



Instituto Privado de Investigación  
sobre Cambio Climático

# MEDICIÓN DE PROPAGACIÓN DE CRECIDAS

EN LA CUENCAS COYOLATE, ACHIGUATE, MARÍA LINDA Y LOS ESCLAVOS

Guatemala, Centroamérica



Instituto Privado de Investigación  
sobre Cambio Climático

# MEDICIÓN DE PROPAGACIÓN DE CRECIDAS

EN LAS CUENCAS COYOLATE, ACHIGUATE, MARÍA LINDA Y LOS ESCLAVOS

Guatemala, Centroamérica

Autor(es): Sergio Gil Villalba

Impreso: Digitalhouse

Guatemala, 2017

Tiraje: 12 ejemplares

#### CITA BIBLIOGRÁFICA

ICC (Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático). 2014. Medición de propagación de crecidas en las cuencas Coyolate, Achiguate, María Linda y Los Esclavos. Guatemala. 21 p.

La impresión de esta publicación ha sido financiada a través del proyecto **“Alianza Público-Privada para enfrentar el riesgo a desastres en Guatemala”**, en consorcio con Acción contra el Hambre, TRÓCAIRE, Centro para la Acción de la Responsabilidad Social Empresarial e Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático. Proyecto realizado gracias al auspicio de la Dirección General de Ayuda Humanitaria y Protección Civil de la Unión Europea (ECHO).

Las opiniones expresadas en este documento son de exclusiva responsabilidad del autor y no representan necesariamente la opinión de la Unión Europea. La Comisión Europea de Protección Civil y Ayuda Humanitaria (ECHO) no es responsable por ningún uso que se realice de la información que contenga el presente documento.

Este documento forma parte de los anexos del Plan de Respuesta Departamental ante Emergencias –CODRED– Escuintla.



Financiado por  
Unión Europea  
Protección Civil y  
Ayuda Humanitaria



## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN .....	3
2. PLANIFICACIÓN.....	3
3. EJECUCIÓN.....	8
4. RESULTADOS .....	9
4.1. Pluviometría .....	9
4.2 Datos de aforo .....	16
5. CONCLUSIONES.....	19

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Número de puntos de aforo y personal requerido para las cuencas a aforar. ....	8
Cuadro 2. Tiempos de propagación de crecida en Coyolate. ....	17
Cuadro 3. Tiempos de propagación de crecida en Achiguate. ....	18
Cuadro 4. Tiempos de propagación de crecida en María Linda. ....	19
Cuadro 5. Tiempos de propagación de crecida en Coyolate. ....	20

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de planificación de aforos en el río Coyolate. ....	4
Figura 2. Mapa de planificación de aforos en el río Achiguate. ....	5
Figura 3. Mapa de planificación de aforos en el río María Linda. ....	6
Figura 4. Mapa de estaciones de aforo de la cuenca de Los Esclavos.....	7
Figura 5. Instalación de equipo para medición de niveles de crecida. ....	8
Figura 6. Pluviometría en la cuenca Coyolate el 6 de octubre de 2014. ....	10
Figura 7. Pluviometría en la cuenca Coyolate el 8 de octubre de 2014. ....	11
Figura 8. Pluviometría en la cuenca Achiguate el 6 de octubre de 2014.....	12
Figura 9. Pluviometría en la cuenca Achiguate el 8 de octubre de 2014.....	13
Figura 10. Pluviometría en la cuenca María Linda el 9 de octubre de 2014.....	14
Figura 11. Pluviometría en la cuenca María Linda el 13 de octubre de 2014. ....	15
Figura 12. Pluviometría en la cuenca Los Esclavos el 14 de octubre de 2014.....	16
Figura 13. Registros de crecida obtenidos en la cuenca del Coyolate. ....	17
Figura 14. Registros de crecida obtenidos en la cuenca del Achiguate.....	18
Figura 15. Registros de crecida obtenidos en la cuenca del María Linda.....	19
Figura 16. Registros de crecida obtenidos en la cuenca de Los Esclavos. ....	20



## 1. INTRODUCCIÓN

Los estudios hidrológicos generados por el ICC en 2011 y 2012 relacionan datos de lluvia y caudal a partir de las características hidrológicas de las cuencas estudiadas. Para calibrar los estudios es necesario disponer de registros reales de lluvia y caudal en eventos de crecida, para ajustar los parámetros del modelo según las propiedades de cada cuenca.

Con la finalidad de calibrar los modelos se planificó una campaña de medidas de nivel en los ríos Achiguate, María Linda, Coyolate y Los Esclavos. Estos datos de nivel deberán ser convertidos a datos de caudal para su correlación con los registros de lluvia correspondientes.

Se necesita obtener datos de precipitación y caudal en eventos de lluvia para establecer la relación lluvia-caudal. No obstante, la medición de caudal para estos eventos resulta complicada y peligrosa. Por este motivo se propuso la medida de datos de nivel para determinar el tiempo de tránsito de las crecidas y ajustar los modelos respecto esta variable.

## 2. PLANIFICACIÓN

Se realizó un inventario de estaciones pluviométricas e hidrométricas automáticas disponibles en las cuencas de estudio. Se analizó la cobertura que presentan las estaciones de aforo de INSIVUMEH y se planificaron los puntos donde sería conveniente la realización de aforos puntuales para la calibración del modelo. A continuación se detalla la planificación de cada una de las cuencas, en función de las estaciones de aforo y pluviométricas existentes.

## Río Coyolate

En cuenca del Coyolate se establecieron 6 puntos de medición, 2 medidos por el ICC, dos medidos con apoyo de Ingenio La Unión, uno correspondiente a una estación de INSIVUMEH y el último medido con apoyo de la finca San Juan la Selva. Con esto se monitorearon los tributarios Cristóbal y Pantaleón, así como el cauce principal del Coyolate en 3 puntos (figura 1).

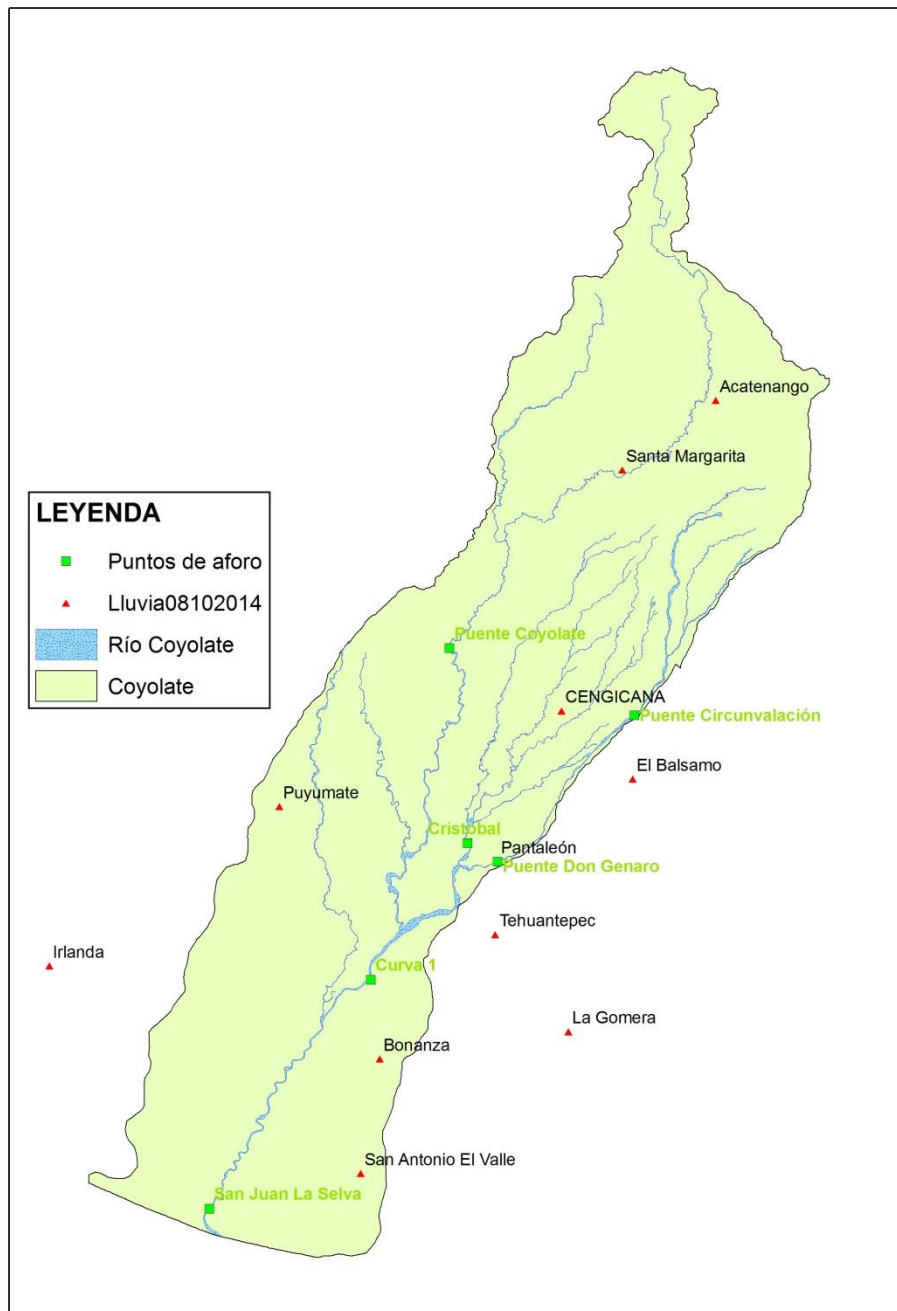


Figura 1. Mapa de planificación de aforos en el río Coyolate.

## Río Achiguate

En la cuenca del Achiguate se monitorearon 4 puntos de aforo, uno en Masagua para registrar la creciete procedente del Guacalate y tres puntos en el cauce principal del Achiguate (figura 2).

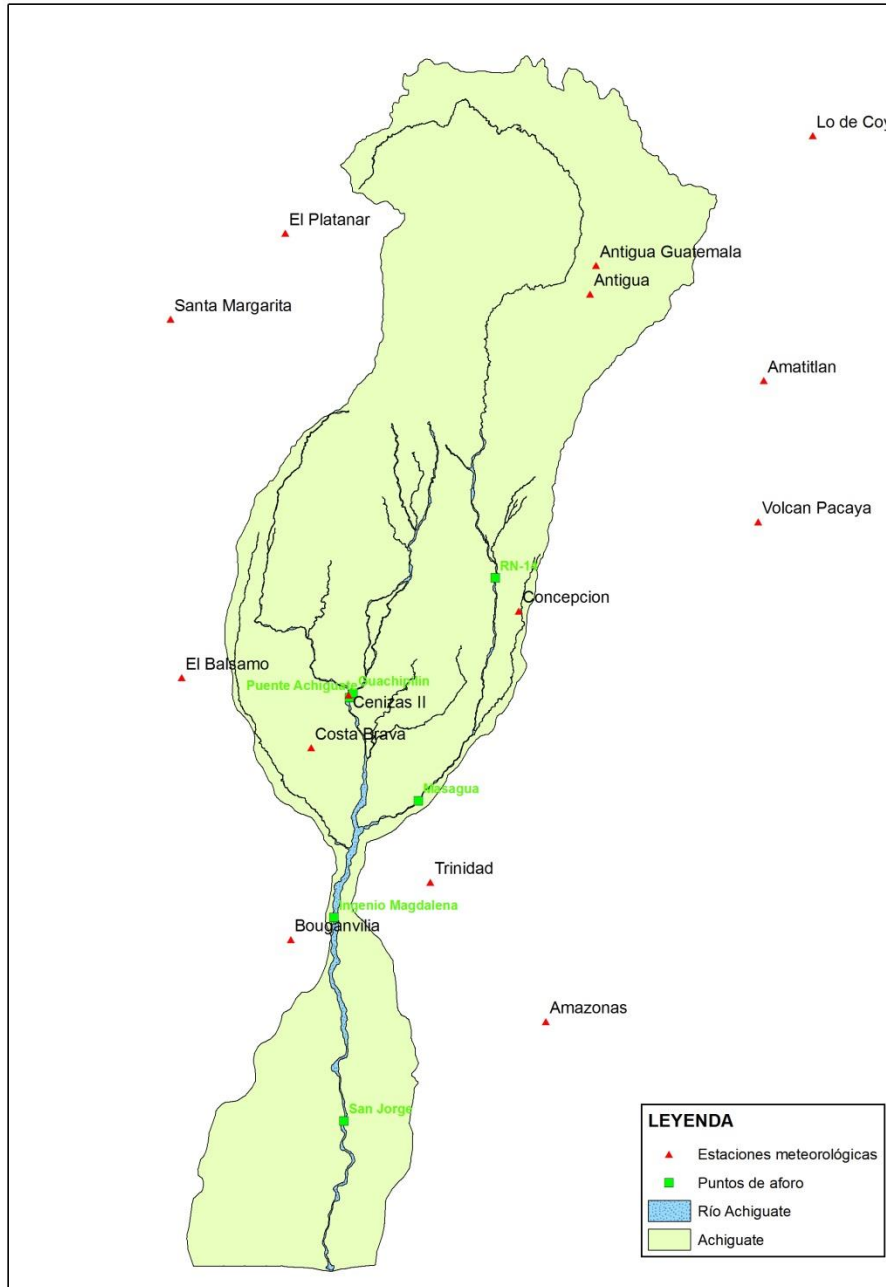


Figura 2. Mapa de planificación de aforos en el río Achiguate.

## Río María Linda

El río María Linda se compone de 3 corrientes principales: Michatoya, Aguacapa y El Naranjo. Los tributarios Metapa y Asuchillo también representan aportes importantes. Se establecieron puntos de monitoreos en todos los ríos mencionados anteriormente excepto el Naranjo, alternando algunos de ellos en las campañas realizadas para obtener registros de todos. El aporte del río Naranjo en el tramo final, así como la propagación de la crecida se registraron en Iztapa (figura 3).



Figura 3. Mapa de planificación de aforos en el río María Linda.

## Río Los Esclavos

Fue el primer año que se monitorearon las crecidas en la cuenca de los Esclavos. Se tomaron como puntos principales las ubicaciones de las estaciones SAT. La pluviometría en esta cuenca es diferente a la del resto de cuencas estudiadas puesto que la parte alta de la cuenca es la más lluviosa y los eventos suelen registrarse al anochecer, no a media tarde, como en el resto de cuencas estudiada. Por este motivo el monitoreo se realizó a lo largo de toda la noche hasta la mañana del día siguiente en todos los puntos de observación (figura 4).



Figura 4. Mapa de estaciones de aforo de la cuenca de Los Esclavos.

### 3. EJECUCIÓN

Se planificó la campaña de toma de datos según el siguiente cuadro:

Cuadro 1. Número de puntos de aforo y personal requerido para las cuencas a aforar.

Fecha	Río	Puntos	Personal
06/10/2014	Coyolate	6	4
06/10/2014	Achiguate	4	6
08/10/2014	Coyolate	6	4
08/10/2014	Achiguate	4	6
09/10/2014	María Linda	4	7
13/10/2014	María Linda	4	7
14/10/2014	Los Esclavos	5	10

Dada la dificultad de instalar escalas robustas, se graduaron escalas en tubos de PVC de  $\frac{3}{4}$  de pulgada, los cuales se fijaron a barretas metálicas que se clavaron en el cauce del río, para medir el incremento relativo del nivel de agua (figura 5).



Figura 5. Instalación de equipo para medición de niveles de crecida.

Los puntos donde se instaló el equipo fueron georeferenciados para poder medir la sección transversal y realizar aforos durante la estación seca para relacionar datos de nivel con caudal. En cada una de las ubicaciones se rellenó una boleta tomando datos de nivel cada 15 minutos.

Según la pluviometría de las cuencas, se monitorearon algunos puntos en la tarde, de 14 a 20h y otros en la noche de 16 a 6h. Esto permitió determinar el tiempo de tránsito de las crecidas hasta la parte baja de la cuenca.

#### **4. RESULTADOS**

##### **4.1. Pluviometría**

En el siguiente apartado se muestran interpolaciones de la precipitación registrada en las estaciones pluviométricas de la cuenca el día que se llevaron a cabo las mediciones.



## Cuenca Coyolate

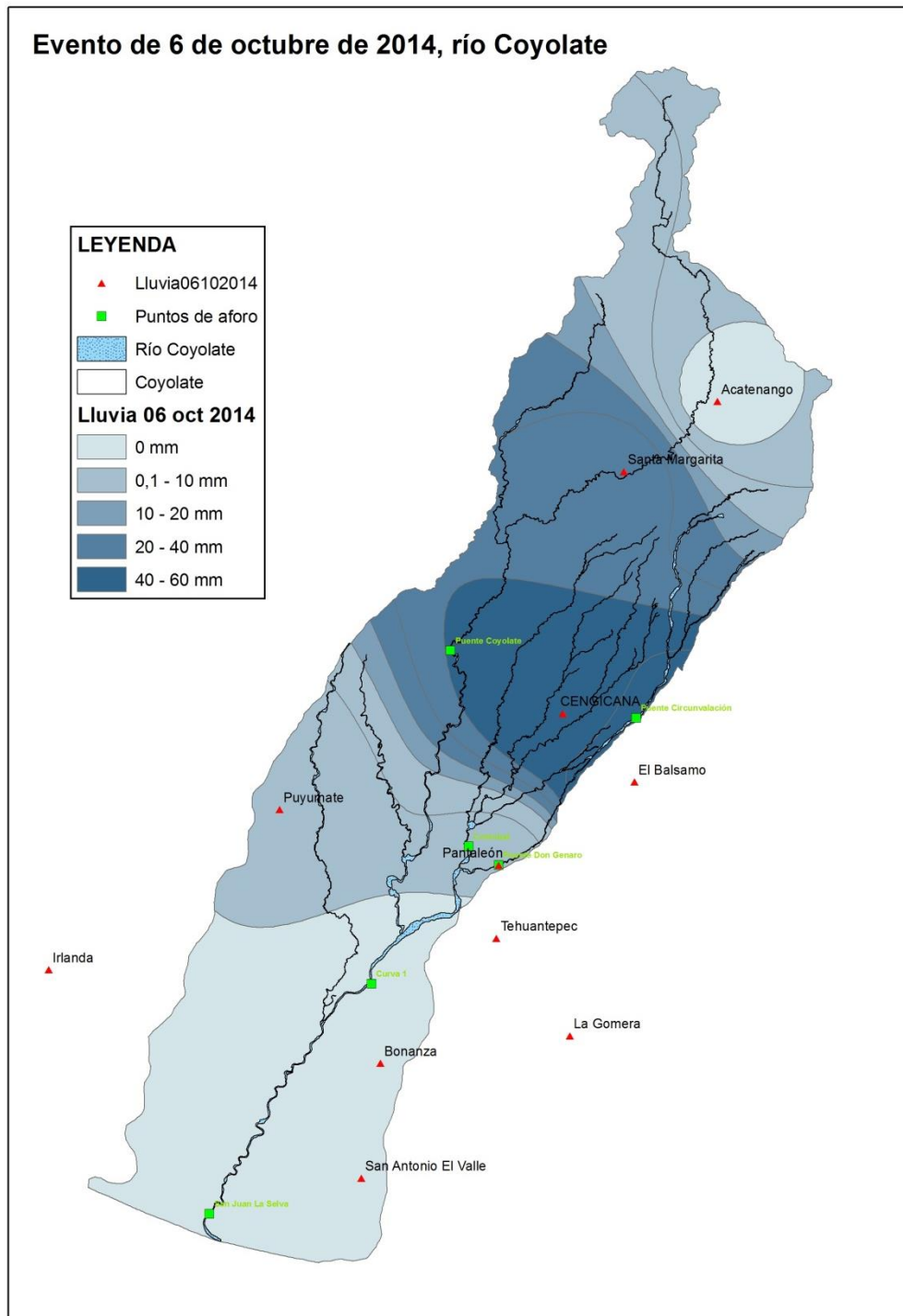


Figura 6. Pluviometría en la cuenca Coyolate el 6 de octubre de 2014.



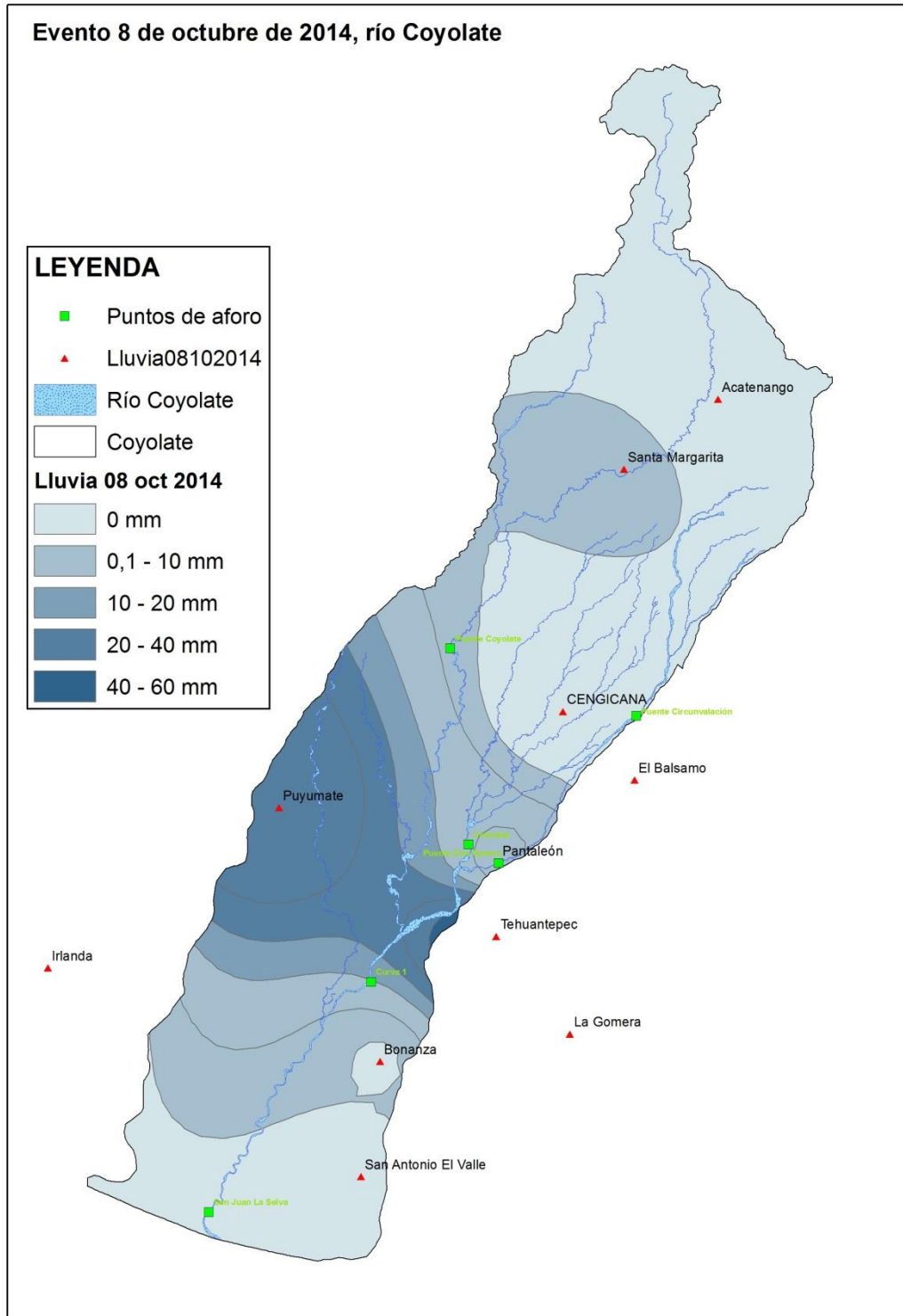


Figura 7. Pluviometría en la cuenca Coyolate el 8 de octubre de 2014.

## Cuenca Achiguate

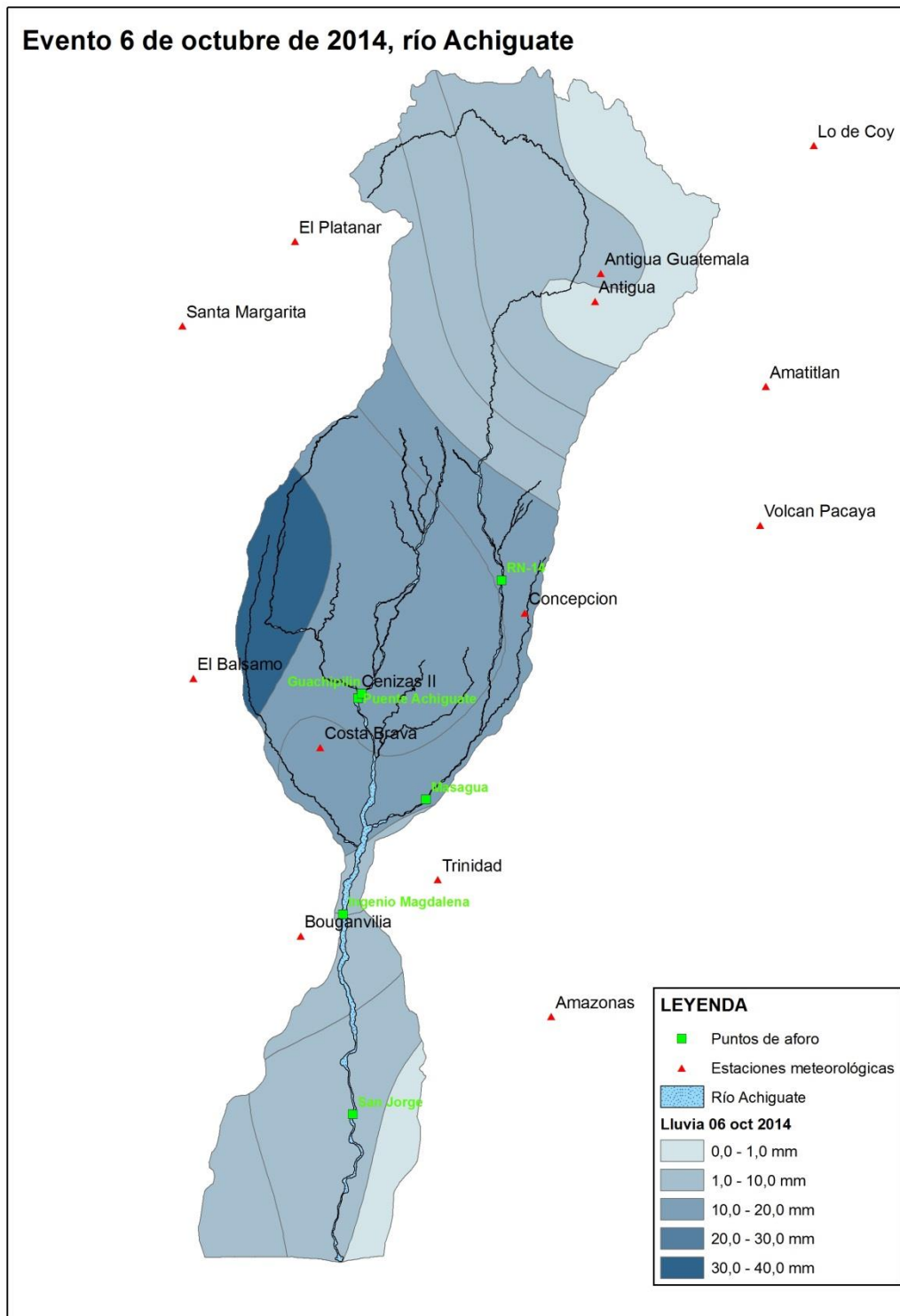


Figura 8. Pluviometría en la cuenca Achiguate el 6 de octubre de 2014.

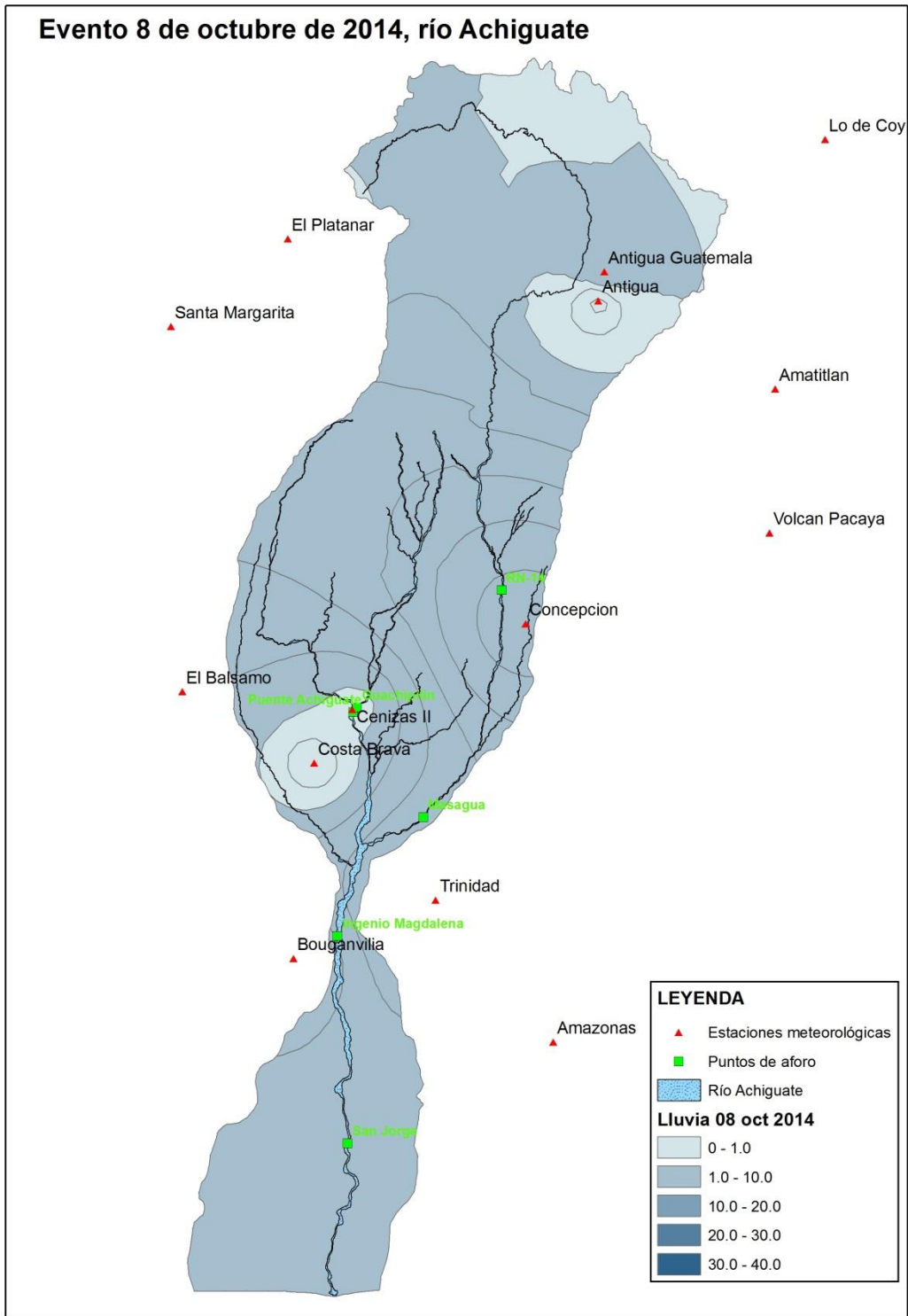


Figura 9. Pluviometría en la cuenca Achiguate el 8 de octubre de 2014.

## Cuenca María Linda

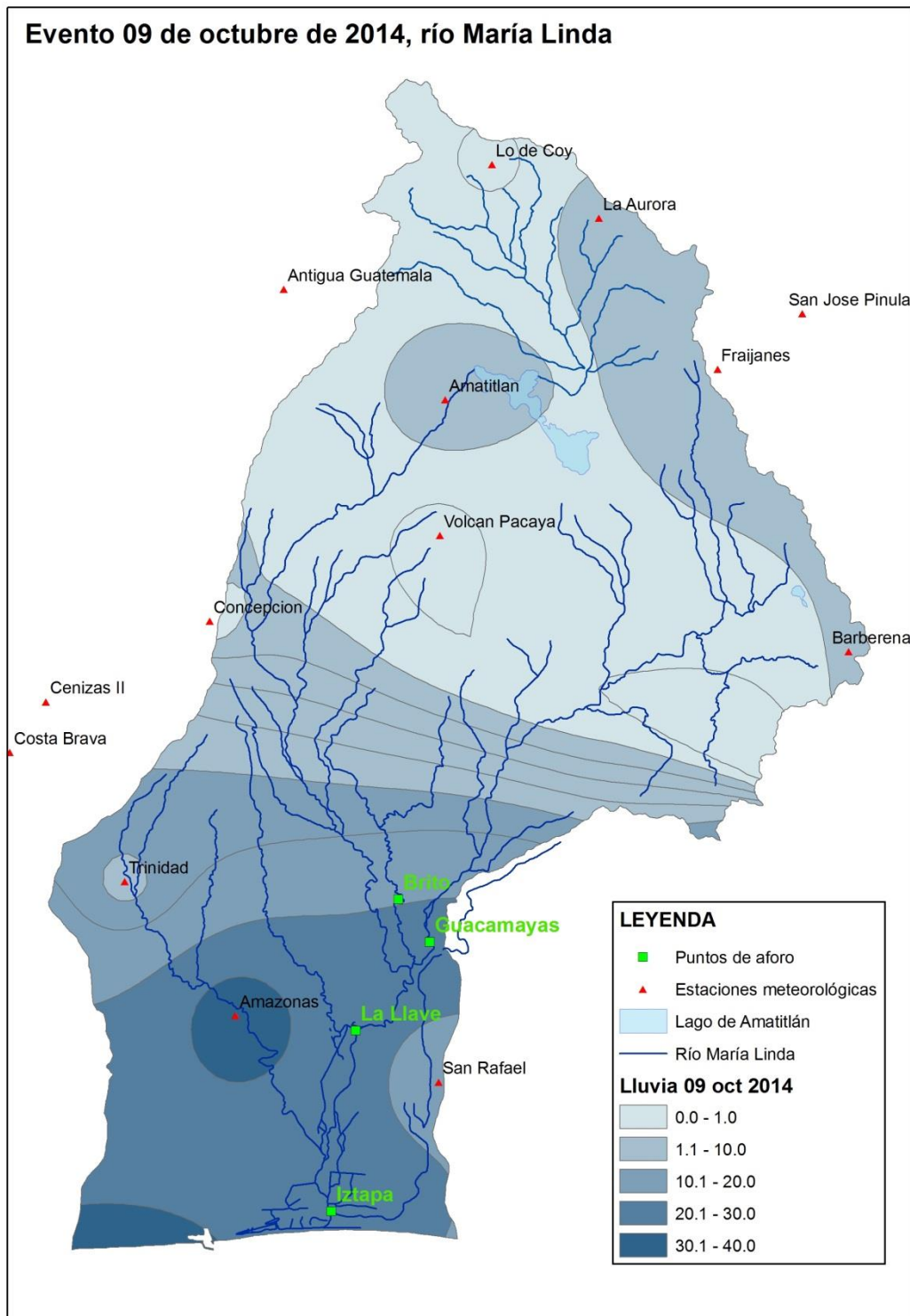


Figura 10. Pluviometría en la cuenca María Linda el 9 de octubre de 2014.

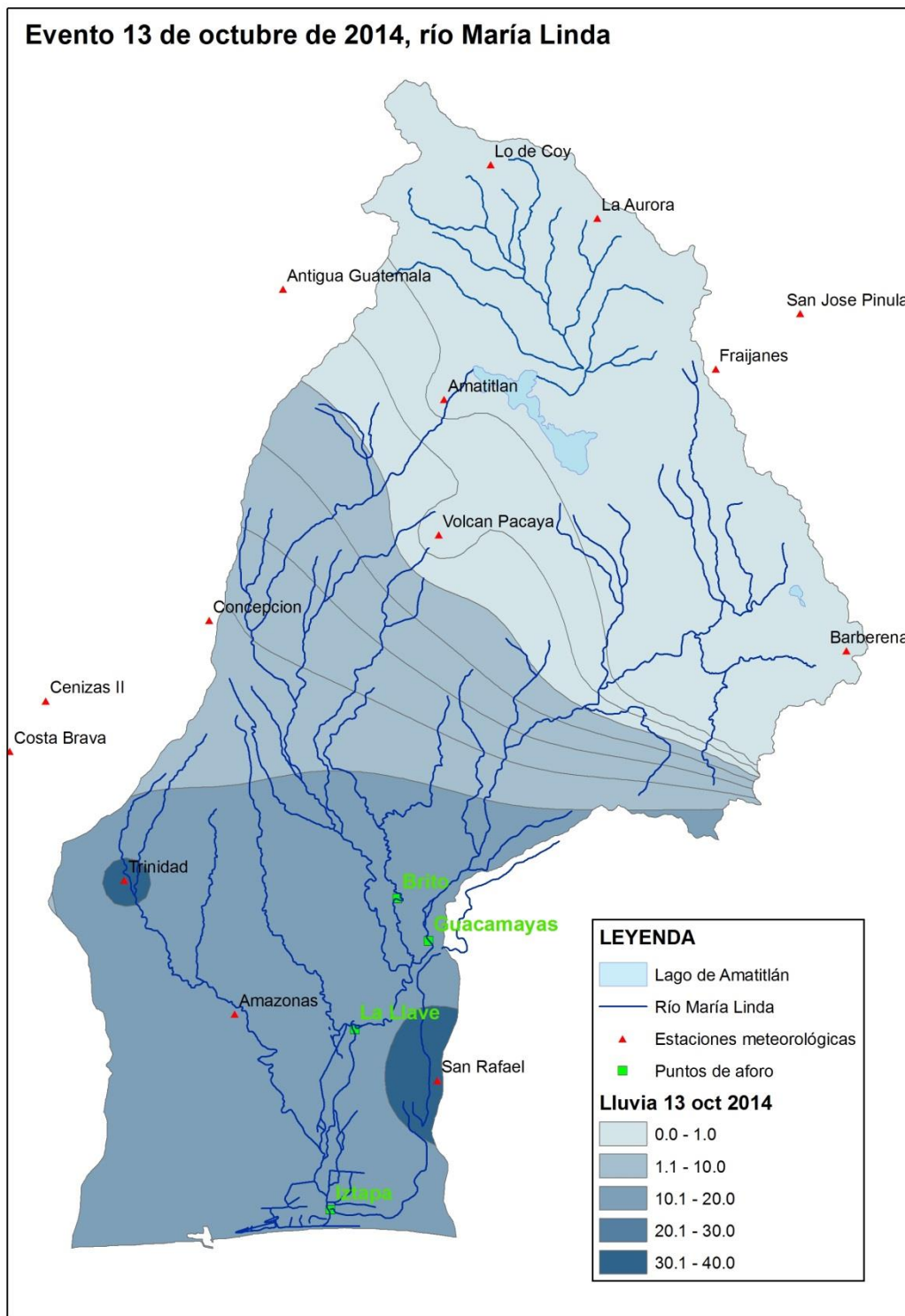


Figura 11. Pluviometría en la cuenca María Linda el 13 de octubre de 2014.

## Cuenca Los Esclavos

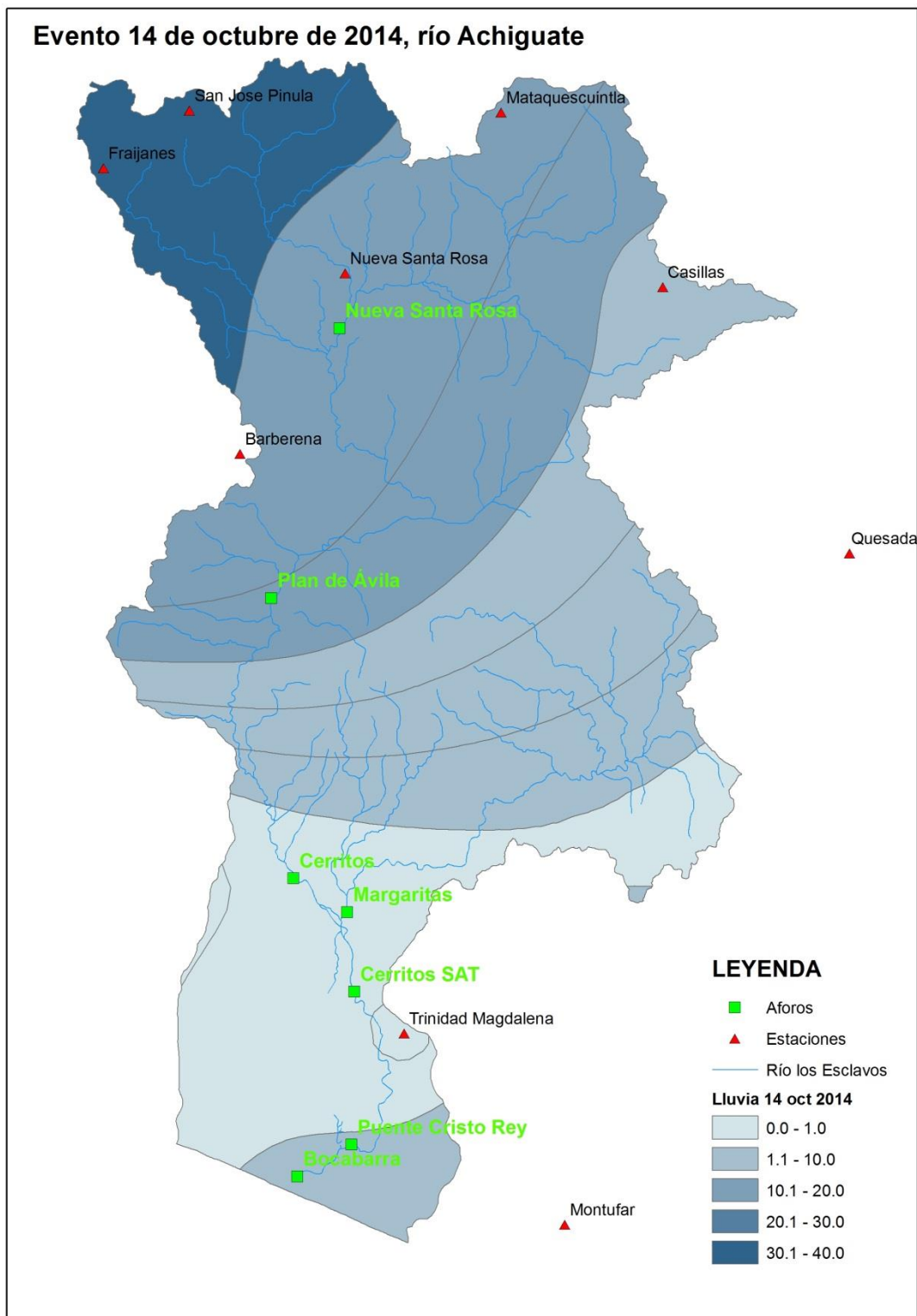


Figura 12. Pluviometría en la cuenca Los Esclavos el 14 de octubre de 2014.



### 4.2 Datos Aforos

En el siguiente apartado se muestran los niveles de crecida registrados en cada una de las mediciones realizadas. Nótese que la escala vertical varía según la magnitud de la crecida.

#### Cuenca Coyolate

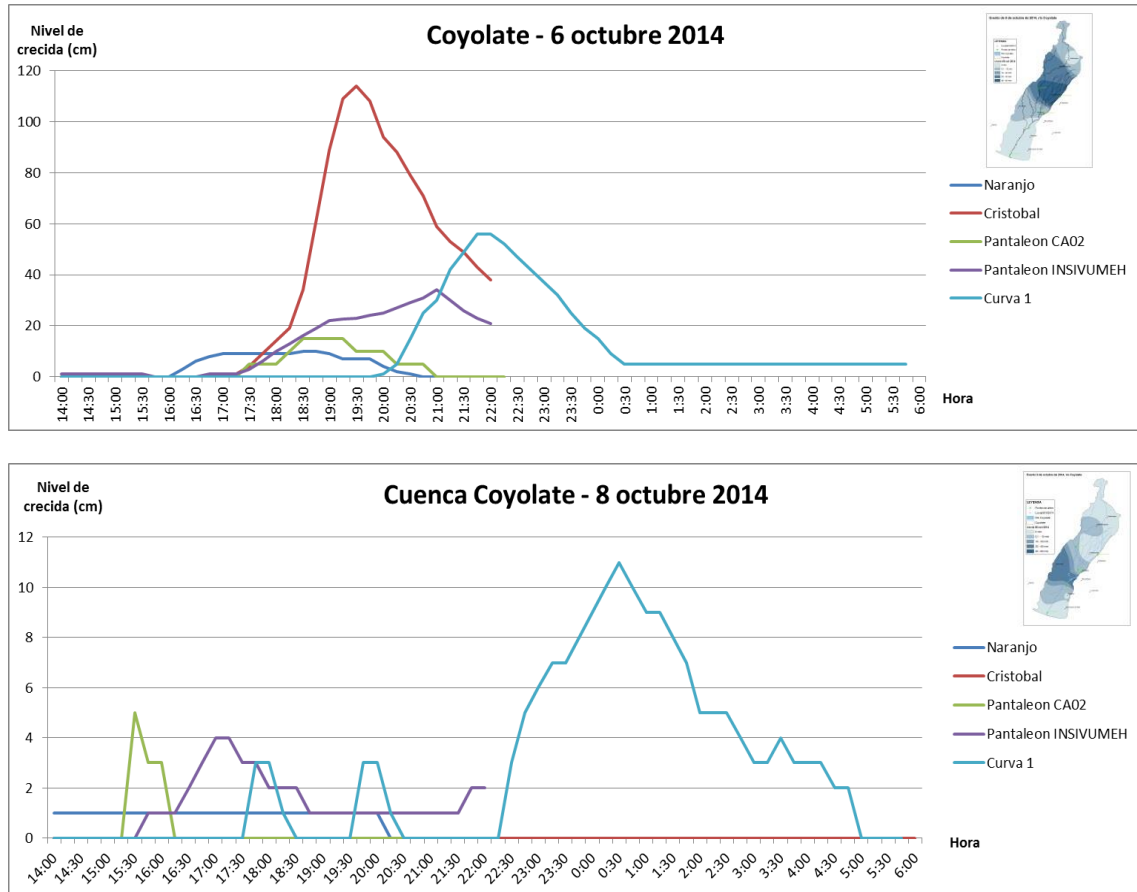


Figura 13. Registros de crecida obtenidos en la cuenca del Coyolate.

Cuadro 2. Tiempos de propagación de crecida en Coyolate.

Punto de medida	Siguiente punto	Tiempo medido
Naranjo	Cerro Colorado	-
Cristobal	Cerro Colorado	2h 15 min
Pantaleón CA-02	Pantaleón INSIVUMEH	1h 30 min
Pantaleón INSIVUMEH	Cerro Colorado	1h 15 min
Cerro Colorado	San Juan la Selva	4h 30 min

## Cuenca Achiguate

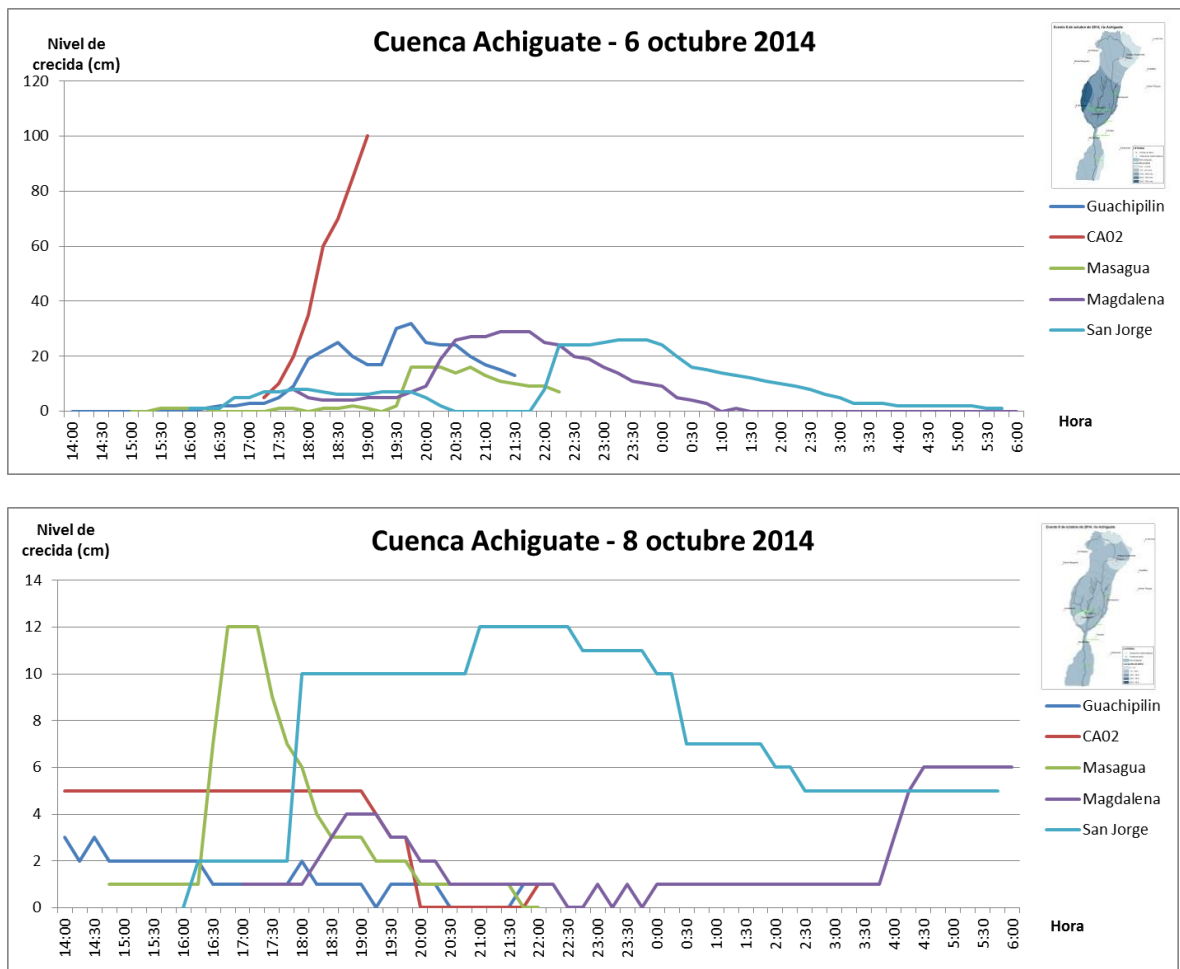


Figura 14. Registros de crecida obtenidos en la cuenca del Achiguate.

Cuadro 3. Tiempos de propagación de crecida en Achiguate.

Punto de medida	Siguiente punto	Tiempo medido
Guachipilín	Magdalena	1h 30 min
Masagua	Magdalena	1h 30min
Magdalena	San Jorge	2h



**Cuenca María Linda**

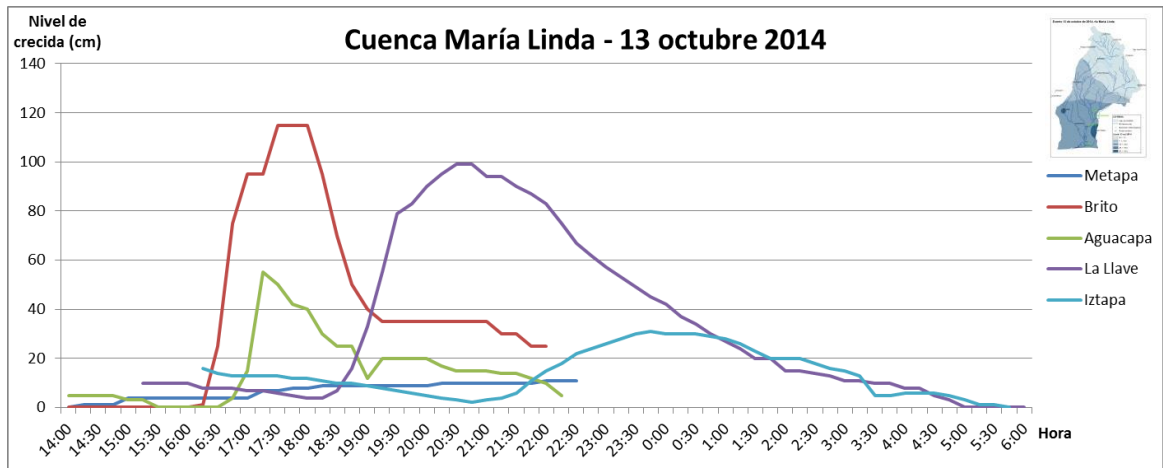
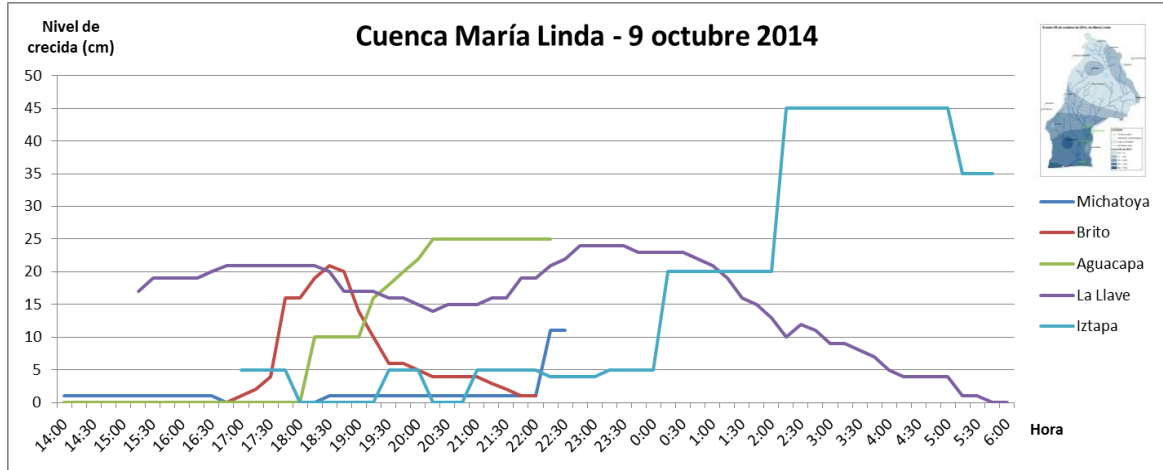


Figura 15. Registros de crecida obtenidos en la cuenca del María Linda.

Cuadro 4. Tiempos de propagación de crecida en María Linda.

Punto de medida	Siguiente punto	Tiempo medido
Brito	La Llave	2h
Aguacapa	La Llave	2h
La Llave	Iztapa	3h 15min

## Cuenca Los Esclavos

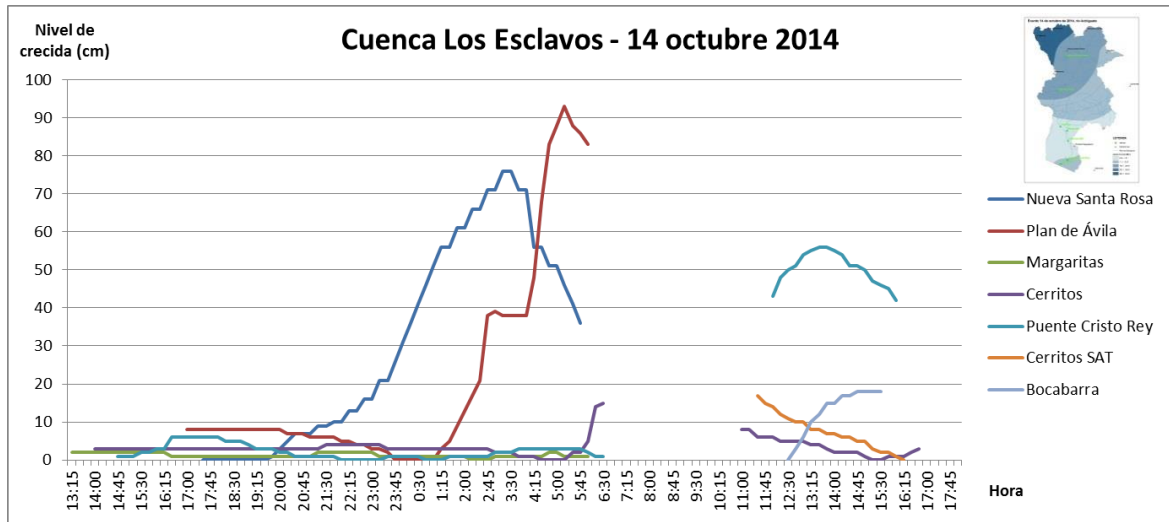


Figura 16. Registros de crecida obtenidos en la cuenca de Los Esclavos.

Cuadro 5. Tiempos de propagación de crecida en Coyolate.

Punto de medida	Siguiente punto	Tiempo medido
Nueva Santa Rosa	Plan de Ávila	2h
Plan de Ávila	Cerritos	4h 15min
Cerritos	Puente Cristo Rey	4h

## 5. CONCLUSIONES

El presente año se ha enfocado la calibración de los modelos hidrológicos a la variable de tiempo de propagación de las crecidas. Se han realizado dos campañas de monitoreo en las cuencas Coyolate, Achiguate y María Linda y una en Los Esclavos.

El objetivo ha sido generar datos para poder calibrar el tiempo de propagación del modelo. Calibrar el caudal máximo del hidrograma no se ha incluido en la actividad por el peligro que conlleva aforar las corrientes en episodios de crecida y por la dificultad de estimar el caudal dada la irregularidad de los lechos de la región.

Además de permitir ajustar los modelos hidrológicos, los tiempos de tránsito de crecidas son muy importantes para los sistemas de alerta temprana, para los cuales solo existían estimaciones teóricas de dichos tiempos.

**Río Coyolate:** Tras las campañas de monitoreo realizadas en 2013 y 2014, se dispone de algunos registros de crecidas del río Coyolate. Sin embargo todavía se necesitan registros de crecidas a la altura del Puente el Naranja, donde no hubieron lluvias significativas los días de monitoreo. El río Mascalate es otro tributario principal a ser medido puesto que nunca se incluyó en las campañas de monitoreo.

**Río Achiguate:** Tras las campañas de monitoreo realizadas en 2013 y 2014, se dispone de algunos registros de crecidas del río Achiguate. Sin embargo se recomienda realizar campañas de medición en el río Cenizas y Achiguate antes de la unión de los mismos para determinar la crecida generada en cada subcuenca. También se recomienda determinar nuevos puntos de medición en el río Guacalate para observar el tiempo de propagación del mismo desde Antigua hasta Masagua.

**Río María Linda:** Se obtuvieron registros a partir de los cuales se ha podido aproximar el tiempo de propagación de la crecida entre los diferentes puntos monitoreados. Cabe mencionar que el río Michatoya no presentó ningún cambio de altura durante su monitoreo. Esta corriente presenta una fuerte regulación de su caudal por el lago Amatitlán y la presa Jurún Marinalá. Asimismo, el río Aguacapa se ve regulado por la presa Aguacapa que realiza desfuegos sobre las 11 y las 16 horas. Por este motivo se debe ser cauteloso al relacionar las variaciones de nivel en este punto con la lluvia registrada.

**Río Los Esclavos:** El Río Los Esclavos presenta una dinámica diferente al resto de las cuencas trabajadas. La parte más lluviosa de la cuenca se sitúa en la cabecera de la misma. Además, al menos en el evento registrado, la lluvia se dio durante toda la noche, mientras que en las otras cuencas la lluvia se concentró en pocas horas en la tarde. Por este motivo, se recomienda el siguiente año planificar el monitoreo desde última hora de la noche hasta la tarde del día siguiente en la desembocadura.

A pesar de disponer ya de algunas estimaciones de tiempos de tránsito de crecidas medidos en campo, es importante repetir esta actividad para determinar cómo varían estos tiempos de propagación en función de la magnitud de los eventos y poder así realizar un mejor ajuste de los modelos hidrológicos.



**Instituto Privado de Investigación  
sobre Cambio Climático**