIRECTOR DEL PROYECTO**

<p>El equipo de investigadores, representado por el Director del Proyecto declara lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Que el presente proyecto es una creación original de mi autoría y del equipo de investigadores, y por tanto asumimos la completa responsabilidad legal en caso de que un tercero alegue la titularidad de los derechos intelectuales del proyecto, exonerando a la EPN de cualquier acción legal que se derive por esta causa.</li><li>• Que el presente proyecto no ha sido presentado en ninguna convocatoria de otra institución pública o privada. El incumplimiento será causal para que el proyecto no sea tomado en consideración.</li><li>• Que todos los bienes adquiridos en proyecto permanecerán bajo la custodia y responsabilidad del director de proyecto durante la ejecución del mismo.</li><li>• Que si el proyecto genera algún producto o procedimiento susceptible de obtener derechos de propiedad intelectual, de los cuales se deriven beneficios, aceptamos que éstos serán compartidos entre los investigadores y la institución o las instituciones participantes en el proyecto, conforme a lo establecido en el COESC.</li><li>• Que el equipo de investigadores y/o instituciones participantes se comprometen a mantener la confidencialidad de la información si ésta podría ser susceptible de protección por patentes, y solicitar la valoración de propiedad intelectual respectiva previa a cualquier publicación o difusión.</li><li>• Que para el caso de derechos de autor otorgamos una licencia de uso exclusivo con fines académicos para la o las instituciones participantes en el proyecto.</li></ul> <p style="text-align: center;"> ----- Firma del Director del Proyecto Nombre: Toapaxi Álvarez Jorge Augusto C.I.: 1804010997</p>
--





DECLARACIÓN DEL JEFE DE DEPARTAMENTO

Esta propuesta ha sido aprobada y avalada por el Consejo del Departamento de ... DICA ....., en sesión del día 07/09/2018.. mediante resolución No. 55....

Las instalaciones, incluyendo personal, edificios, equipo y recursos financieros están a disposición del proponente y sus colaboradores de acuerdo con las especificaciones que se encuentran en esta propuesta.



*[Handwritten signature]*

Firma del Jefe del Departamento  
Nombre: Germán Vinicio Luna Hermosa  
C.I.: