

**LINEAMIENTOS PARA LA PREVENCIÓN DE DESASTRES A PARTIR DE LA
SIMULACIÓN HIDRÁULICA PARA EL ESTUDIO DE PLANICIES INUNDABLES
EN LA CUENCA DEL RÍO TACHIRA**

KARINA PAOLA FORERO VARGAS

**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL
DEPARTAMENTO DE ING. CIVIL Y AMBIENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
SAN JOSE DE CUCUTA
2015**

**LINEAMIENTOS PARA LA PREVENCION DE DESASTRES APARTIR DE LA
SIMULACION HIDRÁULICA PARA EL ESTUDIO DE PLANICIES INUNDABLES
EN LA CUENCA DELRÍO TACHIRA**

KARINA PAOLA FORERO VARGAS

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar por el título de
Magister en Ingeniería Ambiental**

**Director
PosDoc - Ph.D. JEMAY MOSQUERA TÉLLEZ**

**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL
DEPARTAMENTO DE ING. CIVIL Y AMBIENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
SAN JOSE DE CUCUTA
2015**

TABLA DE CONTENIDO

	Pag.
INTRODUCCION	9
CAPITULO I	11
1. LA SIMULACIÓN HIDRAULICA COMO HERRAMIENTA DE PLANIFICACIÓN	12
1.2. REFERENTES TEÓRICOS	16
1.2.1. La modelación numérica	17
1.2.2 Modelos Disponibles.	17
1.2.2.1. Hec – Ras.	17
1.2.2.2. Iber.	18
1.2.2.3. Sobek.	18
1.2.2.4 Mike 11.	18
1.2.2.5 Infoworks – Isis.	19
1.2.2.6 Telemac.	19
CAPÍTULO II	22
2. ESTUDIO DE PLANICIES INUNDABLES EN LA CUENCA DELRÍO TACHIRA	23
2.1 OBJETIVOS	26
2.1.1 Objetivo general.	26
2.1.2 Objetivos específicos.	26
2.2 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	27
2.2.1 Estudios venezolanos.	27
2.2.2 Estudios colombianos.	28
CAPITULO III	29
3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	30
3.1 TIPO DE ESTUDIO	30
3.2 FASES DE LA INVESTIGACIÓN	31
3.4 LIMITES DEL MUNICIPIO DE CUCUTA	40

CAPÍTULO IV	49
4. RESULTADOS DEL DIAGNÓSTICO	50
4.1 VARIABLES TOPOGRÁFICAS	50
4.2 VARIABLES GEOMETRICAS	50
4.3 INIDICE DE COMPACIDAD	50
4.5 VARIABLES FLUVIALES	52
4.6 REGIONALIZACION	57
4.7 ESTUDIO HIDRAULICO.	65
4.7.1 PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO MODELO UNIDIMENSIONAL	65
4.7.2 SIMULACION HIDRAULICA BIDIMENSIONAL.	68
CAPITULO V	77
5. LINEAMIENTOS PARA LA PREVENCION DE DESASTRES EN PLANICIES INUNDABLES EN LA CUENCA DEL RIO TACHIRA	78
RECOMENDACIÓN OBRAS DE PROTECCIÓN	88
CONCLUSIONES	92
RECOMENDACIONES	94
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	95
ANEXOS	98

LISTA DE GRAFICAS

	Pag.
Gráfica 1. Regionalización Tr = 2 años	57
Gráfica 2. Regionalización Tr = 2.33 años	57
Gráfica 3. Regionalización Tr = 5 años	58
Gráfica 4. Regionalización Tr = 10 años	58
Gráfica 5. Regionalización Tr = 25 años	59
Gráfica 6. Curva granulométrica	63
Gráfica 8. Perfiles de Flujo para el Modelo Hec Ras	66
Gráfica 9. Perfil hidráulico longitudinal del rio Táchira en el Sector del Escobal	71
Gráfica 10. Modelación Perfil hidráulico longitudinal del rio Táchira en el Sector de la Parada.	71
Gráfica 11. Modelación hidráulica del rio Táchira en el Sector del Escobal	71
Gráfica 12. Modelación hidráulica del rio Táchira en el Sector de la Parada	72
Gráfica 13. Sistema Terramesh para protección	90
Gráfica 14. Protección longitudinal en muro en concreto reforzado	91

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Ejemplo de obra de protección	20
Figura 2. Estaciones hidrográficas y puntos de interés	38
Figura 3. Mapa de Norte de Santander	39
Figura 4. Figura área metropolitana binacional (Colombo – Venezolana). Cúcuta y Villa del Rosario	42
Figura 5. Perfil Geológico de la zona	46
Figura 6. Sector de la Parada – San Antonio.	73
Figura 7. Manchas de inundación para periodos de retorno analizados sector La Parada-San Antonio.	73
Figura 8. Velocidades máximas presentadas frente a un evento de lluvia.	74
Figura 9. Sector del Escobal- Ureña	75
Figura 10. Manchas de inundación para periodos de retorno analizados sector El Escobal-Ureña.	75

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Ubicación de la cuenca del río Táchira	33
Tabla 2. Estaciones hidrométricas	35
Tabla 3. Estaciones pluviométricas	37
Tabla 4. Rangos del índice de compacidad	51
Tabla 5. Resultados del índice de compacidad	51
Tabla 6. Orden de los cauces	52
Tabla 7. Caudales Máximos para Diferentes Períodos de Retorno.	55
Tabla 8. Caudales Máximos para cada estación analizada	56
Tabla 9. Caudales para diferentes periodos de retorno acorde al Método de regionalización.	59
Tabla 10. Valores para el cálculo de la rugosidad mediante el método de Cowan.	62
Tabla 11. Valores de n para el material	64
Tabla 12. Coeficiente de rugosidad Manning.	64
Tabla 13. Lineamientos	86

LISTA DE ANEXOS

Anexo A. Información Topográfica	100
Anexo B. Análisis de la Información climatológica	101
Anexo C. Plano de mancha de inundación	175

INTRODUCCION

Los desastres socio naturales ocasionan cada vez más pérdidas de vidas humanas, así como afectaciones a la infraestructura de servicios y a los cultivos de las áreas rurales. Con el fin de evitar afectaciones que puedan ser producidas por crecientes de ríos y quebradas, se percibe la necesidad de definir e implementar modelos hidrológicos apoyados por software de simulación hidrológica e hidráulica, los cuales permiten simular este tipo de eventos a partir de las características geohidrográficas de cada cuenca. La aplicación de este tipo de estudio al contexto del río Táchira permite la simulación de eventos extremos en el ámbito local y los resultados esperados serán usados para la formulación de lineamientos tendientes a fortalecer la prevención de desastres y al diseño de obras de mitigación en los puntos afectados.

La presente investigación tiene como objetivo formular lineamientos que permitan realizar una evaluación de medidas alternativas para el control de crecientes del río Táchira, mediante modelos de simulación hidrológica, cuyos objetivos específicos son: a) Analizar la hidrología del río Táchira, en el tramo en estudio, con el fin de obtener los caudales máximos instantáneos de crecida ante un evento natural extraordinario.-b) Determinar zonas de inundación en centros poblados del sector de La Parada (villa del Rosario) Y el Escobal (Cúcuta) c) Recomendar obras de mitigación, que conlleven a la prevención de desastres en zonas que se ven amenazadas por crecientes en el caudal del río Táchira.

El estudio permitió generar un aporte importante para posteriores estudios en el tema y servirá como material de consulta para estudiantes de pregrado y postgrado, que quieran profundizar en el manejo de software de simulación hidráulica.

Este proceso se ubica dentro de las líneas del Grupo de Investigación Gestión Integral del Territorio – GIT, en la línea de gestión del riesgo, específicamente en aspectos relacionados con medidas de control para los riesgos naturales y es de carácter técnico.

Se inició con la ubicación del proyecto, que parte del asentamiento humano (La Parada de Villa del Rosario – San Antonio) y (El Escobal de Cúcuta – Ureña) el río Táchira durante todo el trayecto desde su nacimiento hasta su desembocadura sirve de frontera natural entre ambos países y le dio el nombre al mencionado estado venezolano, el cual atraviesa a través de dos puentes: el General Simón Bolívar (La Parada de Villa del Rosario – San Antonio) y el General Francisco de

Paula Santander (El Escobal de Cúcuta – Ureña), a través de los cuales existe una gran circulación de vehículos de tipo turístico y de comercio exterior.

En relación con las condiciones climáticas, la cuenca del río Táchira se dividió en tres zonas de precipitación, debido a la cercanía e influencia del patrón de precipitaciones de régimen unimodal de la vertiente andino-Ilanera. Se puede considerar que éstas adoptan un régimen integrado, con máximos en el mes de abril y octubre para la cuenca media y media-alta; y en mayo y noviembre para la cuenca alta (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales - MARN, 2000), obteniéndose un valor que oscila entre los 900 y 1500 mm/año, con una precipitación media anual aproximada de 1300 mm.

En cuanto al estudio hidrológico se partió de los valores máximos mensuales de caudales de las estaciones hidrométricas Puente Alianza, la Hamaca (Venezuela) y el Tama (Colombia), y se calcularon los caudales máximos para los diferentes períodos de retorno por el método de regionalización de caudales.

En relación con la determinación de zonas de inundación en centros poblados del sector de La Parada Villa del Rosario y el Escobal en Cúcuta, se aplicó el software Sistema de Análisis de Ríos, HydrologicEngineering Center – River Análisis System (Hec-Ras). Este es un programa que permite la modelación hidráulica en régimen permanente y no permanente de cauces abiertos, ríos y canales artificiales.

Se observa que los caudales sobrepasan la capacidad del cauce, ocasionando un desbordamiento de los niveles en algunas secciones del cauce que no tienen suficiente capacidad hidráulica, inundando predios y causando pérdidas económicas en algunas poblaciones cercanas a la vertiente como la parte baja del puente internacional Simón Bolívar y la zona de la localidad colombiana de La Parada.

De esta manera, al final del documento, se presentan las principales conclusiones y recomendaciones encaminadas a valorar los resultados obtenidos y a capitalizar las posibilidades de su efectiva implementación.

CAPITULO I

1. LA SIMULACIÓN HIDRAULICA COMO HERRAMIENTA DE PLANIFICACIÓN

Cuando se abordan aspectos relacionados con la planificación, se pretende, por un lado, mantener o crear los satisfactores de la necesidad humana, sean biológicos, psicológicos o sociales, o bien, establecer aquella condición humana, sin importar la orientación ideológica en la que estas se sustenten, esto si se busca un territorio ordenado para subsistir, distribuir o acumular hechos planificados o presentar posibles soluciones a problemáticas generadas por acciones humanas o naturales que se oponen al cambio, permanencia o generación de los satisfactores. En términos espaciales, es necesario hacer distinción entre las áreas donde se localizan los problemas, aquellas donde se debe intervenir para solucionarlos y los ámbitos espaciales de responsabilidad, dando así una posible visión crítica y geográfica a la aplicación de la planificación territorial. (Bermúdez, 2015).

El enfoque moderno de la planificación de los usos de la tierra y el manejo de los recursos naturales, especialmente el manejo y gestión de las cuencas hidrográficas, desempeñan un papel fundamental en la reducción de los riesgos. Existe una variedad de medidas de tipo político y herramientas que se pueden utilizar con el fin de disminuir la vulnerabilidad.

Las agencias públicas pueden hacer cumplir las medidas reguladoras, así como controlar los usos de la tierra. Otro enfoque, lo constituye la creación de incentivos económicos mediante los cuales se anima a los involucrados a invertir en procesos de gestión ambiental. Sin embargo, en concordancia con Saborío (2015) estas acciones requieren conocer espacialmente la amenaza del fenómeno, las zonas vulnerables y de ahí los niveles de riesgo.

La circulación de agua por ríos y quebradas es uno de los procesos naturales que tienen lugar en el planeta y uno de los fenómenos que originan la formación de asentamientos humanos a su alrededor, por ser los sistemas fluviales los principales proveedores de elementos básicos para el bienestar y crecimiento de las comunidades. Alimento, pesca, agua para consumo humano, irrigación en uso agrícola y generación de energía mediante el movimiento de las corrientes, son las principales utilidades que el hombre aprovecha de las fuentes hídricas.

En los últimos años, el cambio climático global y el deterioro ambiental se manifiestan a nivel local en perturbaciones significativas en el régimen hidrológico a través de desastres naturales asociados al agua (Kabat y Schik, 2003; Adger, 2007).

En sistemas naturales como las cuencas, y los ecosistemas, el riesgo de desastre de un fenómeno natural como las lluvias extremas, deslizamientos e inundaciones, es una variable que depende tanto de la vulnerabilidad del sistema como de la magnitud del evento hidrometeorológico (intensidad, duración, frecuencia, extensión y cobertura geográfica de influencia entre otras variables). Entonces, los efectos de estos fenómenos están asociados tanto a la vulnerabilidad del sistema como a las características propias del evento.

La vulnerabilidad es una construcción social que resulta de los procesos y formas de cambio y transformaciones de la sociedad que se define en gran parte por el acceso diferenciado a los recursos económicos, sociales, organizacionales y de poder (Movimiento Tzuk Kim Pop, 2006)¹. De esta forma, la vulnerabilidad se manifiesta como una función de respuesta de los niveles económicos, de bienestar social, de organización y educación de la población, que también varía con su ubicación territorial (parte alta, medio o baja de la cuenca), el manejo de su entorno y recursos naturales así como en su capacidad de recuperación de su estructura productiva e infraestructura después de un desastre (resiliencia²) y finalmente de las adecuaciones a su entorno físico a las amenazas por ejemplo a través del establecimiento de prácticas de conservación del suelo y agua para el control de erosión hídrica y deslizamientos o bien con la construcción de infraestructura de protección contra inundaciones.

En cuanto a los conceptos que estructuran el presente estudio, la amenaza se refiere a un peligro latente o factor de riesgo externo de un sistema expresado en la probabilidad de ocurrencia de un suceso, en un sitio específico y durante un tiempo determinado. Por su parte, la vulnerabilidad se entiende como un factor de riesgo interno expresado en la factibilidad de que el sistema expuesto sea afectado por el fenómeno natural o antrópico que caracteriza la amenaza³. De

¹ Movimiento Tzuk Kim Pop. (2006). ¿Por que tanta destrucción? Ensayo sobre la naturaleza y la visibilidad de la cotidianidad, la negligencia y la exclusión regional: el caso del altiplano occidental en la tormenta asociada Stan. Quetzaltenango: Movimiento Tzuk Kim Pop.

²La “resiliencia” es un concepto de auto depuración de ecosistemas utilizado en ciencias biológicas (Oswald y Hernández, 2005:41). Según el concepto de las Naciones Unidas, la resiliencia, se refiere a “la capacidad de un sistema, comunidad o sociedad potencialmente expuesta a desastres de adaptarse, al resistir o cambiar su comportamiento para lograr y mantener un nivel aceptable de funcionamiento y estructura.

³ El decreto 0072 del 1999, emitido en la ciudad de Armenia a raíz del terremoto del mismo año, considera el riesgo aceptable como una decisión sobre el nivel de pérdidas esperadas que se asume como resultado de aceptar que ocurrirán

esta manera, la amenaza y la vulnerabilidad no existen de manera independiente y se condicionan mutuamente en el riesgo, expresado como la probabilidad de exceder un nivel de consecuencias sistémicas en un sitio y periodo de tiempo determinados (Cardona, 2001), el cual puede ser cuantificado a partir de factores de dependencia, fragilidad, confusión, inseguridad, gobernabilidad, propensión, incertidumbre y resiliencia.

Mediante la Ley 9 del 24 de enero de 1979, se estableció la creación del Comité Nacional de Emergencias, el cual redefinió el papel del Ministerio de Salud en la prevención de desastres mediante la primera reglamentación sobre su manejo. Más tarde, tres desastres continuos de gran magnitud: el tsunami de Tumaco en 1979, el terremoto de Popayán, en 1983, y la avalancha de Armero, en 1985, dieron las pautas para la creación del Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres en 1988. Este sistema tiene el objetivo de servir de base para influir en la toma de decisiones que conduzcan a eliminar o reducir pérdidas de vidas y de bienes materiales y ambientales. Busca mitigar los factores generadores de riesgo, como las amenazas potenciales de origen natural y antrópico, y la vulnerabilidad de los asentamientos humanos y de los ecosistemas frágiles.

La ocurrencia de desastres ha generado cambios en la legislación para enfrentarlos de una mejor manera. Un buen ejemplo de ello fue la expedición de la ley 400 de 1984, Código Colombiano de Construcciones Sismo-resistentes, expedida después del sismo de Popayán de 1983. A partir de la concepción de la prevención de desastres como estrategia de desarrollo sostenible, estipulada en la Constitución Nacional de 1991, y de las disposiciones de la Ley 388 de Desarrollo Territorial, las entidades territoriales deben incluir una zonificación de amenazas y riesgos en sus planes de ordenamiento territorial y establecer e implementar planes, programas y proyectos para la prevención, mitigación y control de potenciales desastres y riesgos ambientales.

Al mismo tiempo, es necesario tener en cuenta que la planicie de inundación de un río o quebrada es el valle adyacente al cauce que regularmente es inundado durante el período de aguas altas (Garde, 2006).

Las crecientes son un fenómeno natural, son parte del ciclo natural del agua. Cuando superan la altura del cauce normal de los ríos, el agua corre por las

fenómenos naturales o tecnológicos, los cuales incidirán sobre las vidas y bienes expuestos.

planicies vecinas y la llamamos inundaciones. Las inundaciones entonces también son procesos o hechos normales de la vida de la tierra y no son noticia donde no coinciden con la presencia de grupos humanos y su infraestructura. Los problemas asociados a las inundaciones ocurren cuando las personas y sus actividades interfieren con su espacio, al ocupar zonas bajas y colocar viviendas e infraestructuras en sitios al alcance de la inundación sin la debida adecuación, manejo del agua y protección. (Se dice que “el agua busca su sitio”). Por ser las crecientes parte del ciclo natural del agua, no deben calificarse como un impacto ambiental. Cuando se llenan las ciénagas están cumpliendo su papel amortiguador de los altos caudales de la cuenca. Aunque durante el evento, quienes hacen aprovechamiento de sus recursos sufren inconvenientes. Carlos E. Rubio Gómez ONU HABITAT – Colombia, CEDETEC

La respuesta hidráulica de un cauce durante la ocurrencia de una tormenta con un período de retorno definido, puede estimarse con uno de los diversos modelos matemáticos, tales como HEC-RAS, WatershedModelingSystem (WMS), MIKE 11, entre otros. De estos modelos, el HEC-RAS (HydrologicEngineering Center – RiverAnalysisSystem) es el de mayor uso, debido a su diversidad y su uso no comercial. El HEC-RAS se utiliza en conjunto con otras herramientas computacionales del Cuerpo de Ingenieros Hidráulicos de Estados Unidos como el HEC-HMS y el HEC-GeoRAS; el primero calcula el hidrógrafa de creciente, y el segundo, extrae las secciones transversales del modelo digital del terreno (Benavides et al., 2001). El HEC-RAS, permite evaluar fallas estructurales ocurridas en diques transversales (Yochum et al., 2008) y modelar el comportamiento de estructuras hidráulicas de drenaje sometidas a grandes crecientes (Lee et al., 2006). Generalmente se utiliza como una herramienta para trazar las manchas de inundación asociadas a una tormenta con un período de retorno específico, en áreas susceptibles a este tipo de eventos (Márquez y Guevara, 2006).

La simulación numérica para el cálculo de flujo es una herramienta cada vez más utilizada en la ingeniería hidráulica, ya que proporciona información completa, extensa y precisa, con resultados rápidos y de bajo costo. Además, se pueden modificar los datos y condiciones del entorno, para la evaluación de escenarios futuros en comparación con un modelo experimental y aunque los resultados numéricos no son tan precisos como las medidas experimentales, no necesitan de una validación y calibración previa.

La simulación hidráulica muestra el análisis de interacción entre la topografía del cauce de un río, los volúmenes de agua y sedimentos transportados, a su vez

muestra cómo influye en el nivel de agua las obras hidráulicas que se presenten en su cauce, siendo una herramienta de gran utilidad para comprender estos temas y darles solución a situaciones como inundaciones.

Según Cosgrove, citado por Burton (2003), el concepto de Gestión Integral de Recursos Hídricos en contraste con el concepto tradicional fragmentado de manejo de agua (el cual tiene sólo énfasis en el manejo del agua para satisfacer su demanda), incorpora dos dimensiones fundamentales: i) el sistema natural, el cual representa una componente de importancia vital para la disponibilidad de la cantidad y calidad del recurso así como de una amplia gama de servicios ambientales que provee; y ii) la dimensión humana la cual fundamentalmente determina el uso del recurso, la contaminación y degradación del recurso y, determina cuales deben ser las prioridades de desarrollo. La gestión integral ocurre en y entre estas dimensiones a lo largo de la variabilidad espacial y temporal propia del territorio de la cuenca.

Según el concepto de Lavell, citado por Álvarez, et al. (2006), la Gestión de Riesgos ante desastres en forma genérica se define como un complejo proceso social que se instrumenta con el fin de reducir o prevenir y controlar permanentemente el riesgo de desastre en una sociedad buscando siempre el desarrollo sostenible, humano, económico, ambiental y territorial. De esta forma, incorpora desde un principio, los diferentes niveles de coordinación e intervención que van desde lo global, integral, lo sectorial y lo macroterritorial hasta lo local, lo comunitario y lo familiar. El proceso de Gestión de Riesgos comprende entonces diferentes fases que van desde la prevención de desastres, la preparación para desastres, la atención de la emergencia y la recuperación o reconstrucción.

Es necesaria entonces la gestión sostenible de cuencas para mejorar la capacidad de amortiguamiento de las relaciones precipitación escurrimiento y erosión sedimentación ante fenómenos hidrometeorológicos extremos a través del ordenamiento territorial participativo de la cuenca y la instrumentación de políticas públicas de desarrollo territorial, esquemas de incentivos por buenas prácticas y pago por servicios ambientales.

1.2. REFERENTES TEÓRICOS

1.2.1. La modelación numérica

La modelación numérica del flujo de agua en un río consiste en intentar conocer los valores que toman las variables hidráulicas (calado, velocidades, caudal, etc.), a partir de la resolución por métodos numéricos de las ecuaciones obtenidas a partir de una serie de hipótesis. Para el estudio de los niveles y velocidades de agua en ríos, la aproximación que sin duda se ha utilizado más es la de flujo unidimensional y régimen permanente gradualmente variado. Por sencillez de programación y de discretización del dominio, y a veces por falta de información en las condiciones de contorno en régimen no permanente (hidrograma), ésta es la metodología que más se utiliza, incluso hoy. Las hipótesis fundamentales para este tipo de aproximación son: movimiento unidimensional, régimen permanente y fondo fijo. La ecuación fundamental es la de conservación de la energía entre dos secciones de río, aunque también se utiliza la ecuación de conservación de la cantidad de movimiento para fenómenos locales, como pueden ser cambios de régimen, y otras ecuaciones más o menos empíricas para otros efectos locales como puentes, vertederos, entre otros. (Cely, 2012)

En general, estos esquemas de cálculo están del lado de la seguridad, cuando el objetivo es conocer los niveles máximos de la avenida, ya que la lámina de agua que se obtiene con ellos suele estar por encima de la envolvente de calados máximos que se obtendrían con un modelo en régimen variable y un hidrograma, cuyo caudal puntual es el caudal utilizado en el cálculo en régimen permanente.

1.2.2 Modelos Disponibles.

Algunos de los modelos disponibles para el cálculo hidráulico de redes de drenaje son:

1.2.2.1. Hec – Ras.

Hec - Ras del HydraulicEngineering Center (HEC) del U.S. Army Corps of Engineers es un programa de uso libre, para uso interactivo en un ambiente multitarea y multiusuario. El sistema comprende una interface gráfica, componentes hidráulicos separados, capacidad de manejo, almacenamiento de datos y facilidades de reportes.

El sistema está compuesto actualmente por dos elementos de análisis hidráulico unidimensional: cálculo de perfiles superficiales en flujo permanente y simulación de flujo no permanente, pero en el futuro está previsto incorporarle un tercer componente: el de cálculo de transporte de sedimentos con límites variables. Todos los componentes utilizan una representación geométrica común y comparten las mismas rutinas de cálculo. Adicionalmente, el sistema contiene

varias rutinas de diseño hidráulico que pueden ser utilizadas una vez calculado el perfil superficial del agua.

1.2.2.2. Iber.

Iber, es un programa de uso libre. Es un modelo numérico de simulación de flujo turbulento a superficie libre en régimen no permanente, y de procesos medioambientales en hidráulica fluvial. El rango de aplicación de Iber abarca la hidrodinámica fluvial, la simulación de rotura de presas, la evaluación de zonas inundables, el cálculo de transporte de sedimentos y el flujo de marea en estuarios.

El modelo Iber consta actualmente de 3 módulos de cálculo principales: un módulo hidrodinámico, un módulo de turbulencia y un módulo de transporte de sedimentos. Todos los módulos trabajan sobre una malla no estructurada de volúmenes finitos formada por elementos triangulares o cuadriláteros. En el módulo hidrodinámico, que constituye la base de Iber, se resuelven las ecuaciones para aguas someras bidimensionales promediadas en la profundidad (ecuaciones de St. Venant 2D).

El módulo de turbulencia permite incluir las tensiones turbulentas en el cálculo hidrodinámico, pudiéndose utilizar para ello diferentes modelos de turbulencia para aguas someras con diferente grado de complejidad. En la versión actual se incluye un modelo parabólico, un modelo de longitud de mezcla y un modelo $k-\epsilon$. El módulo de transporte de sedimentos resuelve las ecuaciones de transporte de fondo y transporte turbulento en suspensión, calculando a partir del balance de masa de sedimento la evolución de la cota de fondo.

1.2.2.3. Sobek.

Modelo desarrollado por DelftHydraulics, recientemente aparecido en el mercado. Presenta una interfase gráfica de elevada calidad y ha sido pensado para operar en un entorno GIS. Presenta un motor gráfico muy avanzado y versátil, permitiendo mediante la interacción con otros módulos de simulación, estudios de calidad de aguas superficiales e incluso, análisis bidimensional.

1.2.2.4 Mike 11.

Se trata de uno de los modelos más utilizados desde hace años en Europa. Desarrollado por el DHI. Permite simular flujos en cauces, llanuras de inundación en diferentes brazos del mismo río, etc. Utilizado en España por varias administraciones a la hora de estudiar propagación de avenidas. Permite la interacción con otros modelos del DHI, como MIKE21 (flujo bidimensional), MOUSE, etc.

1.2.2.5 Infoworks – Isis.

Es la propuesta desarrollada por HRWallingford Isis. Utiliza un esquema de diferencias finitas implícitas (presissmann) y su manejo está integrado en el entorno Infoworks-cs, común a otros códigos desarrollados por Wallingford software.

1.2.2.6 Telemac.

Modelo desarrollado en EDF, Electricité de France. Es un modelo adecuado para opciones de análisis 2D y 3D. Muy utilizado en estudios a gran escala en diferentes países de Europa. En julio de 2006, la versión básica estaba sobre los 26.000 Euros.

Como se puede observar, La modelación numérica del flujo a superficie libre es una herramienta cada vez más utilizada y con un creciente abanico de posibles aplicaciones en el ámbito de la ingeniería hidráulica y fluvial. Además, con la creciente potencia de los computadores, el cálculo en régimen variable en una y dos dimensiones, permite abordar con mayor detalle la solución de ciertos problemas de dinámica fluvial.

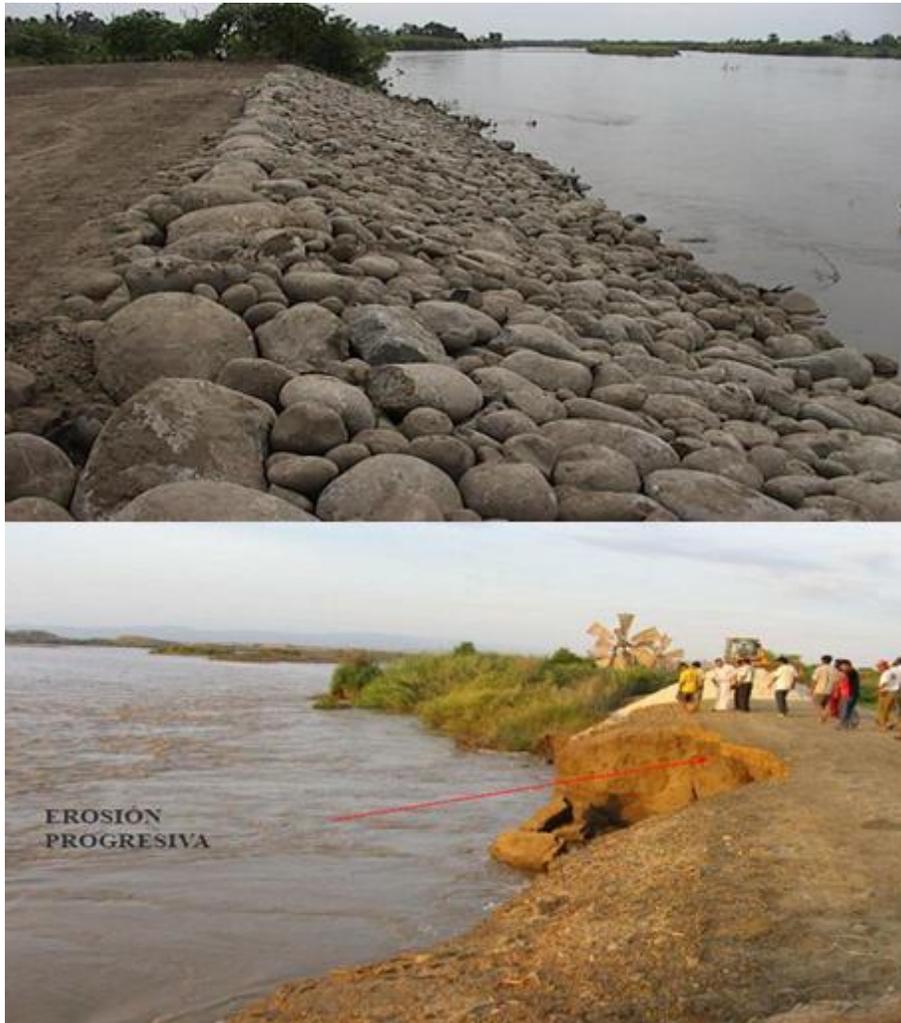


Figura 1. Ejemplo de obra de protección

La construcción de las obras de protección deberán hacerse de manera prioritaria, esto permitirá garantizar que ante una eventualidad de caudales máximos la zona de desarrollo urbanístico se viera afectada por inundaciones o por pérdida de taludes, lo cual produciría que cada vez más la ronda hídrica se acercara al urbanismo.

CAPÍTULO II

2. ESTUDIO DE PLANICIES INUNDABLES EN LA CUENCA DEL RÍO TACHIRA

La presente investigación tuvo como objetivo formular lineamientos que permitan realizar una evaluación de medidas alternativas para el control de crecientes del río Táchira, mediante modelos de simulación hidrológica, cuyos objetivos específicos son: a) Analizar la hidrología del río Táchira, en el tramo en estudio, con el fin de obtener los caudales máximos instantáneos de crecida ante un evento natural extraordinario.-b) Determinar zonas de inundación en centros poblados del sector de La Parada y villa del Rosario. c) Recomendar obras de mitigación, que conlleven a la prevención de desastres en zonas que se ven amenazadas por crecientes en el caudal del río Táchira.

En relación con las condiciones climáticas, la cuenca del río Táchira se dividió en tres zonas de precipitación, debido a la cercanía e influencia del patrón de precipitaciones de régimen unimodal de la vertiente andino-Ilanera. Se puede considerar que éstas adoptan un régimen integrado, con máximos en los meses de abril y octubre para la cuenca media y media-alta; y en mayo y noviembre para la cuenca alta (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales - MARN, 2000), obteniéndose un valor que oscila entre los 900 y 1500 mm/año, con una precipitación media anual aproximada de 1300 mm.

En cuanto al estudio hidrológico se partió de los valores máximos mensuales de caudales de las estaciones hidrométricas Puente Alianza y la Hamaca (Venezuela) y el Tama (Colombia), y se calcularon los caudales máximos para los diferentes períodos de retorno por el método de regionalización de caudales, y aunque la longitud de registros no es mayor a 20 años sirvió como comparación con un estudio realizado con el Instituto Nacional de Vías (INVÍAS) de Colombia, que utilizó el método del hidrograma unitario para estimar los picos máximos esperados, con frecuencias entre 2 y 100 años, en donde según la metodología empleada calcularon las crecientes particulares en las nueve subcuencas, y luego se transitaron a lo largo del cauce principal. Las subcuencas seleccionadas tienen áreas mayores a 1 km², por esa razón para la determinación de los picos de creciente, se utilizó el método del hidrograma unitario del Soil Conservation Service de los Estados Unidos.

Teniendo en cuenta que los resultados de este estudio no difieren mucho de los valores calculados por el método racional modificado, se optó este último como el método a utilizar para estimar la súper crecida para un período de retorno de 500 años.

De esta forma, la investigación se puede convertir en un aporte significativo para posteriores estudios en el tema y puede servir como material de consulta para

estudiantes de pregrado y postgrado, que quieran profundizar en el manejo de software de simulación hidráulica.

Los desastres socio naturales ocasionan cada vez más pérdidas de vidas humanas, así como afectaciones a la infraestructura de servicios y a los cultivos de las áreas rurales. Con el fin de evitar afectaciones que puedan ser producidas por crecientes de ríos y quebradas, se percibe la necesidad de definir e implementar modelos hidrológicos apoyados por software de simulación hidrológica e hidráulica, los cuales permiten simular este tipo de eventos a partir de las características geohidrográficas de cada cuenca específica. La aplicación de este tipo de estudio al contexto del río Táchira permite la simulación de eventos extremos en el ámbito local y los resultados esperados serán usados para la formulación de lineamientos tendientes a fortalecer la prevención de desastres y diseñar obras de mitigación en dicha cuenca.

El ritmo de los acontecimientos climáticos extremos se mantuvieron muy altos durante el 2010 y 2011, dando lugar a la pregunta sucedido en 2010 y 2011, ¿será la nueva normalidad? El hombre ha causado la desestabilización del clima, lo que se ve en los eventos extremos, el clima sin precedentes. Uno de los fenómenos meteorológicos extremos del año 2010 o 2011 podría haber ocurrido de forma natural en algún momento durante los últimos 1.000 años. Pero es muy poco probable que los eventos climáticos extremos de 2010 y 2011 ocurrieran todos en un período tan corto de tiempo sin una poderosa fuerza que altere el clima.

En los últimos 30 años, Colombia ha sido uno de los países más vulnerables a desastres naturales en América. Un informe presentado en septiembre de 2008 por la Dirección Nacional de Planeación (DNP) revela que en promedio cada año ocurren 597 desastres en Colombia, superando a Perú (585), México (241) y Argentina (213). (IDEAM, 2014).⁴

En Colombia se tienen experiencias lamentables relacionadas con el agua, dado que en los últimos años ocurrieron dos grandes eventos meteorológicos que trajeron mucho sufrimiento y dolor a nuestro país. Desde el 2010 y lo que ha transcurrido del 2011 se ha considerado como la catástrofe más grande que ha tenido Colombia en toda la historia, la emergencia por las lluvias que golpean actualmente, alcanza hoy niveles alarmantes ante el alto número de vías colapsadas, poblados inundados y embalses en riesgo de desbordar su

⁴ Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia.

capacidad. A la fecha, las intensas lluvias han dejado 279 muertos, dos millones 121 mil damnificados, 271 heridos y 62 desaparecidos. (Revista Semana, 2010).⁵

Desde abril del 2010 Colombia comenzó a sentir los efectos de las lluvias, que se agravaron con la llegada del fenómeno de la Niña. La situación desbordó la capacidad de reacción de los organismos de emergencia, de los gobiernos nacional y departamental, así como de los ríos y suelos que no soportan el exceso de agua y el abuso de la mano del hombre. La tragedia comenzó hace un año y cinco meses y los problemas humanitarios, sociales y económicos no se superan. Con este panorama, el país se enfrenta a la segunda temporada de lluvias del 2011, que si bien no será tan fuerte como la de julio o noviembre del año anterior, sí pone al país en un inminente riesgo de vivir más inundaciones y deslizamientos de tierra. (Revista Semana, 2010).

En el 2010 la temporada de lluvias en Colombia fue la más intensa en 42 años. La temporada produjo fuertes aguaceros que causaron inundaciones en diferentes zonas del país. La situación se originó debido a las abundantes lluvias provocadas por depresiones tropicales; y frentes cálidos propios de la época húmeda, ocasionados por el fenómeno de La Niña. Los torrenciales aguaceros, vendavales; e indisposiciones atmosféricas como cielos parcial y totalmente nublados, tormentas eléctricas y lloviznas frecuentes, se presentaron desde el mes de junio y se hicieron más fuertes en agosto y septiembre, generando problemas de damnificación e insalubridad, y el invierno en Colombia no cede y sigue extendiéndose en el presente año.

La situación frente a estos fenómenos naturales se agrava con el hecho de que en Colombia no se cuenta con herramientas de pronóstico, para alertar oportunamente a las autoridades y reducir las pérdidas de vidas humanas y económicas.

El estudio hidráulico es parte fundamental de los estudios previos, ya que con éste se puede determinar la máxima creciente, los niveles normales de flujo y los niveles mínimos de agua. Es necesario que este estudio incluya los caudales esperados de acuerdo a las distintas épocas del año, estadísticas de velocidades, inundaciones, descargas, etc.

⁵ Revista semana. (2010). Diez emergencias que dejó el invierno. Recuperado de: <http://www.semana.com/nacion/articulo/diez-emergencias-dejo-invierno/246163-3>

El presente estudio analiza la respuesta hidráulica del río para la obtención y/o delimitación de las zonas afectadas frente a un evento de específico de precipitación.

A raíz de los acontecimientos, y en previsión de eventos similares se desarrollara un sistema de alerta temprana, que se espera ayuden a evitar desastres de esta magnitud en el futuro.

2.1 OBJETIVOS

2.1.1 Objetivo general. Formular lineamientos que permitan realizar una evaluación de medidas alternativas para el control de crecientes del ríoTáchira, mediante la simulación hidráulica.

2.1.2 Objetivos específicos. Son los siguientes.

- Analizar la hidrología del río Táchira, en el tramo en estudio, con el fin de obtener los caudales máximos instantáneos de crecida, ante un evento natural extraordinario.
- Determinar zonas de inundación en centros poblados del sector de La Parada Villa del Rosario y el Escobal en Cúcuta.
- Recomendar obras de mitigación, que conlleven a la prevención de desastres en zonas que se ven amenazadas por crecientes del ríoTáchira.

Atendiendo a los objetivos planteados, la investigación se orientó hacia la incorporación de un diseño de campo, por cuanto este diseño de investigación permite no sólo observar, sino recolectar los datos directamente en la realidad del objeto de estudio, en su ambiente cotidiano sin manipular o controlar variable alguna, es decir, el investigador obtiene la información pero no altera las condiciones existentes, para posteriormente analizar e interpretar los resultados de estas indagaciones. (Arias, 2006).

2.2 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

El río Táchira es uno de los afluentes del río Pamplonita, su ubicación corresponde a una zona muy frágil ante eventos, productos de lluvias extraordinarios, las cuales, tienden a presentar un alto impacto debido a las características físico naturales del medio (características geológicas, topográficas e hidráulicas entre otras), además, de la intervención antrópica. Debido a estos mismos factores, es necesario Formular lineamientos que permitan realizar una evaluación de medidas alternativas para el control de crecientes del río Táchira, mediante modelos de simulación hidrológica.

La subcuenca de río Táchira se encuentra entre los territorios de Venezuela y Colombia. Nace en el Páramo del Tama, en la parte venezolana, reserva nacional para las dos naciones, a una altura de 3200 m.s.n.m. hasta una cota de 600 m.s.n.m. y desemboca en el río Pamplonita, a 5 km aguas abajo del puente internacional General Santander. Su recorrido es de sur a norte y conforma la línea fronteriza entre los dos países. El área vertiente hasta el Puente internacional Simón Bolívar es de 671 km² y de 715 km² hasta el Puente internacional General Francisco de Paula Santander.

En la actualidad la información o las bases de datos del río Táchira a pesar que es muy escasa o la información que existe se encuentra restringida por entidades públicas o instituciones privadas, dificulta a los estudiantes o personas naturales que quieran realizar trabajos, proyectos, investigaciones o estudios referentes río Táchira. Por eso la finalidad de este proyecto es crear una base de datos hidrológicos referente al río disponible a la comunidad que requiera de ella.

Por estas razones es prioritario la Caracterización Geohidrográfica del río Táchira en tiempos de estiaje o invierno y parte fundamental estudios hidráulico previos asentamientos humanos, ya que con estos se pueden determinar la máxima creciente, los niveles normales de flujo y los niveles mínimos de agua .

Teniendo en cuenta que el área de estudio es la subcuenca del río Táchira, se hizo una revisión de los estudios colombianos y venezolanos en las entidades de cada país donde se haga referencia, dentro de las cuales están:

2.2.1 Estudios venezolanos.

El Estudio de la cuenca de río Táchira realizado por la Corporación de los Andes (CORPOANDES) en 1981, tuvo como objetivo determinar las condiciones actuales del RíoTáchira para buscar posibles causas del deterioro de la cuenca, analizando

la intervención antropogénica más que los procesos naturales, concluyendo que la disminución en los niveles del río en tiempos de sequía se debe al uso descontrolado del agua en zonas de riego.

Información Disponible: características del área de estudio, geología de la cuenca del río Táchira.

2.2.2 Estudios colombianos.

El estudio Proyecto Norte de Santander No 2, realizado por el Instituto Colombiano para la Reforma Agraria (INCORA) en 1964, tuvo como objetivo el aprovechamiento, regulación y control de los ríos de Cúcuta para satisfacer la necesidad de agua de la ciudad de Cúcuta, concluyendo que la cuenca de río Táchira presenta deforestación muy acentuada y presenta como mejor solución la construcción de una presa para cubrir el déficit de agua, y hace un gran énfasis en la falta de información hidrometeorológica, especialmente sobre el río Táchira, ya que éste generaría un gran desarrollo económico, además de la integración colombo-venezolana en la zona.

Entre otros están: Estudio del Plan de Ordenamiento para la parte Alta de la Sub – cuenca del río Táchira, municipios de Herrán y Ragonvalia (desde su nacimiento hasta la quebrada San José), realizado por la Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental (CORPONOR) en 1996 y Estudio de Ordenamiento y Plan de manejo de la cuenca del río Táchira desde La Quebrada San José (Municipio de Ragonvalia) hasta la quebrada Agua Sucia /Municipio de Villa del Rosario), realizado por la Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental (CORPONOR) en 1998, ambos encaminados a la preservación de los recursos naturales para aumentar el patrimonio natural y prevenir el deterioro ambiental de los ecosistemas existentes.

CAPITULO III

3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

El proyecto parte de una perspectiva ambiental y sociocultural y responde a las dinámicas analíticas, interpretativas, propositivas y argumentativas del pensamiento contemporáneo por medio de tres fases: 1.- Caracterización preliminar, 2.- Análisis y síntesis y 3.- Formulación y difusión, dentro de las cuales se introducen elementos relacionados con la participación comunitaria, institucional y de los agentes protagónicos del desarrollo local.

La identificación y jerarquización de las amenazas por desastres socio naturales, parte de una etapa reflexiva que corresponde a la toma de conciencia respecto a la valoración de la iniciativa y la tendencia global predominante y confluye en una etapa de conceptualización que corresponde a la toma de posición frente al estado del arte y alas contratendencias del desarrollo territorial.

La definición de lineamientos para una gestión integral, parte de la etapa de idealización o formulación de hipótesis de los escenarios tendenciales, probables y posibles que corresponde a la definición y espacialización de los elementos estructurales y la formulación de estrategias de intervención basadas en la representación del sentido colectivo de acuerdo a los intereses de los actores protagónicos del desarrollo desde la oferta y demanda y el reparto equitativo de cargas y beneficios y confluye en la etapa de formulación del modelo de desarrollo para la gestión Integral del Riesgo basada en la adaptabilidad, que tenga en cuenta la habitabilidad y la incertidumbre para determinación de acciones y la negociación de intereses (en un nivel de ejecución real y posible) en diferentes escalas de aproximación al territorio, las cuales una vez sean implementadas posibilitarán la definición estratégica de subprogramas y proyectos asociativos complementarios que servirán de base para que la comunidad pueda transformarse en sujeto de su propio desarrollo.

3.1 TIPO DE ESTUDIO

El tipo de estudio escogido para realizar la investigación teniendo los factores que caracterizan nuestro proyecto es la investigación cuantitativa descriptiva.

Estudio de desarrollo: *Corte transversal*

Por ser el objeto de estudio un afluente, sus características hídricas varían dependiendo directamente con el clima y la época del año. Por razones

económicas y de tiempo solo se tomarán las muestras del afluente en zonas estratégicas donde se presenten inundaciones o desbordamiento de la subcuenca.

3.2 FASES DE LA INVESTIGACIÓN

Para el alcance de los propósitos que se plantearon se llevaron a cabo las siguientes fases:

- **Fase I. Documentación.** Corresponde a la revisión y selección a través de un inventario de proyectos y tesis, entre otros, referentes a la cuenca del río Pamplonita y la subcuenca del río Táchira además de información general referente a la geografía y demás aspectos ambientales del municipio de Cúcuta, en instituciones como la Biblioteca José Rafael Faria de la Universidad de Pamplona, La alcaldía de los municipios de San José de Cúcuta y Villa del Rosario así como la gobernación de Norte de Santander departamento de Planeación e Instituciones Públicas como lo son el IDEAM y CORPONOR.
- **Fase II Reconocimiento del área de estudio.** Se llevará cabo el reconocimiento del área de estudio mediante visitas técnicas, en las cuales se recorrerá el lugar con la intención de obtener una visión más real de las condiciones físico-naturales y corroborar la información referente a algunos aspectos hidrogeológicos y de uso. Así como algunas visitas a las alcaldías de Cúcuta y de Villa del Rosario y algunas instituciones públicas, con la intención de obtener información.
- **Fase III Elaboración de la cartografía temática y modelo de elevación digital de la subcuenca del río Táchira.** Después de la recolección de información y la documentación se procederá a empezar con la elaboración de la cartografía temática que permita solventar la escasez de información que exista referente al tema, ya obtenida la respectiva cartografía se dispondrá Generar un modelo de elevación digital de la subcuenca del río Táchira esto se realizara mediante sistemas de información geográficos (SIG) software ArcGIS versión 10.1 el cual nos dará una idea más clara y correcta del área de estudio.
- **Fase IV Cálculo de las variables Morfométricas.** Al obtener una cartografía tanto temática como en 3D y una visión real de la zona procederíamos a el cálculo de los parámetros morfométricas que caracterizan la subcuenca del río Táchira.
- **Fase V Simulación hidrológica y modelo hidráulico.** Para el cálculo de los caudales máximos de la cuenca se empleó el método de regionalización de

caudales, La cual es una metodología muy utilizada en hidrología para explorar al máximo la información hidrológica existente y permitir la transferencia de dicha información, de un punto a otro sin información suficiente, dentro de un área con comportamiento hidrológico semejante.

El análisis hidráulico se realizó mediante modelación en el Software HEC-RAS (HydrologicEngineering Center – RiverAnalysisSystem) del cuerpo de ingenieros del ejército de Estados Unidos. Este software está diseñado para el modelamiento hidráulico de cauces de drenajes naturales y artificiales mediante la solución de la ecuación general de la energía obteniendo las láminas de agua y parámetros hidráulicos de las secciones que se introducen, y se complementó con el software de modelación Iber consta de un módulo hidrodinámico que permite la simulación bidimensional de cauces (y en consecuencia posibilita la definición de zonas inundables, la delimitación de vías de intenso desagüe o en general la zonificación del Dominio Público Hidráulico), un módulo de turbulencia y un módulo de transporte sólido por arrastre de fondo y en suspensión para la cuantificación de procesos de erosión y sedimentación

- **Fase VI Análisis e interpretación de resultados.** Ya obtenidos los parámetros morfométricos, el análisis hidrológico y la modelación hidráulica se procederá al análisis e interpretación de los resultados y por consiguiente a elaborar una base de datos compleja referente a la geohidrografía de la subcuenca del río Táchira.

Generalidades

Para la cuenca del río Táchira es de vital importancia la información existente y recopilada por las diferentes entidades en Colombia y Venezuela, así como plantear las recomendaciones para asegurar el aumento de la cantidad de datos con el correr de los años venideros sobre los diferentes parámetros hidrometeorológicos.

El aumento de la cantidad de información implica el establecer una evaluación severa sobre cuánta se necesita y con qué grado de exactitud (veracidad) con respecto a la realidad innegable existente. Es lógico conceptuar que en nuestro caso las mediciones resultan una prioridad, por ello presentamos las siguientes consideraciones.

Características de la Cuenca

La subcuenca de río Táchira se encuentra entre los territorios de Venezuela y Colombia. Nace en el Páramo del Tama, en la parte venezolana, reserva nacional para las dos naciones, a una altura de 3200 m.s.n.m. hasta una cota de 600 m.s.n.m. y desemboca en el río Pamplonita, a 5 km aguas abajo del puente internacional General Santander. Su recorrido es de sur a norte y conforma la línea fronteriza entre los dos países. El área vertiente hasta el Puente internacional Simón Bolívar es de 536 km² y de 727 km² hasta el Puente internacional General Santander.

Límites Geográficos

Limita por el norte con los municipios de Villa del Rosario en la República de Colombia, Bolívar, Lobatera, Libertad y Pedro María Ureña de la República Bolivariana de Venezuela; por el sur con el municipio de Toledo; por el oriente con el municipio de Junín, Capacho y Córdoba de la República Bolivariana de Venezuela y por el occidente con los municipios de Chinacota y Los Patios.

En la Tabla 1 se presenta la ubicación de la cuenca del río Táchira.

Tabla 1. Ubicación de la cuenca del río Táchira

Puntos Cardinales	X	Y
NORTE	1176782	1369055
ESTE	1182167	1310308
SUR	1182167	1310308
OESTE	1170322	1336218

Fuente: Grupo diagnóstico POMCH Río Pamplonita

Climatología

Diferentes factores ejercen su influencia sobre el clima de la parte alta y media de la subcuenca del río Táchira, entre ellos los factores globales, zonales y locales.

Los factores globales son aquellos cuyas condiciones a nivel continental y planetario, determinan de una u otra forma el clima de un área y que ejercen una influencia marcada sobre las características climáticas zonales y locales. Dentro de los factores globales podemos citar el calentamiento anómalo del agua oceánica frente a las costas occidentales sudamericanas, acompañadas

habitualmente de fuertes lluvias y sequías (fenómeno del Niño) y la convergencia de los vientos alisios de los dos hemisferios, en un área determinada del planeta (Zona de convergencia intertropical).

Dentro de los factores zonales encontramos aquellas condiciones que a nivel de la hoya Orográfica del lago de Maracaibo determinan las características climáticas de la zona fronteriza y que ejerce una influencia muy marcada sobre el clima de la subcuenca del río Táchira.

Los factores locales son aquellas condiciones que a nivel de la Subcuenca del río Táchira, determinan cualitativa y cuantitativamente, las características de la temperatura del aire, humedad, niebla y tormentas eléctricas. Estas condiciones son de carácter natural y antrópico. El carácter natural está dado entre otros elementos por la topografía del terreno que origina una gran variedad de geoformas y pendientes que inciden directamente en los componentes del clima; la vegetación, y la altura sobre el nivel del mar; las características antropogénicas están dadas por las actividades humanas.

La precipitación media anual repartida en la cuenca del río Táchira es aproximadamente de 1300 mm; encontrándose tres zonas bien definidas.

Zona de Baja Precipitación

Corresponde a la región con precipitaciones comprendidas entre los 900 y 1200 mm/año, localizada específicamente en las veredas La Uchema y Palogordo, del municipio de Villa del Rosario, con régimen de lluvias bimodal, con período lluvioso de Marzo a Junio y un segundo más lluvioso de Septiembre a Noviembre, seguido con un período seco de Julio a Agosto y un segundo de Diciembre a Febrero.

Zona de Precipitación Media

Recibe este nombre las áreas comprendidas con precipitaciones entre 1100 y 1400 mm/año. Están localizadas en la parte media de la subcuenca perteneciente a los municipios de Ragonvalia y Herrán; presenta un régimen de lluvias bimodal, con un período lluvioso de Abril a Junio, seguido de un período seco de Agosto a Septiembre; un segundo período lluvioso de Octubre a Noviembre, y un período seco de Diciembre a Febrero.

Zona de Precipitación Alta

Esta zona se caracteriza por tener una precipitación comprendida entre 1400 y 1500 mm/año, y mayores. Se encuentra localizada en la parte alta de la subcuenca, en el municipio de Herrán. La precipitación presenta un régimen monomodal, lo cual señala la influencia de la humedad proveniente de los llanos orientales; el período más lluvioso se presenta de Mayo a Octubre, y un periodo seco de Noviembre a Abril.

Información Hidrológica

Como ya se mencionó, la cuenca del río Táchira es de carácter binacional, razón por la cual se utilizaron datos de las estaciones colombianas y venezolanas de la cuenca. La información Colombiana fue suministrada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia (IDEAM) y la venezolana por el Sistema Nacional de Información Hidrológica y Meteorológica (SINAIHME), consultado de la página del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMEH).

La subcuenca del río Táchira cuenta con nueve estaciones pluviométricas, dos colombianas y siete venezolanas. Respecto a la información de caudales es escasa, ya que la red de monitoreo es débil, existen tan solo tres estaciones hidrométricas con información incompleta. (Ver Anexo)

En la Tabla 2 se muestran las estaciones hidrométricas y en la Tabla 3, las estaciones pluviométricas.

Tabla 2. Estaciones hidrométricas

ESTACION	La Hamaca	Puente alianza	Tama
DATOS DISPONIBLES	1971-1984	1971-1990	1994-2009
CODIGO	382	387	16017070
ALTITUD	720	1200	2500

ENTIDAD	SINAIHME	SINAIHME	IDEAM
---------	----------	----------	-------

Nota: los datos son para caudales máximos instantáneos.

Tabla 3. Estaciones pluviométricas

CODIGO	16015090	4050	4051	4024	4060	4063	16010010	4021	4012
ESTACION	Tama	Betania	Delicias	El recreo	Las Dantas	Las adjuntas	Villa del Rosario	San Antonio	Ureña
ALTITUD	2500	2210	1800	1035	890	560	431	404	350
DATOS DISPONIBLES	1989-2011	1978-1996	1964-1996	1963-2000	1975-1998	1967-2000	1987-2012	1963-1983	1981-2000
ENTIDAD	SINAIHME	SINAIHME	SINAIHME	SINAIHME	SINAIHME	SINAIHME	IDEAM	IDEAM	IDEAM

Nota: los datos disponibles son para precipitaciones máximas en 24 horas.



Figura 2. Estaciones hidrográficas y puntos de interés

3.3 LOCALIZACION GEOGRAFICA

Cúcuta

La ciudad de San José de Cúcuta, es la capital del Departamento de Norte de Santander y el Núcleo del Área Metropolitana de Cúcuta, que reúne además los municipios de El Zulia, Los Patios, San Cayetano y Villa del Rosario.

Ubicada a 72° 29´4” de longitud oeste y 7° 54´5” de Latitud Norte, geográficamente es una ciudad privilegiada por ser límite entre Colombia y Venezuela.

La extensión territorial es de 1.160 Km² ubicada a 320m sobre el nivel del mar, con temperatura promedio de 30°C.

Villa del rosario

Villa del Rosario está ubicado en la subregión oriental del departamento Norte de Santander (Colombia), siendo sus coordenadas geográficas: Longitud al oeste de Greenwich $72^{\circ} 28'$ Latitud Norte $7^{\circ} 50'$

Límites del municipio: Norte: República Bolivariana de Venezuela y Cúcuta Sur: Ragonvalia y Chinácota Oriente: República Bolivariana de Venezuela Occidente: Municipio de Los Patios

Extensión total: La superficie del Municipio es de 228, que representan el 1,053 % del total del Departamento. Km²



Figura 3. Mapa de Norte de Santander

Fuente: POT Cúcuta

3.4 LIMITES DEL MUNICIPIO DE CUCUTA

Los límites generales del Municipio: por el Norte con Tibú; por el Oriente con la República de Venezuela; por el Sur con Villa del Rosario y Bochalema y por Occidente con San Cayetano y Sardinata.

Los límites detallados del Municipio son: Desde la desembocadura del Río de la Grita, en El Zulia, hasta el nacimiento de la Quebrada de Don Pedro, por la curva conocida como fronteriza con Venezuela; Quebrada "Don Pedro" aguas abajo hasta la entrada del Río Pamplonita, ésta arriba hasta su confluencia con el Río Táchira; Río Táchira aguas arriba hasta la desembocadura del Caño, de "Los Padres", éste agua arriba hasta su encuentro con la Quebrada Boconó; Quebrada Boconó aguas arriba hasta su nacimiento; de aquí, por el filo del Cerro de las "Campanas", arriba hasta su encuentro con el camino nacional del Puente de "San Rafael" conduce a Villa del Rosario; de éste encuentro camino al occidente hasta el Río Pamplonita; este aguas arriba hasta la desembocadura de la Quebrada la "Regadera" éste aguas arriba hasta donde se encuentra la Cuchilla de "Buenavista", Cuchilla arriba hasta el filo del Cerro de "San Miguel" éste arriba hasta encontrar la parte más alta del Cerro del "Morretón" volviendo hacia el sur, por el filo de la hacienda de "El Balcón", hasta encontrar la parte más alta de "Altoviento", desde un punto frente al nacimiento de la Quebrada "Yequera", siguiendo por el norte hasta el filo de la cordillera que divide las aguas del Río Zulia y Pamplonita, hasta su parte más alta, de aquí hasta el nacimiento de la Quebrada de "La Palma", toda esta Quebrada, aguas abajo, hasta la desembocadura en la Quebrada de "San Isidro", está aguas abajo, con el nombre de "Tonchalá" hasta que se junta con la de guaduas y se forma la Quebrada del Urimaco o del Rodeo; éstas aguas abajo, hasta su desembocadura con el Río Zulia, éste aguas abajo hasta su confluencia con el río "Peralonso", éste aguas arriba hasta el punto llamado de "Los Compadres" donde terminan las cordilleras del "Jagual y Caldera" desde el puente sobre el Río Peralonso, en el camino que conduce de Salazar a Gramalote, pasando por el altoo peñón de "La Canal" a buscar el Morretón de la loma de las "Palmas"; de aquí en línea recta hasta el alto de "El Espartillo" de ésta, tomando la Cuchilla de " Santa Cruz" a buscar la Cuchilla de Cuenca; toda esta hasta el paso del camino de Sardinata sobre el Río "San Miguel", éste aguas abajo hasta su confluencia con el Sardinata de éste punto en línea recta a la desembocadura de la Quebrada "Pita" en el Río "Nuevo o Presidente", éste aguas arriba hasta el cerro Banderas abajo al nacimiento del Río Orú, este abajo hasta su confluencia con el Río Catatumbo; este aguas abajo hasta la línea fronteriza con Venezuela en el punto llamado "Tres Bocas" y de

éste, por la misma línea fronteriza, hasta la desembocadura en el Río La Grita, en el Zulia punto de partida (ver figura No. 2 con los límites antes mencionados).

La República de Colombia y la República Bolivariana de Venezuela comparten una extensa frontera de aproximadamente 2.219 km, desde el extremo norte del continente en el punto de Castilletes en la Guajira hasta la piedra del Cocuy en el río Orinoco, donde se puede resaltar tres zonas fronterizas sobresalientes.

- Zona norte

Comprendida del lado venezolano por el costado occidental del Lago de Maracaibo, Estado Zulia y por el lado colombiano por los departamentos de la Guajira y del César (parte norte y media). Aproximadamente 62.000 km².

Cruce de frontera: Paraguachón.

- Zona central

Cubre del lado colombiano el Departamento Norte de Santander, y del lado venezolano el Estado Táchira y parte del Estado Zulia, esto es el sur del Lago de Maracaibo.

Cruces de Frontera: Ninguno.

Territorio norte, conexión Maracaibo:

Puente Unión (Puerto Santander-Boca de Grita).

En proceso: Corredor vial La Fría-Guaramito-Agua Clara.

En el Área Metropolitana:

Puente Simón Bolívar (San Antonio-Villa del Rosario) - Puente Francisco de Paula Santander.

- Zona sur

Por su extensión puede considerarse como una sola o en dos componentes:

De los llanos: que abarca del lado colombiano el Departamento de Arauca y del venezolano el Estado Apure.

Cruce de Frontera: Ninguno

Puente Páez (El Amparo – Arauca)

De la Orinoquía: integrada por el costado colombiano por la parte oriental de los Departamentos de Vichada y Guainía y del venezolano, parte sur oriente del Estado Apure y occidental de los Estados Bolívar (Cuña), y Amazonas.



**Figura 4. Figura área metropolitana binacional (Colombo – Venezolana).
Cúcuta y Villa del Rosario**

Fuente: Proeza (2011).

La frontera colombo- venezolana comparte once cuencas en espacios geográficos diferenciados. Para efectos de esta investigación, la cuenca que se estudiará es considerada la más activa de Latinoamérica, con más de un millón de habitantes, un gran intercambio económico, excelentes relaciones entre las autoridades civiles y militares, así como de los habitantes en general que conviven pacíficamente y en gran armonía, y ansían día a día el tener una mayor integración.

El río Táchiradurante todo el trayecto desde su nacimiento hasta su desembocadura sirve de frontera natural entre ambos países y le dio el nombre al mencionado estado venezolano, el cual atraviesa a través de dos puentes: el General Simón Bolívar (La Parada de Villa del Rosario – San Antonio) y el General Francisco de Paula Santander (El Escobal de Cúcuta – Ureña), a través de los cuales existe una gran circulación de vehículos de tipo turístico y de comercio exterior.

Se presenta en ésta una unión, integrada por los Municipios venezolanos: Pedro María Ureña (Ureña, Aguas Calientes, Tienditas) y Bolívar-San Antonio (con Peracal, Palotal, etc.), y por los colombianos: Cúcuta, Villa del Rosario y Los Patios, que conforman de hecho una real Área Metropolitana Binacional. (Ver figura)

Esta área es considerada el punto fronterizo más dinámico de Latinoamérica, como lo es la conexión entre Táchira y Norte de Santander, donde se ha formado un gran Sistema Metropolitano Binacional, bipolar con Cúcuta y San Cristóbal, ciudades colombiana y venezolana respectivamente, con las mismas características de rango, jerarquía y otros elementos comunes y con varios núcleos poblados entre las dos y alrededor de ellas. Presentan un gran movimiento y un funcionamiento compartido. Hasta ahora han sido vistos y tratados de manera unilateral, como dos sistemas o subsistemas de ciudades venezolano y colombiano.

El presente trabajo, aborda la caracterización geohidrograficas de la subcuenca del ríoTáchira, mediante el estudio de parámetros morfométricos que ayuden a comprender la respuesta hidrológica, en cuanto a crecidas de este sistema fluvial.

Una de las herramientas más importantes aplicadas para el estudio de las variables geohidrograficas de una cuenca lo constituye el análisis morfométrico, desde que los científicos norteamericanos Horton y Strahler desarrollaran la descripción cuantitativa de las cuencas y de redes de drenajes frecuente conseguir el uso de esta metodología en estudios hidrológicos, geomorfológicos, de análisis ambiental y de ecología fluvial, entre otros; ya que ella establece un conjunto de parámetros a través de los cuales se puede comprender la dinámica fluvial de una cuenca. Sobre la base de lo señalado anteriormente, en este trabajo la metodología se apoya en la mediciones, cálculos y representación gráfica de parámetros morfométrico y topográficos (modelación) de la subcuenca del ríoTáchira.

Geología

La investigación sobre el río Táchira, de la geología y geomorfología de su valle binacional ubicado entre la vertiente oriental de la cordillera oriental de los Andes colombianos y la sierra de Mérida de los Andes venezolanos, para lo cual se recurrió a diversas investigaciones de INGEOMINAS y a estudios de INVÍAS y documentos en organismos venezolanos.

El valle del río Táchira lo conforman depósitos sedimentarios terciarios como limotitas, areniscas, arcillositas, así como terreno no cohesivo de terrazas y aluviones del cuaternario. En el valle del río Táchira se presenta una serie de pliegues asimétricos de rumbo norte a noreste afectados por fallas de cabalgamiento de bajo ángulo y rumbo noreste y fallas transversales de rumbo sureste-noroeste de la cordillera oriental al oeste en su parte alta y en el suroeste de Cúcuta se encuentran rocas ígneas y metamórficas, integrado por granitos, gneises, magnetitos y esquistos muy plegados y deformados. En el occidente del estado Táchira se presenta un basamento de características litológicas similares a lo largo de la cuenca limítrofe entre los dos países. En la cuenca del río Táchira al noreste de Pamplona y al suroeste de San Cristóbal se halla una serie de rocas cretácicas marinas formadas por conglomerados, areniscas, calizas, lutitas y arcillas pizarrosas que pertenecen a las formaciones Uribante, Cogollo, La Luna, Colon, Mito Juan y Catatumbo que aportan sedimentos a los depósitos recientes del río.

En términos generales, los diferentes tipos de rocas que afloran dentro de las cuencas están muy fracturados y fallados, como consecuencia del fuerte tectónismo a que han sido sometidas durante las diferentes orogenias ocurridas en la Cordillera Oriental, tanto en el Paleozoico como en el Terciario.

Como resultado de esta tectónica compresiva se desarrollaron los pliegues principales, con ejes en dirección aproximada NS a NE – SW. Los ejes de los pliegues no pueden seguirse regionalmente, sino que están interrumpidos y cortados por fallas en varias direcciones. Los pliegues se encuentran desarrollados principalmente sobre las rocas sedimentarias Cretáceas y Terciarias que afloran en las tres cuencas. Una característica de los anticlinales y sinclinales son sus ejes aproximadamente paralelos, relativamente cortos y muy estrechos, presentándose inversiones ocasionadas por fallas inversas de cabalgamiento, como ocurre en el Anticlinal Tasajero al Norte de Cúcuta. Como evidencia del fuerte tectónismo que afectó las formaciones geológicas presentes en el área, en especial las sedimentarias se refleja en el intenso grado de fracturamiento, las tendencias a formar escarpes, valles estrechos, interrupción de la estratificación, volcamiento de estratos y cambios en la expresión morfológica del terreno.

Usos del suelo. En la parte alta de la subcuenca, el uso del suelo es eminentemente agropecuario, con alta deforestación y por ende altas tasas de erosión, lo que origina grandes volúmenes de sedimentos hacia el río. Aunado a los problemas ambientales que genera el uso agropecuario, se encuentra la

descarga de aguas residuales domésticas provenientes de todos los cascos urbanos de los municipios mencionados. Sin embargo, debido al alta pendiente que presenta el río en este sector, ayuda parcialmente a su autodepuración.

En el sector comprendido entre San Antonio (Venezuela) y la confluencia con el Río Pamplonita, la geomorfología del río varia de condiciones de alta pendiente a un amplio valle aluvial, el uso del suelo cambia radicalmente debido a la existencia de núcleos urbanos como Ureña y San Antonio (Venezuela), Villa del Rosario y San José de Cúcuta (Colombia). Estas poblaciones arrojan las aguas residuales domésticas e industriales sin tratamiento al Río Táchira. Así mismo sobre el área rural binacional, en el valle aluvial, el suelo es fuertemente intervenido con cultivos densos y limpios (Caña de Azúcar, Pasto de Corte, Frutales, Hortalizas, etc.). Allí se genera un conflicto debido al uso irracional del agua, ya que el río sufre fuertes sequías que hacen descender drásticamente e incluso solo fluyen las aguas residuales.

Invasión de la ronda del río. Según el POT esta situación se presenta en la Comuna 4, desde la urbanización Santillana en construcción hasta la Urbanización Nuevo Escobal. Allí se encuentran además el Viejo Escobal y la Isla de la Fantasía, este último asentamiento ha sido severamente afectado por las inundaciones del Río e incluso recientemente fue devastado por una crecida, pero los habitantes de la misma no ha sido posible que se retiren del lugar. Debido a la invasión de la ronda del ríolos puntos de estudios críticos por inundación escogidos debido a que han sido afectados por inundación serán la parada (villa del rosario) y el Escobal (Cúcuta).

Geomorfología

El río Táchira nace en el Páramo del Tama al sur de Área Metropolitana Binacional (AMB), al suroeste de San Cristóbal, corre con la dirección norte, marcando la frontera colombo – venezolana, hasta cercanías de San Faustino al noroeste de Cúcuta, donde entrega sus aguas al río Pamplonita y continua hasta el río Zulia.

En el AMB y su río Táchira se aprecian unidades geomorfológicas. El valle aluvial formado por terrazas aluviales y aluviones, y la zona de relieve se presentan en el occidente de Venezuela y en el Oriente del Norte de Santander. El cauce está constituido por una serie de estratos lenticulares de grava y bloques sobre redondeados a redondeados de granito, arenisca y en menor proporción gneis y caliza, en una matriz arenosa de granos redondeados de composición litológica antes mencionada.

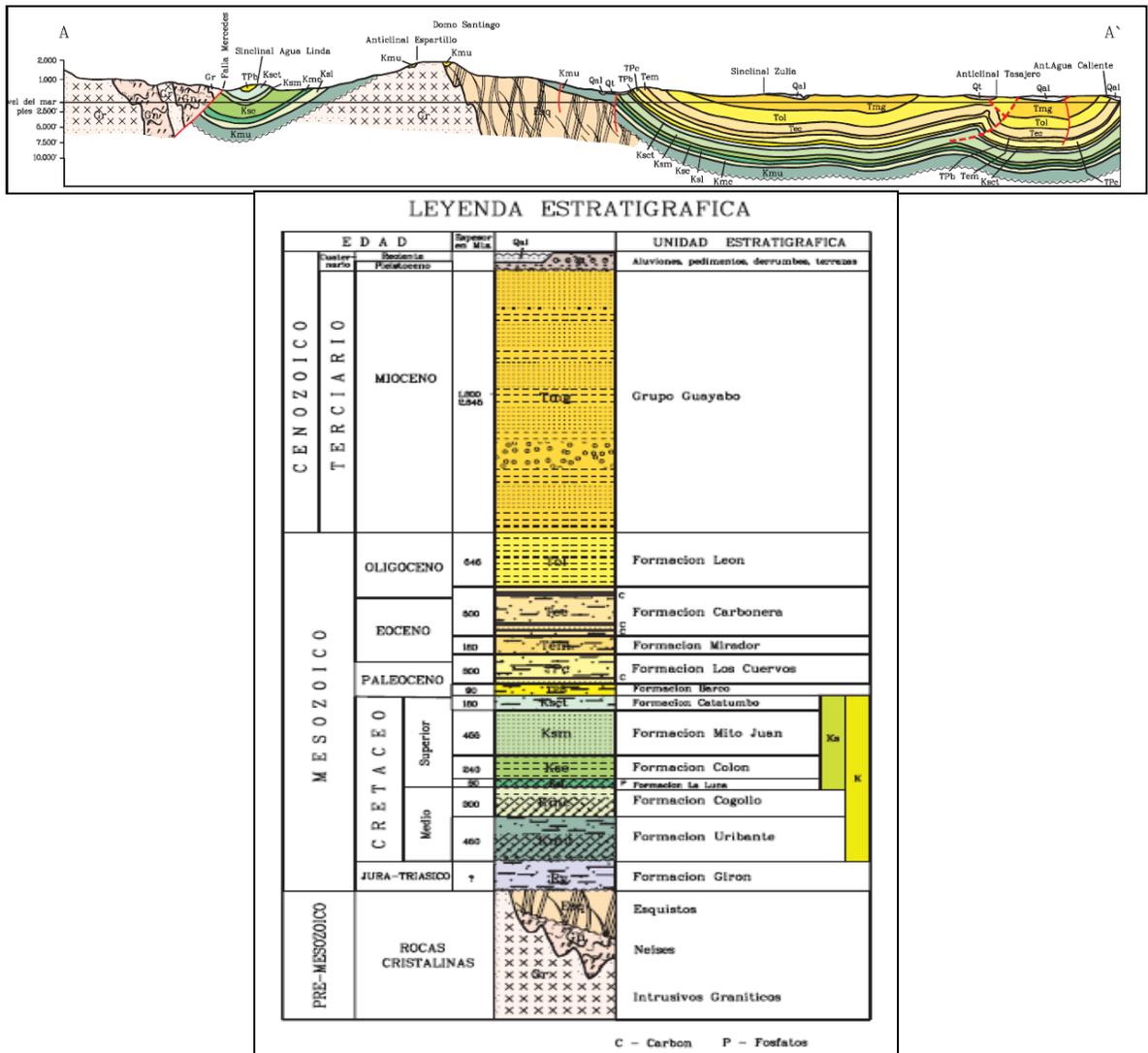


Figura 5. Perfil Geológico de la zona

Fuente INGEOMINAS. Geología del cuadrángulo G-13 CUCUTA

Modelo de Simulación Empleado

Para el análisis y simulación de las crecidas se analizan los perfiles hidráulicos del cauce para periodos de retorno de 25, 50, y 100 años; se utilizará software de aplicación específica del HydrologicEngineering Center - U.S. Army Corps of Engineers, Hec-Ras (HydraulicEngineering Center – RiverAnalysisSystem) versión 4.1 de junio de 2010.

Filosofía del Modelo

Hec - Ras es un sistema integrado diseñado para un uso interactivo en un ambiente multitarea y multiusuario. El sistema comprende una interfase gráfica, componentes hidráulicos separados, capacidad de manejo, almacenamiento de datos y facilidades de reportes.

El sistema está compuesto actualmente por dos componentes de análisis hidráulico unidimensional: Cálculo de Perfiles Superficiales en Flujo Permanente y Simulación de Flujo No Permanente, pero en el futuro está previsto incorporarle un tercer componente de cálculo de transporte de sedimentos con límites variables. Todos los componentes utilizan una representación geométrica común y comparten las mismas rutinas de cálculo. Adicionalmente, el sistema contiene varias rutinas de diseño hidráulico, que pueden ser utilizadas una vez calculado el perfil superficial del agua.

Capacidades del Modelo

Hec - Ras ha sido diseñado para realizar cálculos hidráulicos unidimensionales en sistemas completos de canales naturales o artificiales. Sus principales características son las siguientes:

Perfiles superficiales en régimen permanente: Este componente permite calcular los perfiles superficiales del agua en flujo permanente gradualmente variado. Puede manejar sistemas completos de ríos o canales, dendríticos o de un solo cauce. Las pérdidas de energía se evalúan mediante la ecuación de Manning y coeficientes de contracción y expansión. La ecuación de conservación de cantidad de movimiento o "Momentum" se utiliza en condiciones de flujo rápidamente variado. Esto contempla cálculos de régimen mixto (resaltos), hidráulica de puentes y confluencias de ríos, entre otros. Los efectos de estructuras como puentes, alcantarillas, vertederos y obstáculos diversos se toman en cuenta en los cálculos. Ha sido diseñado para ser aplicado en estudios de planicies inundables y tiene la capacidad de incorporar los efectos de diques marginales o limpieza y mejoramiento de cauces. También incorpora la posibilidad de evaluar el comportamiento del fondo del río en cuanto a la socavación local o general, así como la capacidad de transporte de sedimentos del tramo considerado.

Simulaciones de flujos no-permanentes: Este componente de HEC-RAS es capaz de simular flujos no permanentes unidimensionales a través de una red completa de canales. Ha sido desarrollado inicialmente para flujos sub-críticos. Los cálculos hidráulicos desarrollados en régimen permanente para cauces, puentes,

alcantarillas y otras estructuras hidráulicas, están incorporados en el componente no-permanente. Adicionalmente este componente tiene la capacidad de modelar áreas de almacenamiento temporal, esclusas de navegación, vertederos con compuertas, estaciones de bombeo y ruptura de diques.

Información Topográfica

El estudio hidráulico del río Táchira se realizó en un tramo de dos kilómetros, tomando como centro al Puente Internacional Simón Bolívar, y utilizando como información topográfica un perfil longitudinal por el eje principal del río realizado por la compañía de ingeniería para estudios y proyectos en agua y ambiente, CIMA S.A., la cual consta de 63 secciones transversales. Además de esta topografía, en este estudio se realizó un levantamiento topográfico con estación total GPT3200W y GPS garmín Mpa60CSX para ubicación, bajo la proyección del puente con 7 secciones transversales con espaciamiento de 25 a 30 metros en una longitud aproximada de 200 metros.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS DEL DIAGNÓSTICO

Análisis de las variables fisio-hidrologicas de la subcuenca de la subcuenca del río Táchira.

Las características morfológicas de un sistema hidrográfico pueden representarse de manera cuantitativa, a través de parámetros tanto de la forma y relieve de la cuenca; como de la configuración de la red fluvial.

La configuración para la subcuenca del río Táchira, considerada en el presente estudio está relacionada con las propiedades de superficie de relieve (topografía), como de superficie (geométricas) y de la red fluvial (fluviales).

4.1 VARIABLES TOPOGRÁFICAS

La pendiente, como expresión topográfica del relieve, representa el grado de inclinación del terreno. Para la subcuenca del río Táchira, este parámetro se analizó a partir del cálculo de la pendiente media y los rangos de pendiente; este último como manifestación espacial de los diferentes declives presentes en el área de estudio.

4.2 VARIABLES GEOMETRICAS

Los índices que se aplican para determinar la forma de la cuenca tienen como objetivo parametrizar la misma y a partir de las figuras geométricas resultantes compararlas con patrones pre- establecidos que se orientan específicamente a determinar el riesgo de inundación que tiene la misma. Por lo que los valores correspondientes a la morfometría de la cuenca constituyen una aproximación numérica sobre el comportamiento del caudal.

4.3 INIDICE DE COMPACIDAD

Se define como la relación entre el perímetro de la cuenca y la circunferencia cuyo círculo tiene un área igual a la de la cuenca. Pudiendo alcanzar valores próximos a 3 en cuencas muy alargadas.

Este índice se calcula con la siguiente fórmula:

$$Kc = (0,28)PA^{-1/2}$$

Dónde:

Kc = índice de compacidad

P= Perímetro (Km)

A= Área de la cuenca (Km²)

4.4 CLASIFICACION DEL COEFICIENTE DE COMPACIDAD (Kc)

En las siguientes tablas se presentan los rangos del índice de compacidad y la forma que dicho índice representa junto con los resultados obtenidos para los dos puntos en estudio.

Tabla 4. Rangos del índice de compacidad

Clase	Rango	Forma
Kc1	1,00 -1,25	Redonda a oval Redonda
Kc2	1,25 -1,50	Oval redonda a Ovaloblonga(Más largo que ancho)
Kc3	>1,50	Oval oblonga a rectangular oblonga

Tabla 5. Resultados del índice de compacidad

CUENCA	AREA (Km ²)	PERIMETRO (Km)	Ic
PTE. INT. SIMON BOLIVAR	502.00	148.62	1.86
PTE. FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	706.28	185.54	1.95

4.5 VARIABLES FLUVIALES

4.5.1 Orden de los cauces. Existen diferentes métodos para la determinación del orden de los cauces. En el presente trabajo se usó el procedimiento seguido por HORTON (1974) por ser el más difundido y sencillo de aplicar. Mientras mayor sea el orden de la cuenca mayor será su grado de suelo fluvial.

Según este procedimiento un río de primer orden es un tributario pequeño sin ramificaciones, un río de segundo orden es el que tiene únicamente de primer orden, un río de tercer orden es el que tiene ramificaciones de primero y segundo orden.

El orden de una cuenca hidrográfica está dado por el orden del cauce principal.

Orden global = 5

4.5.2 Relación de bifurcación. Relaciona el número de cauces de un orden dado con el número de cauces inmediatamente superior. La relación de bifurcación, determina la mayor o menor rapidez de las ondas de crecida. Por lo general los índices bajos suelen relacionarse con redes altamente ramificadas, que al momento de ocurrir fuertes precipitaciones generan ondas de crecidas rápidas, se calcula con la fórmula siguiente:

$$R_b = f_u / f_{(u+1)}$$

Dónde:

R_b = relación de bifurcación

F_u = frecuencia de los cauces de un orden considerado

$F_{(u+1)}$ = frecuencia de los cauces de orden inmediato superior al interior.

Tabla 6. Orden de los cauces

Orden de los cauces	Frecuencia	Relación de bifurcación
1	252	1.95

Orden de los cauces	Frecuencia	Relación de bifurcación
2	129	3.49
3	37	0.45
4	82	5.47
5	15	-
	Promedio =	2.84

Caudales Máximos por el Método de Regionalización

Cuando se cuenta con varias estaciones hidrométricas con datos de caudales máximos instantáneos anuales históricos en una región de cierta magnitud e hidrológicamente homogénea, se puede aplicar el método del análisis regional de frecuencias de esta variable hidrológica. Para ello, se sigue la siguiente metodología:

- Definición y caracterización la zona a regionalizar, describiendo geomorfología.
- Análisis de la calidad de los datos hidrológicos para dar confiabilidad a los resultados de la regionalización.
- Selección de las variables usadas para estimar el valor de la variable a ser regionalizada, las cuales pueden ser hidrológicas o físicas. Entre las principales variables físicas se encuentran: Área de drenaje, desnivel del río principal, longitud del río principal, pendiente del río principal y pendiente media de la cuenca, entre otros. Entre las principales variables hidrológicas se encuentran la precipitación media, los caudales mínimos, medios y máximos, entre otros.
- Determinación de los caudales para diferentes periodos de retorno, en las estaciones de análisis, por medio de una distribución específica. Las distribuciones más usadas son Distribución de probabilidad Log – Normal 3, Distribución Gumbel y distribución normal. A la distribución de probabilidad adoptada, se le debe aplicar la prueba de bondad de ajuste, que permita evaluar si la distribución probabilística elegida es adecuada para la información analizada.

- Obtención de la curva de regionalización.

Con las series de caudales máximos instantáneos se ajustan los datos de cada estación a la distribución de frecuencias Gumbel y Normal, determinando los parámetros de cada distribución mediante el método de momentos. A cada ajuste se le realiza también la prueba de bondad del ajuste del Test de Smirnov – Kolmogorov empleando como probabilidad empírica la obtenida por la fórmula de Weibull y un nivel de confianza del 95 %. Como se observa en el Anexo XX, todas las distribuciones se ajustan bien a los registros máximos de cada estación, seleccionando entonces aquella distribución que arroja los mayores valores de caudal, los cuales se presentan en la siguientes Tablas.

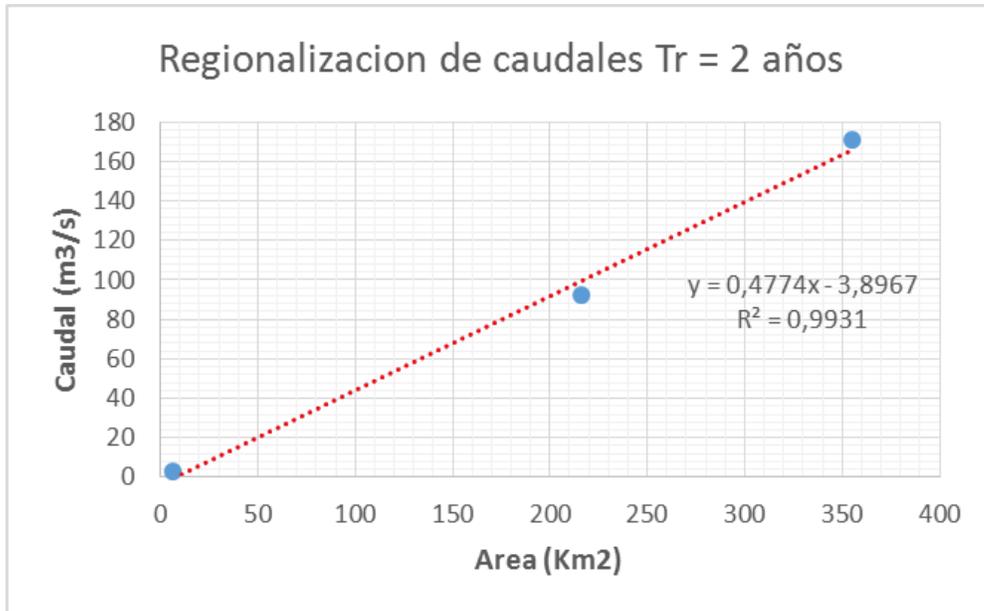
Tabla 7. Caudales Máximos para Diferentes Períodos de Retorno.

	DISTRIBUCIÓN NORMAL			DISTRIBUCIÓN VALORES EXTREMOS		
ESTACIÓN:	OROCUE TAMA	PUENTE ALIANZA	LA HAMACA	OROCUE TAMA	PUENTE ALIANZA	LA HAMACA
Período de Retorno (Años)	CAUDAL (m3/s)			CAUDAL (m3/s)		
2	2.814	94.77	186.732	2.611	91.598	170.744
2.33	3.035	98.209	204.067	2.816	94.791	186.838
5	3.856	111.018	268.631	3.705	108.662	256.75
10	4.402	119.519	311.483	4.43	119.96	313.706
25	4.983	128.582	357.165	5.346	134.236	385.66
50	5.358	134.435	386.667	6.025	144.826	439.04
100	5.696	139.699	413.198	6.699	155.338	492.026

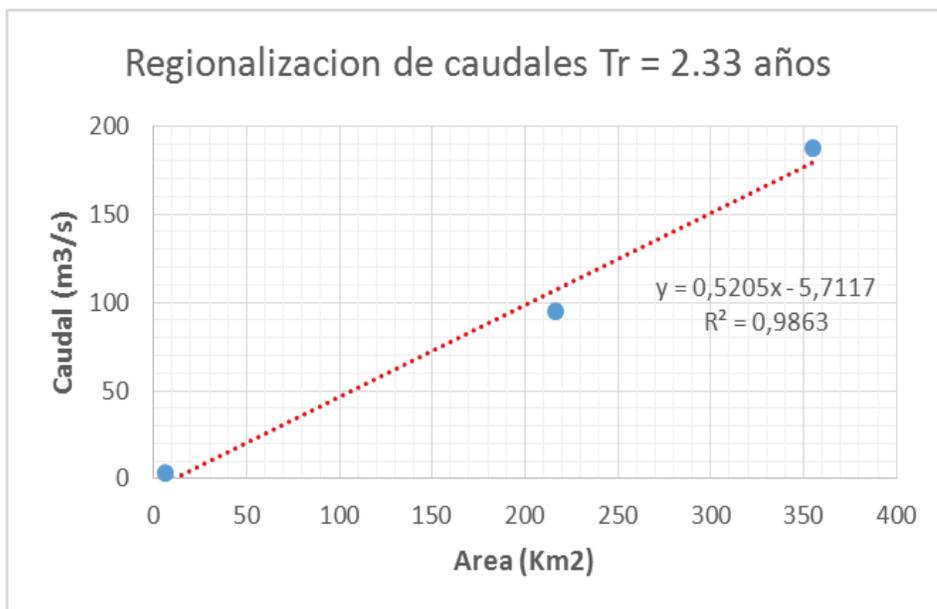
Tabla 8. Caudales Máximos para cada estación analizada

ESTACION	AREA (Km2)	CAUDAL,Q (m3/s)						
		Tr = 2 años	Tr = 2.33 años	Tr = 5 años	Tr = 10 años	Tr = 25 años	Tr = 50 años	Tr = 100 años
EL TAMA	6.935	2.611	2.816	3.705	4.430	5.346	6.025	6.699
PUENTE ALIANZA	216.840	91.598	94.791	108.662	119.960	134.236	144.826	155.338
LA HAMACA	355.681	170.744	186.838	256.757	313.706	385.660	439.040	492.026

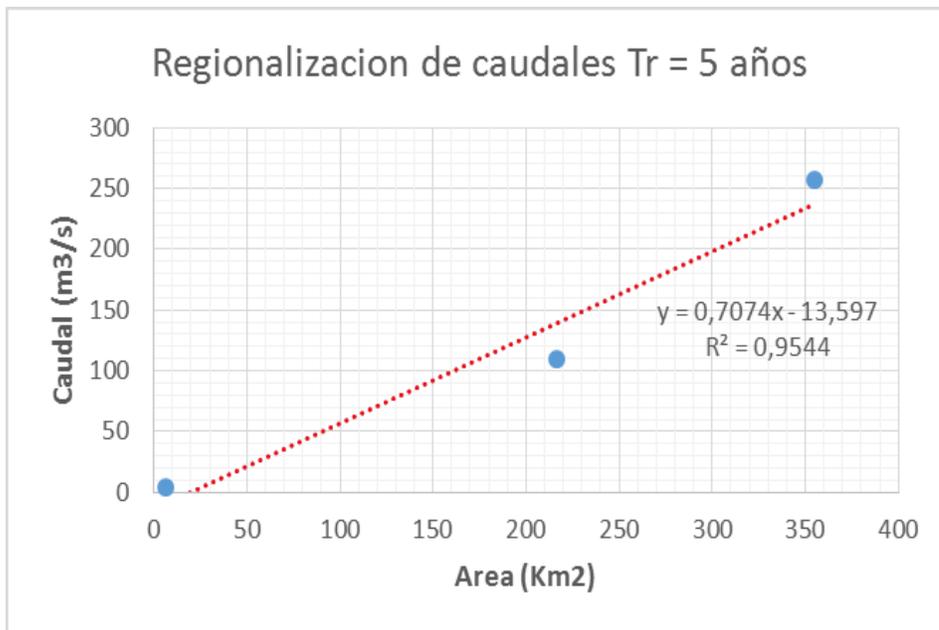
4.6 REGIONALIZACION



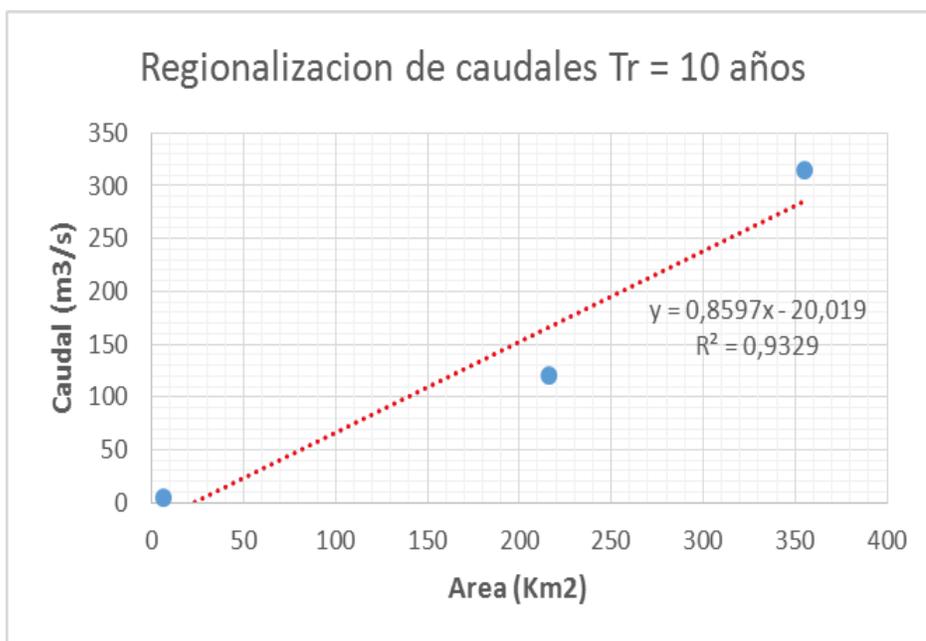
Gráfica 1.Regionalización Tr = 2 años



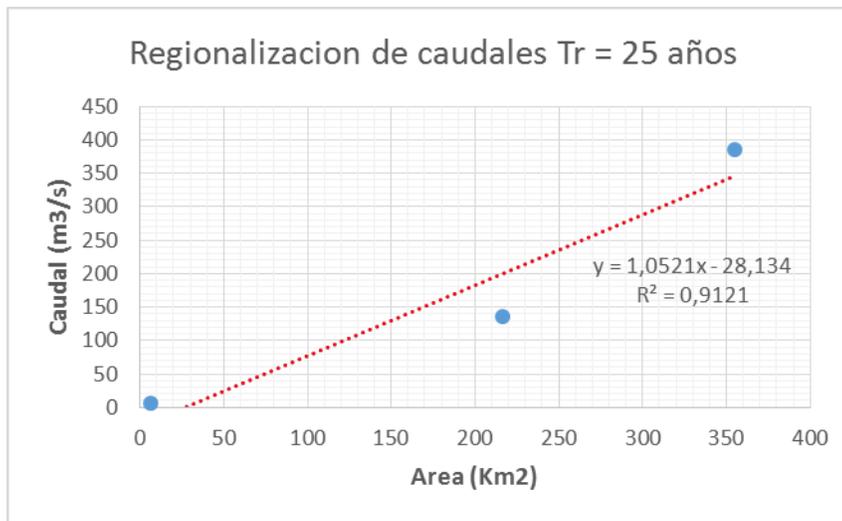
Gráfica 2. Regionalización Tr = 2.33 años



Gráfica 3.Regionalización Tr = 5 años



Gráfica 4.Regionalización Tr = 10 años



Gráfica 5. Regionalización Tr = 25 años

Tabla 9. Caudales para diferentes periodos de retorno acorde al Método de regionalización.

Tr (Años)	Ecuación	R ²	Puente Int. Simón Bolívar	Puente Francisco de Paula Santander
2	$y = 0.4774x - 3.8967$	0.9931	235.753	333.281
2.33	$y = 0.5205x - 5.7117$	0.9863	255.574	361.906
5	$y = 0.7074x - 13.597$	0.9544	341.511	486.024
10	$y = 0.8597x - 20.019$	0.9329	411.542	587.169
25	$y = 1.0521x - 28.134$	0.9121	500.010	714.942
50	$y = 1.1948x - 34.154$	0.9002	565.624	809.708
100	$y = 1.3365x - 40.129$	0.8905	630.781	903.812

x (Área en Km²)

y (Caudal en m³/s)

Un aspecto importante a tener en cuenta al momento de definir lineamientos para la prevención de desastres por inundación es analizar la normativa existente respecto al tema, en Colombia la responsabilidad de su delimitación es de las Corporaciones Autónomas Regionales, los Grandes Centros Urbanos y los Establecimientos Públicos Ambientales, (según se establece en el artículo 206 de la Ley 1450 de 2011, Plan de Nacional de Desarrollo 2010 -2014), así como el ordenamiento ambiental de las mismas.

Consiste en definir a partir de las cotas de inundación para periodos de retorno de 2.33 y 100 años la extensión que alcanzara el agua en estos eventos. El primero corresponde al nivel del agua del caudal promedio del periodo de retorno de 2,33 años y el segundo a los niveles de aguas máximas, que en Colombia generalmente están asociados a la presencia de la fase fría del ENSO conocido como fenómeno de la niña y sus efectos son importante sobre el clima y la hidrología sobre casi todo el territorio nacional.

Por consiguiente se simulara los dos puntos de interés para los periodos de retorno de 2.33 y 100 años

Selección del Coeficiente de Rugosidad

La determinación del coeficiente de rugosidad de Manninges un paso fundamental en el análisis hidráulico, pues a partir de su estimación se determinan las propiedades hidráulicas en la sección de los puntos de estudio.

Dentro de la rugosidad de un río, además de la rugosidad superficial de los granos del material que conforman el perímetro mojado, influyen también los siguientes factores:

- La vegetación, caracterizada por su altura, densidad y distribución: es como una clase de rugosidad superficial que puede reducir la capacidad de la corriente y retardar el flujo.
- Irregularidades del canal: las irregularidades en el perímetro mojado y las variaciones en la sección transversal introducen irregularidades adicionales al flujo.

- Alineamiento del canal: curvas suaves con radios grandes disminuyen el valor de “n”, mientras que meandros y curvas bruscas incrementan este valor.
- Sedimentación y socavación: en general, la sedimentación disminuye el valor de n , mientras que la socavación lo incrementa.
- Obstrucciones de piedras, troncos o puentes: las obstrucciones tienden a aumentar el valor de n en función del tamaño, la forma, el número y la distribución de las obstrucciones.
- Nivel y caudal: en la mayor parte de las corrientes, el valor de n disminuye con el incremento de los niveles y los caudales.
- Cambio estacional: en ciertas épocas del año existe un incremento de la vegetación, con el consecuente incremento de la rugosidad.
- Material en suspensión y carga del lecho: el material en suspensión y la carga del lecho consumen energía, originando una pérdida de altura y, por lo tanto, un aumento en la rugosidad.

La metodología recomendada para el cálculo de n es el método de Cowan modificado en (Chow 1994), en el que se establece el coeficiente de rugosidad a partir de las características del cauce:

$$n_0 = (n_1 + n_2 + n_3 + n_4) * n_5$$

En la cual n_0 corresponde a la rugosidad del material del cauce y los restantes factores que afectan el coeficiente de rugosidad n son: irregularidades en la superficie n_1 ; cambios de forma y tamaño de la sección n_2 ; obstrucciones n_3 ; vegetación y condiciones de flujo n_4 y estructura de los meandros n_5 . El aporte de cada factor en el coeficiente de rugosidad total se establece a partir de las condiciones particulares, como se muestra en la Tabla 7.

Tabla 10. Valores para el cálculo de la rugosidad mediante el método de Cowan.

CONDICIONES DEL CANAL		VALORES	
Material involucrado	Tierra	n_0	0.020
	Corte en roca		0.025
	Grava fina		0.024
	Grava gruesa		0.028
Grado de irregularidad	Suave	n_1	0.000
	Menor		0.005
	Moderado		0.010
	Severo		0.020
Variaciones de la sección transversal	Gradual	n_2	0.000
	Ocasionalmente alternante		0.005
	Frecuentemente alternante		0.010-0.015
Efecto relativo de las obstrucciones	Insignificante	n_3	0.000
	Menor		0.010-0.015
	Apreciable		0.020-0.030
	Severo		0.040-0.060
Vegetación	Baja	n_4	0.005-0.010
	Media		0.010-0.025
	Alta		0.025-0.050
	Muy Alta		0.050-0.100
Grado de los efectos por meandros	Menor	n_5	1.00
	Apreciable		1.15
	Severo		1.30

Fuente: Ven te Chow (1994)

Los valores de rugosidad del cauce (n_0) en función del tamaño del diámetro característico, se pueden obtener también, entre otras, a partir de las siguientes expresiones (Tomadas del Manual de Drenaje del Invias):

- Ecuación de Garde y Raju en 1978 y Subramanya en 1982:

$$n = 0.047 D_{50}^{1/6}$$

Donde D_{50} es el diámetro para el cual pasa el 50% de las partículas, en metros (m).

- Ecuación de Strickler en 1923:

$$n = 0.0417 D_{50}^{1/6}$$

Donde D_{50} es el diámetro para el cual pasa el 50% de las partículas, en metros (m).

- Ecuación de Meyer - Peter y Müller en 1948:

$$n = 0.038 D_{90}^{1/6}$$

Donde D90 es el diámetro para el cual pasa el 90% de las partículas, en metros (m).

- Ecuación de Bray en 1979:

$$n = 0.0495 D_{50}^{0.16}$$

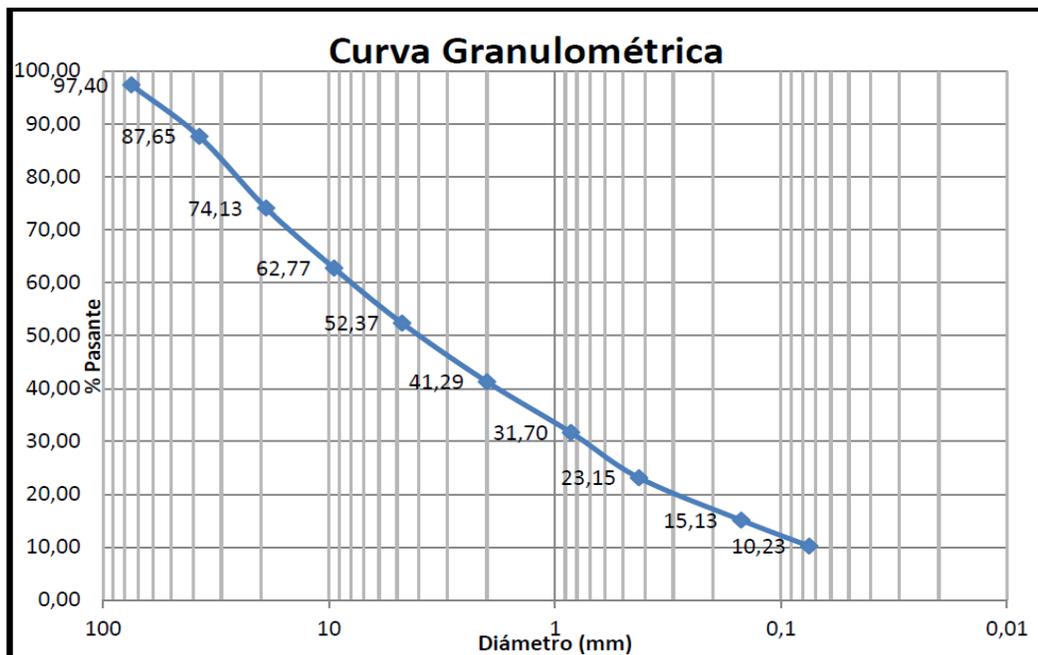
Donde D50 es el diámetro para el cual pasa el 50% de las partículas, en metros (m).

- Ecuación de Lane y Carlson en 1953:

$$n = 0.0473 D_{75}^{1/6}$$

Donde D75 es el diámetro para el cual pasa el 75% de las partículas, en metros (m).

En la Gráfica 6 se presenta la curva granulométrica característica del material dentro del cauce.



Gráfica 6. Curva granulométrica

Usando la información de la figura anterior se obtuvieron los coeficientes de rugosidad presentados en la siguiente tabla:

Tabla 11. Valores de n para el material

			Autor	n
D ₉₀	42	m m	Ecuación de Garde y Raju en 1978 y Subramanya en 1982:	0.019
D ₇₅	22	m m	Ecuación de Strickler en 1976:	0.017
D ₈₄	32	m m	Ecuación de Meyer - Peter y Müller en 1948:	0.022
D ₅₀	4	m m	Ecuación de Bray en 1979:	0.020
D ₁₆	0.1 4	m m	Ecuación de Lane y Carlson en 1953:	0.026
			n ₀ (Seleccionado)	0.026

Para seleccionar los parámetros del método de Cowan del tramo en estudio, se consideró la longitud, la envergadura y sus condiciones geomorfológicas a lo largo de todo su cauce, obteniéndose la siguiente tabla:

Tabla 12. Coeficiente de rugosidad Manning.

Factor	Margen izquierdo	Cauce central	Margen derecho
n ₀	0.026	0.026	0.026
n ₁	0.010	0.010	0.010
n ₂	0.010	0.010	0.010

Factor	Margen izquierdo	Cauce central	Margen derecho
n ₃	0.005	0.005	0.005
n ₄	0.010	0.005	0.010
m ₅	1	1	1

n	0.061	0.056	0.061
---	-------	-------	-------

4.7 ESTUDIO HIDRAULICO.

Para el diseño hidráulico se contempló la simulación de las avenidas en un modelo unidimensional (HEC RAS) y bidimensional (IBER), para hacer una pequeña comparación y validación de los resultados.

4.7.1 PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO MODELO UNIDIMENSIONAL

El análisis hidráulico se realizó mediante modelación en el Software HEC-RAS (Hydrologic Engineering Center - River Analysis System) del cuerpo de ingenieros del ejército de Estados Unidos.

Este software está diseñado para el modelamiento hidráulico de cauces de drenaje naturales y artificiales mediante la solución de la ecuación general de la energía obteniendo las láminas de agua y parámetros hidráulicos de las secciones que se introducen mediante el siguiente procedimiento:

Entre una sección y otra, se resuelve la ecuación de la energía (Bernoulli) para obtener las alturas de escurrimiento

$$Y_2 + Z_2 + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} = Y_1 + Z_1 + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} + h_e$$

Dónde:

$Y_1, Y_2 =$ Altura de agua en las secciones transversales 1 y 2

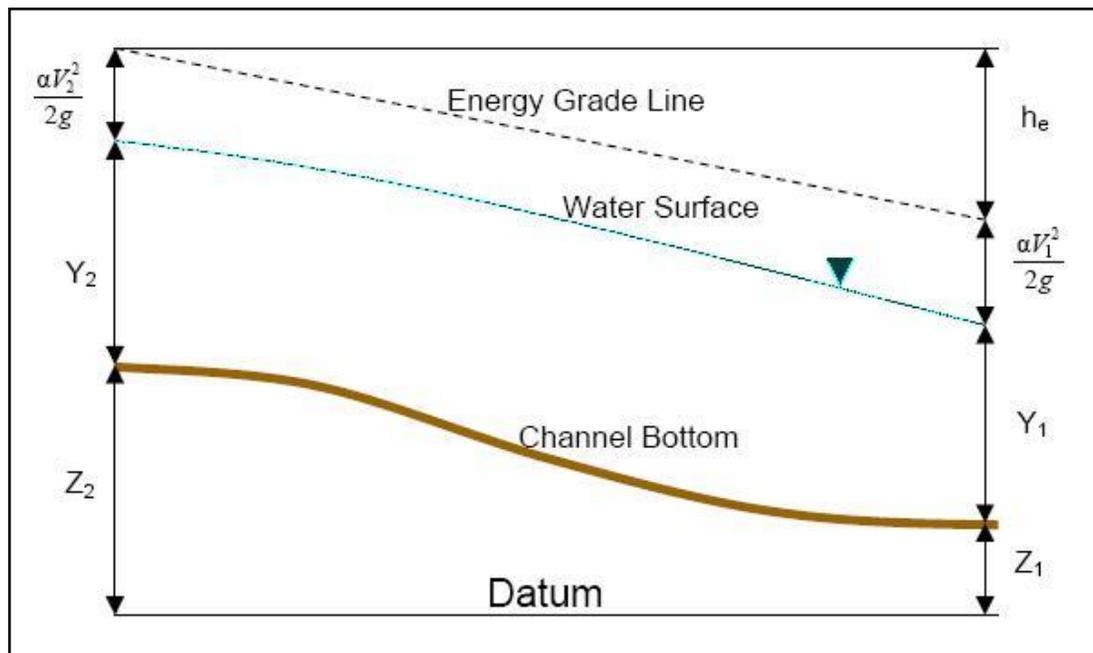
$Z_1, Z_2 =$ Cota de terreno las secciones transversales 1 y 2

$V_1, V_2 =$ velocidades promedio de la sección

$\alpha_1, \alpha_2 =$ coeficientes de ajuste de velocidades

$g =$ aceleración de la gravedad

$h_e =$ pérdida de carga



Gráfica 7. Perfiles de Flujo para el Modelo Hec Ras

La pérdida de carga (h_e) es considerada como la suma de la pérdida friccional entre dos secciones y la diferencia entre cargas de velocidad entre secciones ponderadas por un coeficiente de pérdida por contracción o expansión.

$$h_e = LS_f + C \left| \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} - \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} \right|$$

Dónde:

L = largo representativo del tramo

S_f = pendiente de fricción representativa entre dos secciones

C = coeficiente de pérdida por expansión o contracción

Dado que el modelo es unidimensional es necesario utilizar sólo una altura de velocidad, este coeficiente compatibiliza las diferencias entre las alturas de velocidad de las distintas subsecciones.

Se define en función de las áreas de flujo y la capacidad de conducción

$$\alpha = \frac{(A_t)^2 \left[\frac{(K_{lob})^3}{(A_{lob})^2} + \frac{(K_{ch})^3}{(A_{ch})^2} + \frac{(K_{rob})^3}{(A_{rob})^2} \right]}{(K_t)^3}$$

Se define la capacidad de conducción de una subsección como el caudal dividido por la raíz de la pérdida de carga, esto se introduce en la ecuación de Manning.

$$K = \frac{Q}{\sqrt{S_f}} (m^3 / s)$$

$$K = \frac{1}{n} AR^{2/3} (m^3 / s)$$

Dónde:

K = capacidad de transporte de una subdivisión

n = coeficiente de Manning de una subdivisión

A = área de flujo de una subdivisión

R = radio hidráulico de una subdivisión

La pérdida friccional se evalúa como la ponderación de la pendiente friccional representativa entre dos secciones por la distancia representativa L entre ellas.

$$S_f = \left(\frac{Q}{K} \right)^2$$

$$\text{Pérdida friccional} = L \bar{S}_f$$

4.7.2 SIMULACION HIDRAULICA BIDIMENSIONAL.

Los modelos bidimensionales utilizan las ecuaciones de conservación de la masa y momento expresadas en dos dimensiones y los resultados se calculan en cada punto de la malla en el dominio de solución. Los modelos bidimensionales pueden resolverse usando el método de los elementos finitos. Tienen la desventaja de requerir un mayor tiempo de implementación.

El Iber es un modelo matemático bidimensional para la simulación de flujos en ríos y estuarios promovido por el Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX y desarrollado en colaboración con el Grupo de Ingeniería del Agua y del Medio Ambiente, GEAMA (de la Universidad de A Coruña), los campos de aplicación son:

Simulación del flujo en lámina libre en cauces naturales.

Evaluación de zonas inundables.

Cálculo hidráulico de encauzamientos.

Cálculo hidráulico de redes de canales en lámina libre.

Cálculo de corrientes de marea en estuarios.

Estabilidad de los sedimentos del lecho.

Procesos de erosión.

Sedimentación por transporte de material granular.

Cabe resaltar que en los modelos bidimensionales:

Las velocidades ya no son homogéneas en toda la sección transversal, lo cual introduce errores considerables en las ecuaciones 1D, que asumen una velocidad quasi-uniforme en sección.

En ocasiones la geometría del cauce a estudiar implica que no es trivial definirla mediante un cauce longitudinal con secciones transversales asociadas.

El flujo deja de ser perpendicular a la sección, con lo que no sólo es suficiente con calcular la velocidad media en la sección sino que también es importante saber si aparecen zonas de recirculación en planta, con las dos componentes de la velocidad horizontal promediada en profundidad.

Es entonces cuando se hace necesario un método de modelización hidráulica que no estudie el comportamiento del flujo respecto de unas secciones transversales, si no que a partir de una malla generada desde información de Modelos Digitales de Elevaciones del Terreno, estudie celda por celda qué ocurre y cómo se comporta el flujo en ella, es decir, hacia dónde se dirige.

En la modelización de ríos puede ser necesario recurrir a un modelo 2D cuando existen meandros fuertes con llanuras de inundación importantes. En dichas geometrías, para el cálculo de aguas bajas se puede utilizar un modelo 1D, pero para el caudal de avenida la dirección del flujo deja de seguir el cauce principal, inundando las llanuras adyacentes para circular por el cauce de aguas altas, mucho más rectilíneo y ancho que el cauce principal.

Otro caso en el que se debe recurrir a la modelización bidimensional en ríos es en el estudio de tramos cortos en los que existen ensanchamientos y estrechamientos de sección que pueden provocar, en función de las condiciones de calado y caudal, zonas de recirculación importantes, que también suelen aparecer para determinadas condiciones de marea en la desembocadura de ríos en estuarios, y que reducen la sección efectiva de desagüe, provocando un aumento de velocidad en el resto de la sección.

Además, la modelización hidráulica de propagación de avenidas pueden incluir los siguientes efectos:

Presión hidrostática

Pendiente del fondo

Rozamiento del fondo

Tensiones tangenciales viscosas

Tensiones tangenciales turbulentas

Rozamiento superficial por viento

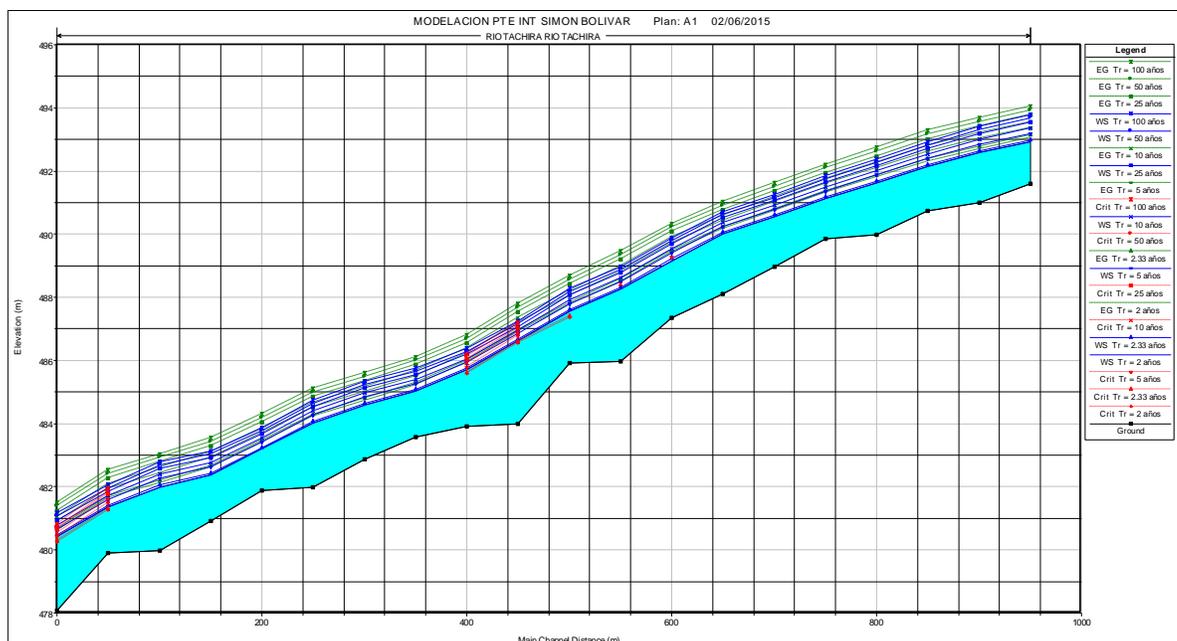
Fuerza de Coriolis

Aportaciones puntuales o distribuidas de caudal.

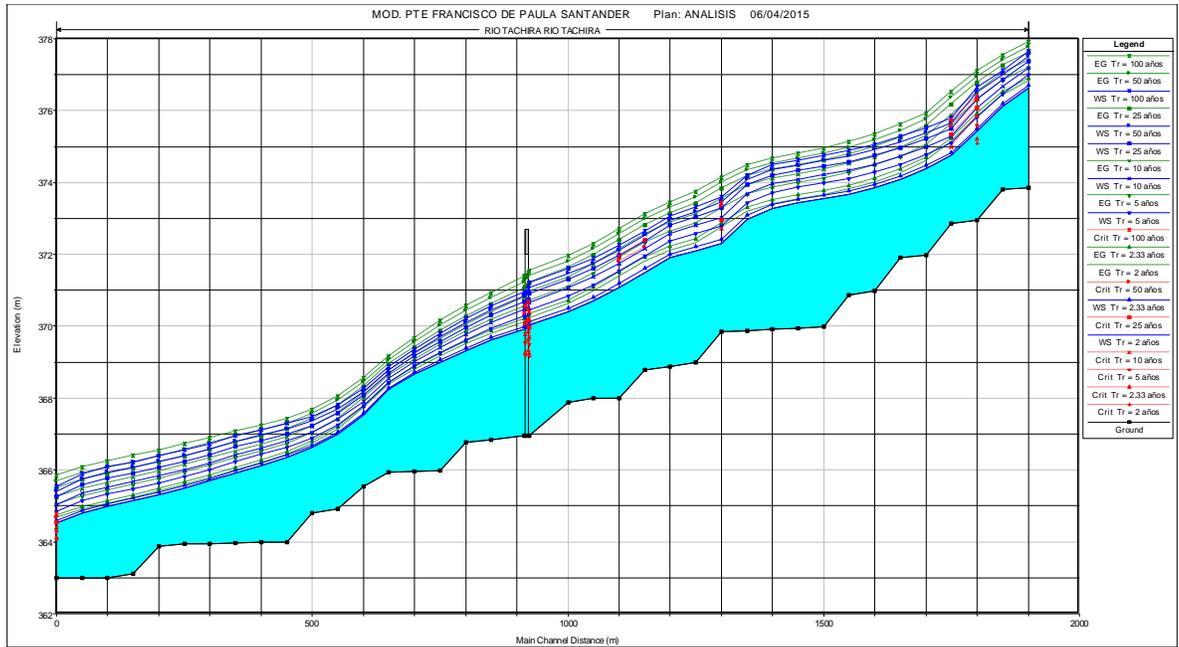
Dada la geomorfología del río Táchira en la parada y en el sector del escobal, y por consiguiente entre estos dos puntos es recomendable que las simulaciones que se realicen se hagan usando un modelo bidimensional y no unidimensional, por las razones expuestas en el literal anterior.

A continuación se presentan los resultados de las simulaciones en los sectores de la parada y el escobal para los periodos de retorno de 2.33 y 100 años.

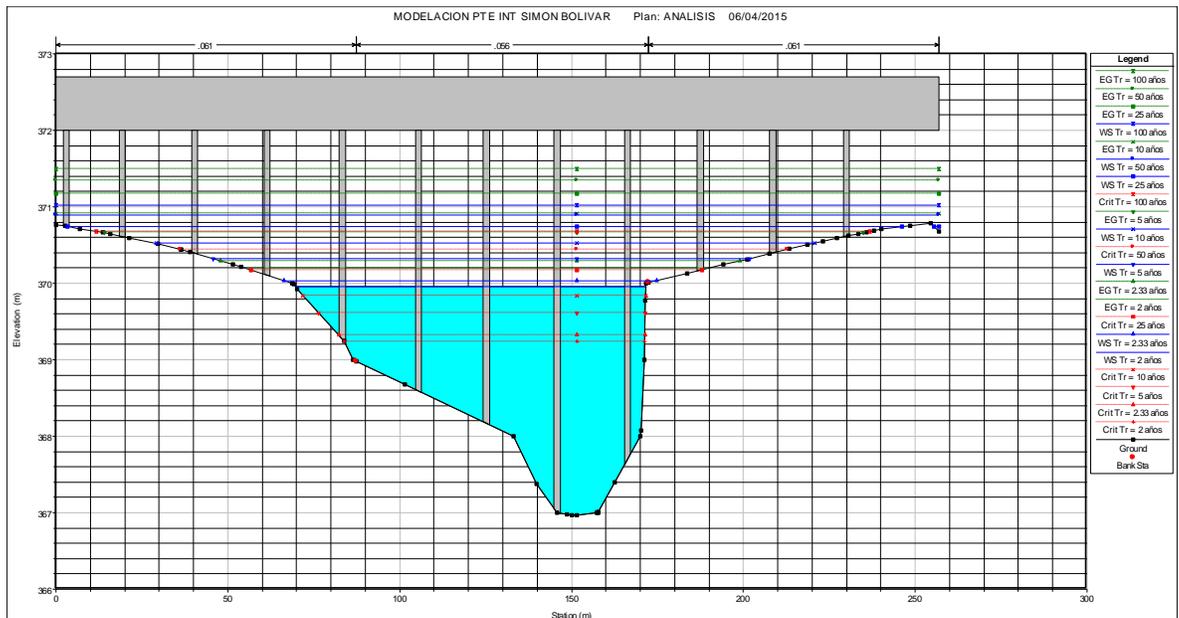
Las rondas hídricas se definen como: "zonas o franjas de terreno aledañas a los cuerpos de agua que tienen como fin permitir el normal funcionamiento de las dinámicas hidrológicas, geomorfológicas y eco sistémicas propias de dichos cuerpos de agua".



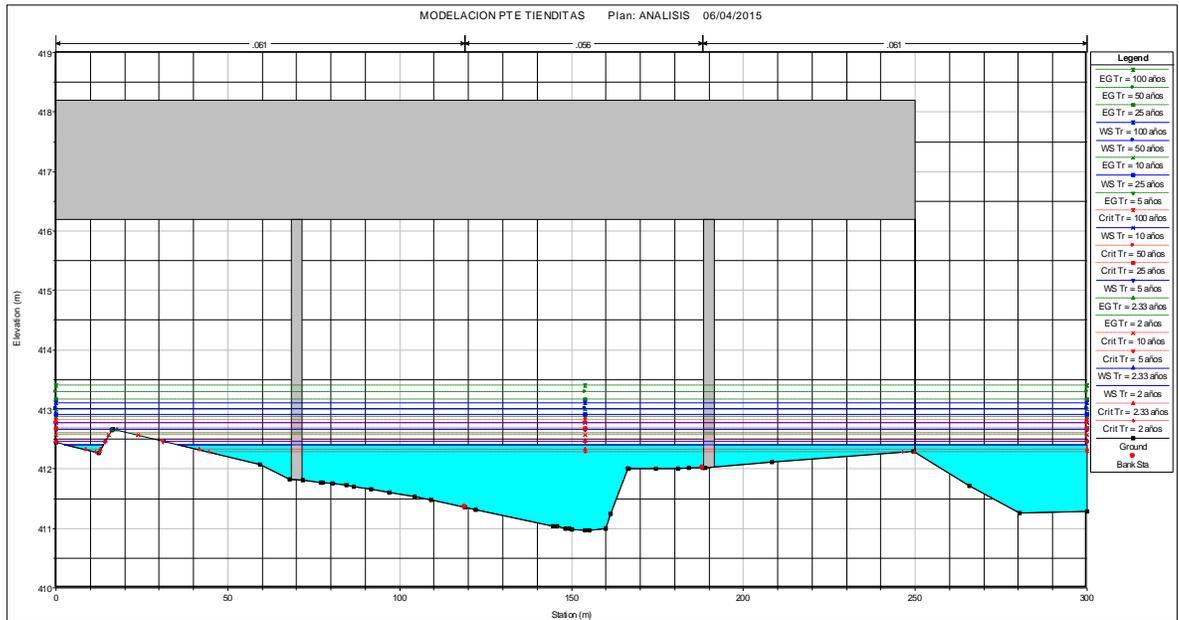
Gráfica 8. Perfil hidráulico longitudinal del rio Táchira en el Sector del Escobal



Gráfica 9. Modelación Perfil hidráulico longitudinal del rio Táchira en el Sector de la Parada.



Gráfica 10. Modelación hidráulica del rio Táchira en el Sector del Escobal



Gráfica 11. Modelación hidráulica del río Táchira en el Sector de la Parada

4.8 Resultados simulación hidráulica

La simulación de ambos puntos de interés se llevó usando en software de simulación bidimensional para aguas someras IBER, la topografía que se le suministro al programa se obtuvo de un modelo de elevación digital descargado de Earthexplorer, el cual consistió en un dem con resolución espacial de 30 x 30 m del programa de radar SRTM.

Los caudales y coeficientes de rugosidad fueron los obtenidos en capítulos anteriores, en la siguiente figura se observa una ortofoto del sector de la parada en condición “seca”, y en las figuras posteriores el resultado de la simulación para los periodos de retorno mencionados.



Figura 6. Sector de la Parada – San Antonio.

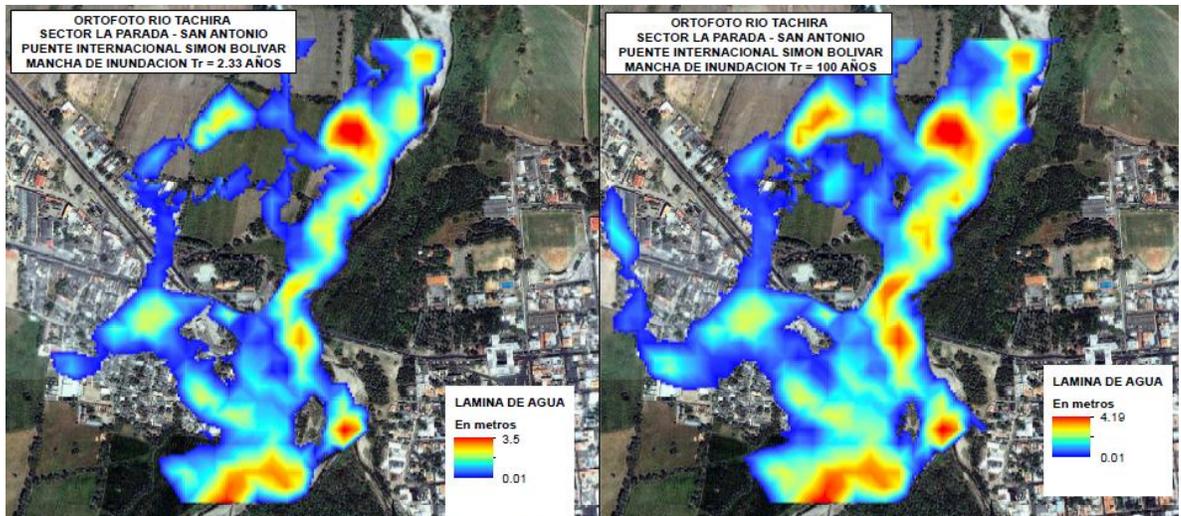


Figura 7. Manchas de inundación para periodos de retorno analizados sector La Parada-San Antonio.

Se observa que para el periodo de retorno de 2.33 años se esperan láminas máximas de 3.5 además de que ya para este periodo de retorno se presenta una fuerte inundación sobre el sector de la parada, hecho que se evidencia en cada lluvia, pues los habitantes de la zona siempre están alertas debido a que en eventos de lluvia anteriores se han presentado inundaciones. Esto es debido a los asentamientos de manera ilegal que han ido realizando las personas al ser esta una fuerte zona de comercio por su condición de frontera. Para el periodo de retorno de 100 años se espera una lámina máxima de 4.19, y en general un aumento de las láminas con respecto a las del periodo de retorno de 2.33 años.

Además de esto lber permite observar las máximas velocidades que se presentaron en el evento de lluvia, tal como se muestra en la siguiente figura, a pesar de que el tipo de régimen dominante es del tipo subcritico, se presentan altas velocidades, que oscilan entre los 4.6 m/s como máximo y 0.50 m/s como mínimo

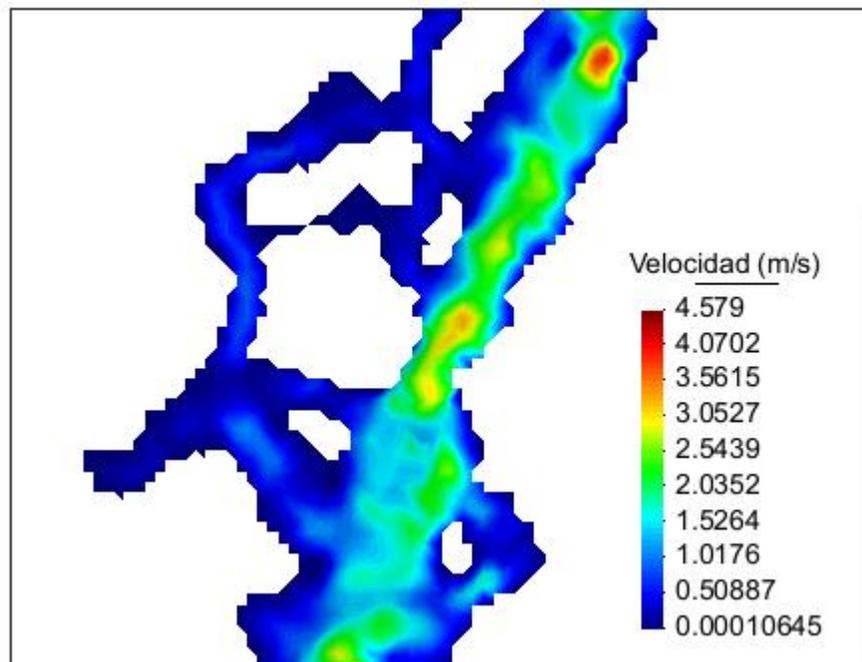


Figura 8. Velocidades máximas presentadas frente a un evento de lluvia.



Figura 9. Sector del Escobal- Ureña

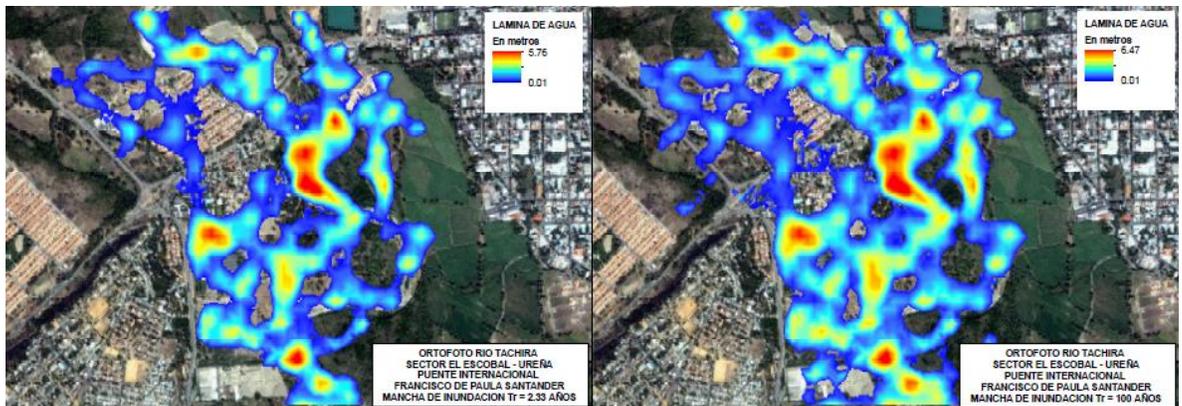


Figura 10. Manchas de inundación para periodos de retorno analizados sector El Escobal-Ureña.

Se espera que para el periodo de retorno de 2.33 y de 100 años se presenten laminas máximas de 5.76 y 6.47 m respectivamente, dada la naturaleza meandrica y plana de la zona se presentan muchas bifurcaciones y estancamientos como se observa en las figuras anteriores, en esta zona se ven afectadas en gran parte las casas de los residentes, colegios y vías principales como lo son el anillo vial, en la época invernal del 2010-2011 se presentó en postobon la rotura del muro de contención perimetral dadas las fuertes lluvias, y en el sector el escobal en el lugar llamado "la isla de la fantasía" pasa lo mismo que en el sector de la parada, es común en la gente salir de sus casas (hechas de tablas y piedra de forma muy rudimentaria) cuando se presenta un aumento en los niveles de agua además de esto se tiene en cierta forma la ventaja de que los residentes de la parada han avisado cuando se han presentado fuertes avenidas, dando tiempo a los residentes de la isla para salir del lugar.

CAPITULO V

5. LINEAMIENTOS PARA LA PREVENCIÓN DE DESASTRES EN PLANICIES INUNDABLES EN LA CUENCA DEL RIOTACHIRA

La planificación tiene la posibilidad de transformar la intención en acción, permite vislumbrar los impactos y consecuencias de los acontecimientos e influir en ellos. Un proceso de planificación no se puede considerar adecuado si no permite lograr una visión global e intersectorial, identificar tendencias y oportunidades, anticipar las dificultades que pudieran impedir el logro de los objetivos y metas del desarrollo, establecer objetivos precisos y orientar los recursos disponibles de manera segura, promover la acción interinstitucional y adecuar la estructura organizativa para que sea congruente y permita los propósitos del desarrollo”⁶

Estos lineamientos tienen un enfoque esencialmente práctico y se plantean alrededor de la identificación, definición y organización estructurada y comprensiva de políticas, objetivos, indicadores, programas y proyectos de gestión del riesgo aplicados en un Plan de Desarrollo.

Se va hacer una síntesis de los principales conceptos de la gestión del riesgo en el desarrollo local a fin de facilitar la comprensión y utilidad de los lineamientos propuestos.

La vulnerabilidad, es una condición antrópica, se configura de diversas maneras y en diferentes dimensiones a través de los procesos territoriales y sectoriales y de manera interrelacionada y concatenada con la dinámica de generación y evolución de las amenazas. A fin de facilitar su estudio y manejo, a la vulnerabilidad se le asignan diferentes dimensiones tales como física, institucional, económica, política, ambiental y social. Un ejemplo de ello es una población pobre ubicada en áreas propensas a inundaciones o deslizamientos, son vulnerables, no solamente por su exposición y resistencia (vulnerabilidad física), sino también por su realidad

⁶ Departamento Nacional de Planeación de Colombia, 2003. Planificación: Base de la gestión municipal – Lineamientos generales para la formulación del Plan de Desarrollo Municipal 2004-2007.

socio económica que le impide acceder a otras alternativas de asentamientos seguros (vulnerabilidad social).⁷

Según (EIRD), la Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres la gestión del riesgo se define como el conjunto de decisiones administrativas, de organización y conocimientos operacionales desarrollados por sociedades y comunidades para implementar políticas, estrategias y fortalecer sus capacidades a fin de reducir el impacto de amenazas naturales y de desastres ambientales y tecnológicos consecuentes.

Otros autores la definen como “La gestión del riesgo de desastre, definida en forma genérica, se refiere a un proceso social complejo cuyo fin último es la reducción o previsión y control permanente del riesgo de desastre en la sociedad, en consonancia con, e integrada al logro de pautas de desarrollo humano, económico, ambiental y territorial, sostenibles. Admite, en principio, distintos niveles de coordinación e intervención que van desde lo global, integral, lo sectorial y lo macro-territorial hasta lo local, lo comunitario y lo familiar”⁸

Se puede deducir del texto anterior la gestión como correctiva o prospectiva, es decir la correctiva busca reducir el riesgo existente llevando a cabo acciones completas que permitan reducir o disminuir el riesgo ya creado por las inapropiadas intervenciones del territorio y la prospectiva busca evitar la generación de nuevos riesgos a través de la participación entre los procesos territoriales y sectoriales generadores del riesgo.

Identificación y valoración del riesgo: Consiste en el reconocimiento del territorio, mostrar un panorama completo de los procesos generadores del riesgo, de los actores clave de estos procesos y de las áreas que pueden estar o ser afectadas. Por lo tanto, se deben identificar las amenazas socio naturales y tecnológicas existentes (frecuencias, magnitudes e intensidades, entre otros), evaluar la vulnerabilidad social y estructural, y valorar el riesgo, es decir, conocer las

⁷Los riesgos derivados de actividades humanas intencionales como el terrorismo y las guerras están por fuera del ámbito del riesgo de desastre.

⁸Tomado del documento “La Gestión Local del Riesgo: Concepto y Prácticas”. PNUD, CEPREDENAC, 2005. Dirigido por un grupo liderado por Allan Lavell.

consecuencias sociales, económicas y ambientales que la materialización de ese riesgo pueda producir.

Prevención y reducción del riesgo: Esta línea de acción agrupa acciones dirigidas a la disminución del riesgo existente. Para ello, existen medidas relacionadas con la intervención física en el territorio y de sus elementos expuestos como obras de mitigación, el reasentamiento de familias y el mejoramiento de viviendas, entre otros. Otras medidas relacionadas con la intervención en los procesos de planificación, políticas, normas y prácticas socio culturales como, planificación territorial, sectorial, códigos y normas de construcción y programas educativos, de concientización pública y de construcción de capacidad ciudadana para alcanzar comportamientos de autoprotección y el fortalecimiento institucional.

Los lineamientos propuestos están basados en Lineamientos generales para la formulación de planes a nivel local PREDECAN (Prevención de Desastres en la Comunidad Andina). Los lineamientos para los estudios de intervención en zonas vulnerables relacionados con proyectos constructivos, de infraestructura y desarrollo urbano contenidos en los siguientes lineamientos serán aplicables en el territorio de los municipios pertinentes al Área Metropolitana de la cuenca del Río Tachira y constituye los lineamientos mínimos a tener en cuenta para la elaboración de estudios geológicos, geomorfológicos, hidráulicos, hidrológicos y geotécnicos tendientes a mejorar la calidad de las zonas que se encuentran vulnerables a inundaciones.

Lineamiento 1. Gestión del conocimiento hidrológico

La gestión del conocimiento hidrológico en el ámbito territorial, se refiere a los procesos, estrategias y proyectos específicos de corto, mediano y largo plazo, realizados por las diferentes entidades territoriales: municipios, departamentos y/o regiones del país para la orientación en la toma de decisiones en cuanto a medidas preventivas de la presencia de un evento extraordinario.

El objetivo primario de la hidrología es el estudio de las interrelaciones entre el agua y su ambiente. Ya que la hidrología se interesa principalmente en el agua localizada cerca de la superficie del suelo, se interesa particularmente en aquellos componentes del ciclo hidrológico que se presentan, precipitación, evapotranspiración, escorrentía y agua en el suelo. La investigación hidrológica es importante para el desarrollo, gestión y control de los recursos de agua. Sus aplicaciones son muchas, incluyendo el desarrollo de sistemas de irrigación,

control de inundaciones y erosión de suelos, eliminación y tratamiento de aguas residuales, disminución de la contaminación, uso recreacional del agua y el diseño de estructuras hidráulicas.

Programa. Apoyo a la realización de estudios hidrológicos

Objetivo. Analizar la hidrología del río Táchira, en el tramo en estudio, con el fin de obtener los caudales máximos instantáneos de crecida, ante un evento natural extraordinario.

Acorde a esta simulación se puede establecer un modelo para las futuras investigaciones que se realicen en el aspecto hidrológico e hidráulico de los diferentes afluentes existentes en cada región con el fin de obtener una caracterización de los afluentes hídricos

Como una medida a corto plazo se podría realizar la instalación de alertas tempranas que consistirían en la instalación de limnímetros que permitan identificar los niveles del río interconectado con sensores que permitan a la comunidad dar un tiempo de evacuación preventiva. A mediano plazo se propondría la instalación de una red de pluviómetros a lo largo de la cuenca del río Táchira con sensor de niveles mediante los cuales se puedan emitir alertas para posibles evacuaciones, la ubicación de dichos pluviómetros y los sensores se determinara acorde a los niveles especificados y puntos estratégicos como puentes que podrían ser identificadas acorde al análisis hidrológico.

Finalmente a largo plazo como resultado de la implementación de las medidas mencionadas anteriormente a corto y mediano plazo se podría establecer un sistema de simulación en tiempo real utilizando los datos recopilados con los proyectos resultantes.

Lineamiento 2. Gestión preventiva de las inundaciones

Los sistemas de alerta temprana son unas de las herramientas de gestión para la prevención con mayor eficacia, la modelación hidrológica para pronóstico de inundaciones resulta ser una herramienta de suma utilidad al momento de adoptar medidas de emergencia en tiempo real, ya que permite en algunos casos evitar y minimizar la pérdida de vidas humanas y bienes materiales” (González et als, 2001).

Causas de las Inundaciones: Crecidas y desbordes de origen:

- Climático:
 - Lluvias intensas
 - Fusión intensa de la nieve acumulada
 - Precipitaciones prolongadas
- Accidentales:
 - Ruptura de represas
 - Caída de frentes de hielo
 - Deslizamientos de tierra
 - Derrumbes
 - Caída de árboles
 - Caída de puentes

Hidromorfológico y/o antrópico:

- Desequilibrio entre el volumen en evacuación y la capacidad de colectores naturales y artificiales.
- Artificialización de los cauces con reducción de la sección por bajo el nivel de las altas aguas medias.
- Colmatación u obstrucción previa, natural o artificial, de cauces.

No hay duda de que las inundaciones, las sequías y las tormentas son fenómenos naturales. Pero detrás de ellos es habitual encontrar, en mayor o menor medida, la mano del hombre, la urbanización excesiva, una gobernabilidad urbana deficiente, la vulnerabilidad de los medios de vida rurales o la degradación de los ecosistemas. Son factores que pueden provocar sufrimiento humano a escala masiva y pérdidas económicas incalculables.

La gestión de riesgos relacionada con la pobreza en un clima cambiante requiere un cambio urgente en las políticas actuales de desarrollo, con un nuevo enfoque hacia la conservación y restauración de los ecosistemas y la prevención de desastres naturales.

Programa. Fomento de la determinación de zonas de inundación asociadas a asentamientos humanos

Objetivo. Determinar zonas de inundación en centros poblados del sector de la parada villa del rosario y el Escobal en Cúcuta.

El programa y el objetivo de cada uno de ellos (mencionados en el texto), así como los proyectos (mencionados en la tabla10) se pueden llevar a cabo por medio de la simulación realizada en el desarrollo del proyecto.

Una vez identificadas las zonas con riesgo a inundación se procederá a la identificación de los usos de suelo establecidos por el plan de ordenamiento territorial con el fin de reubicar aquellas zonas expuestas a peligro inminente, como medida a corto plazo se podrían reubicar estas familias de manera momentánea.

A mediano plazo se podrían iniciar campañas para socializar con las comunidades expuestas al riesgo por inundaciones sobre la cuenca del río Táchira, el de ordenamiento territorial con el fin reducir la tendencia poblacional a crear asentamientos urbanos improvisados o comúnmente conocidos como invasiones dentro de las riberas del río.

Como una medida a largo plazo se podrían establecer parámetros y procedimientos a seguir para que en la eventualidad de una inundación las instituciones y organismos encargados de atender dichas emergencias se encuentren preparados para atender dichas emergencias así como realizar simulacros frente a estos fenómenos.

Lineamiento 3. La mitigación como herramienta preventiva

Las medidas de mitigación ambiental, constituyen el conjunto de acciones de prevención, control, atenuación, restauración y compensación de impactos ambientales negativos que deben acompañar el desarrollo de un Proyecto, a fin de asegurar el uso sostenible de los recursos naturales involucrados y la protección del medio ambiente.

Vincular al sector de la construcción la importación de los aspectos normativos y de la legislación vigente en la protección del ambiente.

Coordinar un programa que minimice los efectos ambientales indeseados.

Informar y capacitar a la comunidad sobre los problemas ambientales esperados e implementar medidas de control para la protección ambiental de la cuenca.

Implementar acciones específicas a la comunidad en relación a la operación, monitoreo y control de las medidas de mitigación.

Planificar mecanismos de comunicación social que permitan tener contacto con todas las partes afectadas o interesadas durante el desarrollo del proyecto.

Las medidas de prevención y mitigación son el conjunto de disposiciones y acciones anticipadas que tienen por objeto evitar o reducir los impactos ambientales que pudieran ocurrir en cualquier etapa.

Programa. Gestión de la implementación de obras de mitigación en zonas susceptibles a inundaciones

Objetivo. Recomendar obras de mitigación, que conlleven a la prevención de desastres en zonas que se ven amenazadas por crecientes del río Táchira.

El programa y el objetivo de cada uno de ellos (mencionados en el texto), así como los proyectos (mencionados en la tabla 10) se pueden llevar a cabo por medio de la simulación realizada en el desarrollo del proyecto.

Como medidas de mitigación a corto plazo se podría incentivar a la comunidad a la creación de sacos suelos con material disponible en la zona para construir barreras temporales que impidan que sus viviendas y objetos personales sean alcanzados por los niveles de agua frente a un fuerte evento de precipitación. A su vez implementar medidas como la limpieza y su posteriormente de los canales o quebradas existentes junto con una correcta disposición de los residuos sólidos.

A mediano plazo se podrían gestionar los fondos y recursos necesarios para realizar estudios que conlleven a la construcción de obras de protección definitivas junto con la divulgación con la comunidad para el mantenimiento de estas. Una vez asignados los recursos a largo plazo se podría permitir a la comunidad participar de las actividades de construcción de diques jarillones, rectificación del río o canalizaciones entre otras de manera remunerada.

Lineamiento 4. Restauración ecológica participativa

Los alcances de la restauración para un proyecto dado resultan de relacionar: - Qué se puede: potencial de restauración. - Qué se quiere: demandas de los actores involucrados. - Cuánto se sabe: conocimiento disponible sobre el ecosistema a manejar y sobre restauración. - Con qué se cuenta: otros recursos, logísticos, financieros, humanos. - Para cuándo se quiere: tiempo disponible

La restauración es un conjunto de conceptos, estrategias y técnicas para iniciar, acelerar u orientar el proceso mediante el cual la Naturaleza se recupera de los daños sufridos por causas, generalmente antrópicas. Es decir, que se trata de comprender la regeneración natural para impulsarla a lograr ciertas metas en unos plazos socialmente aceptables.

“la restauración ecológica es sinónimo de restauración asistida⁹”. Esto significa que reconocemos, imitamos y promovemos un proceso natural, la sucesión ecológica, por el cual los ecosistemas regeneran de modo más o menos completo su estructura, composición y función luego de una perturbación

Programa. Formulación participativa de alternativas de restauración ecológica

Objetivo. Plantear soluciones de restauración a través de la revegetalización y reforestación de márgenes de forma participativa, con el fin de mitigar a largo plazo los efectos de las máximas avenidas del río Táchira

El programa y el objetivo de cada uno de ellos (mencionados en el texto), así como los proyectos (mencionados en la tabla 10) se pueden llevar a cabo por medio de la simulación realizada en el desarrollo del proyecto.

Las autoridades municipales deberán tomar, las medidas preventivas pertinentes frente a los posibles efectos perjudiciales del suelo, los bienes y del medio ambiente, con el fin de evitar que el daño pueda llegar a producirse

A corto plazo se podría solicitar ayuda a las corporaciones autónomas con el fin de determinar acorde a los pisos térmicos el tipo de vegetación a utilizar con el fin de implementar las especies nativas dentro del proceso para controlar la erosión. Cultivando así dichas especies en conjunto con la comunidad proveyendo así un ingreso económico a las familias de este sector. De esta manera a largo plazo se podría obtener un sistema de control y seguimiento para el mantenimiento de la revegetalización y el control de erosión de la cuenca del río Táchira.

⁹Esta definición aparece en varios documentos de la Sociedad Internacional para la Restauración Ecológica – SER.

Tabla 13. Lineamientos

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	INDICADORES	PROGRAMAS	PROYECTOS
<p>Analizar la hidrología del río Táchira, en el tramo en estudio, con el fin de obtener los caudales máximos instantáneos de crecida, ante un evento natural extraordinario-</p>	<p>numero de estudios</p>	<p>Programas de recuperación geomorfológica de áreas afectadas por fenómenos naturales</p>	<p>Proyecto para estudios relacionados con fenómenos hidrometeorológicos y tecnológicos.</p>
<p>Determinar zonas de inundación en centros poblados del sector de la parada villa del rosario y el Escobal en Cúcuta.</p>	<p>Reducir la exposición de viviendas construidas en áreas propensas a deslizamientos e inundaciones</p>	<p>programas de reducción de vulnerabilidad de áreas amenazadas por inundación</p>	<p>Proyectos de ordenamiento y recuperación ambiental de cuencas</p>
<p>Recomendar obras de mitigación, que conlleven a la prevención de desastres en zonas que se ven amenazadas por crecientes del ríoTáchira.</p>		<p>Programa para la estabilización de áreas afectadas por deslizamientos</p>	<p>Proyectos para diseño y construcción de obras prevención de inundaciones en las áreas amenazadas Proyectos para construcción de barreras físicas de áreas restringidas</p>
<p>Plantear alternativas de restauración a través de la revegetalización y reforestación de márgenes de forma participativa, con el fin de mitigar a largo plazo los efectos de las máximas avenidas del ríoTáchira.</p>		<p>Programa para el manejo y recuperación de áreas protegidas por riesgo de desastres</p>	<p>Programa de recuperación geomorfológica de áreas afectadas por fenómenos naturales. proyecto de restauración a nivel de reforestación en áreas afectadas de la cuenca</p>

El enfoque es buscar mecanismos que contribuyan a disminuir las condiciones de vulnerabilidad de los asentamientos existentes, se presentara a la comunidad, autoridades municipales, regionales y a los diferentes organismo de control, un instrumento que pretende mejorar la calidad de los estudios técnicos que deben hacerse para los asentamientos futuros en las zonas aledañas al Rio Táchira.

Los lineamientos presentados, por si mismos no garantizan la mitigación del riesgo en las zonas vulnerables a inundaciones, pero si brinda a las autoridades de gestión y control del territorio, a consultores y constructoras interesadas en proyectos de ocupación del suelo, los criterios necesarios para garantizar que los estudios que se realicen tengan claridad y calidad en la aplicación durante el diseño y construcción, y contribuir a mitigar las posibilidades frente a fenómenos de carácter catastrófico

RECOMENDACIÓN OBRAS DE PROTECCIÓN

Entre las obras de protección de las riveras de ríos se encuentran los espigones que cumplen el objetivo de ocasionar la sedimentación entre ellos formando playa, las barreras transversales tipo vertedero que producen sedimentación hasta obtener una pendiente hidráulica de equilibrio y las obras longitudinales o marginales.

Entre las anteriores se buscó la más factible siendo elegida la protección longitudinal o marginal por las siguientes razones:

- Los espigones no son recomendables en zonas urbanas donde ya en la otra orilla también hay construcciones que se afectarían por el re direccionamiento del flujo.
- Las barreras transversales requieren de una estructura muy robusta para que no se presente ruptura por los elementos arrastrados por el río, como son troncos de árboles grandes, y rocas de gran tamaño, además la ubicación en una curva puede ocasionar que el flujo se re direcciona hacia el talud produciendo mayor daño.
- Las obras longitudinales o de protección marginal son las más recomendadas por los investigadores para cauces con alta turbulencia.

Para la protección longitudinal se analizó la posibilidad de utilizar gaviones, la cual representan una solución extremadamente válida, desde el punto de vista técnico y económico para la construcción de obras de contención, para cualquier ambiente, condición climática y aún en zonas de muy difícil acceso, en caso de que no sea factible esta alternativa se propone la construcción de la protección con muro en concreto reforzado, ciclópeo o mixta.

ALTERNATIVA N°1: PROTECCIÓN LONGITUDINAL EN MURO EN GAVIONES.

El término gavión tiene su origen en la palabra latina gabbia, que traducida al español significa jaula. Esta técnica milenaria ya era utilizada antes de Cristo por los egipcios y chinos en defensas pluviales en los ríos Nilo y Amarillo. En el siglo XVI, los ingenieros utilizaban en Europa unas cestas de mimbre rellenas de tierra denominadas por sus inventores italianos gabbioni, para fortificar los emplazamientos militares y reforzar las orillas de los ríos.

La técnica del gavión consiste en remplazar grandes bloques de piedra, que son de difícil transporte y manipuleo, por varios armazones metálicos unidos entre si y rellenos con piedras de pequeñas dimensiones, formando estructuras monolíticas homogéneas.

La tela metálica resiste mucho la tensión, una estructura de gaviones soporta un grado de tensión que comprometería mucho a una estructura de hormigón o mampostería simples. El armazón de tela metálica no es un mero recipiente para el relleno de piedras, sino un refuerzo de toda la estructura. Un gavión bien hecho puede tolerar años de castigo.

CARACTERÍSTICAS

- Las estructuras de gaviones presentan muchas características interesantes, algunas de ellas exclusivas, entre las más importantes destacan: flexibilidad, permeabilidad, capacidad de soportar esfuerzos a tracción, integración ambiental, versatilidad, bajo costo, fácil puesta en obra, durabilidad y adaptación a las nuevas situaciones de trabajo.

Las obras en gaviones pueden por su flexibilidad absorber asentamientos sin perder su eficiencia, permaneciendo estructuralmente seguras. Como estructuras deformables, todo cambio en su forma por hundimiento de su base o por presión interna es una característica funcional y no un defecto, al contrario de las estructuras rígidas o semirrígidas que pueden ser destruidas aún por pequeños movimientos o socavaciones del terreno en apoyo. Esta flexibilidad les permite, además, que no pierdan el contacto con el fondo cuando éste se va socavando, pues el gavión se va deformando paulatinamente hasta tocar de nuevo el fondo, esta deformación puede llegar a acusarse incluso un séptimo de la longitud del gavión en la parte alta de éste, pero, este lugar es de fácil reparación. Dicha reparación consistiría en colocar nuevos gaviones hasta llegar a la misma cota que teníamos anteriormente.

- Los gaviones son altamente permeables y actúan como drenes permitiendo el escurrimiento de las aguas de filtración, eliminando de este modo los efectos de la presión hidrostática.

- La malla metálica posee elevada resistencia mecánica a tracción y la doble torsión impide que esta se desarme ante el cortado de un alambre, asegurando que en cada cruce se tenga un punto fijo acotando, de este modo, las deformaciones posibles. Así pues, también las estructuras de gaviones poseen una elevada resistencia debido al gran peso de la obra, la fricción entre las piedras

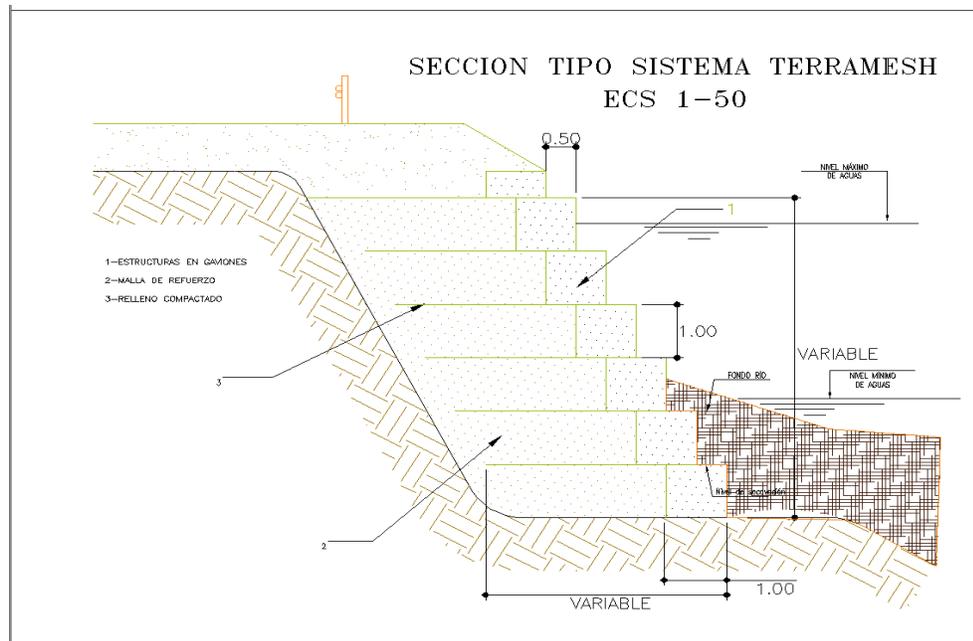
y la resistencia a la compresión de éstas, además los gaviones se sujetan entre sí, lo que produce como resultado una resistencia mayor del conjunto que de la suma de los gaviones por separado.

Los gaviones se integran armónicamente en el paisaje, permitiendo el desarrollo de vegetación sin que esto traiga inconvenientes.

Por la naturaleza de los materiales que se emplean en los gaviones, estos permiten su construcción de manera manual o mecanizada en cualquier condición climática, ya sea en presencia de agua o en lugares de difícil acceso. Su construcción es rápida y entra en funcionamiento inmediatamente después de construido, del mismo modo, permite su ejecución por etapas y una rápida reparación si se produjera algún tipo de falla.

- Las estructuras de gaviones son muy económicas ya que sólo a la malla y a la mano de obra puede atribuírsele un precio, ya que las piedras que se utilizan en su construcción abundan, además su puesta en obra es extremadamente sencilla y económica y no requiere mano de obra especializada.

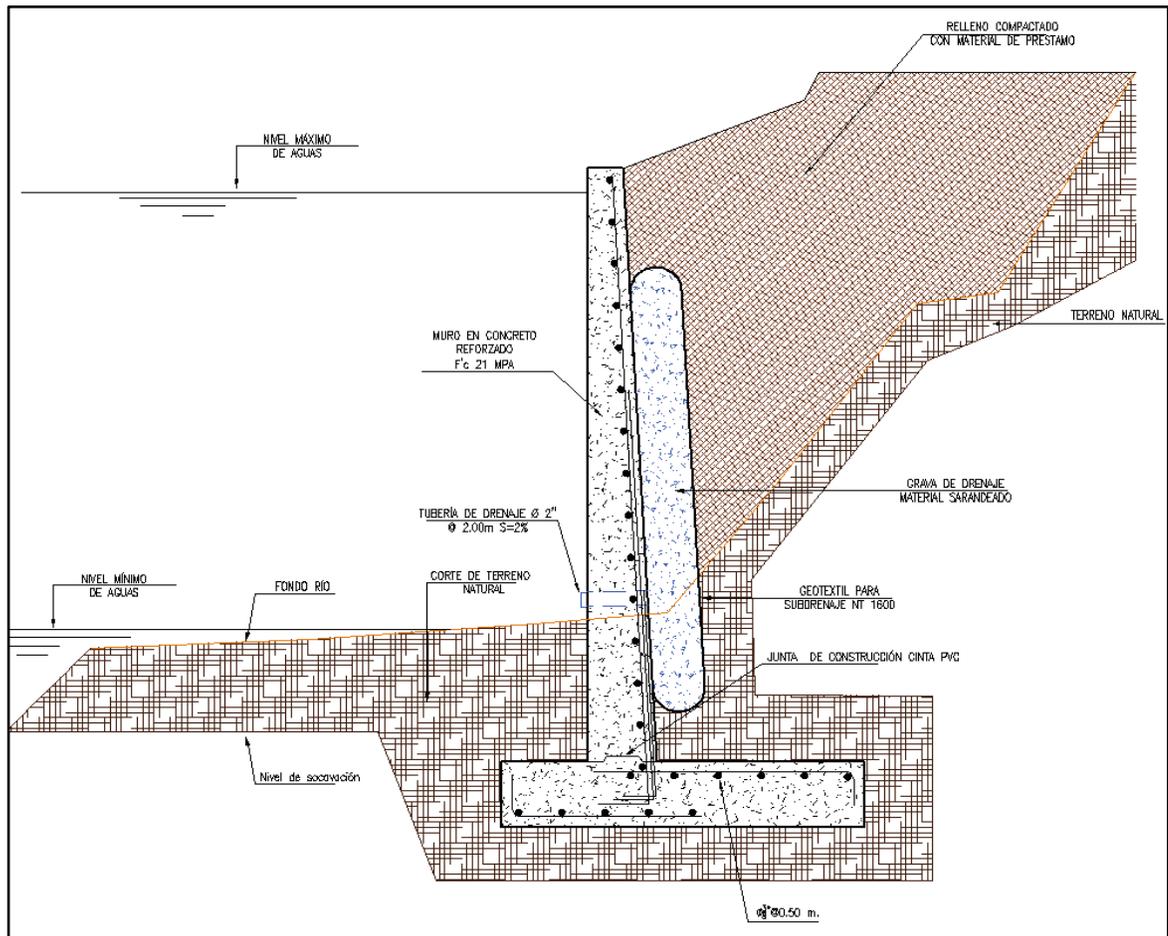
Se contempla un tipo de acoplamiento de los gaviones según la forma del talud hacia el casco urbano como se muestra a continuación:



Gráfica 12. Sistema Terramesh para protección

ALTERNATIVA N°2: PROTECCIÓN LONGITUDINAL EN MURO EN CONCRETO REFORZADO

Manteniendo la altura máxima propuesta para los gaviones, así como la profundidad máxima de socavación, se proyecta la construcción de un muro en concreto reforzado como alternativa opcional. El muro de contención es una estructura sólida hecha a base de concreto armado que está sujeto a flexión por tener que soportar empujes horizontales de diversos materiales, sólidos, granulados y líquidos.



Gráfica 13. Protección longitudinal en muro en concreto reforzado

CONCLUSIONES

El análisis de regionalización usado para la obtención de caudales brinda bastante confiabilidad en cuanto a la precisión del valor del caudal para un periodo de retorno dado, pues los caudales son medidos y no estimados por medio de alguna metodología, como lo es el método racional, método racional modificado, métodos de lluvia escurrentía, etc.

Se dispuso de 3 estaciones para el análisis estadístico de la información, dos estaciones ubicadas en Venezuela Puente Alianza y la Hamaca, y una Colombiana la estación el Tama, en estas 3 estaciones se realizaron las pruebas de bondad y todas las estaciones se ajustan a las distribuciones Normal y Gumbell, para la modelación hidráulica se usaron los caudales obtenidos mediante la distribución Gumbell pues arroja caudales ligeramente superiores a la distribución normal.

La cuenca del río Táchira a la altura de los dos puntos de estudio presentan características similares en cuanto a sus propiedades morfométricas se refiere, a pesar de ser una cuenca de gran tamaño más de 700 km² los caudales no son tan grandes debido al gran recorrido que tiene que hacer el agua para llegar a los dos puntos de interés y a su geometría de naturaleza alargada, esto se traduce en grandes tiempos de concentración que atenúan los picos del hidrograma en la salida.

En ambos puntos de estudio se evidencian en la modelación hidráulica problemas por insuficiencia en la capacidad hidráulica del río en estos puntos, provocando desbordes a ambos costados del río para bajos periodos de retorno.

El sector del Escobal presenta un grave riesgo, pues al margen izquierdo del río se han ido incrementando las invasiones, locales comerciales y centros de acopio

para los productos importados de manera fraudulenta desde el municipio del Táchira hacia la ciudad de Cúcuta. Todos estos se ubican en el margen de inundación natural del río, pues el desconocimiento de la dinámica fluvial y en parte la condición de frontera, ha hecho que las personas confíen en que el río nunca incremente sus niveles dado el estado de sequedad que ha tenido desde hace unos años hasta el día de hoy.

De acuerdo a las condiciones climáticas, la cuenca del río Táchira se dividió en tres zonas de precipitación. Debido a la cercanía e influencia del patrón de precipitaciones de régimen unimodal de la vertiente andino-llanera, se puede considerar que éstas adoptan un régimen integrado, con máximos en el mes de abril y octubre para la cuenca media y media-alta; y en mayo y noviembre para la cuenca alta (MARN, 2000), obteniéndose un valor que oscila entre los 900 y 1500 mm/año, con una precipitación media anual aproximada de 1300 mm.

Este documento, pretende de manera específica establecer directrices orientadas a la prevención de desastres a partir de la simulación hidráulica para el estudio de planicies inundables que promuevan la generación del conocimiento sobre los riesgos, establecer mecanismos para su reducción, fortalecer las estrategias para el manejo de desastres y la capacidad institucional en los diferentes niveles para que sean implementadas adecuadamente

A fin de evitar daños sociales y económicos, ante la posibilidad de un evento extraordinario se requiere dragar el río, se debe elaborar un plan de manejo de sedimentos que contempla los siguientes aspectos: a) Criterios Técnicos b) Criterios ambientales c) Aspectos sociales y económicos d) Recursos presupuestarios. Actualmente las autoridades municipales de Villa del Rosario (Norte de Santander) y CORPONOR, junto con un representante de la Fuerza Armada Venezolana, se deberá acordado emprender gestiones para canalizar el río Táchira, a fin de evitar futuros desbordamientos.

RECOMENDACIONES

Las 3 estaciones que se usaron para realizar este estudio, tienen registros de pocos años, y actualmente no están en funcionamiento, se recomienda que mediante la universidad se socialice la importancia de tener en funcionamiento estas estaciones, con el fin de que el grado de confiabilidad de la información sea mayor para futuros estudios hidrológicos e hidráulicos.

Debido a que la topografía usada para este estudio solo abarco la sección del rio y unos metros a ambos costados no se puede generar una mancha de inundación lo suficientemente grande como para determinar con exactitud cuales sectores de los puntos de estudio se verían afectados frente a un evento extraordinario de precipitación. Se recomienda tomar como guía este estudio y realizar la modelación disponiendo de una topografía más amplia que englobe los barrios aledaños.

Se recomienda tomar los resultados de este estudio como evidencia o base para otros estudios, con el fin de demostrar el peligro al cual están expuestas las personas que laboran y/o viven en las márgenes de inundación del rio, para que las autoridades competentes socialicen con la comunidad y procedan a realizar las medidas necesarias para respetar los márgenes de inundación.

Se debe realizar un estudio hidráulico con el fin de encontrar soluciones técnicas al problema de inundación, ya sea instalando diques o muros de contención o generando un cambio en la sección transversal del rio en los puntos críticos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adger, N. et al. (2007). Climate Change 2007: Climate Change Impacts, Adaptation and Vulnerability. Working Group II Contribution to the Intergovernmental panel on Climate Change. Fourth Assessment Report. Summary and Policymakers.

Álvarez, G.; Álvarez, L. y Eroza, S. (2006). Programa para la Gestión del Riesgo de Desastres en Chiapas. Una Propuesta Psicopedagógica para el caso del Huracán Stan en Motozintla, Chiapas. Guía para el Facilitador. COCyTECH-ECOSUR.

Arias, F. (2006). El Proyecto de Investigación. Caracas: Editorial Episteme.

Benavides J., Pietruszewski B., Kirsch B., y Bedient, P. (2001). Analyzing flood control alternatives for the Clear Creek watershed in a geographic information systems framework. Florida: World Water and Environmental Resources Congress.

Bermúdez, O. (2015). Planificación de cuencas hidrográficas. Algunos principios básicos. Caso de la cuenca del río Cali. Recuperado de:
http://entornogeografico.univalle.edu.co/numero4/planificacion_cuencas_hidrograficas.pdf

Burton, J. 2003. Integrated Water Resources Management on a Basin Level. A training manual. UNESCO. Ottawa: MultiMondes.

Cardona, O. (2001) Estimación holística del riesgo sísmico utilizando sistemas dinámicos complejos. Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona, España.

Departamento Nacional de Planeación de Colombia (2003). Planificación: Base de la gestión municipal – Lineamientos generales para la formulación del Plan de Desarrollo Municipal 2004-2007.

Garde R. (2006). Fluvial Morphology. Nueva Deli: New Age International (P) Ltd., Publishers.

Hernández, R. (2004). Metodología de la Investigación. México: Mac Graw - Hill Interamericana.

Hydrologic Engineering Center. HEC-RAS (Versión 4.1), River Analysis System, Hydraulic Technical Reference Manual, U.S. Army Corps of Engineers, Davis, CA. 2010. Approved for Public Release. Distribution Unlimited.

Institución adscrita al Ministerio del Poder Popular para el Ambiente INAMEH. (2012). Caudales máximos instantáneos: Estación Puente Alianza y La Hamaca, 1971-1990. Recuperado de: <http://www.inameh.gob.ve/mensual/index.php>

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia IDEAM. (2012). Caudales máximos instantáneos: Estación Orocue Tama, 1994-2009
Recuperado de:
<http://institucional.ideam.gov.co/jsp/loader.jsf?lServicio=VInformacionIdeam&lTipo=admin&lFuncion=lstSolicitud>

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia. (2014). Los 10 desastres naturales que marcaron al país. Bogotá: IDEAM.

Kabat, P. y Schik, H. (2003). Climate Changes the Water Rules: How water managers can cope with today's climate variability and tomorrow's climate change. Liverpool: Dialogue on Water and Climate.

Lee K., Ho Yao-Hsien, y Chyan Yuh-Ju. (2006). Bridge blockage and overbank flow simulations using HEC-RAS in the Keelung River during the 2001 Nari typhoon. Journal Hydrology Engineering. 132(3): 319-323.

Márquez, A. y Guevara, E. (2006). Aplicación de los modelos HEC en el análisis de variables hidrológico-ambientales. Caso de estudio de zonificación de las manchas de inundación en la cuenca del río Urama – Estado Carabobo. Naguanagua, Venezuela.

Martín, J. (2007). Ingeniería de Ríos. Bogotá: Alfaomega.

Movimiento Tzuk Kim Pop. (2006). ¿Por que tanta destrucción? Ensayo sobre la naturaleza y la visibilidad de la cotidianidad, la negligencia y la exclusión regional: el caso del altiplano occidental en la tormenta asociada Stan. Quetzaltenango: Movimiento Tzuk Kim Pop.

Revista semana. (2010). Diez emergencias que dejó el invierno. Recuperado de: <http://www.semana.com/nacion/articulo/diez-emergencias-dejo-invierno/246163-3>

Sabino, C. (2002). Metodología de la investigación. Una introducción teórica – práctica. Caracas: UCV. Facultad de Ciencias Económicas y Sociales.

Saborio, J. (2015). Metodología para la gestión de cuencas hidrográficas siguiendo el enfoque del riesgo integral – el cambio climático y la adaptación. Recuperado de: [http://www.pnuma.org/agua-miaac/REGIONAL/MATERIAL%20ADICIONAL/BIBLIOGRAFIA-WEBGRAFIA%20\(2\)/Metodologia%20de%20Gestion%20de%20Cuencas%20con%20efoque%20de%20riesgos.pdf](http://www.pnuma.org/agua-miaac/REGIONAL/MATERIAL%20ADICIONAL/BIBLIOGRAFIA-WEBGRAFIA%20(2)/Metodologia%20de%20Gestion%20de%20Cuencas%20con%20efoque%20de%20riesgos.pdf)

Sánchez, J. (1997). Simulación de flujo en cauces naturales con asistencia de información geográfica (SIG). Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela.

Smith, R. y Vélez, M. (1997). Hidrología de Antioquia, Universidad Nacional de Colombia. Medellín, Colombia.

Venezuela. Ministerio de Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables (2012). Hojas 5739-III-NE; 5739-III-NO; 5739-IV-NE; 5739-IV-SE; 5739-IV-NO; 5739-IV-SO; 5740-III-SE y 5740-III-SO. [Escala 1:25000]. Estado Tachira: MARN.

Yochum, S., Goertz, L. y Jones, P. (2008). Case study of the Big Bay dam failure: accuracy and comparison of breach predictions. Journal Hydrology Engineering. 134(9): 1285-1293.

Zheleznykov, V. (1966). Hidrometría. Leningrado - URSS., Hidrometeoizdat, pp. 591-592.

ANEXOS

Anexo A. Información Topográfica

Topografía suministrada por la **Empresa C.I.M.A. S.A.**

- Plano N°1. Planta General
- Plano N°2. Planta y Perfil N1-19
- Plano N°3. Planta y Perfil N2-19
- Plano N°4. Planta y Perfil N3-19
- Plano N°5. Planta y Perfil N4-19
- Plano N°6. Planta y Perfil N5-19
- Plano N°7. Planta y Perfil N6-19
- Plano N°8. Planta y Perfil N7-19
- Plano N°9. Planta y Perfil N8-19
- Plano N°10. Planta y Perfil N9-19
- Plano N°11. Planta y Perfil N10-19
- Plano N°12. Planta y Perfil N11-19
- Plano N°13. Planta y Perfil N12-19
- Plano N°14. Planta y Perfil N13-19
- Plano N°15. Planta y Perfil N14-19
- Plano N°16. Planta y Perfil N15-19
- Plano N°17. Planta y Perfil N16-19
- Plano N°18. Planta y Perfil N17-19
- Plano N°19. Planta y Perfil N18-19
- Plano N°20. Planta y Perfil N19-19

Anexo B. Análisis de la Información climatológica

a) Caudales máximos instantáneos para la estación la Hamaca.

CAUDALES MAXIMOS PARA LA ESTACION LA HAMACA																				
SERIAL	ESTACION	CODIGO	PARAMETRO	UNIDADES	RIO	AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICEMBRE	LATITUD	LONGITUD
382	LA HAMACA	8102	GAS MAX IN	m3/s	TACHIRA	1971	-	-	-	-	-	90.8	105.2	81.2	62.4	29.5	155.7	15.6	7.7008	-72.47
382	LA HAMACA	8102	GAS MAX IN	m3/s	TACHIRA	1972	134.4	44.5	42.6	191.8	69.1	58.7	64.3	30.1	7.8	31.7	74.8	5.4	7.7008	-72.47
382	LA HAMACA	8102	GAS MAX IN	m3/s	TACHIRA	1973	15.3	9.5	7.2	12.1	19.9	39.9	52	29.6	88.5	39.9	153.5	57.4	7.7008	-72.47
382	LA HAMACA	8102	GAS MAX IN	m3/s	TACHIRA	1974	37.7	23.6	19.6	38.4	99.1	20.9	36.2	22.6	63	48.8	70.9	8.6	7.7008	-72.47
382	LA HAMACA	8102	GAS MAX IN	m3/s	TACHIRA	1975	2.85	2.21	13.75	162.05	214.28	155.9	199.25	17.4	70.88	35.72	168.38	997.6	7.7008	-72.47
382	LA HAMACA	8102	GAS MAX IN	m3/s	TACHIRA	1976	38.77	-	72.55	-	-	-	-	-	-	-	110.52	15.75	7.7008	-72.47
382	LA HAMACA	8102	GAS MAX IN	m3/s	TACHIRA	1977	4.19	3.47	-	40.91	17.97	171.62	57.09	31.05	11.11	32.86	32.86	3	7.7008	-72.47
382	LA HAMACA	8102	GAS MAX IN	m3/s	TACHIRA	1979	5.23	1.98	5.7	206.66	77.76	144.14	37.73	47.87	81.39	149.93	57.09	103.7	7.7008	-72.47
382	LA HAMACA	8102	GAS MAX IN	m3/s	TACHIRA	1980	9.24	23.83	5.01	21.07	37.73	185.04	37.73	35.72	35.72	37.73	61.44	10.33	7.7008	-72.47
382	LA HAMACA	8102	GAS MAX IN	m3/s	TACHIRA	1981	1.75	2.14	4.83	143.17	474.46	68.26	28.05	44.2	220.01	78.8	64.35	28.05	7.7008	-72.47
382	LA HAMACA	8102	GAS MAX IN	m3/s	TACHIRA	1982	36.08	17.42	26.02	188.88	188.88	168.71	41.36	23.17	180.61	143.17	37.35	6.65	7.7008	-72.47
382	LA HAMACA	8102	GAS MAX IN	m3/s	TACHIRA	1983	50.31	3.74	15.31	188.88	78.8	72.34	139.77	78.8	70.28	27.02	27.02	6.15	7.7008	-72.47
382	LA HAMACA	8102	GAS MAX IN	m3/s	TACHIRA	1984	5.68	30.19	2.86	17.42	111.74	114.63	111.74	114.63	100.7	55.28	-	-	7.7008	-72.47

b) Caudales máximos instantáneos para la estación Puente Alianza.

CAUDALES MAXIMOS PARA LA ESTACION PUENTE ALIANZA																				
SERIAL	ESTACION	CODIGO	PARAMETRO	UNIDADES	RIO	AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICEMBRE	LATITUD	LONGITUD
387	PUENTE ALIANZA	8102	GAS MAX IN	m3/s	TACHIRA	1971	-	-	-	-	-	-	55.4	50	47.6	14	59.6	8	7.5888	-72.45
387	PUENTE ALIANZA	8102	GAS MAX IN	m3/s	TACHIRA	1972	84	25.3	36.5	103.1	84	65.7	68.6	46.4	14	59	27.9	9.7	7.5888	-72.45
387	PUENTE ALIANZA	8102	GAS MAX IN	m3/s	TACHIRA	1973	12.4	5.5	1.1	14	19.3	33.8	36.5	24.6	64.2	22.1	91.8	39.2	7.5888	-72.45
387	PUENTE ALIANZA	8102	GAS MAX IN	m3/s	TACHIRA	1974	35	22.3	19.6	37	81.7	17.4	30.2	20.8	63.6	70.5	69.6	4.1	7.5888	-72.45
387	PUENTE ALIANZA	8102	GAS MAX IN	m3/s	TACHIRA	1975	2.21	1.29	8.25	69.62	67.1	58.7	67.1	13.63	43.69	30.55	47.78	68.5	7.5888	-72.45
387	PUENTE ALIANZA	8102	GAS MAX IN	m3/s	TACHIRA	1976	33.8	45.7	54.4	88.6	60.1	99.2	61	-	60.1	74.3	80.6	16.3	7.5888	-72.45
387	PUENTE ALIANZA	8102	GAS MAX IN	m3/s	TACHIRA	1977	1.7	0.8	-	-	22	71.3	37.6	26.1	-	31	53.4	-	7.5888	-72.45
387	PUENTE ALIANZA	8102	GAS MAX IN	m3/s	TACHIRA	1979	4.78	1.27	3.88	106.76	61.32	87.72	34.89	41.48	76.5	89.67	57.45	76.79	7.5888	-72.45
387	PUENTE ALIANZA	8102	GAS MAX IN	m3/s	TACHIRA	1980	4.78	20.63	3.89	24.57	42.32	101.34	32.12	33.84	33.84	39.21	60	8.28	7.5888	-72.45
387	PUENTE ALIANZA	8102	GAS MAX IN	m3/s	TACHIRA	1981	2.22	4.41	9.76	83.29	115.08	56.14	12.39	31.31	85.32	58.3	51.29	9.93	7.5888	-72.45
387	PUENTE ALIANZA	8102	GAS MAX IN	m3/s	TACHIRA	1982	26.51	13.28	20.57	101.67	111.02	98.66	29.82	14.52	114.24	59.29	22.08	5.74	7.5888	-72.45
387	PUENTE ALIANZA	8102	GAS MAX IN	m3/s	TACHIRA	1983	26.23	1.72	8.76	91.62	62.95	50.95	80.35	56.44	51.62	20.78	21.21	4.46	7.5888	-72.45
387	PUENTE ALIANZA	8102	GAS MAX IN	m3/s	TACHIRA	1984	3.7	21.21	1.15	17.1	76.21	73.78	77.85	51.62	61.47	37.87	319.69	15.72	7.5888	-72.45
387	PUENTE ALIANZA	8102	GAS MAX IN	m3/s	TACHIRA	1985	7.82	21.77	59.4	-	-	-	12.59	-	123.99	104.06	46.97	-	7.5888	-72.45
387	PUENTE ALIANZA	8102	GAS MAX IN	m3/s	TACHIRA	1989	-	-	-	-	-	77.59	65.17	7.98	64.14	16.44	17.38	37.96	7.5888	-72.45
387	PUENTE ALIANZA	8102	GAS MAX IN	m3/s	TACHIRA	1990	3.52	27.12	11.62	114.61	91.67	86.54	71.68	28.38	16.66	79.41	12.43	49.55	7.5888	-72.45

c) Caudales máximos instantáneos para la estación El Tama.

CAUDALES MAXIMOS PARA LA ESTACION EL TAMA													
AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	VR ANUAL
1994	0.076	0.094	0.088	0.55	0.818	0.425	0.79	0.93	0.93	1.038	0.208	0.136	1.04
1995	0.16	0.038	0.22	0.678	0.196	1.254	0.966	1.038					1.25
1996	0.269	1.001	0.488	2.528	3.595	2.528	3.519	3.595	1.048	1.978	1.978	1.048	3.6
1997	1.84	3.368	0.514	0.827	1.326	1.326	1.634	0.653	0.286	0.462	0.514	0.955	3.37
1998	0.043	0.135	0.236	3.216	3.216	3.216	3.216	4.73	2.941	1.634	2.528	2.666	4.73
1999	1.634	2.528	1.686				1.233	1.84	1.326	4.579	0.862	0.115	4.58
2000	0.135	0.252	0.462	1.326	2.528	1.048	1.634	1.001	1.84	1.84	0.286	0.723	2.53
2001	0.005	0.007	0.036										0.04
2006							0.886	1.67	0.428	1.67	0.988	0.239	1.67
2007	0.165	0.049	0.184	0.239	0.988	2.108	1.67	1.05	2.02	1.175	0.732	0.461	2.11
2008	0.313	0.239	0.083	1.05	2.658	3.208	2.108	1.67	2.658				3.21
2009					1.175	1.447	1.758	2.328	1.299	1.447	2.878	0.363	2.88

d) Análisis de datos dudosos

CAUDALES MAXIMOS ESTACION LA HAMACA (m3/s)			
Nº	AÑO	Q _{MAX}	LOG (Q _{MAX})
1	1971	155.70	2.192
2	1972	191.80	2.283
3	1973	153.50	2.186
4	1974	99.10	1.996
5	1975	997.60	2.999
6	1976	110.52	2.043
7	1977	171.62	2.235
8	1979	206.66	2.315
9	1980	185.04	2.267
10	1981	474.46	2.676
11	1982	188.88	2.276
12	1983	188.88	2.276
13	1984	114.63	2.059

MEDIA =	2.29
DESVIACION =	0.27
Nº DATOS =	13
Kn =	2.175

Y _H =	2.881
Y _L =	1.705

Q _{MAX} =	759.773
Q _{MIN} =	50.658

CAUDALES MAXIMOS ESTACION LA

HAMACA (m3/s)			
N°	AÑO	Q _{MAX}	LOG (Q _{MAX})
1	1971	155.70	2.192
2	1972	191.80	2.283
3	1973	153.50	2.186
4	1974	99.10	1.996
5	1976	110.52	2.043
6	1977	171.62	2.235
7	1979	206.66	2.315
8	1980	185.04	2.267
9	1981	474.46	2.676
10	1982	188.88	2.276
11	1983	188.88	2.276
12	1984	114.63	2.059

MEDIA	186.73	2.23
DES. EST. =	97.33	0.17
COEF. ASIMETRIA =		1.25
K =		0.21

CAUDALES MAXIMOS ESTACION PUENTE
ALIANZA (m3/s)

N°	AÑO	Q _{MAX}	LOG (Q _{MAX})
1	1971	59.60	1.775
2	1972	103.10	2.013
3	1973	91.80	1.963
4	1974	81.70	1.912
5	1975	69.62	1.843
6	1976	99.20	1.997
7	1977	71.30	1.853
8	1979	106.76	2.028
9	1980	101.34	2.006
10	1981	115.08	2.061
11	1982	114.24	2.058
12	1983	91.62	1.962
13	1984	319.69	2.505
14	1985	123.99	2.093
15	1989	77.59	1.890
16	1990	114.61	2.059

MEDIA = 2.00

DESVIACION
= 0.16

N° DATOS = 16

Kn = 2.279

Y_H = 2.371

Y_L = 1.632

Q_{MAX} = 234.825

Q_{MIN} = 42.807

CAUDALES MAXIMOS ESTACION PUENTE ALIANZA (m3/s)			
Nº	AÑO	Q _{MAX}	LOG (Q _{MAX})
1	1971	59.60	1.775
2	1972	103.10	2.013
3	1973	91.80	1.963
4	1974	81.70	1.912
5	1975	69.62	1.843
6	1976	99.20	1.997
7	1977	71.30	1.853
8	1979	106.76	2.028
9	1980	101.34	2.006
10	1981	115.08	2.061
11	1982	114.24	2.058
12	1983	91.62	1.962
13	1985	123.99	2.093
14	1989	77.59	1.890
15	1990	114.61	2.059

MEDIA	94.77	1.97
DES. EST. =	19.31	0.09
COEF. ASIMETRIA =		-0.64
K =		-0.11

CAUDALES MAXIMOS ESTACION EL TAMA (m3/s)			
N°	AÑO	Q _{MAX}	LOG (Q _{MAX})
1	1994	1.04	0.016
2	1995	1.25	0.098
3	1996	3.60	0.556
4	1997	3.37	0.527
5	1998	4.73	0.675
6	1999	4.58	0.661
7	2000	2.53	0.403
8	2001	0.04	-1.444
9	2006	1.67	0.223
10	2007	2.11	0.324
11	2008	3.21	0.506
12	2009	2.88	0.459

MEDIA =	0.25
DESVIACION =	0.57
N° DATOS =	12
Kn =	2.134

Y _H =	1.472
Y _L =	-0.971

Q _{MAX} =	29.647
Q _{MIN} =	0.107

CAUDALES MAXIMOS ESTACION EL

TAMA (m ³ /s)			
N°	AÑO	Q _{MAX}	LOG (Q _{MAX})
1	1994	1.04	0.016
2	1995	1.25	0.098
3	1996	3.60	0.556
4	1997	3.37	0.527
5	1998	4.73	0.675
6	1999	4.58	0.661
7	2000	2.53	0.403
8	2006	1.67	0.223
9	2007	2.11	0.324
10	2008	3.21	0.506
11	2009	2.88	0.459

MEDIA	2.81	0.40
DES. EST. =	1.24	0.22
COEF. ASIMETRIA =		-0.60

e) Valores de Kn para la prueba de datos dudosos

Tamaño de muestra n	K_n						
10	2.036	24	2.467	38	2.661	60	2.837
11	2.088	25	2.486	39	2.671	65	2.866
12	2.134	26	2.502	40	2.682	70	2.893
13	2.175	27	2.519	41	2.692	75	2.917
14	2.213	28	2.534	42	2.700	80	2.940
15	2.247	29	2.549	43	2.710	85	2.961
16	2.279	30	2.563	44	2.719	90	2.981
17	2.309	31	2.577	45	2.727	95	3.000
18	2.335	32	2.591	46	2.736	100	3.017
19	2.361	33	2.604	47	2.744	110	3.049
20	2.385	34	2.616	48	2.753	120	3.078
21	2.408	35	2.628	49	2.760	130	3.104
22	2.429	36	2.639	50	2.768	140	3.129
23	2.448	37	2.650	55	2.804		

f) Pruebas de bondad de ajuste de datos

PRUEBA DE BONDAD KOLMOGOROV SMIRNOV PARA LA ESTACION LA HAMACA									
N°	AÑO	Q _{MAX} (m3/s)	DISTRIBUCION DE VALORES EXTREMOS			DISTRIBUCION NORMAL			
			Fn(Xi)	F(Xi)	Dc	Z	q	F(Xi)	Dc
1	1974.00	99.10	0.077	0.168	0.091	-0.900	0.770	0.184	0.107
2	1976.00	110.52	0.154	0.216	0.062	-0.783	0.793	0.217	0.063
3	1984.00	114.63	0.231	0.234	0.003	-0.741	0.802	0.229	0.001
4	1973.00	153.50	0.308	0.419	0.111	-0.341	0.898	0.366	0.059
5	1971.00	155.70	0.385	0.430	0.045	-0.319	0.904	0.375	0.010
6	1977.00	171.62	0.462	0.504	0.042	-0.155	0.951	0.438	0.023
7	1980.00	185.04	0.538	0.563	0.025	-0.017	0.994	0.493	0.045
8	1982.00	188.88	0.615	0.579	0.036	0.022	0.993	0.509	0.107
9	1983.00	188.88	0.692	0.579	0.113	0.022	0.993	0.509	0.184
10	1972.00	191.80	0.769	0.591	0.178	0.052	0.983	0.521	0.248
11	1979.00	206.66	0.846	0.649	0.197	0.205	0.936	0.581	0.265
12	1981.00	474.46	0.923	0.987	0.064	2.956	0.504	0.998	0.075

MEDIA	186.73	d=	0.01317735	0.197
DES. EST. =	97.33	μ =	142.9294375	OK
Dt para nivel de significancia de 0.05 =			0.37543	

0.265
OK

PRUEBA DE BONDAD KOLMOGOROV SMIRNOV PARA LA ESTACION PUENTE ALIANZA									
N°	AÑO	Q _{MAX} (m3/s)	DISTRIBUCION DE VALORES EXTREMOS			DISTRIBUCION NORMAL			
			Fn(Xi)	F(Xi)	Dc	Z	q	F(Xi)	Dc
1	1971.00	59.60	0.063	0.003	0.059	-1.821	0.623	0.034	0.028
2	1975.00	69.62	0.125	0.051	0.074	-1.302	0.698	0.096	0.029
3	1977.00	71.30	0.188	0.069	0.118	-1.215	0.712	0.112	0.075
4	1989.00	77.59	0.250	0.172	0.078	-0.890	0.772	0.187	0.063
5	1974.00	81.70	0.313	0.262	0.050	-0.677	0.816	0.249	0.063
6	1983.00	91.62	0.375	0.501	0.126	-0.163	0.949	0.435	0.060

7	1973.00	91.80	0.438	0.505	0.067	-0.154	0.951	0.439	0.001
8	1976.00	99.20	0.500	0.658	0.158	0.229	0.929	0.591	0.091
9	1980.00	101.34	0.563	0.696	0.133	0.340	0.898	0.633	0.071
10	1972.00	103.10	0.625	0.724	0.099	0.431	0.874	0.667	0.042
11	1979.00	106.76	0.688	0.776	0.089	0.621	0.829	0.733	0.045
12	1982.00	114.24	0.750	0.857	0.107	1.008	0.749	0.843	0.093
13	1990.00	114.61	0.813	0.860	0.048	1.027	0.745	0.848	0.035
14	1981.00	115.08	0.875	0.864	0.011	1.052	0.741	0.854	0.021
15	1985.00	123.99	0.938	0.923	0.015	1.513	0.665	0.935	0.003
	MEDIA	94.77	d=	0.066420938	0.158				0.093
	DES. EST. =	19.31	μ =	86.07984431	OK				OK
	Dt para nivel de significancia de 0.05 =			0.37543					

PRUEBA DE BONDAD KOLMOGOROV SMIRNOV PARA LA ESTACION EL TAMA

N°	AÑO	Q _{MAX} (m3/s)	DISTRIBUCION DE VALORES EXTREMOS			DISTRIBUCION NORMAL			
			Fn(Xi)	F(Xi)	Dc	Z	q	F(Xi)	Dc
1	1994.00	1.04	0.083	0.029	0.054	-1.434	0.677	0.076	0.008
2	1995.00	1.25	0.167	0.059	0.107	-1.260	0.705	0.104	0.063
3	2006.00	1.67	0.250	0.159	0.091	-0.924	0.765	0.178	0.072
4	2007.00	2.11	0.333	0.311	0.022	-0.570	0.841	0.284	0.049
5	2000.00	2.53	0.417	0.470	0.053	-0.231	0.929	0.409	0.008
6	2009.00	2.88	0.500	0.591	0.091	0.052	0.983	0.521	0.021
7	2008.00	3.21	0.583	0.688	0.105	0.318	0.904	0.625	0.041
8	1997.00	3.37	0.667	0.729	0.062	0.447	0.871	0.673	0.006
9	1996.00	3.60	0.750	0.779	0.029	0.630	0.827	0.736	0.014
10	1999.00	4.58	0.833	0.914	0.080	1.425	0.678	0.923	0.090
11	1998.00	4.73	0.917	0.926	0.009	1.547	0.660	0.939	0.022
	MEDIA	2.81	d=	1.035554267	0.107				0.090
	DES. EST. =	1.24	μ=	2.256791139	OK				OK

Dt para nivel de significancia de 0.05 =	0.37543
--	---------

g) Caudales para cada periodo de retorno para cada estacion.

CAUDALES MAXIMOS PARA LA ESTACION LA HAMACA POR DISTRIBUCION NORMAL (m3/s)				
Tr (Años)	p	w	z	Q (m3/s)
2	0.50	1.177	0.000	186.732
2.33	0.43	1.301	0.178	204.067
5	0.20	1.794	0.841	268.631
10	0.10	2.146	1.282	311.483
25	0.04	2.537	1.751	357.165
50	0.02	2.797	2.054	386.667
100	0.01	3.035	2.327	413.198

CAUDALES MAXIMOS PARA LA ESTACION LA HAMACA POR DISTRIBUCION DE VALORES EXTREMOS (m3/s)		
Tr (Años)	K _t	Q (m3/s)
2	-0.164	170.744
2.33	0.001	186.838
5	0.719	256.757
10	1.305	313.706
25	2.044	385.660
50	2.592	439.040
100	3.137	492.026

CAUDALES MAXIMOS PARA LA ESTACION PUENTE ALIANZA POR DISTRIBUCION NORMAL (m3/s)				
Tr (Años)	p	w	z	Q (m3/s)
2	0.50	1.177	0.000	94.770
2.33	0.43	1.301	0.178	98.209
5	0.20	1.794	0.841	111.018
10	0.10	2.146	1.282	119.519
25	0.04	2.537	1.751	128.582
50	0.02	2.797	2.054	134.435
100	0.01	3.035	2.327	139.699

CAUDALES MAXIMOS PARA LA ESTACION PUENTE ALIANZA POR DISTRIBUCION DE VALORES EXTREMOS (m3/s)		
Tr (Años)	K _t	Q (m3/s)
2	-0.164	91.598
2.33	0.001	94.791
5	0.719	108.662
10	1.305	119.960
25	2.044	134.236
50	2.592	144.826
100	3.137	155.338

CAUDALES MAXIMOS PARA LA ESTACION EL

TAMA POR DISTRIBUCION NORMAL (m3/s)				
Tr (Años)	p	w	z	Q (m3/s)
2	0.50	1.177	0.000	2.814
2.33	0.43	1.301	0.178	3.035
5	0.20	1.794	0.841	3.856
10	0.10	2.146	1.282	4.402
25	0.04	2.537	1.751	4.983
50	0.02	2.797	2.054	5.358
100	0.01	3.035	2.327	5.696

CAUDALES MAXIMOS PARA LA ESTACION EL TAMA POR DISTRIBUCION DE VALORES EXTREMOS (m3/s)		
Tr (Años)	K _t	Q (m3/s)
2	-0.164	2.611
2.33	0.001	2.816
5	0.719	3.705
10	1.305	4.430
25	2.044	5.346
50	2.592	6.025
100	3.137	6.699

Anexo C. Resultados del Modelo Hec – Ras

a) Modelación hidráulica sector del Escobal.

Reach	RiverSta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	VelChnl	FlowArea	Top Width	Froude # Chl
			(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
RIO TACHIRA	39	Tr = 2 años	337.48	373.86	376.64		376.81	0.004919	1.96	210	196.88	0.45
RIO TACHIRA	39	Tr = 2.33 años	366.48	373.86	376.71		376.89	0.00495	2.02	225.67	211.75	0.45
RIO TACHIRA	39	Tr = 5 años	492.24	373.86	377		377.2	0.004928	2.2	295.1	259.85	0.46
RIO TACHIRA	39	Tr = 10 años	594.73	373.86	377.18		377.39	0.004894	2.3	342.94	259.85	0.46
RIO TACHIRA	39	Tr = 25 años	724.19	373.86	377.38		377.61	0.004917	2.43	395.73	259.85	0.47
RIO TACHIRA	39	Tr = 50 años	820.21	373.86	377.52		377.76	0.004953	2.52	431.14	259.85	0.48
RIO TACHIRA	39	Tr = 100 años	915.56	373.86	377.65		377.9	0.005002	2.61	463.76	259.85	0.48

Reach	RiverSta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	VelChnl	FlowArea	Top Width	Froude # Chl
			(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
RIO TACHIRA	37	Tr = 2 años	337.48	372.96	375.42	375.08	375.82	0.013144	2.81	126.68	120.36	0.71
RIO TACHIRA	37	Tr = 2.33 años	366.48	372.96	375.5	375.19	375.92	0.013057	2.89	136.39	132.05	0.71
RIO TACHIRA	37	Tr = 5 años	492.24	372.96	375.84	375.6	376.28	0.011498	3.06	187.87	172.99	0.69
RIO TACHIRA	37	Tr = 10 años	594.73	372.96	376.07	375.84	376.52	0.010658	3.17	231.78	210.5	0.67
RIO TACHIRA	37	Tr = 25 años	724.19	372.96	376.34	376.09	376.78	0.009344	3.2	293.56	235.53	0.64
RIO TACHIRA	37	Tr = 50 años	820.21	372.96	376.51	376.27	376.95	0.008703	3.23	335.21	243.76	0.63
RIO TACHIRA	37	Tr = 100 años	915.56	372.96	376.66	376.39	377.1	0.008339	3.27	372.55	250.9	0.62
RIO	36	Tr = 2 años	337.4	372.86	374.76		375.13	0.01409	2.69	126.2	90.8	0.72

Reach	RiverSta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	VelChnl	FlowArea	Top Width	Froude # Chl
			(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
TACHIRA			8					1				
RIO TACHIRA	36	Tr = 2.33 años	366.48	372.86	374.83		375.23	0.014313	2.79	132.67	92.05	0.73
RIO TACHIRA	36	Tr = 5 años	492.24	372.86	375.11		375.61	0.01573	3.14	159.66	112.3	0.78
RIO TACHIRA	36	Tr = 10 años	594.73	372.86	375.29	375	375.87	0.016065	3.4	182.07	134.65	0.8
RIO TACHIRA	36	Tr = 25 años	724.19	372.86	375.5	375.33	376.17	0.016092	3.66	213.74	164.29	0.81
RIO TACHIRA	36	Tr = 50 años	820.21	372.86	375.65	375.55	376.36	0.015882	3.8	239.47	184.12	0.82
RIO TACHIRA	36	Tr = 100 años	915.56	372.86	375.79	375.73	376.53	0.01549	3.92	266.86	203.12	0.82
RIO TACHIRA	35	Tr = 2 años	337.48	371.99	374.39		374.59	0.007196	2.01	172.42	133.15	0.52

Reach	RiverSta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	VelChnl	FlowArea	Top Width	Froude # Chl
			(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
RIO TACHIRA	35	Tr = 2.33 años	366.48	371.99	374.47		374.68	0.007088	2.07	183.52	138.8	0.52
RIO TACHIRA	35	Tr = 5 años	492.24	371.99	374.78		375.04	0.006858	2.28	229.31	156.99	0.53
RIO TACHIRA	35	Tr = 10 años	594.73	371.99	374.99		375.28	0.00675	2.43	263.37	159.27	0.53
RIO TACHIRA	35	Tr = 25 años	724.19	371.99	375.23		375.56	0.006806	2.62	302.45	173.29	0.54
RIO TACHIRA	35	Tr = 50 años	820.21	371.99	375.39		375.75	0.006844	2.74	330.5	182.43	0.55
RIO TACHIRA	35	Tr = 100 años	915.56	371.99	375.53		375.92	0.006882	2.85	357.72	190.72	0.56
RIO TACHIRA	34	Tr = 2 años	337.48	371.91	374.08		374.26	0.006005	1.85	185.41	135.73	0.47
RIO	34	Tr = 2.33	366.4	371.91	374.17		374.35	0.00588	1.89	197.88	140.59	0.47

Reach	RiverSta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	VelChnl	FlowArea	Top Width	Froude # Chl
			(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
TACHIRA		años	8					3				
RIO TACHIRA	34	Tr = 5 años	492.24	371.91	374.51		374.72	0.005538	2.08	247.75	158.58	0.47
RIO TACHIRA	34	Tr = 10 años	594.73	371.91	374.73		374.97	0.005525	2.23	284.45	173.59	0.48
RIO TACHIRA	34	Tr = 25 años	724.19	371.91	374.97		375.25	0.005535	2.4	328.05	182.3	0.49
RIO TACHIRA	34	Tr = 50 años	820.21	371.91	375.13		375.43	0.00557	2.51	357.91	189.08	0.5
RIO TACHIRA	34	Tr = 100 años	915.56	371.91	375.28		375.61	0.005609	2.61	386.57	196.28	0.5
RIO TACHIRA	33	Tr = 2 años	337.48	370.99	373.85		374	0.004258	1.74	202.49	145.33	0.41
RIO TACHIRA	33	Tr = 2.33 años	366.48	370.99	373.94		374.1	0.004231	1.78	216.43	152.83	0.41

Reach	RiverSta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	VelChnl	FlowArea	Top Width	Froude # Chl
			(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
RIO TACHIRA	33	Tr = 5 años	492.24	370.99	374.28		374.47	0.004253	1.96	274.32	182.05	0.42
RIO TACHIRA	33	Tr = 10 años	594.73	370.99	374.51		374.72	0.004207	2.08	317.1	190.48	0.43
RIO TACHIRA	33	Tr = 25 años	724.19	370.99	374.76		374.99	0.00426	2.24	364.93	199.49	0.44
RIO TACHIRA	33	Tr = 50 años	820.21	370.99	374.92		375.17	0.004328	2.34	397.53	206.12	0.45
RIO TACHIRA	33	Tr = 100 años	915.56	370.99	375.07		375.34	0.0044	2.44	428.54	213.95	0.45
RIO TACHIRA	32	Tr = 2 años	337.48	370.87	373.66		373.8	0.003587	1.64	215.98	161	0.38
RIO TACHIRA	32	Tr = 2.33 años	366.48	370.87	373.76		373.9	0.003559	1.69	231.89	171.89	0.38
RIO	32	Tr = 5 años	492.2	370.87	374.1		374.27	0.00366	1.85	296.24	196.27	0.39

Reach	RiverSta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	VelChnl	FlowArea	Top Width	Froude # Chl
			(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
TACHIRA			4					5				
RIO TACHIRA	32	Tr = 10 años	594.73	370.87	374.34		374.52	0.003585	1.95	343.98	208.59	0.4
RIO TACHIRA	32	Tr = 25 años	724.19	370.87	374.58		374.79	0.00362	2.09	397.33	224.29	0.4
RIO TACHIRA	32	Tr = 50 años	820.21	370.87	374.74		374.96	0.003674	2.19	434.02	233.44	0.41
RIO TACHIRA	32	Tr = 100 años	915.56	370.87	374.89		375.13	0.003729	2.28	468.96	241.59	0.42
RIO TACHIRA	31	Tr = 2 años	337.48	369.99	373.56		373.65	0.002099	1.38	255.44	167.51	0.3
RIO TACHIRA	31	Tr = 2.33 años	366.48	369.99	373.65		373.75	0.002138	1.43	272.09	185.18	0.3
RIO TACHIRA	31	Tr = 5 años	492.24	369.99	373.99		374.11	0.002298	1.61	342.08	215.8	0.32

Reach	RiverSta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	VelChnl	FlowArea	Top Width	Froude # Chl
			(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
RIO TACHIRA	31	Tr = 10 años	594.73	369.99	374.22		374.36	0.002439	1.72	393.55	226.88	0.33
RIO TACHIRA	31	Tr = 25 años	724.19	369.99	374.46		374.62	0.002543	1.86	450.71	244.74	0.34
RIO TACHIRA	31	Tr = 50 años	820.21	369.99	374.62		374.79	0.002629	1.96	490.1	254.69	0.35
RIO TACHIRA	31	Tr = 100 años	915.56	369.99	374.76		374.95	0.002708	2.05	527.52	262.97	0.36
RIO TACHIRA	30	Tr = 2 años	337.48	369.95	373.44		373.54	0.002377	1.42	252.52	210.94	0.31
RIO TACHIRA	30	Tr = 2.33 años	366.48	369.95	373.53		373.64	0.002389	1.46	273.42	221.52	0.32
RIO TACHIRA	30	Tr = 5 años	492.24	369.95	373.87		373.99	0.002433	1.61	348.18	224.95	0.33
RIO	30	Tr = 10	594.7	369.95	374.1		374.23	0.00246	1.72	400.02	233.09	0.33

Reach	RiverSta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	VelChnl	FlowArea	Top Width	Froude # Chl
			(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
TACHIRA		años	3					6				
RIO TACHIRA	30	Tr = 25 años	724.19	369.95	374.33		374.49	0.002568	1.86	457.56	249.38	0.34
RIO TACHIRA	30	Tr = 50 años	820.21	369.95	374.49		374.66	0.00266	1.95	496.22	257.34	0.35
RIO TACHIRA	30	Tr = 100 años	915.56	369.95	374.63		374.81	0.002747	2.04	532.77	264.64	0.36
RIO TACHIRA	29	Tr = 2 años	337.48	369.92	373.28		373.4	0.003037	1.55	237.58	229.92	0.35
RIO TACHIRA	29	Tr = 2.33 años	366.48	369.92	373.38		373.5	0.002949	1.57	260.6	236.72	0.35
RIO TACHIRA	29	Tr = 5 años	492.24	369.92	373.73		373.86	0.002783	1.69	346.47	262.31	0.35
RIO TACHIRA	29	Tr = 10 años	594.73	369.92	373.96		374.1	0.00269	1.77	409.8	274.1	0.35

Reach	RiverSta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	VelChnl	FlowArea	Top Width	Froude # Chl
			(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
RIO TACHIRA	29	Tr = 25 años	724.19	369.92	374.2		374.36	0.002709	1.88	477.02	286.07	0.35
RIO TACHIRA	29	Tr = 50 años	820.21	369.92	374.35		374.52	0.002767	1.97	520.77	293.6	0.36
RIO TACHIRA	29	Tr = 100 años	915.56	369.92	374.49		374.67	0.002821	2.05	561.95	300	0.37
RIO TACHIRA	28	Tr = 2 años	337.48	369.88	372.98		373.19	0.00552	2.05	174.49	125.1	0.47
RIO TACHIRA	28	Tr = 2.33 años	366.48	369.88	373.08		373.3	0.00545	2.1	189.85	182.97	0.47
RIO TACHIRA	28	Tr = 5 años	492.24	369.88	373.44		373.67	0.004931	2.23	269.09	235.36	0.46
RIO TACHIRA	28	Tr = 10 años	594.73	369.88	373.7		373.92	0.004478	2.27	331.44	247.74	0.45
RIO	28	Tr = 25	724.1	369.88	373.94		374.18	0.00440	2.39	392.48	259.29	0.45

Reach	RiverSta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	VelChnl	FlowArea	Top Width	Froude # Chl
			(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
TACHIRA		años	9					2				
RIO TACHIRA	28	Tr = 50 años	820.21	369.88	374.08		374.34	0.004488	2.49	430.07	266.15	0.46
RIO TACHIRA	28	Tr = 100 años	915.56	369.88	374.21		374.48	0.004576	2.59	465.21	272.41	0.47
RIO TACHIRA	27	Tr = 2 años	337.48	369.85	372.31		372.74	0.01539	2.89	117.36	86.81	0.75
RIO TACHIRA	27	Tr = 2.33 años	366.48	369.85	372.42		372.85	0.014763	2.92	127.27	96.66	0.74
RIO TACHIRA	27	Tr = 5 años	492.24	369.85	372.79		373.27	0.012581	3.11	169.32	129.86	0.71
RIO TACHIRA	27	Tr = 10 años	594.73	369.85	373.03	372.71	373.55	0.01202	3.28	203.36	183.32	0.71
RIO TACHIRA	27	Tr = 25 años	724.19	369.85	373.29	372.94	373.82	0.010948	3.38	260.8	233.63	0.69

Reach	RiverSta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	VelChnl	FlowArea	Top Width	Froude # Chl
			(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
RIO TACHIRA	27	Tr = 50 años	820.21	369.85	373.46	373.31	373.99	0.010384	3.43	300.04	241.86	0.68
RIO TACHIRA	27	Tr = 100 años	915.56	369.85	373.6	373.44	374.14	0.010042	3.5	335.33	249.02	0.67
RIO TACHIRA	26	Tr = 2 años	337.48	368.99	372.1		372.3	0.004316	1.99	170.43	92.6	0.43
RIO TACHIRA	26	Tr = 2.33 años	366.48	368.99	372.21		372.42	0.004324	2.06	181.16	104.48	0.43
RIO TACHIRA	26	Tr = 5 años	492.24	368.99	372.58		372.85	0.004585	2.34	228.28	151.88	0.45
RIO TACHIRA	26	Tr = 10 años	594.73	368.99	372.81		373.13	0.004859	2.54	266.38	180.97	0.47
RIO TACHIRA	26	Tr = 25 años	724.19	368.99	373.05		373.41	0.005177	2.76	319.05	235.6	0.49
RIO	26	Tr = 50	820.2	368.99	373.19		373.58	0.00539	2.9	353.68	242.81	0.51

Reach	RiverSta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	VelChnl	FlowArea	Top Width	Froude # Chl
			(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
TACHIRA		años	1					3				
RIO TACHIRA	26	Tr = 100 años	915.56	368.99	373.32		373.73	0.005659	3.05	383.56	248.87	0.52
RIO TACHIRA	25	Tr = 2 años	337.48	368.89	371.9		372.09	0.004002	1.92	178.86	91.88	0.41
RIO TACHIRA	25	Tr = 2.33 años	366.48	368.89	372.01		372.21	0.004134	2	188.63	112.8	0.42
RIO TACHIRA	25	Tr = 5 años	492.24	368.89	372.37		372.62	0.004347	2.26	241.03	173.63	0.44
RIO TACHIRA	25	Tr = 10 años	594.73	368.89	372.59		372.88	0.004616	2.45	283.58	214.32	0.46
RIO TACHIRA	25	Tr = 25 años	724.19	368.89	372.81		373.15	0.005042	2.69	335.85	296.11	0.49
RIO TACHIRA	25	Tr = 50 años	820.21	368.89	372.96		373.31	0.005121	2.8	380.08	301.32	0.49

Reach	RiverSta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	VelChnl	FlowArea	Top Width	Froude # Chl
			(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
RIO TACHIRA	25	Tr = 100 años	915.56	368.89	373.08		373.45	0.005272	2.91	416.31	301.32	0.51
RIO TACHIRA	24	Tr = 2 años	337.48	368.79	371.5		371.8	0.008554	2.44	143.4	103.4	0.58
RIO TACHIRA	24	Tr = 2.33 años	366.48	368.79	371.6		371.91	0.008428	2.48	154.86	111.44	0.58
RIO TACHIRA	24	Tr = 5 años	492.24	368.79	371.97		372.32	0.008177	2.7	204.11	166.11	0.59
RIO TACHIRA	24	Tr = 10 años	594.73	368.79	372.17		372.57	0.008307	2.89	241.71	204.81	0.6
RIO TACHIRA	24	Tr = 25 años	724.19	368.79	372.38		372.82	0.008436	3.08	289.85	243.13	0.61
RIO TACHIRA	24	Tr = 50 años	820.21	368.79	372.53	372.18	372.98	0.008372	3.18	328.79	300	0.62
RIO	24	Tr = 100	915.5	368.79	372.66	372.39	373.12	0.00822	3.25	367.93	300	0.61

Reach	RiverSta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	VelChnl	FlowArea	Top Width	Froude # Chl
			(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
TACHIRA		años	6					3				
RIO TACHIRA	23	Tr = 2 años	337.48	368	371.08		371.37	0.008344	2.37	142.59	85.21	0.57
RIO TACHIRA	23	Tr = 2.33 años	366.48	368	371.18		371.48	0.008604	2.43	151.57	96.21	0.58
RIO TACHIRA	23	Tr = 5 años	492.24	368	371.55		371.9	0.008697	2.65	198.22	186.02	0.6
RIO TACHIRA	23	Tr = 10 años	594.73	368	371.76		372.14	0.008569	2.81	240.51	216.78	0.6
RIO TACHIRA	23	Tr = 25 años	724.19	368	371.97		372.39	0.008474	2.98	288.95	228.13	0.61
RIO TACHIRA	23	Tr = 50 años	820.21	368	372.12	371.81	372.55	0.008472	3.09	322.92	289.72	0.61
RIO TACHIRA	23	Tr = 100 años	915.56	368	372.25	371.93	372.7	0.008389	3.18	362.11	300	0.61

Reach	RiverSta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	VelChnl	FlowArea	Top Width	Froude # Chl
			(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
RIO TACHIRA	21	Tr = 2 años	337.48	367.89	370.42		370.61	0.005806	1.96	174.1	113.23	0.47
RIO TACHIRA	21	Tr = 2.33 años	366.48	367.89	370.51		370.71	0.005826	2.02	184.96	121.93	0.48
RIO TACHIRA	21	Tr = 5 años	492.24	367.89	370.85		371.1	0.005732	2.24	233.06	161.42	0.49
RIO TACHIRA	21	Tr = 10 años	594.73	367.89	371.08		371.36	0.005807	2.41	274.74	221.61	0.5
RIO TACHIRA	21	Tr = 25 años	724.19	367.89	371.32		371.63	0.00576	2.56	333.73	265.6	0.51
RIO TACHIRA	21	Tr = 50 años	820.21	367.89	371.47		371.79	0.005705	2.65	374.44	265.6	0.51
RIO TACHIRA	21	Tr = 100 años	915.56	367.89	371.61		371.95	0.005681	2.73	411.14	265.6	0.51
RIO	20	Tr = 2 años	337.4	366.97	370.04	369.15	370.23	0.00445	1.9	183.87	110.13	0.42

Reach	RiverSta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	VelChnl	FlowArea	Top Width	Froude # Chl
			(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
RIO TACHIRA	18	Tr = 2 años	337.48	366.84	369.62		369.79	0.004941	1.83	196.13	153.61	0.44
RIO TACHIRA	18	Tr = 2.33 años	366.48	366.84	369.69		369.87	0.005105	1.91	206.73	162.03	0.45
RIO TACHIRA	18	Tr = 5 años	492.24	366.84	369.94		370.17	0.005757	2.2	251.11	193.3	0.49
RIO TACHIRA	18	Tr = 10 años	594.73	366.84	370.11		370.38	0.006081	2.37	286.32	204.87	0.51
RIO TACHIRA	18	Tr = 25 años	724.19	366.84	370.31		370.61	0.006317	2.55	329.2	225.92	0.52
RIO TACHIRA	18	Tr = 50 años	820.21	366.84	370.45		370.77	0.006413	2.67	361.81	247.91	0.53
RIO TACHIRA	18	Tr = 100 años	915.56	366.84	370.58		370.92	0.006518	2.78	394.21	267.95	0.54
RIO	17	Tr = 2 años	337.4	366.76	369.33		369.5	0.00656	1.87	192.74	182.93	0.49

Reach	RiverSta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	VelChnl	FlowArea	Top Width	Froude # Chl
			(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
TACHIRA			8									
RIO TACHIRA	17	Tr = 2.33 años	366.48	366.76	369.39		369.57	0.006712	1.94	204.06	193.34	0.5
RIO TACHIRA	17	Tr = 5 años	492.24	366.76	369.62		369.85	0.0071	2.18	250.94	203.88	0.53
RIO TACHIRA	17	Tr = 10 años	594.73	366.76	369.78		370.04	0.007318	2.33	284.63	204.75	0.54
RIO TACHIRA	17	Tr = 25 años	724.19	366.76	369.97		370.26	0.007555	2.51	323.07	205.72	0.56
RIO TACHIRA	17	Tr = 50 años	820.21	366.76	370.1		370.42	0.007773	2.62	350.54	217.51	0.57
RIO TACHIRA	17	Tr = 100 años	915.56	366.76	370.22		370.56	0.007872	2.73	377.15	237.14	0.58
RIO TACHIRA	16	Tr = 2 años	337.48	365.99	369		369.16	0.006984	1.78	199.01	211.66	0.5

Reach	RiverSta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	VelChnl	FlowArea	Top Width	Froude # Chl
			(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
RIO TACHIRA	16	Tr = 2.33 años	366.48	365.99	369.05		369.22	0.007146	1.84	210.28	212.2	0.5
RIO TACHIRA	16	Tr = 5 años	492.24	365.99	369.26		369.47	0.007687	2.08	254.64	214.37	0.54
RIO TACHIRA	16	Tr = 10 años	594.73	365.99	369.41		369.65	0.008012	2.25	286.83	215.89	0.55
RIO TACHIRA	16	Tr = 25 años	724.19	365.99	369.58		369.86	0.008323	2.43	324.26	217.64	0.57
RIO TACHIRA	16	Tr = 50 años	820.21	365.99	369.7		370.01	0.008529	2.55	349.92	218.84	0.59
RIO TACHIRA	16	Tr = 100 años	915.56	365.99	369.81		370.14	0.008719	2.66	374.02	221.28	0.6
RIO TACHIRA	15	Tr = 2 años	337.48	365.97	368.67		368.79	0.006965	1.55	223.9	235.25	0.48
RIO	15	Tr = 2.33	366.4	365.97	368.72		368.85	0.00709	1.61	234.71	235.4	0.49

Reach	RiverSta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	VelChnl	FlowArea	Top Width	Froude # Chl
			(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
TACHIRA		años	8					4				
RIO TACHIRA	15	Tr = 5 años	492.24	365.97	368.9		369.07	0.007607	1.84	276.98	236.01	0.52
RIO TACHIRA	15	Tr = 10 años	594.73	365.97	369.03		369.23	0.007991	2	307.39	236.75	0.54
RIO TACHIRA	15	Tr = 25 años	724.19	365.97	369.18		369.41	0.008436	2.18	342.95	238.94	0.56
RIO TACHIRA	15	Tr = 50 años	820.21	365.97	369.28		369.54	0.008738	2.31	367.36	240.43	0.58
RIO TACHIRA	15	Tr = 100 años	915.56	365.97	369.37		369.66	0.009017	2.42	390.27	241.82	0.59
RIO TACHIRA	14	Tr = 2 años	337.48	365.95	368.25		368.37	0.010217	1.59	213.39	278.84	0.56
RIO TACHIRA	14	Tr = 2.33 años	366.48	365.95	368.28		368.42	0.01033	1.65	224.31	279.34	0.57

Reach	RiverSta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	VelChnl	FlowArea	Top Width	Froude # Chl
			(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
RIO TACHIRA	14	Tr = 5 años	492.24	365.95	368.44		368.62	0.010689	1.86	267.96	281.16	0.59
RIO TACHIRA	14	Tr = 10 años	594.73	365.95	368.56		368.76	0.010767	2	301.33	282.54	0.6
RIO TACHIRA	14	Tr = 25 años	724.19	365.95	368.7		368.94	0.010686	2.15	341.9	284.21	0.61
RIO TACHIRA	14	Tr = 50 años	820.21	365.95	368.79		369.05	0.01098	2.28	366.55	285.23	0.63
RIO TACHIRA	14	Tr = 100 años	915.56	365.95	368.87		369.16	0.011261	2.39	389.6	286.17	0.64
RIO TACHIRA	13	Tr = 2 años	337.48	365.54	367.54		367.72	0.017224	1.88	179.76	250.63	0.71
RIO TACHIRA	13	Tr = 2.33 años	366.48	365.54	367.59		367.77	0.016547	1.9	192.51	255.07	0.7
RIO	13	Tr = 5 años	492.2	365.54	367.78		367.99	0.01470	2.02	244.16	271.64	0.68

Reach	RiverSta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	VelChnl	FlowArea	Top Width	Froude # Chl
			(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
TACHIRA			4					2				
RIO TACHIRA	13	Tr = 10 años	594.73	365.54	367.92		368.14	0.014204	2.12	280.63	282.32	0.68
RIO TACHIRA	13	Tr = 25 años	724.19	365.54	368.08		368.33	0.013971	2.21	327.95	306.53	0.68
RIO TACHIRA	13	Tr = 50 años	820.21	365.54	368.18		368.45	0.013358	2.28	360.22	325.88	0.68
RIO TACHIRA	13	Tr = 100 años	915.56	365.54	368.27		368.56	0.012829	2.35	391.37	338.24	0.67
RIO TACHIRA	12	Tr = 2 años	337.48	364.92	367		367.12	0.008334	1.58	213.92	224.31	0.52
RIO TACHIRA	12	Tr = 2.33 años	366.48	364.92	367.05		367.18	0.008475	1.62	225.92	230.06	0.52
RIO TACHIRA	12	Tr = 5 años	492.24	364.92	367.25		367.42	0.008874	1.79	276.09	259.32	0.54

Reach	RiverSta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	VelChnl	FlowArea	Top Width	Froude # Chl
			(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
RIO TACHIRA	12	Tr = 10 años	594.73	364.92	367.41		367.59	0.008536	1.89	317.78	283.06	0.54
RIO TACHIRA	12	Tr = 25 años	724.19	364.92	367.58		367.78	0.008291	2	369.42	314.83	0.55
RIO TACHIRA	12	Tr = 50 años	820.21	364.92	367.7		367.92	0.008063	2.07	409.16	334.75	0.54
RIO TACHIRA	12	Tr = 100 años	915.56	364.92	367.81		368.04	0.007887	2.13	446.6	338.61	0.54
RIO TACHIRA	11	Tr = 2 años	337.48	364.81	366.63		366.73	0.007046	1.46	234.33	256.92	0.48
RIO TACHIRA	11	Tr = 2.33 años	366.48	364.81	366.68		366.79	0.007	1.51	247.46	259.19	0.48
RIO TACHIRA	11	Tr = 5 años	492.24	364.81	366.88		367.02	0.006812	1.67	301.5	268.31	0.48
RIO	11	Tr = 10	594.7	364.81	367.04		367.2	0.00687	1.77	345.36	287.47	0.49

Reach	RiverSta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	VelChnl	FlowArea	Top Width	Froude # Chl
			(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
TACHIRA		años	3					9				
RIO TACHIRA	11	Tr = 25 años	724.19	364.81	367.24		367.41	0.006489	1.86	404.49	322.78	0.49
RIO TACHIRA	11	Tr = 50 años	820.21	364.81	367.37		367.55	0.006383	1.93	447.79	346.28	0.49
RIO TACHIRA	11	Tr = 100 años	915.56	364.81	367.49		367.68	0.006102	1.97	491.96	349.92	0.48
RIO TACHIRA	10	Tr = 2 años	337.48	363.99	366.36		366.43	0.004879	1.23	282.58	296.43	0.4
RIO TACHIRA	10	Tr = 2.33 años	366.48	363.99	366.41		366.49	0.004808	1.27	299.13	299.09	0.4
RIO TACHIRA	10	Tr = 5 años	492.24	363.99	366.64		366.73	0.004571	1.4	366.94	310.4	0.4
RIO TACHIRA	10	Tr = 10 años	594.73	363.99	366.81		366.91	0.004393	1.49	419.99	320.28	0.4

Reach	RiverSta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	VelChnl	FlowArea	Top Width	Froude # Chl
			(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
RIO TACHIRA	10	Tr = 25 años	724.19	363.99	367.01		367.13	0.004337	1.61	486.99	349.89	0.41
RIO TACHIRA	10	Tr = 50 años	820.21	363.99	367.15		367.28	0.004125	1.65	537.53	353.52	0.4
RIO TACHIRA	10	Tr = 100 años	915.56	363.99	367.29		367.42	0.003932	1.68	587.01	357.05	0.4
RIO TACHIRA	9	Tr = 2 años	337.48	363.98	366.13		366.2	0.004412	1.15	297.41	303.08	0.38
RIO TACHIRA	9	Tr = 2.33 años	366.48	363.98	366.19		366.26	0.004241	1.17	316.5	303.77	0.37
RIO TACHIRA	9	Tr = 5 años	492.24	363.98	366.44		366.52	0.003858	1.28	390.08	306.42	0.37
RIO TACHIRA	9	Tr = 10 años	594.73	363.98	366.61		366.71	0.003659	1.35	445.12	308.38	0.36
RIO	9	Tr = 25	724.1	363.98	366.83		366.93	0.00346	1.44	510.9	310.48	0.36

Reach	RiverSta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	VelChnl	FlowArea	Top Width	Froude # Chl
			(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
TACHIRA		años	9									
RIO TACHIRA	9	Tr = 50 años	820.21	363.98	366.98		367.09	0.003338	1.49	557.51	311.8	0.36
RIO TACHIRA	9	Tr = 100 años	915.56	363.98	367.12		367.24	0.003254	1.54	602.65	315.08	0.36
RIO TACHIRA	8	Tr = 2 años	337.48	363.97	365.92		365.99	0.004247	1.11	284.21	262.68	0.37
RIO TACHIRA	8	Tr = 2.33 años	366.48	363.97	365.98		366.06	0.004239	1.13	301.81	270.24	0.37
RIO TACHIRA	8	Tr = 5 años	492.24	363.97	366.24		366.33	0.003948	1.25	371.97	276.65	0.37
RIO TACHIRA	8	Tr = 10 años	594.73	363.97	366.43		366.53	0.003805	1.34	423.66	280.05	0.37
RIO TACHIRA	8	Tr = 25 años	724.19	363.97	366.64		366.76	0.00365	1.43	485.51	283.48	0.37

Reach	RiverSta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	VelChnl	FlowArea	Top Width	Froude # Chl
			(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
RIO TACHIRA	8	Tr = 50 años	820.21	363.97	366.8		366.92	0.003549	1.49	529.34	285.58	0.37
RIO TACHIRA	8	Tr = 100 años	915.56	363.97	366.95		367.08	0.003462	1.55	571.43	287.57	0.37
RIO TACHIRA	7	Tr = 2 años	337.48	363.95	365.69		365.78	0.004993	1.33	255.04	221.56	0.41
RIO TACHIRA	7	Tr = 2.33 años	366.48	363.95	365.76		365.85	0.005025	1.36	269.35	225.68	0.41
RIO TACHIRA	7	Tr = 5 años	492.24	363.95	366.01		366.13	0.005055	1.45	329.16	241.6	0.42
RIO TACHIRA	7	Tr = 10 años	594.73	363.95	366.2		366.33	0.004905	1.54	375.13	246.76	0.42
RIO TACHIRA	7	Tr = 25 años	724.19	363.95	366.42		366.57	0.004733	1.63	430.78	252.88	0.42
RIO	7	Tr = 50	820.2	363.95	366.58		366.74	0.00461	1.69	470.68	257.17	0.42

Reach	RiverSta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	VelChnl	FlowArea	Top Width	Froude # Chl
			(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
TACHIRA		años	1					8				
RIO TACHIRA	7	Tr = 100 años	915.56	363.95	366.73		366.9	0.004507	1.74	509.37	260.97	0.42
RIO TACHIRA	6	Tr = 2 años	337.48	363.94	365.5		365.59	0.00436	1.36	264.87	221.93	0.39
RIO TACHIRA	6	Tr = 2.33 años	366.48	363.94	365.57		365.65	0.004384	1.39	278.93	223.82	0.39
RIO TACHIRA	6	Tr = 5 años	492.24	363.94	365.82		365.93	0.004413	1.52	336.89	230.85	0.4
RIO TACHIRA	6	Tr = 10 años	594.73	363.94	366.01		366.14	0.004385	1.61	381.51	235.84	0.41
RIO TACHIRA	6	Tr = 25 años	724.19	363.94	366.24		366.38	0.004333	1.69	435.69	242.3	0.41
RIO TACHIRA	6	Tr = 50 años	820.21	363.94	366.4		366.55	0.004281	1.75	474.72	246.87	0.41

Reach	RiverSta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	VelChnl	FlowArea	Top Width	Froude # Chl
			(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
RIO TACHIRA	6	Tr = 100 años	915.56	363.94	366.55		366.71	0.004225	1.8	512.65	251.23	0.41
RIO TACHIRA	5	Tr = 2 años	337.48	363.88	365.31		365.39	0.00449	1.32	271.15	247.77	0.39
RIO TACHIRA	5	Tr = 2.33 años	366.48	363.88	365.38		365.46	0.004369	1.35	287.58	248.75	0.39
RIO TACHIRA	5	Tr = 5 años	492.24	363.88	365.64		365.74	0.004003	1.47	354.17	252.86	0.39
RIO TACHIRA	5	Tr = 10 años	594.73	363.88	365.84		365.96	0.003799	1.56	404.61	256.02	0.38
RIO TACHIRA	5	Tr = 25 años	724.19	363.88	366.08		366.2	0.003606	1.66	464.95	261.08	0.38
RIO TACHIRA	5	Tr = 50 años	820.21	363.88	366.24		366.38	0.003491	1.72	508.74	276.16	0.38
RIO	5	Tr = 100	915.5	363.88	366.4		366.54	0.00339	1.78	552.71	287.19	0.38

Reach	RiverSta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	VelChnl	FlowArea	Top Width	Froude # Chl
			(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
TACHIRA		años	6									
RIO TACHIRA	4	Tr = 2 años	337.48	363.1	365.14		365.22	0.003433	1.33	277.24	214.4	0.35
RIO TACHIRA	4	Tr = 2.33 años	366.48	363.1	365.21		365.29	0.003427	1.37	291.84	214.58	0.36
RIO TACHIRA	4	Tr = 5 años	492.24	363.1	365.48		365.58	0.003442	1.53	349.43	215.29	0.37
RIO TACHIRA	4	Tr = 10 años	594.73	363.1	365.68		365.8	0.003453	1.64	392.07	215.82	0.37
RIO TACHIRA	4	Tr = 25 años	724.19	363.1	365.91		366.05	0.003457	1.76	442.27	216.43	0.38
RIO TACHIRA	4	Tr = 50 años	820.21	363.1	366.07		366.22	0.003456	1.84	477.44	216.86	0.39
RIO TACHIRA	4	Tr = 100 años	915.56	363.1	366.22		366.39	0.003452	1.92	510.97	217.27	0.39

Reach	RiverSta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	VelChnl	FlowArea	Top Width	Froude # Chl
			(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
RIO TACHIRA	2	Tr = 2 años	337.48	363	364.81		364.9	0.0036	1.35	266.62	205.45	0.36
RIO TACHIRA	2	Tr = 2.33 años	366.48	363	364.88		364.97	0.003643	1.39	280.75	207.59	0.37
RIO TACHIRA	2	Tr = 5 años	492.24	363	365.15		365.26	0.003688	1.54	337.58	211.34	0.38
RIO TACHIRA	2	Tr = 10 años	594.73	363	365.35		365.48	0.003662	1.65	379.59	211.34	0.38
RIO TACHIRA	2	Tr = 25 años	724.19	363	365.58		365.73	0.003636	1.78	428.87	211.34	0.39
RIO TACHIRA	2	Tr = 50 años	820.21	363	365.74		365.91	0.003619	1.86	463.27	211.34	0.39
RIO TACHIRA	2	Tr = 100 años	915.56	363	365.9		366.08	0.003605	1.94	495.93	211.34	0.4
RIO	1	Tr = 2 años	337.4	363	364.53	364.06	364.67	0.00624	1.72	209.9	174.06	0.47

Reach	RiverSta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	VelChnl	FlowArea	Top Width	Froude # Chl
			(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
TACHIRA			8					3				
RIO TACHIRA	1	Tr = 2.33 años	366.48	363	364.59	364.11	364.74	0.006242	1.77	220.94	174.06	0.48
RIO TACHIRA	1	Tr = 5 años	492.24	363	364.85	364.29	365.03	0.006249	1.98	265.03	174.06	0.49
RIO TACHIRA	1	Tr = 10 años	594.73	363	365.04	364.42	365.25	0.006243	2.12	297.83	174.06	0.5
RIO TACHIRA	1	Tr = 25 años	724.19	363	365.26	364.56	365.5	0.00624	2.28	336.15	174.06	0.51
RIO TACHIRA	1	Tr = 50 años	820.21	363	365.41	364.67	365.68	0.006243	2.39	362.76	174.06	0.51
RIO TACHIRA	1	Tr = 100 años	915.56	363	365.55	364.77	365.85	0.006245	2.49	388	174.06	0.52

b) Modelación hidráulica sector de la Parada.

Reach	RiverSta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	VelChnl	FlowArea	Top Width	Froude # Chl
			(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
RIO TACHIRA	20	Tr = 2 años	316.24	491.59	492.92		493.06	0.009101	1.78	189.79	195.3	0.55
RIO TACHIRA	20	Tr = 2.33 años	343.32	491.59	492.97		493.13	0.008991	1.82	200.74	196.61	0.55
RIO TACHIRA	20	Tr = 5 años	460.77	491.59	493.2		493.38	0.00881	1.98	245.89	204.02	0.56
RIO TACHIRA	20	Tr = 10 años	556.48	491.59	493.36		493.56	0.008813	2.09	279.21	209.96	0.56
RIO TACHIRA	20	Tr = 25 años	677.38	491.59	493.55		493.78	0.008766	2.2	319.41	216.91	0.57
RIO TACHIRA	20	Tr = 50 años	767.05	491.59	493.67		493.92	0.008815	2.29	346.78	221.51	0.58
RIO	20	Tr = 100	856.1	491.59	493.79		494.06	0.00886	2.36	372.88	225.83	0.58

Reach	RiverSta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	VelChnl	FlowArea	Top Width	Froude # Chl
			(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
TACHIRA		años						4				
RIO TACHIRA	19	Tr = 2 años	316.24	490.99	492.57		492.7	0.006444	1.63	207.92	191.64	0.47
RIO TACHIRA	19	Tr = 2.33 años	343.32	490.99	492.63		492.76	0.006506	1.69	218.7	193.88	0.48
RIO TACHIRA	19	Tr = 5 años	460.77	490.99	492.85		493.02	0.00676	1.91	262.2	203	0.5
RIO TACHIRA	19	Tr = 10 años	556.48	490.99	493.01		493.2	0.006901	2.06	294.26	205.99	0.51
RIO TACHIRA	19	Tr = 25 años	677.38	490.99	493.19		493.41	0.007095	2.2	332.89	213.71	0.53
RIO TACHIRA	19	Tr = 50 años	767.05	490.99	493.31		493.56	0.007148	2.31	359.21	218.81	0.54
RIO TACHIRA	19	Tr = 100 años	856.1	490.99	493.42		493.69	0.007229	2.41	383.95	223.51	0.54

Reach	RiverSta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	VelChnl	FlowArea	Top Width	Froude # Chl
			(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
RIO TACHIRA	17	Tr = 2 años	316.24	489.98	491.63		491.8	0.009546	1.87	180.96	194.94	0.57
RIO TACHIRA	17	Tr = 2.33 años	343.32	489.98	491.68		491.86	0.009678	1.94	190.46	198.74	0.57
RIO TACHIRA	17	Tr = 5 años	460.77	489.98	491.87		492.1	0.010023	2.18	230.7	216.94	0.6
RIO TACHIRA	17	Tr = 10 años	556.48	489.98	492.01		492.27	0.010203	2.35	261.75	225.71	0.62
RIO TACHIRA	17	Tr = 25 años	677.38	489.98	492.17		492.47	0.010393	2.54	298.66	234.18	0.63
RIO TACHIRA	17	Tr = 50 años	767.05	489.98	492.28		492.6	0.010508	2.67	324.74	240.54	0.64
RIO TACHIRA	17	Tr = 100 años	856.1	489.98	492.38		492.73	0.010605	2.79	349.81	246.91	0.65
RIO	16	Tr = 2 años	316.2	489.85	491.13		491.3	0.01086	1.88	180.35	210.3	0.6

Reach	RiverSta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	VelChnl	FlowArea	Top Width	Froude # Chl
			(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
TACHIRA			4					1				
RIO TACHIRA	16	Tr = 2.33 años	343.32	489.85	491.18		491.36	0.010876	1.94	190.3	212.29	0.6
RIO TACHIRA	16	Tr = 5 años	460.77	489.85	491.37		491.59	0.010946	2.16	230.53	220.17	0.62
RIO TACHIRA	16	Tr = 10 años	556.48	489.85	491.5		491.75	0.011018	2.32	260.51	225.61	0.63
RIO TACHIRA	16	Tr = 25 años	677.38	489.85	491.66		491.95	0.011111	2.5	295.79	231.58	0.65
RIO TACHIRA	16	Tr = 50 años	767.05	489.85	491.76		492.08	0.011188	2.63	320.41	235.66	0.65
RIO TACHIRA	16	Tr = 100 años	856.1	489.85	491.86		492.21	0.011267	2.74	343.84	239.48	0.66
RIO TACHIRA	15	Tr = 2 años	316.24	488.96	490.56		490.74	0.011423	1.92	180.13	219.11	0.61

Reach	RiverSta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	VelChnl	FlowArea	Top Width	Froude # Chl
			(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
RIO TACHIRA	15	Tr = 2.33 años	343.32	488.96	490.61		490.79	0.011467	1.98	190.15	221.48	0.62
RIO TACHIRA	15	Tr = 5 años	460.77	488.96	490.79		491.01	0.011594	2.21	230.91	230.89	0.64
RIO TACHIRA	15	Tr = 10 años	556.48	488.96	490.92		491.17	0.011781	2.38	260.74	237.55	0.65
RIO TACHIRA	15	Tr = 25 años	677.38	488.96	491.06		491.36	0.01191	2.56	296.51	245.14	0.67
RIO TACHIRA	15	Tr = 50 años	767.05	488.96	491.17		491.49	0.011962	2.68	321.95	250.56	0.68
RIO TACHIRA	15	Tr = 100 años	856.1	488.96	491.26		491.61	0.011991	2.79	346.52	255.23	0.68
RIO TACHIRA	14	Tr = 2 años	316.24	488.12	490.01		490.16	0.01026	1.75	191.33	236.9	0.57
RIO	14	Tr = 2.33	343.3	488.12	490.06		490.22	0.01011	1.8	203.7	239.59	0.57

Reach	RiverSta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	VelChnl	FlowArea	Top Width	Froude # Chl
			(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
TACHIRA		años	2					5				
RIO TACHIRA	14	Tr = 5 años	460.77	488.12	490.24		490.43	0.010193	2.01	247.57	245.27	0.59
RIO TACHIRA	14	Tr = 10 años	556.48	488.12	490.37		490.59	0.01025	2.16	278.58	245.27	0.6
RIO TACHIRA	14	Tr = 25 años	677.38	488.12	490.52		490.77	0.010289	2.33	314.82	245.27	0.62
RIO TACHIRA	14	Tr = 50 años	767.05	488.12	490.62		490.89	0.010293	2.43	340.16	245.27	0.62
RIO TACHIRA	14	Tr = 100 años	856.1	488.12	490.72		491.01	0.010312	2.54	363.96	245.27	0.63
RIO TACHIRA	13	Tr = 2 años	316.24	487.35	489.16		489.43	0.021011	2.35	138.72	168.01	0.81
RIO TACHIRA	13	Tr = 2.33 años	343.32	487.35	489.24		489.5	0.020861	2.31	152.66	187.13	0.8

Reach	RiverSta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	VelChnl	FlowArea	Top Width	Froude # Chl
			(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
RIO TACHIRA	13	Tr = 5 años	460.77	487.35	489.42	489.27	489.73	0.019467	2.54	191.13	228.24	0.8
RIO TACHIRA	13	Tr = 10 años	556.48	487.35	489.55		489.89	0.01861	2.69	220.9	230.28	0.8
RIO TACHIRA	13	Tr = 25 años	677.38	487.35	489.69		490.08	0.018019	2.86	254.64	232.58	0.8
RIO TACHIRA	13	Tr = 50 años	767.05	487.35	489.79		490.21	0.017764	2.98	277.76	234.39	0.8
RIO TACHIRA	13	Tr = 100 años	856.1	487.35	489.88		490.33	0.017533	3.09	299.84	236.19	0.81
RIO TACHIRA	12	Tr = 2 años	316.24	485.98	488.27		488.51	0.015723	2.15	147.31	156.56	0.71
RIO TACHIRA	12	Tr = 2.33 años	343.32	485.98	488.32		488.57	0.016131	2.21	155.54	161.78	0.72
RIO	12	Tr = 5 años	460.7	485.98	488.5		488.82	0.01678	2.49	186.16	185.76	0.75

Reach	RiverSta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	VelChnl	FlowArea	Top Width	Froude # Chl
			(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
TACHIRA			7					6				
RIO TACHIRA	12	Tr = 10 años	556.48	485.98	488.63	488.43	489	0.016895	2.69	212.09	210.36	0.77
RIO TACHIRA	12	Tr = 25 años	677.38	485.98	488.78		489.2	0.016822	2.89	243.5	211.23	0.78
RIO TACHIRA	12	Tr = 50 años	767.05	485.98	488.88		489.34	0.016726	3.02	265.36	211.83	0.79
RIO TACHIRA	12	Tr = 100 años	856.1	485.98	488.98		489.47	0.016618	3.14	286.12	212.4	0.79
RIO TACHIRA	11	Tr = 2 años	316.24	485.93	487.56	487.36	487.76	0.013726	2.06	162.58	202.91	0.66
RIO TACHIRA	11	Tr = 2.33 años	343.32	485.93	487.6	487.42	487.82	0.013521	2.11	172.64	202.97	0.66
RIO TACHIRA	11	Tr = 5 años	460.77	485.93	487.79		488.05	0.013308	2.34	210.39	203.2	0.68

Reach	RiverSta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	VelChnl	FlowArea	Top Width	Froude # Chl
			(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
RIO TACHIRA	11	Tr = 10 años	556.48	485.93	487.92		488.22	0.013358	2.5	237.16	203.37	0.69
RIO TACHIRA	11	Tr = 25 años	677.38	485.93	488.08		488.42	0.013411	2.69	268.27	203.54	0.7
RIO TACHIRA	11	Tr = 50 años	767.05	485.93	488.18		488.56	0.013441	2.82	289.86	203.65	0.71
RIO TACHIRA	11	Tr = 100 años	856.1	485.93	488.28		488.69	0.013464	2.94	310.32	203.75	0.72
RIO TACHIRA	10	Tr = 2 años	316.24	483.99	486.63	486.56	486.91	0.020973	2.43	140.01	186.86	0.81
RIO TACHIRA	10	Tr = 2.33 años	343.32	483.99	486.68	486.61	486.97	0.021464	2.48	148.77	192.2	0.82
RIO TACHIRA	10	Tr = 5 años	460.77	483.99	486.85	486.78	487.19	0.022496	2.68	183.65	208.25	0.85
RIO	10	Tr = 10	556.4	483.99	486.95	486.88	487.35	0.02282	2.89	205.8	209.27	0.88

Reach	RiverSta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	VelChnl	FlowArea	Top Width	Froude # Chl
			(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
TACHIRA		años	8					9				
RIO TACHIRA	10	Tr = 25 años	677.38	483.99	487.08	487	487.54	0.023125	3.12	231.76	210.06	0.9
RIO TACHIRA	10	Tr = 50 años	767.05	483.99	487.16	487.1	487.67	0.023334	3.27	249.69	210.44	0.91
RIO TACHIRA	10	Tr = 100 años	856.1	483.99	487.24	487.19	487.79	0.023535	3.42	266.58	210.81	0.92
RIO TACHIRA	9	Tr = 2 años	316.24	483.92	485.72	485.57	485.95	0.017211	2.15	154.81	225.7	0.73
RIO TACHIRA	9	Tr = 2.33 años	343.32	483.92	485.76	485.61	486	0.017002	2.21	164.85	229.32	0.73
RIO TACHIRA	9	Tr = 5 años	460.77	483.92	485.93	485.8	486.22	0.016338	2.43	205.04	235.97	0.74
RIO TACHIRA	9	Tr = 10 años	556.48	483.92	486.06	485.91	486.38	0.016024	2.58	234.42	239.17	0.75

Reach	RiverSta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	VelChnl	FlowArea	Top Width	Froude # Chl
			(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
RIO TACHIRA	9	Tr = 25 años	677.38	483.92	486.2	486.04	486.56	0.015815	2.76	268.22	241.85	0.75
RIO TACHIRA	9	Tr = 50 años	767.05	483.92	486.29	486.13	486.68	0.015733	2.88	291.55	243.67	0.76
RIO TACHIRA	9	Tr = 100 años	856.1	483.92	486.39	486.21	486.8	0.015656	2.99	313.75	245.4	0.77
RIO TACHIRA	8	Tr = 2 años	316.24	483.57	485.04		485.22	0.011845	1.9	169.59	201.33	0.62
RIO TACHIRA	8	Tr = 2.33 años	343.32	483.57	485.09		485.28	0.011828	1.96	179.54	212.34	0.62
RIO TACHIRA	8	Tr = 5 años	460.77	483.57	485.27		485.51	0.011814	2.19	221.91	239.57	0.64
RIO TACHIRA	8	Tr = 10 años	556.48	483.57	485.4		485.67	0.011774	2.34	254.06	249.4	0.65
RIO	8	Tr = 25 años	677.3	483.57	485.56		485.86	0.01165	2.5	292.72	255.45	0.66

Reach	RiverSta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	VelChnl	FlowArea	Top Width	Froude # Chl
			(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
TACHIRA		años	8					1				
RIO TACHIRA	8	Tr = 50 años	767.05	483.57	485.66		485.99	0.01154	2.61	319.54	255.45	0.66
RIO TACHIRA	8	Tr = 100 años	856.1	483.57	485.76		486.11	0.011446	2.71	344.79	255.45	0.67
RIO TACHIRA	7	Tr = 2 años	316.24	482.88	484.59		484.73	0.007936	1.64	200.46	234.26	0.51
RIO TACHIRA	7	Tr = 2.33 años	343.32	482.88	484.64		484.79	0.007948	1.69	212.42	242.56	0.52
RIO TACHIRA	7	Tr = 5 años	460.77	482.88	484.84		485.01	0.007872	1.88	261.74	259.35	0.53
RIO TACHIRA	7	Tr = 10 años	556.48	482.88	484.98		485.17	0.00787	2.01	297.63	259.35	0.54
RIO TACHIRA	7	Tr = 25 años	677.38	482.88	485.13		485.36	0.007948	2.16	337.92	259.35	0.55

Reach	RiverSta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	VelChnl	FlowArea	Top Width	Froude # Chl
			(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
RIO TACHIRA	7	Tr = 50 años	767.05	482.88	485.24		485.49	0.008001	2.27	365.62	259.35	0.56
RIO TACHIRA	7	Tr = 100 años	856.1	482.88	485.34		485.61	0.008068	2.36	391.42	259.35	0.56
RIO TACHIRA	6	Tr = 2 años	316.24	481.99	484.02		484.21	0.013431	1.99	166.2	208.9	0.65
RIO TACHIRA	6	Tr = 2.33 años	343.32	481.99	484.07		484.27	0.013318	2.03	177.34	212.09	0.65
RIO TACHIRA	6	Tr = 5 años	460.77	481.99	484.27		484.5	0.013242	2.19	220.52	223.99	0.67
RIO TACHIRA	6	Tr = 10 años	556.48	481.99	484.4		484.67	0.01318	2.32	251.46	233.53	0.67
RIO TACHIRA	6	Tr = 25 años	677.38	481.99	484.55		484.85	0.012985	2.49	286.56	244.55	0.68
RIO	6	Tr = 50	767.0	481.99	484.65		484.98	0.01280	2.59	312.38	255.13	0.69

Reach	RiverSta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	VelChnl	FlowArea	Top Width	Froude # Chl
			(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
TACHIRA		años	5					4				
RIO TACHIRA	6	Tr = 100 años	856.1	481.99	484.75		485.1	0.01267 4	2.69	337.29	259.73	0.69
RIO TACHIRA	5	Tr = 2 años	316.2 4	481.89	483.2		483.42	0.01793 5	2.19	154.38	195.86	0.75
RIO TACHIRA	5	Tr = 2.33 años	343.3 2	481.89	483.24		483.48	0.01830 9	2.26	162.18	197.85	0.76
RIO TACHIRA	5	Tr = 5 años	460.7 7	481.89	483.41		483.7	0.01858 4	2.47	197.1	206.23	0.78
RIO TACHIRA	5	Tr = 10 años	556.4 8	481.89	483.54		483.86	0.01848 3	2.61	224.16	211.98	0.79
RIO TACHIRA	5	Tr = 25 años	677.3 8	481.89	483.69		484.05	0.01847 7	2.76	255.89	218.53	0.8
RIO TACHIRA	5	Tr = 50 años	767.0 5	481.89	483.78		484.18	0.01875	2.87	276.89	222.75	0.81

Reach	RiverSta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	VelChnl	FlowArea	Top Width	Froude # Chl
			(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
RIO TACHIRA	5	Tr = 100 años	856.1	481.89	483.87		484.3	0.018906	2.98	297.36	226.8	0.82
RIO TACHIRA	4	Tr = 2 años	316.24	480.93	482.38		482.61	0.016236	2.17	151.58	179.43	0.72
RIO TACHIRA	4	Tr = 2.33 años	343.32	480.93	482.43		482.67	0.015625	2.21	161.72	183.67	0.71
RIO TACHIRA	4	Tr = 5 años	460.77	480.93	482.63		482.92	0.01461	2.42	201.36	211.32	0.71
RIO TACHIRA	4	Tr = 10 años	556.48	480.93	482.78		483.1	0.014215	2.57	233.47	238.73	0.71
RIO TACHIRA	4	Tr = 25 años	677.38	480.93	482.93		483.29	0.013987	2.75	272.17	251.77	0.72
RIO TACHIRA	4	Tr = 50 años	767.05	480.93	483.04		483.42	0.013675	2.85	299.4	253.93	0.72
RIO	4	Tr = 100	856.1	480.93	483.14		483.54	0.01346	2.94	324.98	258.07	0.72

Reach	RiverSta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	VelChnl	FlowArea	Top Width	Froude # Chl
			(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
TACHIRA		años						4				
RIO TACHIRA	3	Tr = 2 años	316.24	479.99	482		482.12	0.005595	1.68	218.03	229.16	0.45
RIO TACHIRA	3	Tr = 2.33 años	343.32	479.99	482.05		482.19	0.005712	1.75	231.38	241.92	0.46
RIO TACHIRA	3	Tr = 5 años	460.77	479.99	482.27		482.43	0.005991	1.96	284.93	260.79	0.48
RIO TACHIRA	3	Tr = 10 años	556.48	479.99	482.41		482.6	0.006192	2.1	323.87	271.75	0.5
RIO TACHIRA	3	Tr = 25 años	677.38	479.99	482.57		482.78	0.006343	2.25	368.26	274.4	0.51
RIO TACHIRA	3	Tr = 50 años	767.05	479.99	482.69		482.91	0.006394	2.34	399.27	274.4	0.52
RIO TACHIRA	3	Tr = 100 años	856.1	479.99	482.79		483.03	0.006498	2.44	427.13	274.4	0.52

Reach	RiverSta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	VelChnl	FlowArea	Top Width	Froude # Chl
			(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
RIO TACHIRA	1	Tr = 2 años	316.24	478.08	480.43	480.25	480.61	0.013072	2.25	178.6	209.5	0.66
RIO TACHIRA	1	Tr = 2.33 años	343.32	478.08	480.48	480.29	480.67	0.013067	2.3	188.17	209.82	0.67
RIO TACHIRA	1	Tr = 5 años	460.77	478.08	480.66	480.42	480.89	0.013063	2.48	226.46	211.1	0.68
RIO TACHIRA	1	Tr = 10 años	556.48	478.08	480.8	480.52	481.05	0.013078	2.61	255.08	219.11	0.69
RIO TACHIRA	1	Tr = 25 años	677.38	478.08	480.95	480.65	481.24	0.013036	2.75	290.26	230.78	0.7
RIO TACHIRA	1	Tr = 50 años	767.05	478.08	481.07	480.72	481.38	0.013065	2.73	318.23	246.25	0.7
RIO TACHIRA	1	Tr = 100 años	856.1	478.08	481.17	480.82	481.5	0.013067	2.84	342.61	261.86	0.7

Anexo C. Plano de mancha de inundación