

Informe Estudio de zonas de amenazas por inundación usando sensores remotos, análisis hidrológico e hidráulico para mejorar la cuantificación y gestión del riesgo en la Cuenca del Río Zapote

Proyecto N°340-B7-522, Universidad de Costa Rica



Preparado para: Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias

Elaborado por: Dra. Alejandra Rojas González, Escuela de Ingeniería de Biosistemas, Universidad de Costa Rica.

San José, 03 de marzo, 2020

9 Apéndice

<i>Apéndice A: Anotaciones de campo del GPS.....</i>	<i>9-1</i>
<i>Apéndice B: Información adicional de la malla.</i>	<i>9-20</i>
<i>Apéndice C: Descripción visual de los puentes de la zona.</i>	<i>9-22</i>
<i>Apéndice D: Modelaciones hidráulicas adicionales.....</i>	<i>9-26</i>
<i>Apéndice E: Verificación de resultados de Flo2D para cada modelación bidimensional.</i>	<i>9-31</i>
<i>Apéndice F: Matrices de confusión para cada imagen.....</i>	<i>9-42</i>
<i>Apéndice G. Secciones de cotas de inundación</i>	<i>9-47</i>
<i>Apéndice H. Resumen de Análisis Hidráulicos.....</i>	<i>9-63</i>
<i>Apéndice I. Mapas de profundidad, velocidad y peligrosidad de Upala para distintos escenarios.....</i>	<i>9-67</i>
<i>Apéndice J. Mapas de profundidad, velocidad y peligrosidad de Bijagua para distintos escenarios..</i>	<i>9-89</i>
<i>Apéndice K. Mapas de profundidad, velocidad y peligrosidad de Canalete para distintos escenarios ...</i>	<i>9-114</i>

Apéndice A: Anotaciones de campo del GPS.

Información de gira realizada a Cuenca Zapote

20 – 22 de febrero de 2019

20-02- 2019

Punto de muestreo 1 en Río Zapote

Distancia entre punto de muestreo y distanciómetro: 6,678 m

Distancia entre punto y orilla del río: 7,1 m

Perfiles tomados en Río Zapote

(9 pts) 2019-02-20 / 16-13-37

(10 pts) 2019-02-20 / 16-27-30

(11 pts) 2019-02-20 / 16-34-50

(11pts) 2019-02-20 / 17-01-17

(Último perfil del día) 2019-02-20 / 17-10

21/2/2019

Puente Chimurria Aguas Abajo ($10^{\circ}52'26.7''$ N, $84^{\circ}58'40''$ O)

Banco Izquierdo Aguas Abajo 2,30 m.

(28 pts) 2019-2-21/ 7-25-12 Perfil puente Aguas Abajo + Perfil de calle

(21 pts) 2019-2-21 / 7-49-15 Perfil 2 puente *

(7 pts) 2019-2-21 / 7-15-40 Perfil 1 Aguas Arriba

(3 pts) 2019-2-21 / 7-13-58 Ancho del río

(2 pts) 2019-2-21 / 7-12-49 Ancho del río

Puente Chimurria Aguas Arriba [$10^{\circ}52'25.8''$ N; $84^{\circ}58'39.6''$ O]

Profundidad de banco Izquierdo Aguas Arriba: 2,9 m; 2,10 m.

2019-2-21 / 8-17-15 Perfil Aguas Arriba

2019-2-21 / 8-17-15 [Pto 12] Distancia de disto al puente.

Altura de banco derecho: 3,771 m

Ancho de río: 16 m

21/2/2019

(GPS 3) Señor comenta que agua no llegó. Se llena en la zona baja.

(GPS 4) Si llegó, 1,10 m según relato del testigo.

(GPS 5) Subió alrededor de 30 cm.

(GPS 6) 4 personas, 40 años

(GPS 9) 75cm

(GPS10) Agua normal 59cm, Huracán Juana 1.14m y evento 1.50m*

(GPS11) 50cm

(GPS12) no llego el agua

(GPS13) no llego el agua

(GPS14) no llego el agua

(GPS15) 43cm y 103 cm zona del establo

(GPS16) 110cm

(GPS17) 83cm

(GPS18) llego con barro

(GPS19) 135cm agua y lodo*

(GPS20) marca de lodo 72cm

(GPS21) Extracción de muestras de lodo 23cm

(GPS22) Ubicación de estación

(GPS23) 2m

Toma 1 Bijagua

(GPS 24) Extracción de muestra suelo cercana a represa.

(GPS 25) Muestra de lecho del río.

(GPS 26) Toma 1 Bijagua

Toma Bijagua: 8 m³/s + Q. ecológico

2019-2-21 / 11-48-50 y 11-54-49 Perfil Presa Derivadora

Toma 2 Bijagua

(GPS 27) (13 pts) 2019-2-21 / 13-12-52 Perfil Aguas Arriba

(GPS 28) (10 pts) 2019-2-21 / 13-06-59 Perfil Aguas Abajo

Toma 3 Bijagua

(GPS 29) Altura que llegó el agua en la parte superior de la estructura del embalse: 1,30m

(11 pts) 2019-02-21 / 15-13-13 Perfil Aguas Abajo de Represa (antes del puente)

2019-02-21 / 15-27-56 Perfil Aguas Abajo de Represa (después del puente)

**Se realiza en el embalse aforos de cinta, con los cuales se mide el nivel del agua.

(GPS 30) 2019-02-21 / 15-53-29 Perfiles de Zapote

Medidas de piedras: A. 2,55 m y B. 4 a 4.5 m

(GPS 31) No se llenó

(GPS 32) Sí, 86 cm. De aquí en adelante se inundó. Durante evento Juana el nivel fue el mismo.

(GPS 33) No, pero atrás de la casa si se inundó.

(GPS 34) Punto 0

(GPS 35) Sí, 60 cm. Fue arena más que todo

(GPS 36) Si, 90 cm

(GPS 37) Sí, 25 cm

(GPS 38) Sí, 70 cm

(GPS 39) Sí, 1,43 m con mucho lodo.

(GPS 40) NO

(GPS 41) Quebrada límite de llanura de inundación

(GPS 42) Sí, 70 cm

(GPS 43) Sí, 50 cm (hora de afectación 7 a 10 pm)

(GPS 44) Sí, 1,15 m. 70 cm de barro.

(GPS 45) Sí, 40 cm con mucho barro (1/4 y media: **25,5 cm**)

(GPS 46) Sí, 50 cm. Flujo de agua superficial con lodo entre 7 – 8 pm. Mucha velocidad

(GPS 47) 15 cm

(GPS 48) NO, pero se inundó unos 10 cm.

(GPS 49) Puente relevante en huracán Otto

(GPS 50) NO

22-2-2019

(GPS 51) Sí, 150 cm. Gasolinera sin factura digital.

(GPS 52) Sí, 50 cm de agua y 25 cm de barro. **Escuela El Rosario**. Evento Juana no inundó.

En el Oasis, a 1 km de la Escuela fue donde comenzó la inundación.

(GPS 53) Medición de altura de calle, 1,65 m

(GPS 54) Sí, 1,50 m de lodo

(GPS 55) Sí, 1,80 m de lodo

(GPS 56) Sí, hasta el techo de la casa verde. Aproximadamente 2,50 m el nivel al que llegó la inundación.

(GPS 57) 30 cm. No llegó a la casa. Con Juana llegó hasta el borde del río.

(GPS 58) Sí, 1,70 m llegó hasta la raíz del árbol.

(GPS 59) Oasis, Pto 0. Inicio de la inundación.

(GPS 60) Sí, 1,60 m. Segunda de calle hacia adentro.

(GPS 61) Divisoria de aguas

(GPS 62) Sí, 74 cm. **TALLER** Afectación se dio por ahí de las 9 pm, 2 horas después del huracán. Hubo un efecto con 2 puentes colgantes (en el río había uno ubicado abajo y otro arriba del local), los cuales sirvieron como presa del flujo de la inundación.

(GPS 63) Medición de altura de loco en casa abandonada 1,70 m.

(GPS 64) Sí, 1,55 m con lodo. Dentro del taller el nivel llegó a 71 cm y detrás hay una marca de 1,08 m. Con Juana no se inundó el local.

(GPS 65) Sí, 1 m

(GPS 66) Sí, 1,94 m. Agua con todo

(GPS 67) Altura al ras del suelo, aproximadamente 10 cm debido al nivel de la casa. Con Juana no se inundó.

(GPS 68) No. Con Juana tampoco se inundó, pero el nivel de agua en el centro de Upala fue de 1 m según entrevistado.

(GPS 69) Sí, 1,40 m. **Hubo de todo. Afectación se dio luego de las 10 pm.**

(GPS 70) No se inundó el taller de buses.

(GPS 71) 30 cm de altura aproximadamente

(GPS 72) No se inundó

(GPS 73) No

(GPS 74) No, Pto 0. Taller TRAA

(GPS 75) Sí, 90 cm

(GPS 76) No, agua pasó detrás de la soda. En el Hospital, el INA y el Colegio Técnico no se inundó.

(GPS 77) Sí, 65 cm. Pasó al otro lado de la calle.

(GPS 78) Sí, 1,30 m de los cuales 20 cm fueron lodo. Juana no afectó dicha ubicación.

(GPS 79) Sí, 50 cm que fue puro lodo.

(GPS 80) Sí, 1,35 m y 44 cm de lodo. Se le debe sumar 26 cm de altura de grada. **Pulpería [1,61 m y 0,70 m]**

(GPS 81) Sí, 1,95 m

(GPS 82) Sí, 2,30 m total, 55 cm de lodo.

(GPS 83) Sí, 1,57 m + 0,23 m (grada). Lodo 53 cm. **[1,80 m y 0,76 m]**

(GPS 84) Sí, 1 m. Lodo, aproximadamente 60 cm. Con Juana sí se inundó pero no llegó tan alto.

(GPS 85) Sí, 1,70 m y 90 cm de lodo.

(GPS 86) Sí, 1,04 m. **Pulpería**

(GPS 87) Sí, 1,54 m. Lodo 50 cm.

(GPS 88) Sí, 1,10 m y 50 cm de lodo. Se debe sumar 13 cm por grada. **[1,23 m y 0,63 m]**

(GPS 89) Sí, 1 m (lodo + agua). Flujo con mucha velocidad y su dirección venía del río.

(GPS 90) Sí, 1 m (agua) y 45 cm de lodo.

(GPS 91) Sí, 1 m (lodo completamente)

(GPS 92) No llegó el agua.

(GPS 93) Dique, no paso agua más allá. **PTO 0**

(GPS 94) Sí, 70 cm (mezcla de todo material).

(GPS 95) Sí, 83 cm con lodo. Iba en dirección hacia el Carmen. A Nazareth sí llegó. En las partes altas del Carmen no llegó según entrevistada; sin embargo, hubo zonas que sí se vieron afectadas por la inundación. A la casa enfrente del plantel del ICE sí llegó flujo.

(GPS 96) Sí, 70 cm total y 35 cm de lodo.

(GPS 97) Sí, 0,60 m total y 0,34 m de lodo. Se le debe suma 0,15 m de grada **[0,75 m y 0,49 m]**.

(GPS 98) Sí, 0,60 m y 0,10 de lodo.

(GPS 99) Sí, 0,60 m. **Plantel del ICE**

(GPS 100) Sí, 103 cm en total con 30 cm de lodo. En la casa salieron a las 12 am. El flujo de agua llevaba mucha velocidad.

(GPS 101) PTO de posible límite.

(GPS 102) No hubo afectación. Escuela del Carmen (Se utilizó como centro de evacuación). El entrevistador indicó que más arriba del Carmen, el agua pudo haber llegado a unos 75 cm en total y 30 cm de lodo.

(GPS 103) No, unos 100 m antes llegó el agua [PTO 0]. Se indicó que en el barrio “El Real” fue parecido pero en dicho momento no había casas construidas.

(GPS 104) Sí, 30 cm de barro y agua.

(GPS 105) Sí, 56 cm de barro.

(GPS 106) Sí, 80 cm y 50 cm de barro.

(GPS 107) Sí, 70 cm barro.

(GPS 108) Sí, 50 cm de barro (casa esquinera)

(GPS 109) No

(GPS 110) Sí, 70 cm.

(GPS 111) Sí, 49 cm. **Hotel Wilson**

(GPS 112) Toma puente Upala

(GPS 113) Sí, 40 cm total y 25 cm de lodo.

(GPS 114) Sí, 30 cm, barro.

(GPS 115) Sí, 50 cm, barro.

(GPS 116) Sí, 90 cm, barro. Flujo iba con mucha velocidad.

(GPS 117) Sí, 1,32 m. Agua con barro.

(GPS 118) Sí, 1,25 m. Barro

(GPS 119) Sí, 97 cm de barro y 1,65 m en total.

(GPS 120) Sí, entre 1 a 1,50 m en total con 50 cm de barro.

(GPS 121) Sí, 1,05 m en total y 0,25 m de barro. **Restaurante Esquinero en Upala cerca del río Zapote.**

(GPS 122) Sí, 1,51 m

*Altura de la barrera de Upala es de 90 cm.

(GPS 123) Sí, 1,55 m.	} Marcas de agua
(GPS 124) Sí, 1,45 m.	
(GPS 125) Sí, 1,56 m.	
(GPS 126) Sí, 1,34 m.	

(GPS 127) Sí, 1,02 m de barro. **Lavacar**

(GPS 128) Sí, 1.30 m

(GPS 129) PTO 0

(GPS 130) No

(GPS 131) No

(GPS 132) 10 cm, flujo superficial.

(GPS 133) Sí, 2 m.

(GPS 134) Sí, 2 m. Lodo, piedras.

(GPS 135) Sí, 1 m.

(GPS 136) Sí, 0,50 m. Punto cercano al oasis. Cercano había un puente de 2m de ancho que se lo llevó el río.

(GPS 137) Toma de muestra de banco derecho de inicio de llanura de inundación.

(GPS 138) Casa de atrás, 6 m. Entre las 9 pm y 1 am fue el tiempo en que se vieron afectados por el evento.

(GPS 139) Medida de perfil del puente de Canalete.

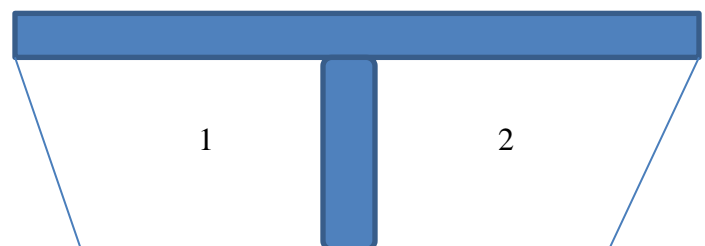
Puente Canalete

Altura desde lecho del río: 10 m

Largo: 53,459 m.

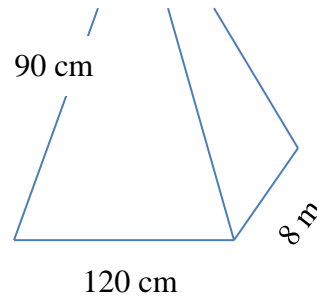
Ancho del puente (carriles): 2.04 m

Perfil tramo 1: 2019-02-22 / 15-10-05



Perfil tramo 2: 2019-02-22 / 15-16-05

Base del puente



(GPS 140) Toma de muestra banco derecho aguas arriba de puente

Canalete

(GPS 141) Toma de muestra orilla aguas arriba puente Canalete.

Puente Zapote

Alto desde lecho del río: 11.922 m

Largo: 62.387 m

Ancho contemplando sección de concreto: 8 m

Ancho de carriles: 4.20 m

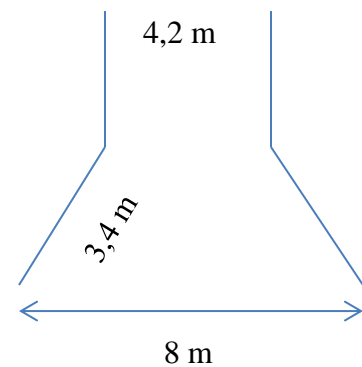
(25 pts) 2019-2-22 / 17-01-17 Perfil de puente

(GPS 142) Perfil puente zapote **-85.069367 10.726975**

(GPS 143) Pto derecho del puente visto desde aguas arriba

(GPS 144) Pto izquierdo del puente visto desde aguas arriba

Vista Aérea



6 - 7 de Marzo de 2019

6 de febrero

Zona visitada: Bijagua

En Catarata Bijagua Lodge, a las 6 pm comenzó a llover y a las 7:30 pm fue la avalancha.

(GPS 145) Punto donde llegó el agua en pichardo (tilapias zona con desastre)

(GPS 146) 1,5 m de nivel de agua

(GPS 147) Brazo del río. El río se ha desviado.

(GPS 148) Punto cero

(GPS 149) 30 cm nivel de agua

(GPS 150) 50 cm nivel de agua

- El 6 de agosto hubo un temblor.
- Hubo rellenos. El río hizo caminos.
- En la zona por 1 año se tuvo lodos (olor fuerte).

(GPS 151) Dique suelo al lado de Bijagua Lodge.

(GPS 152) Tanque de agua. No llegó

(GPS 153) No llegó

(GPS 154) 80 cm nivel de agua

(GPS 155) Toma de perfil puente aguas debajo de Q. Pichardo cerca de entrada a carretera principal. Perfil 2019-03-05/ 15-01-30

(GPS 156) Nivel de agua por ventana (1,20 m). Casa cerca de carretera principal.

(GPS 157) Al margen derecho del río habría 7 casas que fueron arrasadas durante el evento.

(RÍO BIJAGUA AGUAS ARRIBA)

- Sección aguas arriba: Ancho: 18.857 m y Altura: 4 m.
- Sección aguas abajo: Ancho: 20.462 m
- Sección longitudinal: 2019-3-05/ 15-30-22

(GPS 158) Punto cero

(GPS 159) Ubicación cercana a las 7 casas que fueron arrasadas.

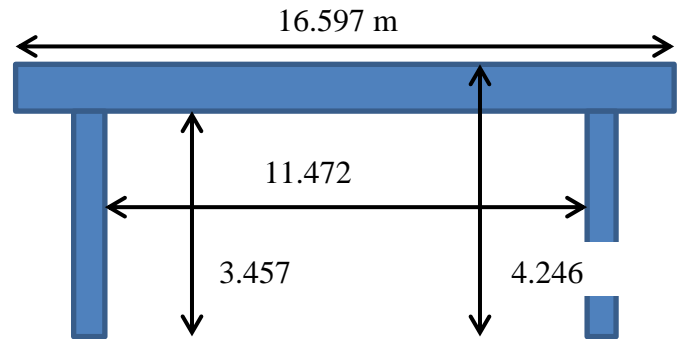
(GPS 160) Puente altura al perfil
(QUEBRADA PICHARDO PUENTE
2)

Largo total: 16.597 m

Largo interno del puente: 11.472 m

Altura de lecho de río a viga de metal:
3.457 m

Altura de lecho de río a nivel de carretera en puente: 4.246 m

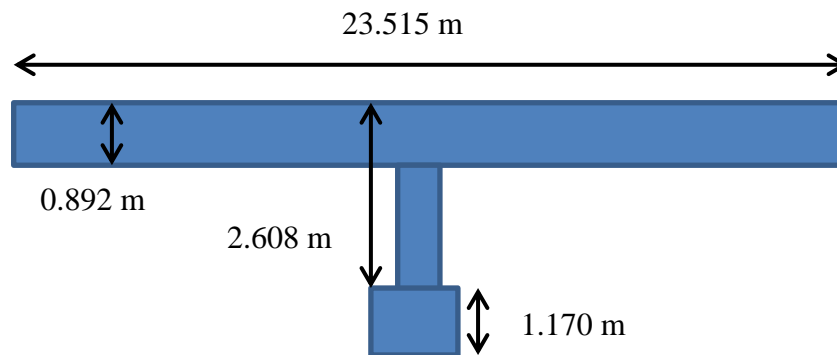


(GPS 161) No contar

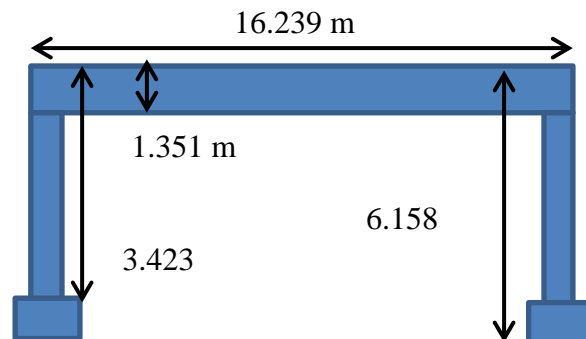
(GPS 162) No se metió

(GPS 163) Punto cero

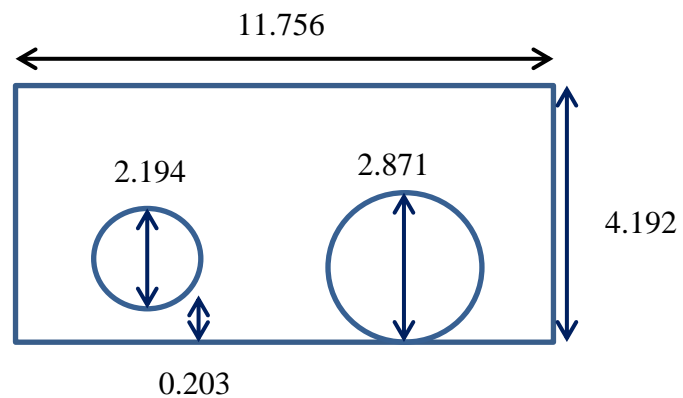
(GPS 164) Perfil de puente Bijagua 1: 2019-03-05/ 16-23-57(RÍO BIJAGUA EN EL
CENTRO)



(GPS 165) Perfil puente bijagua 2 (RÍO BIJAGUA AGUAS ABAJO EN CURVA)



(GPS 166) Puente cruce Río Frío



- Perfil 1 Aguas Arriba: 2019-03-05 / 17-23-01
- Perfil Longitudinal: 2019-03-05 / 17-28-27
- Perfil 2 Aguas Arriba: 2019-03-05 / 17-32-04

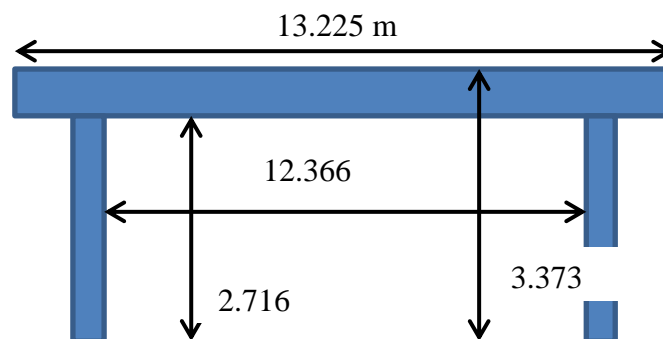
(GPS 168) Río Celeste

6 de febrero

Zona visitada: Aguas Claras

(GPS 169) Quebrada, solo meter caudal (son 2 quebradas en la zona).

(GPS 170) Puente río Raudales. Ancho de carril de puente: 3.60 m.



- Perfil Aguas Abajo 2019-03-06 / 08-42-15 (8)

- Perfil Aguas Arriba 2019-03-09 / 8-37-38 (10) En el puno del árbol se debe bajar 1.22 m para que quede a nivel de suelo.

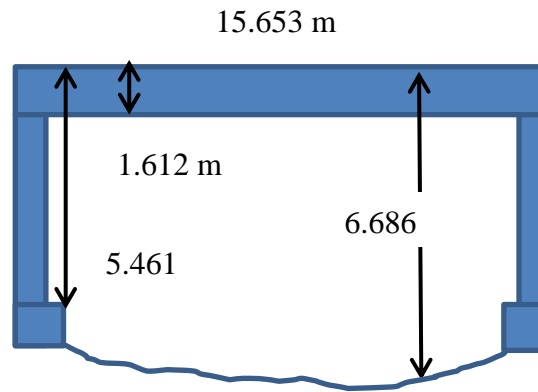
(GPS 171) No llegó el agua.

(GPS 172-173) 25 cm de nivel de agua. El huracán Juana si afectó dicha zona. Cerca de la casa se encuentra un árbol que fue botado debido al flujo de agua durante el evento.

(GPS 174) Punto río

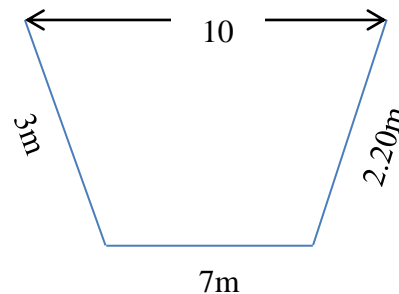
(GPS 175) Punto cero

(GPS 176) Punto cero: inicio de modelación. En esta sección se encuentra un puente con el siguiente perfil.



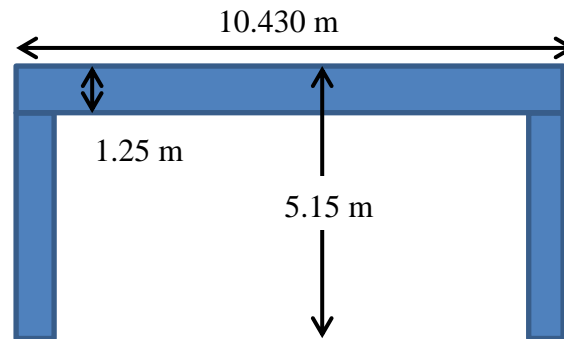
(GPS 177) Río Sin Nombre. Se debe incluir perfil en la modelación.

(GPS 178) Medición de Sección



(GPS 179) Quebrada minúscula 1.5 m de ancho.

(GPS 180) Perfil de puente



- Aguas Arriba: 19-05-06 / 9-59-57 (9)
- Aguas Abajo: 19-05-06 / 9-51-52 (11)

(GPS 181) No se inundó

(GPS 182) Llegó pero a unos 25 cm

(GPS 183) No llegó

(GPS 184) Toma de perfil de puente por Iglesia San Isidro (esta última no se vio afectada). El río entra alrededor de una dirección de 40 grados en relación a la vista frontal del puente aguas arriba.

- Aguas Abajo: 19-03-16 / 10-20-14
- Aguas Arriba: 19-03-16 / 10-27-04

(GPS 185) Box Culvert.

Aguas Arriba.

Altura: 2.40 m

Viga: 40 cm

Alerón: 2.40 m

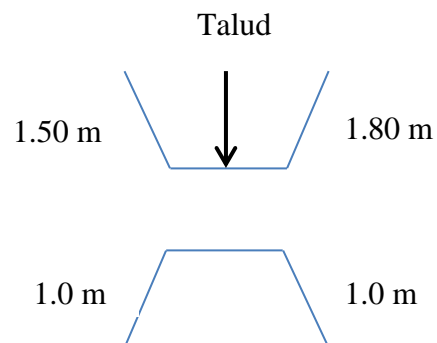
Talud 1:1

Aguas Abajo

Altura a grada que conecta con lecho del río: 3.60 m

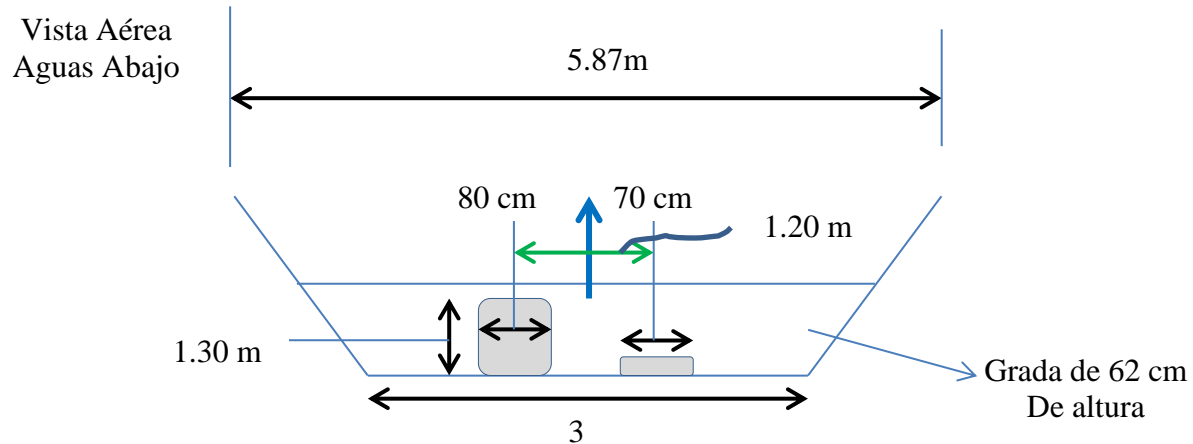
(GPS 186) No se inundó

(GPS 187 y 188) Toma de mediciones de alcantarillas.



Aguas Abajo: Altura de grada hasta nivel calle: 1.72 m

Aguas Arriba: Altura desde nivel de calle a lecho: 1.84 m



(GPS 189) Q. Huacas, toma de perfiles

- Aguas Arriba: 19-03-16 / 11-28-37 (16)
- Aguas Abajo: 19-03-16 / 11-35-20 (12)

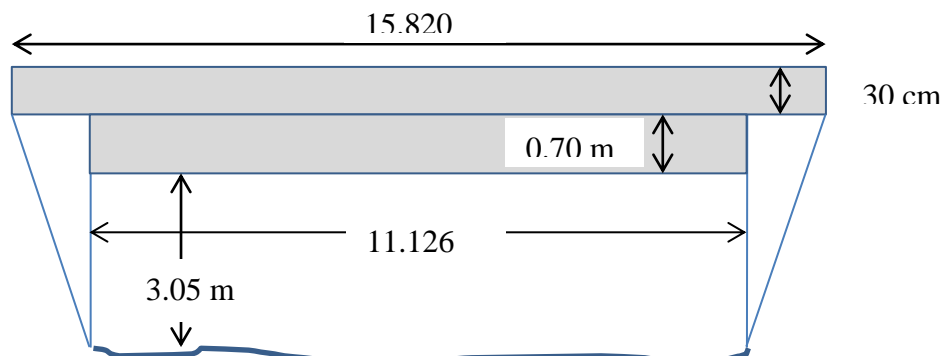
Dimensiones del puente:

- Apertura: 8.50 m
- Altura de viga de metal: 55 cm
- Altura de lecho del río a base del puente: 1.30 m
- Altura de base del puente a viga de metal: 2.47 m
- Ancho del puente (carril + paso peatonal): 5.40 m (3.65 + 1.75 respectivamente)

(GPS 190) Dimensiones del puente:

- Ancho de carril (placa de metal que sirve de paso): 2.40 m
- Altura a lecho del río: 2.60 m
- Altura de viga de metal: 33 cm
- Apertura: 9.5 m

(GPS 191) Puente Quebrada Brava



- Perfil Aguas Arriba: 12-11-30 (9)
- Perfil Aguas Abajo: 12-18-02 (12)

(GPS 192) Sí, 0.5 m

(GPS 193) Supermercado, 49 cm + grada de 6 cm

(GPS 194) Sí, 20 cm

(GPS 195) Sí, 30 cm “Por Soda Flory cerca de Hinos Bar, no se inundó.

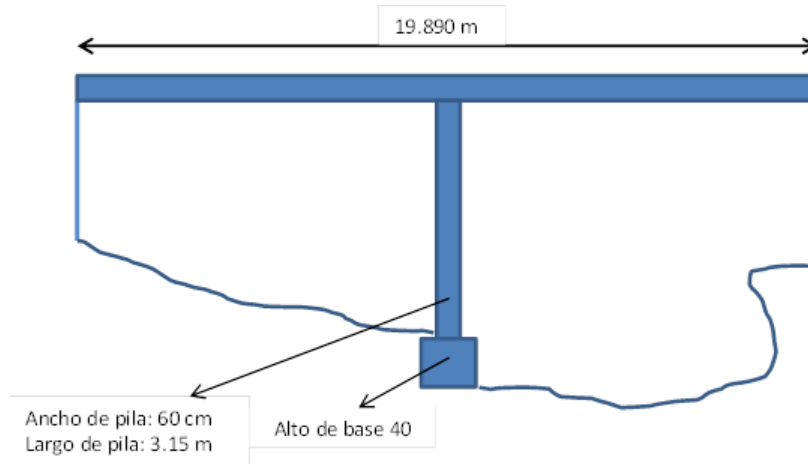
(GPS 196) Sí, 15 cm pero con mucha fuerza

(GPS 197) Nivel de piso, no entro a la casa

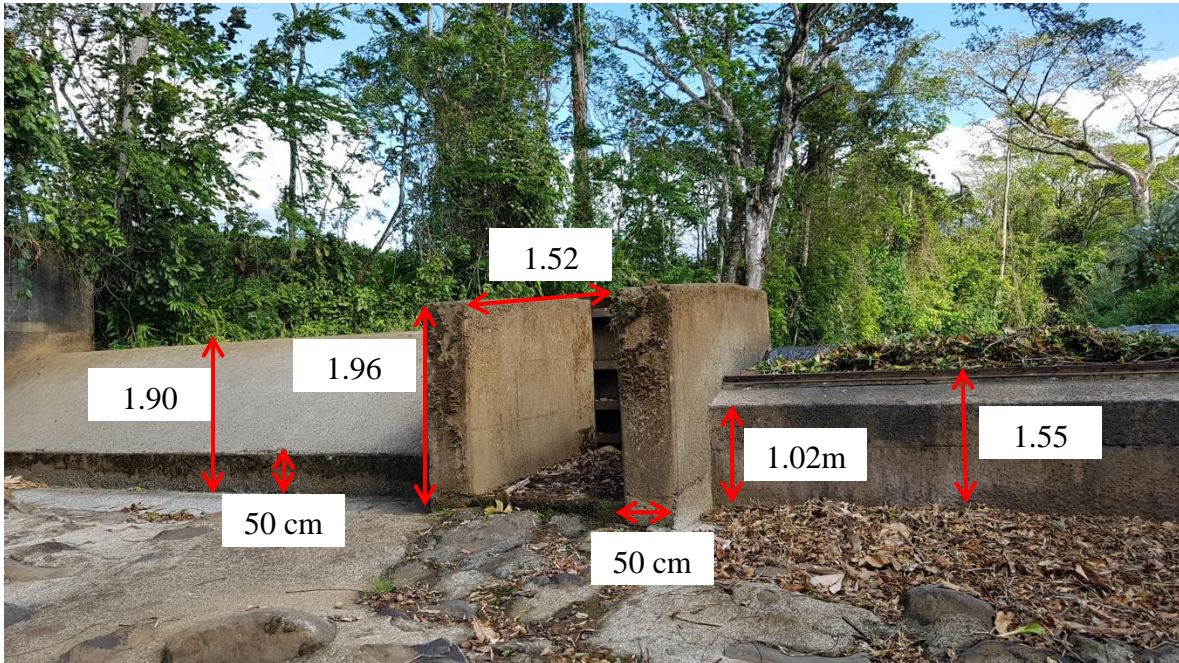
(GPS 198) No llegó; (GPS 199) 75 cm; (GPS 200) Sí, 50 cm; (GPS 201) Río; (GPS 202) No

(GPS 203) Puente con bases. Ancho del puente (carril): 3.525 m

- Perfil Aguas Arriba: 2019-03-06 / 14-00-14 (11)
- Perfil Aguas Abajo: 2019-03-06 / 13-56-15 (10)



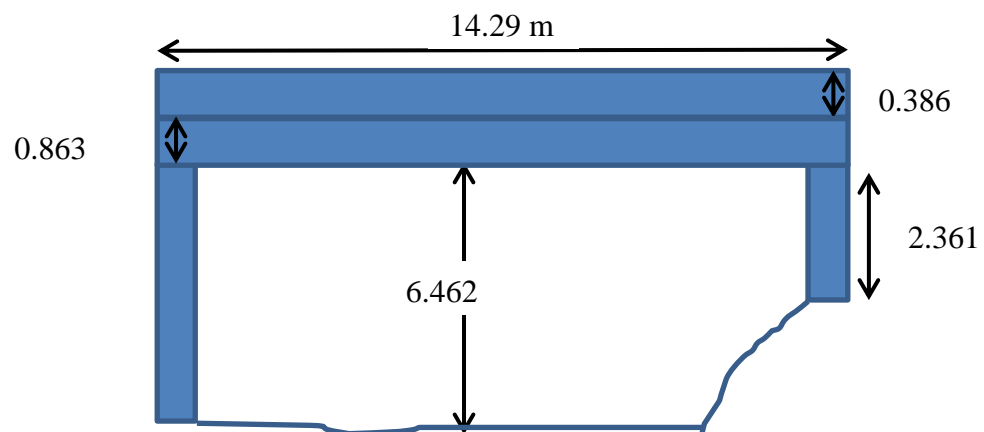
(GPS 204 y 205) Punto de control (Infraestructura hidráulica).



(GPS 206) Puente, perfil lo tiene Alejandra en foto.

(GPS 207) Puente y perfil de río. 15-22-12 (11)

Ancho de carril: 4.82 m



Casa esquinera cercana al puente no se inundó.

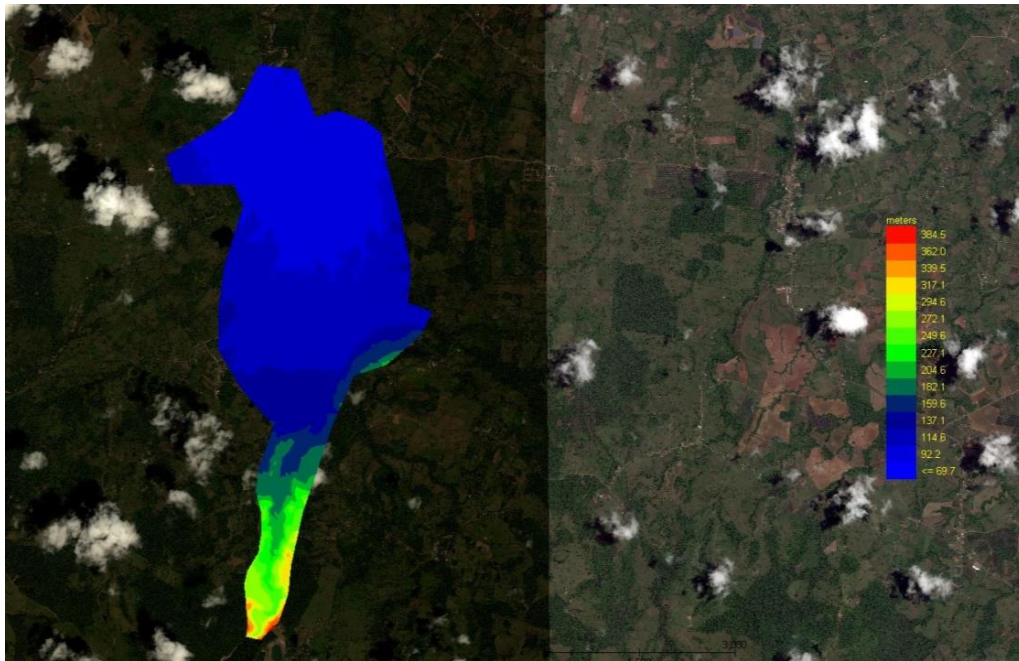
(GPS 208) No llegó el agua.

(GPS 209) Salida de río y sigue por la calle.

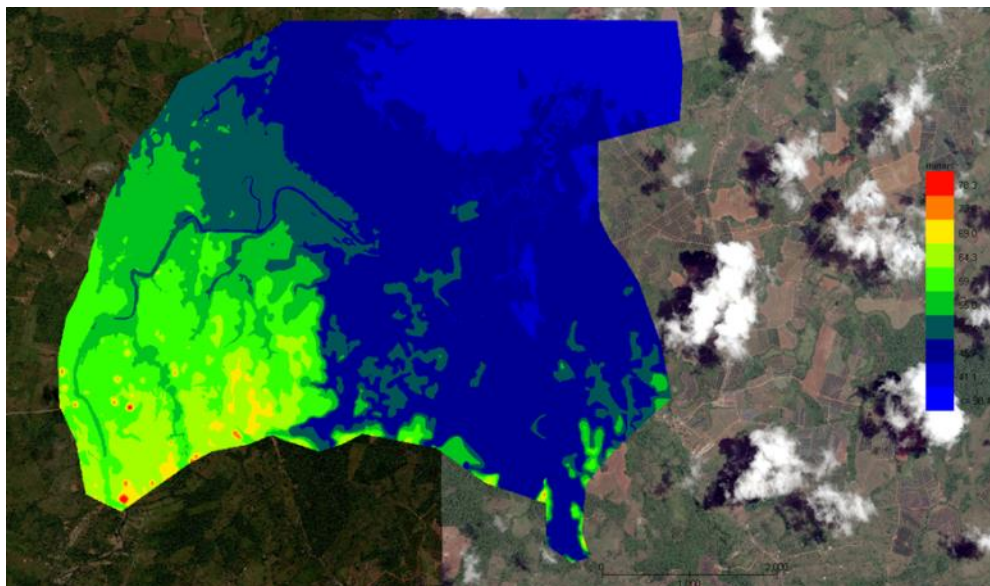
(GPS 210) Ramal que conecta con Raudales.

(GPS 211) Planicie sin desbordar.

Apéndice B: Información adicional de la malla.

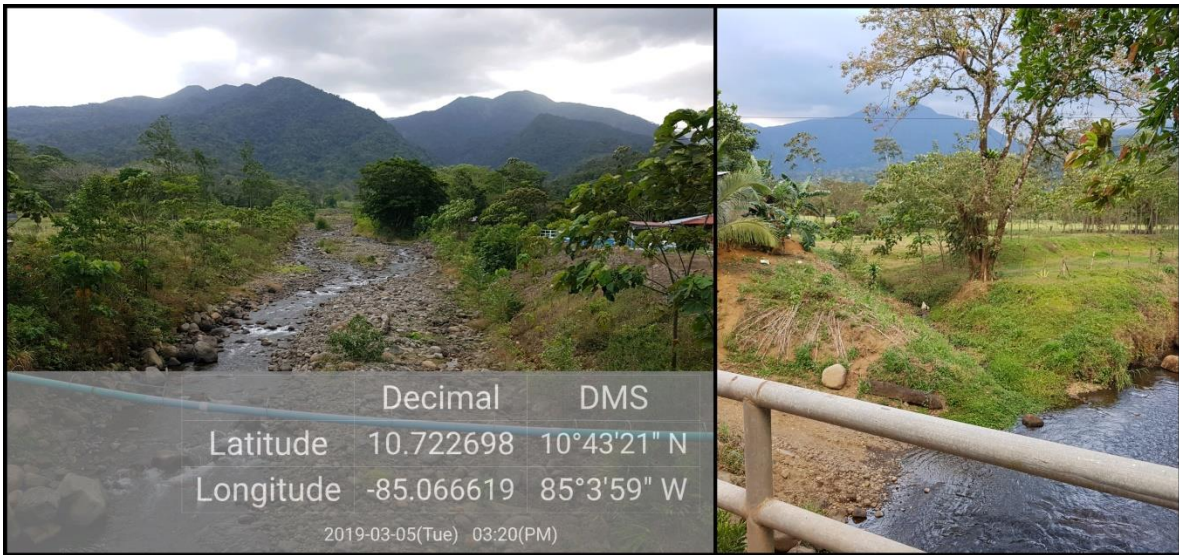


Modelo de elevación digital en el área del estudio bidimensional para Canalete



Modelo de elevación digital en el área del estudio bidimensional para Upala

Apéndice C: Descripción visual de los puentes de la zona.



Puente 1 sobre el río Bijagua.



Puente 2 sobre el río Bijagua



Puente 3 sobre el río Bijagua

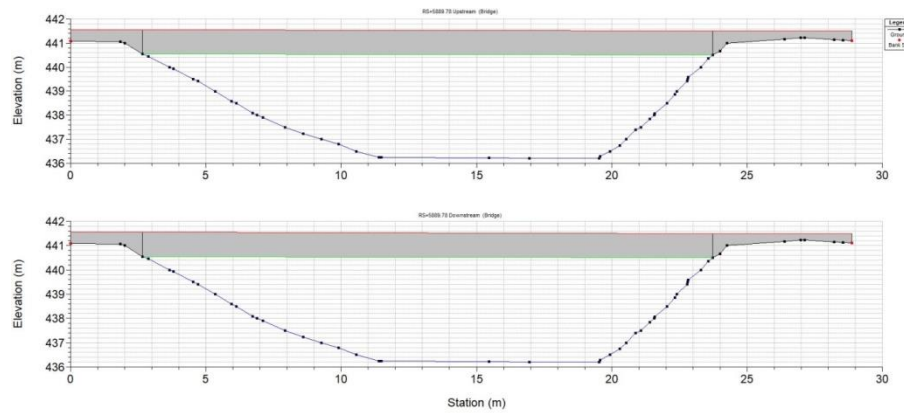


Alcantarilla en la quebrada intermitente en Bijagua

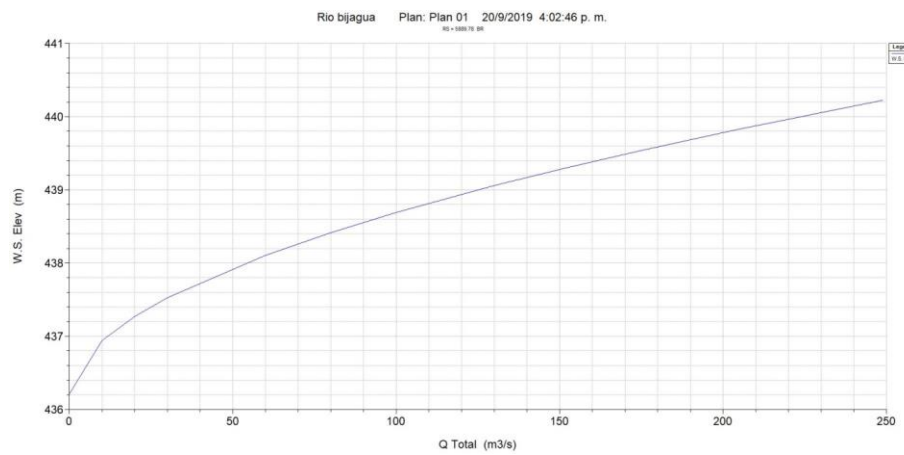


Puente en Canaleta

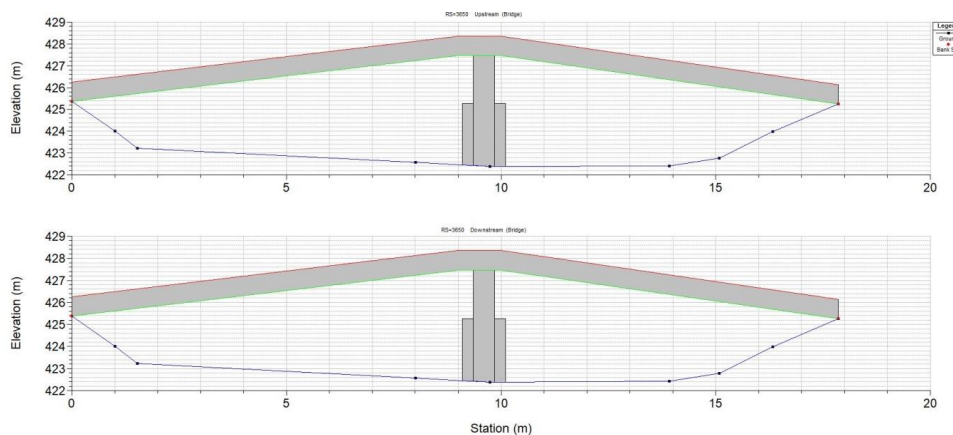
Apéndice D: Modelaciones hidráulicas adicionales



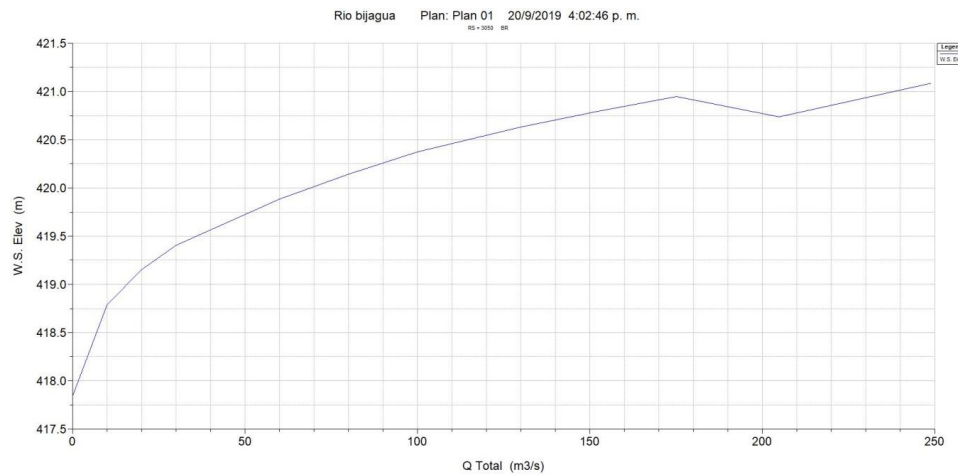
Perfil aguas abajo y aguas arriba para el primer puente en Bijagua



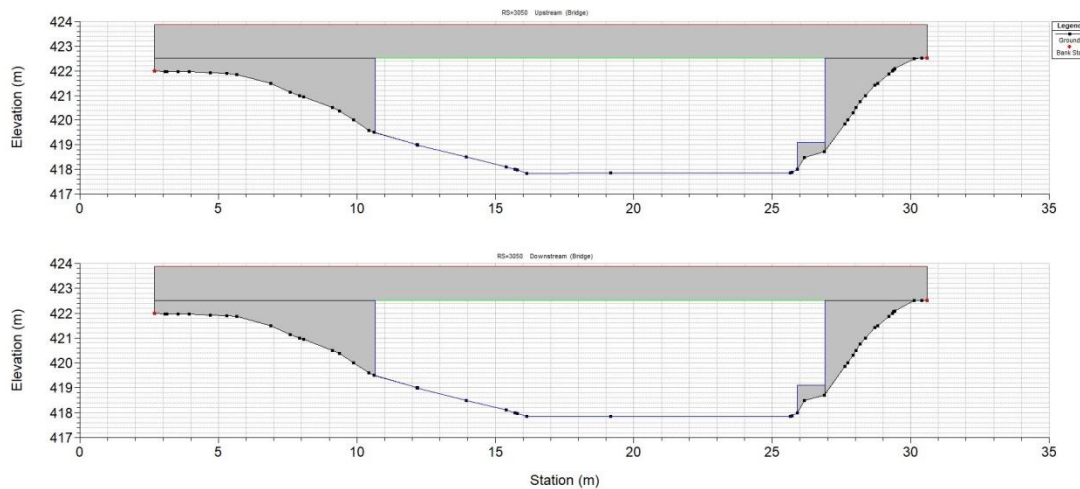
Curva de descarga para el primer puente en Bijagua



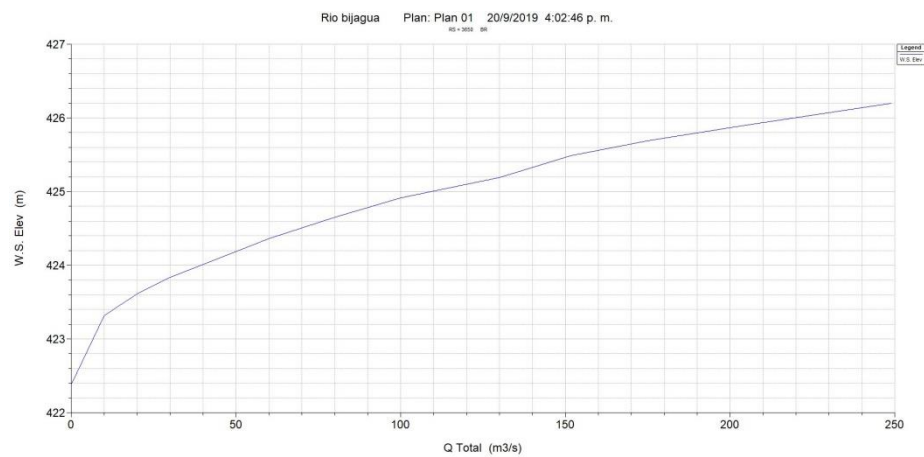
Perfil aguas abajo y aguas arriba para el segundo puente en Bijagua



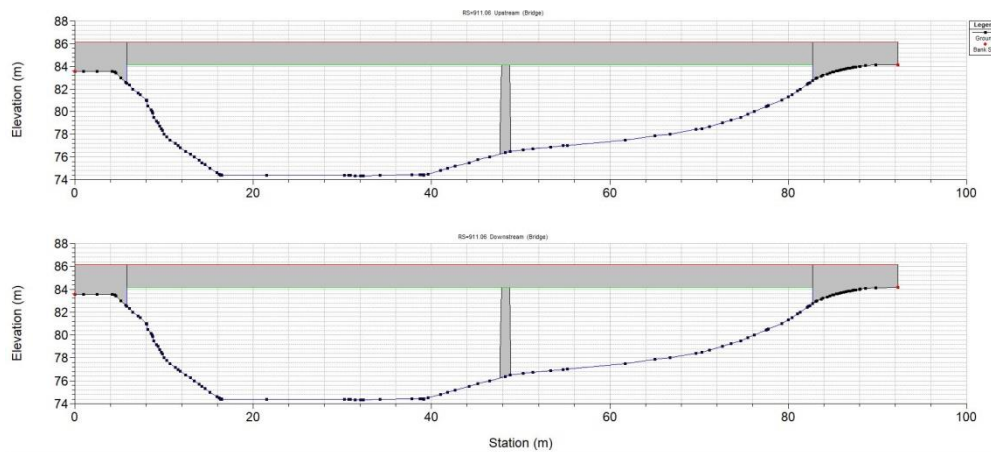
Curva de descarga para el segundo puente en Bijagua



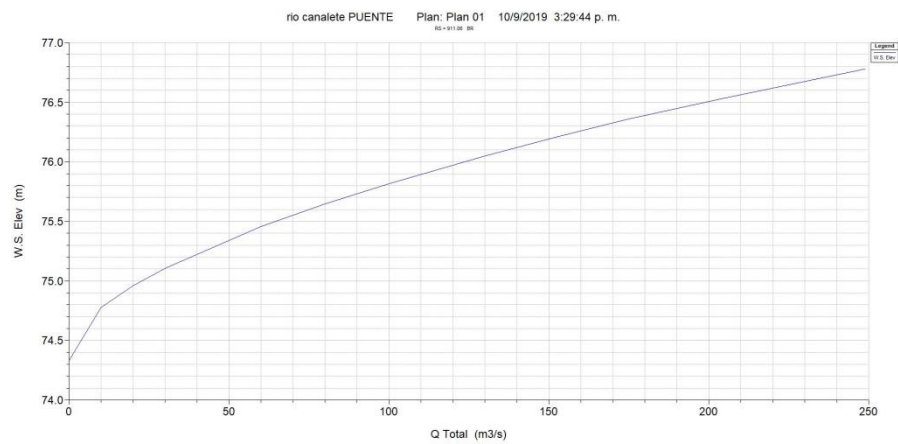
Perfil aguas abajo y aguas arriba para el tercer puente en Bijagua



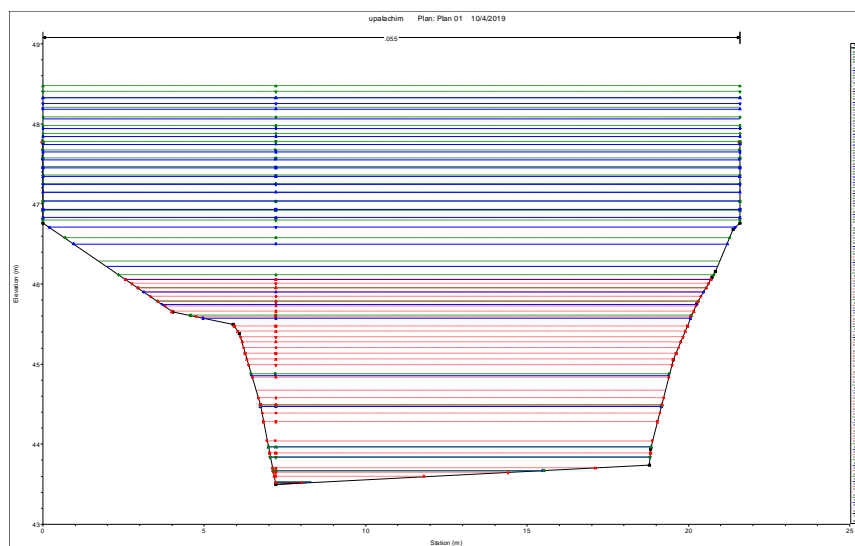
Curva de descarga para el tercer puente en Bijagua



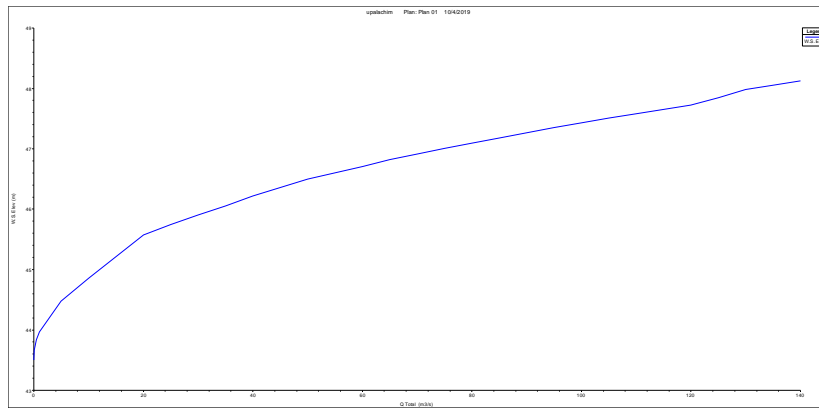
Perfil aguas abajo y aguas arriba para el puente en Canalete



Curva de descarga para el tercer puente el puente en Canalete

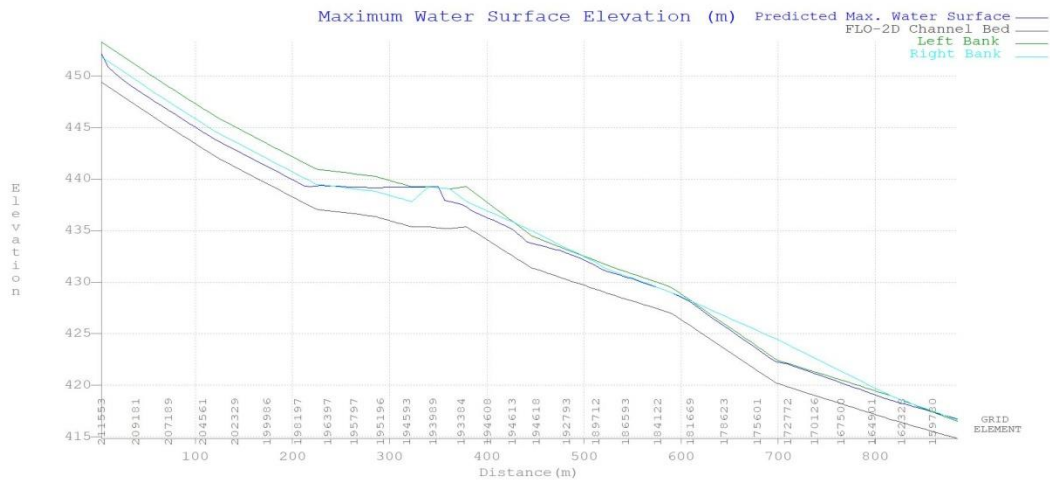


Perfil del río aguas arriba del puente para el puente en Chimurria.

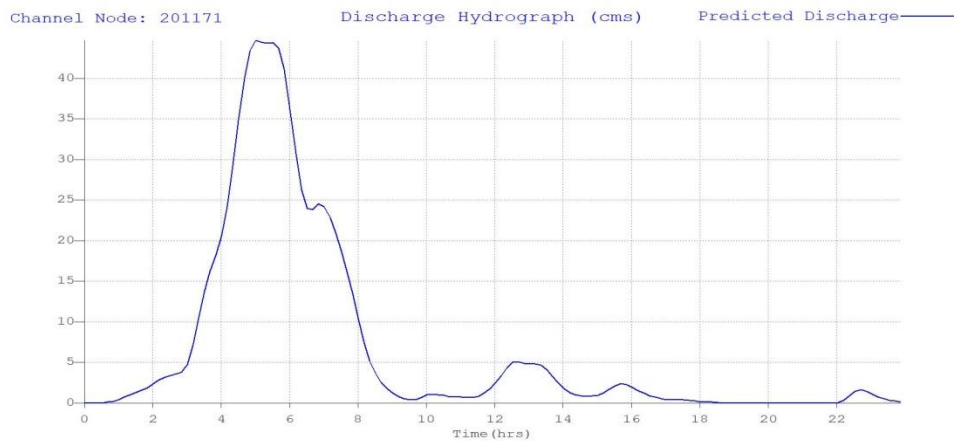


Curva de descarga para el puente del Río Chimurria.

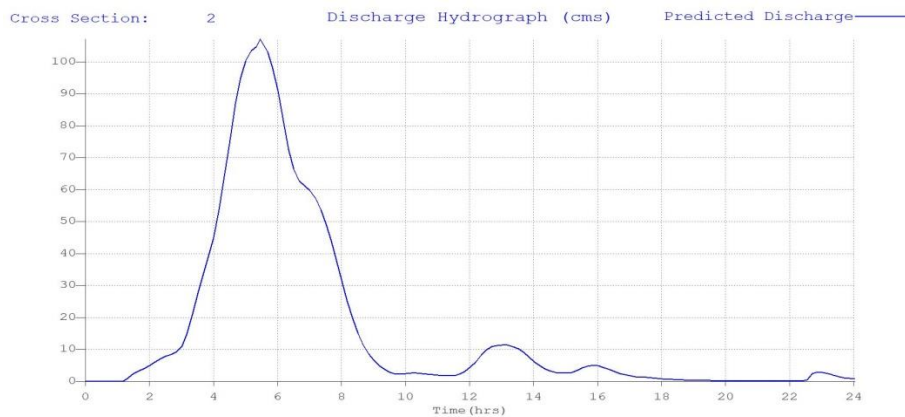
Apéndice E: Verificación de resultados de Flo2D para cada modelación bidimensional.



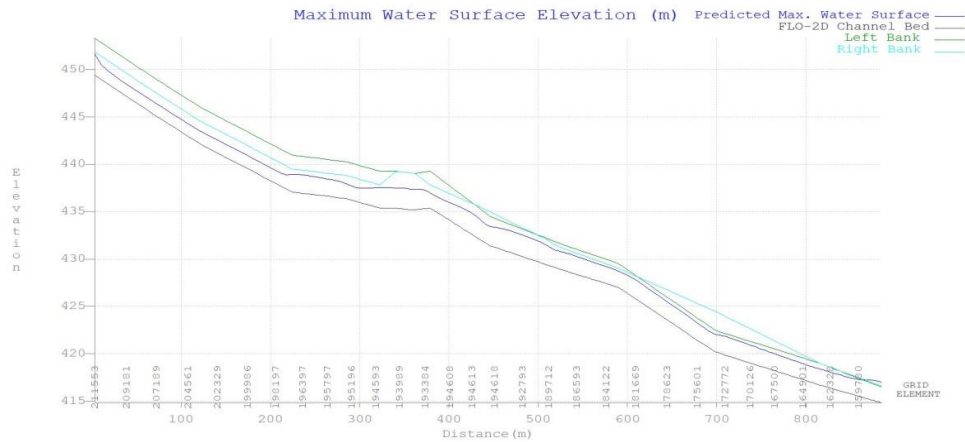
Perfil del canal en Bijagua para la modelación de agua limpia y CN III



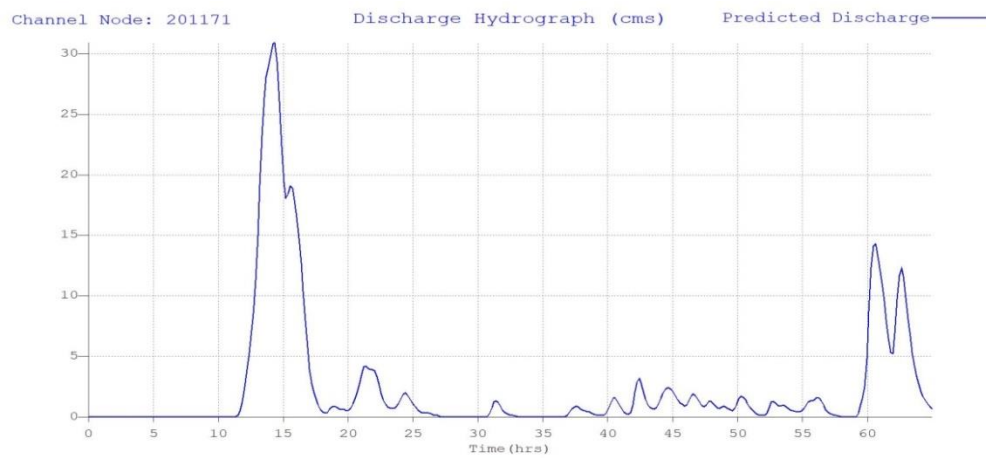
Hidrograma de una sección para Bijagua del canal para la modelación de agua limpia y CN



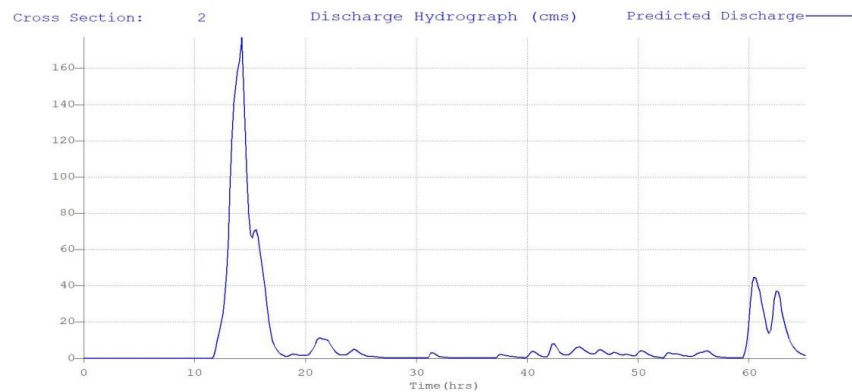
Hidrograma de una sección para Bijagua de la llanura de inundación para la modelación de agua Limpia y CN III



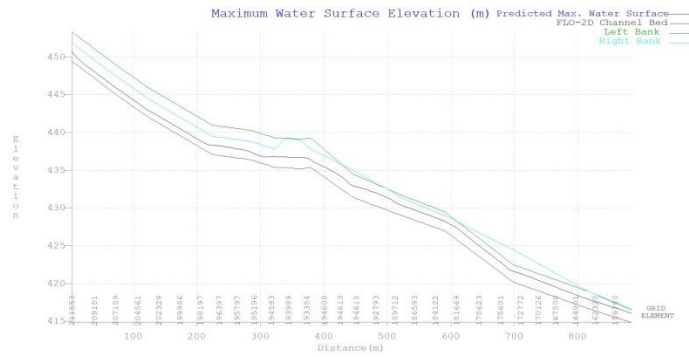
Perfil del canal en Bijagua para la modelación de agua limpia con CN II y CV



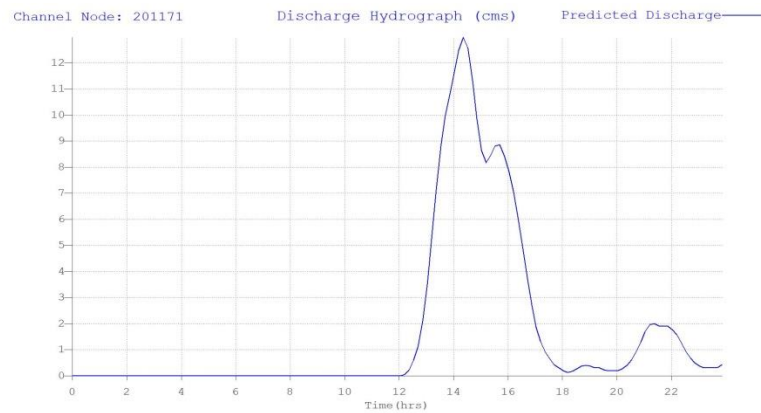
Hidrograma de una sección para Bijagua del canal para la modelación de agua limpia con CN II y CV



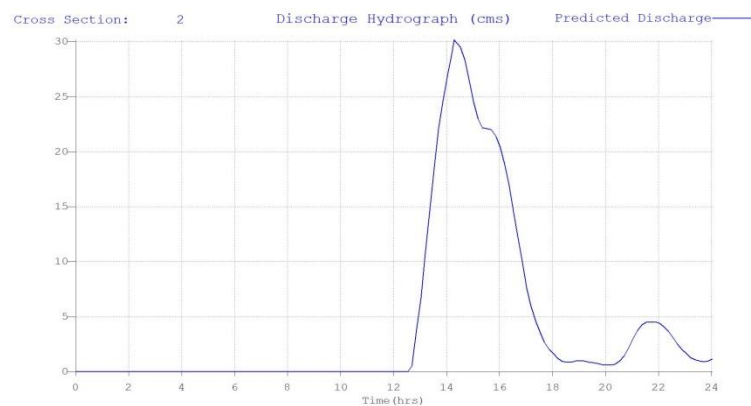
Hidrograma para una sección para Bijagua de la llanura de inundación para la modelación de agua Limpia con CN II y CV



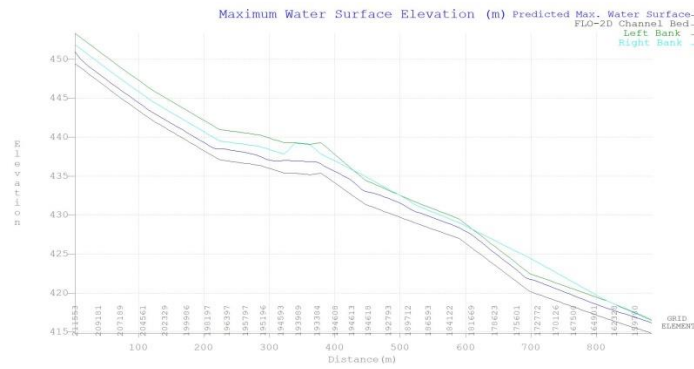
Perfil del canal en Bijagua para la modelación de agua limpia con CN II para un periodo de retorno 5 años



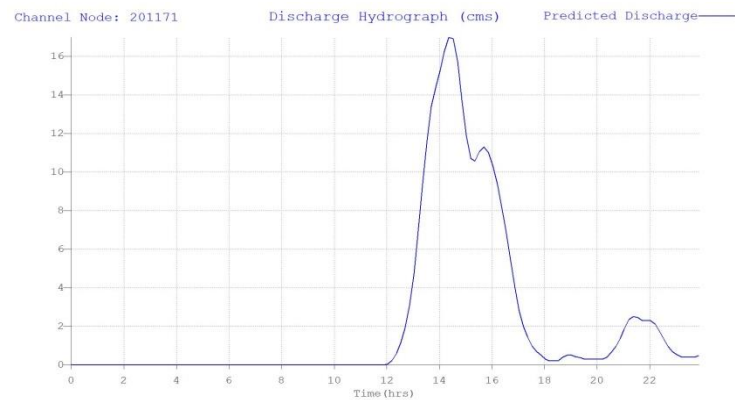
Hidrograma de una sección en Bijagua del canal para la modelación de agua limpia con CN II para un periodo de retorno 5 años



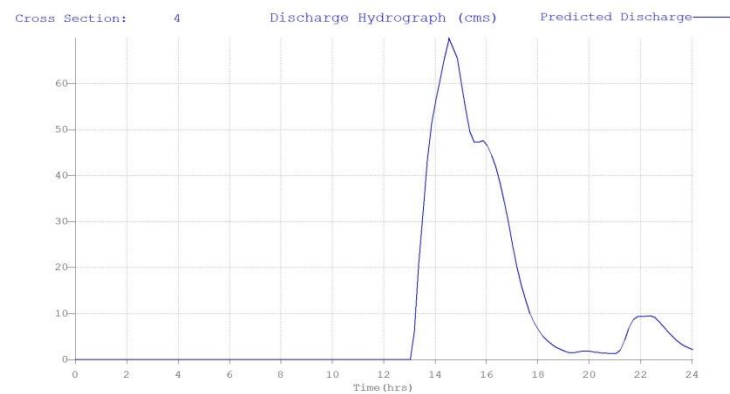
Hidrograma para una sección en Bijagua de la llanura de inundación para la modelación de agua limpia con CN II para un periodo de retorno 5 años



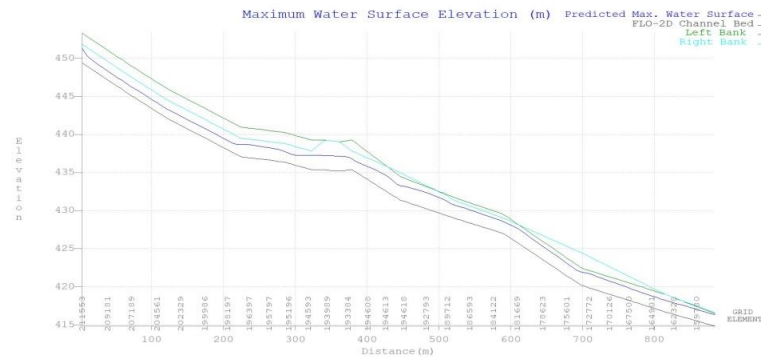
Perfil del canal en Bijagua para la modelación de agua limpia con CN II para un periodo de retorno 10 años



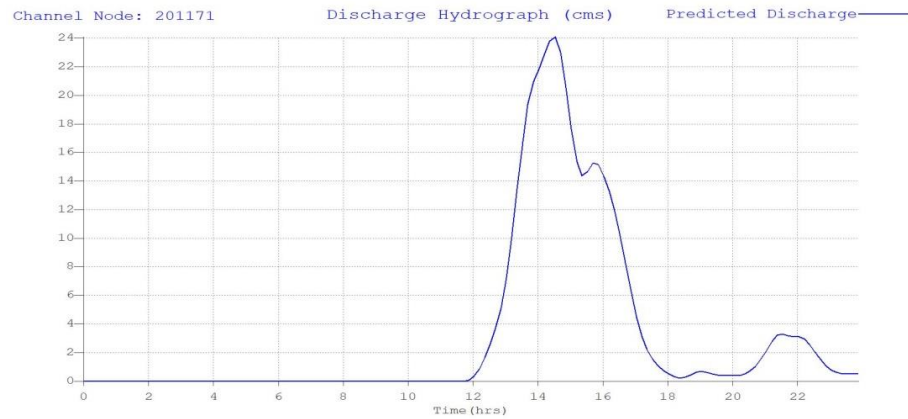
Hidrograma de una sección en Bijagua del canal para la modelación de agua limpia con CN II para un periodo de retorno 10 años



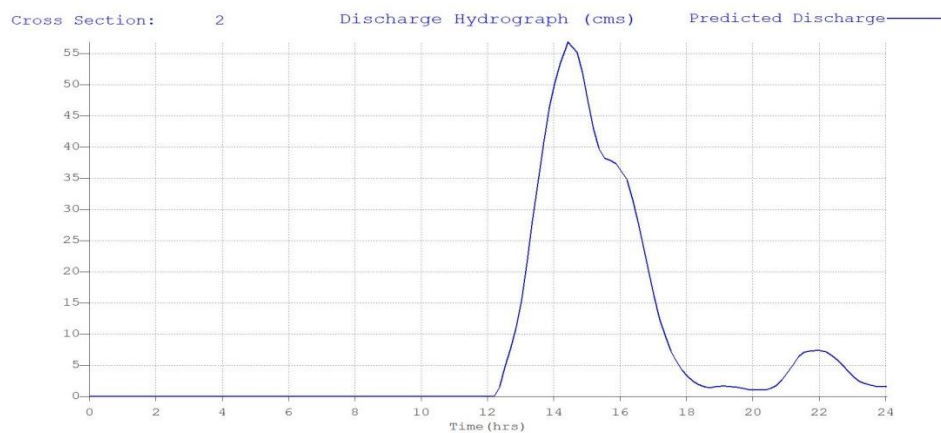
Hidrograma para una sección en Bijagua de la llanura de inundación para la modelación de agua limpia con CN II para un periodo de retorno 10 años



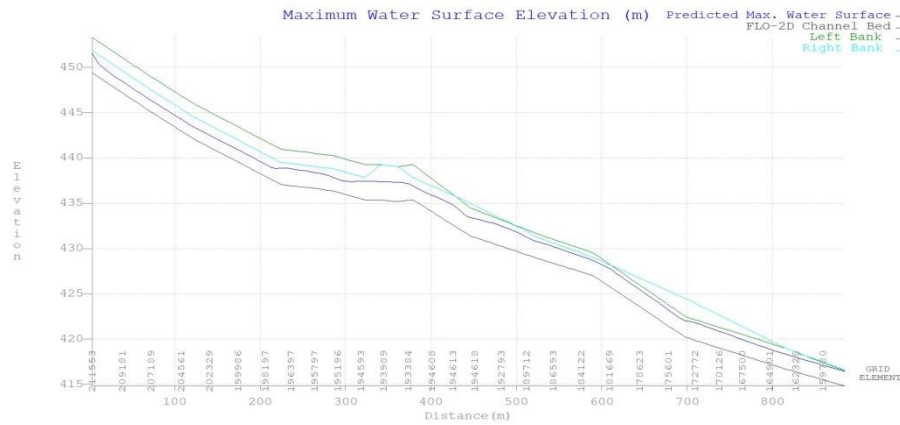
Perfil del canal en Bijagua para la modelación de agua limpia con CN II para un periodo de retorno 25 años



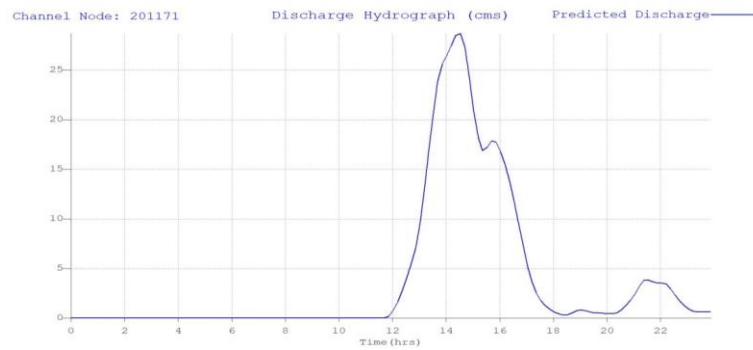
Hidrograma de una sección en Bijagua del canal para la modelación de agua limpia con CN II para un periodo de retorno 25 años



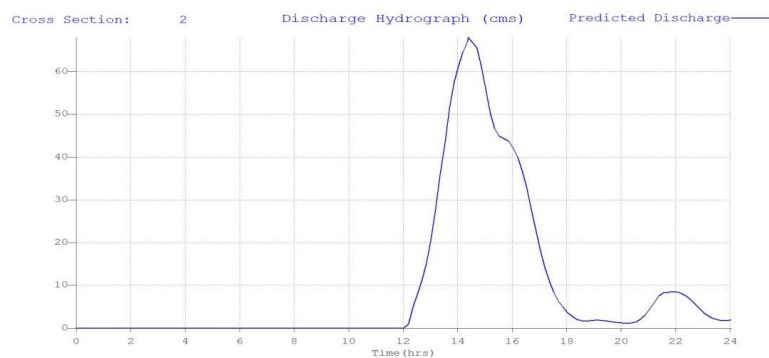
Hidrograma para una sección en Bijagua de la llanura de inundación para la modelación de agua limpia con CN II para un periodo de retorno 25 años



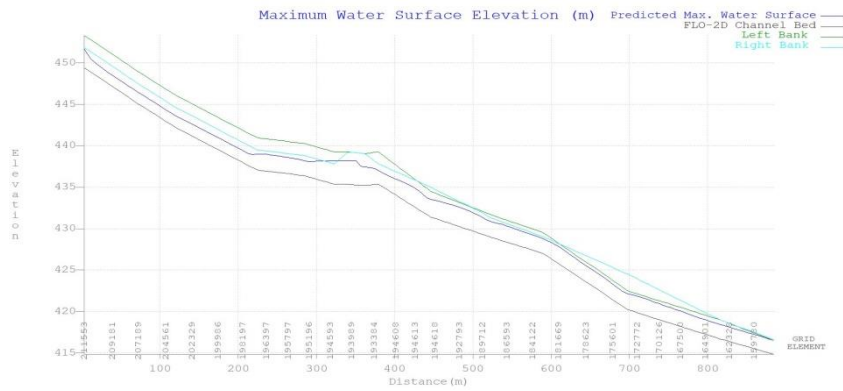
Perfil del canal en Bijagua para la modelación de agua limpia con CN II para un periodo de retorno 50 años



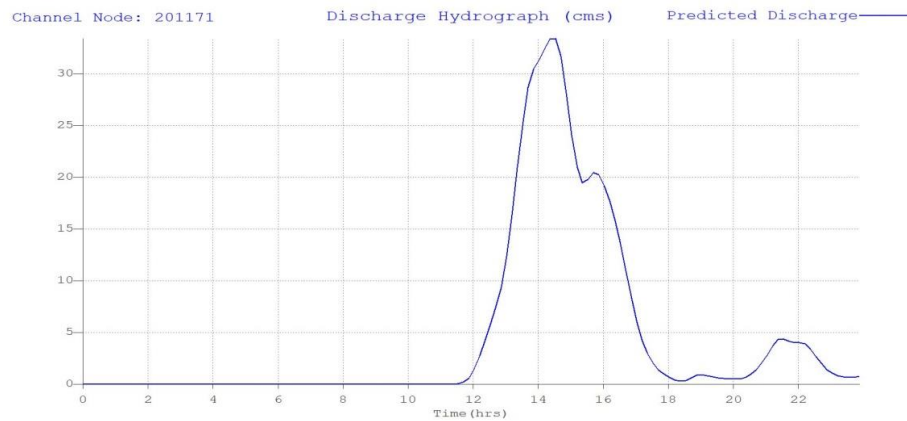
Hidrograma de una sección en Bijagua para el canal para la modelación de agua limpia con CN II para un periodo de retorno 50 años



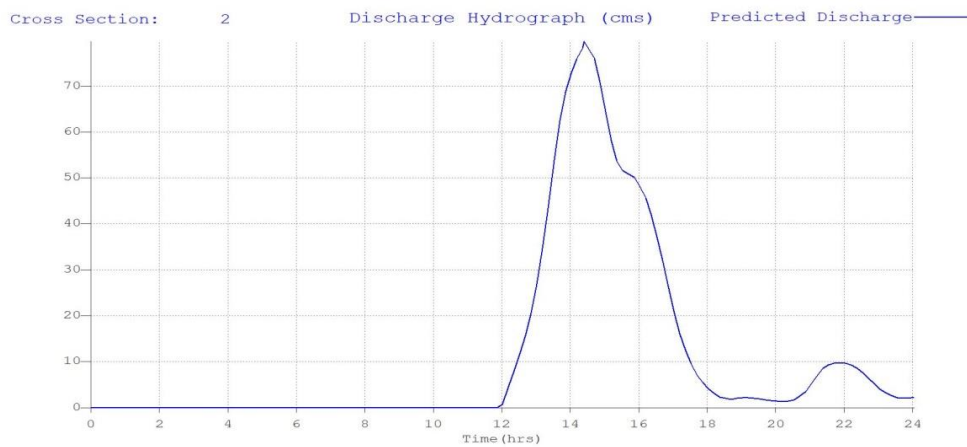
Hidrograma para una sección en Bijagua de la llanura de inundación para la modelación de agua limpia con CN II para un periodo de retorno 50 años



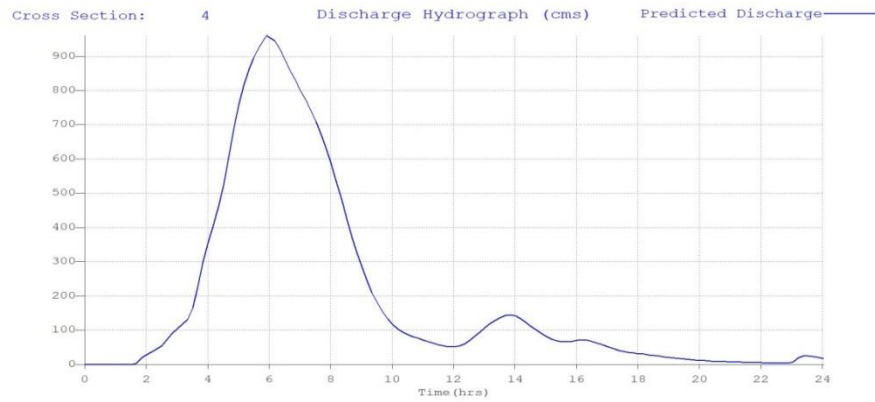
Perfil del canal en Bijagua para la modelación de agua limpia con CN II para un periodo de retorno 100 años



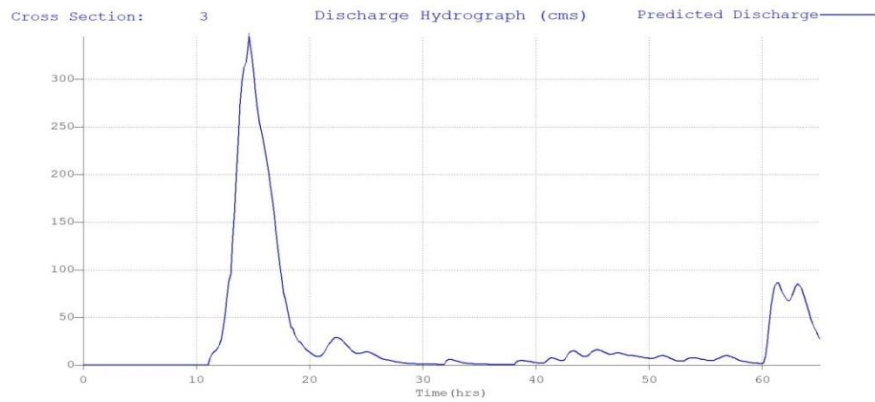
Hidrograma de una sección en Bijagua del canal para la modelación de agua limpia con CN II para un periodo de retorno 100 años



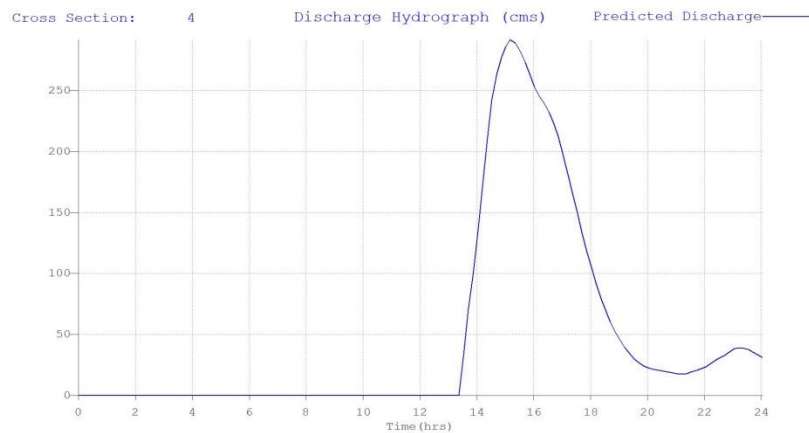
Hidrograma para una sección en Bijagua de la llanura de inundación para la modelación de agua limpia con CN II para un periodo de retorno 100 años



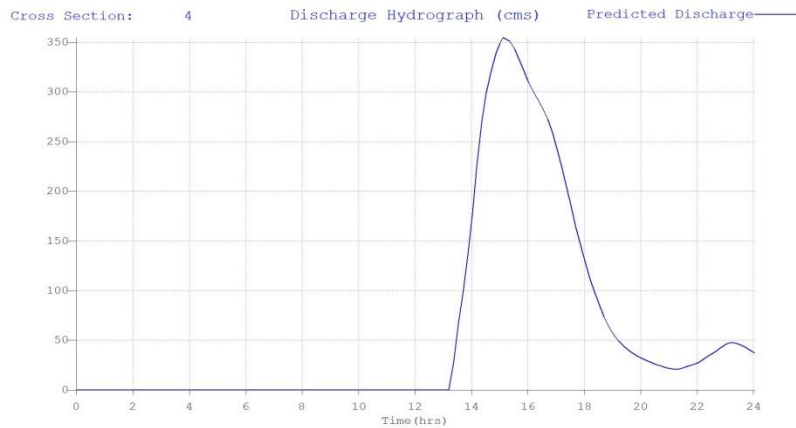
Hidrograma para una sección de Canalete para la llanura de inundación para la modelación de agua Limpia y CN III



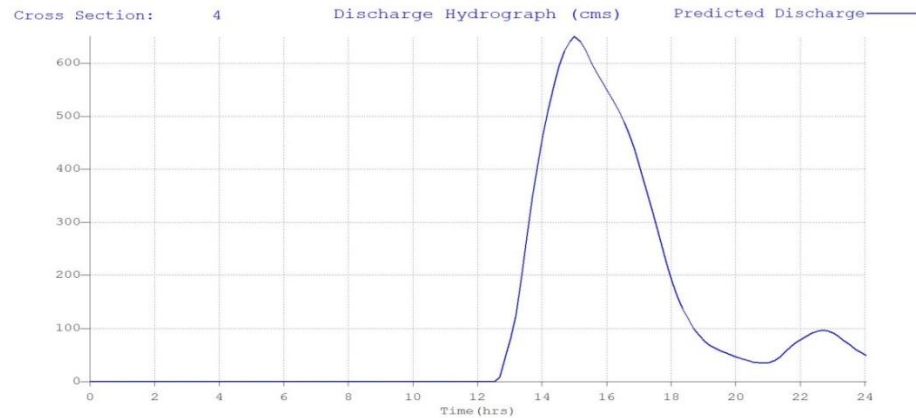
Hidrograma para una sección de Canalete para la llanura de inundación con CN II y CV



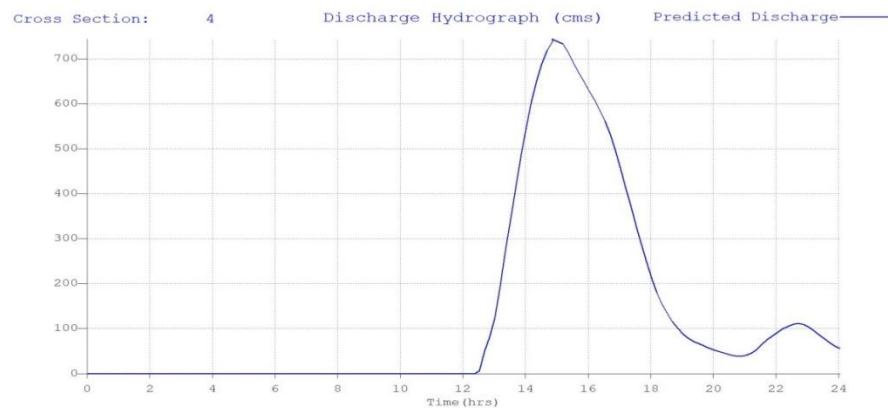
Hidrograma para una sección en Canalete de la llanura de inundación para la modelación de agua limpia con CN II para un periodo de retorno 5 años



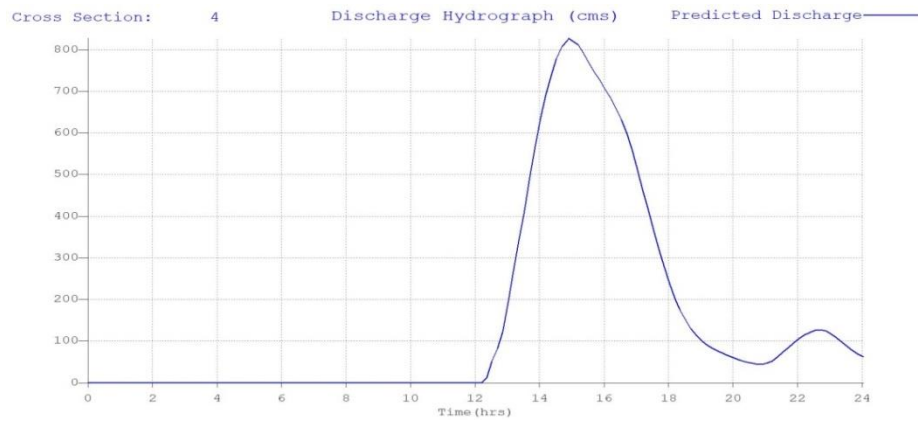
Hidrograma para una sección en Canalete de la llanura de inundación para la modelación de agua limpia con CN II para un periodo de retorno 10 años



Hidrograma para una sección en Canalete de la llanura de inundación para la modelación de agua limpia con CN II para un periodo de retorno 25 años



Hidrograma para una sección en Canalete de la llanura de inundación para la modelación de agua limpia con CN II para un periodo de retorno 50 años



Hidrograma para una sección en Canaleta de la llanura de inundación para la modelación de agua limpia con CN II para un periodo de retorno 50 años

Apéndice F: Matrices de confusión para cada imagen.

Matriz de confusión para la imagen P003.

Clase		Nube s	Sombra Nube	Agu a	Urban o	Zona Agrícola	Bosqu e	Pastiza l	Suelo Desnudo	Tota l	Precisión del usuario (%)
Predicción	Nubes	80	0	0	0	0	0	0	1	81	98.77
	Sombra Nube	0	71	2	0	1	0	0	0	74	95.95
	Agua	0	8	104	1	0	0	0	0	113	92.04
	Urbano	0	0	2	82	0	0	0	9	93	88.17
	Zona Agrícola	0	0	0	0	82	13	0	0	95	86.32
	Bosque	0	1	0	0	8	79	10	0	98	80.61
	Pastizal	0	0	0	0	2	12	106	0	120	88.33
	Suelo Desnudo	0	0	0	3	0	0	0	83	86	96.51
Puntos de referencia		80	80	108	86	93	104	116	93	760	
Precisión del elaborador (%)		100.0 0	88.75	96.3 0	95.35	88.17	75.96	91.38	89.25		

Matriz de confusión para la imagen P003.

Clase		Nube s	Sombra Nube	Agu a	Urban o	Zona Agrícola	Bosqu e	Pastiza l	Suelo Desnudo	Tota l	Precisión del usuario (%)
Predicción	Nubes	65	1	0	3	0	0	0	0	69	94.20
	Sombra Nube	0	53	10	0	0	0	0	0	63	84.13
	Agua	0	0	114	0	0	0	0	0	114	100.00
	Urbano	0	0	6	78	0	0	0	3	87	89.66
	Zona Agrícola	0	1	0	0	23	11	19	0	54	42.59
	Bosque	0	0	0	0	1	61	1	0	63	96.83
	Pastizal	0	0	0	1	4	1	86	2	94	91.49
	Suelo Desnudo	0	0	23	9	1	0	0	58	91	63.74
Puntos de referencia		65	55	153	91	29	73	106	63	635	
Precisión del elaborador (%)		100.00	96.36	74.51	85.71	79.31	83.56	81.13	92.06		

Matriz de confusión para la imagen P004.

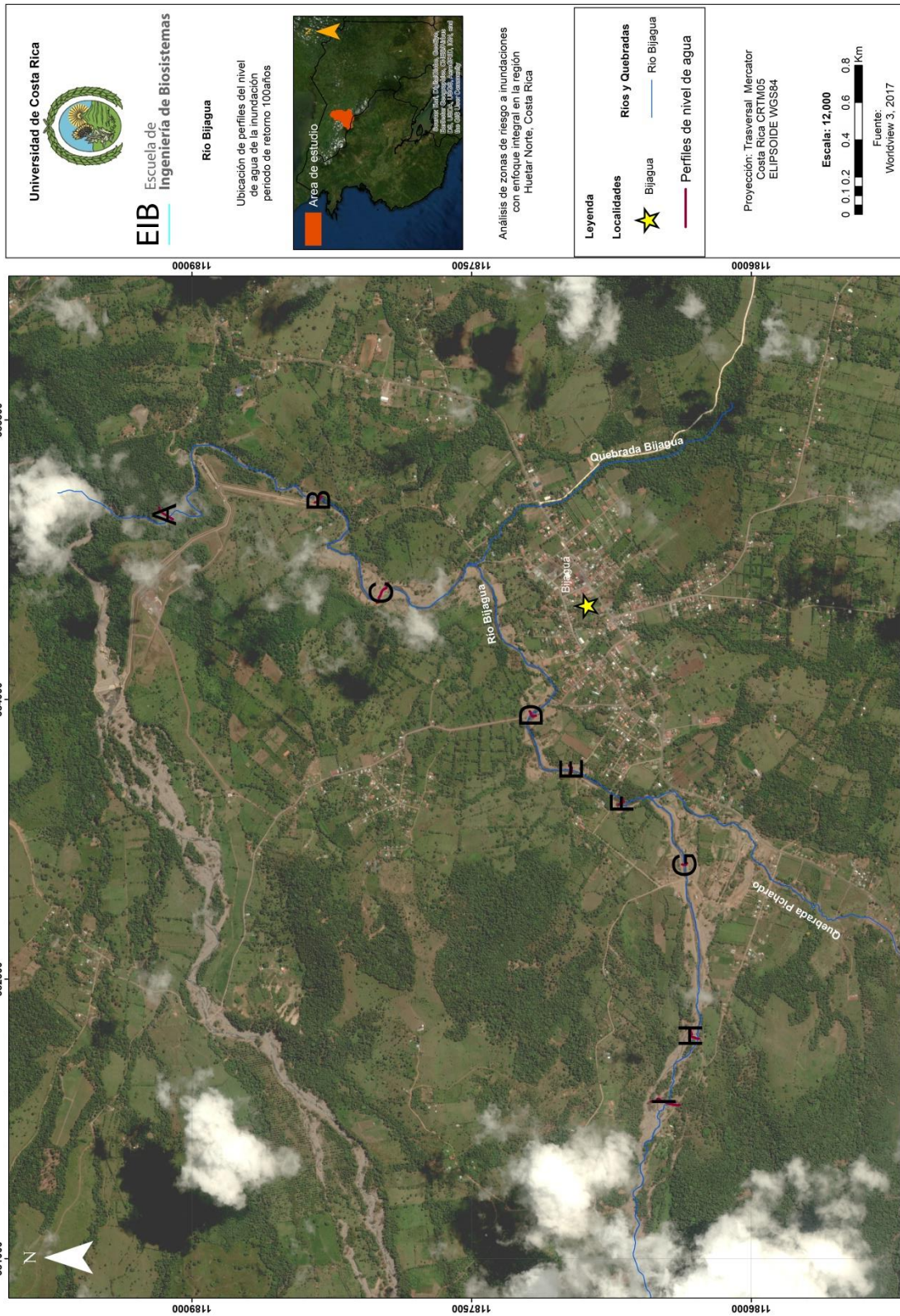
Clase		Nube s	Sombra Nube	Agu a	Urban o	Zona Agrícola	Bosqu e	Pastiza l	Suelo Desnudo	Tota l	Precisión del usuario (%)
Predicción	Nubes	99	0	0	2	0	0	0	0	101	98.02
	Sombra Nube	0	66	1	0	1	0	0	0	68	97.06
	Agua	0	0	114	0	0	0	0	0	114	100.00
	Urbano	0	0	3	94	0	0	0	4	101	93.07
	Zona Agrícola	0	1	15	0	76	17	0	0	109	69.72
	Bosque	0	0	0	1	10	71	5	0	87	81.61
	Pastizal	0	0	0	0	8	2	128	1	139	92.09
	Suelo Desnudo	0	0	0	12	1	0	0	87	100	87.00
Puntos de referencia		99	67	133	109	96	90	133	92	819	
Precisión del elaborador (%)		100.00	98.51	85.71	86.24	79.17	78.89	96.24	94.57		

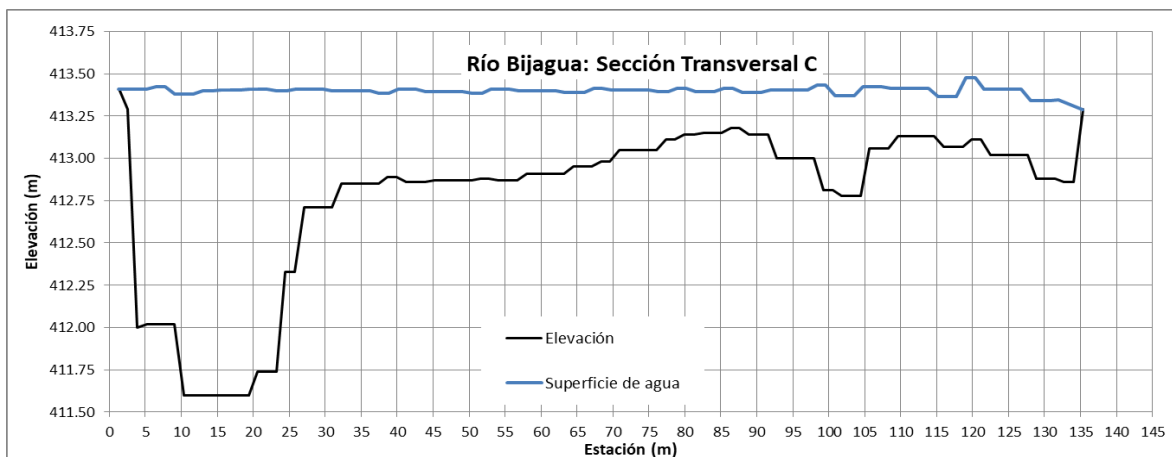
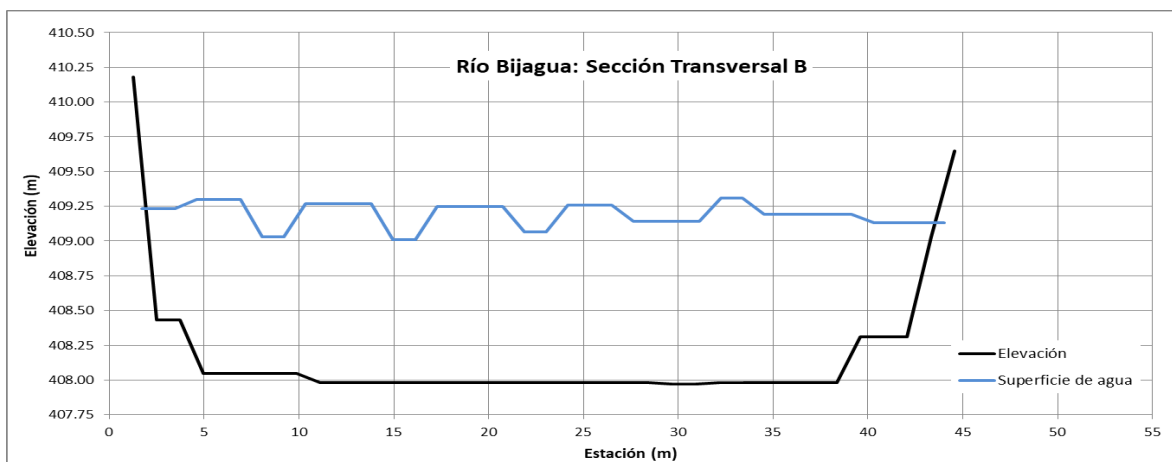
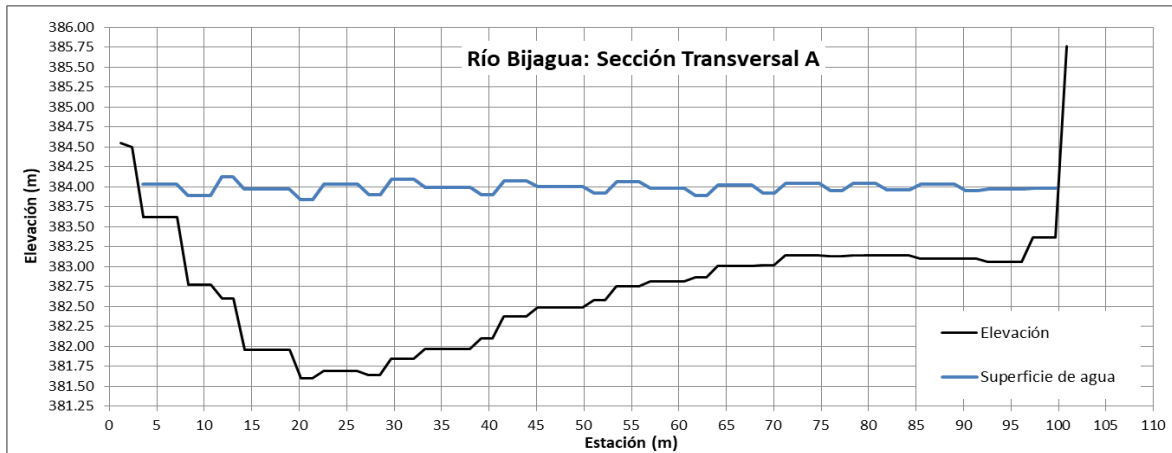
Matriz de confusión para la imagen P005.

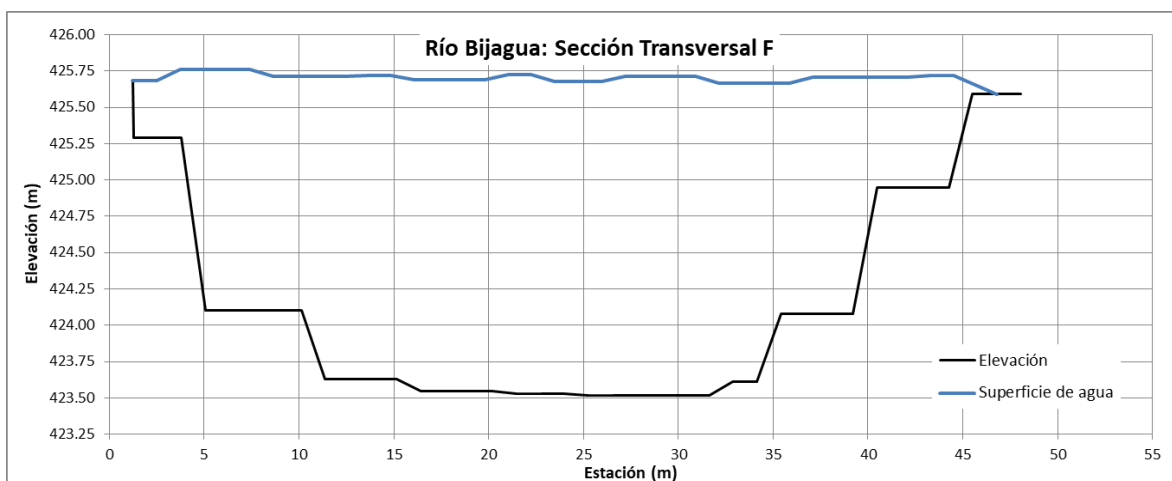
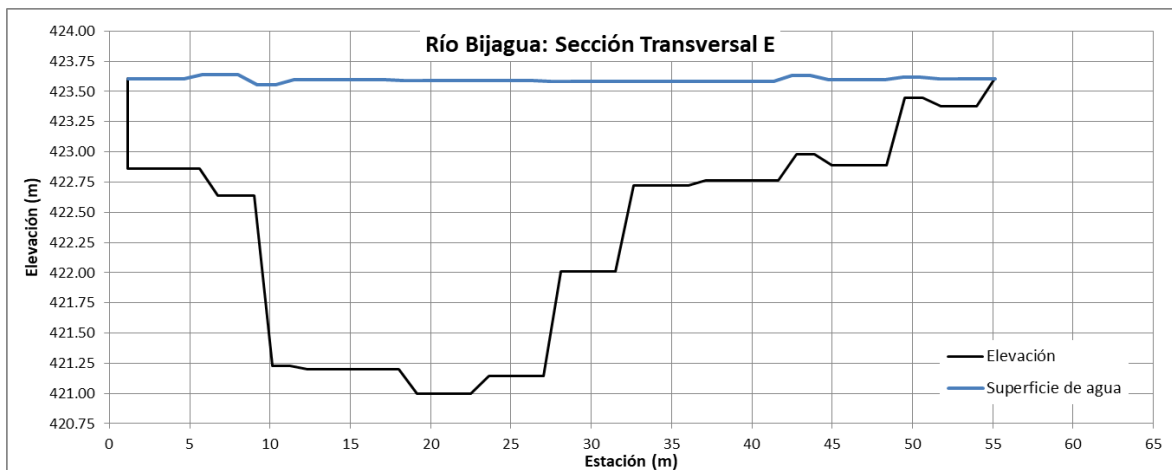
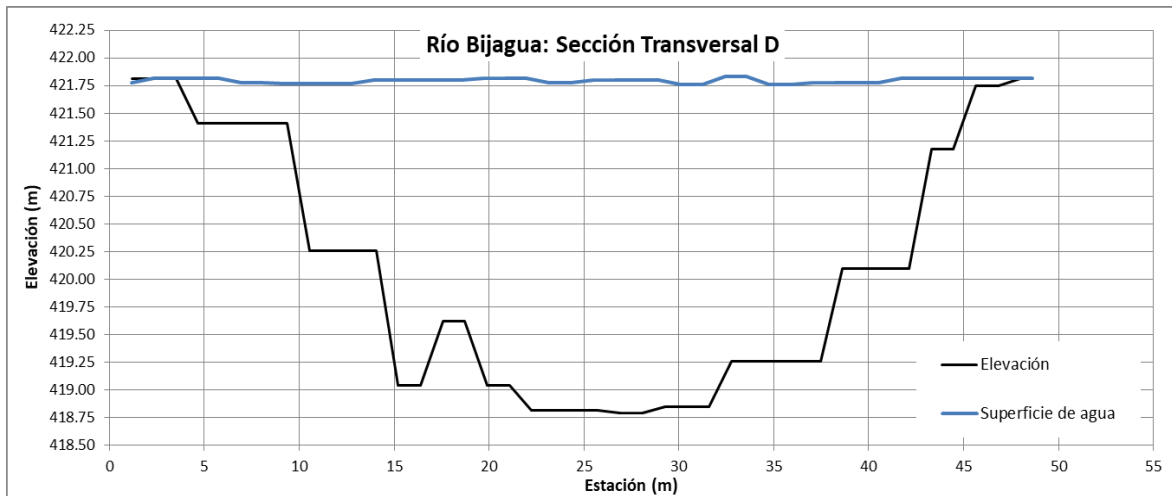
Clase		Nube s	Sombra Nube	Agu a	Urban o	Zona Agrícola	Bosqu e	Pastiza l	Suelo Desnudo	Tota l	Precisión del usuario (%)
Predicción	Nubes	73	0	0	4	0	0	0	0	77	94.81
	Sombra Nube	0	108	5	0	0	1	0	0	114	94.74
	Agua	0	9	87	1	0	0	0	0	97	89.69
	Urbano	0	0	1	115	0	0	0	0	116	99.14
	Zona Agrícola	0	0	0	0	12	12	33	0	57	21.05
	Bosque	0	3	23	0	9	111	6	0	152	73.03
	Pastizal	0	0	0	0	8	2	116	0	126	92.06
Suelo Desnudo	0	4	26	12	0	2	0	111	155	71.61	
Puntos de referencia		73	124	142	132	29	128	155	111	894	
Precisión del elaborador (%)		100	87	61	87	41	87	75	100		

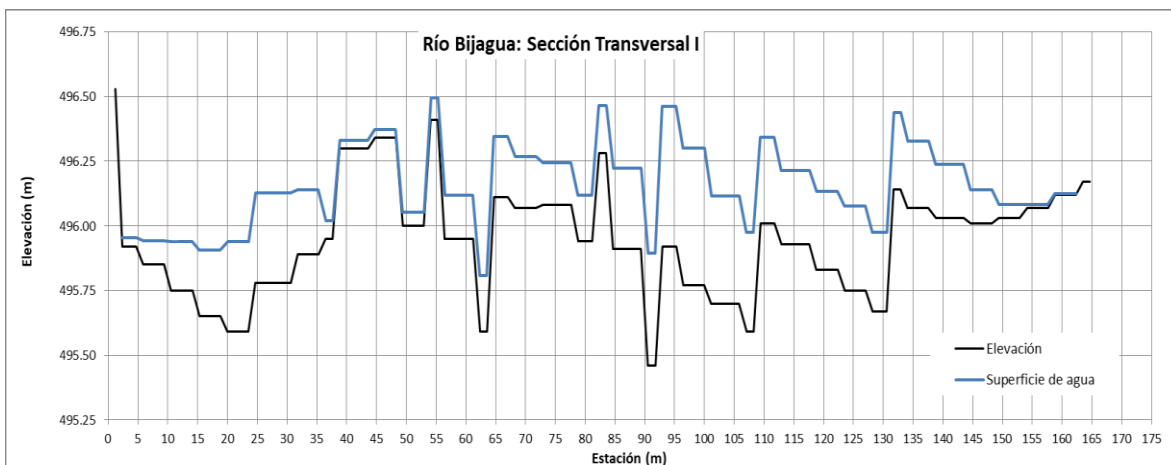
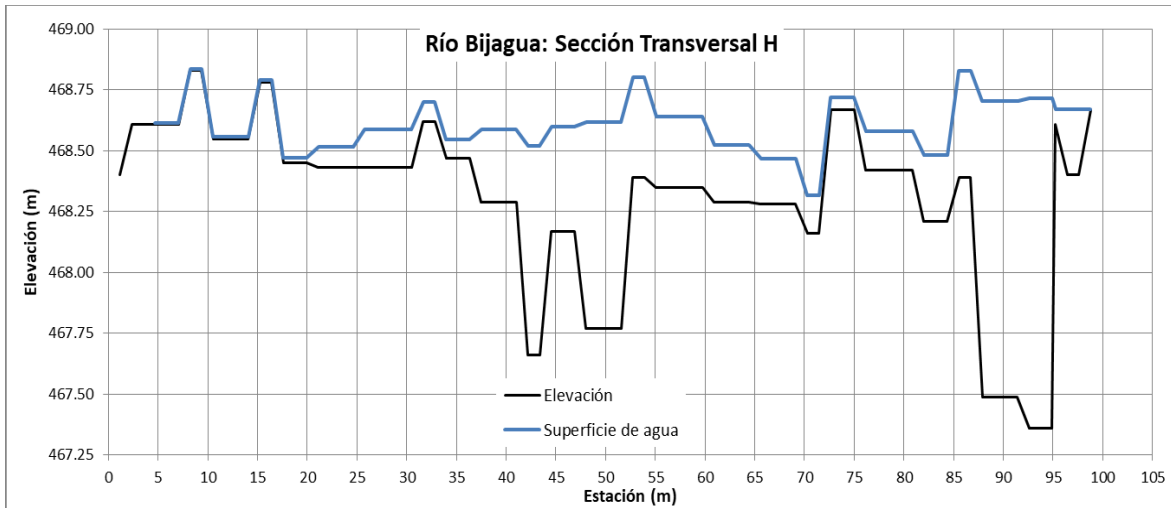
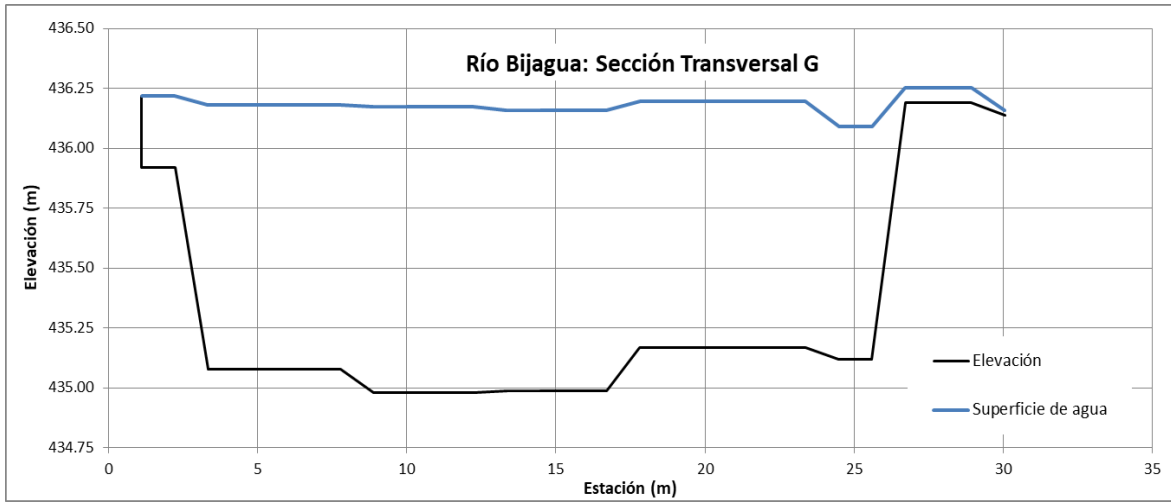
Apéndice G. Secciones de cotas de inundación

Secciones en el Río Bijagua

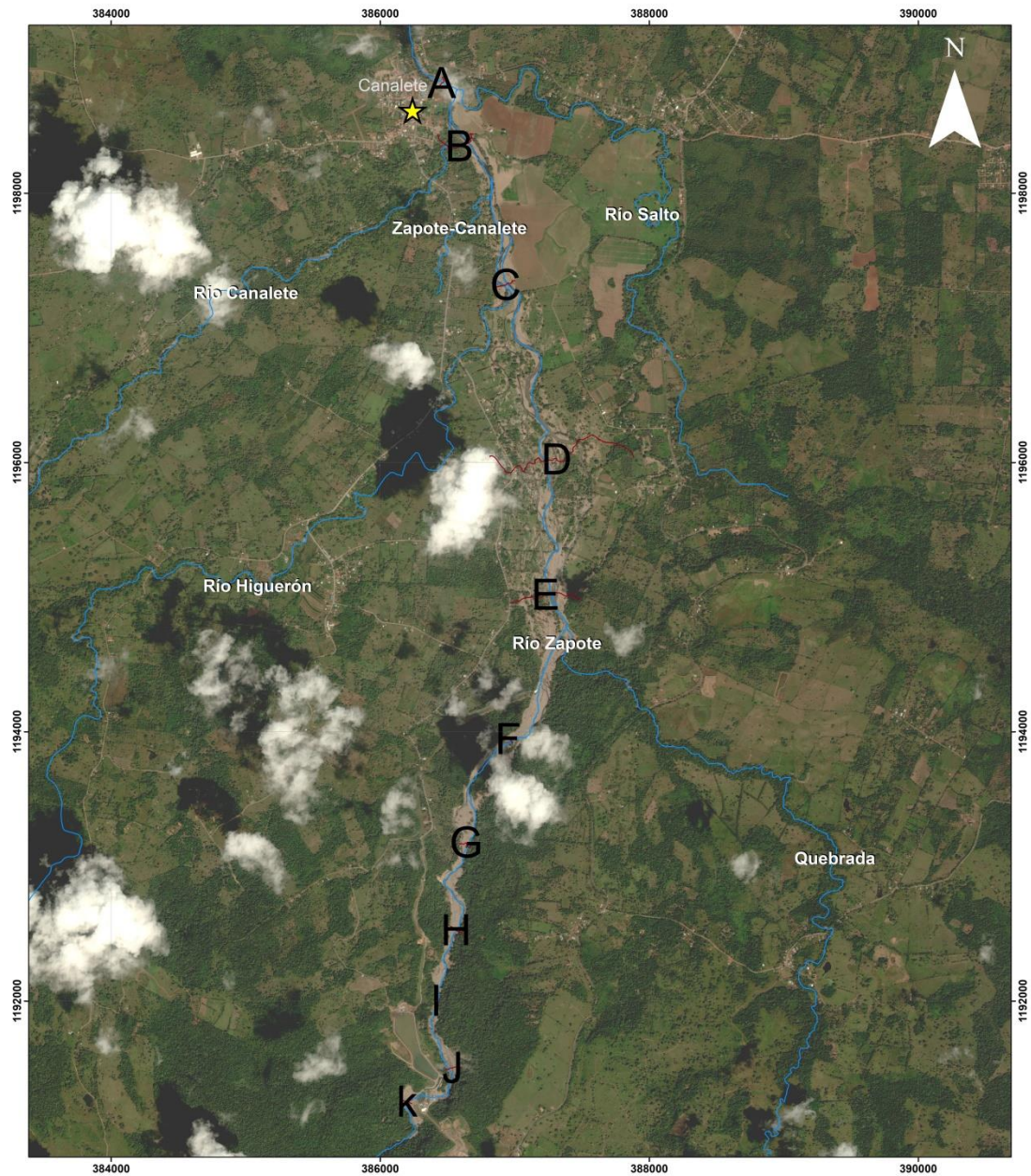







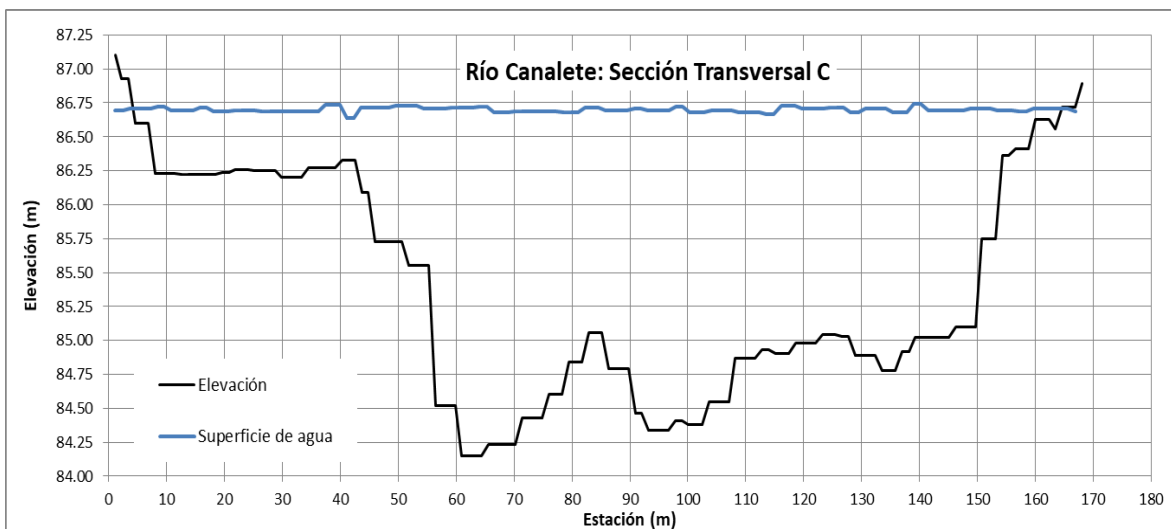
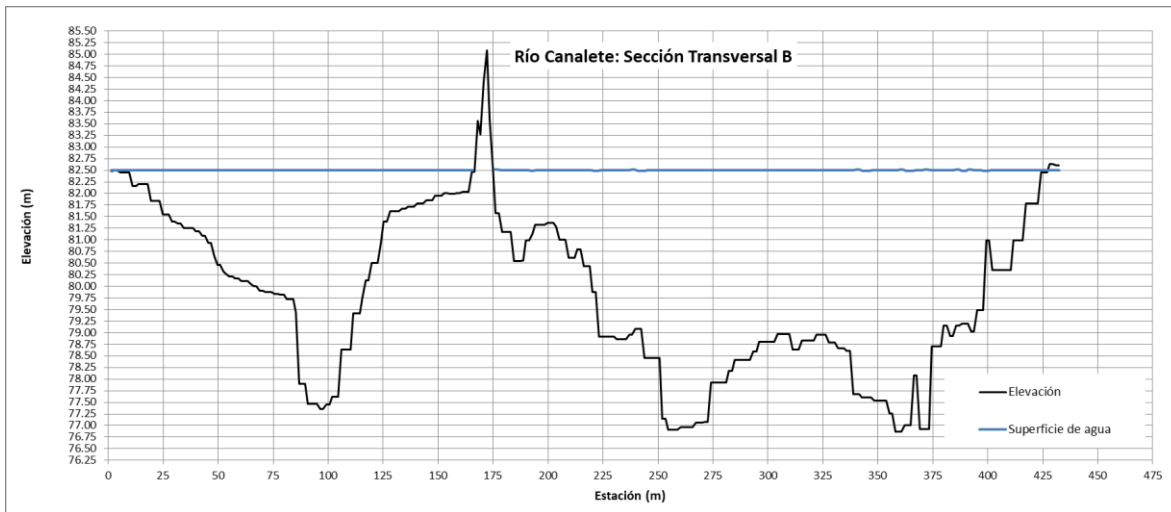
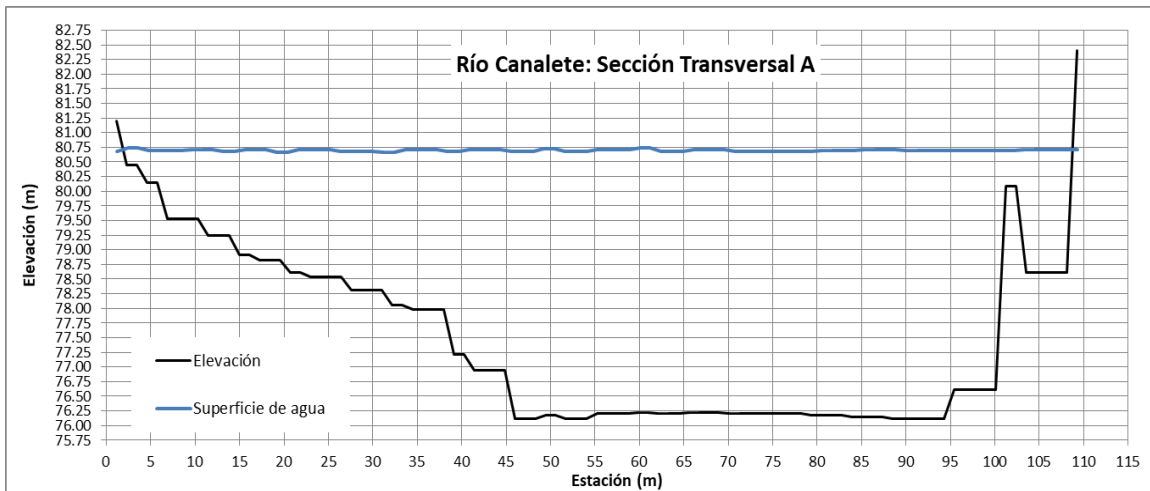


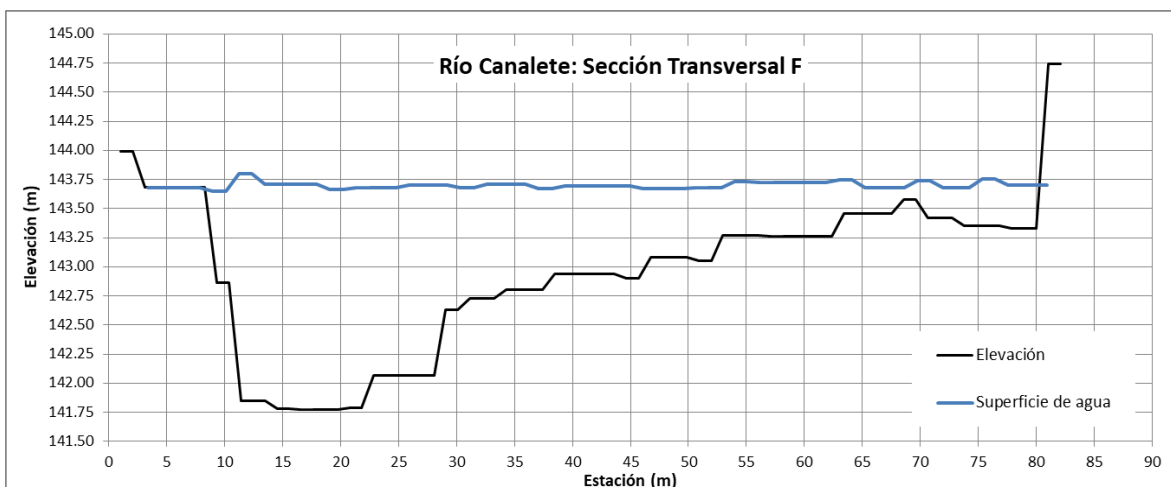
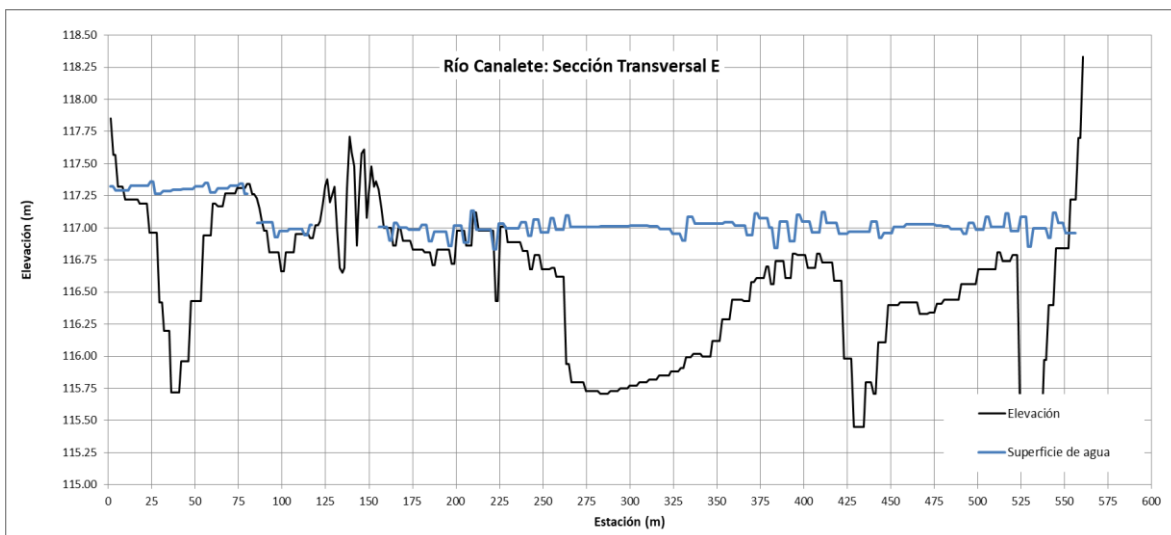
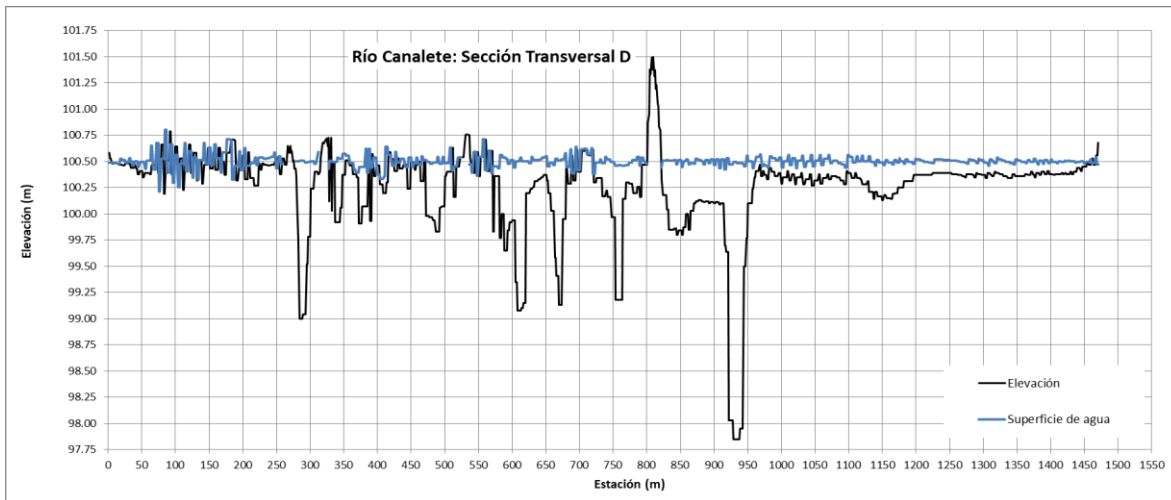


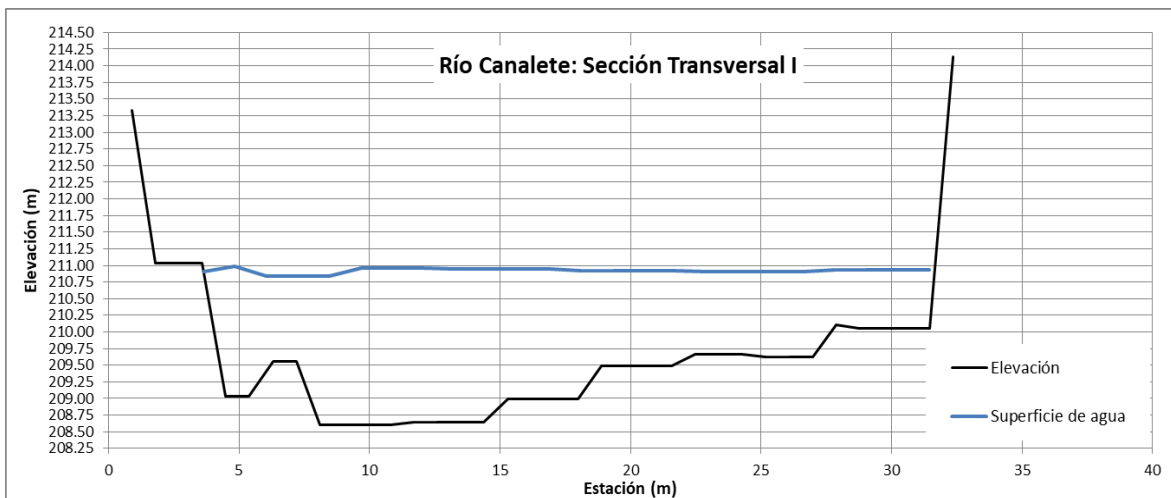
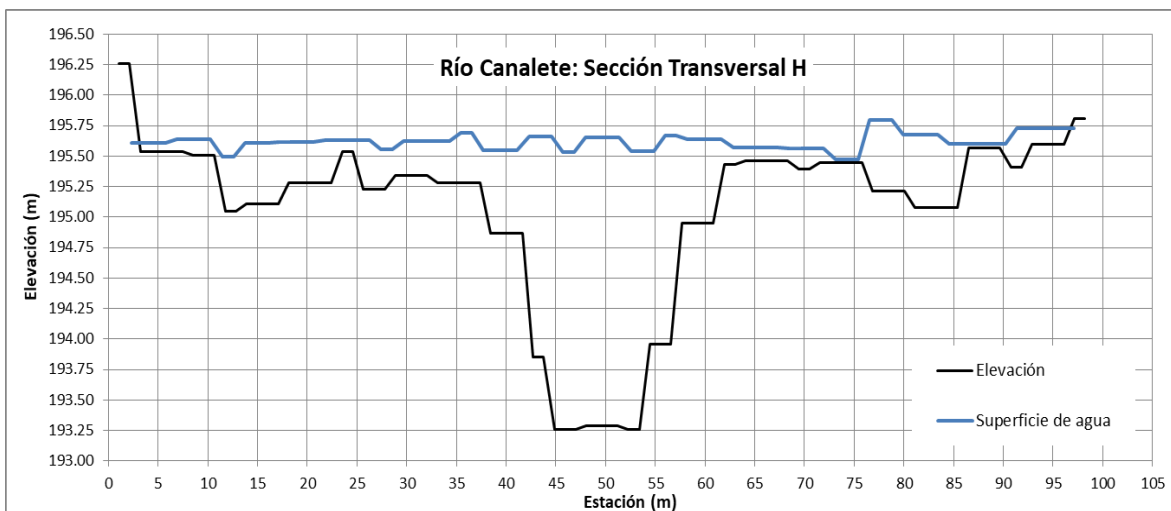
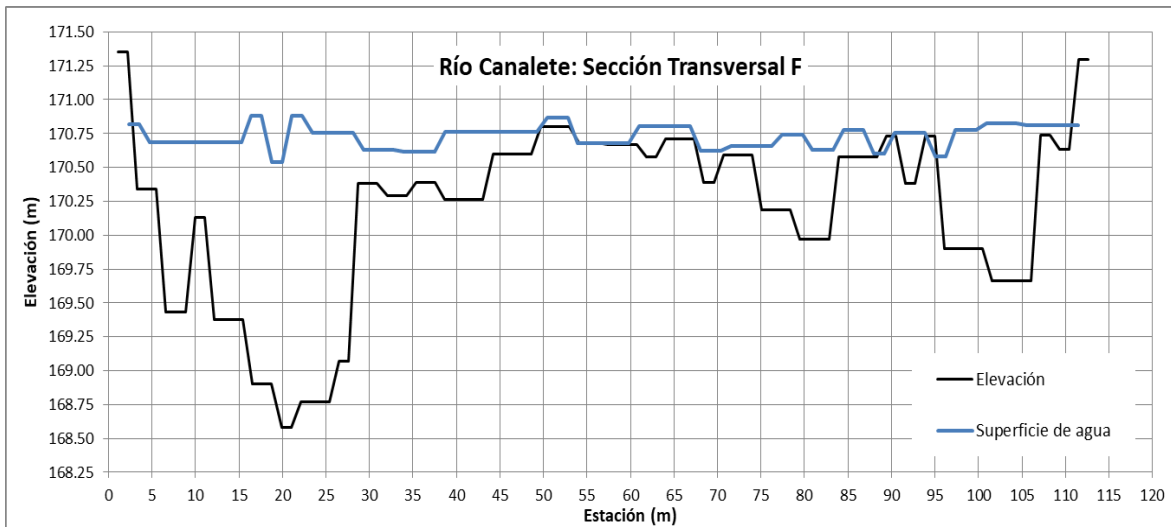
Secciones Río Canalete

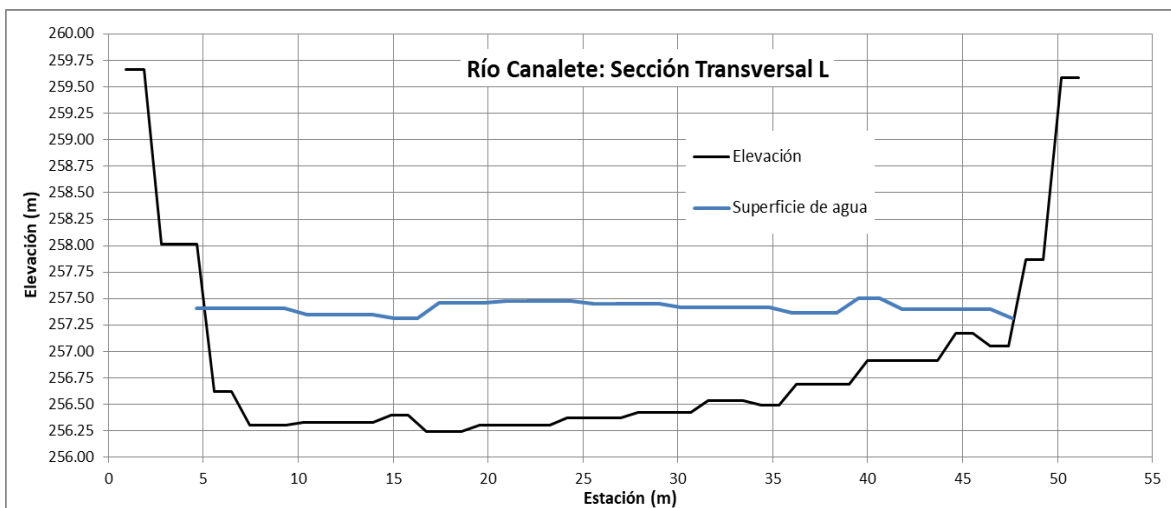
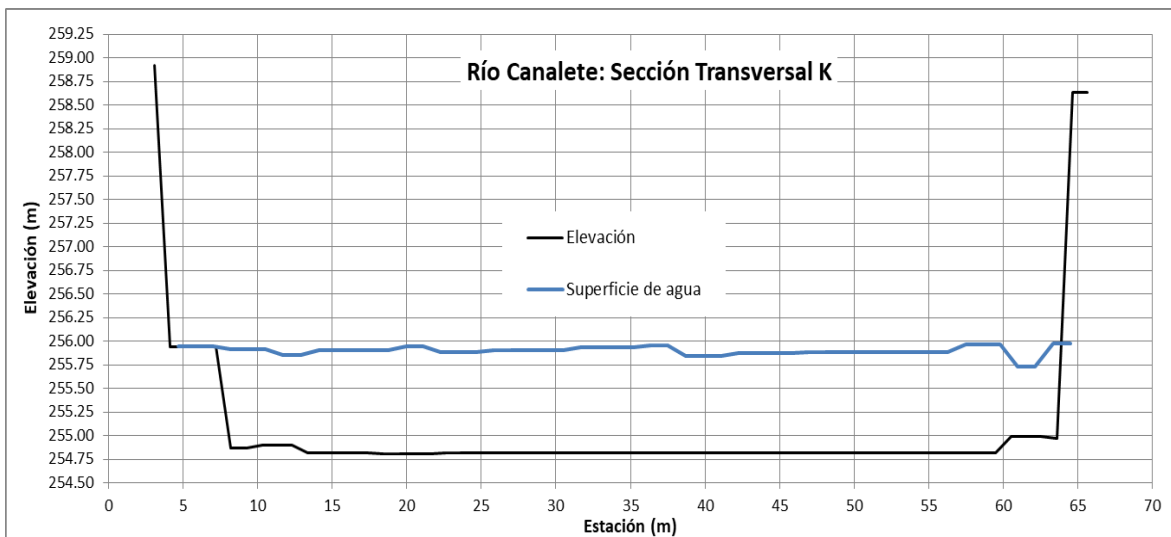
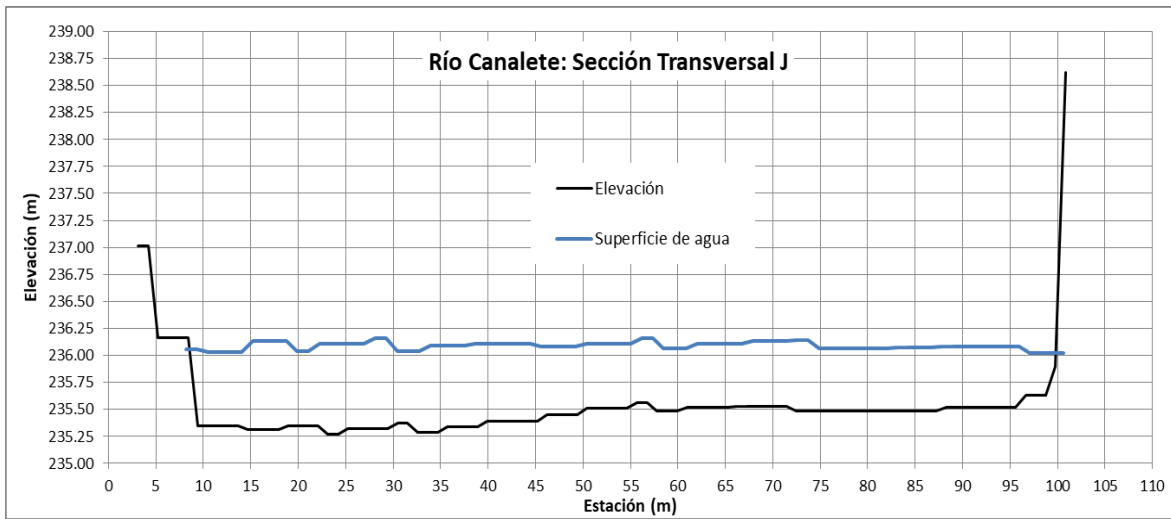


<p>Universidad de Costa Rica</p>  <p>EIB Escuela de Ingeniería de Biosistemas</p> <p>Fuente: Worldview3, 2017</p>	<p>Río Canalete</p> <p>Ubicación de perfiles del nivel de agua de la inundación periodo de retorno 100años</p> <p>Análisis de zonas de riesgo a inundaciones con enfoque integral en la región Huetar Norte, Costa Rica</p> <p>Proyección Transversal de Mercator para Costa Rica CRTM05 ELIPSOIDE WGS84</p> <p>Escala: 18,217</p> 	<p>Leyenda</p> <p>Localidades</p> <p>★ Bijagua</p> <p>Ríos y Quebradas</p> <p>—</p> <p>Profundidad (m)</p> <p>— Perfiles de nivel de agua</p>	 <p>Area de estudio</p> <small> Datos: SRTM, Digital Media, OpenStreetMap, OpenStreetMap contributors, Esri, DeLorme, NAVTEQ, USGS, Imagery, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community </small>
--	--	---	--

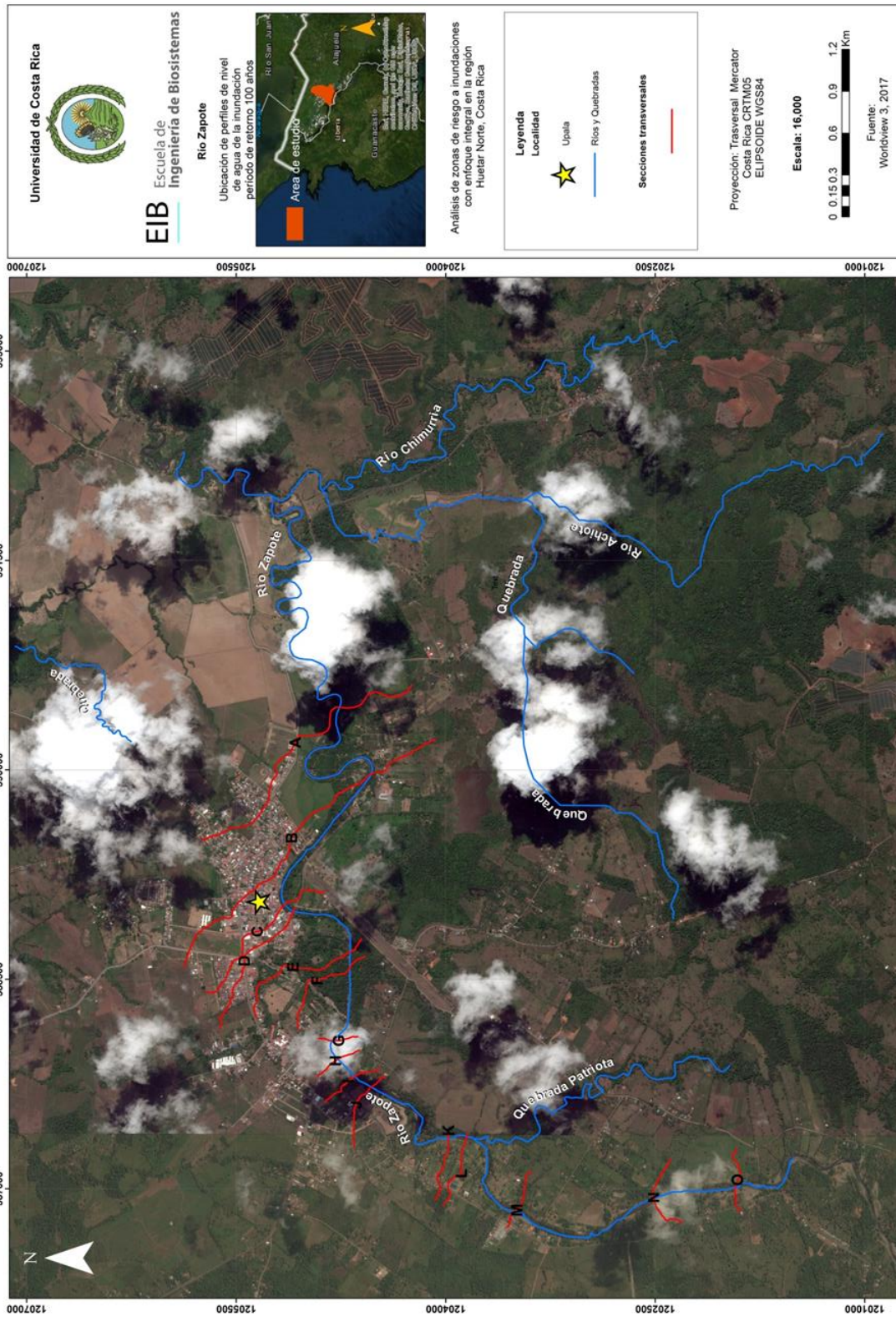


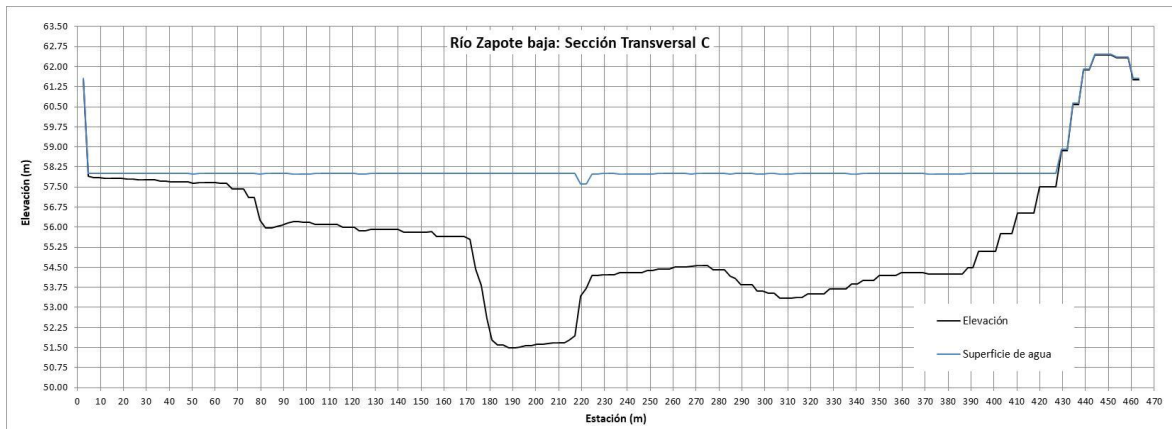
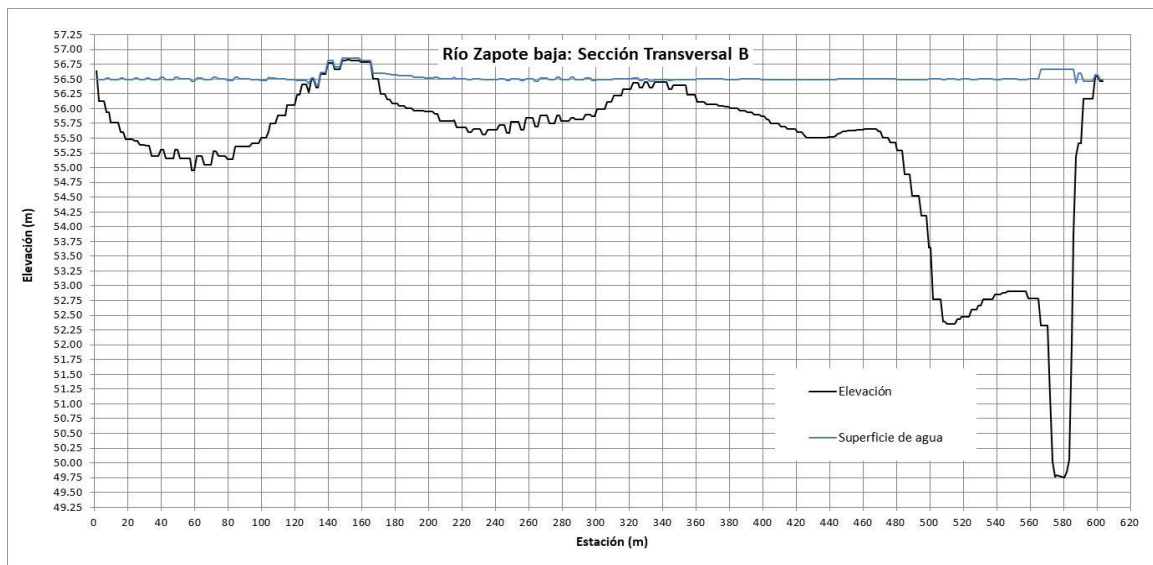
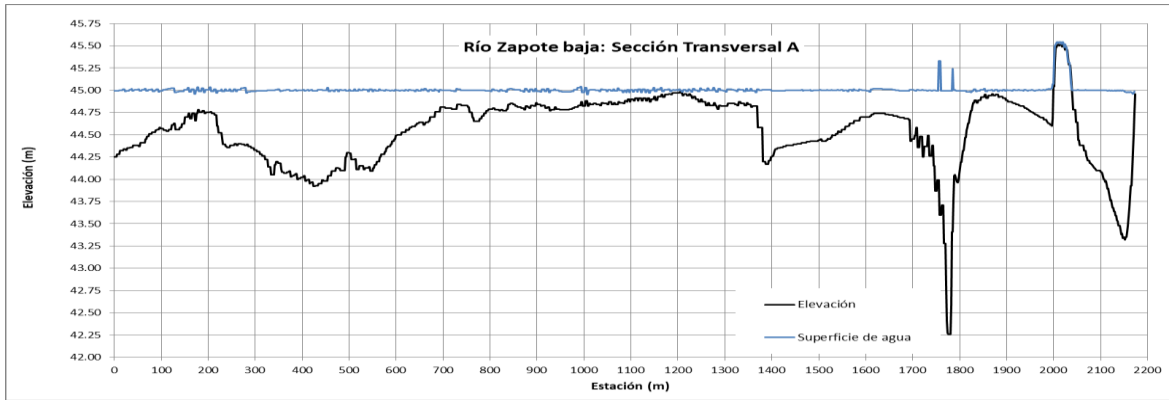


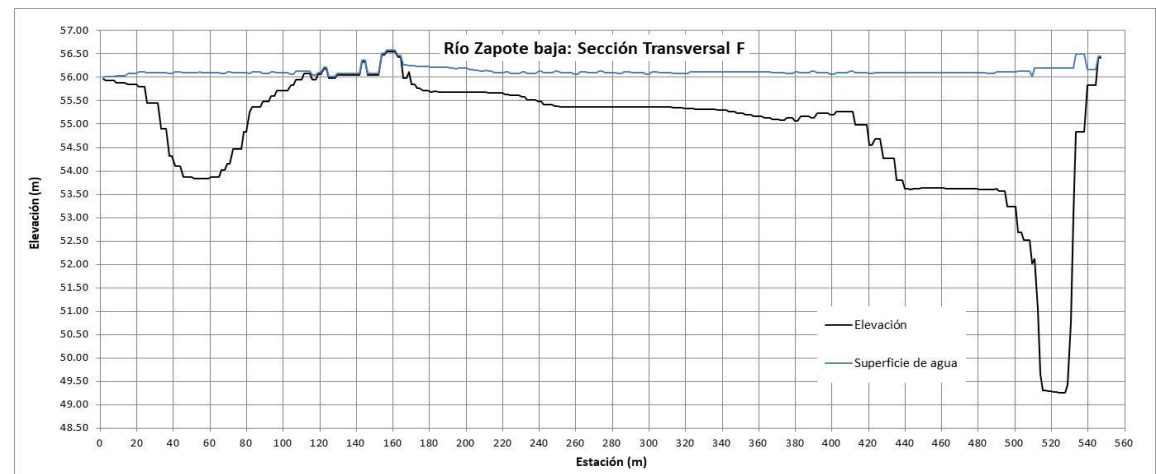
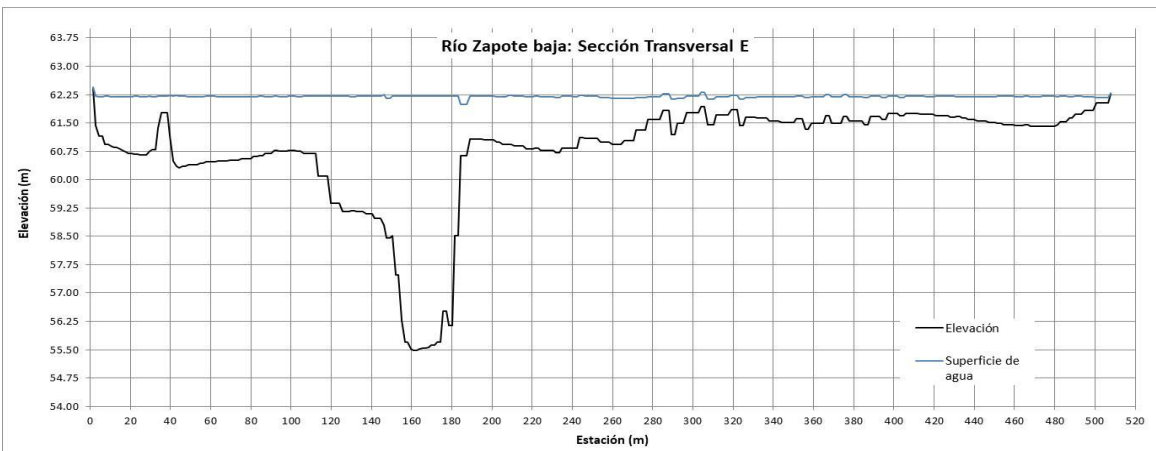
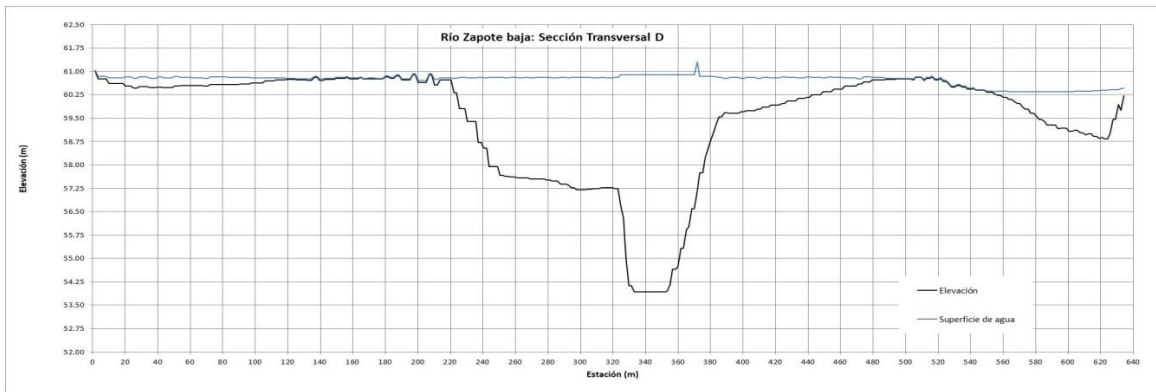


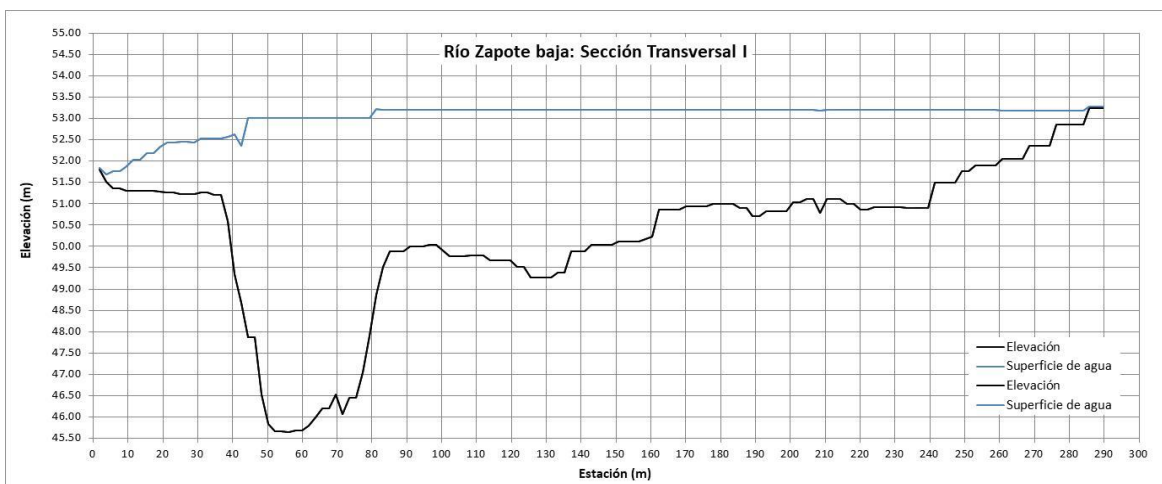
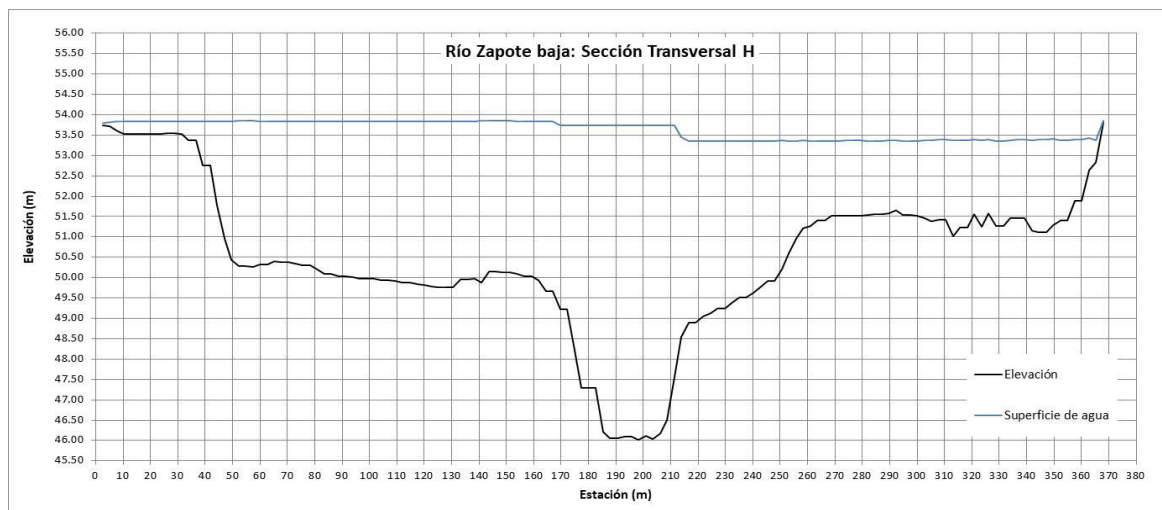
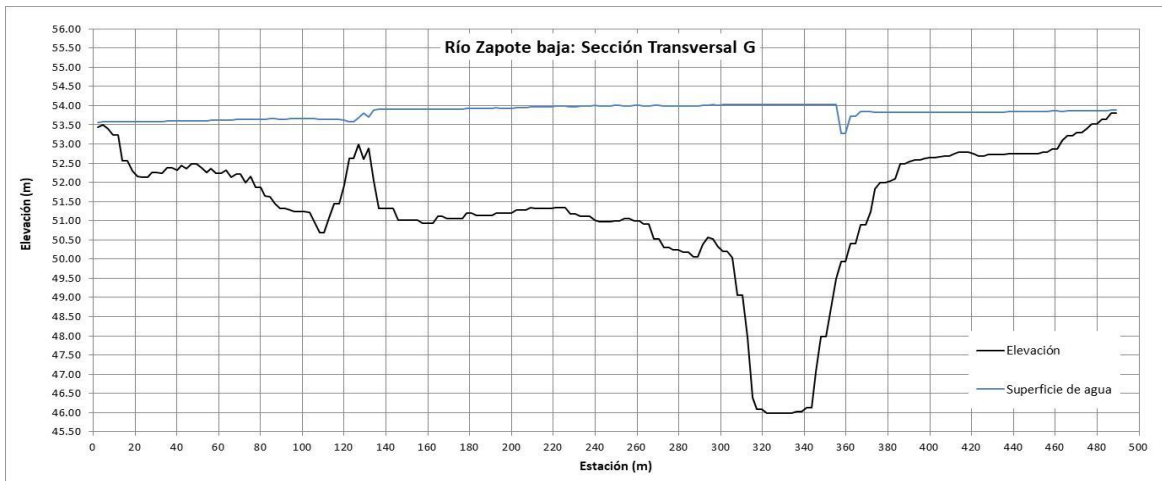


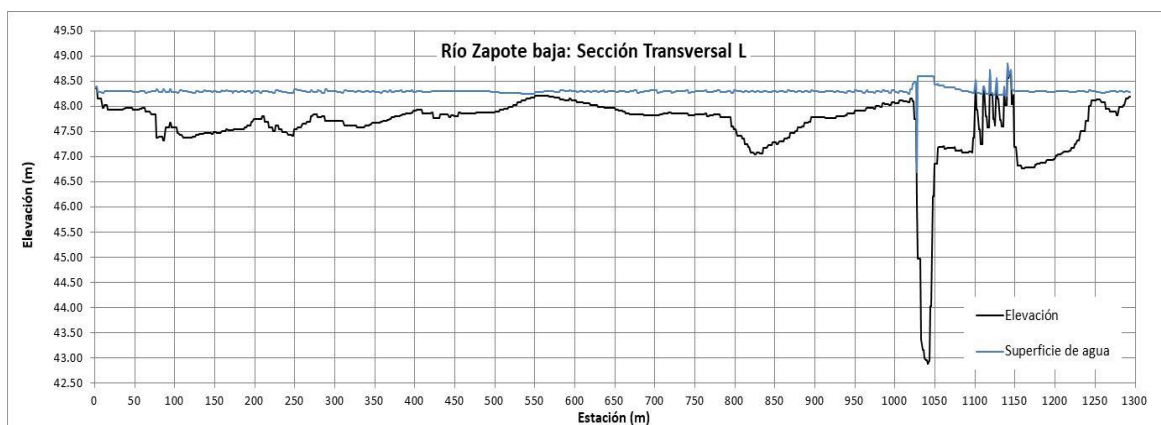
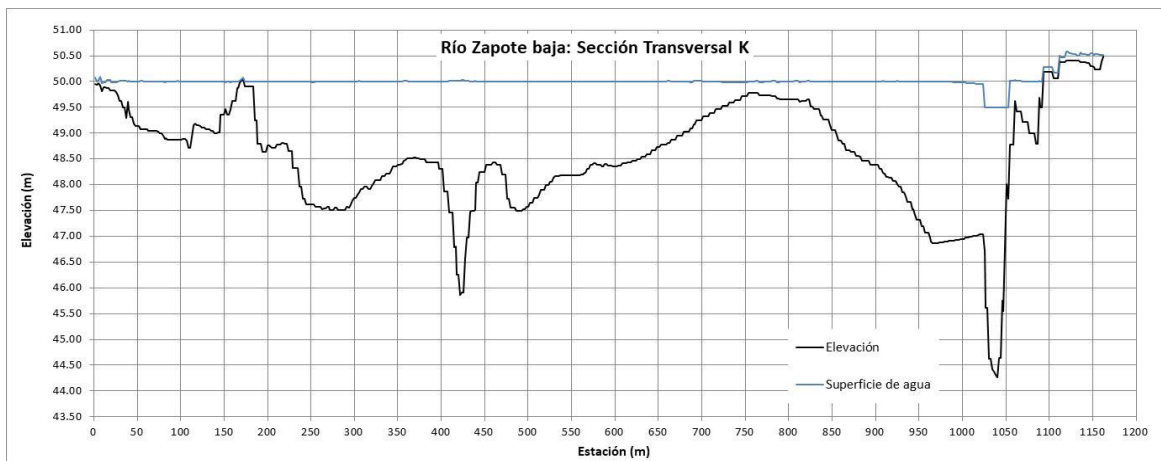
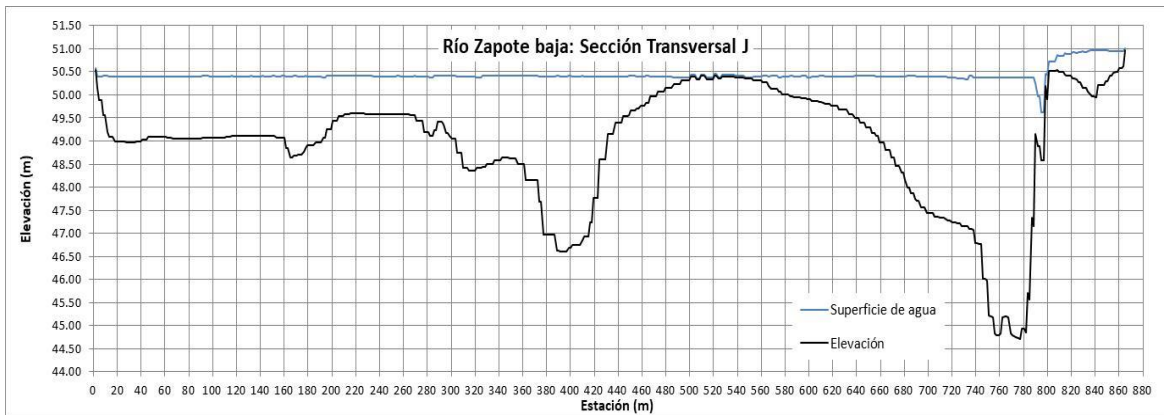
Secciones Rio en Upala

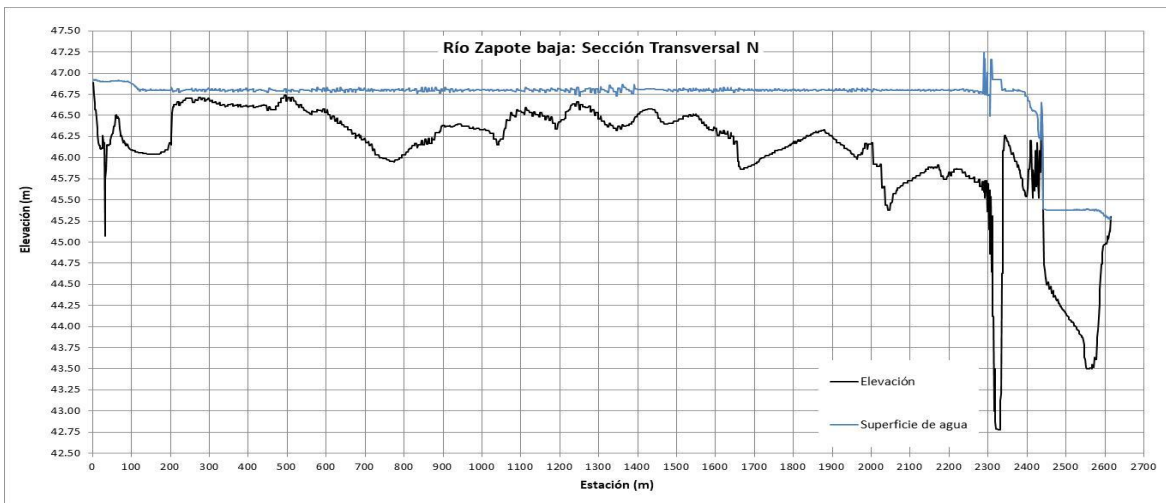
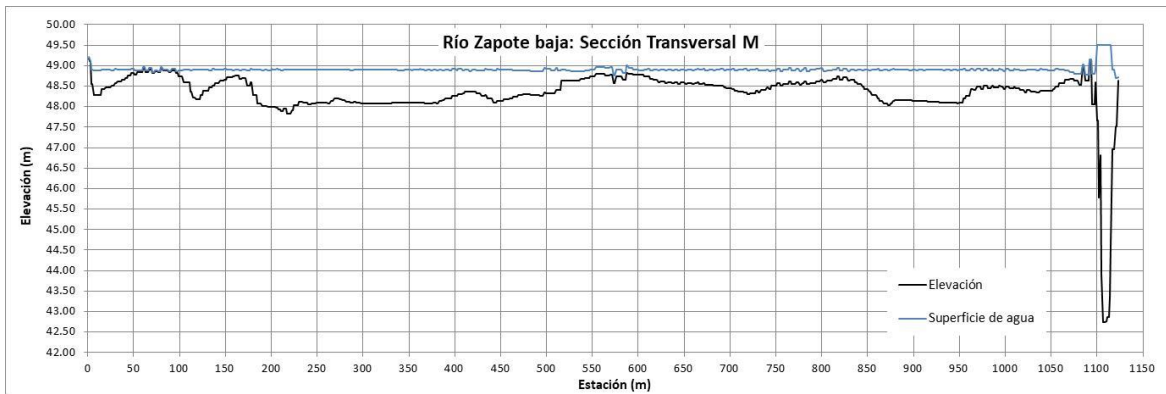












Apéndice H. Resumen de Análisis Hidráulicos

Escenario	Área de inundación (km²)
Período de retorno 5 años	15.52
Período de retorno 10 años	16.86
Período de retorno 25 años	18.34
Período de retorno 50 años	19.07
Período de retorno 100 años	19.10
OTTO CN II	18.43
OTTO CNII CV	20.13

Escenario	Área de amenaza (km²)		
	Baja	Media	Alta
Período de retorno 5 años	1.62	7.96	1.88
Período de retorno 10 años	1.63	8.76	2.73
Período de retorno 25 años	1.59	8.64	4.82
Período de retorno 50 años	1.51	8.85	5.30
Período de retorno 100 años	1.52	8.84	5.36
OTTO CN II	1.33	9.21	4.42
OTTO CNII CV	0.01	3.72	10.15

Escenario	Profundidad promedio (m)	Desviación Estándar
Período de retorno 5 años	0.431	0.592
Período de retorno 10 años	0.522	0.691
Período de retorno 25 años	0.651	0.796
Período de retorno 50 años	0.697	0.828
Período de retorno 100 años	0.701	0.839
OTTO CN II	0.656	0.793
OTTO CNII CV	0.786	0.939

Escenario	Velocidad promedio(m/s)	Desviación Estándar
Período de retorno 5 años	0.207	0.319
Período de retorno 10 años	0.242	0.363
Período de retorno 25 años	0.286	0.408
Período de retorno 50 años	0.305	0.426
Período de retorno 100 años	0.311	0.433
OTTO CN II	0.267	0.359
OTTO CNII CV	0.315	0.396

Canalete

Escenario	Área de inundación(km ²)
Periodo de Retorno 5 años	2.52
Periodo de Retorno 10 años	2.91
Periodo de Retorno 25 años	3.56
Periodo de Retorno 50 años	3.74
OTTO CN II	4.13
Periodo de Retorno 100 años	4.32
OTTO CN III	4.50
OTTO CN II CV	5.47

Escenario	Área de amenaza (km ²)		
	Baja	Media	Alta
Periodo de Retorno 5 años	0.31	0.62	0.70
Periodo de Retorno 10 años	0.37	0.71	0.81
Periodo de Retorno 25 años	0.45	0.85	0.98
Periodo de Retorno 50 años	0.47	0.87	1.02
OTTO CN II	0.50	1.03	1.12
Periodo de Retorno 100 años	0.52	1.10	1.19
OTTO CN III	0.53	1.16	1.24
OTTO CN II CV	0.58	1.70	2.18

Escenario	Profundidad promedio (m)	Desviación Estándar
Periodo de Retorno 5 años	0.798	0.877
Periodo de Retorno 10 años	0.831	0.943
Periodo de Retorno 50 años	0.853	1.032
Periodo de Retorno 25 años	0.864	1.030
OTTO CN II	0.902	1.101
Periodo de Retorno 100 años	0.914	1.115
OTTO CN III	0.935	1.149
OTTO CN II CV	1.840	1.850

Escenario	Velocidad promedio (m/s)	Desviación Estándar
Periodo de Retorno 5 años	0.865	0.948
Periodo de Retorno 50 años	0.877	1.050
Periodo de Retorno 10 años	0.879	0.988
OTTO CN II	0.880	1.060
Periodo de Retorno 25 años	0.880	1.034
Periodo de Retorno 100 años	0.893	1.077
OTTO CN III	0.901	1.095
OTTO CN II CV	0.963	1.126

Apéndice I. Mapas de profundidad, velocidad y peligrosidad de Upala para distintos escenarios


Universidad de Costa Rica



EIB Escuela de Ingeniería de Biosistemas

Río Zapote

Profundidad máxima para Huracán Otlo



Área de estudio

Proyección: Transversal Mercator
Costa Rica CRTM05
ELIPSOIDE WGS84
Escala: 1:6,000

0 0.15 0.3 0.6 0.9 1.2 Km

Fuente: Worldview 3, 2017

Legenda

Localidad

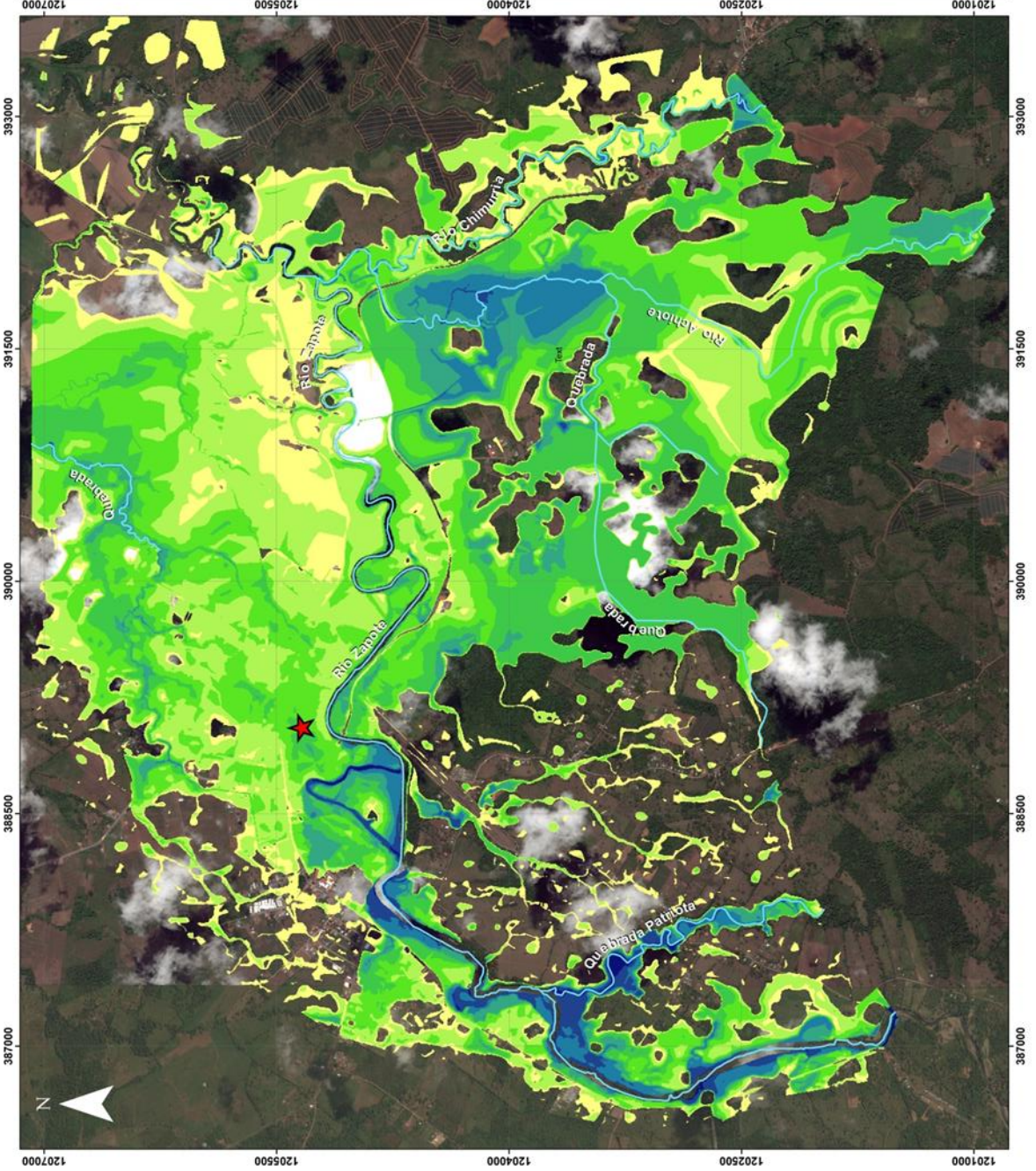
Upala


Profundidad (m)

0.1 - 0.31	1.9 - 2.5
0.32 - 0.81	2.6 - 3.3
0.82 - 1.3	3.4 - 4.6
1.4 - 1.8	4.7 - 6.3

Ríos y Quebradas

Análisis de zonas de riesgo a inundaciones con enfoque integral en la región Huetar Norte, Costa Rica






Universidad de Costa Rica

EIB Escuela de Ingeniería de Biosistemas

Río Zapote

Velocidad máxima para Huracán Otto



Análisis de zonas de riesgo a inundaciones con enfoque integral en la región Huetar Norte, Costa Rica

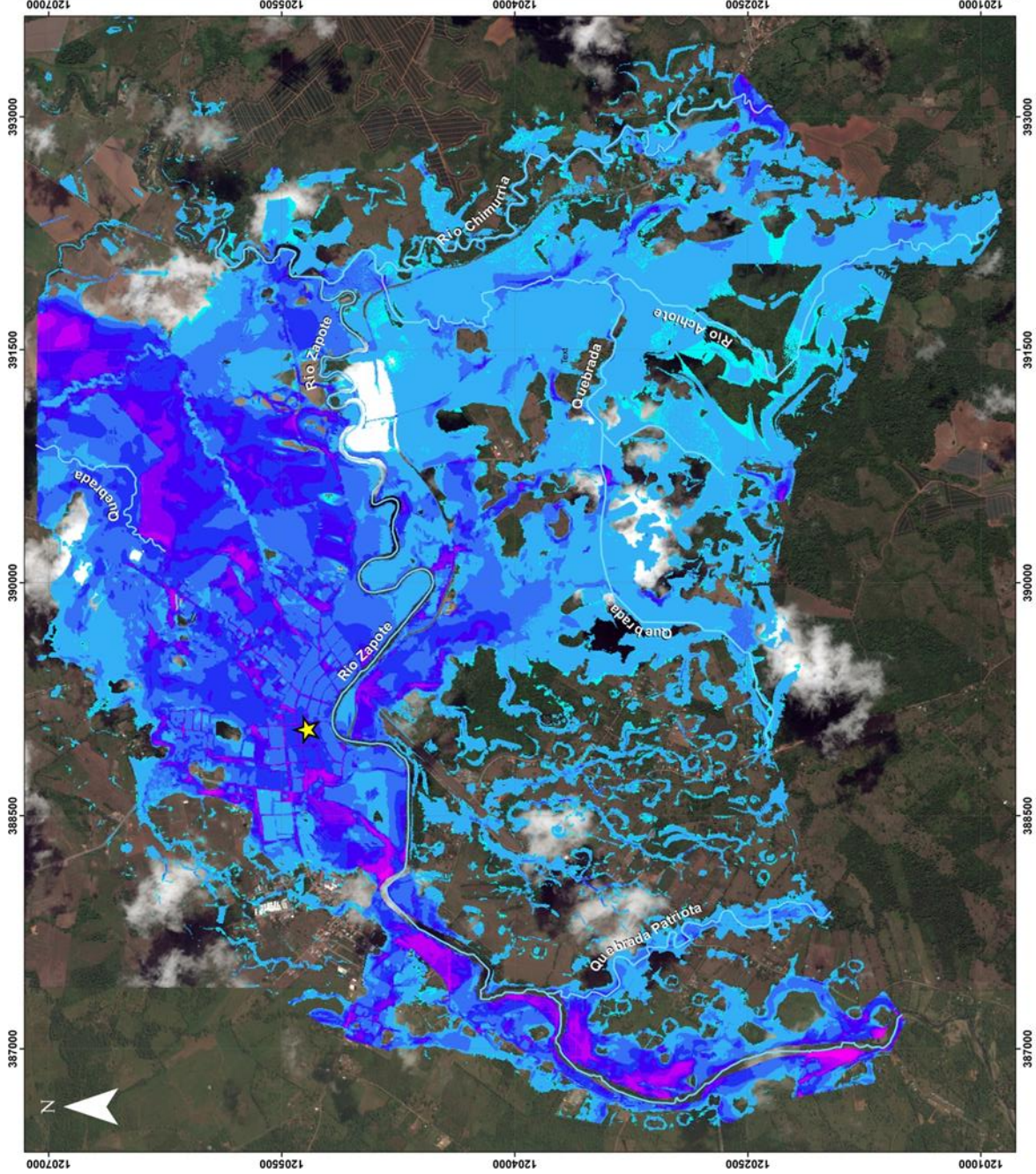
Leyenda

Localidad

Upala

Ríos y Quebradas	
Velocidad (m/s)	
0.11	0.88 - 1.2
0.12 - 0.3	1.3 - 1.7
0.31 - 0.57	1.8 - 2.7
0.58 - 0.87	2.8 - 3.9

Proyección: Transversal Mercator
Costa Rica CRTM05
ELIPSOIDE WGS84
Escala: 1:6,000
0 0.15 0.3 0.6 0.9 1.2 Km
Fuente: Worldview 3, 2017



Universidad de Costa Rica



EIB Escuela de Ingeniería de Biosistemas

Río Zapote

Índice de amenaza para Huracán Otto

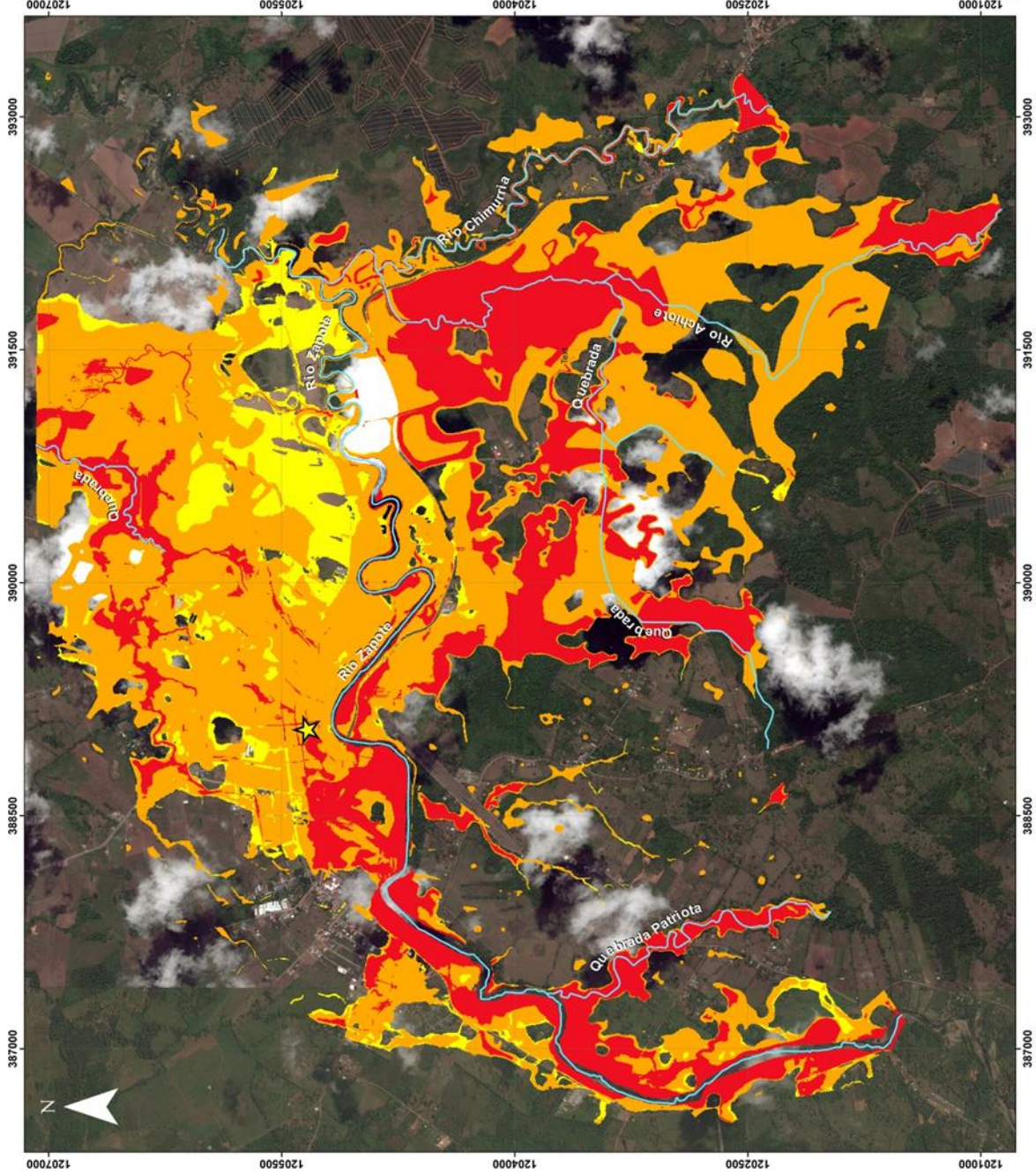



Análisis de zonas de riesgo a inundaciones con enfoque integral en la región Huetar Norte, Costa Rica

Proyección: Transversal Mercator
 Costa Rica CRTM05
 ELIPSOIDE WGS84
 Escala: 1:6,000

0 0.15 0.3 0.6 0.9 1.2 Km

Fuente: Worldview 3, 2017






Universidad de Costa Rica
EIB Escuela de Ingeniería de Biosistemas

Río Zapote

Profundidad máxima periodo de retorno 5 años



Área de estudio
 Río San Juan
 Ureña
 Alajuela
 Guanacaste
 Heredia
 Cartago
 Puntarenas
 Valparaíso
 Limón
 San José
 Escazú
 San Rafael
 Turkey
 Grecia
 Grecia

Análisis de zonas de riesgo a inundaciones con enfoque integral en la región Huetar Norte, Costa Rica

Leyenda

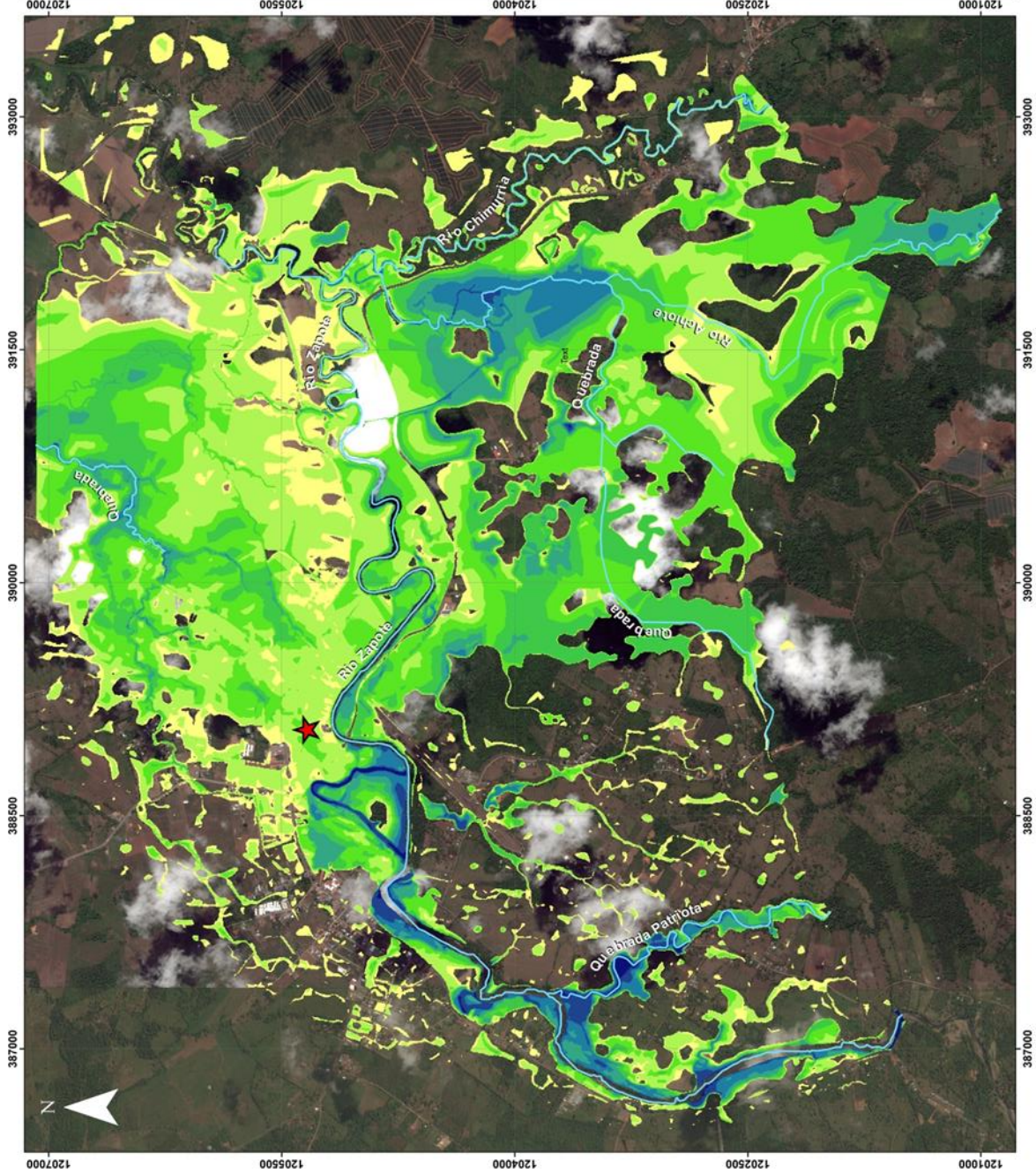
Localidad

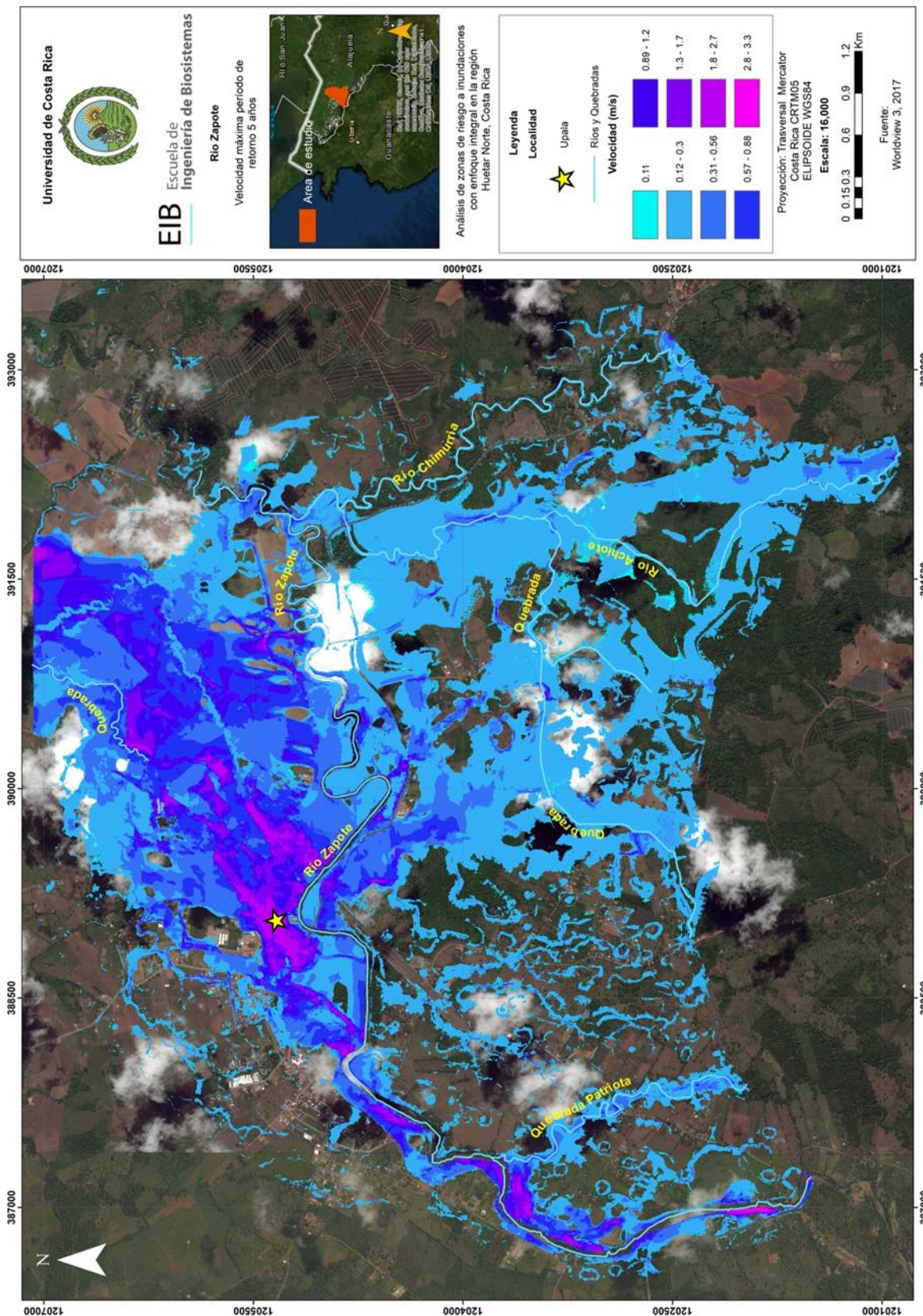
Upala

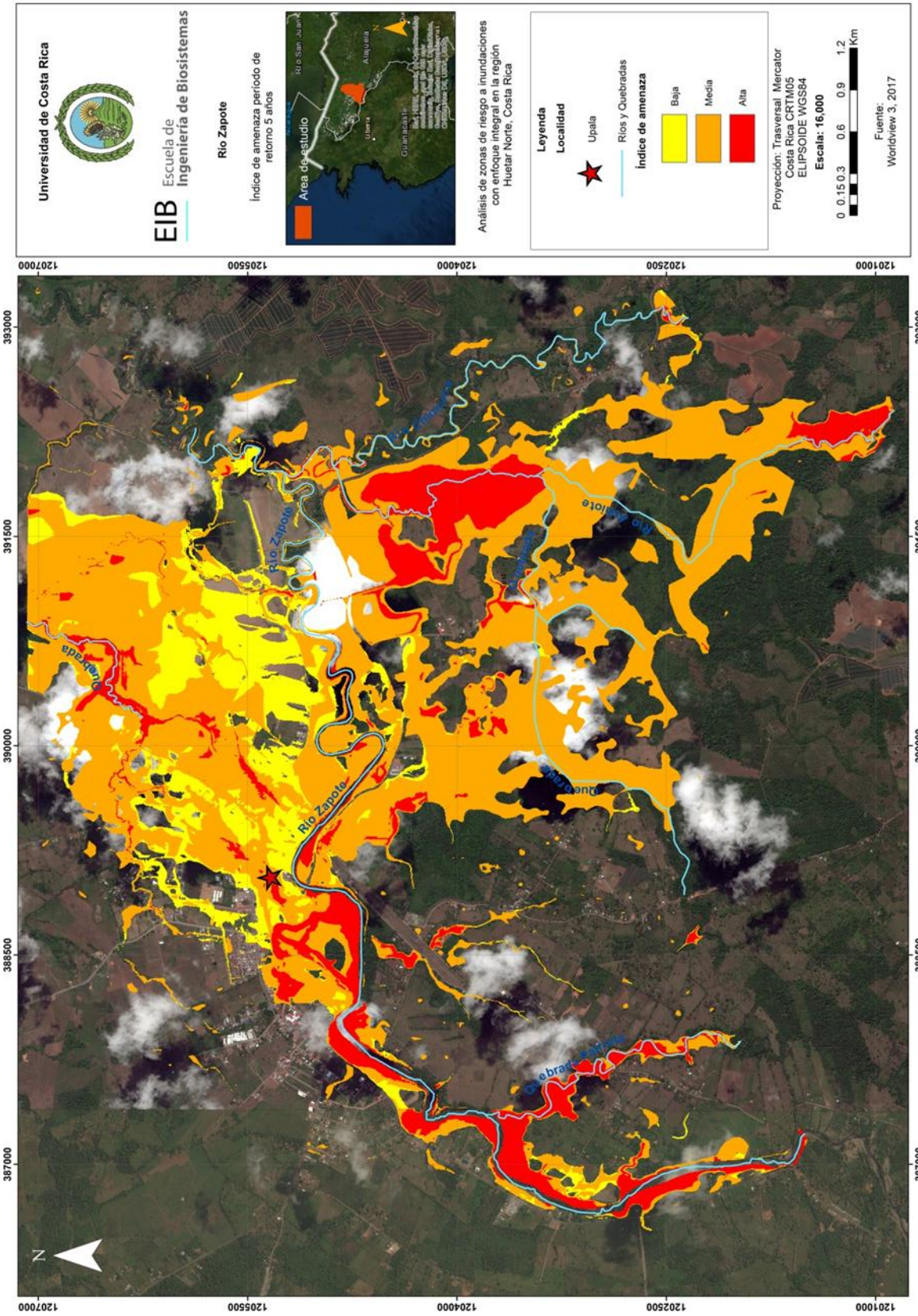
Ríos y Quebradas

Profundidad (m)	
0.11 - 0.22	1.5 - 1.9
0.23 - 0.61	2 - 2.6
0.62 - 1	2.7 - 3.6
1.1 - 1.4	3.7 - 4.9

Proyección: Transversal Mercator
 Costa Rica CRTM05
 ELIPSOIDE WGS84
 Escala: 1:6,000
 0 0.15 0.3 0.6 0.9 1.2 Km
 Fuente: Worldview 3, 2017







Universidad de Costa Rica

EIB Escuela de Ingeniería de Biosistemas

Río Zapote

Profundidad máxima periodo de retorno 10 años

Área de estudio

Proyección: Transversal Mercator
Costa Rica CRTM05
ELIPSOIDE WGS84
Escala: 1:6,000

0 0.15 0.3 0.6 0.9 1.2 Km

Fuente: Worldview 3, 2017

Profundidad (m)

0.12 - 0.47	1.9 - 2.3
0.48 - 0.88	2.4 - 3
0.89 - 1.3	3.1 - 4.1
1.4 - 1.8	4.2 - 5.5

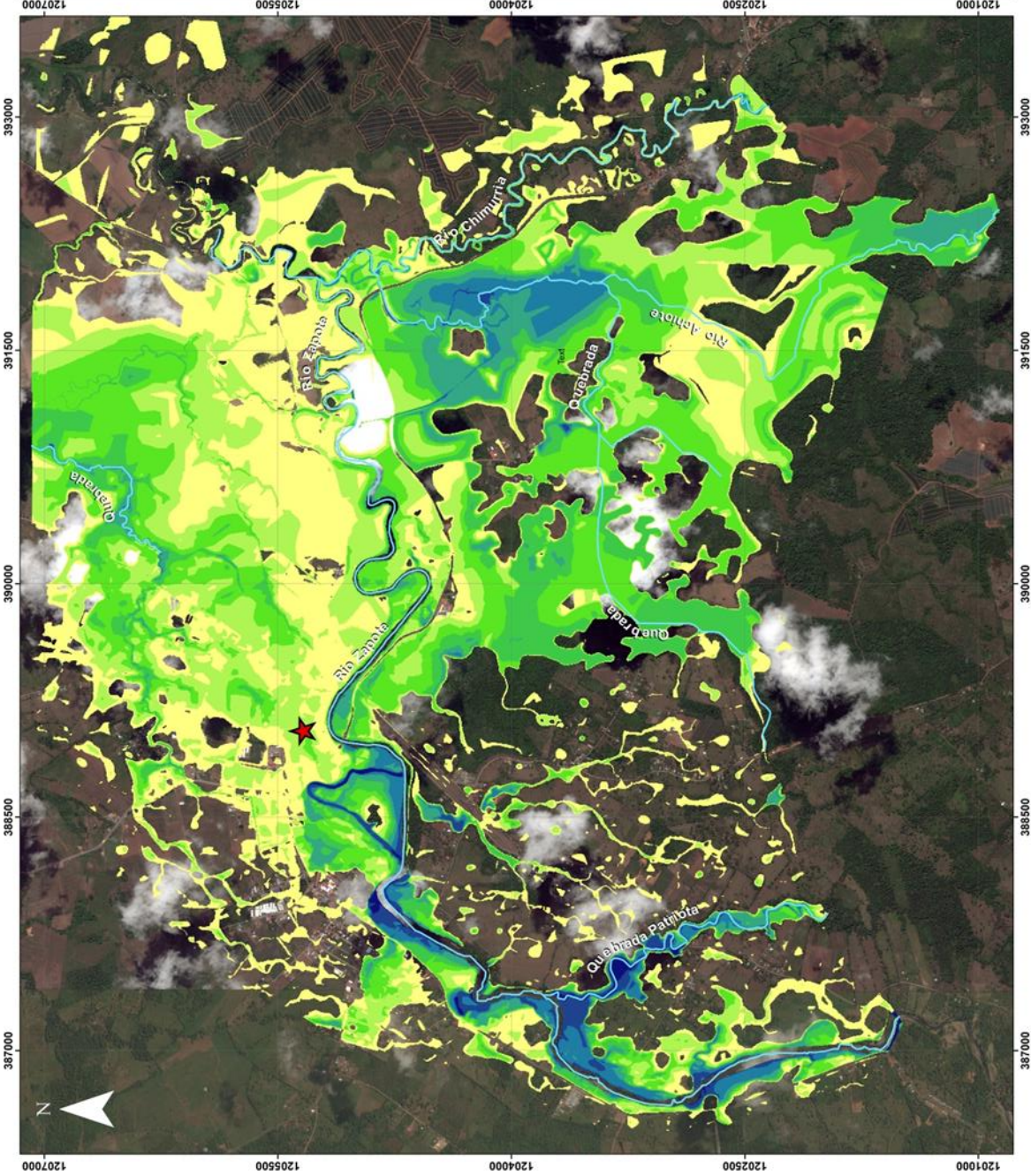
Legenda

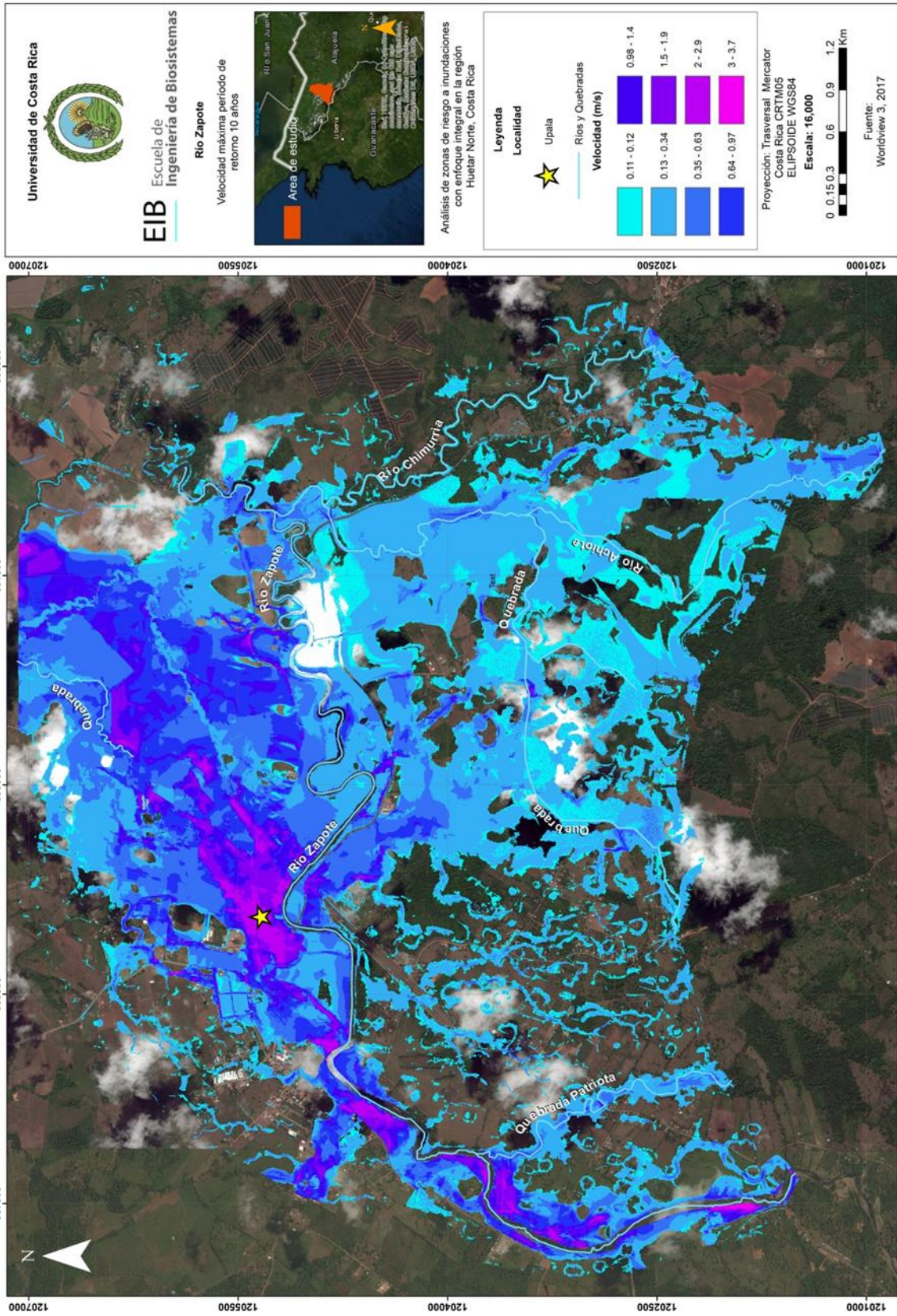
Localidad

Upala

Ríos y Quebradas

Analisis de zonas de riesgo a inundaciones con enfoque integral en la región Huetar Norte, Costa Rica





Universidad de Costa Rica



EIB Escuela de Ingeniería de Biosistemas

Río Zapote

Índice de amenaza período de retorno 10 años



Área de estudio
 Río San Juan
 Alajuela
 Guanacaste
 Puntarenas
 San José
 Heredia
 Limón
 Cartago
 Turkey
 Costa Rica

Análisis de zonas de riesgo a inundaciones con enfoque integral en la región Huetar Norte, Costa Rica

Leyenda

Localidad

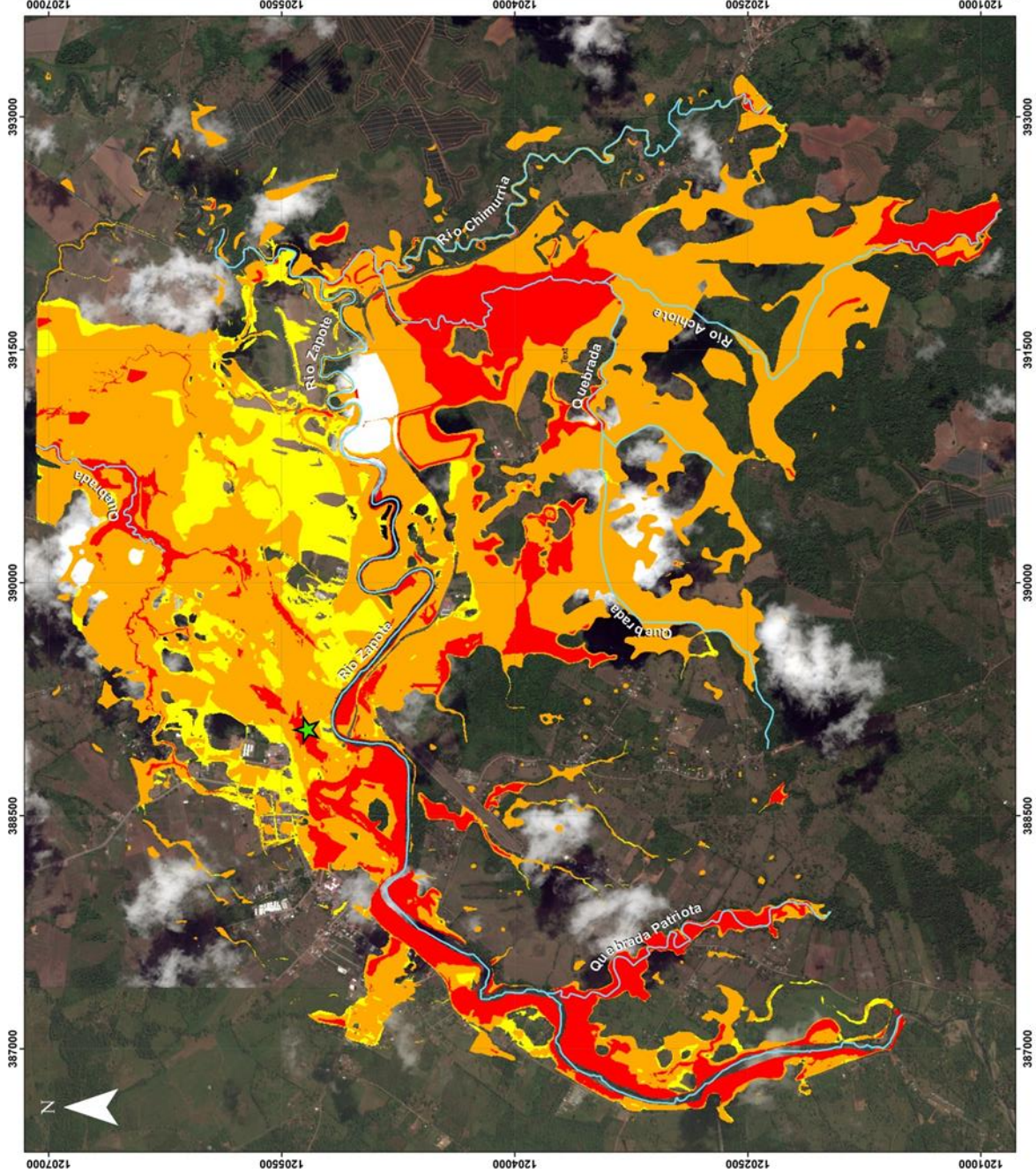
Upala 


Ríos y Quebradas 

Índice de amenaza

	Baja
	Media
	Alta

Proyección: Transversal Mercator
 Costa Rica CRTM05
 ELIPSOIDE WGS84
 Escala: 1:6,000
 0 0.15 0.3 0.6 0.9 1.2 Km
 Fuente: Worldview 3, 2017






Universidad de Costa Rica

EIB Escuela de Ingeniería de Biosistemas

Río Zapote

Profundidad máxima periodo de retorno 25 años



Área de estudio

Análisis de zonas de riesgo a inundaciones con enfoque integral en la región Huetar Norte, Costa Rica

Legenda


Localidad

Upala

Profundidad (m)

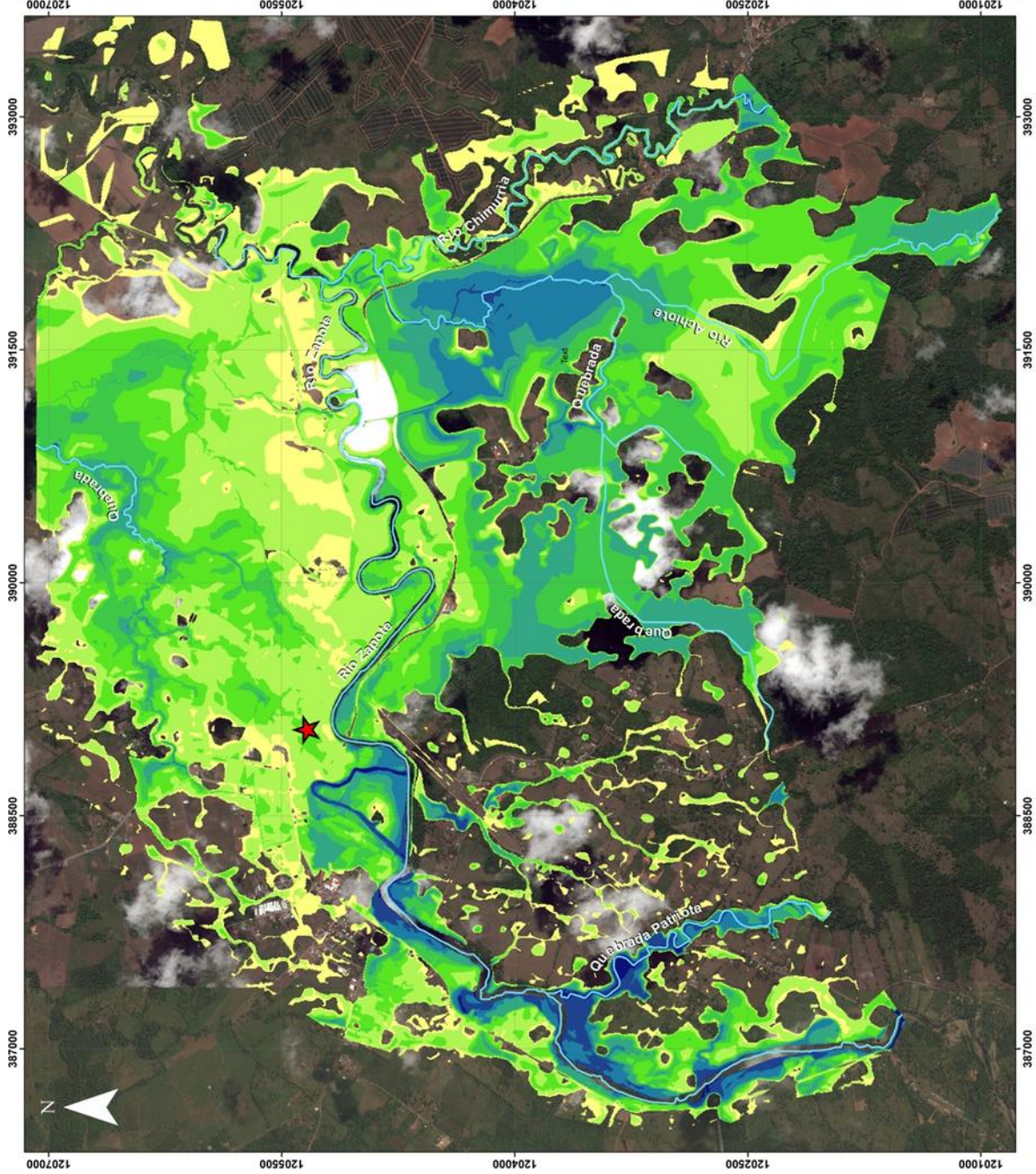
0.13 - 0.27	1.8 - 2.3
0.28 - 0.75	2.4 - 3.2
0.76 - 1.2	3.3 - 4.5
1.3 - 1.7	4.6 - 6.2

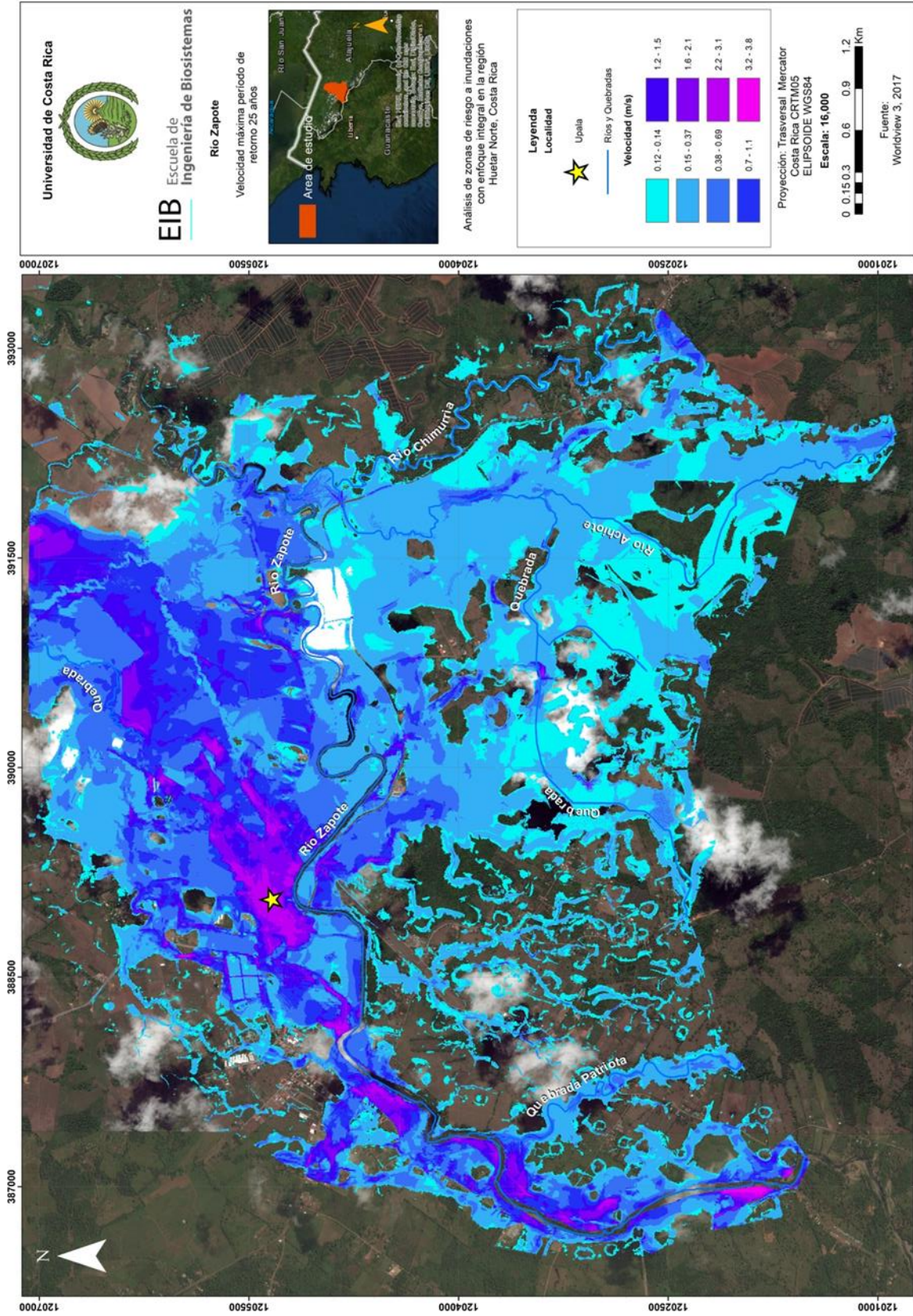
Proyección: Transversal Mercator
Costa Rica CRTM05
ELIPSOIDE WGS84
Escala: 1:6,000



0.15 0.3 0.6 0.9 1.2 Km

Fuente:
Worldview 3, 2017






Universidad de Costa Rica

EIB Escuela de Ingeniería de Biosistemas

Río Zapote
 Índice de amenaza período de retorno 25 años



Área de estudio
 Río San Juan
 Alajuela
 Guanacaste
 Puntarenas
 Limón
 San José
 Heredia
 Cartago
 Turkey
 Páramo
 Parícuti
 Popocatepetl
 Nevado de Colima
 Nevado de Toluca
 Nevado de Orizaba
 Nevado de Iztaccihuatl
 Nevado de Parícuti
 Nevado de Popocatepetl
 Nevado de Toluca
 Nevado de Orizaba
 Nevado de Iztaccihuatl

Análisis de zonas de riesgo a inundaciones con enfoque integral en la región Huetar Norte, Costa Rica

Leyenda

Localidad

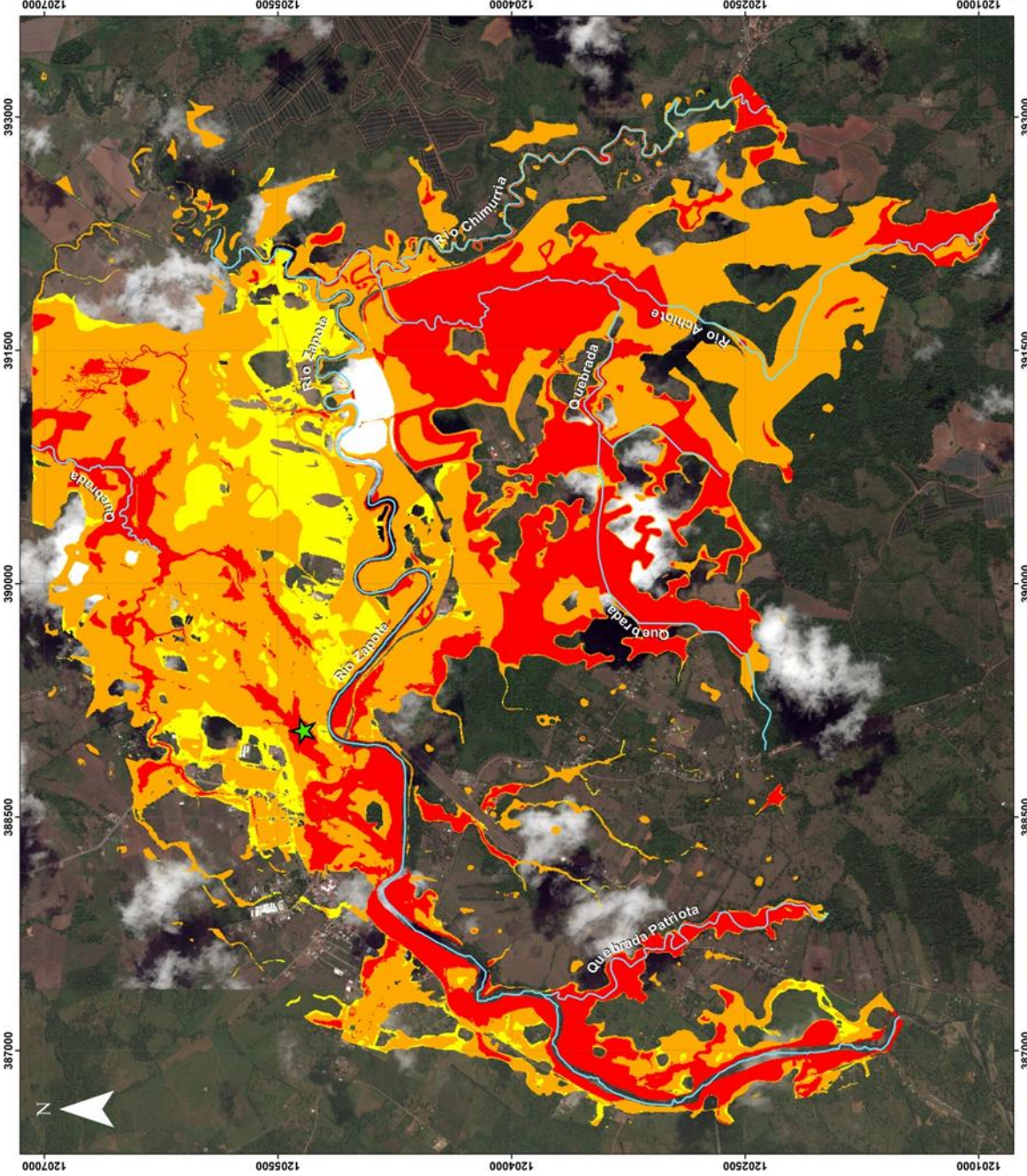
Upala 


Ríos y Quebradas 

Índice de amenaza

	Baja
	Media
	Alta


Proyección: Transversal Mercator
 Costa Rica CRTM05
 ELIPSOIDE WGS84
 Escala: 1:6,000
 0 0.15 0.3 0.6 0.9 1.2 Km
 Fuente:
 Worldview 3, 2017




Universidad de Costa Rica

EIB Escuela de Ingeniería de Biosistemas



Río Zapote
 Profundidad máxima periodo de retorno 50 años












Área de estudio
 Río San Juan
 Ureña
 Alajuela
 Guanacaste
 411000, 400000, 390000, 380000, 370000, 360000, 350000, 340000, 330000, 320000, 310000, 300000, 290000, 280000, 270000, 260000, 250000, 240000, 230000, 220000, 210000, 200000, 190000, 180000, 170000, 160000, 150000, 140000, 130000, 120000, 110000, 100000, 90000, 80000, 70000, 60000, 50000, 40000, 30000, 20000, 10000, 0

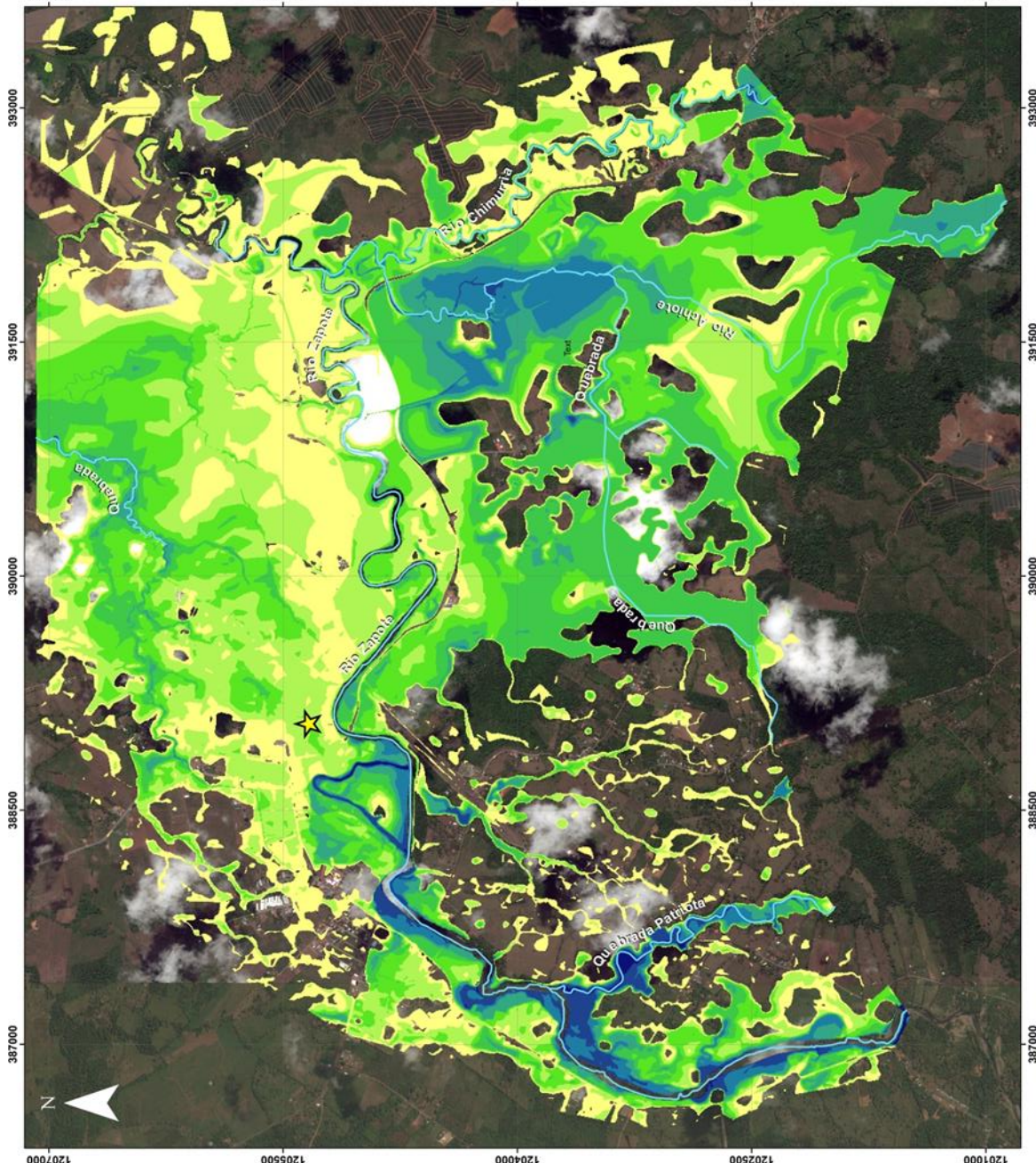
Análisis de zonas de riesgo a inundaciones con enfoque integral en la región Huetar Norte, Costa Rica


Leyenda

 Localidad
 Ríos y Quebradas

Profundidad (m)	
	0.1 - 0.46
	0.47 - 0.93
	0.94 - 1.4
	1.5 - 1.9
	2 - 2.6
	2.7 - 3.4
	3.5 - 4.7
	4.8 - 6.4

Proyección: Transversal Mercator
 Costa Rica CRTM05
 ELIPSOIDE WGS84
 Escala: 16,000

 Fuente:
 Worldview 3, 2017






Universidad de Costa Rica

EIB Escuela de
Ingeniería de Biosistemas

Río Zapote

Velocidad máxima período de
retorno 50 años



Área de estudio

Analisis de zonas de riesgo a inundaciones
con enfoque integral en la región
Huetar Norte, Costa Rica

Leyenda

Localidad

Upala

Rios y Quebradas

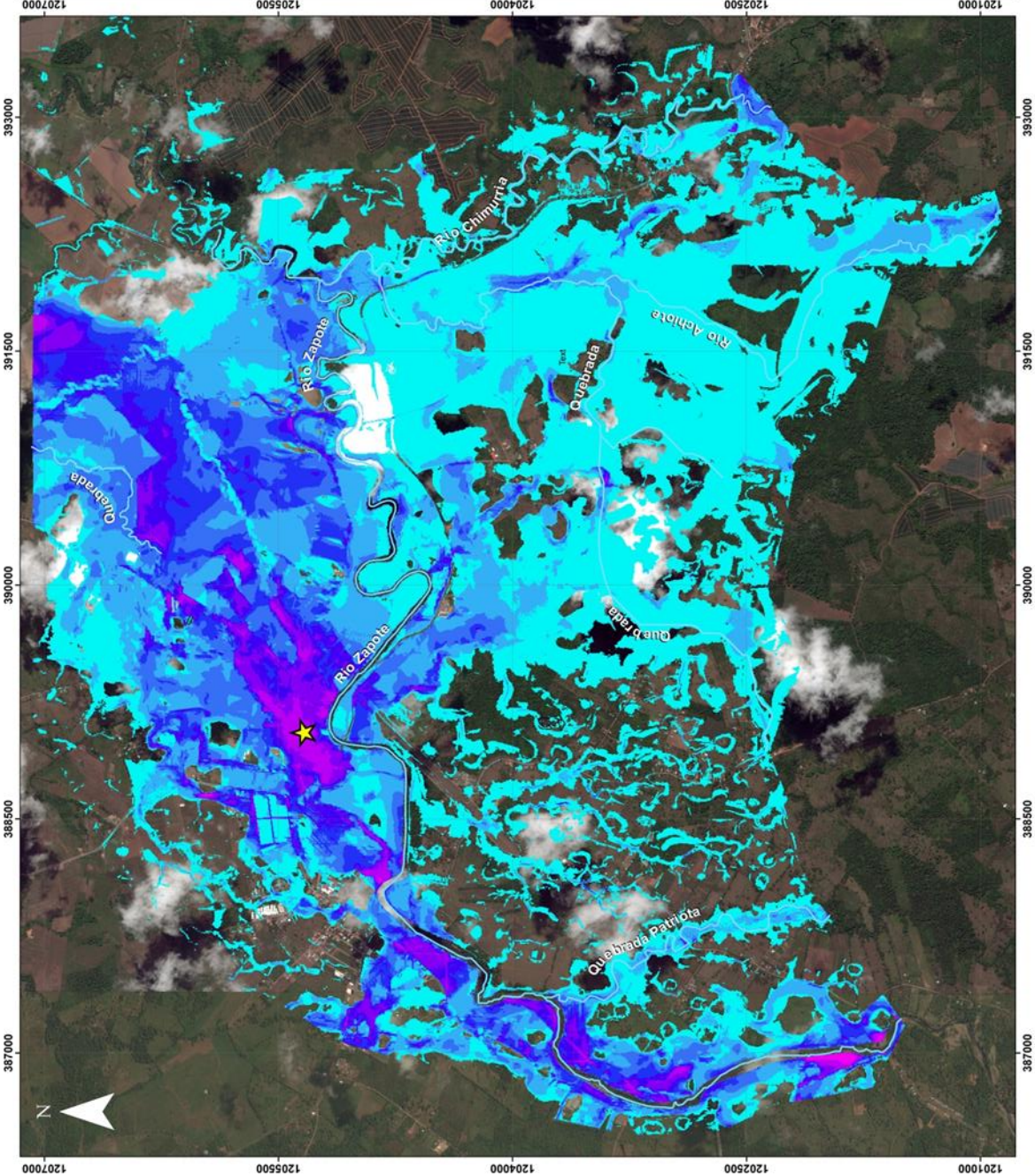
Velocidad (m/s)

0.12 - 0.29	1.3 - 1.6
0.3 - 0.56	1.7 - 2.2
0.57 - 0.87	2.3 - 3.1
0.88 - 1.2	3.2 - 3.9

Proyección: Transversal Mercator
Costa Rica CRTM05
ELIPSOIDE WGS84
Escala: 1:6,000

0 0.15 0.3 0.6 0.9 1.2 Km

Fuente:
Worldview 3, 2017





Universidad de Costa Rica



EIB Escuela de Ingeniería de Biosistemas

Río Zapote

Índice de amenaza periodo de retorno 50 años



Proyección: Transversal Mercator
Costa Rica CRTM05
ELIPSOIDE WGS84
Escala: 1:6,000



Fuente: Worldview 3, 2017

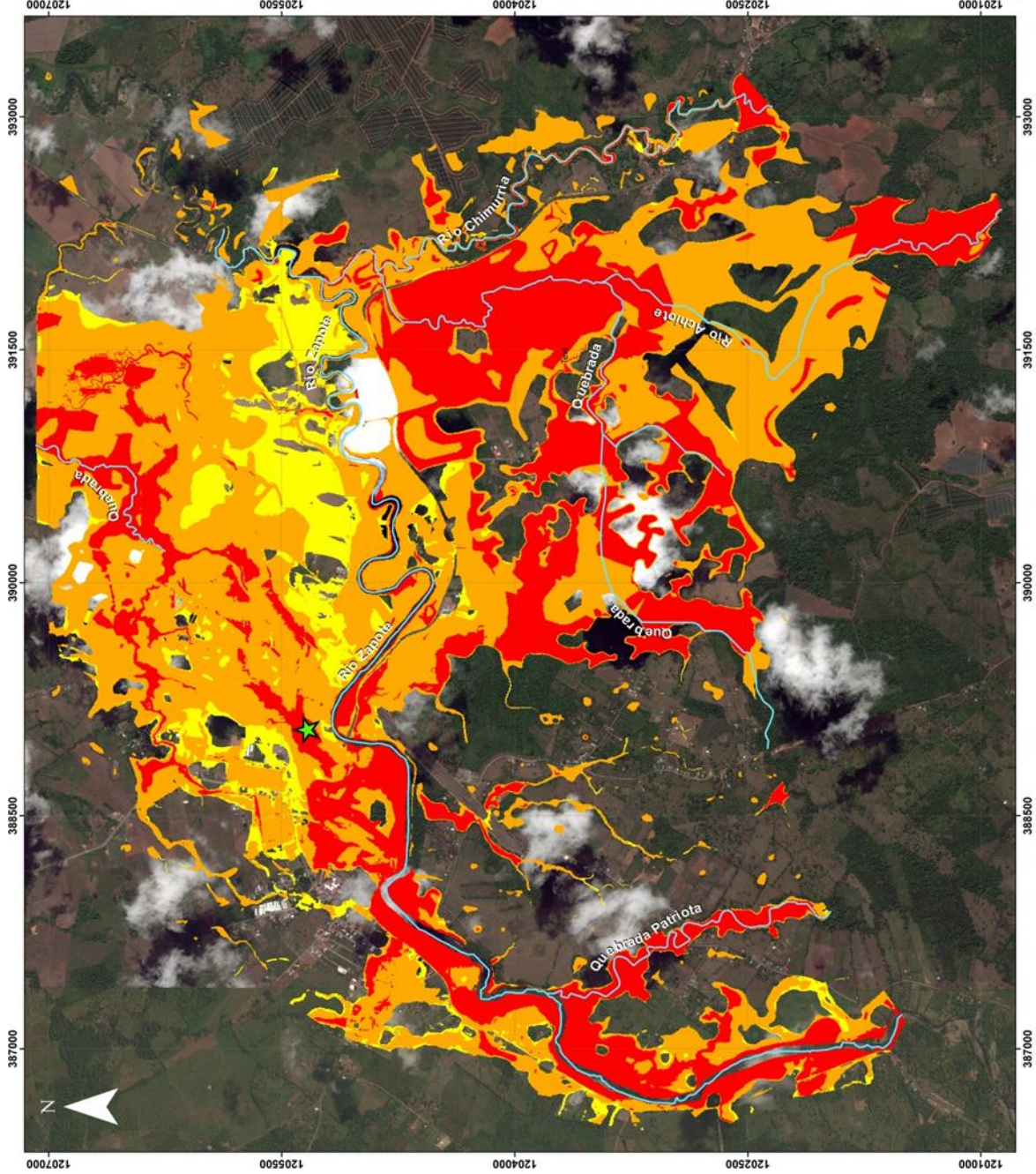
Análisis de zonas de riesgo a inundaciones con enfoque integral en la región Huetar Norte, Costa Rica

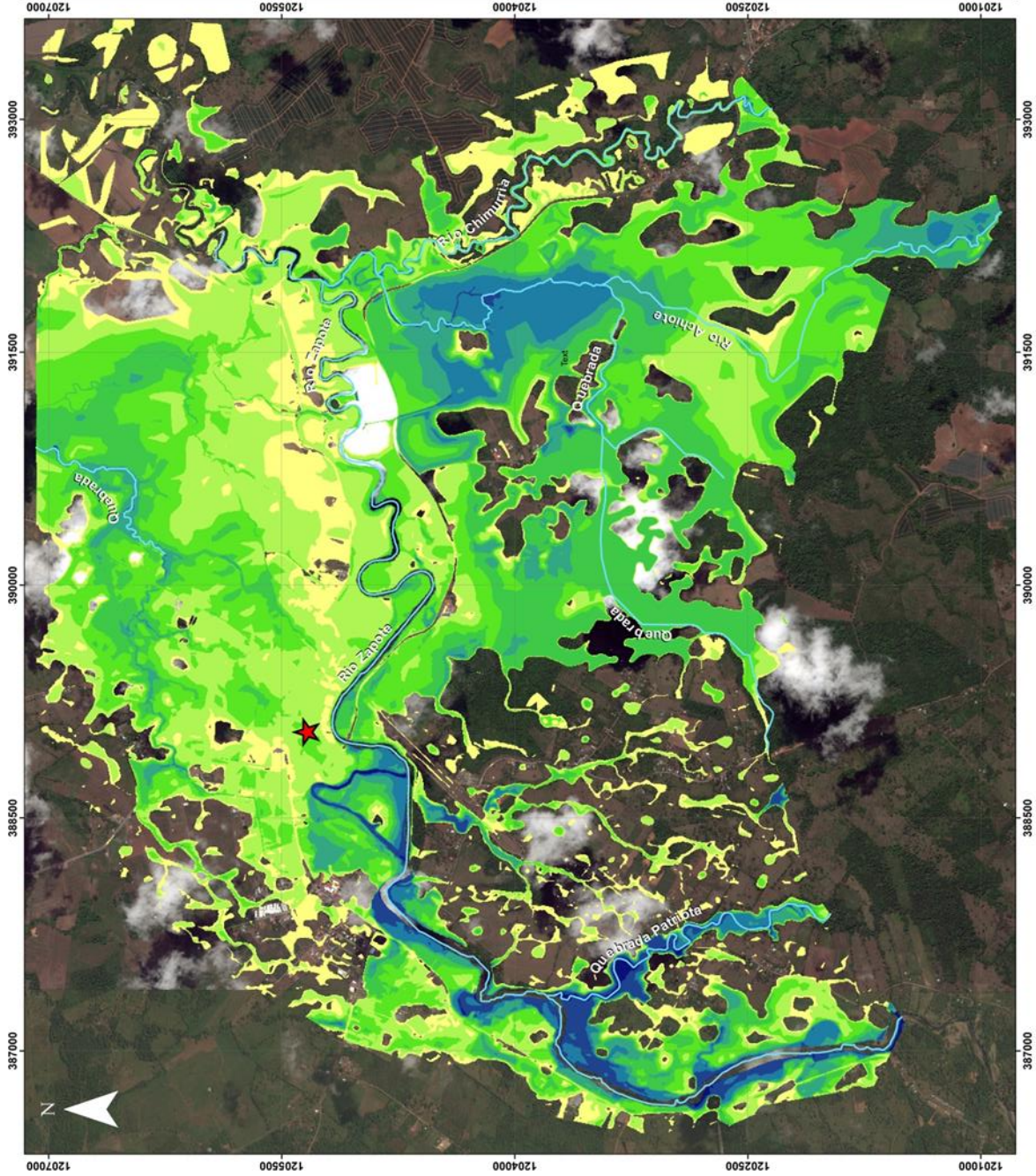
Leyenda

- Localidad Upala
- Ríos y Quebradas

Índice de amenaza

Baja	Media	Alta
		







Universidad de Costa Rica

EIB Escuela de Ingeniería de Biosistemas

Rio Zapote

Velocidad máxima período de retorno 100 años



Área de estudio

Río San Juan
Alajuela
Guanacaste
Heredia
Puntarenas
Santo Domingo
Turkey
Zapote

Análisis de zonas de riesgo a inundaciones con enfoque integral en la región Huetar Norte, Costa Rica

Leyenda

Localidad

Upala

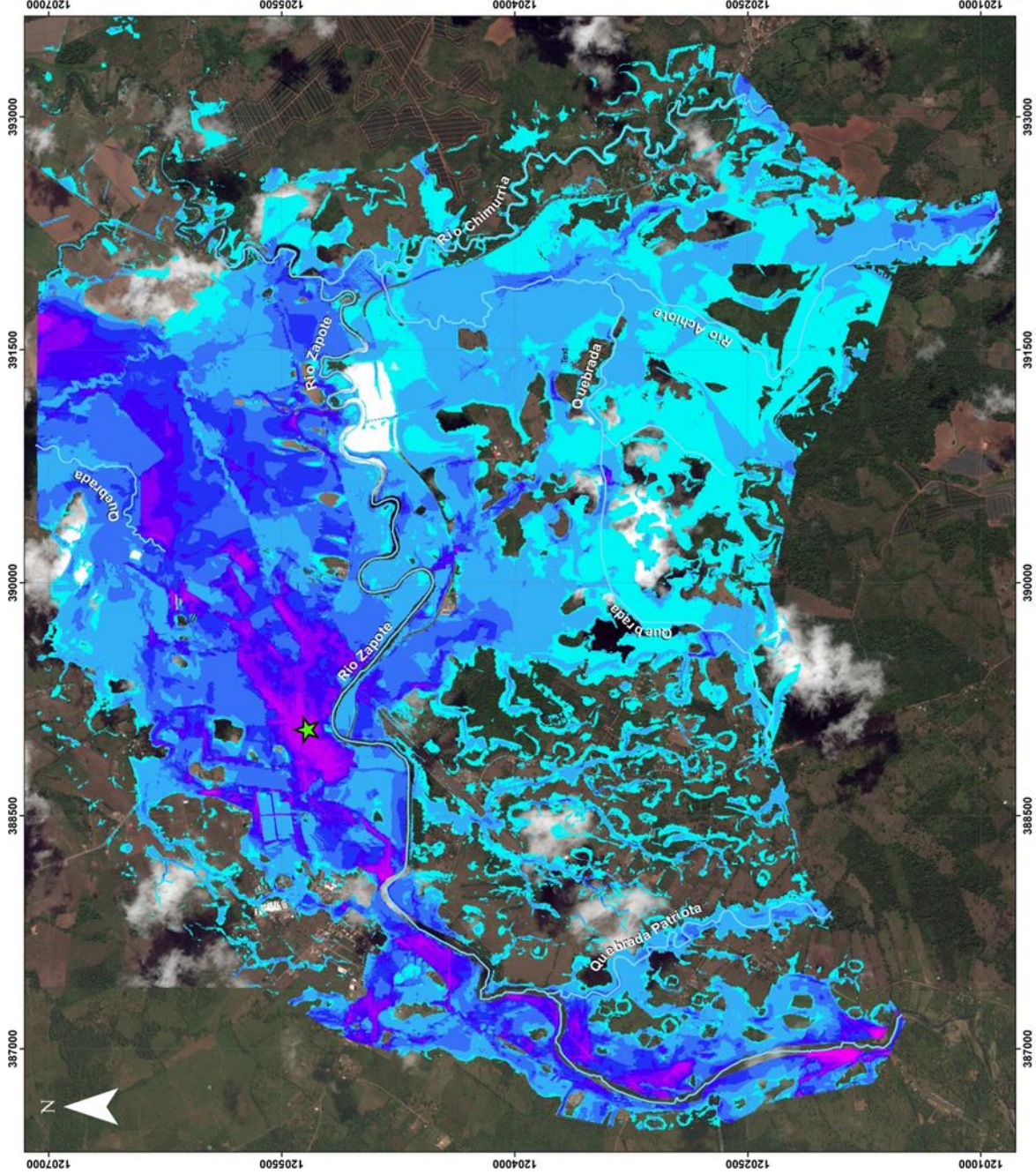
Ríos y Quebradas

Velocidad (m/s)
0.12 - 0.16
0.17 - 0.42
0.43 - 0.75
0.76 - 1.1
1.2 - 1.6
1.7 - 2.1
2.2 - 3.2
3.3 - 4.2

Proyección: Transversal Mercator
Costa Rica CRTM05
ELIPSOIDE WGS84
Escala: 1:6,000

0 0.15 0.3 0.6 0.9 1.2 Km

Fuente: Worldview 3, 2017



Universidad de Costa Rica



EIB Escuela de Ingeniería de Biosistemas

Río Zapote

Índice de amenaza periodo de retorno 100 años



Análisis de zonas de riesgo a inundaciones con enfoque integral en la región Huetar Norte, Costa Rica

Leyenda

Localidad

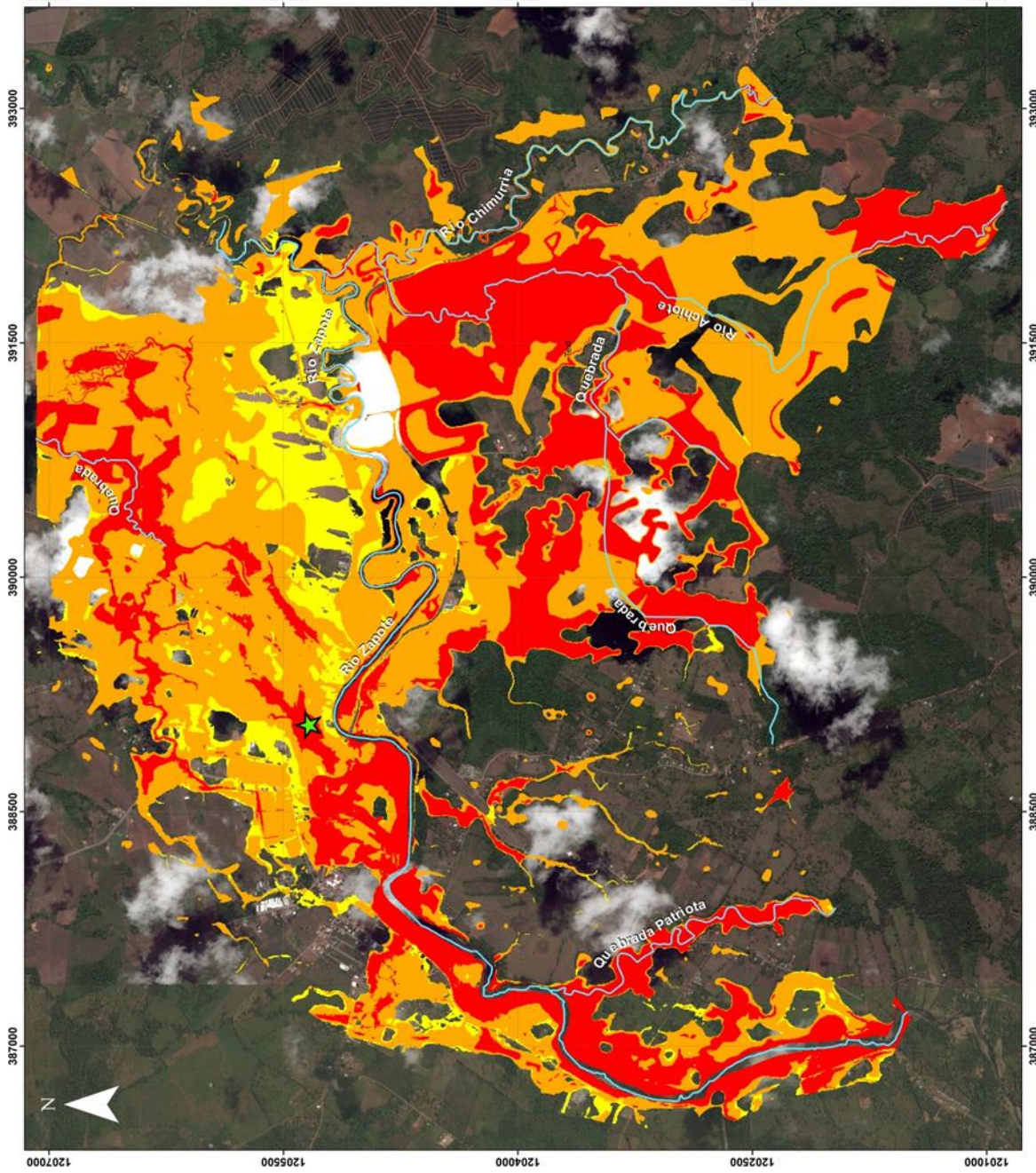
Upala

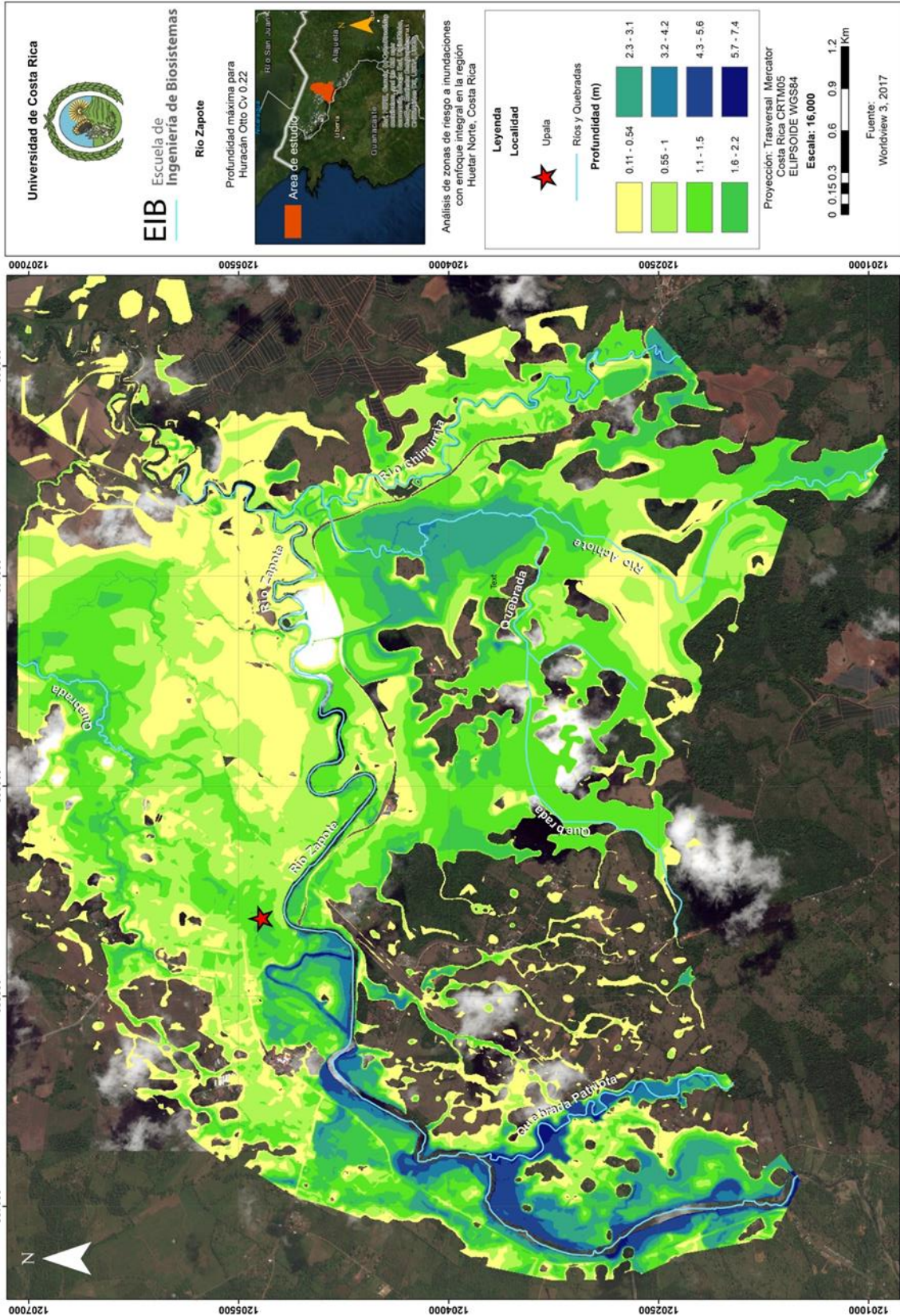
Ríos y Quebradas

Índice de amenaza


	Baja
	Media
	Alta

Proyección: Transversal Mercator
 Costa Rica CRTM05
 ELIPSOIDE WGS84
 Escala: -16,000
 0 0.15 0.3 0.6 0.9 1.2 Km
 Fuente:
 Worldview 3, 2017






Universidad de Costa Rica



EIB Escuela de Ingeniería de Biosistemas

Río Zapote

Velocidad máxima para Huracán Otto Cv 0.22



Análisis de zonas de riesgo a inundaciones con enfoque integral en la región Huetar Norte, Costa Rica

Leyenda

Localidad

★ Upala

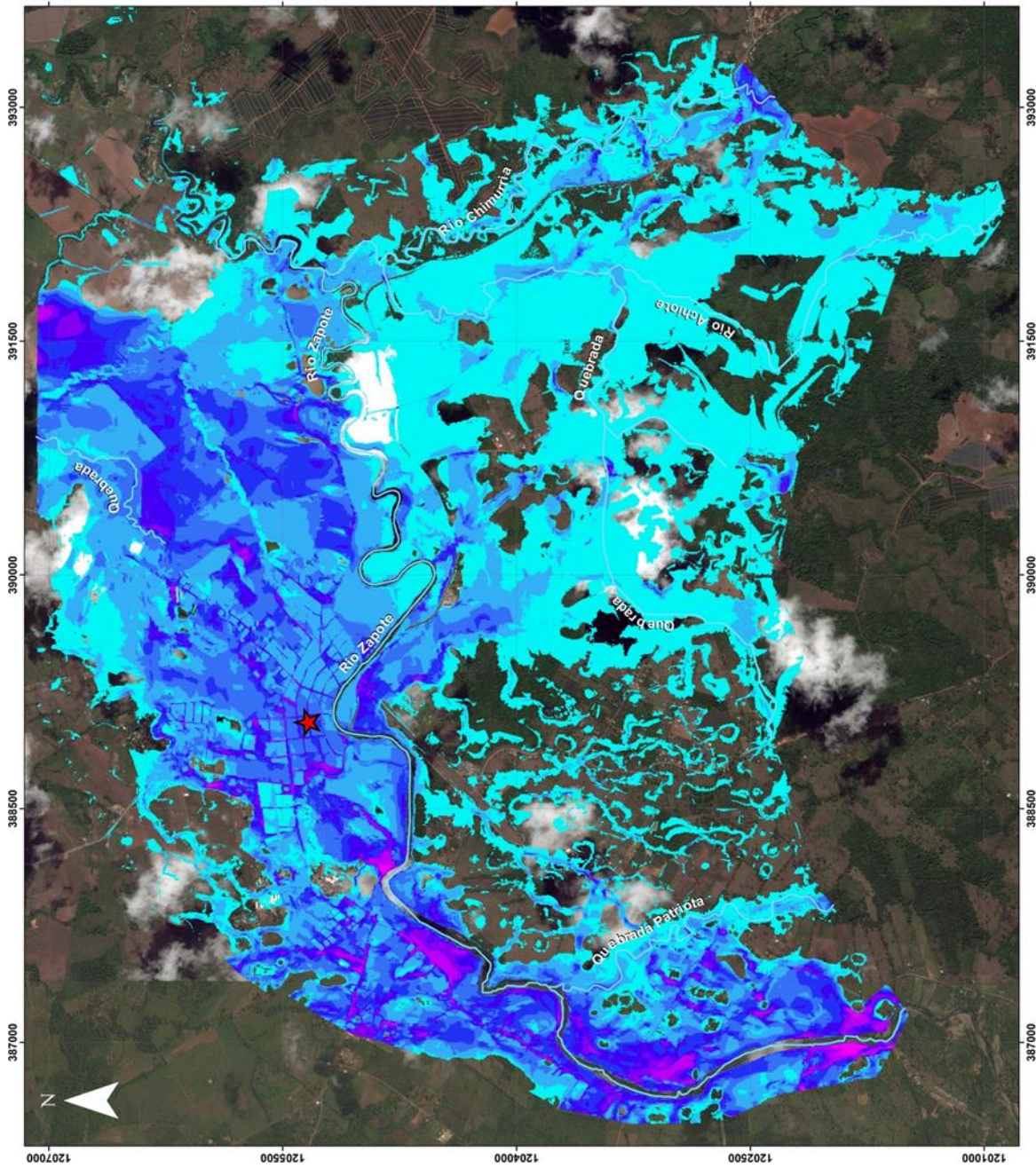
Ríos y Quebradas


Velocidad (m/s)	
0.11 - 0.28	1.3 - 1.5
0.29 - 0.55	1.6 - 2
0.56 - 0.83	2.1 - 2.8
0.84 - 1.2	2.9 - 3.7

Proyección: Transversal Mercator
Costa Rica CRTM05
ELIPSOIDE WGS84
Escala: 16,000

0 0.15 0.3 0.6 0.9 1.2 Km


Fuente: Worldview 3, 2017




Universidad de Costa Rica






EIB Escuela de Ingeniería de Biosistemas

Río Zapote
 Índice de amenaza para Huracán Otto Cv.0.22

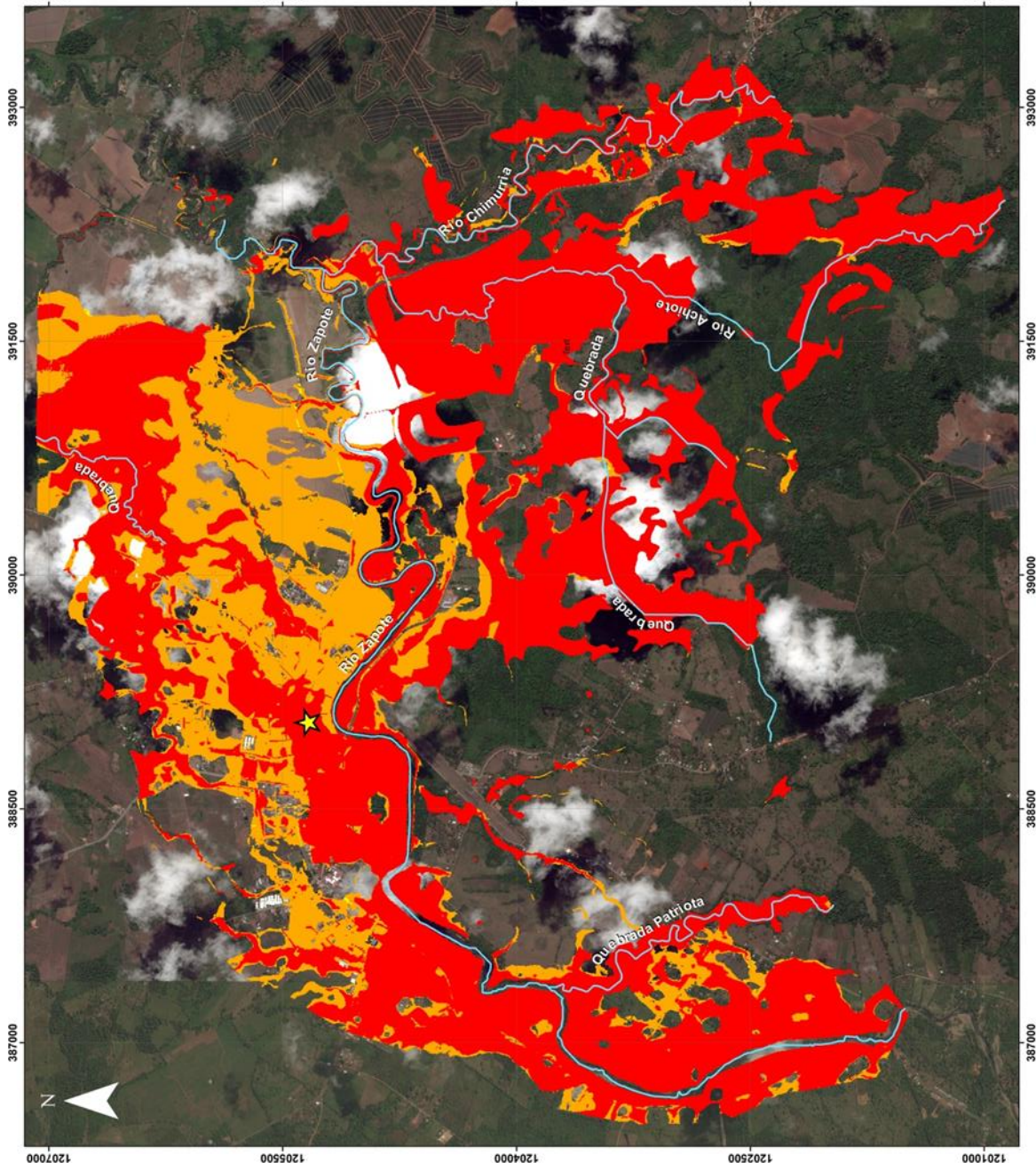


Área de estudio
 Río San Juan
 Alajuela
 Guanacaste
 Heredia
 San José
 Puntarenas
 Limón

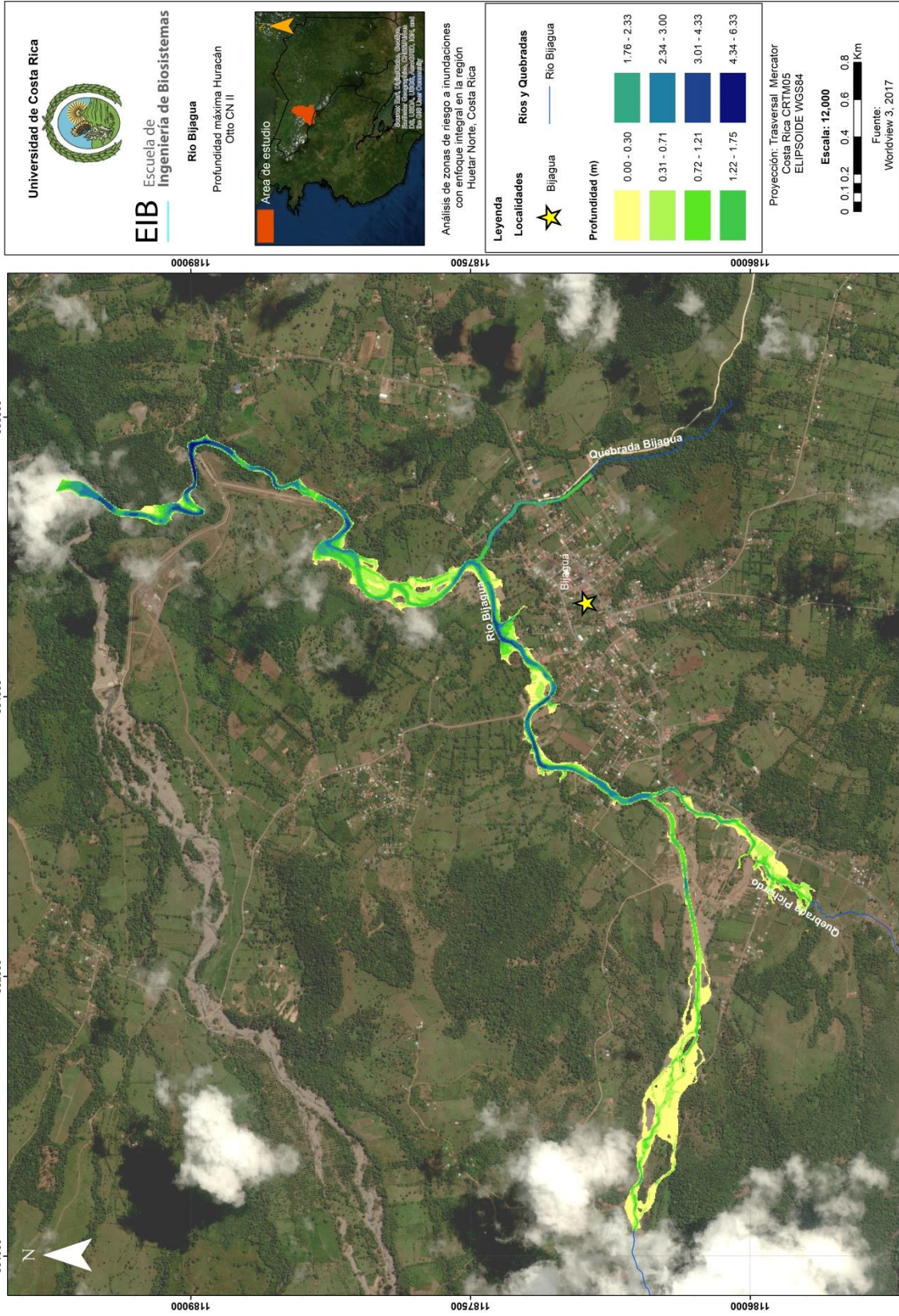
Análisis de zonas de riesgo a inundaciones con enfoque integral en la región Huetar Norte, Costa Rica

Legenda
 Localidad
 Upala 
 Ríos y Quebradas 
 Índice de amenaza
 Baja 
 Media 
 Alta 


Proyección: Transversal Mercator
 Costa Rica CRTM05
 ELIPSOIDE WGS84
 Escala: 16,000
 0 0.15 0.3 0.6 0.9 1.2 Km
 Fuente: Worldview 3, 2017



Apéndice J. Mapas de profundidad, velocidad y peligrosidad de Bijagua para distintos escenarios




Universidad de Costa Rica



EIB Escuela de
Ingeniería de Biosistemas

Río Bijagua
Velocidad máxima Huracán
Otto CN II



Área de estudio

Mapa de Costa Rica con el área de estudio marcada en naranja. Fuente: Google Earth, 12/08/2016, 10:00:00 AM, 10.000 m, 10.000 m, 10.000 m.

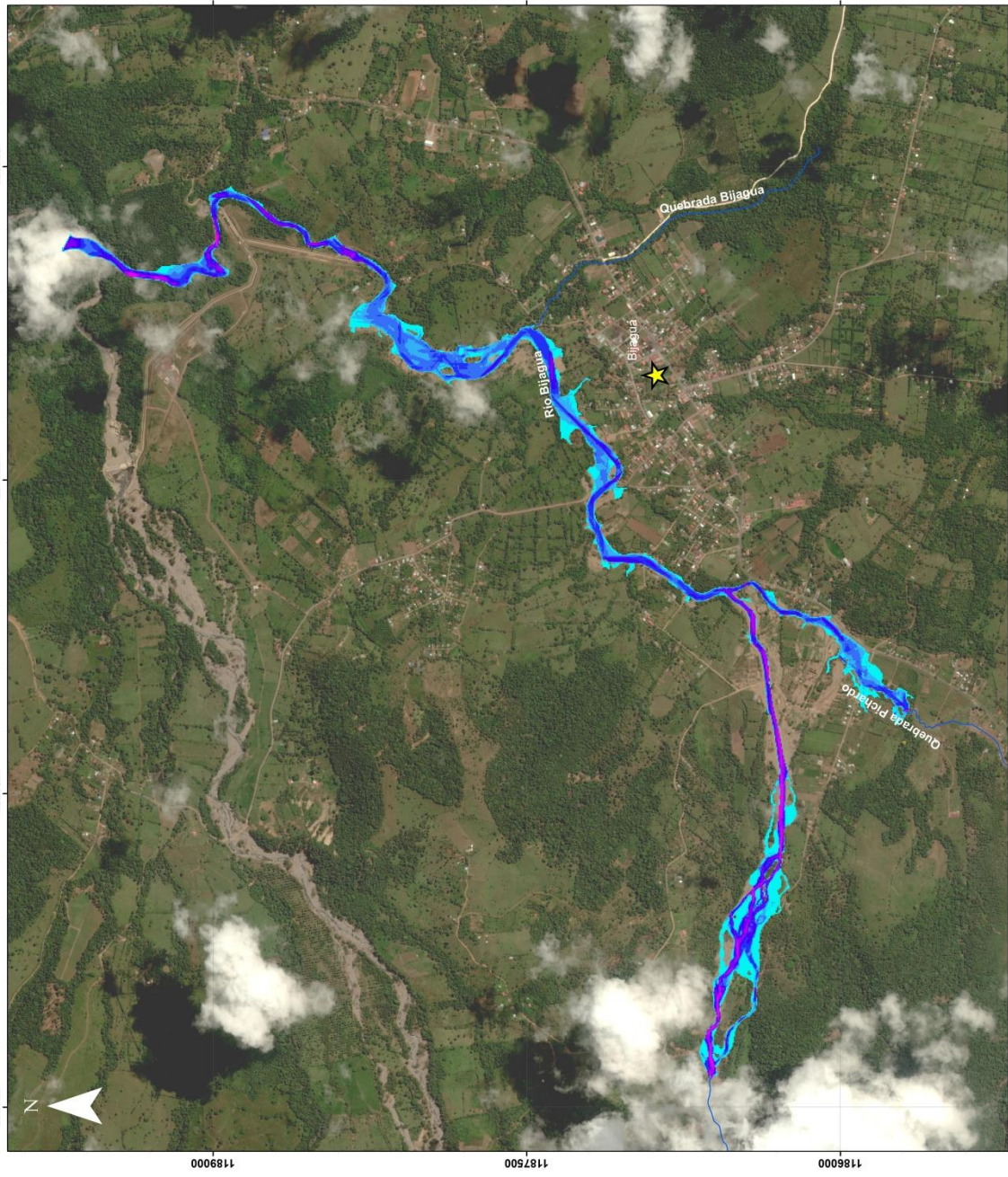
Proyección: Transversal Mercator
Costa Rica CRTM05
ELIPSOIDE WGS84

Escala: 12,000


0 0.1 0.2 0.4 0.6 0.8 Km

Fuente:
Worldview 3, 2017

Análisis de zonas de riesgo a inundaciones con enfoque integral en la región Huetar Norte, Costa Rica




Universidad de Costa Rica



EIB Escuela de Ingeniería de Biosistemas

Río Bijagua
Índice de amenaza para Huracán
Otoño CN II





Área de estudio

Elaborado por: D. G. Rodríguez, G. Rodríguez, D. L. Lora, A. D. Soto, M. Rodríguez, J. A. Soto, S. G. Lora, G. Rodríguez




Análisis de zonas de riesgo a inundaciones con enfoque integral en la región Huastar Norte, Costa Rica

Leyenda

Localidades:  Bijagua

Ríos y Quebradas:  Río Bijagua

Profundidad (m):

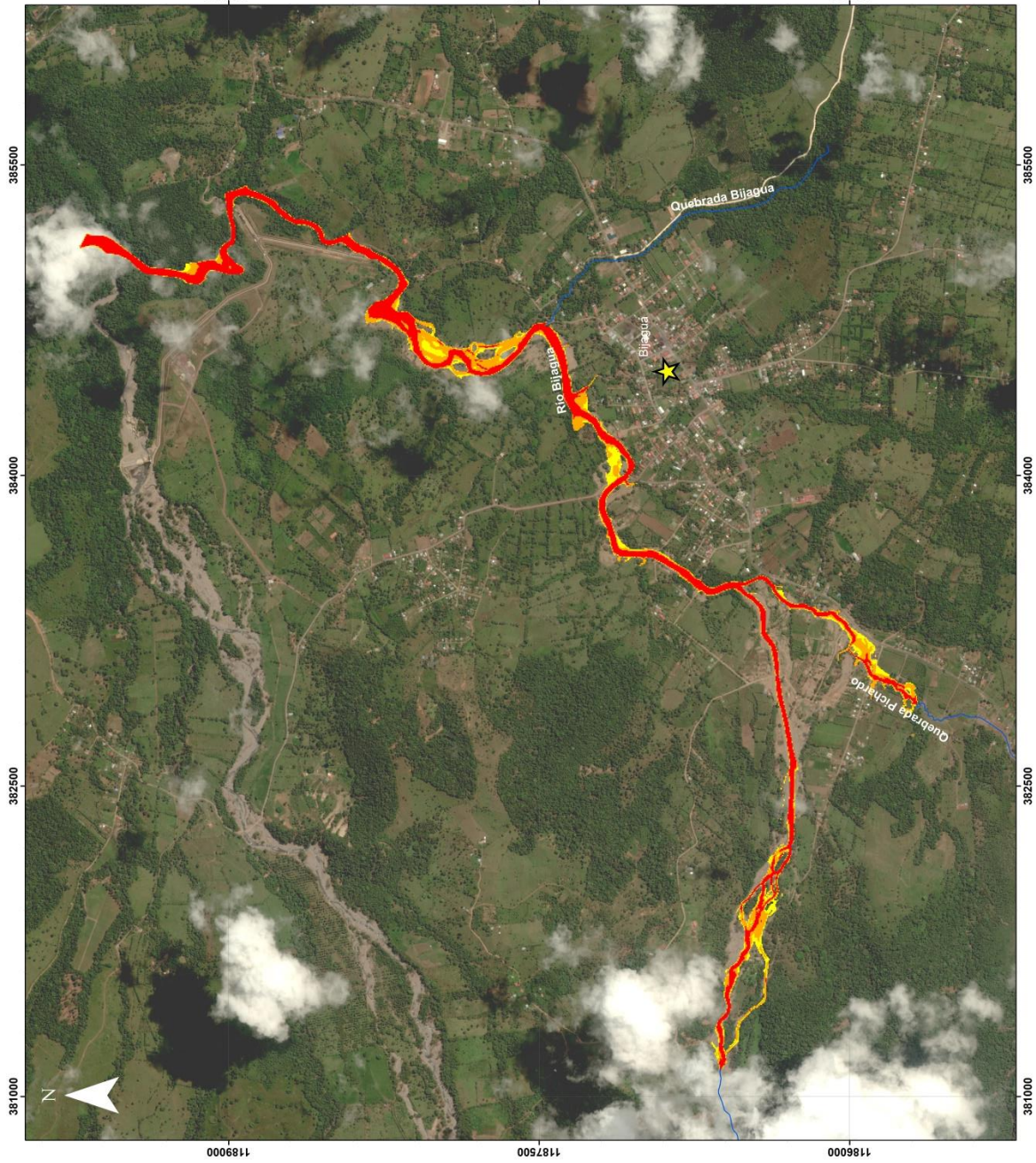
-  Baja
-  Media
-  Alta

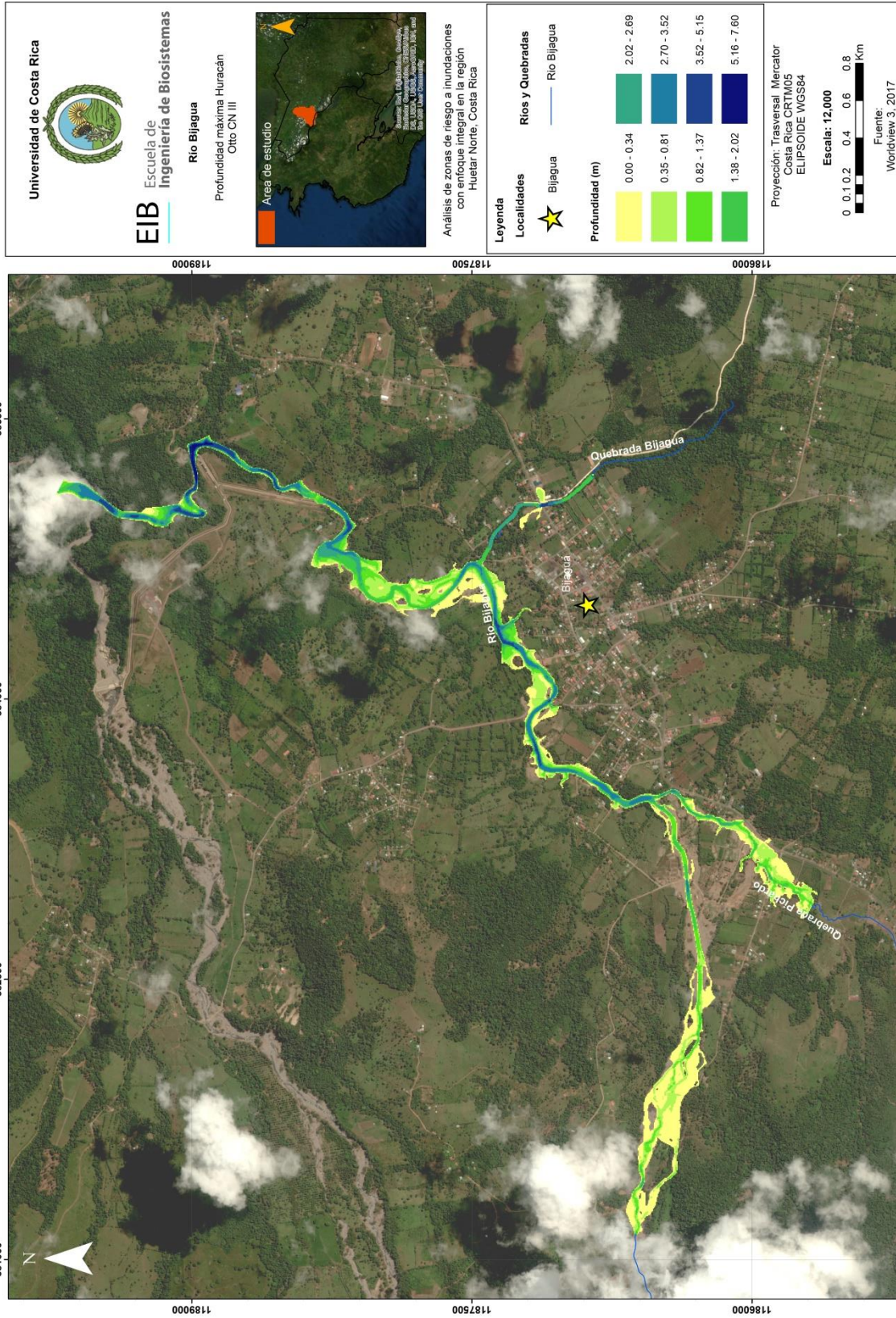
Proyección: Transversal Mercator
Costa Rica CRTM05
ELIPSOIDE WGS84

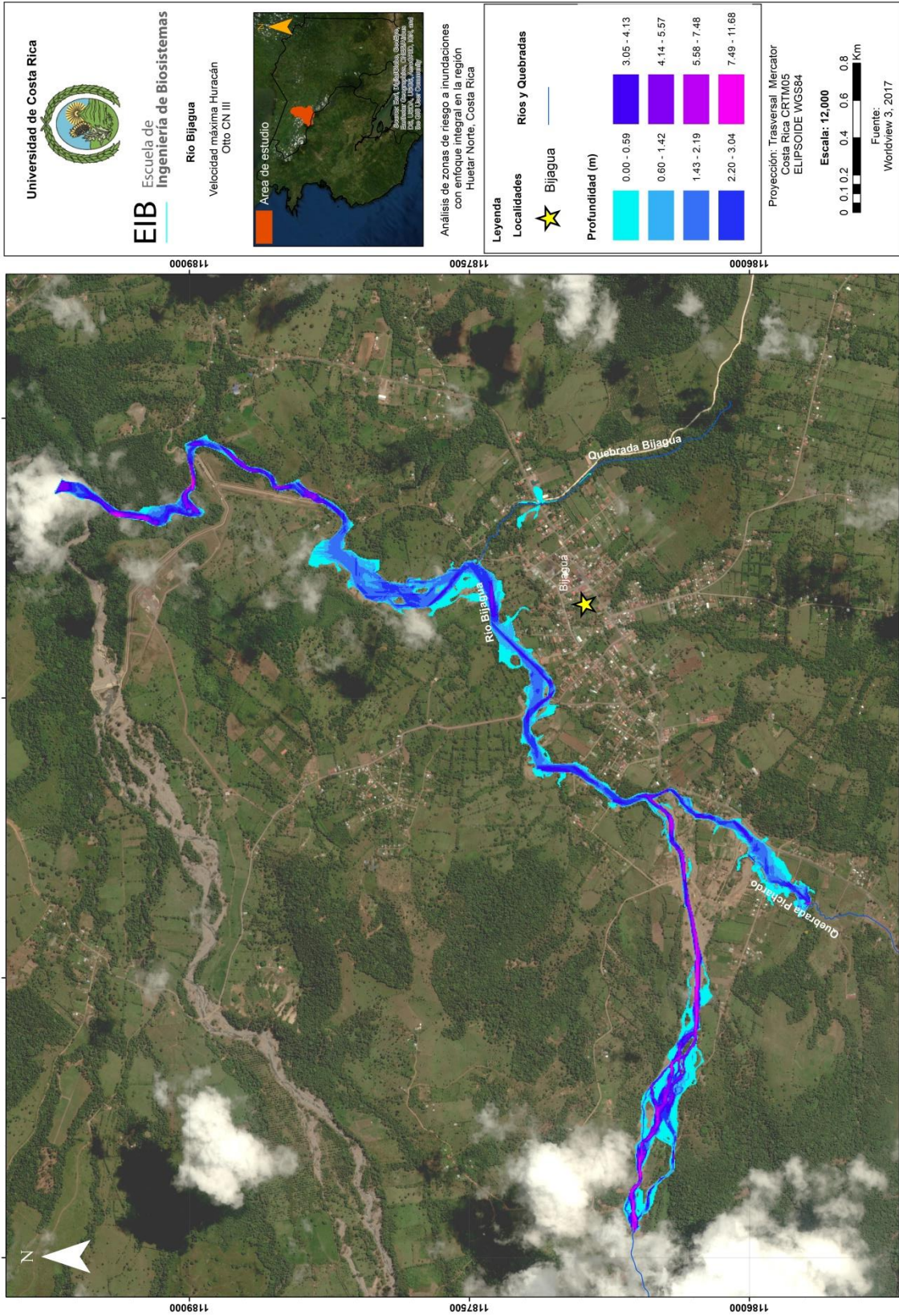
Escala: 12,000

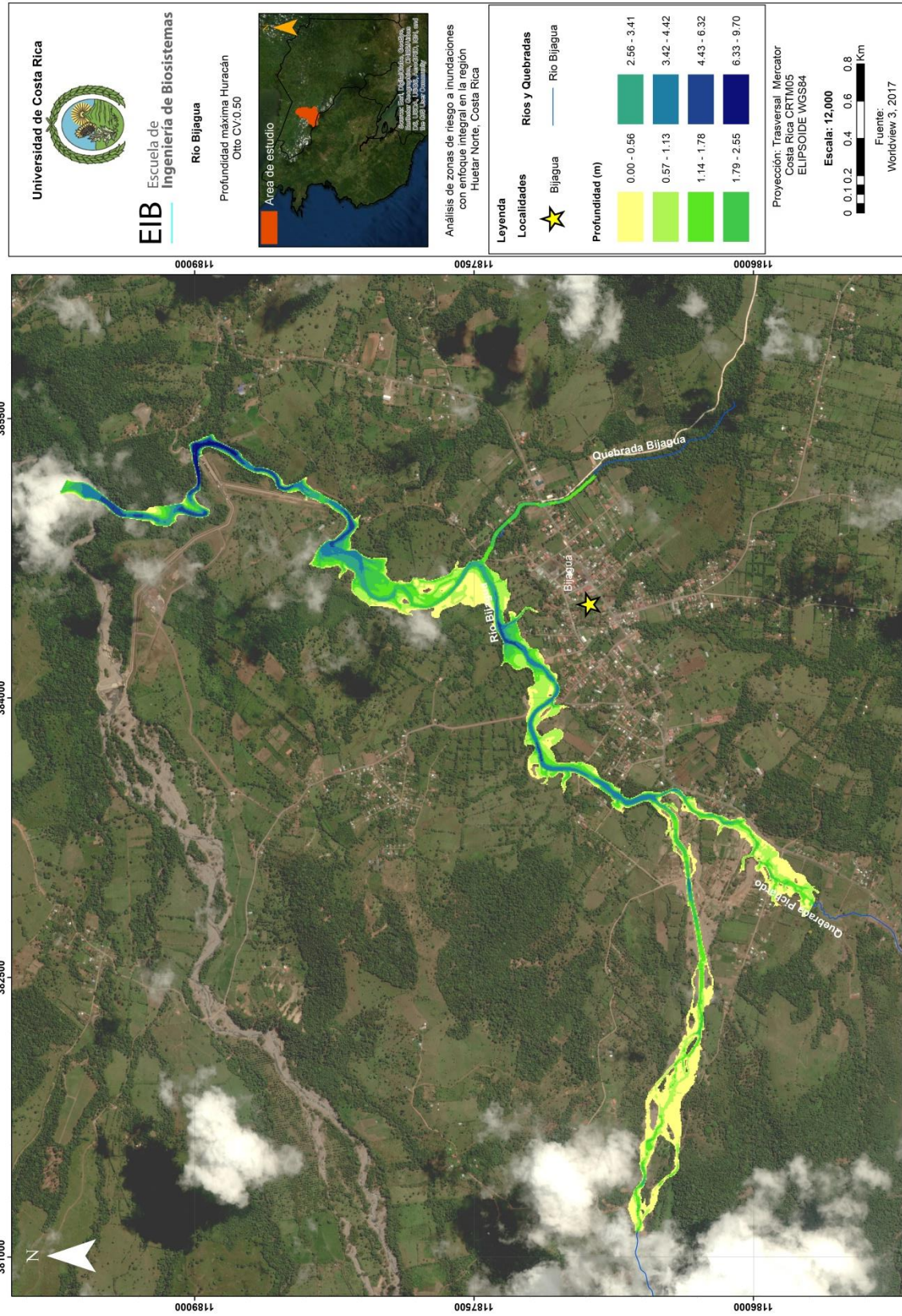
0 0.1 0.2 0.4 0.6 0.8 Km

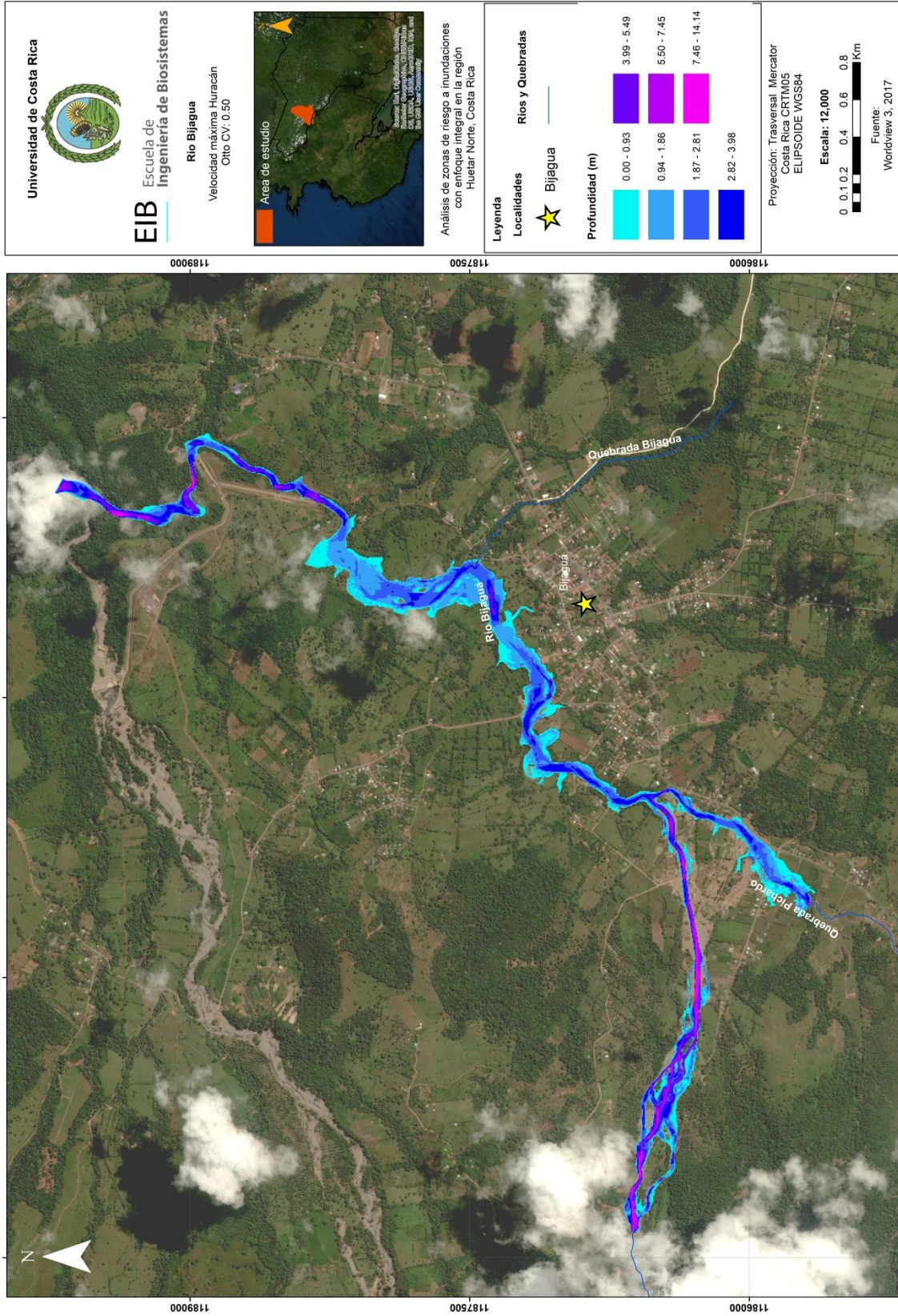
Fuente: Worldview 3, 2017
















Universidad de Costa Rica
EIB Escuela de Ingeniería de Biosistemas
 Río Bijagua
 Profundidad máxima periodo de retorno 5 años











Área de estudio

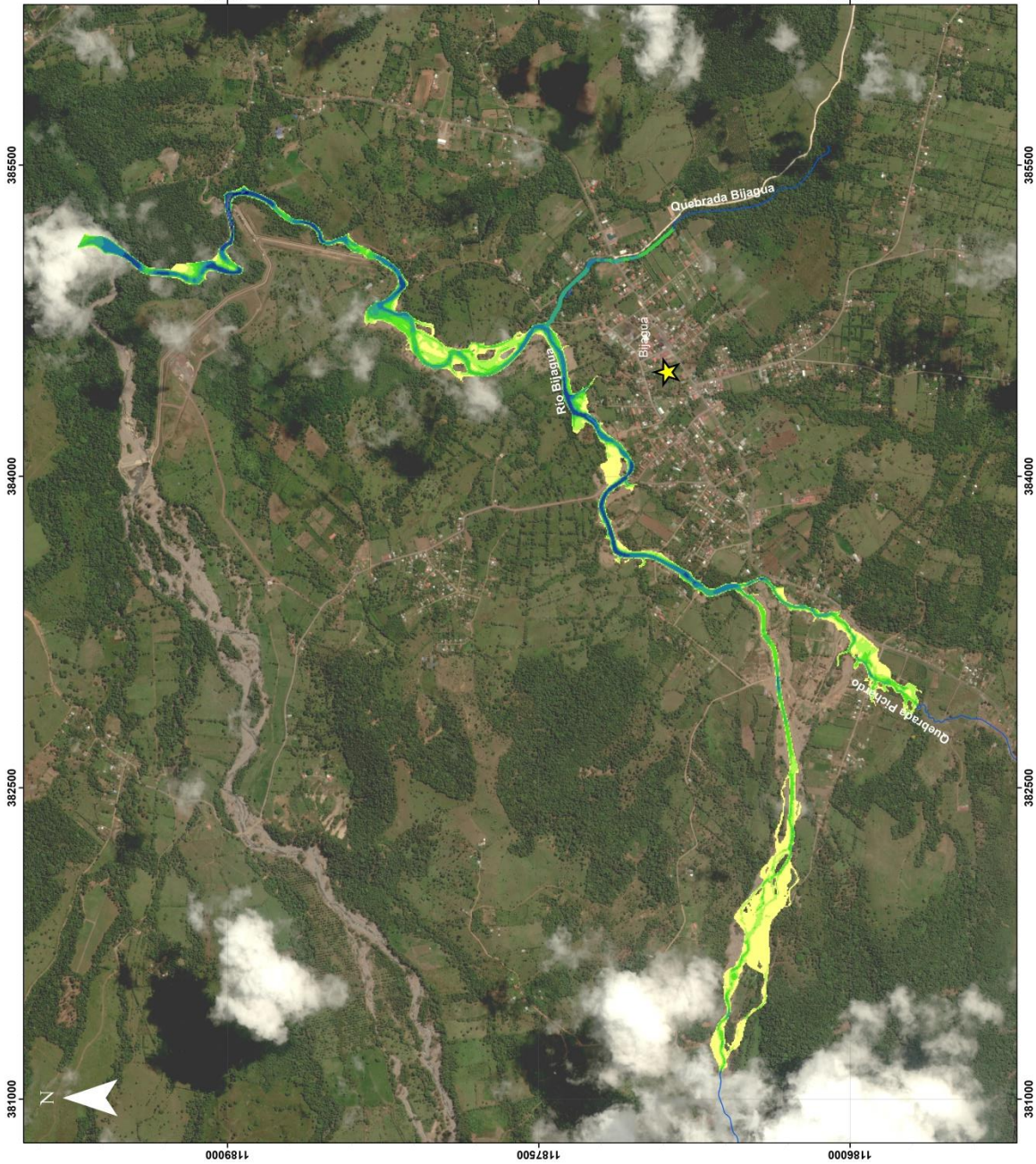
 Fuente: IGN, D.G. Aguas, C.A. (2010). *Mapa de la Red Hidrográfica de Costa Rica*.
 Escala: 1:50,000. www.ign.ac.cr
 © 2010. Todos los derechos reservados.

Analisis de zonas de riesgo a inundaciones con enfoque integral en la región Huetar Norte, Costa Rica


Localidades	Ríos y Quebradas
 Bijagua	 Río Bijagua

Profundidad (m)	Color
0.00 - 0.26	
0.27 - 0.62	
0.63 - 1.03	
1.04 - 1.47	
1.48 - 1.95	
1.96 - 2.55	
2.56 - 3.72	
3.73 - 4.17	

Proyección: Transversal Mercator
 Costa Rica CRTM05
 ELIPSOIDE WGS84
 Escala: 12,000
 0 0.1 0.2 0.4 0.6 0.8 Km
 Fuente: Worldview 3, 2017




Universidad de Costa Rica



EIB Escuela de
Ingeniería de Biosistemas

Río Bijagua
Velocidad máxima periodo de
retorno 5 años





Area de estudio

Source: SRTM, Copernicus Sentinel-2, ESA, Landsat, USGS, WorldView-2, Bing, and GeoEye Imagery









Analisis de zonas de riesgo a inundaciones
con enfoque integral en la región
Huetar Norte, Costa Rica

Leyenda

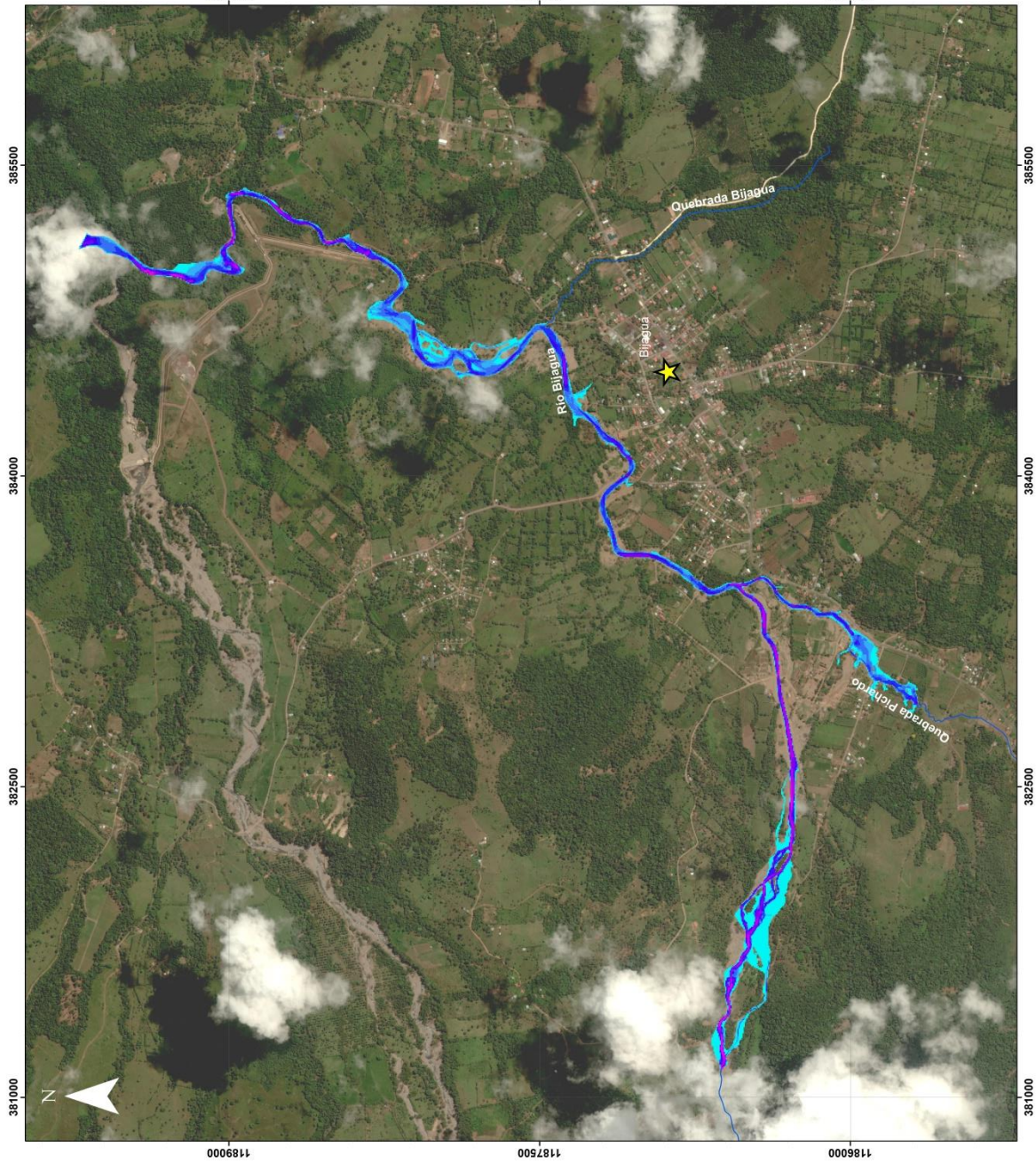
Localidades  Bijagua


Rios y Quebradas 

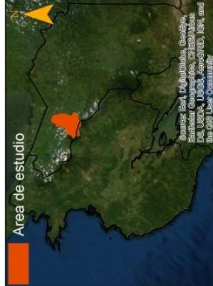
Profundidad (m)

	0.00 - 0.44		2.22 - 2.92
	0.45 - 1.04		2.93 - 3.83
	1.05 - 1.61		3.84 - 5.12
	1.62 - 2.21		5.13 - 7.36







Proyección: Transversal Mercator
Costa Rica CRTM05
ELIPSOIDE WGS84
Escala: 12,000
0 0.1 0.2 0.4 0.6 0.8 Km
Fuente: Worldview 3, 2017



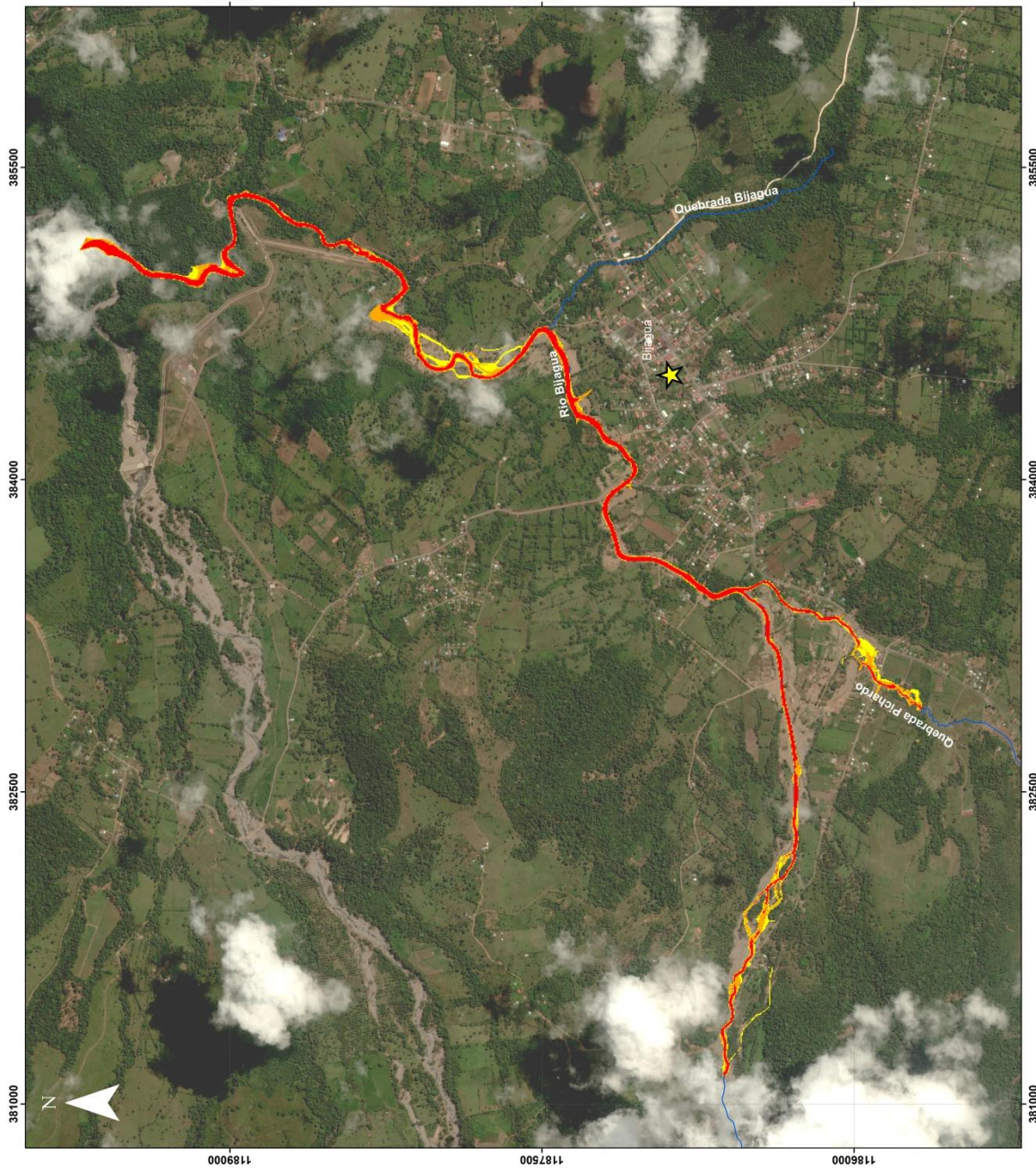
Universidad de Costa Rica

EIB Escuela de Ingeniería de Biosistemas
Río Bijagua
 Índice de amenaza periodo de retorno 5 años


Área de estudio



Analisis de zonas de riesgo a inundaciones con enfoque integral en la región Huetar Norte, Costa Rica

Leyenda
 Localidades:  Bijagua,  Río Bijagua
 Ríos y Quebradas:  Río Bijagua
 Profundidad (m):  Baja,  Media,  Alta

Proyección: Transversal Mercator
 Costa Rica CRTM05
 ELIPSOIDE WGS84
 Escala: 12,000
 0 0.1 0.2 0.4 0.6 0.8 Km
 Fuente: Worldview 3, 2017




Universidad de Costa Rica
EIB Escuela de Ingeniería de Biosistemas
Río Bijagua
 Profundidad máxima periodo de retorno 25 años



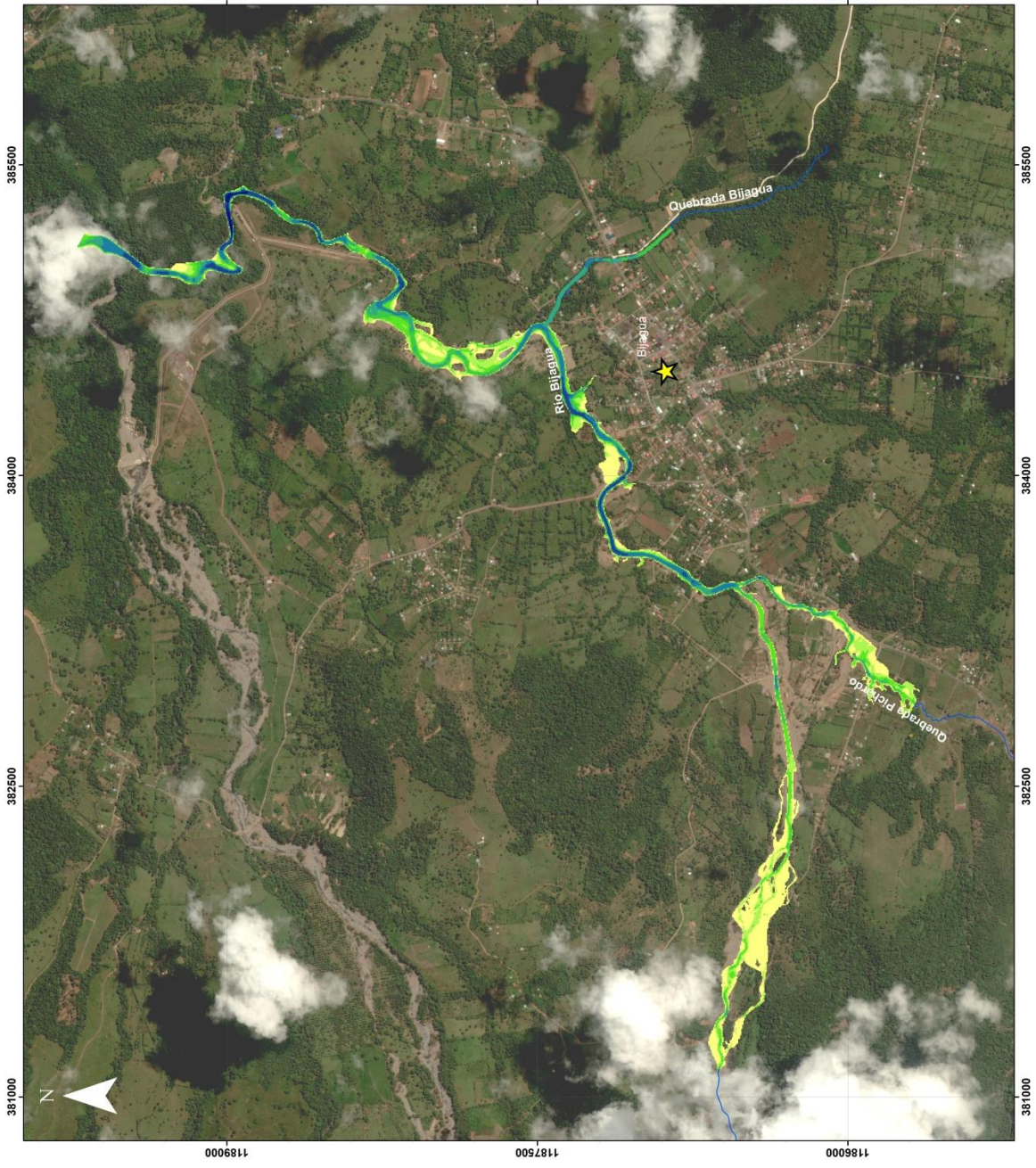
Área de estudio
 Fuente: IGN, D.G. Aguas, C.A. (2009). *Manejo Integral de los Recursos Hídricos de Costa Rica*. San José: Universidad de Costa Rica.


Analisis de zonas de riesgo a inundaciones con enfoque integral en la región Huetar Norte, Costa Rica


Leyenda

<p>Localidades</p> <p>★ Bijagua</p>	<p>Ríos y Quebradas</p> <p>— Río Bijagua</p>	<p>Profundidad (m)</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr><td style="background-color: yellow;">0.00 - 0.26</td><td style="background-color: lightgreen;">1.48 - 1.95</td></tr> <tr><td style="background-color: limegreen;">0.27 - 0.62</td><td style="background-color: teal;">1.96 - 2.55</td></tr> <tr><td style="background-color: green;">0.63 - 1.03</td><td style="background-color: darkteal;">2.56 - 3.72</td></tr> <tr><td style="background-color: darkgreen;">1.04 - 1.47</td><td style="background-color: blue;">3.73 - 5.35</td></tr> </table>	0.00 - 0.26	1.48 - 1.95	0.27 - 0.62	1.96 - 2.55	0.63 - 1.03	2.56 - 3.72	1.04 - 1.47	3.73 - 5.35
0.00 - 0.26	1.48 - 1.95									
0.27 - 0.62	1.96 - 2.55									
0.63 - 1.03	2.56 - 3.72									
1.04 - 1.47	3.73 - 5.35									

Proyección: Transversal Mercator
 Costa Rica CRTM05
 ELIPSOIDE WGS84
 Escala: 12,000
 0 0.1 0.2 0.4 0.6 0.8 Km
 Fuente: Worldview 3, 2017




Universidad de Costa Rica
EIB Escuela de Ingeniería de Biosistemas
 Río Bijagua
 Índice de amenaza periodo de retorno 50 años








Área de estudio

 Fuente: IGN, D.G. Aguas, C.A. (2009). *Manejo Integral de los Recursos Hídricos de Costa Rica*. San José: Universidad de Costa Rica.

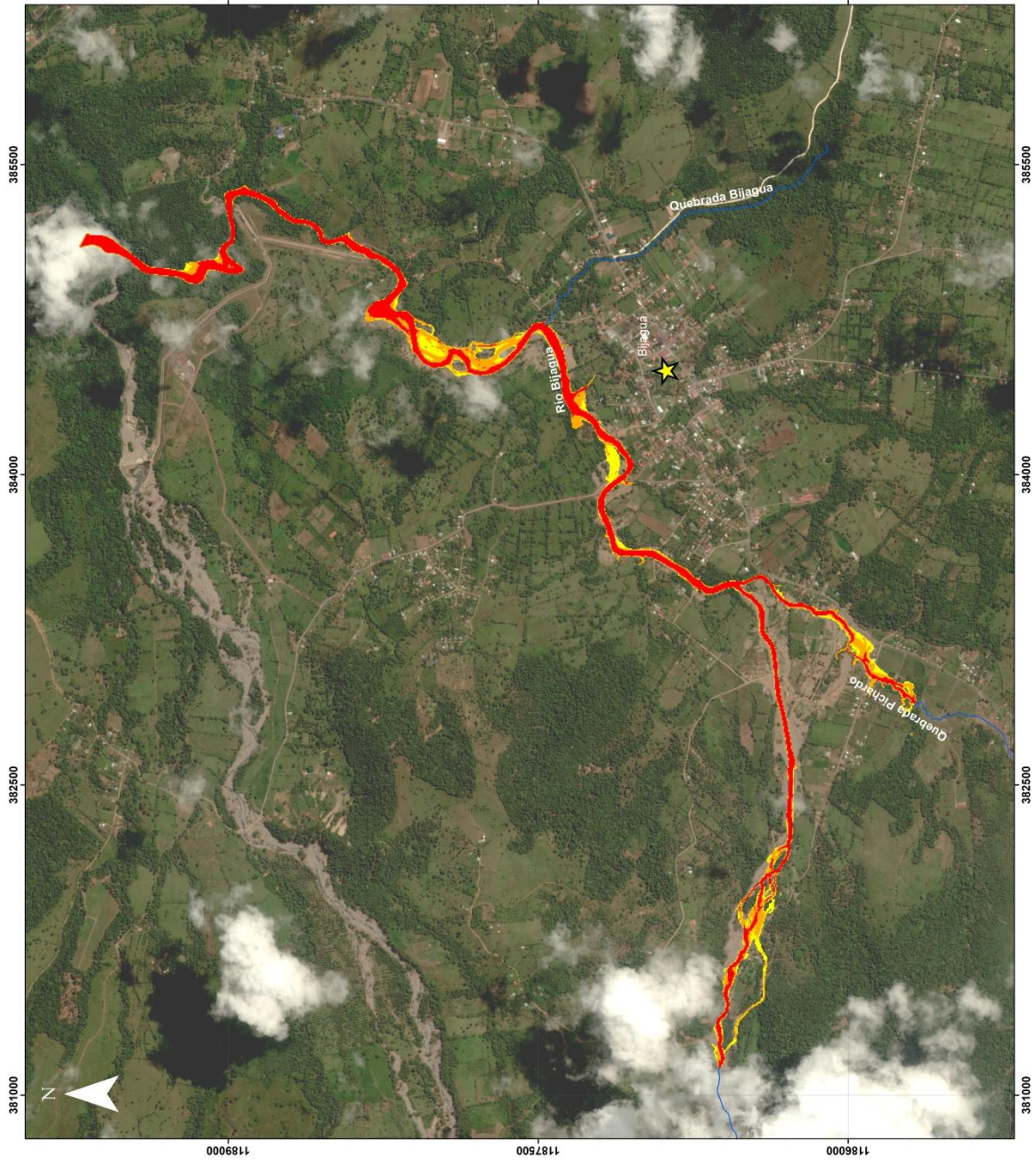
Análisis de zonas de riesgo a inundaciones con enfoque integral en la región Huetar Norte, Costa Rica

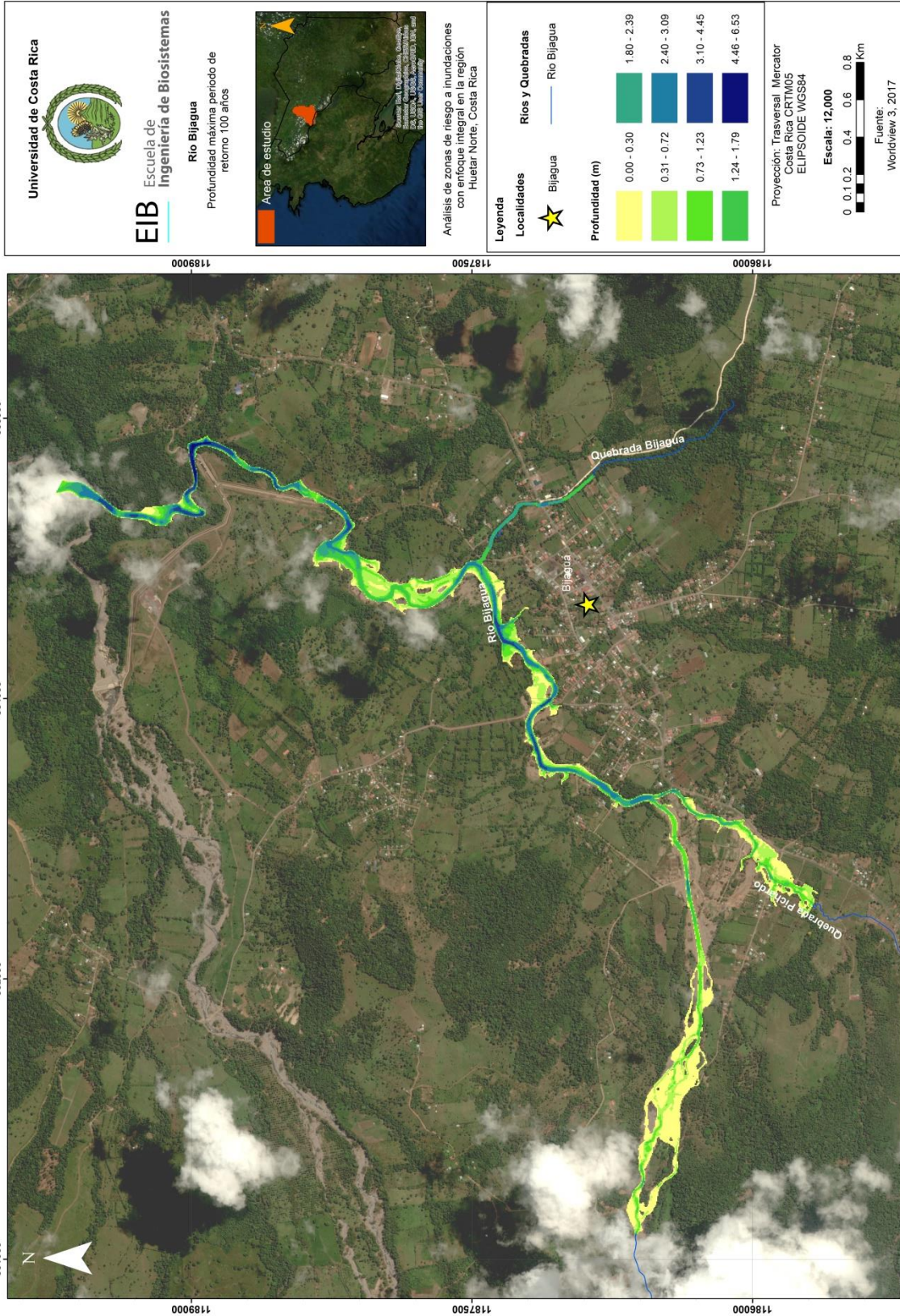
Leyenda

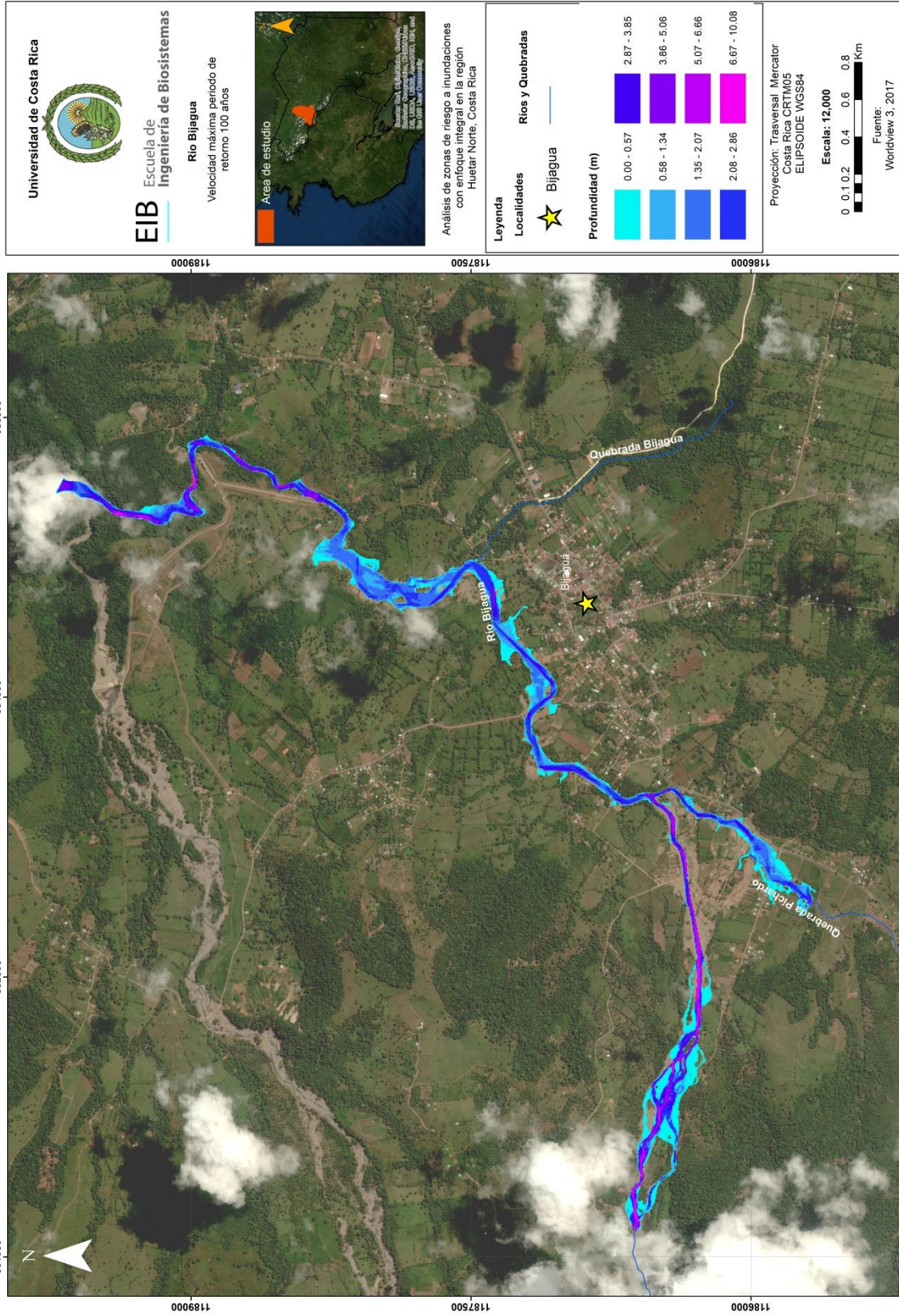
Localidades:  Bijagua Ríos y Quebradas:  Río Bijagua


Profundidad (m):  Baja  Media  Alta

Proyección: Transversal Mercator
 Costa Rica CRTM05
 ELIPSOIDE WGS84
 Escala: 12,000
 0 0.1 0.2 0.4 0.6 0.8 Km
 Fuente: Worldview 3, 2017










Universidad de Costa Rica

EIB Escuela de Ingeniería de Biosistemas

Río Bijagua

Índice de amenaza periodo de retorno 100 años



Area de estudio

Source: San Lázaro, Google, Esri, DeLorme, Intermap, Swire, United States, AeroGRID, IGN, Esri, The Open Group

Analisis de zonas de riesgo a inundaciones con enfoque integral en la región Huetar Norte, Costa Rica

Leyenda

Localidades: ★ Bijagua

Rios y Quebradas: — Río Bijagua

Profundidad (m):

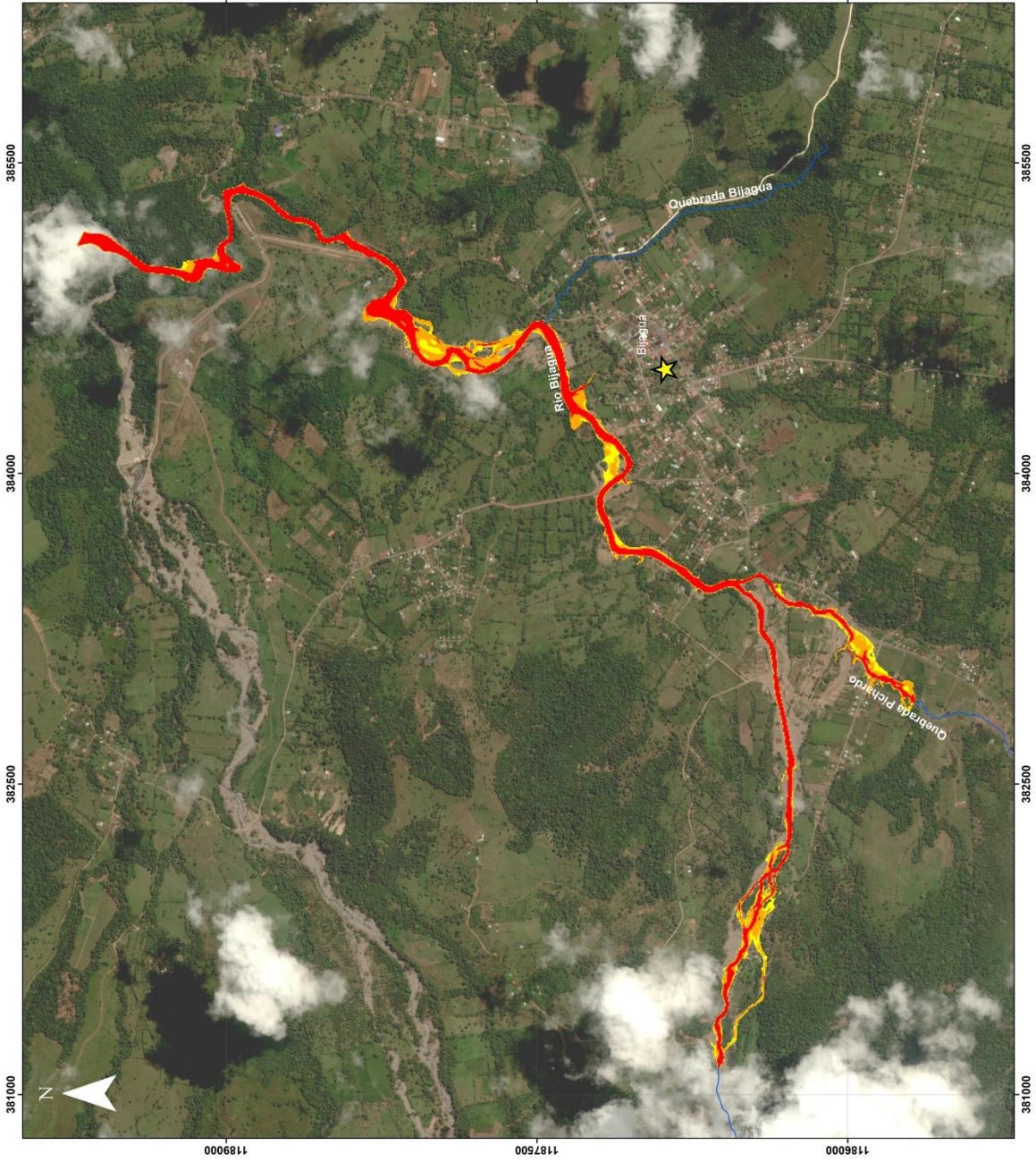
- Baja
- Media
- Alta

Proyección: Transversal Mercator
Costa Rica CRTM05
ELIPSOIDE WGS84

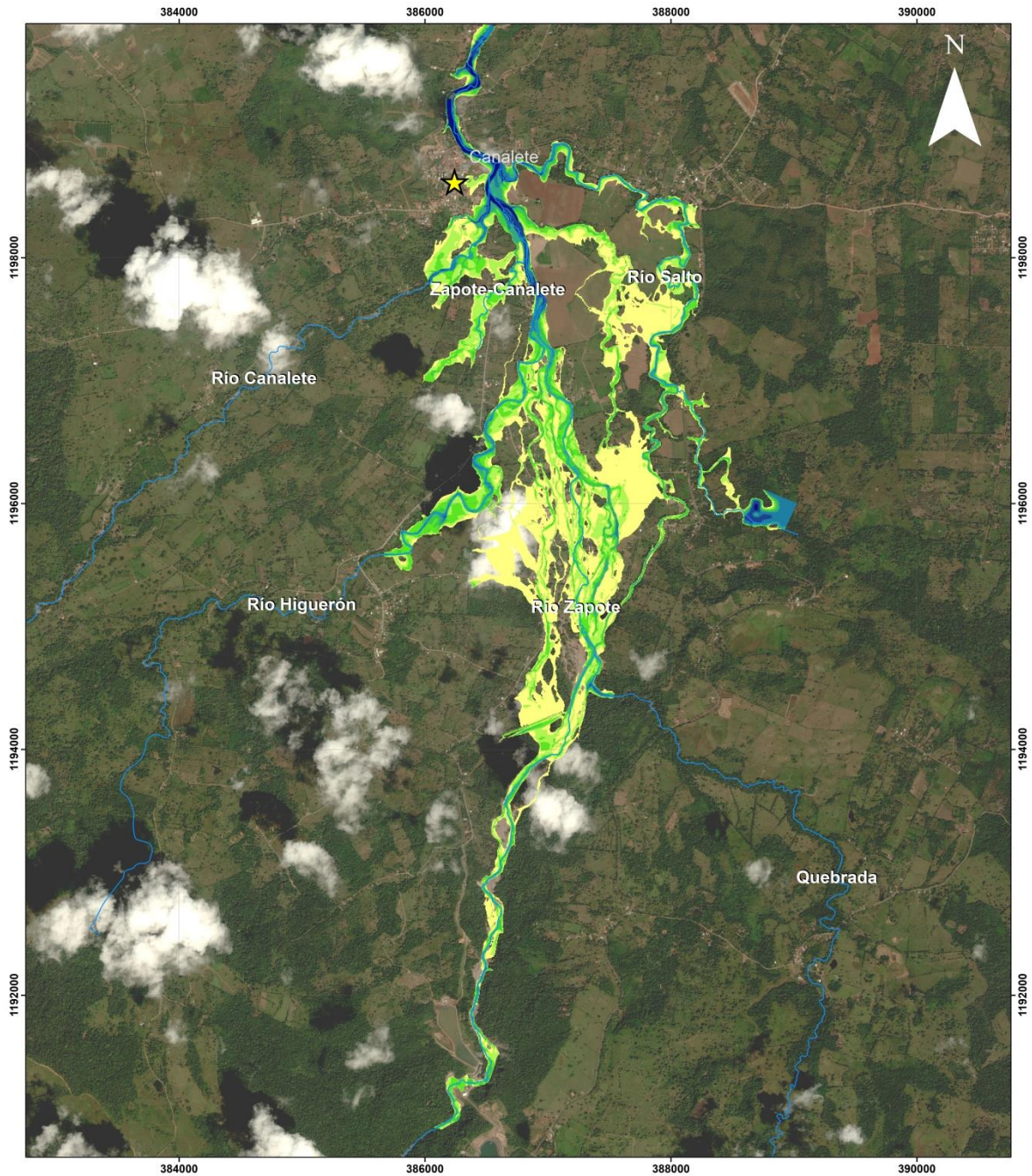
Escala: 12,000


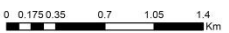

0 0.1 0.2 0.4 0.6 0.8 Km

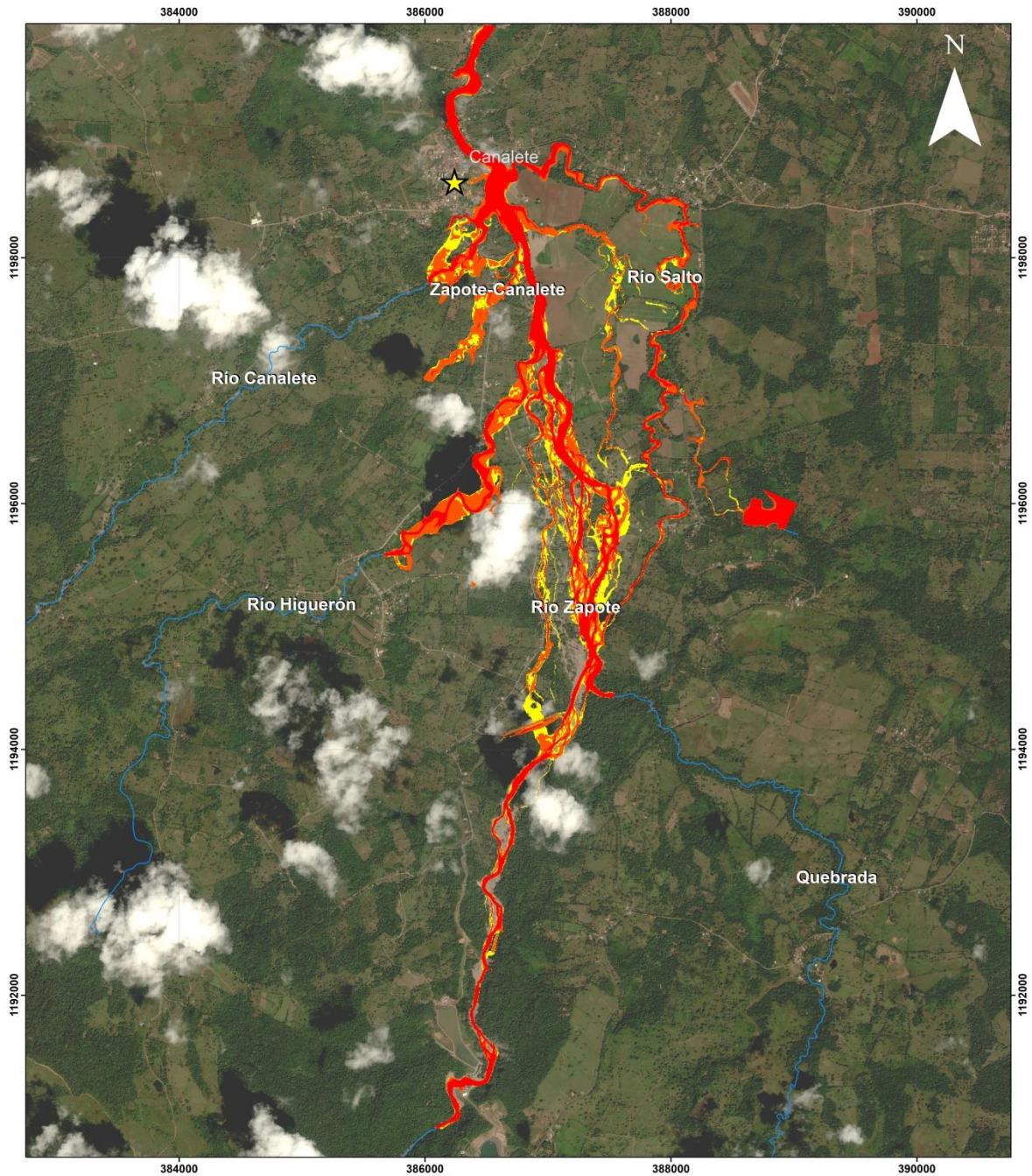
Fuente: Worldview 3, 2017


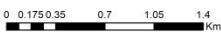



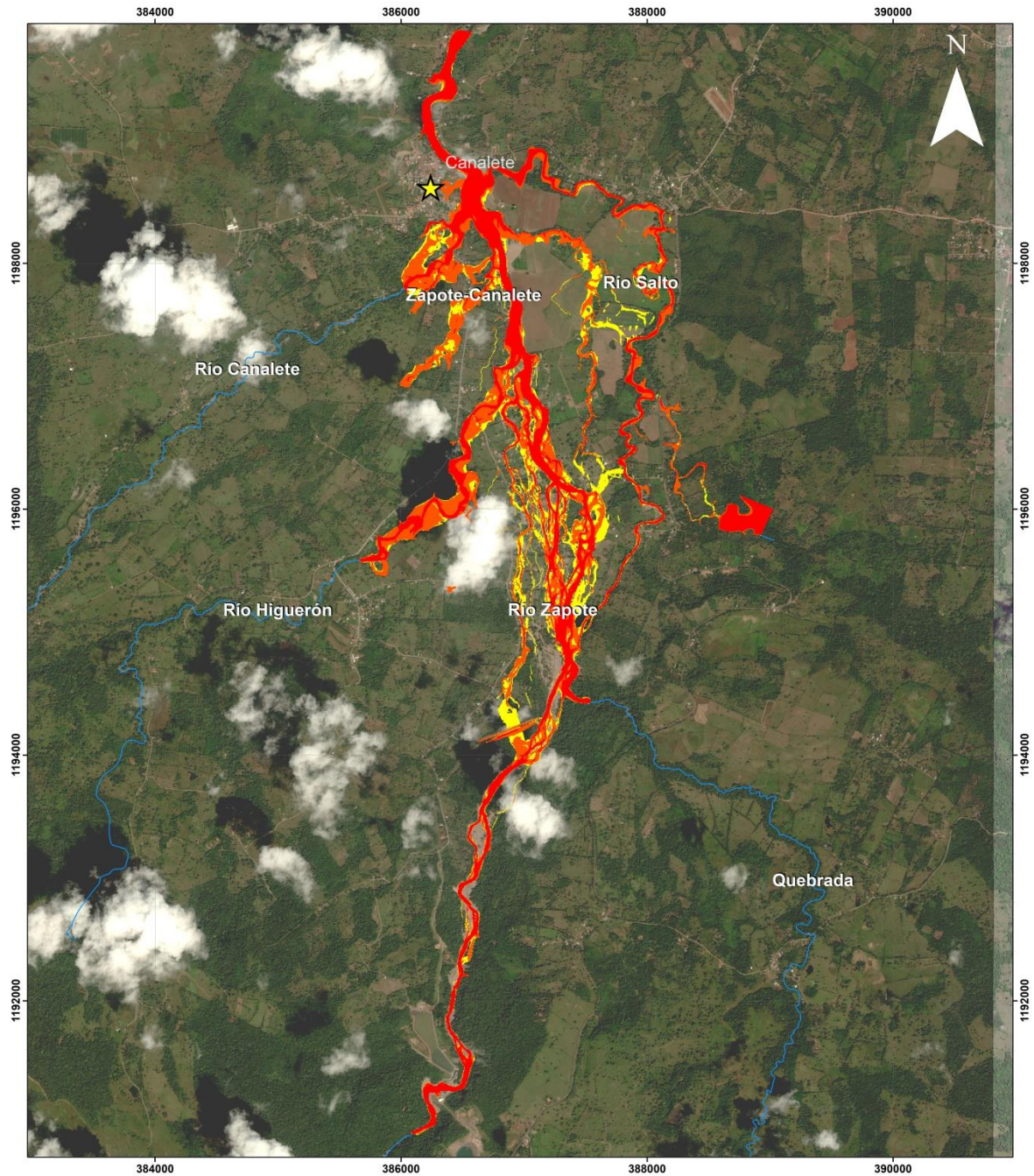
Apéndice K. Mapas de profundidad, velocidad y peligrosidad de Canaleta
para distintos escenarios


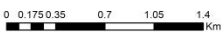



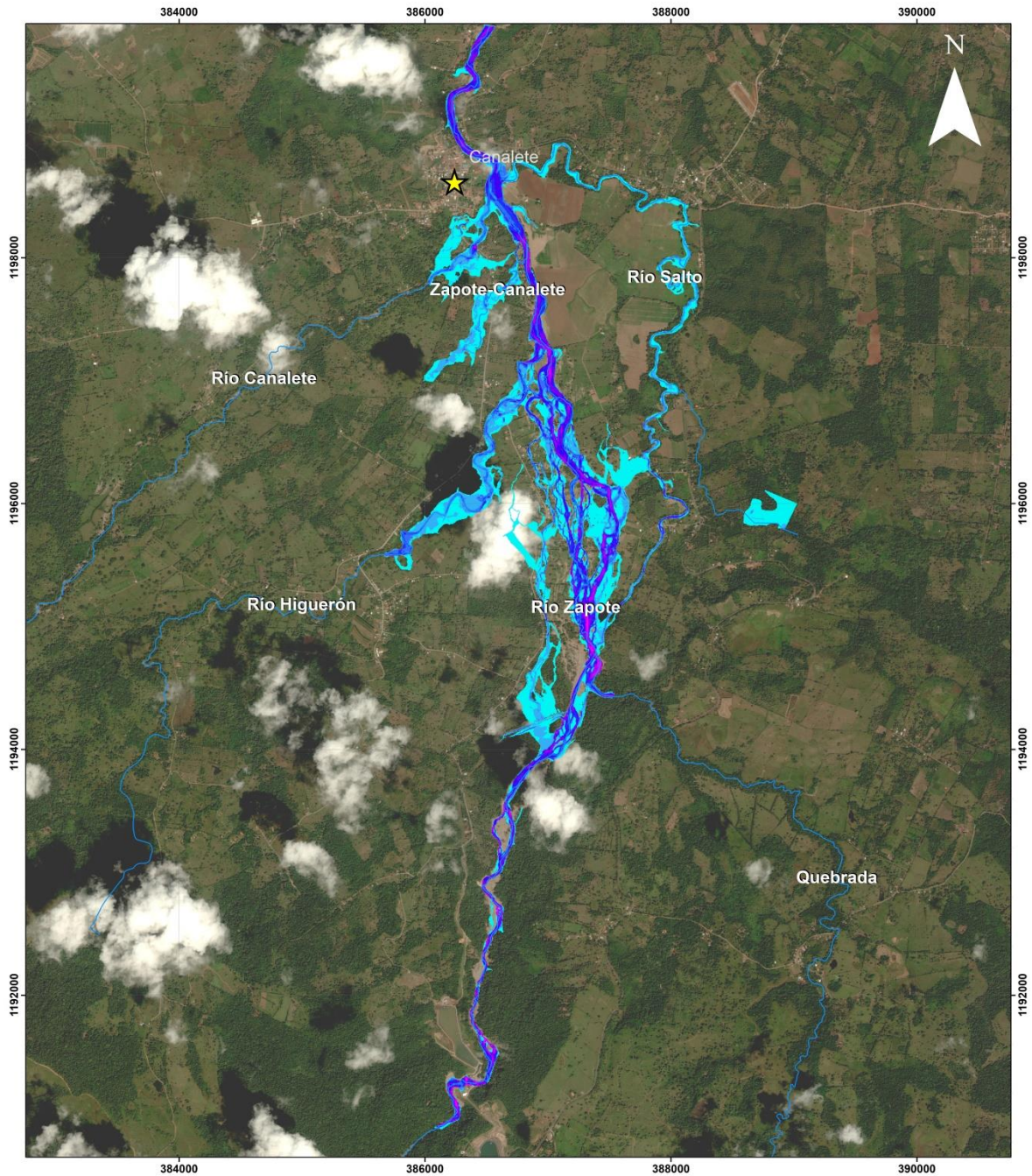
<p>Universidad de Costa Rica</p>  <p>EIB Escuela de Ingeniería de Biosistemas</p> <p>Fuente: Worldview3, 2017</p>	<p>Rio Canalete</p> <p>Profundidad máxima Huracán Otto CN II</p> <p>Análisis de zonas de riesgo a inundaciones con enfoque integral en la región Huetar Norte, Costa Rica</p> <p>Proyección Transversal de Mercator para Costa Rica CRTM05 ELIPSOIDE WGS84</p> <p>Escala: 20,000</p> 	<p>Leyenda</p> <p>Localidades</p> <p>★ Bijagua</p> <p>Rios y Quebradas</p> <p>Profundidad (m)</p> <table border="1"> <tr> <td>0.00 - 0.32</td> <td>1.96 - 2.76</td> </tr> <tr> <td>0.33 - 0.76</td> <td>2.77 - 3.66</td> </tr> <tr> <td>0.77 - 1.30</td> <td>3.67 - 4.64</td> </tr> <tr> <td>1.31 - 1.95</td> <td>4.65 - 5.70</td> </tr> </table>	0.00 - 0.32	1.96 - 2.76	0.33 - 0.76	2.77 - 3.66	0.77 - 1.30	3.67 - 4.64	1.31 - 1.95	4.65 - 5.70	 <p>Area de estudio</p> <p><small>Source: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, IGN, GeoEye, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community</small></p>
0.00 - 0.32	1.96 - 2.76										
0.33 - 0.76	2.77 - 3.66										
0.77 - 1.30	3.67 - 4.64										
1.31 - 1.95	4.65 - 5.70										


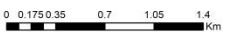



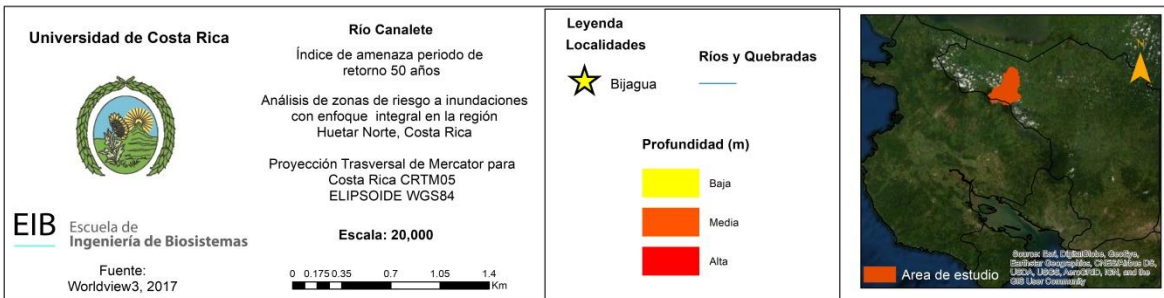
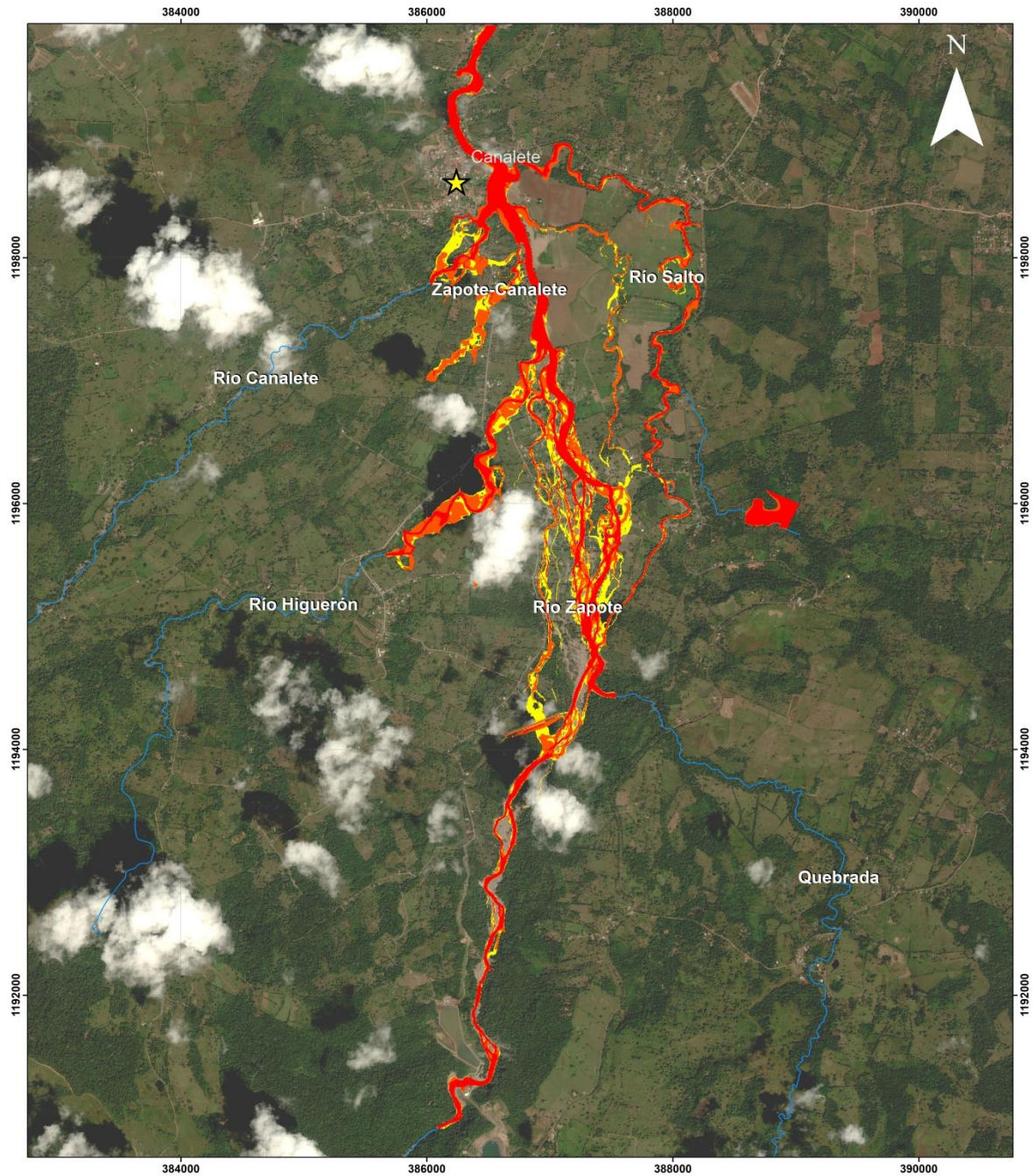
<p>Universidad de Costa Rica</p>  <p>EIB Escuela de Ingeniería de Biosistemas</p> <p>Fuente: Worldview3, 2017</p>	<p>Rio Canalete</p> <p>Índice de amenaza para Huracán Otto CN II</p> <p>Análisis de zonas de riesgo a inundaciones con enfoque integral en la región Huetar Norte, Costa Rica</p> <p>Proyección Transversal de Mercator para Costa Rica CRTM05 ELIPSOIDE WGS84</p> <p>Escala: 20,000</p> 	<p>Leyenda</p> <p>Localidades</p> <p>★ Bijagua</p> <p>Rios y Quebradas</p> <p>—</p> <p>Profundidad (m)</p> <ul style="list-style-type: none"> Baja Media Alta 	 <p>Área de estudio</p> <p><small>Source: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, IGN, GeoEye, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community</small></p>
--	---	--	---

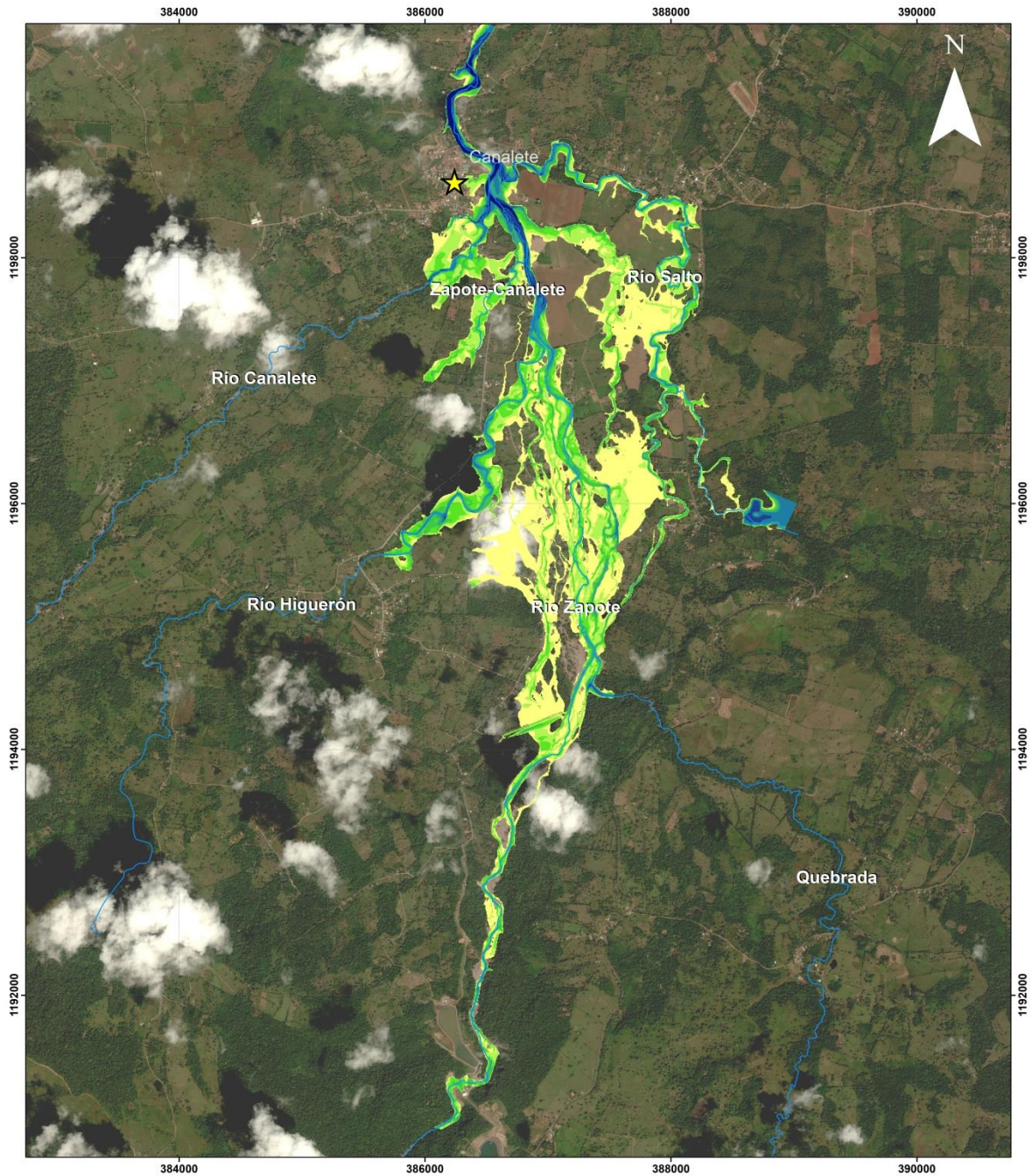



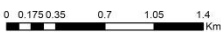

<p>Universidad de Costa Rica</p>  <p>EIB Escuela de Ingeniería de Biosistemas</p> <p>Fuente: Worldview3, 2017</p>	<p>Rio Canalete</p> <p>Índice de amenaza para Huracán Otto CN III</p> <p>Análisis de zonas de riesgo a inundaciones con enfoque integral en la región Huetar Norte, Costa Rica</p> <p>Proyección Trasversal de Mercator para Costa Rica CRTM05 ELIPSOIDE WGS84</p> <p>Escala: 20,000</p> 	<p>Leyenda</p> <p>Localidades</p> <p>★ Bijagua</p> <p>Rios y Quebradas</p> <p>—</p> <p>Profundidad (m)</p> <ul style="list-style-type: none"> Baja Media Alta 	 <p>Área de estudio</p> <p><small>Source: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, IGN, GeoEye, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community</small></p>
--	---	--	---



<p>Universidad de Costa Rica</p>  <p>EIB Escuela de Ingeniería de Biosistemas</p> <p>Fuente: Worldview3, 2017</p>	<p>Río Canalete</p> <p>Velocidad máxima periodo de retorno 5 años</p> <p>Análisis de zonas de riesgo a inundaciones con enfoque integral en la región Huetar Norte, Costa Rica</p> <p>Proyección Transversal de Mercator para Costa Rica CRTM05 ELIPSOIDE WGS84</p> <p>Escala: 20,000</p> 	<p>Leyenda</p> <p>Localidades</p> <p>★ Bijagua</p> <p>Rios y Quebradas</p> <p>Profundidad (m)</p> <table border="1"> <tr> <td>0.00 - 0.28</td> <td>1.69 - 2.24</td> </tr> <tr> <td>0.29 - 0.67</td> <td>2.25 - 2.91</td> </tr> <tr> <td>0.68 - 1.15</td> <td>2.92 - 3.95</td> </tr> <tr> <td>1.16 - 1.68</td> <td>3.96 - 7.57</td> </tr> </table>	0.00 - 0.28	1.69 - 2.24	0.29 - 0.67	2.25 - 2.91	0.68 - 1.15	2.92 - 3.95	1.16 - 1.68	3.96 - 7.57	 <p>Area de estudio</p> <p><small>Source: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, IGN, GeoEye GeoEye, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community</small></p>
0.00 - 0.28	1.69 - 2.24										
0.29 - 0.67	2.25 - 2.91										
0.68 - 1.15	2.92 - 3.95										
1.16 - 1.68	3.96 - 7.57										





<p>Universidad de Costa Rica</p>  <p>EIB Escuela de Ingeniería de Biosistemas</p> <p>Fuente: Worldview3, 2017</p>	<p>Rio Canalete</p> <p>Profundidad máxima periodo de retorno 100 años</p> <p>Análisis de zonas de riesgo a inundaciones con enfoque integral en la región Huetar Norte, Costa Rica</p> <p>Proyección Transversal de Mercator para Costa Rica CRTM05 ELIPSOIDE WGS84</p> <p>Escala: 20,000</p> 	<p>Leyenda</p> <p>Localidades</p> <p>★ Bijagua</p> <p>Rios y Quebradas</p> <p>Profundidad (m)</p> <table border="1"> <tr> <td>0.00 - 0.30</td> <td>1.87 - 2.66</td> </tr> <tr> <td>0.32 - 0.72</td> <td>2.67 - 3.58</td> </tr> <tr> <td>0.73 - 1.23</td> <td>3.59 - 4.70</td> </tr> <tr> <td>1.24 - 1.86</td> <td>4.71 - 6.21</td> </tr> </table>	0.00 - 0.30	1.87 - 2.66	0.32 - 0.72	2.67 - 3.58	0.73 - 1.23	3.59 - 4.70	1.24 - 1.86	4.71 - 6.21	 <p>Área de estudio</p> <p><small>Source: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, IGN, GeoEye, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community</small></p>
0.00 - 0.30	1.87 - 2.66										
0.32 - 0.72	2.67 - 3.58										
0.73 - 1.23	3.59 - 4.70										
1.24 - 1.86	4.71 - 6.21										

