

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PANAMÁ
VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN, POSTGRADO Y EXTENSIÓN
CENTRO DE INVESTIGACIONES HIDRÁULICAS E HIDROTÉCNICAS



Informe de Avance del Proyecto COL06-013: “Monitoreo del efecto que los eventos puntuales de lluvia tienen en la calidad de agua de las fuentes de abastecimiento para potabilizadoras en la ciudad de Panamá”

Período: 15/05/07-15/09/07

Informe elaborado por:

***Dr. José R. Fábrega D.
Cheryl Delgado R.
Mariana Méndez B.***

Revisado por:

Ing. Erick N. Vallester E.

5 de octubre de 2007



RESUMEN EJECUTIVO

Este informe contiene detalles de las actividades ejecutadas en el desarrollo del proyecto de investigación SENACYT COL07 – 036, titulado “**Monitoreo del efecto que los eventos puntuales de lluvia tienen en la calidad de agua de las fuentes de abastecimiento para potabilizadoras en la ciudad de Panamá**”, para el período que comprende desde el 15 de mayo de 2007 al 15 de septiembre de 2007.

El proyecto es financiado por SENACYT a través del Programa de Fomento a actividades de I+D en la modalidad de colaboración internacional.

Este proyecto tiene como propósito primordial, la introducción de un sistema de monitoreo en puntos de toma de agua, que sea activado sólo como resultado de un evento de lluvia; de modo tal, de obtener relaciones entre intensidades de lluvia y calidad de agua, que serían útiles para el Instituto de Acueductos y Alcantarillados Nacionales (IDAAN), dado que optimizaría los recursos para la potabilización del agua.

La mayor contribución de este proyecto se da en el nivel de conocimiento exacto de qué efectos producen eventos puntuales de precipitación en la calidad de agua, como lo son los bajos niveles de agua o cambios drásticos ocasionados por las fuertes tormentas. Este análisis se llevará a cabo en dos de las cuatro fuentes abastecedoras de agua ubicadas en el área metropolitana de la Ciudad de Panamá, que son las correspondientes a los ríos Cabra y Pacora. Además es de gran valor puesto que proporciona conocimientos en el monitoreo de ríos, por medio de muestreadores automáticos de agua y el uso de la telemetría.

Este documento presenta todo lo relacionado al acto formal del lanzamiento de este proyecto, el cual estuvo asistido por más de 70 personas provenientes de diferentes instituciones.



1. INTRODUCCIÓN

Este reporte tiene la finalidad de presentar los avances que se han logrado, correspondiendo a la primera etapa de este proyecto actividad correspondiente al lanzamiento formal del proyecto SENACYT COL07-036 titulado: **“Monitoreo del efecto que los eventos puntuales de lluvia, tienen en la calidad de agua de las fuentes de abastecimiento para potabilizadoras en la Ciudad de Panamá”**.

En términos de investigación, este estudio busca establecer las relaciones existentes entre parámetros básicos de calidad de agua y la magnitud del evento (intensidad de lluvia, caudal, etc.), además de desarrollar un sistema telemétrico de toma de muestras por evento.

Una vez obtenidos los resultados, esta información será de gran utilidad para instituciones como el IDAAN, ANAM, MINSA y ACP, en cuanto al conocimiento que se generaría en lo relativo a la calidad de aguas superficiales, producto de la contaminación difusa.

Este proyecto busca determinar el efecto de la contaminación difusa en la calidad de aguas superficiales, implementar la creación de capacidades nacionales en el área y primordialmente ser el inicio del desarrollo de sistemas inteligentes de infraestructura, para la conservación y aprovechamiento de los recursos hídricos.

Se llevará a cabo en tres diferentes etapas, que se desarrollarán en 24 meses. Los avances presentados en este documento, forman parte de la primera etapa, la cual consiste en probar y ensayar con el equipo desde puntos localizados en los campus de la UTP en la ciudad de Panamá; además se escogerán los sitios de monitoreo para los ríos de estudios.



2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

- ✓ Crear la capacidad institucional y técnica que permita estimar el efecto de eventos puntuales de precipitación en las fuentes de abastecimiento para la ciudad de Panamá, apoyado por tecnología de punta de muestreo de agua y un sistema de telemetría.

2.2 Objetivos Específicos

- ✓ Desarrollo de un sistema de telemétrico de toma de muestras por evento.
- ✓ Establecer las relaciones existentes entre parámetros básicos de calidad de agua y la magnitud del evento (intensidad de lluvia, caudal, etc.)
- ✓ Divulgación de los resultados obtenidos, sistematización de la experiencia y desarrollo de proyectos de colaboración a nivel internacional.

3. METODOLOGÍA PROPUESTA PARA LA ETAPA 1

De acuerdo a los términos de referencia del Proyecto COL07-036, titulado “Monitoreo del efecto que los eventos puntuales de lluvia, tienen en la calidad de agua de las fuentes de abastecimiento para potabilizadoras en la Ciudad de Panamá”, se propuso las siguientes actividades, definidas en el MDE (Memorando de Entendimiento) como objetivos específicos de la etapa 1:

3.1. Recolección bibliográfica

Actualmente se está revisando la bibliografía que sea de utilidad para este proyecto para posteriormente comprarla.

3.2. Lanzamiento

El día lunes 18 de junio, se llevó a cabo el lanzamiento formal del proyecto COL07-036. Todos los detalles de este evento se encuentran desarrollados en el punto 4.4 (Lanzamiento Formal del Proyecto).



3.3. Desarrollo de la página web del proyecto

Se encuentra desarrollado en el punto 4.3 (Creación de la página web del proyecto).

3.4. Adquisición de equipo e insumos

Para este proyecto se han adquirido los 2 muestreadores automáticos de agua ISCO 6712, para la toma automática de muestras, los cuáles ya están siendo empleados para prueba en el laboratorio antes de ser llevados a campo. (Ver Figuras A1.1 y A1.4).

También se ha adquirido un automóvil Nissan Xtrail, especial para las giras a campo que se efectúen

3.5. Desarrollo del sistema telemétrico bajo condiciones controladas.

Ya se cuenta con el equipo necesario para el desarrollo del sistema telemétrico, actualmente el personal del CIHH se encuentra probando este equipo. (Ver figuras en Anexo 1)

3.6. Escogencia de los sitios de muestreo.

Durante la secuencia de la primera etapa, se han realizado giras preliminares para observar los sitios más aptos para el muestreo. (Ver figuras A4.1 y A4.2)

4. AVANCES ACTUALES DEL PROYECTO

En la tabla No.1 se presentan los avances del proyecto logrados hasta ahora, junto con sus respectivos porcentajes.

Tabla No.1. Avances Actuales del proyecto

Resultados	Porcentaje avanzado
Guía para el monitoreo de niveles, caudal y calidad de agua	40%
Adquisición del Software ERDAS	60%
Creación de Página Web	50%
Lanzamiento Formal del Proyecto	100%
Visita de Coordinación	100%
Pasantía de investigadores en Purdue University	100%
Informes de Avance	100%
Primer Seminario Informativo	0%

5. DETALLES DE LOS AVANCES ACTUALES DEL PROYECTO

5.1. Guía sencilla para el monitoreo por medio de sensores remotos, de niveles, caudal y calidad de agua

Actualmente ya contamos con el equipo que va a ser utilizado para este proyecto. El personal del Centro de Investigaciones Hidráulicas e Hidrotécnicas (CIHH) se encuentra trabajando en aprender a utilizar el equipo, especialmente el sensor de nivel y en la parte de telemetría, antes de ser llevado a campo. (*Ver figuras en Anexo 1*)

5.2. Adquisición del programa ERDAS y capacitación del personal a emplearlo.

El programa ERDAS, software utilizado para el procesamiento de imágenes satelitales, ya fue adquirido.

Para la capacitación del personal que llegará a emplearlo, se llevará a cabo un seminario en la semana del 22 al 26 d octubre del presente año.



5.3. Creación de la página web del proyecto.

Para la creación de la página web de este proyecto, se han capacitado a tres (3) personas del Centro de Investigaciones Hidráulicas e Hidrotécnicas (CIHH) para que elaboren en la creación de la misma.

El personal tomó un seminario de 15 horas para esta capacitación que se desarrolló desde el día 11 de Septiembre hasta el 25 de Septiembre del presente año.

5.4. Lanzamiento Formal del Proyecto

El acto del lanzamiento formal del proyecto se llevó a cabo el día lunes 18 de junio del presente año. (Ver figuras en Anexo 2).

La finalidad de esta actividad fue dar a conocer, tanto a la comunidad universitaria como a las instituciones y personas interesadas, una idea de los antecedentes, objetivos, metodología y resultados esperados de la ejecución de este proyecto. Se recalcó la importancia que, para nuestro país, conlleva un monitoreo continuo de los ríos Pacora y Cabra, dado que de éstos, depende en cierta forma el funcionamiento del Canal de Panamá, las hidroeléctricas y el vital líquido que consumimos.

5.4.1. Programa. El programa del mismo inició con las palabras de bienvenida por el Ing. Erick Vallester, director del Centro de Investigaciones Hidráulicas e Hidrotécnicas, seguido por las palabras de la Ing. Marcela Paredes de Vásquez, rectora encargada de la UTP.

Seguido a esto, el Dr. José Fábrega, investigador principal del proyecto hizo una breve descripción del proyecto en sí. Por último, el Dr. Chad Jafvert, profesor de la escuela de Ingeniería Civil, de Purdue University, brindó sus experiencias en el desarrollo de proyectos similares llevados a cabo en esta universidad.

En la tabla No. 2 se muestra el programa de este evento.

Tabla No. 2. Programa del acto de lanzamiento



Programa del acto de lanzamiento

9:30 – 10:00 a.m.	Registro de participantes
10:00 – 10:10 a.m.	Palabras de bienvenida por el Ingeniero Erick Vallester, Directo del Centro de Investigaciones Hidráulicas e Hidrotécnicas de la UTP.
10:10 – 10:20 a.m.	Palabras por la Ingeniera Marcela Paredes de Vásquez, Rectora encargada de la UTP.
10:20 – 10:50 a.m.	Dr. José Fábrega, Investigador Principal del Proyecto COL07-036 Descripción del proyecto “ Monitoreo del efecto que los eventos puntuales de lluvia tienen en la calidad de agua de las fuentes de abastecimiento para potabilizadoras en la ciudad de Panamá”
10:50 - 11:00 a.m.	Café
11:00 – 11:45 a.m.	Dr. Chad Jafvert, Profesor de la Escuela de Ingeniería Civil, Purdue University. Investigaciones similares al Proyecto COL07-036, que realiza la Escuela de Ingeniería Civil de Purdue University.
11:45 – 12:15 p.m.	Período de preguntas y respuestas
12:15 p.m.	Refrigerio

5.4.2. Participantes. El acto del lanzamiento formal de este proyecto contó con la presencia de directivos como la Ingeniera Marcela Paredes de Vásquez, rectora encargada de la UTP; el director del Centro de Investigaciones Hidráulicas e Hidrotécnicas de la UTP (CIHH), Erick Vallester; el Dr. José Fábrega, investigador principal del proyecto COL07-036 y el Dr. Chad Jafvert, profesor de la escuela de Ingeniería Civil de Purdue University.

Además contó con una nutrida participación de personas de diferentes instituciones, entre las cuales cabe mencionar: la Autoridad del Canal de Panamá (ACP), la Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM), el Instituto Especializado de Análisis (IEA), el Ministerio de Desarrollo Agropecuario (MIDA), AES Panamá;



además estudiantes de Licenciatura en Ingeniería Ambiental de la Universidad Tecnológica de Panamá y profesores de la misma.

En la tabla No. 3, se muestra el listado de asistentes a este acto con sus respectivas instituciones.

Tabla No. 3. Listado de asistencia de participantes del seminario informativo

Lista de asistencia		
Nombre	Institución	Correo Electrónico
Eduardo Nelson	NES Scientific	eneleson@nesscientific.com
René López	ANAM	rlopez@anam.gob.pa
Carmen Prieto	ANAM	caprieto@anam.gob.pa
Paola Ferrabone	UTP, FIC	pao_1883@hotmail.com
Samuel De Arco	UTP, FIC	lord_obscurity@hotmail.com
Luis Avila	EPASA	luisavila@epasa.com
Eric Tejeira	ANAM	erichtejeira@anam.gob.pa
Yader Sánchez	UTP, FIC	yader_84@hotmail.com
Gisela González	CIHH	gisela.gonzalez@utp.ac.pa
Eny Serrano	CIHH	eserrano@cableonda.net
Kleever Espino	CIHH	kleeverspino@utp.ac.pa
José Rodríguez	CIHH	jose.rodriguez@utp.ac.pa
Rigel Moscote	AES Panamá	rigel.moscote@aes.com.pa
Gladys Zamorano	AES Panamá	gladys.zamorano@aes.com
Enrique Salazar	UTP	enriquesalazar547@hotmail.com
Elisa Córdoba	UTP	corquin28@hotmail.com
Eduardo Domínguez	Econoplade	edominguez21@hotmail.com
Cheryl Delgado	UTP, FIC	cheryl.delgado@utp.ac.pa
Ruben Cano	ANAM	leo_atos08@yahoo.es
José Jou	Nippin Kue	ojouel@hotmail.com
Michelle Arosemena	UTP, FIC	michelle.rosemena@utp.ac.pa



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PANAMÁ
Centro de Investigaciones Hidráulicas e Hidrotécnicas



Karin Arroyo	UTP	blunkalanji@hotmail.com
José Cornijo	UTP	joseco_04@hotmail.com
Carmen Domínguez	UTP, CEP	carmen.dominguez@utp.ac.pa
Gisselle Guerra	UTP	giss_guerra@hotmail.com
Luis Herrera	UTP	luisherrera3@utp.ac.pa
Randy Atencio	UTP	randy.atencio@utp.ac.pa
Orlando Santos	UTP	osn_01@hotmail.com
Alexander Polo	UTP	apolo316@hotmail.com
Jaime Contreras	UTP	jaime.contreras@hotmail.com
Rosa Luque	UTP	rosa.luque@utp.ac.pa
Diógenes Alvarado	UTP	dioge19@hotmail.com
Mitzeyla Rodríguez	UTP	mitzy_h17@hotmail.com
Marilyn Diéguez	ACP	mdieguez@pancanal.com
Gerardo Leis	ACP	gleis@pancanal.com
Pedro Rebolledo	VIPE, Dir. Postgrado	pedro.rebolledo@utp.ac.pa
Rosa Pinzón	MIDA, UTP	ayleenpa@yahoo.com
Tamara Ponce	UTP	tponces@hotmail.com
Mayumi Villagra	UTP	mayumivv@hotmail.com
Alexander Esquivel	UTP	alexander.esquivel@utp.ac.pa
Marcial Arias	CIHH	marcial.arias@utp.ac.pa
Ailyn Acosta	UTP	ailyn_2287@hotmail.com
Abdiel Rivera	UTP	abdiel.rivera@utp.ac.pa
Fernando Vargas	UTP/ASEP	fvargas@asep.gob.pa
Ivanhos Ruiz	UTP	ivanhoerviz@hotmail.com
Magaly Zelaya	UTP	magalym07@yahoo.com
Oris Olmedo	UTP	oris_o@hotmail.com
David Vega	CIHH, UTP	david.vega@utp.ac.pa
Rodrigo Morales	UTP	rodalon@hotmail.com
Omar Fernández	UTP	oefespino@yahoo.com
Arianna Lantigua	UTP	ari_abril16@hotmail.com



Armando Campos	UTP	camposcossu@yahoo.com
Linda Castillo	UTP	linda64_22@hotmail.com
Gilberto Parillón	UTP	gparillon@mq.gob.pa
Martin Candanedo	UTP	martin.candanedo@utp.ac.pa
Mónica Avendaño	UTP	mavendano@cwpanama.net
Italia Díaz	UTP	mahdi_1525@hotmail.com
Grace Baxter	UTP	bbtruly@hotmail.com
Juan Caballero	UTP	chocolatazo14@hotmail.com
Francisco De León	UTP	blind_0789@hotmail.com
Loreine Escobar	UTP	loreine_1594@hotmail.com
Ricardo Rodríguez	UTP	despelot87@hotmail.com
Reinolds Soto	UTP	reinoldssoto@hotmail.com
Anthony De Gracia	UTP	anthony1pro@hotmail.com
Elena Sousa	IEA	arosousa@cwpanama.net
Katherine Delgado	UTP	katerdj03@hotmail.com
José Harris	CEI, UTP	jose_harris@utp.ac.pa
Marta Gómez	UTP	marta.gomez@utp.ac.pa

5.4.3. Expositores. Dentro de los expositores de este seminario podemos mencionar a la Ing. Marcela Paredes de Vásquez, Ing. Erick Vallester, Dr. José Fábrega, Dr. Chad Jafvert.

El Ing. Erick Vallester, en sus palabras de bienvenida, manifestó lo complacido que se sentía con motivo de iniciar oficialmente este proyecto de gran importancia no sólo para el CIHH, la UTP y SENACYT sino también para todo nuestro país pues implica avances de gran magnitud.

La Ing. Marcela Paredes de Vásquez, expresó su satisfacción una vez enterada que este proyecto se llevaría a cabo, de la misma forma, indicó que corresponde una gran responsabilidad para la UTP puesto que este proyecto envuelve una serie de progresos que ayudarán a la mejora de nuestro país.

El Dr. José Fábrega, investigador principal, describió los puntos más importantes en los que consiste este proyecto. Planteando primeramente los objetivos a los que se desea llegar con la ejecución del monitoreo de los efectos causados por los eventos puntuales de lluvia sobre la calidad del agua que proviene de las fuentes de abastecimiento hacia las potabilizadoras de la Ciudad de Panamá. Además de dar una breve explicación de como se va a llevar a cabo estos procedimientos de toma de muestras por medio de sensores remotos y el análisis de estos resultados.

El Dr. Chad Jafvert, co-investigador principal, relacionó este proyecto con otros que se han llevado a cabo en la Escuela de Ingeniería Civil de la Purdue University, explicando así sus similitudes y logros que se han de alcanzar una vez llevado a cabo este plan.

Finalmente, hubo una sección de preguntas y respuestas en donde se ampliaron ciertos conceptos.

5.5. Visita de Coordinación

El día 17 de junio, el Dr. Chad Jafvert, llegó a Panamá para la visita de coordinación correspondiente al proyecto. El Dr. Jafvert en conjunto con los investigadores del CIHH, realizaron diferentes actividades que son mostradas en la tabla No. 4.

Tabla No. 4. Programa efectuado por el Dr. Chad Jafvert

DÍA	ACTIVIDAD
Lunes 18 de Junio	Lanzamiento formal del proyecto COL07-036
Martes 19 de Junio	Giras a Pacora
Miércoles 20 de Junio	Visita a INDICASAT y al Campus Víctor Levy Sasso. Reunión Final con los investigadores.

5.6. Pasantía de investigación de tres (3) investigadores del CIHH en Purdue University

Como parte de las actividades programadas para el desarrollo del Proyecto SENACYT COL07-036, el Ing. Erick Vallester, Director del (CIHH) de la Universidad Tecnológica de Panamá (UTP), el Dr. José Fábrega y la Ing. Gisela González realizaron una visita a Estados Unidos donde compartieron información sobre los trabajos que realiza la contraparte internacional de este proyecto, el Dr. Chad Jafvert. Esta actividad se realizó del 20 al 24 de agosto del 2007, teniendo como sede las instalaciones de la Universidad de Purdue en West Lafayette, Indiana.

5.6.1. Descripción de la visita. El objetivo principal de la visita era conocer los proyectos similares al COL07-036 que actualmente está desarrollando la contraparte internacional y establecer nuevas alianzas para futuros proyectos de investigación.

Durante la estancia en la Universidad de Purdue se desarrollaron las siguientes actividades:

- **Reunión de coordinación con el Dr. Chad Jafvert:** el profesor hizo una introducción sobre los trabajos de campo que se están realizando con el apoyo de estudiantes de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad de Purdue.

El primer sitio visitado fue El Humedal Construido (Wetlands), instalado en 1999, a lo largo de la zanja Marshall, 7 millas al noroeste del campus principal de la Universidad de Purdue, en el condado de Tippecanoe.

En este humedal se estudia la calidad del agua que escurre a través del suelo mojado, se realiza turismo estudiantil y trabajos de investigación por los estudiantes de ingeniería. El principal propósito del humedal construido es reducir el sedimento y las concentraciones de nutrientes con eficacia, disminuyendo la contaminación de fuentes no puntuales de los campos agrícolas de Purdue.

El otro proyecto visitado se encontraba en el Río Wabash y el objetivo del mismo es evaluar la calidad de las aguas del río. Para este fin se ha instalado un equipo de muestreo. Las muestras tomadas son analizadas en laboratorio, evaluando parámetros como: sólidos totales, oxígeno disuelto, DBO₅, DQO, coliformes, temperatura y turbiedad.

- **Reunión con la Lic. Leslie Oliver**, administradora del Center for the Environment (C4E), en el Discovery Park de Purdue University. Esta oportunidad fue aprovechada para sentar las bases para futuros proyectos de colaboración conjunta entre el CIHH y el C4E.
- **Reunión con el Dr. Suresh C. Rao**, Profesor distinguido. Una de las reuniones más interesantes fue la realizada con el Dr. Rao, quien en la actualidad es el encargado de conseguir los fondos necesarios para la realización de investigaciones en la Universidad de Purdue, este intercambio de experiencias deja abierta una nueva puerta para la realización de nuevos proyectos con colaboración internacional y el intercambio cultural de funcionarios de ambas Universidades.

5.7. Informes de avances

El primer informe de avance correspondiente a la primera etapa del proyecto se presenta en este documento.

5.8. Primer Seminario Informativo

Este seminario informativo se llevará a cabo al final de la primera etapa.



ANEXO 1

EQUIPOS ADQUIRIDOS



Fig. A1.1. Uno de los muestreadores ISCO 6712.



Fig. A1.2. Personal del CIHH utilizando el muestreador.



Fig. A1.3. Tanque con agua para probar el muestreador.



Fig. A1.4. Segundo muestreador ISCO 6712.



Fig. A1.5. Personal midiendo el nivel del agua en el tanque.



Fig. A1.6. Sensor para medir el nivel del agua.



ANEXO 2

POSIBLES SITIOS DE MUESTREO



Fig. A4.1 Imagen Satelital de posible sitio de muestreo Río Pacora.



Fig. A4.2 Imagen Satelital de posible sitio de muestreo en Río Cabra.



ANEXO 3

VISITA DE COORDINACIÓN Y LANZAMIENTO DEL PROYECTO

Imágenes De La Visita De Coordinación Del Dr. Chad Jafvert.



Imágenes del Lanzamiento Del Proyecto





ANEXO 4

VISITA A PURDUE UNIVERSITY

IMÁGENES DE LA VISITA A PURDUE UNIVERSITY



Figura A3.1 Llegada de investigadores a Purdue University



Figura A3.2 Dr. José Fábrega, Ing. Erick Vallester y la Licda. Leslie Oliver.



Figura A3.3 Parte del equipo utilizado para el muestreo de las aguas del Río Wabash.

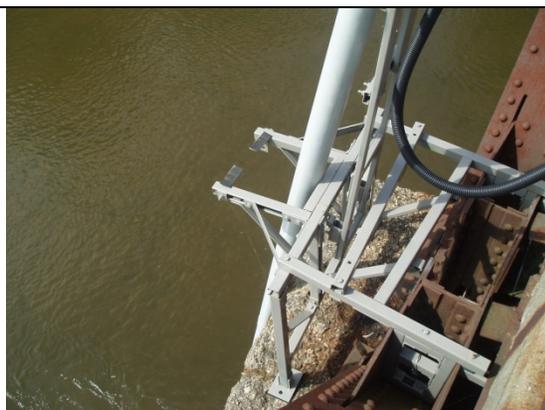


Figura A3.4 Muestreador instalado en el puente sobre el Río Wabash.



Figura A3.5 Reunión de coordinación de investigadores con Dr. Chafvert



Figura A3.6 Parte del equipo utilizado para el muestreo de las aguas del Río Wabash.