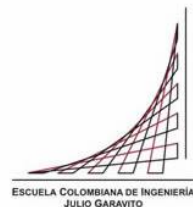


Maestría en Ingeniería Civil

**Propuesta Metodológica Simplificada para la Estimación del
Caudal Dominante en Ríos Trenzados**

José de los Santos Perlaza Cardozo

Bogotá, D.C., 13 de julio de 2020



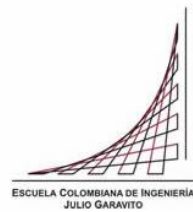
**Propuesta Metodológica Simplificada para la Estimación del
Caudal Dominante en Ríos Trenzados**

**Tesis para optar al título de magíster en Ingeniería Civil, con
énfasis en Recursos Hidráulicos y Medio Ambiente**

Germán Eduardo Acero Riveros

Director

Bogotá, D.C., 13 de julio de 2020



La tesis de maestría titulada “Propuesta Metodológica Simplificada para la Estimación del Caudal Dominante en Ríos Trenzados”, presentada por José de los Santos Perlaza Cardozo, cumple con los requisitos establecidos para optar al título de Magíster en Ingeniería Civil con énfasis en Recursos Hidráulicos y Medio Ambiente.

Director de la tesis

Germán Eduardo Acero Riveros

Jurado

Germán Ricardo Santos Granados

Jurado

Andrés Humberto Otálora Carmona

Bogotá, D.C., día de mes de año (fecha de aceptación del trabajo por parte del jurado)

Dedicatoria

A mis padres que me han formado como persona íntegra y con metas en la vida, agradezco todo su apoyo incondicional y su motivación para ser cada día mejor, todos mis logros son debidos a ustedes incluyendo este. A mi familia en general por el ánimo brindado y sobre todo mi hijo Samuel, que es mi presente y futuro, además de ser el impulso que me motiva a superarme día a día.

Agradecimientos

Quiero agradecer en primera instancia a mis profesores que estuvieron presentes en toda mi etapa formativa como profesional y magister. A la Universidad Nacional de Colombia por formarme como profesional y a la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito que potenció mis habilidades y me formó como Magister. A mi director de tesis el Dr. Germán Acero por su paciencia y constante asesoría en el desarrollo de este trabajo. A mi hermana María José por su apoyo y asesoría constante en este documento.

Resumen

El concepto de caudal dominante tiene diversos orígenes en función del enfoque de cada investigador, existiendo así, varias metodologías para la estimación de este. Se pueden identificar tres grandes grupos que abarcan las diversas metodologías, estos se pueden clasificar en métodos geométricos, estadísticos y morfológicos. A pesar de que los métodos morfológicos son los mayormente aceptados a nivel mundial, estos requieren de una gran cantidad de información primaria como secciones batimétricas, aforos líquidos y sólidos, granulometrías, etc.

En ríos de características trenzadas donde se presentan secciones transversales con alto grado de variación en sus bancas y fondo de lecho, es aún más complicado la estimación del caudal dominante, por tal motivo es necesario definir qué grupo metodológico es el más adecuado para el cálculo del caudal dominante en ríos trenzados. Para ello, se requiere conocer las características, geométricas, morfológicas e hidráulicas de este tipo de cauces.

Debido a la complejidad en la dinámica de los ríos de características trenzadas, y a la cantidad de información requerida para la correcta estimación del caudal dominante, se busca realizar una propuesta metodológica que simplifique la estimación del caudal dominante en cauces trenzados procurando optimizar tiempos y costos basándose en la minimización de información primaria requerida para la estimación.

Con el fin de validar la metodología propuesta, se utilizará información hidrológica y batimétrica de ríos de la llanura colombiana y se buscará encontrar correlaciones entre esta información básica y el caudal dominante estimado mediante la metodología más adecuada para cauces trenzados.

Índice general

Resumen.....	6
Introducción.....	15
Objetivos	18
Marco Teórico	19
4.3 Métodos Geométricos	21
4.4 Métodos Estadísticos	23
4.5 Métodos Morfológicos	23
Metodología	25
Valoración de Metodologías	27
6.1 Descripción de los Cauces.....	27
6.1.1 Descripción del río Guatiquía	27
6.1.2 Descripción del río Guamal	29
6.1.3 Descripción del río Ariari	30
6.1.4 Descripción del río Charte.....	31
6.2 Valoración del Método Geométrico	31
6.2.1 Estimación del n de Manning basada en aforos realizados por el estudio	32
6.2.2 Estimación del n de Manning basada en aforos realizados por el IDEAM	33
6.2.3 Estimación del n de Manning basada en granulometrías y el método de Cowan	34
6.2.4 Estimación del n de Manning basada en modelo unidimensional con HEC-RAS	37
6.2.5 Resultados de la estimación del n de Manning	38
6.2.5.1 Aforos estudio río Guatiquía	38
6.2.5.2 Aforos IDEAM río Guatiquía	42
6.2.5.3 Método de Cowan río Guatiquía	43

6.2.5.4	Calibración modelo HEC-RAS río Guatiquía.....	46
6.2.5.5	Método de Cowan río Guamal	46
6.2.5.6	Calibración modelo HEC-RAS río Guamal.....	49
6.2.5.7	Aforos estudio río Ariari	49
6.2.5.8	Aforos IDEAM río Ariari	55
6.2.5.9	Método de Cowan río Ariari	58
6.2.5.10	Calibración modelo HEC-RAS río Ariari.....	61
6.2.5.11	Aforos IDEAM río Charte	63
6.2.5.12	Método de Cowan río Charte.....	64
6.2.5.13	Calibración modelo HEC-RAS río Charte	67
6.2.5.14	Selección del n de Manning.....	67
6.2.6	Aplicación del método geométrico.....	68
6.2.6.1	Modelo matemático	69
6.2.6.2	Datos de entrada	71
6.2.6.3	Metodología para el montaje del modelo hidráulico	71
6.2.6.4	Resultados método Geométrico	72
6.3	Valoración del método estadístico.....	75
6.3.1	Resultados método estadístico	76
6.4	Valoración del método morfológico	77
6.4.1	Curva de duración de caudales líquidos.....	77
6.4.2	Relación entre caudal líquido y caudal sólido.....	81
6.4.3	Análisis de frecuencias y selección del caudal	84
6.5	Selección del caudal dominante.....	88
	Propuesta Metodológica Simplificada	90
	Conclusiones.....	94
	Bibliografía	96

Índice de tablas

Tabla 1 Valores de Cálculo del Coeficiente de Rugosidad (Método de Cowan)....	34
Tabla 2 Metodologías utilizadas para la estimación del n de Manning para cada río	38
Tabla 3 Estimación de parámetros hidráulicos para sección 1 de aforo de estudio río Guatiquía.....	40
Tabla 4 Estimación de parámetros hidráulicos para sección 2 de aforo de estudio río Guatiquía.....	41
Tabla 5 Resultados n de Manning aforos estudio río Guatiquía.....	42
Tabla 6 Diámetros característicos granulometría río Guatiquía	45
Tabla 7 Estimación del n_0 para el río Guatiquía mediante ecuaciones empíricas .	45
Tabla 8 n de Manning para el río Guatiquía método de Cowan	45
Tabla 9 Diámetros característicos granulometría río Guamal	48
Tabla 10 Estimación del n_0 para el río Guamal mediante ecuaciones empíricas ..	48
Tabla 11 n de Manning para el río Guamal método de Cowan	48
Tabla 12 Estimación de parámetros hidráulicos para sección 1 de aforo de estudio río Ariari.....	52
Tabla 13 Estimación de parámetros hidráulicos para sección 2 de aforo de estudio río Ariari.....	53
Tabla 14 Estimación de parámetros hidráulicos para sección 3 de aforo de estudio río Ariari.....	53
Tabla 15 Estimación de parámetros hidráulicos para sección 4 de aforo de estudio río Ariari.....	54
Tabla 16 Resultados n de Manning aforos estudio río Ariari.....	55
Tabla 17 Diámetros característicos granulometría río Ariari	60
Tabla 18 Estimación del n_0 para el río Ariari mediante ecuaciones empíricas	61
Tabla 19 n de Manning para el río Ariari método de Cowan	61
Tabla 20 Diámetros característicos granulometría río Charte	66
Tabla 21 Estimación del n_0 para el río Charte mediante ecuaciones empíricas	66
Tabla 22 n de Manning para el río Charte método de Cowan.....	66

Tabla 23 Resumen n de Manning adoptado para el método geométrico	68
Tabla 24 Caudales de desborde (dominantes) por estaciones	72
Tabla 25 Resultados método estadístico	76
Tabla 26 Ecuaciones de regresión adoptadas para Q_i vs Q_s	84
Tabla 27 Caudal dominante para estaciones método morfológico.....	88
Tabla 28 Caudal dominante mediante diferentes metodologías	89
Tabla 29 Información base para regresiones.....	91

Índice de figuras

Figura 1 Representación del nivel de desborde en la sección transversal de un río	21
Figura 2 Criterio geométrico para estimar el caudal de desborde	22
Figura 3 Río Guatiquía	28
Figura 4 Río Guamal	29
Figura 5 Río Ariari	30
Figura 6 Río Charte	31
Figura 7 Ubicación de secciones de Aforo realizado por el consultor en el río Guatiquía.....	39
Figura 8 Sección 1 de aforo de estudio río Guatiquía	39
Figura 9 Sección 2 de aforo de estudio río Guatiquía	40
Figura 10 Ubicación estación de aforo Pte. Abadía	42
Figura 11 Desviación estándar aforos Pte. Abadía río Guatiquía.....	43
Figura 12 Muestra granulométrica 1 sobre el río Guatiquía	44
Figura 13 Muestra granulométrica 2 sobre el río Guatiquía	44
Figura 14 Muestra granulométrica 3 sobre el río Guatiquía	44
Figura 15 Ecuación de ajuste Q vs n de Manning río Guatiquía	46
Figura 16 Muestra granulométrica 1 sobre el río Guamal	47
Figura 17 Muestra granulométrica 2 sobre el río Guamal	47
Figura 18 Muestra granulométrica 3 sobre el río Guamal	47
Figura 19 Ubicación de secciones de Aforo realizado por el consultor en el río Ariari (parte 1)	49
Figura 20 Ubicación de secciones de aforo realizado por el consultor en el río Ariari (parte 2).....	50
Figura 21 Sección 1 de aforo de estudio río Ariari	50
Figura 22 Sección 2 de aforo de estudio río Ariari	51
Figura 23 Sección 3 de aforo de estudio río Ariari	51
Figura 24 Sección 4 de aforo de estudio río Ariari	52
Figura 25 Ubicación estaciones de aforo río Ariari	56
Figura 26 Desviación estándar aforos Pto. Angosturas río Ariari	56
Figura 27 Desviación estándar aforos Pto. Rico río Ariari.....	57

Figura 28 Desviación estándar aforos Candilejas río Ariari.....	57
Figura 29 Muestra granulométrica 1 sobre el río Ariari	58
Figura 30 Muestra granulométrica 2 sobre el río Ariari	58
Figura 31 Muestra granulométrica 3 sobre el río Ariari	59
Figura 32 Muestra granulométrica 4 sobre el río Ariari	59
Figura 33 Muestra granulométrica 5 sobre el río Ariari	59
Figura 34 Muestra granulométrica 6 sobre el río Ariari	60
Figura 35 Muestra granulométrica 7 sobre el río Ariari	60
Figura 36 Ecuación de ajuste Q vs n de Manning estación Pto. Angosturas	62
Figura 37 Ecuación de ajuste Q vs n de Manning estación Pto. Rico	62
Figura 38 Ecuación de ajuste Q vs n de Manning estación Candilejas	63
Figura 39 Ubicación estaciones de aforo río Charre	63
Figura 40 Desviación estándar aforos Pte. Charre río Charre.....	64
Figura 41 Muestra granulométrica 1 sobre el río Charre.....	65
Figura 42 Muestra granulométrica 2 sobre el río Charre.....	65
Figura 43 Muestra granulométrica 3 sobre el río Charre.....	65
Figura 44 Ecuación de ajuste Q vs n de Manning estación Pte. Charre.....	67
Figura 45 Salida gráfica HEC-RAS estación Pte. Abadía	73
Figura 46 Salida gráfica HEC-RAS estación Alto Corozal.....	73
Figura 47 Salida gráfica HEC-RAS estación Pto. Angosturas.....	74
Figura 48 Salida gráfica HEC-RAS estación Pto. Rico	74
Figura 49 Salida gráfica HEC-RAS estación Candilejas	75
Figura 50 Salida gráfica HEC-RAS estación Pte. Charre.....	75
Figura 51 CDC estación Pte. Abadía.....	78
Figura 52 CDC estación Alto Corozal	78
Figura 53 CDC estación Pto. Angosturas	79
Figura 54 CDC estación Pto. Rico	79
Figura 55 CDC estación Candilejas.....	80
Figura 56 CDC estación Pte. Charre	80
Figura 57 Q_i vs Q_s estación Pte. Abadía	81
Figura 58 Q_i vs Q_s estación Pto. Angosturas	82
Figura 59 Q_i vs Q_s estación Pto. Rico	82
Figura 60 Q_i vs Q_s estación Candilejas.....	83

Figura 61 Q_i vs Q_s estación Pte. Charte.....	83
Figura 62 Análisis de frecuencias estación Pte. Abadía	85
Figura 63 Análisis de frecuencias estación Alto Corozal.....	85
Figura 64 Análisis de frecuencias estación Pto. Angosturas.....	86
Figura 65 Análisis de frecuencias estación Pto. Rico.....	86
Figura 66 Análisis de frecuencias estación Candilejas	87
Figura 67 Análisis de frecuencias estación Pte. Charte	87
Figura 68 Regresión CDC vs Caudal dominante	91
Figura 69 Regresión caudal promedio del registro histórico vs Caudal dominante	92
Figura 70 Regresión caudal máximo del registro histórico vs Caudal dominante..	92
Figura 71 Regresión caudal mínimo del registro histórico vs Caudal dominante ..	93

Índice de anexos

Anexo 1 Tablas estimación n de Manning con aforos del IDEAM

Anexo 2 Tablas de calibración con HEC-RAS de n de Manning

Anexo 3 Modelo HEC-RAS método geométrico

Anexo 4 Distribuciones para el método estadístico

Anexo 5 Registro histórico de caudales diarios estaciones evaluadas

Anexo 6 Aforos sólidos estaciones evaluadas

Anexo 7 Análisis de frecuencias estaciones

Introducción

Dentro del campo de la hidráulica, la hidráulica fluvial tiene un rango de investigación amplio, considerando el nivel de incertidumbre en la estimación de las características hidráulicas que generan las dinámicas que se presentan en las diferentes etapas de los ríos. Uno de los parámetros importantes en los estudios hidráulicos y de transporte de sedimentos, es el caudal dominante, cuya definición varía en función de las investigaciones particulares de cada autor.

El concepto de caudal dominante fue abordado con el fin de extender al caso de los ríos naturales, ciertos aspectos desarrollados para canales artificiales en el contexto de la teoría del régimen. Para algunos investigadores, el caudal dominante da respuesta a la pregunta ¿qué caudal del río debe utilizarse para su análisis? debido a que dicho caudal da forma a la geometría hidráulica de la sección que se estudia. Sin embargo, el caudal dominante es particularmente estimado para estudios de transporte de sedimentos. Algunas de las aplicaciones del caudal dominante son las siguientes:

- Estimar de aporte de sedimentos en una cuenca.
- Estimar del valor máximo de extracción de material de cantera para concesiones mineras.
- Identificar zonas con potencial de extracción.
- Evaluar y determinar el estado de equilibrio de un cauce.
- Evaluar zonas de agradación y degradación del lecho.
- Identificar posibles zonas de afectación por socavación general.

Existen diferentes definiciones para el caudal dominante según cada investigador.

Ackers y Charlton definieron el caudal dominante como un flujo permanente que genera la misma longitud de onda de meandros que una secuencia hidrológica de caudales determinada. Por otra parte, Wolman y Miller definen el caudal dominante como la descarga líquida que desarrolla el mayor trabajo mecánico, es decir, la mayor fuerza de corte asociada al transporte de sedimentos. Otro concepto de caudal dominante es el definido por Garde y Raju que mencionan que

dicho caudal es el capaz de transportar la mayor cantidad de sedimentos más gruesos que 63 micrones respecto al tiempo. Wolman y Leopold definen el caudal dominante como aquel que se relaciona con el umbral de desborde de un cauce (Farías, 2005).

Últimamente, se puede evidenciar una mayor tendencia a comprender los procesos naturales y condiciones geomorfológicas de los ríos con el fin de procurar reestablecer las condiciones ambientales de los mismos. Para llegar a este fin, se requiere estimar secciones naturales y condiciones planimétricas asociadas a esas condiciones naturales.

El concepto de caudal dominante es esencial en los estudios fluviomorfológicos y en la ingeniería fluvial, como lo es el estudio de cauces en régimen y proyectos de restauración de ríos. El caudal dominante ayuda a inferir esas condiciones bajo las cuales el río está en una condición de equilibrio y de esta manera se puede estimar posibles cambios morfológicos a causa de diversas influencias sobre el mismo, como lo son la actividad antrópica y el acontecimiento de eventos extremos.

La etapa trezada de los ríos se caracteriza por un cambio de pendiente abrupto donde el río pasa de un régimen torrencial, es decir, el río cuenta con una alta pendiente, a un régimen trezado donde el río pierde potencial de arrastre y su pendiente disminuye drásticamente. En la etapa trezada de los cauces se presenta un aumento del ancho efectivo del río y se forman diversos canales dentro del cauce separados por islas formadas debido a la acumulación de sedimentos. Estas características hacen difícil la medición directa de diferentes parámetros del cauce, así como la estimación de características hidráulicas y de transporte de sedimentos.

El caudal dominante se encuentra asociado a estudios de transporte de sedimentos que permiten estimar el aporte de material sólido hasta cierto punto de una cuenca (según la definición dada por Wolman y Miller), estos estudios son la base de la planeación del ordenamiento minero en los municipios. Las políticas

adoptadas por las administraciones locales alrededor de la explotación de material de cantera definen el límite de explotación a las concesiones mineras otorgadas, por tal motivo es importante definir de manera correcta el caudal dominante y el aporte de sedimentos, con el fin de mantener el equilibrio de los ríos objeto de explotación.

Particularmente, la estimación del caudal dominante (también llamado caudal formativo), ha sido objeto de investigación alrededor del mundo. Existen diversas metodologías para la estimación de este que pueden variar según la etapa del cauce, características morfométricas, características hidroclimatológicas y características hidráulicas.

En consecuencia, se considera necesario conciliar una metodología para la estimación del caudal dominante en ríos trezados que sea adecuada, sencilla y que no requiera de la medición de gran cantidad parámetros, con el fin de reducir el nivel de incertidumbre de la estimación y los costos asociados a la misma.

Este trabajo de investigación busca responder la pregunta ¿es posible proponer una metodología simplificada para la estimación del caudal dominante en ríos trezados?

Dar respuesta a esta pregunta es de gran importancia dentro del área de la hidráulica, específicamente en la hidráulica fluvial, debido a que permitiría la conciliación de una metodología particular adecuada y simplificada, sin requerir de extensas campañas de campo, ahorrando costos en los estudios hidráulicos y/o de transporte de sedimentos que requieran de la estimación del caudal dominante.

Objetivos

Objetivo General

Proponer una metodología simplificada para la estimación del caudal dominante en ríos de características trezadas.

Objetivos Específicos

1. Evaluar las diferentes propuestas metodológicas de los autores y valorar de forma preliminar acerca de la metodología más adecuada para la estimación del caudal dominante en ríos de características trezadas.
2. Establecer relaciones entre el caudal dominante, parámetros hidráulicos del cauce y condiciones morfométricas de los mismos.
3. Relacionar la curva de duración de caudales diarios con el caudal dominante en casos de estudio puntuales (ríos de la llanura colombiana).
4. Proponer una metodología de estimación del caudal dominante que asocie la menor cantidad de variables.
5. Seleccionar y describir algunos ríos de características trezadas que serán objeto de estudio, para la evaluación de la metodología de estimación propuesta y la recopilación de información primaria para la construcción de curvas de duración de caudales.
6. Realizar la evaluación hidráulica de los ríos seleccionados y estimar el caudal dominante para cada uno de ellos mediante la metodología propuesta.
7. Estimar el caudal dominante para los ríos estudiados mediante metodologías tradicionales.
8. Comparar los resultados obtenidos mediante la metodología propuesta y los resultados obtenidos mediante metodologías tradicionales.
9. Concluir acerca de la metodología propuesta, su alcance, pertinencia, validez y aplicabilidad en el área de la hidráulica fluvial.

Capítulo I

Marco Teórico

Para el desarrollo del trabajo de investigación, es importante llevar a cabo una revisión bibliográfica detallada de los temas asociados al trabajo presentado. Mediante el análisis crítico de los mismos, es posible relacionar los diferentes aportes que otros autores han desarrollado y que pueden tener un grado de relevancia a la investigación adelantada. Esta revisión permite limitar el alcance de la investigación y contemplar posibles aportes de diversos autores al presente trabajo. En los siguientes párrafos se enunciarán los artículos, investigaciones, libros, revistas, etc. que tienen relevancia dentro del marco de la investigación propuesta.

Se debe resaltar que, de la revisión bibliográfica adelantada, no se encontraron trabajos que aborden el tema específico de la estimación del caudal dominante en ríos trezados, sin embargo, es posible identificar trabajos investigativos de temas generales como los son la definición del concepto de caudal dominante y metodologías para su estimación.

En primer lugar, es necesario definir y caracterizar los cauces trezados. Según Ollero, los ríos trezados se caracterizan por contar con un gran ancho en su sección transversal y baja profundidad, además cuentan con un gran aporte de caudal sólido (sedimentos) y la formación de subcanales múltiples que rodean pequeñas islas inestables y móviles en el tiempo. Esta etapa de los cauces se asocia a los fondos de valle muy extensos debido a la llegada de afluentes con importante carga de sedimentos cuyos abanicos aluviales se expanden e integran en la propia llanura aluvial del río principal (Ollero Ojeda, 2000)

Anteriormente, se mencionaron algunas de las características de la etapa trezada de los ríos, pero Rodríguez describe la causa de esta etapa en los ríos de llanura. La etapa trezada de los cauces se debe a diversos factores, uno de ellos es la transición de un cauce de alta pendiente a uno de baja pendiente que disminuye el potencial de arrastre de sedimentos del río provocando una gran acumulación de

sedimentos. Esta acumulación genera un ensanchamiento de la sección transversal del río y la aparición de islas. Al generarse un abanico aluvial en la transición abrupta de pendiente, es posible observar una alta divagación del río debido a que las bancas de este no están definidas o no son estables (Rodríguez Díaz, 2010).

También es indispensable definir el concepto de caudal dominante. Este concepto varía según los autores, sin embargo, Farías realiza un recuento de las diferentes definiciones del caudal dominante realizadas por investigadores en hidráulica fluvial. Algunas de las definiciones recopiladas por Farías se presentan a continuación.

Ackers y Charlton (1998) definen la descarga dominante como el flujo permanente que produce la misma longitud de onda de meandros que la secuencia hidrológica natural de los caudales. Esta definición asocia el caudal dominante a parámetros morfológicos y comportamiento de caudales de la cuenca del río analizado.

Wolman y Miller (1998) definen el caudal dominante como aquella descarga líquida que desarrolla el mayor trabajo mecánico, es decir, el trabajo asociado al esfuerzo de corte que permite el movimiento de una partícula de sedimento. Específicamente, los autores asocian el caudal dominante al caudal que es capaz de transportar la mayor cantidad de sedimentos más gruesos que 63 micras con respecto al tiempo.

Yalin y Da Silva (2001) contemplan que como $Q = f_0(t)$ (series cronológicas de caudales líquidos), el caudal dominante es resultado de registros de mediciones llevadas a cabo a lo largo de un periodo de tiempo determinado, esta serie se interpreta como una muestra de una función aleatoria cuasi-periódica que se extiende en un intervalo $0 < t < T_0$. Donde Q es el caudal dominante y T_0 es el tiempo de medición de los registros.

Wolman y Leopold (1957) sostienen que el caudal dominante es aquel asociado al umbral de desborde, que corresponde a la ordenada de la función $f_0(t)$ que produce $Q > Q_b$ para una duración de $0.006T_0$. Donde $f_0(t)$ es una función del tiempo, Q es el caudal del río, y Q_b es el caudal de desborde.

Según Castillo dado que el transporte de sedimentos de fondo es quien modela el cauce, define el caudal dominante como aquel que fluyendo como caudal constante todo el año transportaría el mismo volumen de sedimentos de fondo total y según Richards (1982) corresponde a un caudal entre 1 y 2.4 años de periodo de retorno.

Considerando las definiciones del concepto del caudal dominante, se debe describir las metodologías existentes para su estimación. Igualmente, Farías realiza un resumen de las metodologías, que ese autor considera, tienen mayor aceptación a nivel mundial y que para el presente trabajo representa una importante relevancia.

Existen tres tipos de metodologías para la estimación del caudal dominante, métodos geométricos, métodos estadísticos y métodos morfológicos que se describen en los numerales siguientes.

4.3 Métodos Geométricos

Los métodos geométricos consideran únicamente la geometría del cauce y se fundamentan en que $Q_D = Q_B$ donde Q_D es el caudal dominante y Q_B es el caudal de desborde. Para esto, es necesario desarrollar modelos hidráulicos para definir la cota de inundación y a través de la relación altura-caudal se estima el Q_D .

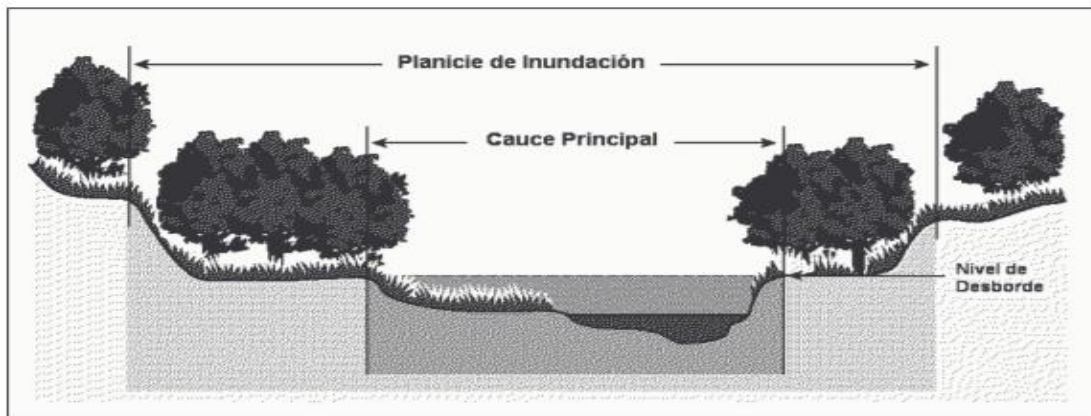


Figura 1 Representación del nivel de desborde en la sección transversal de un río
Fuente: Análisis del concepto de caudal dominante en ríos aluviales y evaluación de metodologías de cálculo (Farías 2005).

Para la estimación del caudal dominante a partir de estas metodologías, es posible utilizar modelos hidráulicos para determinar el caudal de desborde. También se estima mediante caracterización matemática de la geometría del cauce. Se basa en analizar la función $B/H = \Phi \Gamma(H_{max})$, donde B es el ancho superficial y H_{max} es la profundidad máxima del cauce correspondiente a cada nivel H, de modo que si la función altura caudal es $Q=f(h)$, entonces el nivel de desborde se corresponde con un mínimo de esa función.

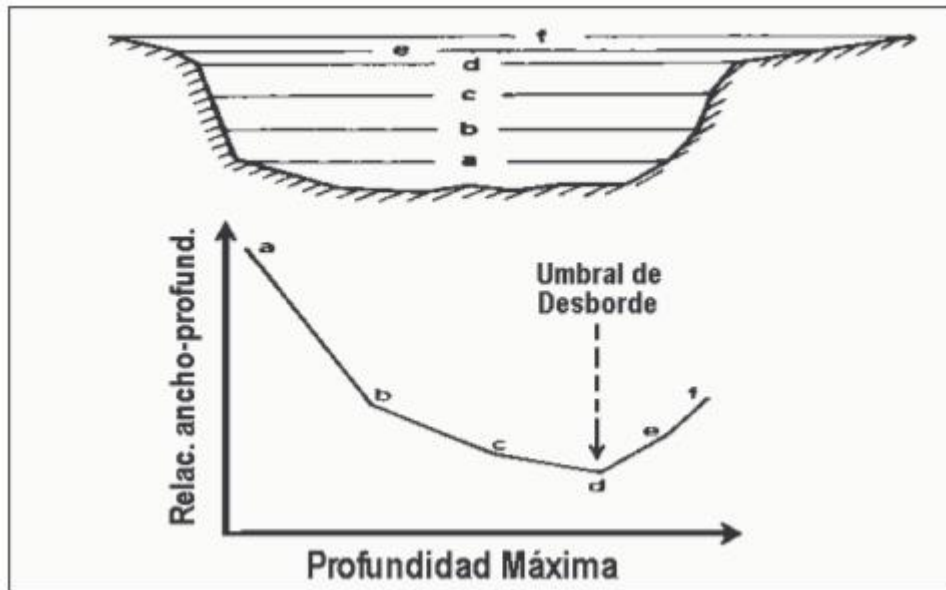


Figura 2 Criterio geométrico para estimar el caudal de desborde

Fuente: Análisis del concepto de caudal dominante en ríos aluviales y evaluación de metodologías de cálculo (Farías 2005).

Las ventajas de los métodos geométricos facilitan tener en cuenta las características hidráulicas del cauce, lo cual permite suponer un grado de confiabilidad relativamente alto. Sin embargo, es necesario contar con información detallada del río (registros de caudales, topobatimetría y granulometría), lo cual lo hace una metodología que demanda un detallado trabajo en campo, que a su vez se traduce en costos. Por otra parte, esta metodología es eficaz para cauces relativamente fijos en el tiempo, es decir, que no presenten cambios apreciables en los límites de sus bancas y en sus formas de fondo.

4.4 Métodos Estadísticos

Los métodos estadísticos se basan en la definición de una frecuencia asociada al gasto dominante, donde generalmente se asigna un periodo de retorno (recurrencia empírica a partir de observaciones en campo) de entre 1.5 y 2.4 años. Estos periodos de retorno varían según el investigador, donde se asignan de manera empírica estos valores.

Una ventaja de estas metodologías es la sencillez en su aplicación y que únicamente se requiere de un buen registro histórico de caudales. Sin embargo, al tratarse de una asignación empírica, se deben tener en cuenta que el rango de aplicabilidad es limitado por las condiciones locales de los ríos evaluados.

4.5 Métodos Morfológicos

Los métodos morfológicos consideran fundamental el aspecto referido al transporte sólido, donde se iguala el caudal dominante al caudal efectivo, es decir, aquel caudal que descarga el máximo gasto sólido. Algunas de las metodologías son los métodos de Schaffernak y Komura. A pesar de que estas metodologías son las más aceptadas para la estimación del caudal dominante, cuentan con un componente empírico asociado a la función de transporte usada y por la ley de frecuencias que ajusta los valores de caudales líquidos.

Generalmente, estas metodologías buscan establecer la relación entre el caudal sólido y el caudal líquido mediante una función potencial $Q_s = a \cdot Q^b$, donde Q_s es el caudal sólido, Q es el caudal líquido, a y b son coeficientes de ajuste potencial.

Los métodos morfológicos se consideran los más aceptados ya que involucran aspectos hidrológicos, y de la morfometría del cauce. Sin embargo, se requiere de registros de transporte de sedimentos y caudales, es decir un trabajo de campo extenso y desarrollado para diversas épocas del año.

Para definir las relaciones entre el caudal dominante y los parámetros morfológicos e hidrológicos de un río, es necesario establecer la geometría del cauce a analizar (lo cual se abordará con estudios de caso de ríos de la llanura colombiana) y las

características hidrológicas como la curva de duración de caudales diarios, caudales mínimos, máximos y promedios.

La curva de duración de caudales es resultado del registro histórico de caudales tomados por una estación limnigráfica o limnimétrica. Es la representación del valor del caudal respecto al porcentaje de excedencia del tiempo, esta curva se puede desarrollar para caudales anuales, mensuales, diarios u horarios según la disponibilidad de información (Ruiz Cobo & Diez Hernández, 2007).

Agrupando los cauces de características trenzadas, se propone una metodología sencilla de aplicar, que no requiera de muchos recursos para su aplicación. El autor relacionará información de registros históricos de caudales con las características morfológicas de los ríos de llanura para poder caracterizar y representar el caudal dominante en función de los parámetros hidrológicos de los ríos

Capítulo II

Metodología

La metodología de investigación se basará en el método deductivo teórico, el cual se apoya de datos generalmente aceptados, para llegar a una conclusión particular. El presente trabajo se fundamenta en metodologías y conceptos generalmente aceptados, que han sido propuestos por investigadores en el campo de la hidráulica fluvial, y que han podido concluir al respecto del caudal dominante y su estimación.

Además de la definición de metodologías de estimación, se empleará información primaria de los ríos que se analizarán (registros históricos de caudales, topobatimetrías, granulometrías y registros históricos de transporte de sedimentos) para llegar a la particularidad de definir una metodología específica para la estimación del caudal dominante en ríos trezados.

Las técnicas desarrolladas para cumplir con el objetivo de la investigación son la técnica de análisis de contenido y la técnica de observación. La técnica de análisis de contenido se define como la clasificación de un escrito o investigación en categorías de interés del investigador, para extraer de dichas investigaciones información predominante o tendencias. Por otro lado, la técnica de observación es un examen profundo de hechos, fenómenos, o resultados a través de variables que intervienen en dichos hechos, fenómenos o resultados.

Por otra parte, la técnica de análisis de contenido se aplicará en la etapa inicial de la investigación donde se requiere la definición de conceptos y metodologías de estimación que han sido propuestas. De esta manera, a partir de la lectura y análisis de trabajos investigativos se definirá el concepto de río trezado y caudal dominante, y se analizará qué metodología es la más adecuada para la estimación del caudal formativo (caudal dominante) en ríos de características trezadas.

La técnica de observación será aplicada para la validación de la metodología propuesta. Se caracterizará el comportamiento de diferentes cauces trezados mediante la observación de mediciones de caudales, granulometrías y

topobatimetrías, y se establecerá su dependencia con características hidráulicas y morfométricas como parte de la validación de la metodología. Estos casos de estudio (ríos analizados) permitirán hallar una tendencia de comportamiento del caudal dominante en función de parámetros hidrológicos.

Además, se planteará la evaluación de resultados de algunas de las metodologías tradicionales, con el fin de comparar sus resultados y concluir acerca de la validez de cada una de ellas en función de su rango y condiciones de aplicabilidad. A su vez, se relacionará la metodología más adecuada con los parámetros hidrológicos de los cauces buscando proponer una metodología simplificada para el cálculo del caudal dominante en ríos de características trenzadas. Finalmente, se recomendará acerca de cuál de las metodologías es la más aplicable para la estimación del caudal dominante en cauces trenzados.

Capítulo III

Valoración de Metodologías

Para la valoración de las metodologías de estimación del caudal dominante en ríos trezados, se utilizará información primaria de cuatro casos de estudio. Los ríos a los cuales se les valorará las diferentes metodologías serán los ríos Guatiquía, Guamal, Ariari y Charte. La información requerida para la evaluación de las distintas metodologías de estimación del caudal dominante es:

- Topografía, batimetría y secciones transversales.
- Granulometría del material del lecho.
- Aforos líquidos.
- Aforos sólidos.
- Registro histórico de caudales diarios.

6.1 Descripción de los Cauces

El presente estudio se centra en la etapa trezada de los ríos, en el caso particular de los ríos anteriormente mencionados, el análisis de las metodologías se lleva a cabo en la zona de abanico aluvial, sector que se caracteriza por encontrarse inmediatamente después del cambio de pendiente fuerte a suave, tramo donde la energía del cauce se disipa generando un ensanchamiento del río y una alta tasa de depositación de sedimento de gran tamaño.

Como características generales de la etapa trezada de los cauces, está la alta divagación del alineamiento del río, la predominancia del régimen subcrítico en el flujo, bajas velocidades de flujo, acumulación de sedimentos, secciones transversales poco definidas, amplias planicies de inundación y la formación de isletas conformadas por sedimentos.

6.1.1 Descripción del río Guatiquía

El río Guatiquía tiene su nacimiento en el páramo de Chingaza a unos 3.500 m.s.n.m., hace parte de la cuenca del río Orinoco y sus aguas discurren de occidente a oriente pasando por la ciudad de Villavicencio donde se presenta el

abanico aluvial del río debido al cambio de régimen torrencial a régimen trezado. Su recorrido es de 130 km aproximadamente antes de su desembocadura al río Metica; la cuenca del río Guatiquía se caracteriza por las abundantes lluvias especialmente en su cuenca alta. Este río cuenta con diques marginales a la altura de la ciudad de Villavicencio debido a los constantes desbordamientos que allí se presentaban, esto debido a que el abanico aluvial se desarrolla en dicho sector.

La etapa trezada del río se empieza a desarrollar de forma perceptible luego de su paso por Villavicencio donde se empiezan a presentar islas o dunas que sobresalen en la superficie del cauce y su ancho efectivo se amplía a unos 600 metros aproximadamente, aunque este ancho puede llegar a los 1,5 km en la cuenca baja.



Figura 3 Río Guatiquía

Fuente: Google Earth Pro 2019

Se cuenta con un buen registro de datos respecto a su hidrología e hidráulica, cuyas mediciones las realiza en su mayoría el IDEAM, estos datos son base de las metodologías para la estimación del caudal dominante.

6.1.2 Descripción del río Guamal

El río Guamal tiene su nacimiento en la cordillera oriental y discurre en sentido occidente – oriente pasando por los municipios de Guamal, Castilla La Nueva y San Carlos de Guaroa para alcanzar su desembocadura al río Humadea. El río Guamal alcanza su etapa trezada en cercanías de la vereda El Dorado a unos 10 km aguas arriba del municipio de Guamal; en su etapa trezada alcanza un ancho efectivo de 600 metros.

Este cauce se caracteriza por su gran aporte de sedimentos, lo cual propicia la extracción de material de cantera. Actualmente, se cuenta con un gran número de licencias mineras activas y por otorgar, esta situación exige la estimación del caudal dominante y garantizar las condiciones de equilibrio para este cauce.

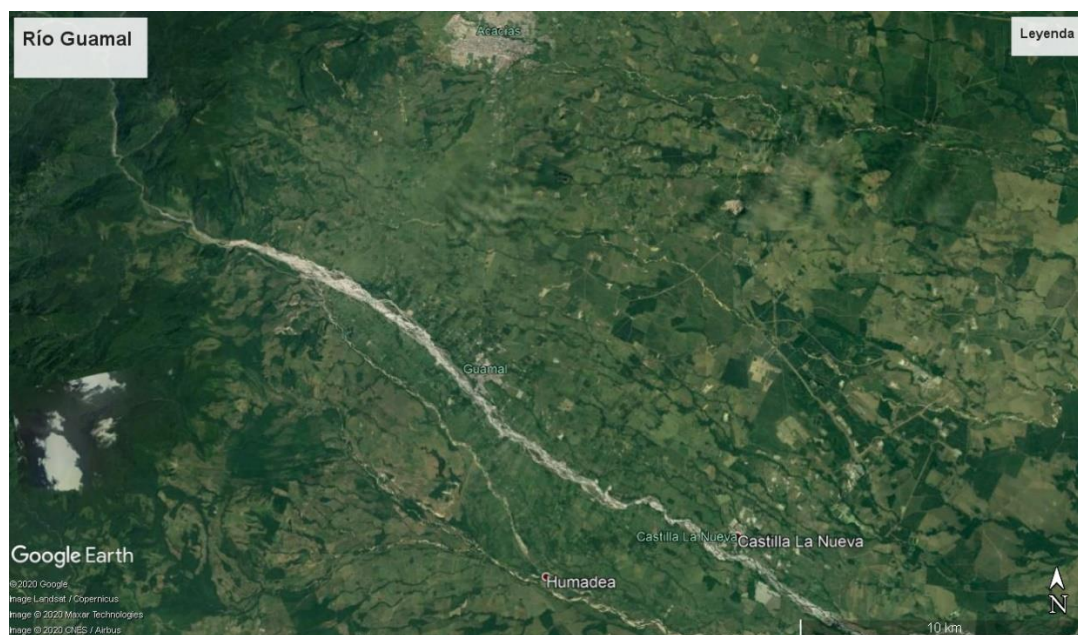


Figura 4 Río Guamal

Fuente: Google Earth Pro 2019

A pesar de que se cuenta con buenos registros hidrológicos del cauce por parte del IDEAM, no se cuenta con un buen registro de la sedimentología de este.

6.1.3 Descripción del río Ariari

El río Ariari tiene su Nacimiento en el páramo del Sumapaz y sus aguas transitan en sentido norte – sur pasando por ocho municipios antes de su desembocadura en el río Guaviare en el municipio de Puerto Concordia. Este río también se caracteriza por su gran aporte de material de arrastre lo cual ha generado un desarrollo económico alrededor de la extracción de material de cantera.

Su etapa trezada se desarrolla a la altura del municipio de San Luis de Cubarral donde empieza a generarse el abanico aluvial del cauce. Adicionalmente, este río presenta varios eventos de inundación al año, sobre todo en cercanías de Granada, Fuente de Oro y Puerto Lleras.

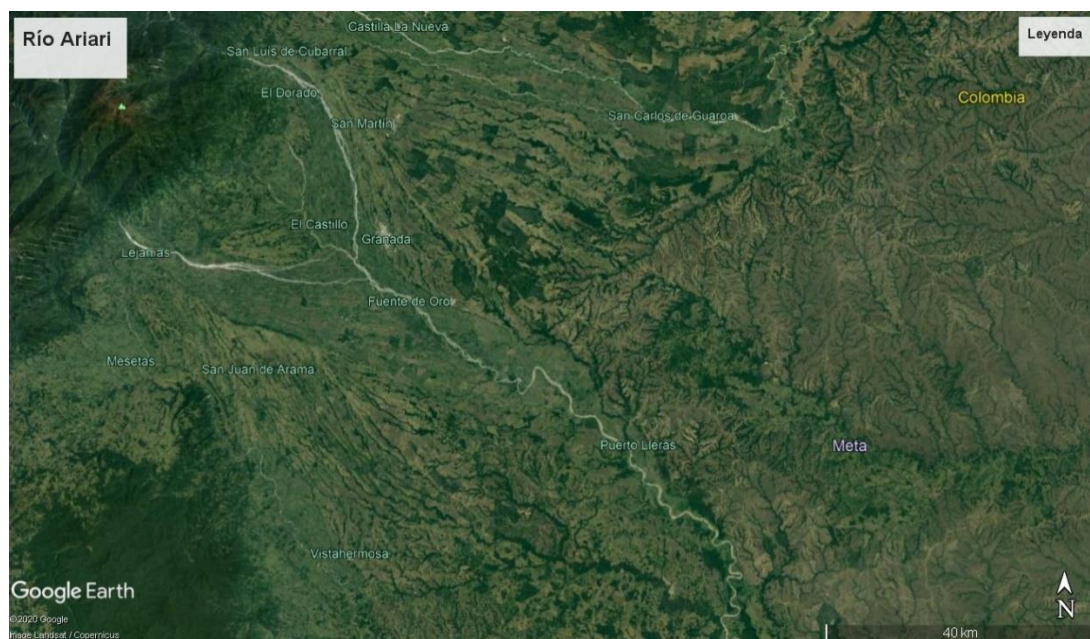


Figura 5 Río Ariari

Fuente: Google Earth Pro 2019

El registro hidrológico, hidráulico y sedimentológico es bastante completo por parte del IDEAM, pues cuenta con tres estaciones de medición sobre el río.

6.1.4 Descripción del río Charte

El río Charte tiene su nacimiento en la cordillera oriental y discurre en sentido occidente – oriente pasando por los municipios de Yopal, Morichal, La Copa, y Matepalma antes de su desembocadura en el río Cusiana. En menor medida respecto a los cauces anteriormente mencionados, este río tiene un importante aporte de sedimentos en su etapa trezada.

La etapa trezada del río Charte empieza en la zona rural del municipio de Yopal en la vereda Los Algarrobos.

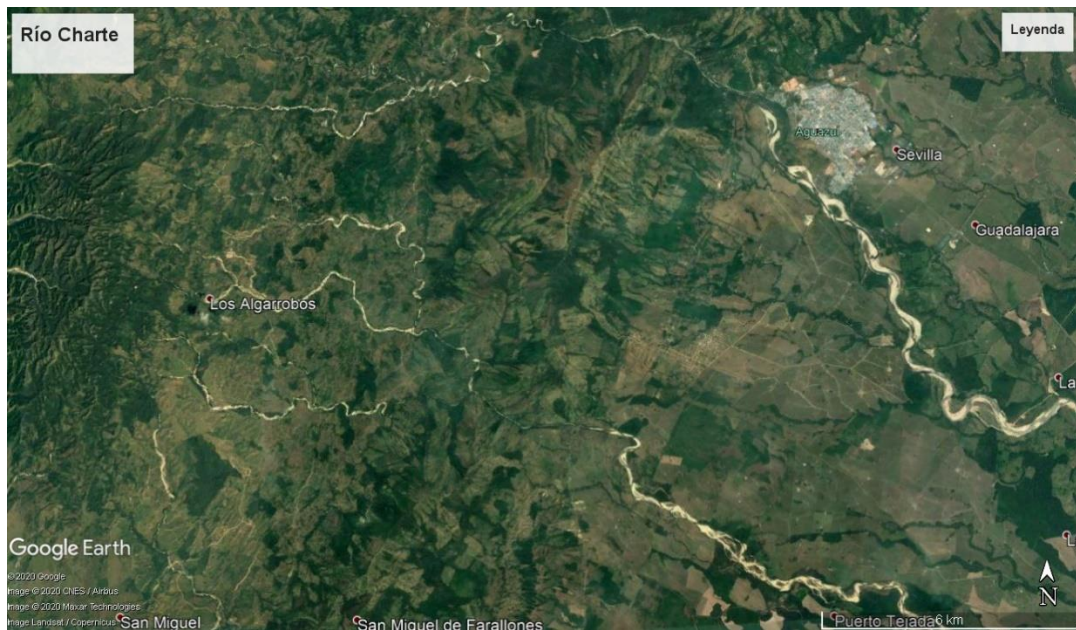


Figura 6 Río Charte

Fuente: Google Earth Pro 2019

Existe una estación de medición de parámetros hidrológicos e hidráulicos administrada por el IDEAM en este cauce, lo cual garantiza la medición idónea de parámetros necesarios para garantizar el estado de equilibrio del río.

6.2 Valoración del Método Geométrico

Los métodos geométricos consisten en asociar parámetros geométricos al caudal dominante. Para este estudio, se considera que el caudal dominante corresponde

al caudal de desborde de la sección, para esto, se debe estimar el n de Manning de los ríos a partir de mediciones en campo, definir las bancas de la sección a evaluar, y calcular la altura y caudal de desborde a partir de la ecuación de Manning.

$$V = \frac{1}{n} * R_h^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$$

Ecuación 1

Donde:

- V: Velocidad media del flujo en m/s.
- n: Coeficiente n de Manning adimensional.
- R_h : Radio hidráulico de la sección en m.
- S: Pendiente de la línea de agua en m/m.

Finalmente se definirá como caudal dominante el caudal correspondiente al caudal desborde del cauce, es decir, el caudal que llena la sección transversal evaluada, que, para este caso particular, serán las secciones donde se encuentran ubicadas las estaciones hidrométricas del IDEAM.

6.2.1 Estimación del n de Manning basada en aforos realizados por el estudio

Como resultado de los aforos líquidos realizados en una o más secciones transversales del cauce en donde se mide la velocidad media del río, la batimetría de la sección evaluada y la altura de la lámina de agua. mediante aproximación de trapecios, se estiman los parámetros hidráulicos de la sección (área mojada, perímetro mojado y radio hidráulico), además, de las batimetrías tomadas, y considerando un régimen de flujo subcrítico debido a las bajas pendientes que se presentan en la etapa trezada de los ríos, se asume que la pendiente del fondo del cauce se aproxima a la pendiente de la lámina de agua entre secciones. Considerando la ecuación de Manning, se despeja el valor del “n” en función de los parámetros hidráulicos medidos, obteniendo como resultado la siguiente ecuación:

$$n = \frac{A^{5/3} * S^{1/2}}{Q * P^{2/3}}$$

Ecuación 2

Donde:

- Q: Caudal medido en m^3/s .
- n: Coeficiente n de Manning adimensional.
- A: Área mojada de la sección en m^2 .
- P: Perímetro mojado de la sección en m
- S: Pendiente de la línea de agua en m/m.

6.2.2 Estimación del n de Manning basada en aforos realizados por el IDEAM

Como parte del sistema nacional de monitoreo en Colombia, el IDEAM cuenta con estaciones limnigráficas y limnimétricas a lo largo de los ríos más importantes del país. Generalmente, dichas estaciones se encuentran ubicadas en secciones del río que presentan estabilidad en su sección, en la mayoría de los casos en inmediaciones a los puentes donde la batimetría del sector no cambia apreciablemente.

Las mediciones realizadas por el IDEAM son de libre acceso previa la solicitud del interesado, en el resumen de mediciones de aforos líquidos se miden los siguientes parámetros:

- Fecha de realización del aforo.
- Nivel medio en cm.
- Ancho de la sección en m.
- Profundidad media en m.
- Velocidad media en m/s.
- Caudal total en m^3/s .
- Perímetro mojado en m.
- Radio hidráulico en m.
- Factor geométrico adimensional.
- Factor hidráulico adimensional.

Al igual que en la metodología anterior, se utiliza la Ecuación 2 para la despejar el n de Manning.

6.2.3 Estimación del n de Manning basada en granulometrías y el método de Cowan

Se realizaron campañas para el muestreo de material del lecho del cauce utilizando la metodología del tamizado para determinar los diámetros característicos de cada muestra. Para la estimación del n de Manning de los cauces, se utiliza la metodología de Cowan modificada que se describe a continuación.

A partir del reconocimiento de varios factores primordiales que afectan el coeficiente de rugosidad, Cowan desarrolló un procedimiento para estimar el valor de n de Manning. Mediante este procedimiento, el valor de n puede calcularse por medio de la siguiente ecuación.

$$n = (n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4) * m_5 \quad \text{Ecuación 3}$$

Donde n_0 es un valor básico de n para un canal recto, uniforme y liso en los materiales naturales involucrados, n_1 es un valor que debe agregarse al n_0 para corregir el efecto de las rugosidades superficiales, n_2 es un valor para considerar las variaciones en las obstrucciones, n_3 corresponde a la corrección por obstrucciones ocasionadas por troncos o rocas de gran tamaño, n_4 es un valor para considerar la vegetación y las condiciones de flujo, y m_5 es un factor de corrección de los efectos por meandros en el canal.

Los valores de referencia para el método de Cowan, de n_0 a n_4 y m_5 pueden seleccionarse en la de acuerdo con las condiciones presentadas en el cauce según se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1 Valores de Cálculo del Coeficiente de Rugosidad (Método de Cowan)

Condiciones del Canal		Valores	
Material Involucrado	Tierra	n_0	0.02
	Corte en Roca		0.025
	Grava Fina		0.024
	Grava Gruesa		0.028
Grado de Irregularidad	Suave	n_1	0
	Menor		0.005

Condiciones del Canal		Valores	
	Moderado		0.01
	Intenso		0.02
Variaciones en la sección del canal	Gradual	n ₂	0
	Ocasionalmente alternante		0.005
	Frecuentemente alternante		0.01
Efecto relativo de las obstrucciones	Despreciable	n ₃	0
	Menor		0.01
	Apreciable		0.02
	Intenso		0.04
Vegetación	Bajo	n ₄	0.005
	Media		0.01
	Alta		0.025
	Muy Alta		0.05
Grado de sinuosidad	Menor	m ₅	1
	Apreciable		1.15
	Intenso		1.3

Fuente:Propia

Para la estimación del material involucrado (n_0) se calculará mediante ecuaciones empíricas desarrolladas por métodos experimentales en cauces con características similares a los ríos que son objeto de estudio. Es decir, estas ecuaciones son aplicables para ríos de baja pendiente y material de lecho relativamente grueso.

- Ecuación de Strickler (1923):

$$n = 0.047 * d_{50}^{1/6} \quad \text{Ecuación 4}$$

Donde d_{50} es el diámetro (mm) de la arena uniforme adherida a los lados y al fondo del canal, medido bajo régimen crítico en un modelo experimental (Marbello Pérez, 2011).

- Ecuación de Kaulegan (1949):

$$n = 0.0416 * d_{65}^{1/6} \quad \text{Ecuación 5}$$

Donde d_{65} es el diámetro (mm) de partícula que pasa el 65% del tamizado del total de una muestra.

- Ecuación de Lane y Carlson (1953):

$$n = 0.038 * d_{75}^{1/6} \quad \text{Ecuación 6}$$

Obtenida a través de experimentos de campo, involucrando canales empedrados con guijarros; en esta ecuación, d_{75} es el diámetro (pulg) del material del fondo, tal que el 75% del material por peso tiene un diámetro menor (Marbello Pérez, 2011).

- Ecuación de Chow (1959):

$$n = 0.0417 * d_{65}^{1/6} \quad \text{Ecuación 7}$$

Donde d_{65} es el diámetro (mm) de partícula que pasa el 65% del tamizado del total de una muestra.

- Ecuación de Henderson (1966):

$$n = 0.034 * d_{50}^{1/6} \quad \text{Ecuación 8}$$

Henderson señaló que las investigaciones de Strickler estuvieron basadas en corrientes con fondos de grava, y no en un canal medidor de régimen crítico, y que d_{50} es el tamaño medio del material del fondo en mm (Marbello Pérez, 2011).

- Ecuación de la Administración de Carreteras Federales de los Estados Unidos (FHWA):

$$n = 0.0395 * d_{50}^{1/6} \quad \text{Ecuación 9}$$

Donde d_{50} es el diámetro (mm) de partícula que pasa el 50% del tamizado del total de una muestra.

- Ecuación de Simosn y Senturk (1976):

$$n = 0.0389 * d_{50}^{1/6}$$

Ecuación 10

Donde d_{50} es el diámetro (mm) de partícula que pasa el 50% del tamizado del total de una muestra.

Finalmente, se adopta como n_0 el promedio de los valores obtenidos por las ecuaciones empíricas propuestas por los diferentes autores.

6.2.4 Estimación del n de Manning basada en modelo unidimensional con HEC-RAS

Esta metodología de estimación de la rugosidad del fondo del cauce se basa en el montaje del modelo hidráulico unidimensional de los ríos evaluados mediante el uso del modelo HEC-RAS, el cual consiste en la solución matemática de las ecuaciones de flujo gradualmente variado para la determinación del perfil hidráulico.

Los insumos necesarios para adelantar esta metodología son los siguientes:

- Geometría de los cauces (topografía).
- Aforos líquidos.
- Condiciones de frontera.

Se definen las condiciones de frontera para los cauces considerando que el régimen presente en los ríos es subcrítico teniendo en cuenta sus bajas pendientes, características usuales en la etapa trenzada de estos cauces. De esta forma, se asumen las condiciones de frontera de los ríos aguas abajo como la pendiente del fondo de cauce que corresponde aproximadamente a la pendiente hidráulica.

Una vez definidas las condiciones de frontera, y a partir del montaje geométrico en el modelo (ver Anexo 3), se desarrolla un proceso iterativo en el cual se ingresan los valores de caudal tomados de los diversos aforos realizados en las estaciones ubicadas sobre los ríos evaluados, y se varía gradualmente el n de Manning con el fin de obtener la velocidad aforada para cada caudal, de esta forma, se obtiene un valor de n de Manning por cada aforo líquido realizado.

Finalmente, con estos datos de caudal vs n de Manning, se realiza una regresión con el fin de definir una ecuación que describa el comportamiento de la rugosidad respecto al caudal transitado para cada una de las estaciones consideradas.

6.2.5 Resultados de la estimación del n de Manning

Debido a que la información disponible varía en función del cauce evaluado, se realiza la estimación el coeficiente “n” mediante una o más de las metodologías descritas anteriormente. En la Tabla 2 se presenta el resumen de las metodologías aplicadas para cada río.

Tabla 2 Metodologías utilizadas para la estimación del n de Manning para cada río

Método	Cauce			
	Guatiquía	Guamal	Ariari	Charte
Aforos Estudio	x		x	
Aforos IDEAM	x		x	x
Método de Cowan	x	x	x	x
Calibración	x	x	x	x

Fuente: Propia

6.2.5.1 Aforos estudio río Guatiquía

Los aforos llevados a cabo en el río Guatiquía se realizaron el 16 y 17 de mayo del 2015 en dos secciones sobre el río. En la Figura 7 se presenta el esquema de ubicación de las secciones aforadas.



Figura 7 Ubicación de secciones de Aforo realizado por el consultor en el río Guatiquía

Fuente: Google Earth Pro 2019

Como resultado de los aforos se obtuvo las siguientes secciones de aforo:

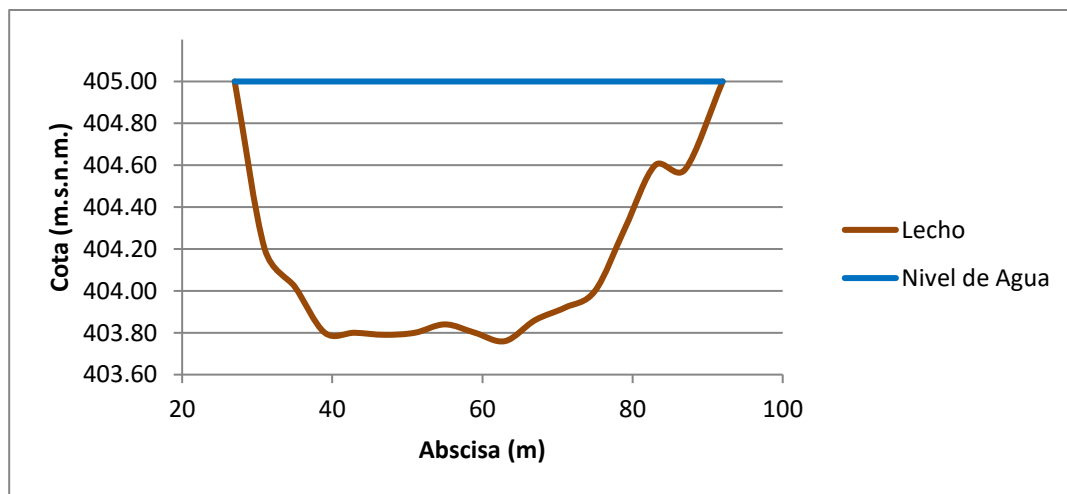


Figura 8 Sección 1 de aforo de estudio río Guatiquía

Fuente: Propia

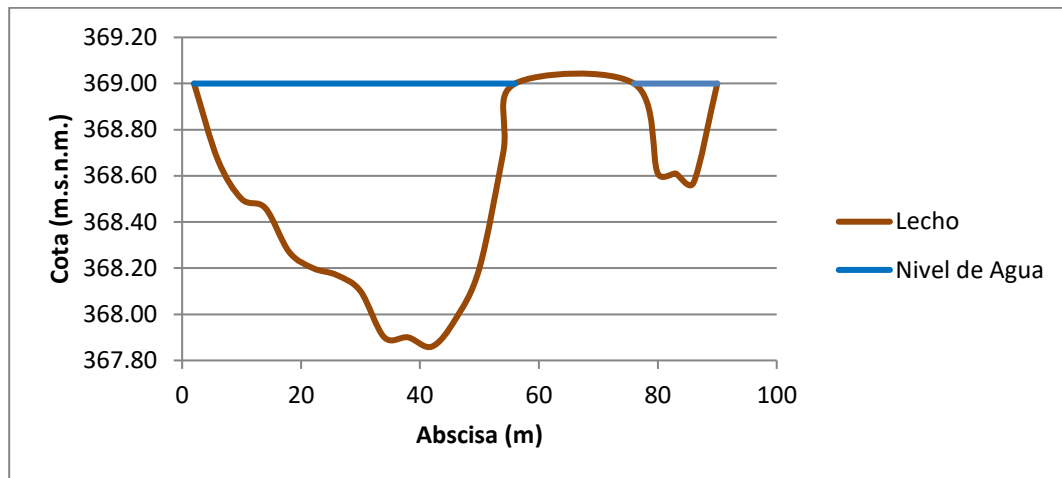


Figura 9 Sección 2 de aforo de estudio río Guatiquía

Fuente: Propia

Mediante la aproximación mediante trapecios se estimó el área mojada y el perímetro mojado de cada una de las secciones cuyo cálculo se resume en la Tabla 3 y la Tabla 4.

Tabla 3 Estimación de parámetros hidráulicos para sección 1 de aforo de estudio río Guatiquía

Abscisa (m)	Profundidad (m)	Perímetro (m)	Área (m ²)
27	405.00		
31	404.20	4.08	1.60
35	404.02	4.00	3.56
39	403.80	4.01	4.36
43	403.80	4.00	4.80
47	403.79	4.00	4.82
51	403.80	4.00	4.82
55	403.84	4.00	4.72
59	403.80	4.00	4.72
63	403.76	4.00	4.88
67	403.86	4.00	4.76
71	403.92	4.00	4.44
75	404.00	4.00	4.16
79	404.30	4.01	3.40
83	404.60	4.01	2.20
87	404.58	4.00	1.64

Abscisa (m)	Profundidad (m)	Perímetro (m)	Área (m²)
92	405.00	5.02	1.05
		65.13	59.93

Fuente: Propia

Tabla 4 Estimación de parámetros hidráulicos para sección 2 de aforo de estudio río Guatiquía

Abscisa (m)	Profundidad (m)	Perímetro (m)	Área (m²)
2	369.00		
6	368.67	4.01	0.66
10	368.50	4.00	1.66
14	368.46	4.00	2.08
18	368.27	4.00	2.54
22	368.20	4.00	3.06
26	368.17	4.00	3.26
30	368.10	4.00	3.46
34	367.90	4.00	4.00
38	367.90	4.00	4.40
42	367.86	4.00	4.48
46	367.98	4.00	4.32
50	368.20	4.01	3.64
54	368.70	4.03	2.20
56	369.00	2.02	0.30
76	369.00	0.00	0.00
80	368.61	4.02	0.78
83	368.61	3.00	1.17
86	368.57	3.00	1.23
90	369.00	4.02	0.86
		68.13	44.10

Fuente: Propia

Con base en las mediciones de velocidad media, la pendiente del fondo del canal entre secciones y los parámetros hidráulicos calculados, se estimó mediante la Ecuación 2 el n de Manning para cada una de las sección adoptando el promedio entre las dos como valor de n del río Guatiquía según el método de aforos realizados por el estudio.

Tabla 5 Resultados n de Manning aforos estudio río Guatiquía

Distancia entre secciones (m)	5569
Diferencia entre fondos (m)	35.90
Pendiente hidráulica (m/m)	0.006446
V media sección 1 (m/s)	1.52
V media sección 2 (m/s)	2.12
n Sección 1	0.0500
n Sección 2	0.0283
n Promedio	0.0392

Fuente: Propia

6.2.5.2 Aforos IDEAM río Guatiquía

Sobre el río Guatiquía se cuenta con la estación Pte. Abadía, que cuenta con medición de aforos líquidos en el periodo comprendido entre los años 1990 y 2011. En la Figura 10 se presenta de forma esquemática la ubicación de la estación en la que se tomaron los aforos por parte del IDEAM.



Figura 10 Ubicación estación de aforo Pte. Abadía

Fuente: Google Earth Pro 2019

Considerando que se pueden presentar errores en la medición, se consideró tomar las mediciones que se encontraron dentro del rango de una vez la desviación estándar y sobre estos valores calcular la estimación del n promedio para el cauce.

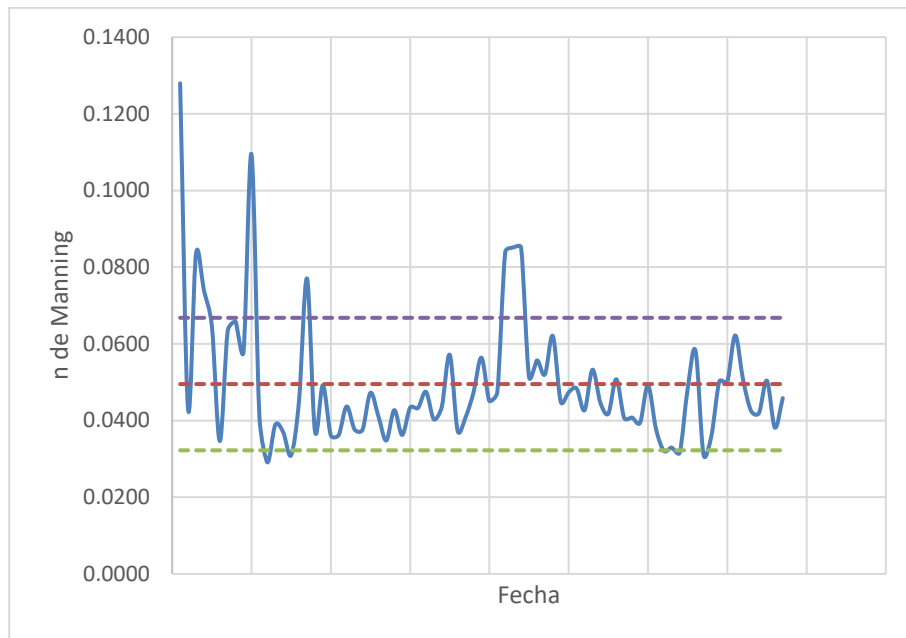


Figura 11 Desviación estándar aforos Pte. Abadía río Guatiquía

Fuente: Propia

Usando la Ecuación 2 y los resultados del aforo realizado, se estima el n de Manning promedio en 0.0458, la estimación para la rugosidad particular para cada aforo se presenta en el Anexo 1.

6.2.5.3 Método de Cowan río Guatiquía

Se tomaron tres muestras granulométricas del fondo del río Guatiquía con el fin de determinar los diámetros característicos necesarios para la implementación de las ecuaciones empíricas descritas en el numeral 6.2.3, se construyó la curva granulométrica de las muestras tomadas que se presentan a continuación.

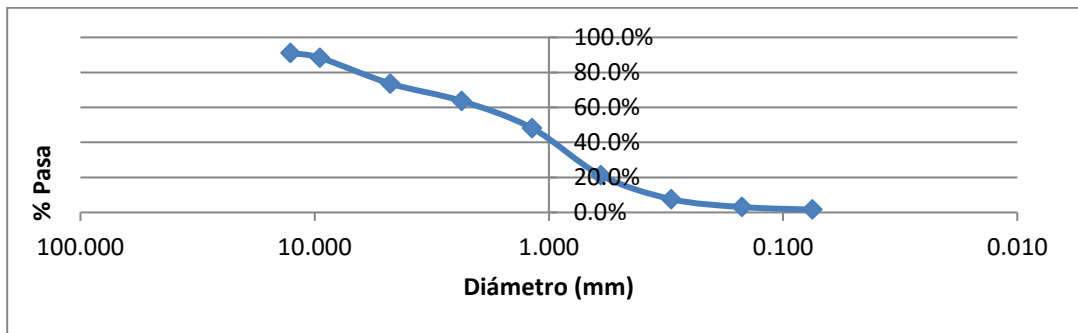


Figura 12 Muestra granulométrica 1 sobre el río Guatiquía

Fuente: Propia

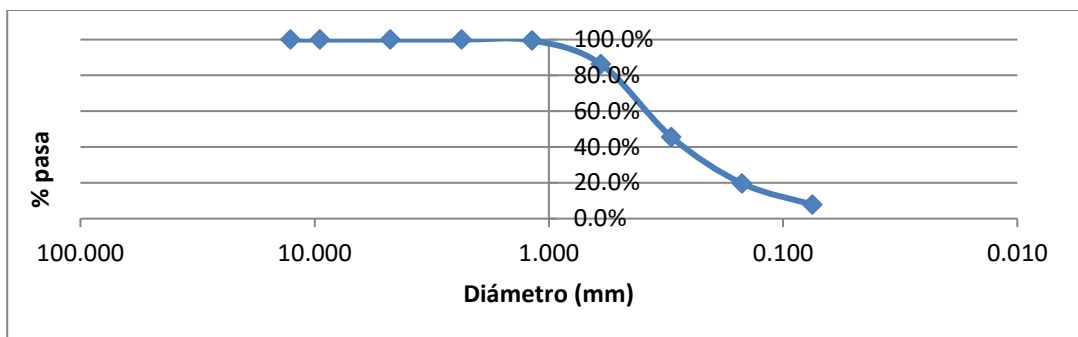


Figura 13 Muestra granulométrica 2 sobre el río Guatiquía

Fuente: Propia

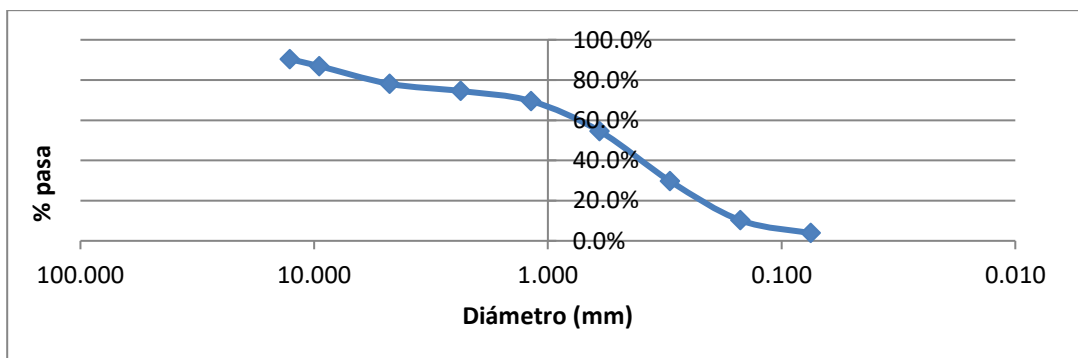


Figura 14 Muestra granulométrica 3 sobre el río Guatiquía

Fuente: Propia

Los diámetros característicos promedio se estimaron mediante interpolación lineal y se presentan en la Tabla 6.

Tabla 6 Diámetros característicos granulometría río Guatiquía

Diámetros característicos	Diámetros promedio
D ₁₀ (mm)	0.196
D ₃₀ (mm)	0.434
D ₅₀ (mm)	0.733
D ₆₀ (mm)	1.099
D ₆₅ (mm)	1.375
D ₇₅ (mm)	2.804
D ₉₀ (mm)	8.201

Fuente: Propia

Mediante las ecuaciones empíricas descritas en el numeral 6.2.3 se estimó el n de Manning correspondiente al material involucrado (n_0).

Tabla 7 Estimación del n_0 para el río Guatiquía mediante ecuaciones empíricas

Strickler (1923)	0.0446
Keulegan (1938-1949)	0.0439
Lane y Carlson (1953)	0.0263
Chow (1959)	0.0440
Henderson (1966)	0.0323
FHWA	0.0375
Simons y Senturk (1976)	0.0369
n_0 promedio	0.0379

Fuente: Propia

Finalmente, implementando el método de Cowan se estima el n de Manning para el río Guatiquía.

Tabla 8 n de Manning para el río Guatiquía método de Cowan

Parámetro	Valor	Característica
n_0	0.0379	Material involucrado
n_1	0	Irregularidad: Suave
n_2	0.005	Variación en la sección: Ocasionalmente alternante
n_3	0	Obstrucción: Despreciable
n_4	0.005	Efecto de la vegetación: Bajo
m_5	1	Meandro: Menor
n	0.0479	Ponderado

Fuente: Propia

6.2.5.4 Calibración modelo HEC-RAS río Guatiquía

Una vez desarrollado el proceso iterativo para encontrar el n de Manning correspondiente a cada caudal aforado, se obtiene una tabla donde para cada caudal registrado en la estación Pte. Abadía y los aforos desarrollados por consultores privados, se obtiene un valor de n de Manning, la tabla de resultados obtenidos para cada caudal se puede consultar en el Anexo 2.

A partir de los resultados de la calibración, se construye la relación entre el n de Manning y el caudal aforado que se presenta en la Figura 15

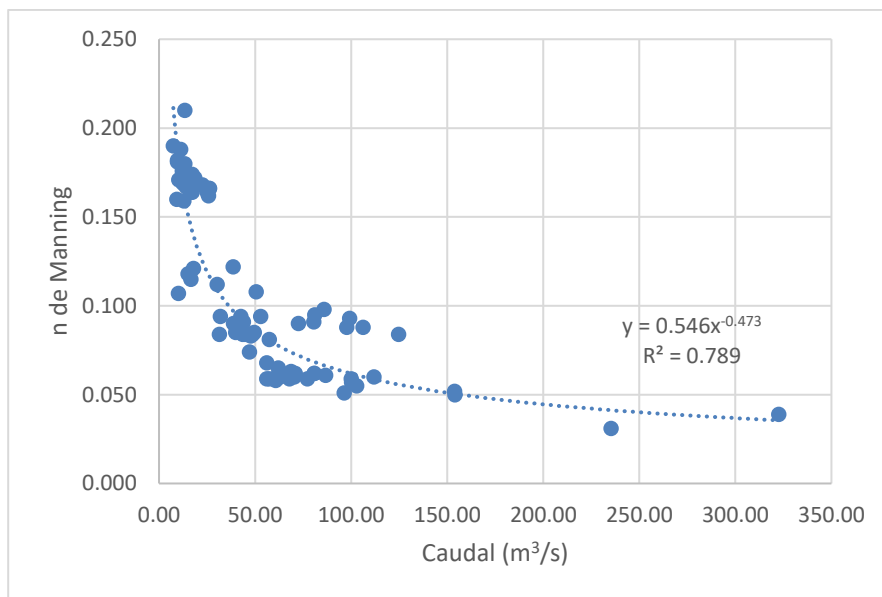


Figura 15 Ecuación de ajuste Q vs n de Manning río Guatiquía

Fuente: Propia

6.2.5.5 Método de Cowan río Guamal

Sobre el río Guamal se realizaron tres muestras granulométricas en inmediaciones del municipio de Guamal con el fin de determinar los diámetros característicos necesarios para la implementación de las ecuaciones empíricas descritas en el numeral 6.2.3, se construyó la curva granulométrica de las muestras tomadas que se presentan a continuación.

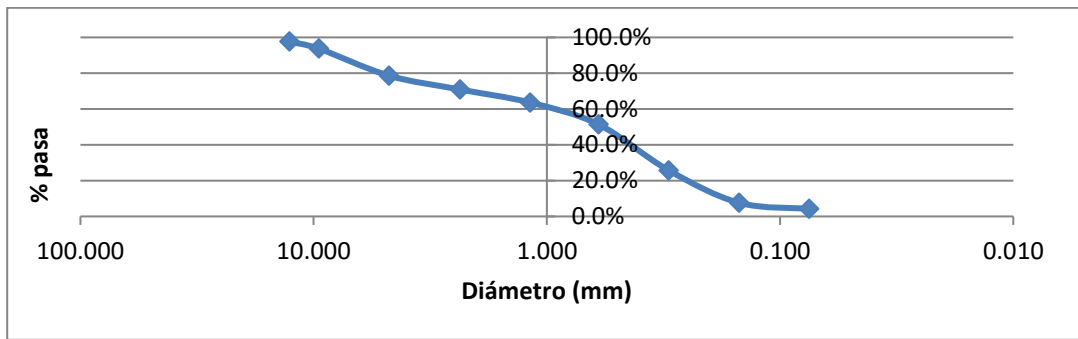


Figura 16 Muestra granulométrica 1 sobre el río Guamal

Fuente: Propia

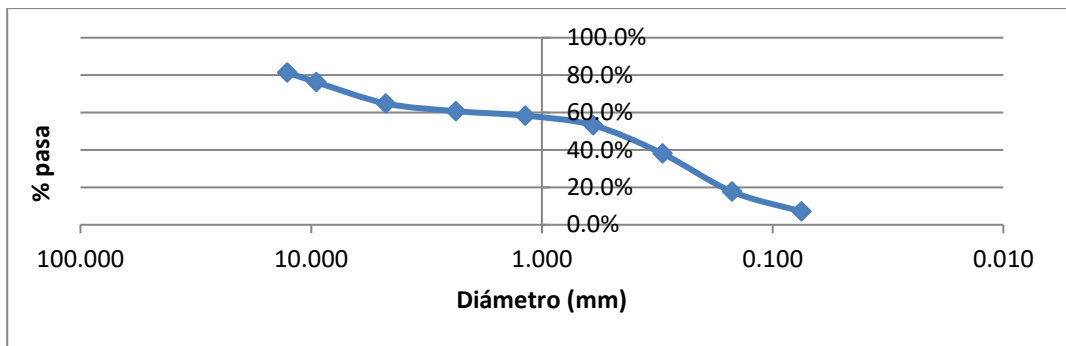


Figura 17 Muestra granulométrica 2 sobre el río Guamal

Fuente: Propia

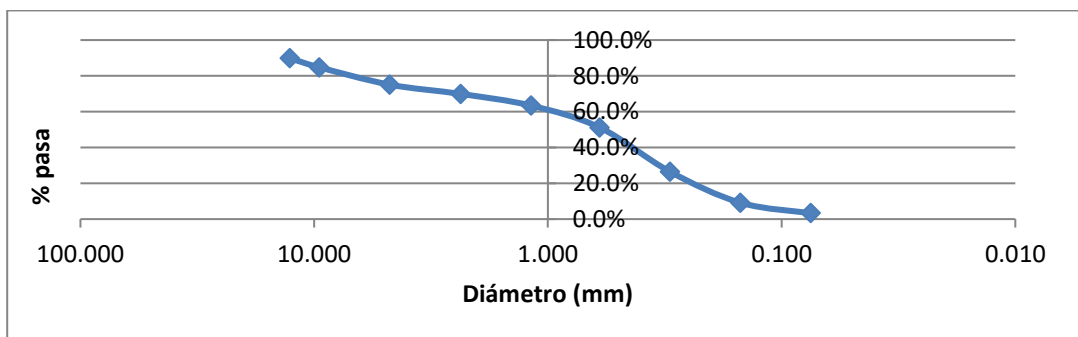


Figura 18 Muestra granulométrica 3 sobre el río Guamal

Fuente: Propia

Los diámetros característicos promedio se estimaron mediante interpolación lineal y se presentan en la Tabla 9

Tabla 9 Diámetros característicos granulometría río Guamal

Diámetros característicos	Diámetros promedio
D10 (mm)	0.141
D30 (mm)	0.311
D50 (mm)	0.569
D60 (mm)	1.343
D65 (mm)	2.561
D75 (mm)	5.771
D90 (mm)	10.572

Fuente: Propia

Mediante las ecuaciones empíricas descritas en el numeral 6.2.3 se estimó el n de Manning correspondiente al material involucrado (n_0).

Tabla 10 Estimación del n_0 para el río Guamal mediante ecuaciones empíricas

Strickler (1923)	0.0428
Keulegan (1938-1949)	0.0487
Lane y Carlson (1953)	0.0297
Chow (1959)	0.0488
Henderson (1966)	0.0309
FHWA	0.0360
Raudkivi (1976)	0.0382
Simons y Senturk (1976)	0.0354
n_0 promedio	0.0388

Fuente: Propia

Finalmente, implementando el método de Cowan se estima el n de Manning para el río Guamal.

Tabla 11 n de Manning para el río Guamal método de Cowan

Parámetro	Valor	Característica
n_0	0.0388	Material involucrado
n_1	0	Irregularidad: Suave
n_2	0.005	Variación en la sección: Ocasionalmente alternante
n_3	0	Obstrucción: Despreciable
n_4	0.005	Efecto de la vegetación: Bajo
m_5	1	Meandro: Menor
n	0.0488	Ponderado

Fuente: Propia

6.2.5.6 Calibración modelo HEC-RAS río Guamal

Al no contar con un registro histórico de aforos líquidos para este cauce, se adoptó como n de Manning el promedio de los tres aforos líquidos que adelantó el consultor privado (Consortio diseños mineros del Meta 2014) correspondiente a un valor de n de Manning de 0.054. Los datos de la calibración para el río Guamal se pueden consultar en el Anexo 2.

6.2.5.7 Aforos estudio río Ariari

Los aforos llevados a cabo en el río Ariari se realizaron el 25 y 28 de noviembre del 2015 en cuatro secciones sobre el río. En la Figura 19 y Figura 20 se presenta el esquema de la ubicación de las secciones aforadas sobre el río Ariari.

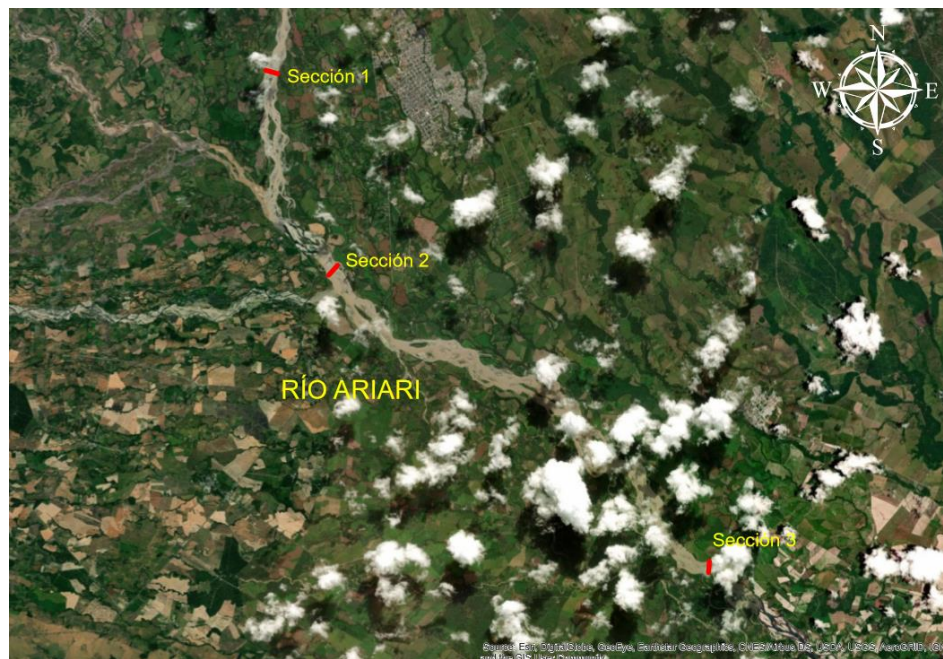


Figura 19 Ubicación de secciones de Aforo realizado por el consultor en el río Ariari (parte 1)

Fuente: Google Earth Pro 2019



Figura 20 Ubicación de secciones de aforo realizado por el consultor en el río Ariari (parte 2)

Fuente: Google Earth Pro 2019

Como resultado de los aforos se obtuvo las siguientes secciones de aforo:

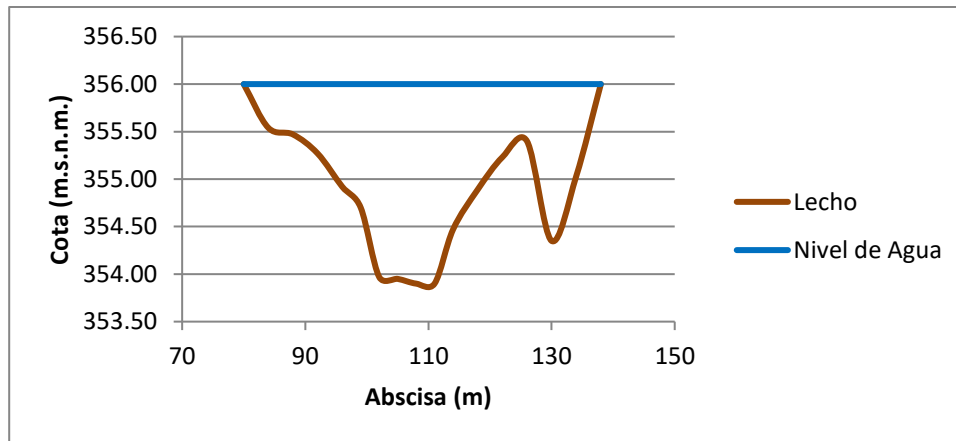


Figura 21 Sección 1 de aforo de estudio río Ariari

Fuente: Propia

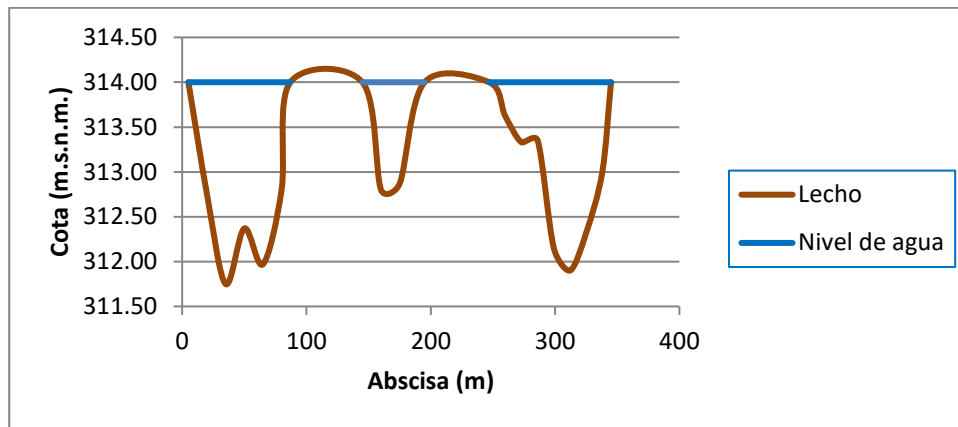


Figura 22 Sección 2 de aforo de estudio río Ariari

Fuente: Propia

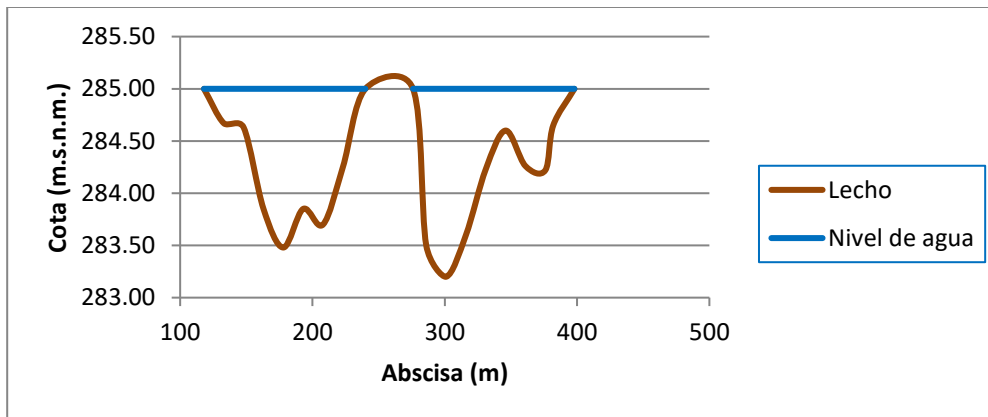


Figura 23 Sección 3 de aforo de estudio río Ariari

Fuente: Propia

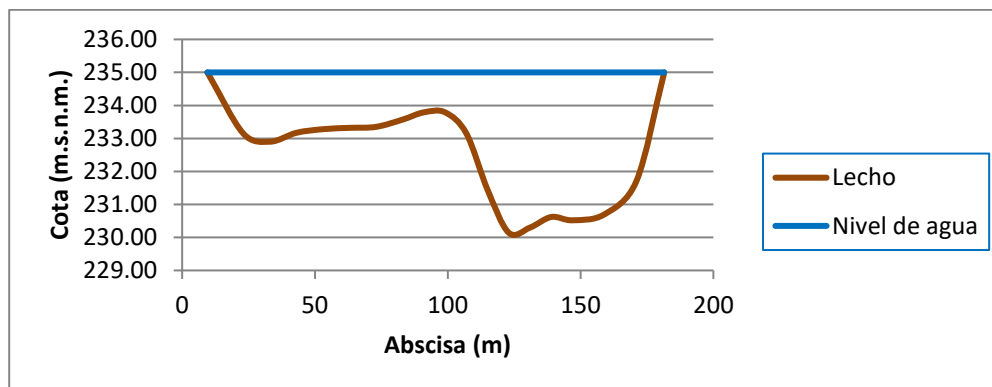


Figura 24 Sección 4 de aforo de estudio río Ariari

Fuente: Propia

Mediante la aproximación mediante trapecios se estimó el área mojada y el perímetro mojado de cada una de las secciones cuyo cálculo se resume en la Tabla 12, Tabla 13, Tabla 14, y Tabla 15.

Tabla 12 Estimación de parámetros hidráulicos para sección 1 de aforo de estudio río Ariari

Abscisa (m)	Profundidad (m)	Perímetro (m)	Área (m ²)
80	356.00		
84	355.54	4.03	0.92
88	355.47	4.00	1.98
92	355.27	4.00	2.52
96	354.92	4.02	3.62
99	354.70	3.01	3.57
102	353.97	3.09	4.99
105	353.95	3.00	6.12
108	353.90	3.00	6.23
111	353.90	3.00	6.30
114	354.47	3.05	5.44
118	354.89	4.02	5.28
122	355.23	4.01	3.76
126	355.40	4.00	2.74
130	354.35	4.14	4.50
134	355.03	4.06	5.24
138	356.00	4.12	1.94
		58.55	65.15

Fuente: Propia

Tabla 13 Estimación de parámetros hidráulicos para sección 2 de aforo de estudio río Ariari

Abscisa (m)	Profundidad (m)	Perímetro (m)	Área (m ²)
5	314.00		
20	312.75	15.05	9.38
35	311.75	15.03	26.25
50	312.37	15.01	29.10
65	311.97	15.01	27.45
80	312.80	15.02	24.22
87	314.00	7.10	4.20
145	314.00	0.00	0.00
160	312.80	15.05	9.00
175	312.87	15.00	17.47
195	314.00	20.03	11.30
247	314.00	0.00	0.00
260	313.62	13.01	2.47
273	313.33	13.00	6.83
286	313.35	13.00	8.58
299	312.15	0.00	16.25
312	311.90	13.00	25.68
325	312.32	13.01	24.57
338	313.00	13.02	17.42
345	314.00	7.07	3.50
		217.42	263.67

Fuente: Propia

Tabla 14 Estimación de parámetros hidráulicos para sección 3 de aforo de estudio río Ariari

Abscisa (m)	Profundidad (m)	Perímetro (m)	Área (m ²)
118	285.00		
133	284.67	15.00	2.47
148	284.63	15.00	5.25
163	283.85	15.02	11.40
178	283.48	15.00	20.02
193	283.85	15.00	20.02
208	283.70	15.00	18.37
223	284.25	15.01	15.38
240	285.00	17.02	6.38
276	285.00	0.00	0.00

Abscisa (m)	Profundidad (m)	Perímetro (m)	Área (m ²)
286	283.50	10.11	7.50
301	283.20	15.00	24.75
316	283.60	15.01	24.00
331	284.23	15.01	16.27
346	284.60	15.00	8.77
361	284.26	15.00	8.55
376	284.22	15.00	11.40
382	284.65	6.02	3.39
398	285.00	16.00	2.80
		244.22	206.74

Fuente: Propia

Tabla 15 Estimación de parámetros hidráulicos para sección 4 de aforo de estudio río Ariari

Abscisa (m)	Profundidad (m)	Perímetro (m)	Área (m ²)
9.5	235.00		
23	233.15	13.63	12.49
33	232.90	10.00	19.75
43	233.17	10.00	19.65
53	233.28	10.00	17.75
63	233.32	10.00	17.00
73	233.35	10.00	16.65
83	233.57	10.00	15.40
91	233.79	8.00	10.56
99	233.79	0.00	9.68
107	233.15	8.03	12.24
115	231.44	8.18	21.64
123	230.14	8.10	33.68
131	230.30	8.00	38.24
139	230.62	8.01	36.32
147	230.52	8.00	35.44
159	230.70	12.00	52.68
171	231.70	12.04	45.60
181.5	235.00	11.01	17.33
		165.01	432.09

Fuente: Propia

Con base en las mediciones de velocidad media, la pendiente del fondo del canal entre secciones y los parámetros hidráulicos calculados, se estimó mediante la

Ecuación 2 el n de Manning para cada una de las sección adoptando el promedio entre las cuatro como valor de n del río Ariari según el método de aforos realizados por el estudio.

Tabla 16 Resultados n de Manning aforos estudio río Ariari

Distancia entre secciones 1 y 2 (m)	10030
Distancia entre secciones 2 y 3 (m)	11372
Distancia entre secciones 3 y 4 (m)	106447
Diferencia entre fondos secciones 1 y 2 (m)	42.15
Diferencia entre fondos secciones 2 y 3 (m)	28.55
Diferencia entre fondos secciones 3 y 4 (m)	53.06
Pendiente hidráulica (m/m) sección 1	0.004202
Pendiente hidráulica (m/m) sección 2	0.004202
Pendiente hidráulica (m/m) sección 3	0.002511
Pendiente hidráulica (m/m) sección 4	0.000498
V media sección 1 (m/s)	1.60
V media sección 2 (m/s)	1.78
V media sección 3 (m/s)	1.30
V media sección 4 (m/s)	0.94
n Sección 1	0.0435
n Sección 2	0.0414
n Sección 3	0.0345
n Sección 4	0.0451
n Promedio	0.0411

Fuente: Propia

6.2.5.8 Aforos IDEAM río Ariari

Sobre el río Ariari se cuenta con las estaciones Pto. Angosturas, Pto. Rico y Candilejas que cuentan con mediciones de aforos líquidos en el periodo comprendido entre los años 1979 y 2014. En la Figura 25 se presenta de forma esquemática la ubicación de las estaciones en la que se tomaron los aforos por parte del IDEAM.



Figura 25 Ubicación estaciones de aforo río Ariari

Fuente: Google Earth Pro 2019

Considerando que se pueden presentar errores en la medición, se consideró tomar las mediciones que se encontraron dentro del rango de una vez la desviación estándar y sobre estos valores calcular la estimación del n promedio para el cauce.

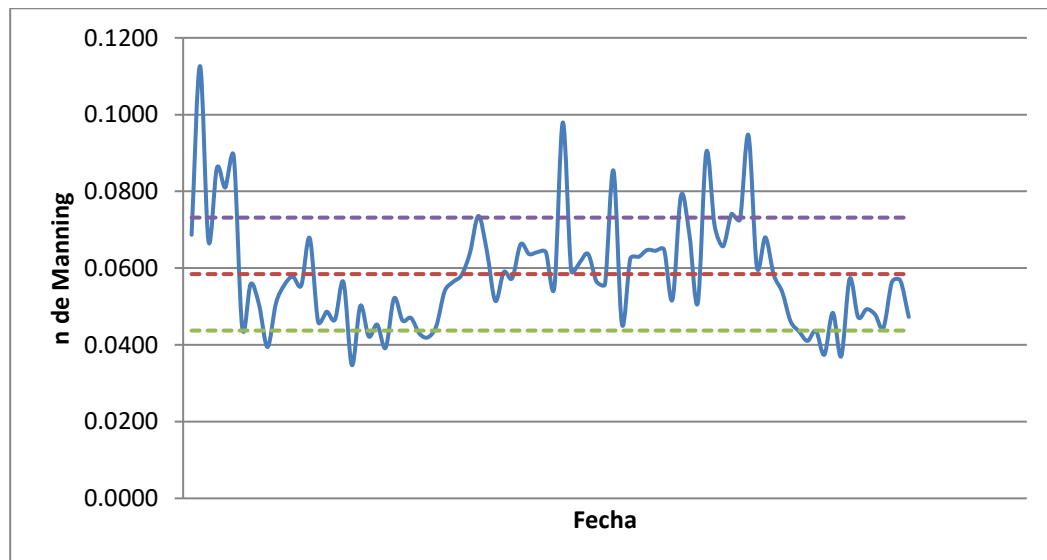


Figura 26 Desviación estándar aforos Pto. Angosturas río Ariari

Fuente: Propia

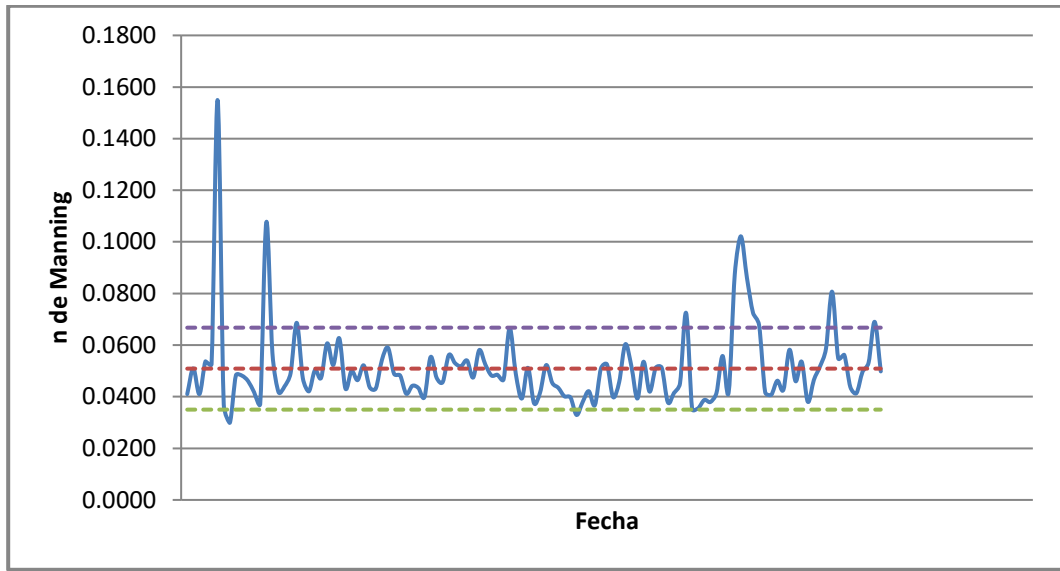


Figura 27 Desviación estándar aforos Pto. Rico río Ariari

Fuente: Propia

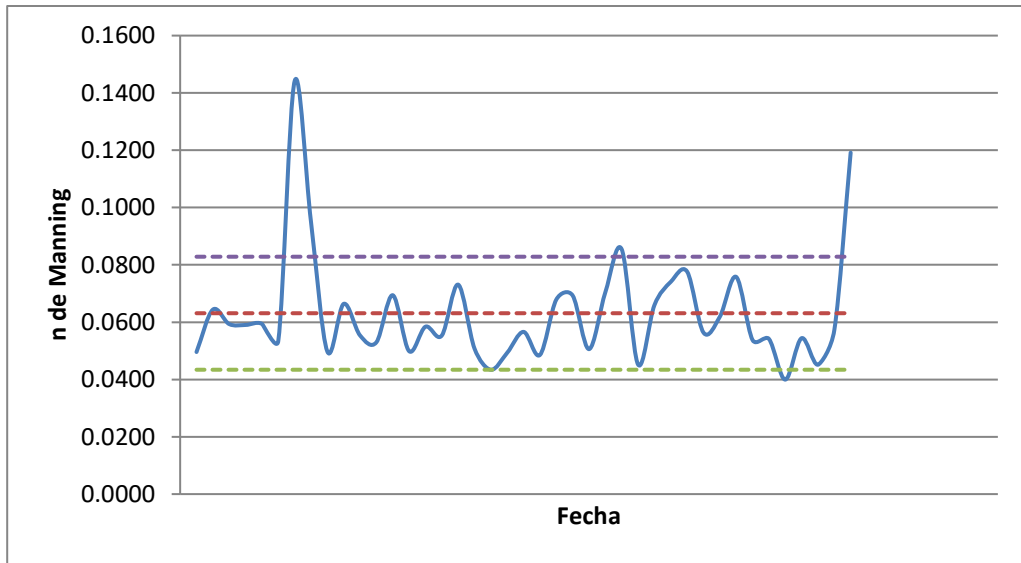


Figura 28 Desviación estándar aforos Candilejas río Ariari

Fuente: Propia

Usando la Ecuación 2 y los resultados del aforo realizado, se estima el n de Manning promedio para las estaciones Pto. Angosturas, Pto. Rico y Candilejas en

0.0565, 0.0472 y 0.0589 respectivamente. Los resultados de n de Manning para cada caudal aforado en cada una de las estaciones se presentan en el Anexo 1.

6.2.5.9 Método de Cowan río Ariari

Se tomaron siete muestras granulométricas del fondo del río Ariari con el fin de determinar los diámetros característicos necesarios para la implementación de las ecuaciones empíricas descritas en el numeral 6.2.3, se construyó la curva granulométrica de las muestras tomadas que se presentan a continuación.

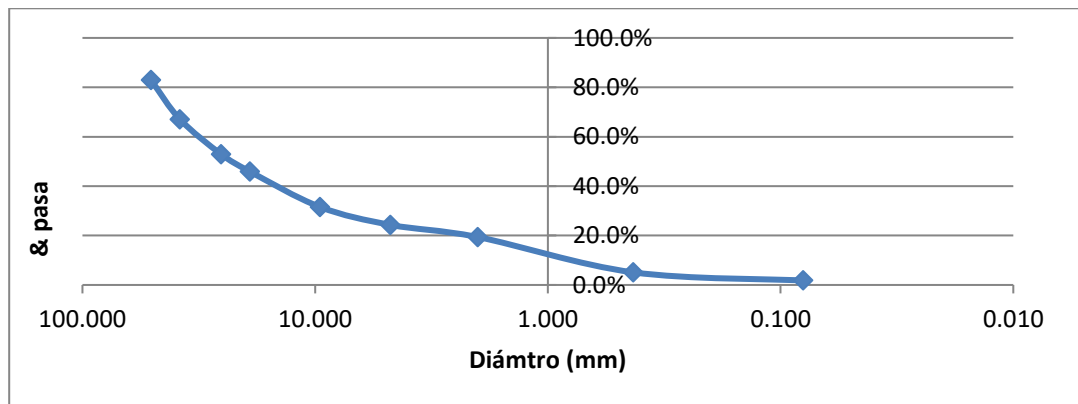


Figura 29 Muestra granulométrica 1 sobre el río Ariari

Fuente: Propia

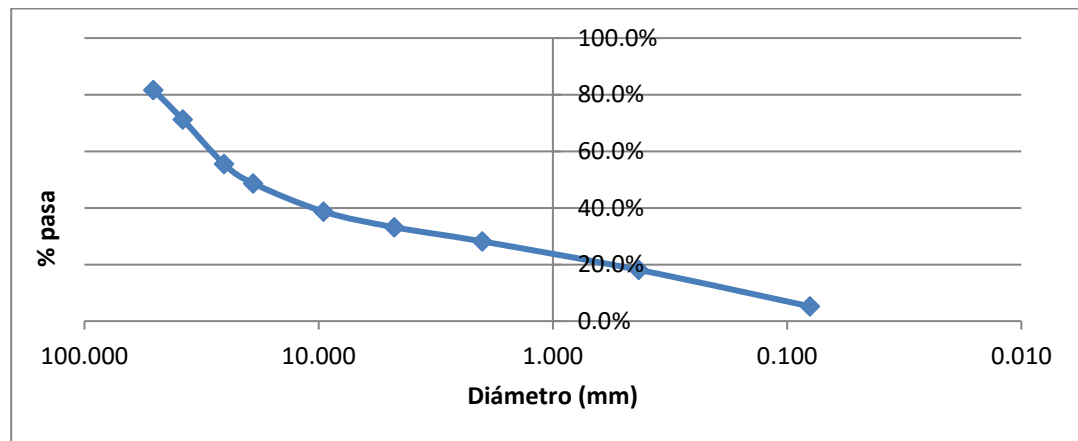


Figura 30 Muestra granulométrica 2 sobre el río Ariari

Fuente: Propia

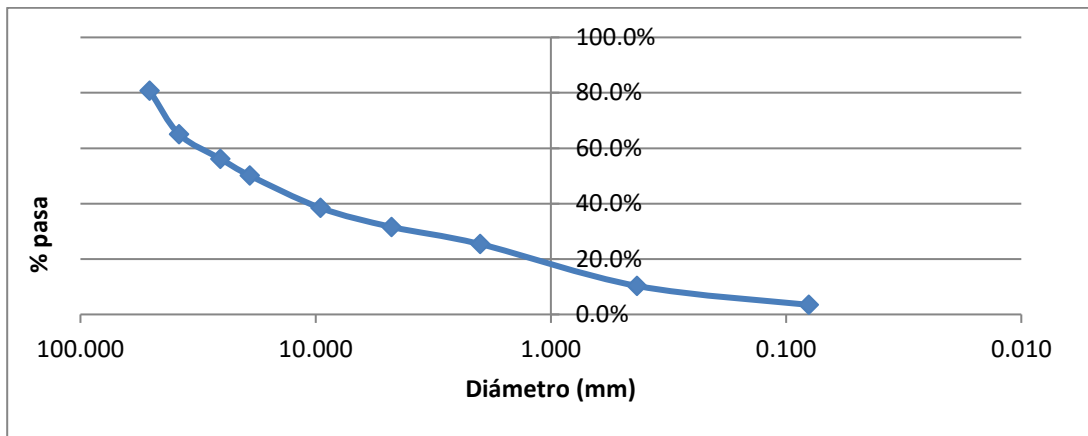


Figura 31 Muestra granulométrica 3 sobre el río Ariari

Fuente: Propia

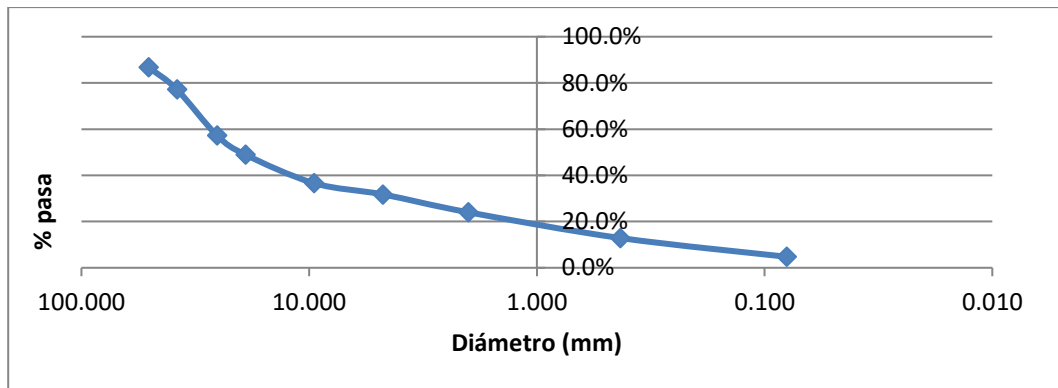


Figura 32 Muestra granulométrica 4 sobre el río Ariari

Fuente: Propia

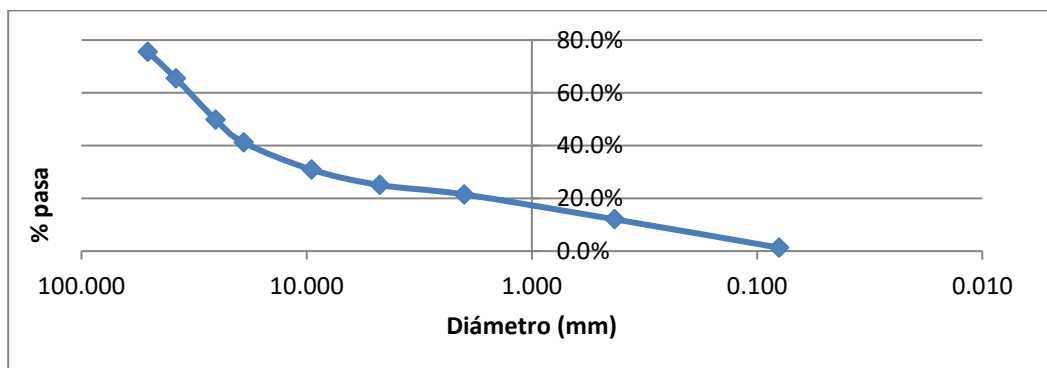


Figura 33 Muestra granulométrica 5 sobre el río Ariari

Fuente: Propia

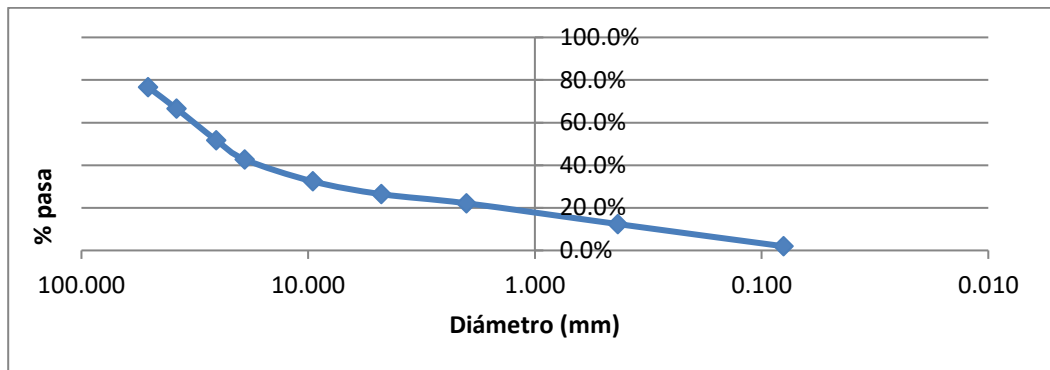


Figura 34 Muestra granulométrica 6 sobre el río Ariari

Fuente: Propia

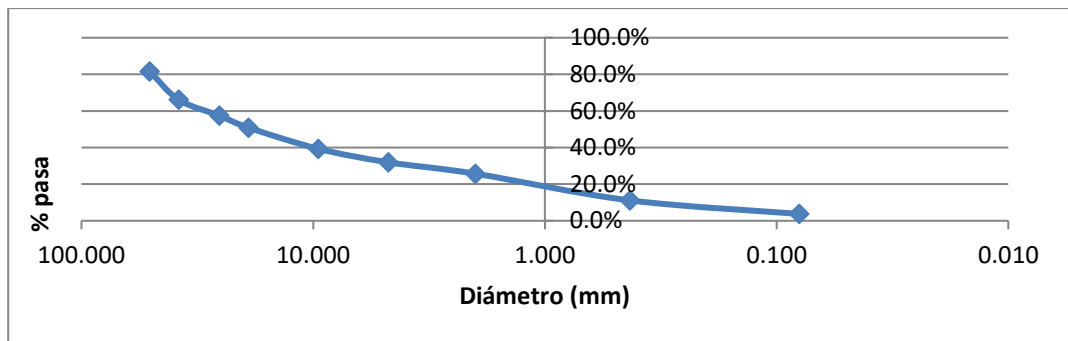


Figura 35 Muestra granulométrica 7 sobre el río Ariari

Fuente: Propia

Los diámetros característicos promedio se estimaron mediante interpolación lineal y se presentan en la Tabla 17

Tabla 17 Diámetros característicos granulometría río Ariari

Diámetros característicos	Diámetros promedio
D10 (mm)	0.427
D30 (mm)	5.710
D50 (mm)	21.400
D60 (mm)	30.573
D65 (mm)	35.499
D75 (mm)	44.861
D90 (mm)	N/A

Fuete: Propia

Mediante las ecuaciones empíricas descritas en el numeral 6.2.3 se estimó el n de Manning correspondiente al material involucrado (n_0).

Tabla 18 Estimación del n_0 para el río Ariari mediante ecuaciones empíricas

Strickler (1923)	0.0783
Keulegan (1938-1949)	0.0754
Lane y Carlson (1953)	0.0418
Chow (1959)	0.0756
Henderson (1966)	0.0567
FHWA	0.0658
Simons y Senturk (1976)	0.0648
n_0 promedio	0.0655

Fuente: Propia

Finalmente, implementando el método de Cowan se estima el n de Manning para el río Ariari.

Tabla 19 n de Manning para el río Ariari método de Cowan

Parámetro	Valor	Característica
n_0	0.0655	Material involucrado
n_1	0	Irregularidad: Suave
n_2	0.005	Variación en la sección: Ocasionalmente alternante
n_3	0	Obstrucción: Despreciable
n_4	0.005	Efecto de la vegetación: Bajo
m_5	1	Meandro: Menor
n	0.0755	Ponderado

Fuente: Propia

6.2.5.10 Calibración modelo HEC-RAS río Ariari

Una vez desarrollado el proceso iterativo para encontrar el n de Manning correspondiente a cada caudal aforado, se obtiene una tabla donde para cada caudal registrado en las estaciones Pto. Angosturas, Pto. Rico y Candilejas; y los aforos desarrollados por consultores privados, se obtiene un valor de n de Manning cuyos datos se pueden consultar en el Anexo 2.

A partir de la de los resultados de n de Manning obtenidos, se construye la relación entre el n de Manning y el caudal aforado que se presenta en la Figura 36, Figura 37 y Figura 38.

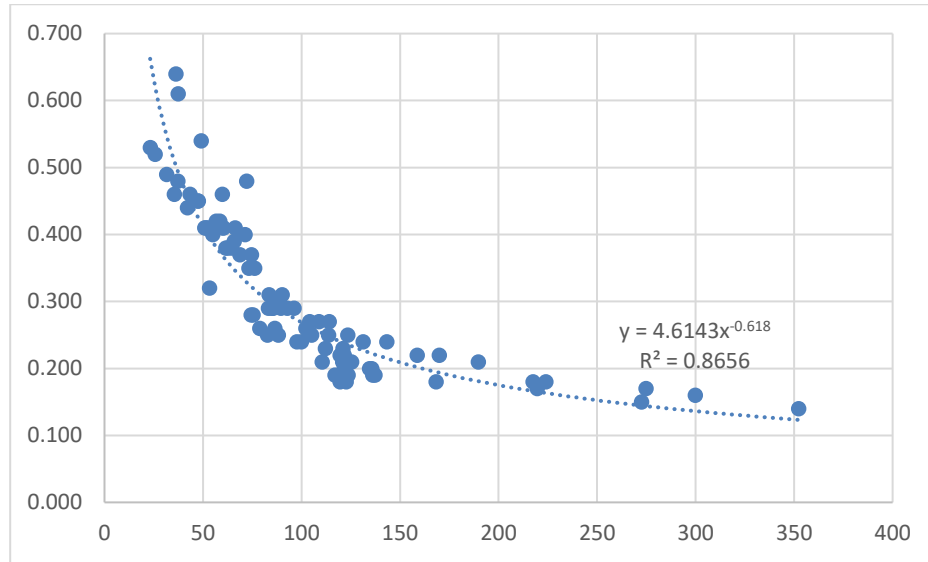


Figura 36 Ecuación de ajuste Q vs n de Manning estación Pto. Angosturas

Fuente: Propia

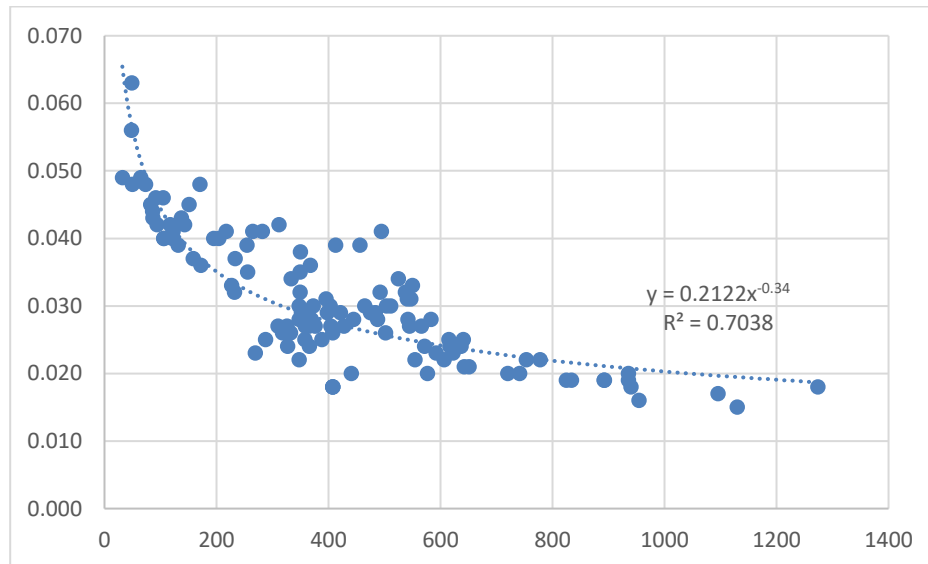


Figura 37 Ecuación de ajuste Q vs n de Manning estación Pto. Rico

Fuente: Propia

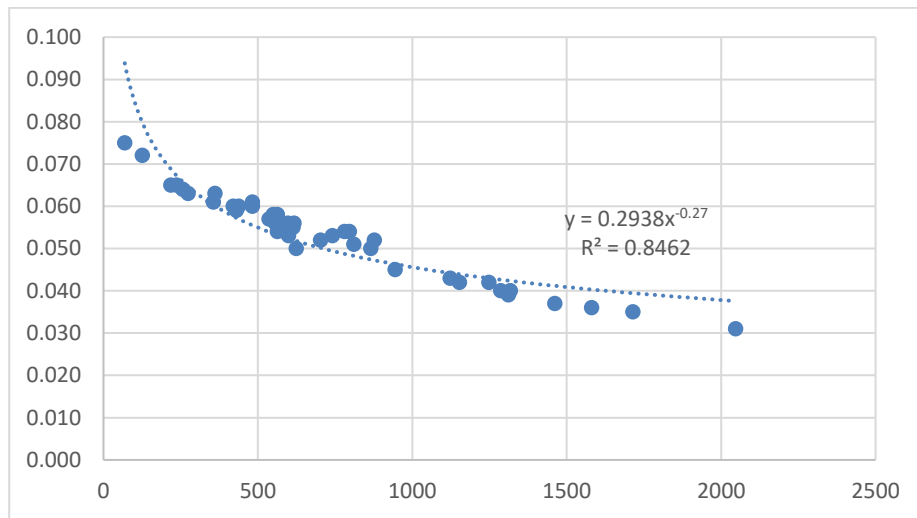


Figura 38 Ecuación de ajuste Q vs n de Manning estación Candilejas

Fuente: Propia

6.2.5.11 Aforos IDEAM río Charte

Sobre el río Charte se cuenta con la estación Pte. Charte que cuenta con mediciones de aforos líquidos en el periodo comprendido entre los años 1975 y 2014. En la Figura 39 se presenta de forma esquemática la ubicación de la estación Pte. Charte en la que se tomaron los aforos por parte del IDEAM.

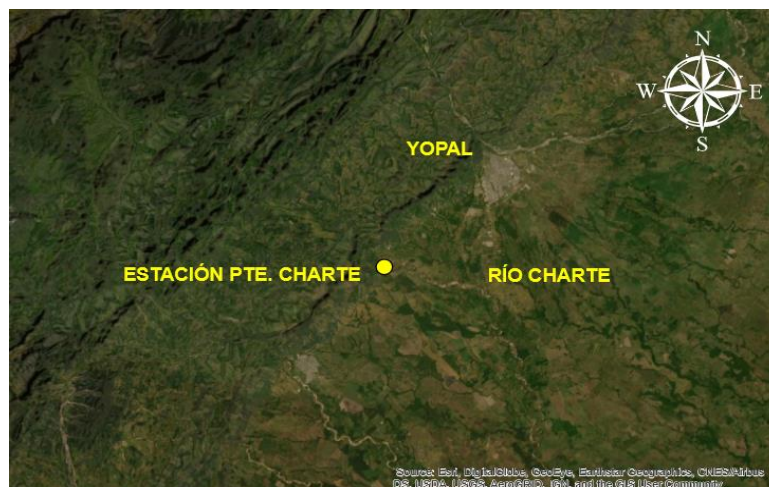


Figura 39 Ubicación estaciones de aforo río Charte

Fuente: Google Earth Pro 2019

Considerando que se pueden presentar errores en la medición, se consideró tomar las mediciones que se encontraron dentro del rango de una vez la desviación estándar y sobre estos valores calcular la estimación del n promedio para el cauce.

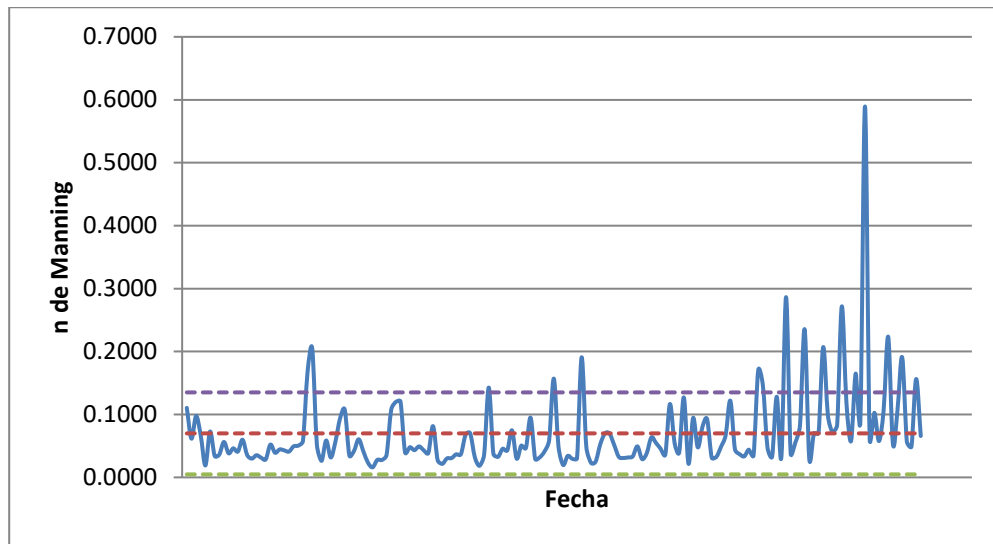


Figura 40 Desviación estándar aforos Pte. Charte río Charte

Fuente: Propia

Usando la Ecuación 2 y los resultados del aforo realizado, se estima el valor de n de Manning promedio en 0.0532. En el Anexo 1 se presenta la estimación del n de Manning para cada caudal aforado en la estación.

6.2.5.12 Método de Cowan río Charte

Se tomaron tres muestras granulométricas del fondo del río Charte con el fin de determinar los diámetros característicos necesarios para la implementación de las ecuaciones empíricas descritas en el numeral 6.2.3, se construyó la curva granulométrica de las muestras tomadas que se presentan a continuación.

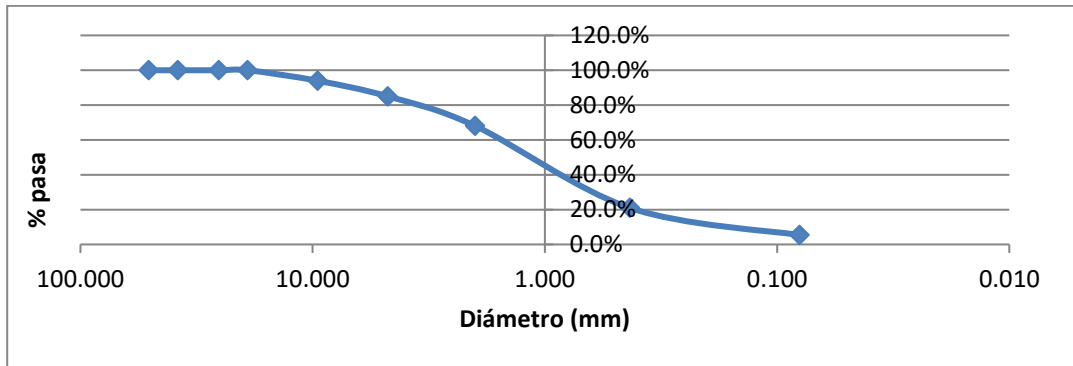


Figura 41 Muestra granulométrica 1 sobre el río Charte

Fuente: Propia

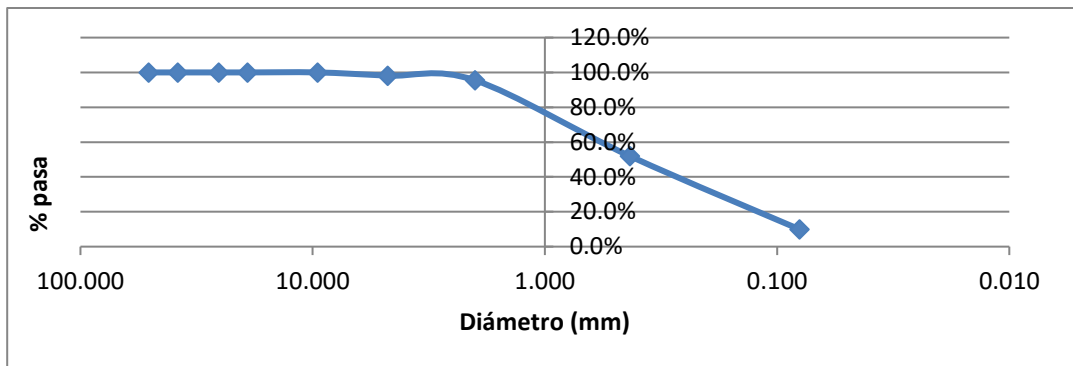


Figura 42 Muestra granulométrica 2 sobre el río Charte

Fuente: Propia

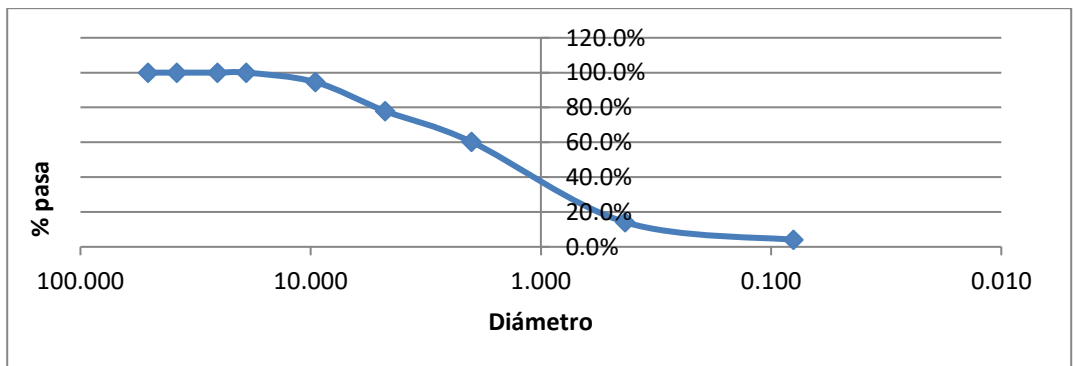


Figura 43 Muestra granulométrica 3 sobre el río Charte

Fuente: Propia

Los diámetros característicos promedio se estimaron mediante interpolación lineal y se presentan en la Tabla 20.

Tabla 20 Diámetros característicos granulometría río Charte

Diámetros característicos	Diámetros promedio
D10 (mm)	0.184
D30 (mm)	0.650
D50 (mm)	1.154
D60 (mm)	1.481
D65 (mm)	1.846
D75 (mm)	2.893
D90 (mm)	5.814

Fuente: Propia

Mediante las ecuaciones empíricas descritas en el numeral 6.2.3 se estimó el n de Manning correspondiente al material involucrado (n_0).

Tabla 21 Estimación del n_0 para el río Charte mediante ecuaciones empíricas

Strickler (1923)	0.0481
Keulegan (1938-1949)	0.0461
Lane y Carlson (1953)	0.0265
Chow (1959)	0.0462
Henderson (1966)	0.0348
FHWA	0.0405
Simons y Senturk (1976)	0.0398
n_0 promedio	0.0403

Fuente: Propia

Finalmente, implementando el método de Cowan se estima el n de Manning para el río Charte.

Tabla 22 n de Manning para el río Charte método de Cowan

Parámetro	Valor	Característica
n_0	0.0403	Material involucrado
n_1	0	Irregularidad: Suave
n_2	0.005	Variación en la sección: Ocasionalmente alternante
n_3	0	Obstrucción: Despreciable

Parámetro	Valor	Característica
n4	0.005	Efecto de la vegetación: Bajo
m5	1	Meandro: Menor
n	0.0503	Ponderado

Fuente: Propia

6.2.5.13 Calibración modelo HEC-RAS río Charte

Una vez desarrollado el proceso iterativo para encontrar el n de Manning correspondiente a cada caudal aforado, se obtiene una tabla donde para cada caudal registrado en la estación Pte. Charte, se obtiene un valor de n de Manning. Los resultados de la calibración para el río Charte se puede consultar en el Anexo 2.

A partir de la de los resultados de n de Manning obtenidos, se construye la relación entre el n de Manning y el caudal aforado que se presenta en la Figura 44.

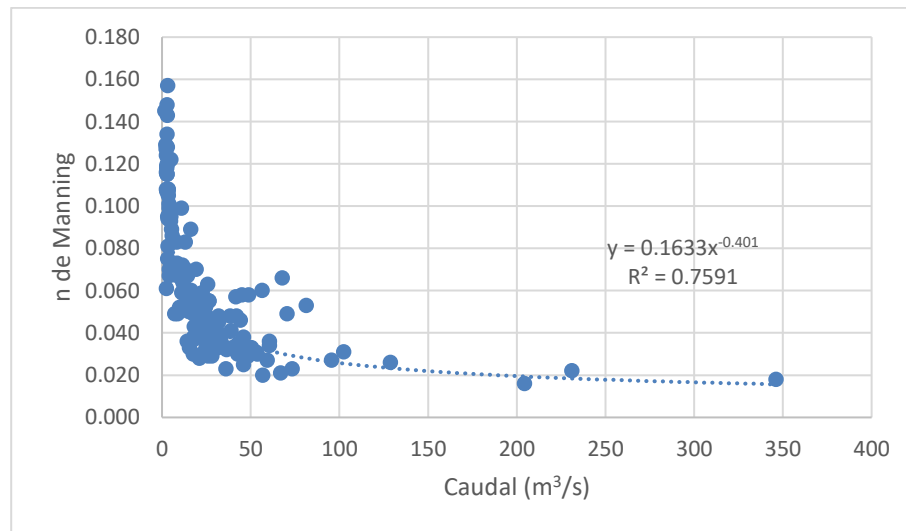


Figura 44 Ecuación de ajuste Q vs n de Manning estación Pte. Charte

Fuente: Propia

6.2.5.14 Selección del n de Manning

Se opta por seleccionar el n de Manning resultado de la calibración con los modelos HEC-RAS debido a que es la metodología que representa de forma más completa el comportamiento real del cauce, ya que estos resultados están basados en información primaria resultante de los aforos y topografías levantadas.

Además, el uso del modelo HEC-RAS garantiza la evaluación y calibración del n de Manning en condiciones de flujo gradualmente variado teniendo en cuenta las condiciones de frontera que se pueden presentar en estos cauces. En la Tabla 23 se presenta las ecuaciones de calibración que se implementaran para la estimación del n de Manning a utilizar en el método geométrico.

Tabla 23 Resumen n de Manning adoptado para el método geométrico

Estación	Ecuación de Calibración
Pte Abadía	$n = 0.546Q^{-0.473}$
Alto Corozal	0.054
Pto. Angosturas	$n = 4.6143Q^{-0.618}$
Pto. Rico	$n = 0.2122Q^{-0.34}$
Candileja	$n = 0.2938Q^{-0.27}$
Pte. Charte	$n = 0.1633Q^{-0.401}$

Fuente: Propia

6.2.6 Aplicación del método geométrico

Con el fin de evaluar los parámetros de dinámica fluvial del en los ríos evaluados, específicamente, para definir el caudal de desborde de las secciones consideradas (secciones donde se ubican las estaciones hidrométricas del IDEAM), se utilizó el Modelo Matemático HEC-RAS que garantiza la evaluación de los parámetros hidráulicos de los cauces en condiciones de flujo gradualmente variado.

La estimación de las condiciones de flujo lleno o caudal de desborde representa el caudal dominante según lo definido por el método geométrico.

Se presenta a continuación una breve descripción de los principios básicos con los que funciona el modelo matemático en cuanto a las ecuaciones empleadas, la metodología en la subdivisión de las secciones transversales para estimar la velocidad de flujo, el n de Manning adoptado para la evaluación y finalmente la determinación de la pérdida por fricción.

Posteriormente, los datos de entrada al modelo matemático son presentados en tres grupos: la información geométrica, el régimen de flujo y por último las condiciones de frontera.

Una vez realizada la calibración mediante el n de Manning (ver numeral 6.2.5) se presentan los resultados de las simulaciones obtenidos mediante el modelo matemático donde se resalta la sección transversal estudiada y garantizando el caudal de desborde para dichas secciones.

6.2.6.1 Modelo matemático

HEC RAS es un modelo de dominio público desarrollado del Centro de Ingeniería Hidrológica (Hydrologic Engineering Center) del cuerpo de ingenieros de la armada de los EE.UU. (US Army Corps of Engineers), es el resultado del desarrollo técnico de la HEC-2, Este programa en su versión 5.0.4. ofrece una interfase gráfica de usuario que facilita las labores de preproceso y postproceso, así como la posibilidad de intercambio de datos con el sistema de información geográfica mediante el módulo HEC-GeoRAS. El modelo numérico incluido en este programa permite realizar análisis del flujo permanente unidimensional gradualmente variado (CEDEX, 2015).

Este modelo involucra las siguientes características:

- Rugosidad del lecho y de las márgenes.
- Área de la sección transversal.
- Influencia de obstrucciones en la sección.
- Condiciones del flujo (subcrítico/supercrítico).

El programa está diseñado para el cálculo del flujo gradualmente variado en secciones transversales con variación gradual en la profundidad de flujo para el caso de canales naturales o artificiales. El procedimiento de cálculo se basa en la solución de la ecuación unidimensional de energía con pérdidas debidas a la fricción (ecuación de Manning), el método de cálculo se conoce generalmente como el método convencional por pasos.

El procedimiento de cálculo básico consistente en evaluar elevaciones del nivel del agua en el canal de estudio en los puntos de interés para valores dados de caudal.

Los datos de entrada requeridos por el modelo son los siguientes:

- Geometría de los cauces (topografía y batimetrías).

- El régimen del flujo considerado para la evaluación (subcrítico, supercrítico o mixto).
- Elevación inicial del nivel o estimación de la pendiente hidráulica (condición de frontera aguas abajo para régimen subcrítico).
- Caudal.
- Coeficientes de pérdida por fricción (n de Manning).

Para calcular la incógnita de la elevación de la superficie del agua en la sección transversal en condiciones de flujo estable, los perfiles de la superficie de agua son calculados desde una sección transversal hacia la siguiente al resolver la ecuación de energía por medio de un procedimiento iterativo llamado el método del paso estándar. La Ecuación de Energía se escribe como:

$$Z_2 + Y_2 + \frac{\alpha_2 \cdot V_2^2}{2g} = Z_1 + Y_1 + \frac{\alpha_1 \cdot V_1^2}{2g} + h_e \quad \text{Ecuación 11}$$

$$h_e = L \cdot S_f + C \left(\alpha_2 \frac{V_2^2}{2g} + \alpha_1 \frac{V_1^2}{2g} \right) \quad \text{Ecuación 12}$$

Donde,

Z_1, Z_2 = Elevación del canal principal

Y_1, Y_2 = Profundidad del agua en la sección transversal

V_1, V_2 = Velocidades medias

α_1, α_2 = Coeficientes de ponderación de velocidad

g = Aceleración de la gravedad

h_e = Pérdida de la carga de energía

L = Longitud del tramo ponderada con el caudal

S_f = Pendiente media de fricción representativa entre las dos secciones

C = Coeficiente de pérdida por expansión o contracción

6.2.6.2 Datos de entrada

Los datos de entrada requeridos para la determinación del caudal dominante mediante el método geométrico (caudal de desborde) que se mencionaron en el numeral 6.2.6.1 se describen a continuación:

- Geometría de los cauces: se cuenta con las batimetrías de los cauces en ciertos puntos, sin embargo, para realizar la modelación de flujo gradualmente variado de forma continua entre las secciones en las que se evaluará el caudal de desborde, se realizó la complementación topográfica con modelos digitales del terreno (MDT) tomadas por el satélite ALOS-PALSAR que ofrece una resolución de 12.5 m, lo cual garantiza el nivel de detalle requerido para esta modelación.
- Régimen de flujo: se seleccionó el régimen de flujo subcrítico considerando las características trenzadas de los cauces evaluados, donde sus pendientes y velocidades son bajas, generando alta tasa de depositación de materiales y dunas de sedimentos al interior de la sección.
- Elevación inicial del nivel o estimación de la pendiente hidráulica: considerando el régimen de flujo seleccionado para la modelación (subcrítico), se requiere una condición de frontera aguas abajo, y considerando la baja pendiente del cauce y la magnitud de los caudales transitados, se adopta la pendiente hidráulica como condición de frontera, que a su vez es asumida como la pendiente del fondo del cauce.
- Caudal: el caudal transitado será el resultado del proceso iterativo entre el caudal y n de Manning con el fin de establecer el caudal de desborde.
- Coeficientes de pérdida por fricción: en el numeral anterior (6.2.5.14) se indican las ecuaciones de calibración del n de Manning seleccionadas.

6.2.6.3 Metodología para el montaje del modelo hidráulico

En este aparte se describen los pasos básicos realizados para el montaje de modelo hidráulico usando la herramienta HEC-RAS en su versión 5.0.4:

1. Preproceso espacial para montaje de superficie: mediante el programa ArcGIS se realiza el proceso de complementación geométrica, es decir, unir la información topográfica con la imagen satelital; para ello se utilizan

las herramientas de análisis 3D de ArcGIS para hacer la complementación geométrica.

2. Proceso de importación del modelo geométrico: mediante el módulo HEC-GeoRAS de ArcGIS se define una base de datos espacial, los ejes de los ríos, secciones transversales (definidas cada 200 metros) y las bancas de los ríos (trazadas tomando como base imágenes satelitales). Una vez definidos estos elementos espaciales, junto con el modelo de elevación se realiza el proceso de exportación a HEC-RAS.
3. Ya montada la geometría de los cauces en HEC-RAS, se introducen los datos de condición de frontera.
4. Definiendo el régimen de flujo subcrítico, se realiza el proceso iterativo entre el caudal y el n de Manning con el fin de encontrar el caudal que represente la lámina máxima de desborde del río en la sección transversal evaluada.

6.2.6.4 Resultados método Geométrico

Como resultado de las corridas hidráulicas en las secciones de interés (secciones correspondientes a las estaciones hidrométricas del IDEAM), se obtiene el caudal que genera la lámina de agua de desborde, que para el caso del método geométrico corresponde al caudal dominante. En la Tabla 24 se presenta el resumen de caudales de desborde (caudales dominantes) estimados para cada una de las estaciones.

Tabla 24 Caudales de desborde (dominantes) por estaciones

Estación / Río	Caudal de desborde (m ³ /s)
Pte. Abadía / Guatiquía	10658
Alto Corozal / Guamal	6284
Pto. Angosturas / Ariari	55.85
Pto. Rico / Ariari	1732
Candilejas / Ariari	8442
Pte. Charte / Charte	698

Fuente: Propia

El modelo desarrollado en el presente trabajo se puede consultar en el CD adjunto correspondiente al Anexo 3. En la Figura 45, Figura 46, Figura 47, Figura 48,

Figura 49 y Figura 50 se presentan las salidas gráficas obtenidas como resultado de la modelación en las secciones transversales de interés.

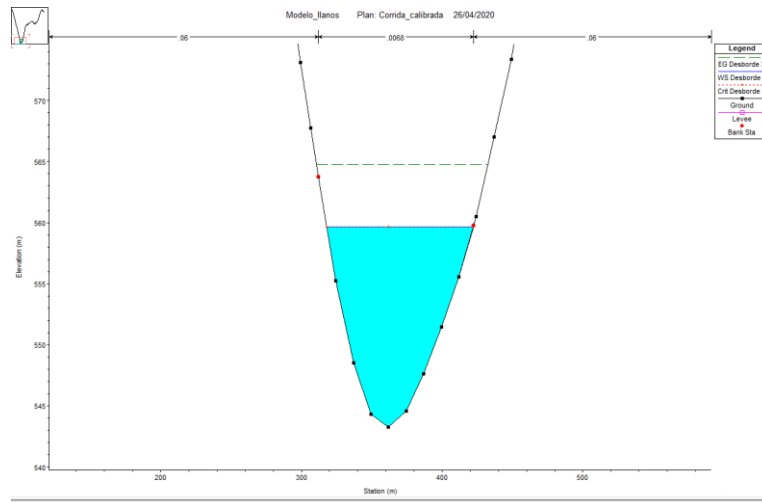


Figura 45 Salida gráfica HEC-RAS estación Pte. Abadía

Fuente: Propia

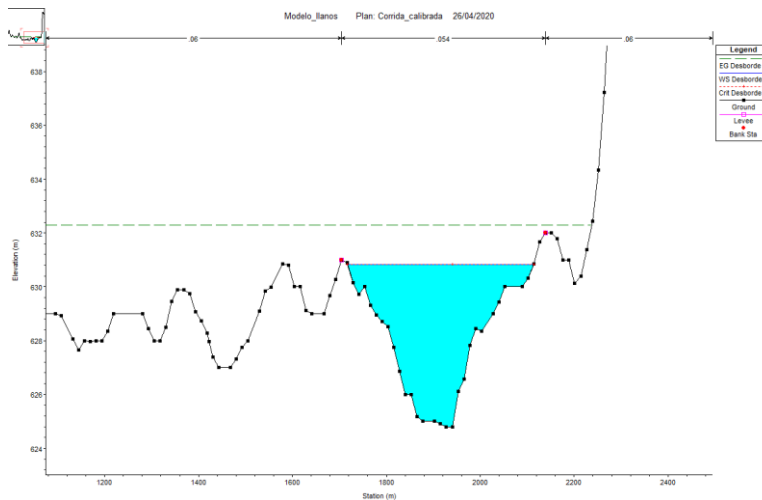


Figura 46 Salida gráfica HEC-RAS estación Alto Corozal

Fuente: Propia

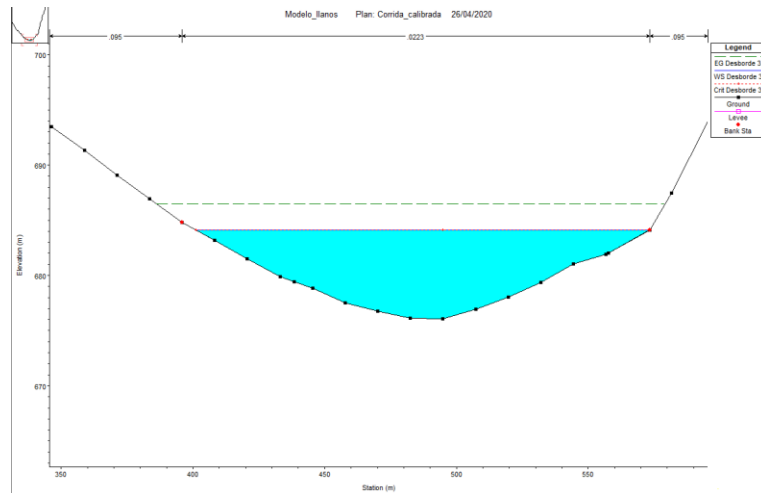


Figura 47 Salida gráfica HEC-RAS estación Pto. Angosturas

Fuente: Propia

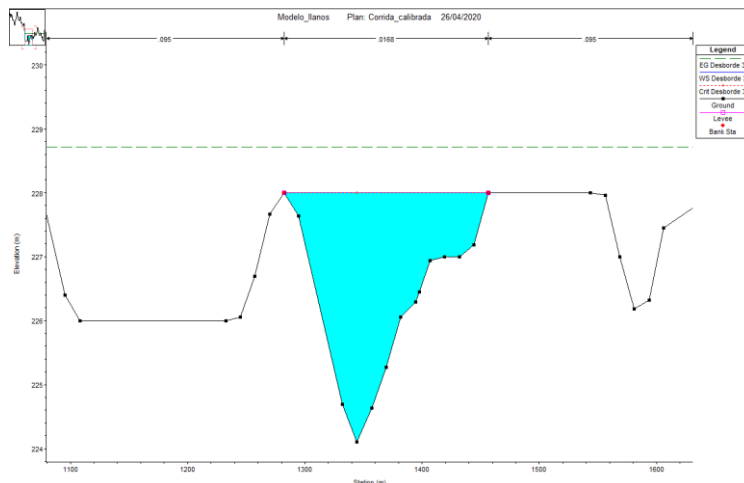


Figura 48 Salida gráfica HEC-RAS estación Pto. Rico

Fuente: Propia

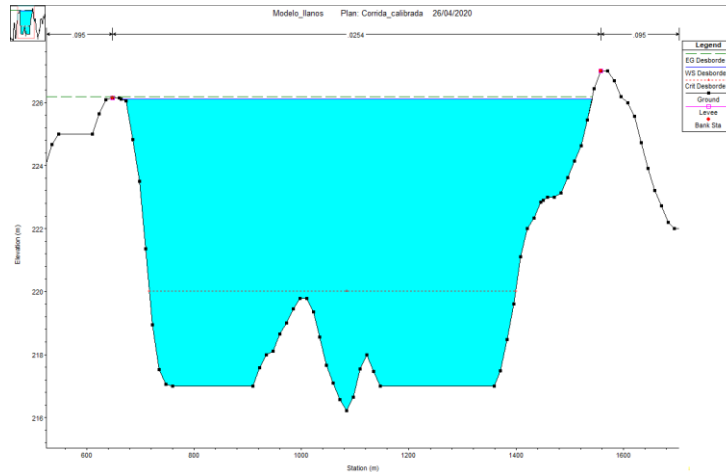


Figura 49 Salida gráfica HEC-RAS estación Candilejas

Fuente: Propia

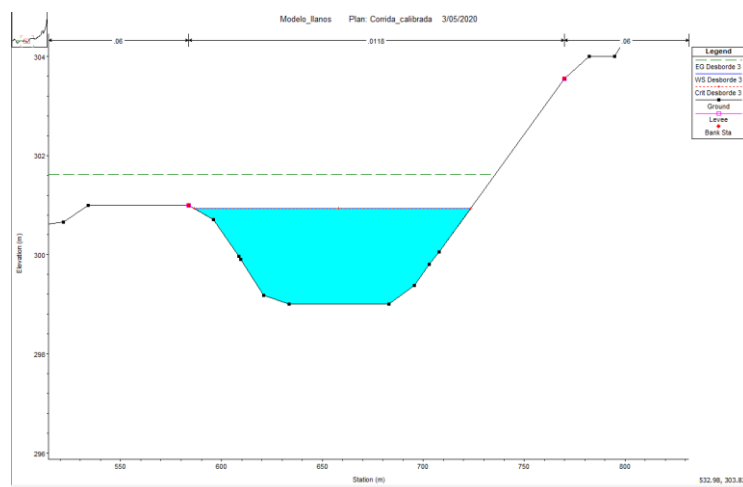


Figura 50 Salida gráfica HEC-RAS estación Pte. Charte

Fuente: Propia

6.3 Valoración del método estadístico

Esta metodología consiste en establecer el caudal dominante como el caudal máximo para determinado periodo de retorno, en el presente documento se evaluarán los caudales máximos para los periodos de retorno de 1.5 y 2.4 años.

El proceso de estimación de los caudales máximos para los periodos de retorno indicados anteriormente se realiza mediante el programa SMADA que permite realizar ajustes estadísticos orientados a estimaciones hidrológicas. Los ajustes evaluados de los registros máximos anuales de caudales en las estaciones de interés son los siguientes:

- Distribución normal.
- Distribución log normal de dos parámetros.
- Distribución log normal de tres parámetros.
- Distribución Pearson tipo III.
- Distribución log Pearson tipo III.
- Distribución de Gumbel.

Para la selección de la distribución de que presenta el mejor ajuste, se calcula para cada una de las estaciones la menor desviación estándar entre el dato de predicción y el dato medido.

6.3.1 Resultados método estadístico

En la Tabla 25 se presenta el resumen de los caudales máximos correspondientes a los periodos de retorno de 1.5 y 2.4 años, con su respectiva distribución que presenta el mejor ajuste según la metodología de la desviación estándar.

Tabla 25 Resultados método estadístico

Estación / Río	Distribución	Caudal Tr=1.5 (m ³ /s)	Caudal Tr=2.4 (m ³ /s)
Pte. Abadía / Guatiquía	Log normal 3 Parámetros	266.4	351.9
Alto Corozal / Guamal	Log normal 2 Parámetros	123.2	143.3
Pto. Angosturas / Ariari	Log normal 2 Parámetros	373.5	450.7
Pto. Rico / Ariari	Log normal 2 Parámetros	1010.8	1117.0
Candilejas / Ariari	Log Pearson tipo III	1498.4	1658.6
Pte. Charte / Charte	Gumbel	273.7	392.0

Fuente: Propia

En el Anexo 4 se puede consultar los resultados del ajuste estadístico de todas las distribuciones evaluadas para cada una de las estaciones.

6.4 Valoración del método morfológico

Este valor del flujo hidrológico establece un patrón morfológico de referencia que ayuda a inferir las condiciones bajo las cuales el río exhibe una condición de equilibrio, y de esa manera estimar los posibles cambios morfológicos que podría desarrollar para acercarse a esa situación de estabilidad. La USBR en 1958 da la siguiente definición: “El caudal dominante (Q_D) es el que transportará la mayor cantidad de sedimentos más gruesos que 63 micrones con respecto al tiempo” (Farías, 2005).

La metodología para la estimación del caudal dominante mediante el método morfológico se describe a continuación:

1. Construcción de la distribución de los caudales medios diarios registrados por las estaciones del IDEAM.
2. Evaluar la relación entre caudal líquido y caudal sólido mediante aforos sólidos realizados en las estaciones del IDEAM.
3. Estimación de caudal sólido diario a partir de la relación entre caudal líquido y caudal sólido.
4. Realizar la distribución y análisis de frecuencias par ale caudal líquido y caudal sólido.
5. Cálculo del producto del caudal sólido hallado para cada caudal líquido multiplicado por la frecuencia de este último
6. Selección del mayor producto para seleccionar el que mayor aporte de sedimento genera, correspondiente al caudal dominante.

6.4.1 Curva de duración de caudales líquidos

Mediante la construcción de la curva de duración de caudales líquidos diarios (CDC) a partir de los registros históricos de caudales diarios tomados por el IDEAM, se permite conocer el comportamiento del caudal a largo plazo. Consiste en una curva de frecuencias acumuladas que muestra el porcentaje de tiempo que valores específicos de caudal son igualados o excedidos durante cierto periodo de tiempo (Redondo Triaño, 2011). En el Anexo 5 se presentan los registros históricos de caudales en las estaciones evaluadas, adicionalmente, en la Figura

51, Figura 52, Figura 53, Figura 54, Figura 55 y Figura 56 se presentan las curvas de duración de caudales líquidos para las estaciones Pte. Abadía, Alto Corozal, Pto Angosturas, Pto. Rico, Candilejas y Pte. Charre respectivamente.

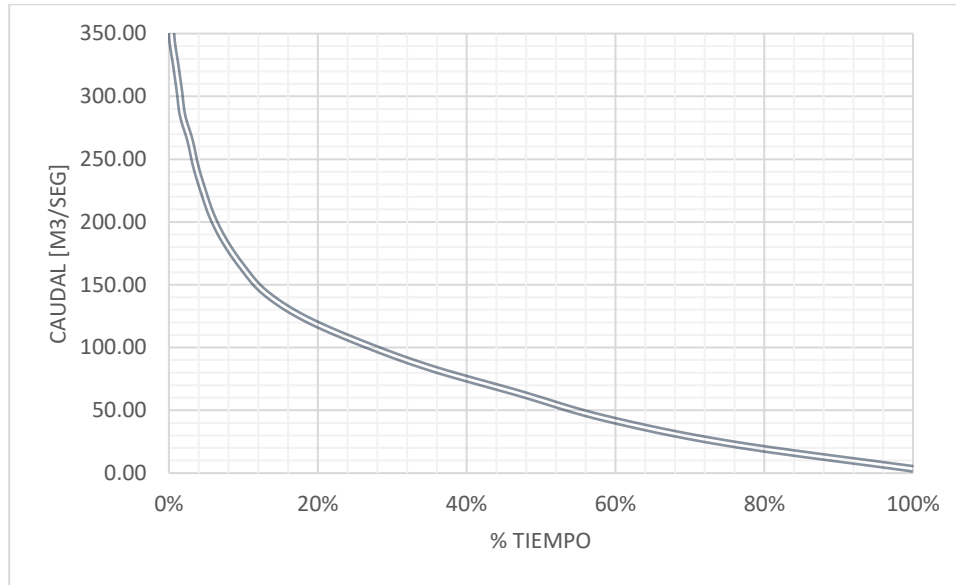


Figura 51 CDC estación Pte. Abadía

Fuente: Propia

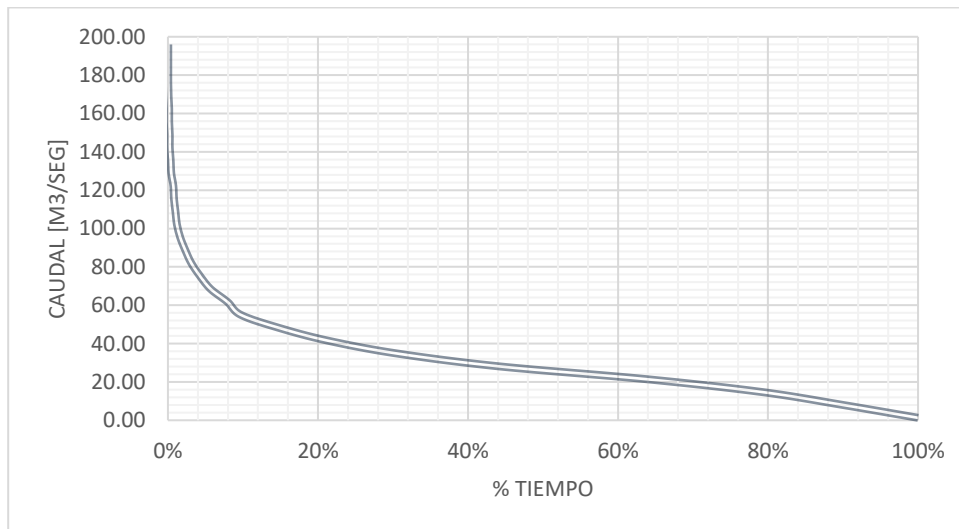


Figura 52 CDC estación Alto Corozal

Fuente: Propia

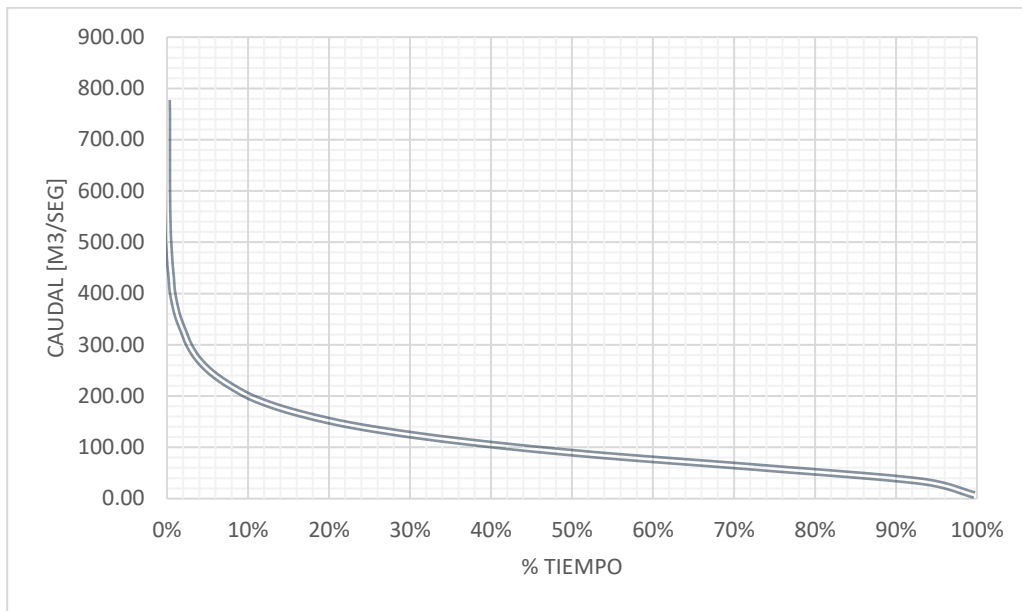


Figura 53 CDC estación Pto. Angosturas

Fuente: Propia

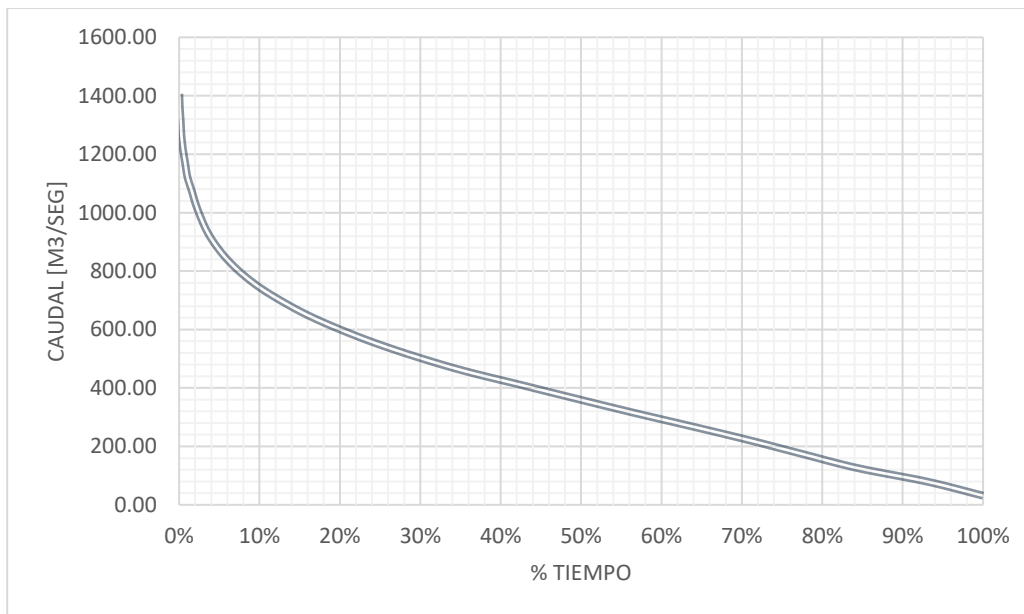


Figura 54 CDC estación Pto. Rico

Fuente: Propia

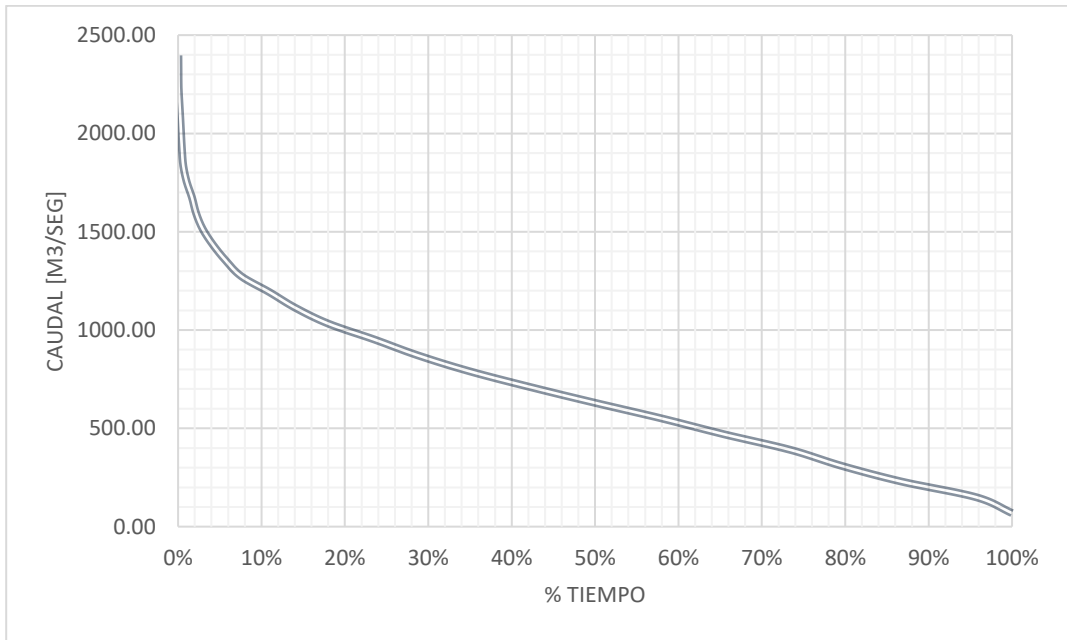


Figura 55 CDC estación Candilejas

Fuente: Propia

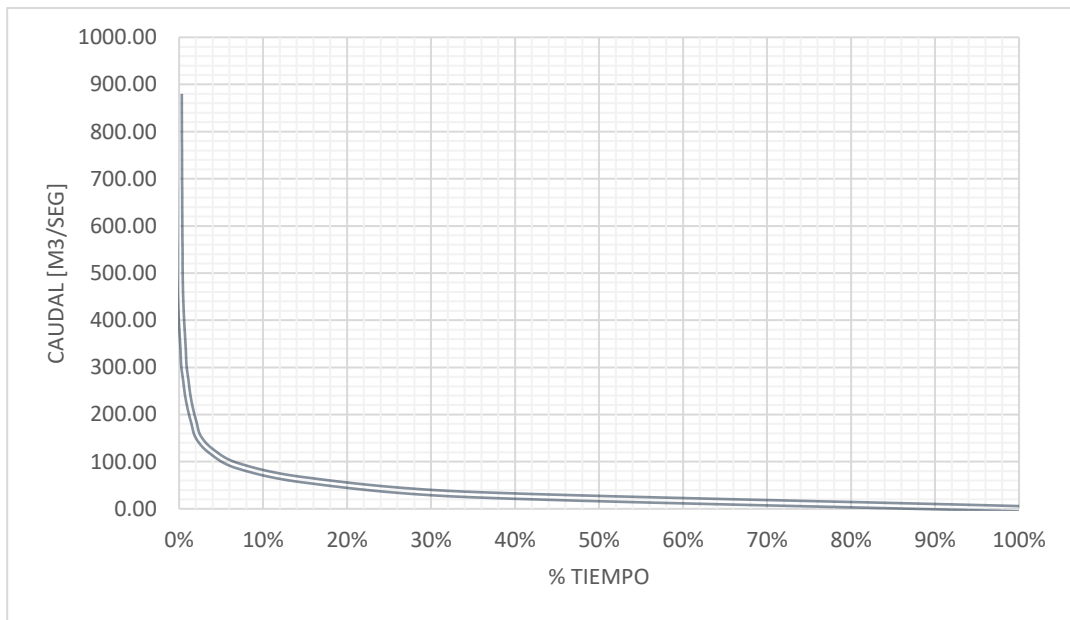


Figura 56 CDC estación Pte. Charte

Fuente: Propia

6.4.2 Relación entre caudal líquido y caudal sólido

Mediante el análisis de los aforos sólidos realizados en las estaciones hidrométricas del IDEAM, se determina la relación entre el caudal líquido y el caudal sólido utilizando regresiones potenciales que presentan el mejor grado de ajuste evaluando el parámetro R^2 . En el Anexo 6 se presentan los datos aforados para cada una de las estaciones evaluadas, además, en la Figura 57, Figura 58, Figura 59, Figura 60 y Figura 61 se presentan las regresiones realizadas para la estimación de la relación entre caudal líquido y caudal sólido.

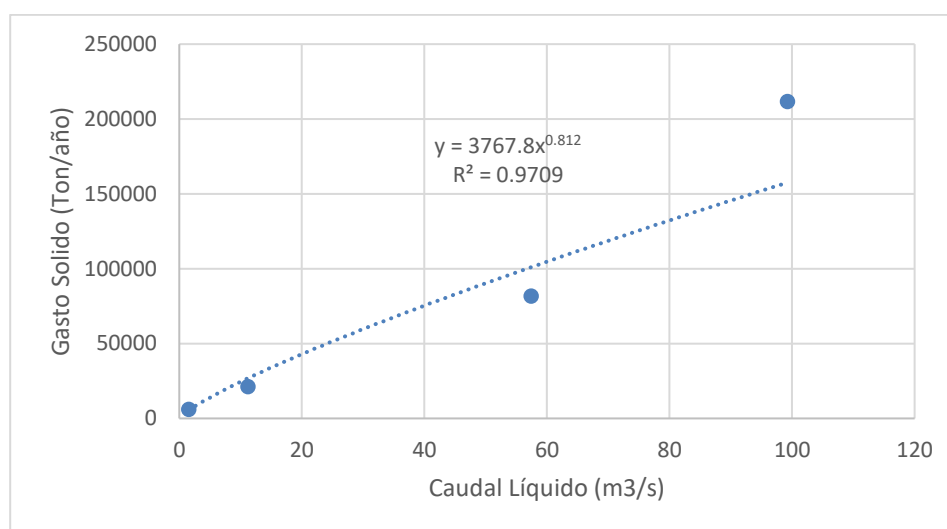


Figura 57 Q_l vs Q_s estación Pte. Abadía

Fuente: Propia

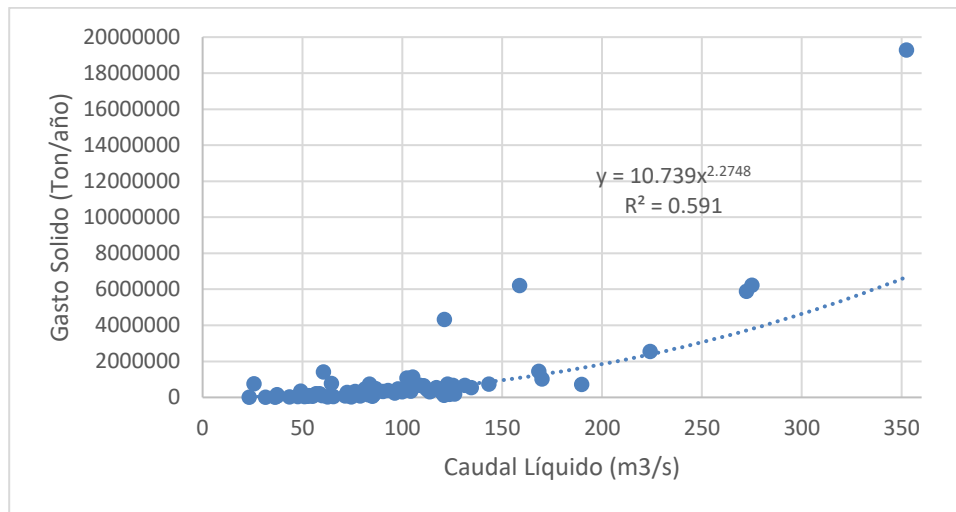


Figura 58 Q_l vs Q_s estación Pto. Angosturas

Fuente: Propia

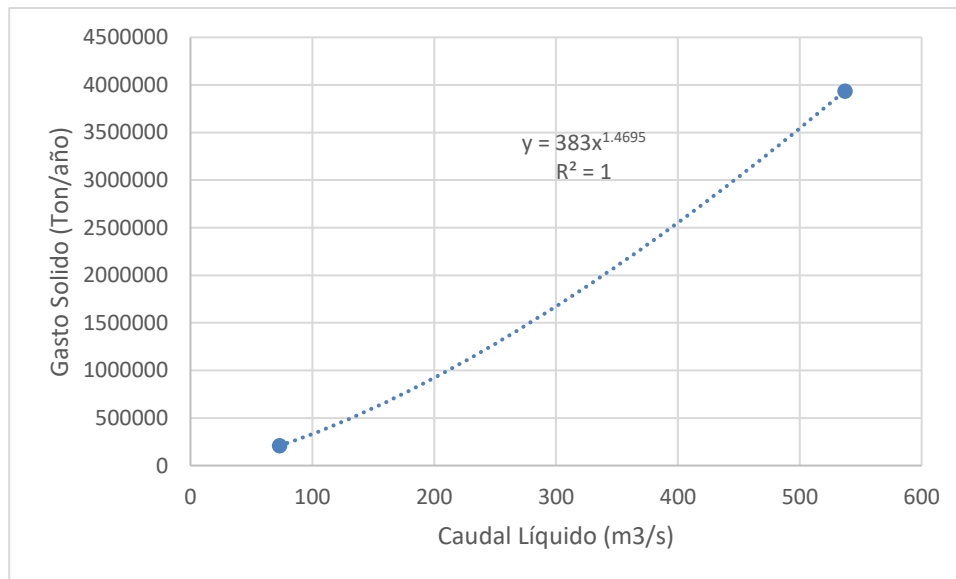


Figura 59 Q_l vs Q_s estación Pto. Rico

Fuente: Propia

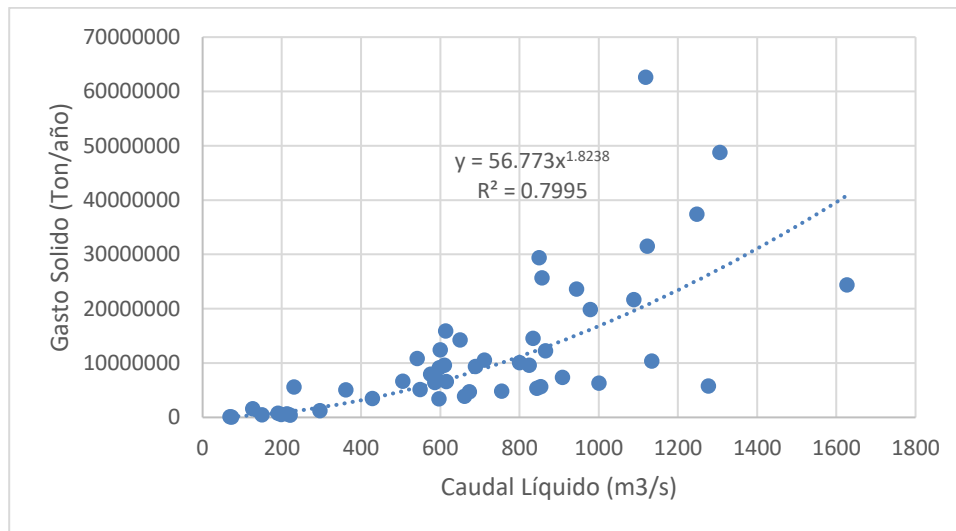


Figura 60 Q_l vs Q_s estación Candilejas

Fuente: Propia

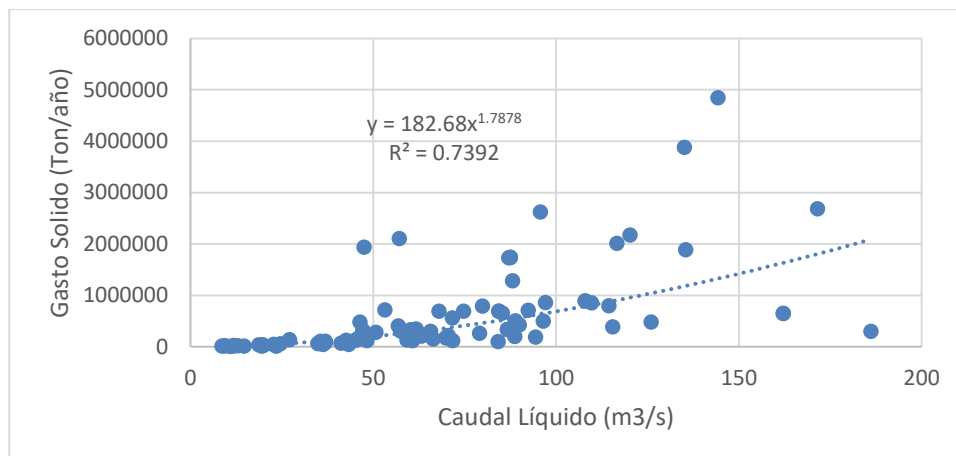


Figura 61 Q_l vs Q_s estación Pte. Charte

Fuente: Propia

Para el caso de la estación Alto corozal (río Guamal), al no contar con registro de aforos sólidos, se adopta la misma regresión estimada para la estación Pte. Abadía (río Guatiquía) debido a que los ríos Guamal y Guatiquía comparten características hidráulicas similares. En la Tabla 26 se presenta el resumen de las ecuaciones implementadas para la estimación del caudal solido diario (Q_s).

Tabla 26 Ecuaciones de regresión adoptadas para Q_l vs Q_s

Estación / Río	Regresión
Pte. Abadía / Guatiquía	$Q_s = 3767.8 * Q_l^{0.812}$
Alto Corozal / Guamal	$Q_s = 3767.8 * Q_l^{0.812}$
Pto. Angosturas / Ariari	$Q_s = 10.739 * Q_l^{2.2748}$
Pto. Rico / Ariari	$Q_s = 383 * Q_l^{1.4695}$
Candilejas / Ariari	$Q_s = 56.773 * Q_l^{1.8238}$
Pte. Charte / Charte	$Q_s = 182.68 * Q_l^{1.7878}$

Fuente: Propia

6.4.3 Análisis de frecuencias y selección del caudal

Como resultado del análisis de frecuencias realizados para las estaciones de interés, se obtienen la distribución de frecuencias, frecuencias acumuladas, y el caudal sólido estimado multiplicado por la frecuencia, el mayor valor de este último dato corresponde al caudal líquido que genera mayor aporte de sedimentos en el punto analizado, por consiguiente, se adopta dicho valor como el caudal dominante estimado mediante el método morfológico. En la Figura 62, Figura 63, Figura 64, Figura 65, Figura 66 y Figura 67 se presenta el gráfico que corresponde el valor de $Q_s * Fr$ (Caudal sólido estimado multiplicado por la frecuencia) vs el caudal líquido.

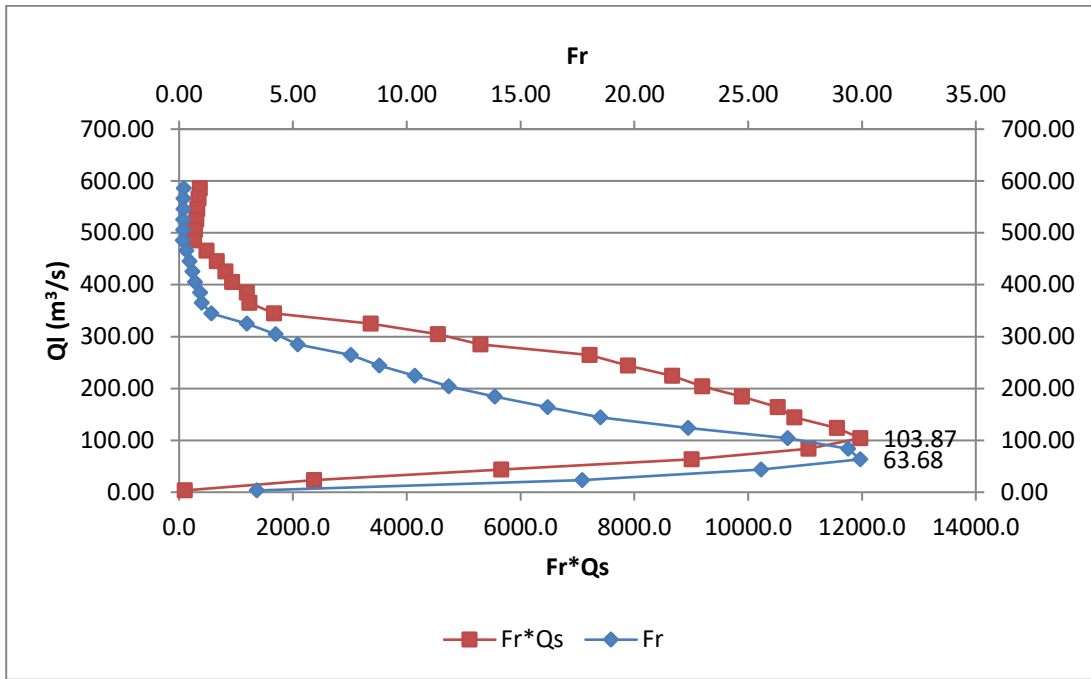


Figura 62 Análisis de frecuencias estación Pte. Abadía

Fuente: Propia

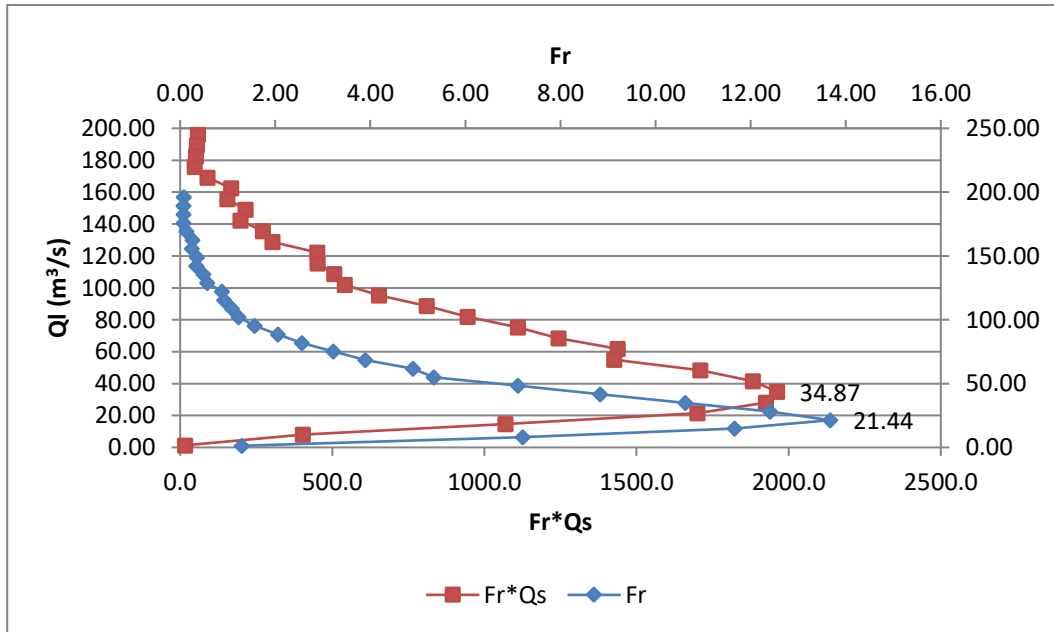


Figura 63 Análisis de frecuencias estación Alto Corozal

Fuente: Propia

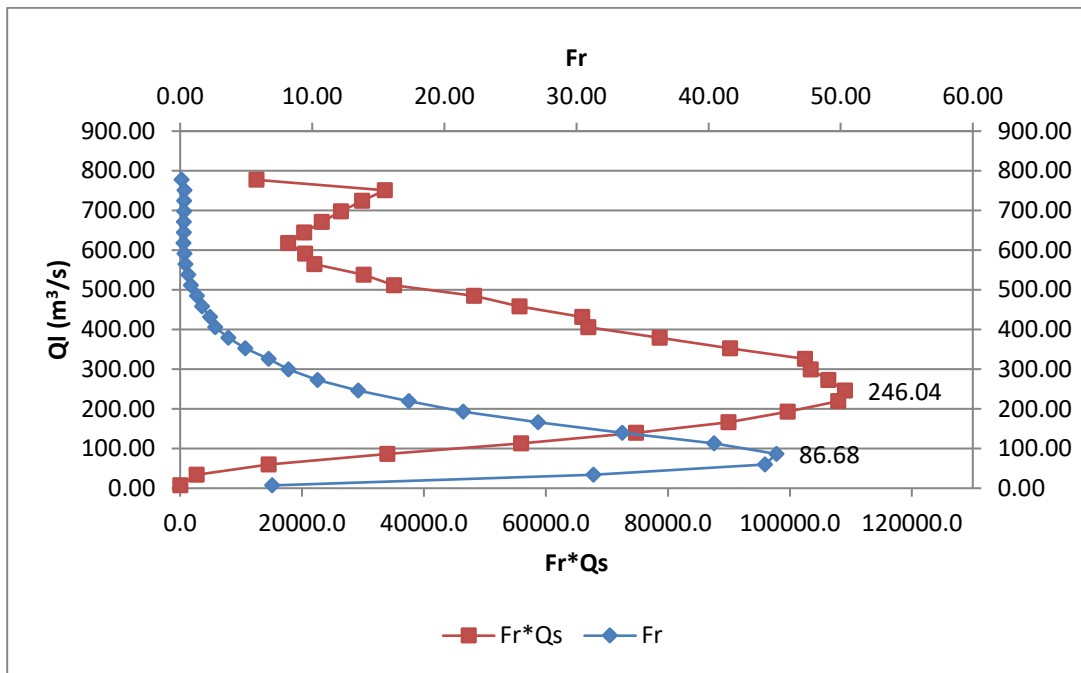


Figura 64 Análisis de frecuencias estación Pto. Angosturas

Fuente: Propia

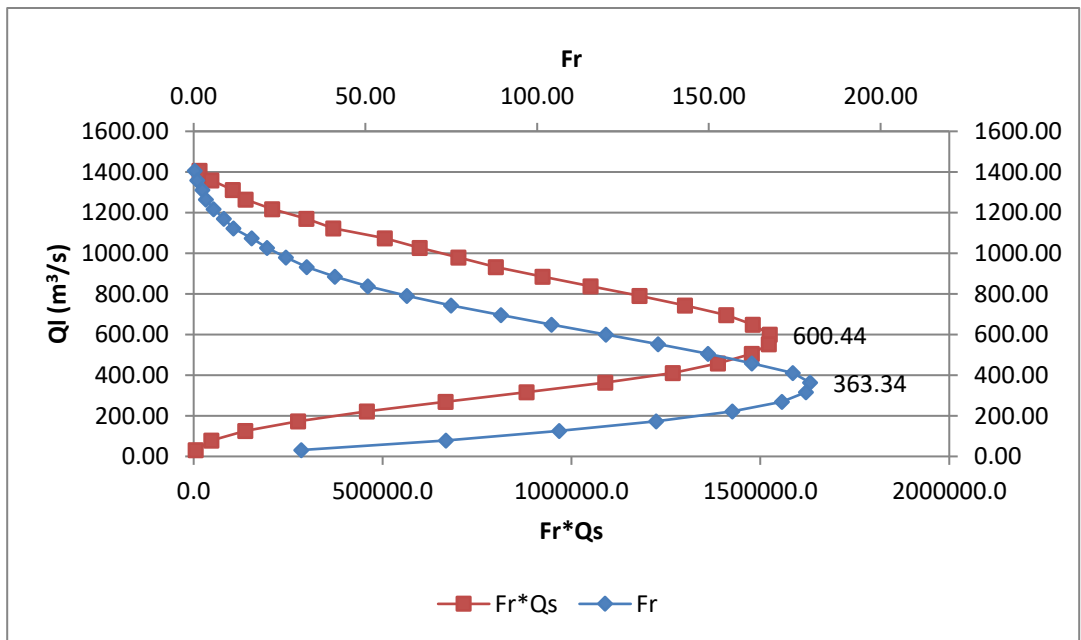


Figura 65 Análisis de frecuencias estación Pto. Rico

Fuente: Propia

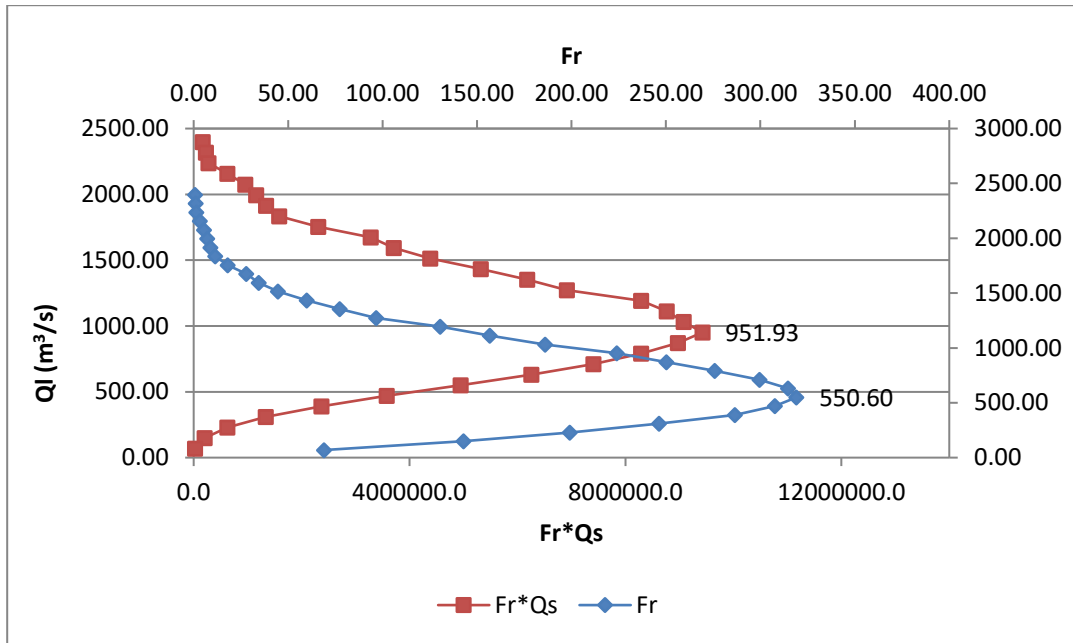


Figura 66 Análisis de frecuencias estación Candilejas

Fuente: Propia

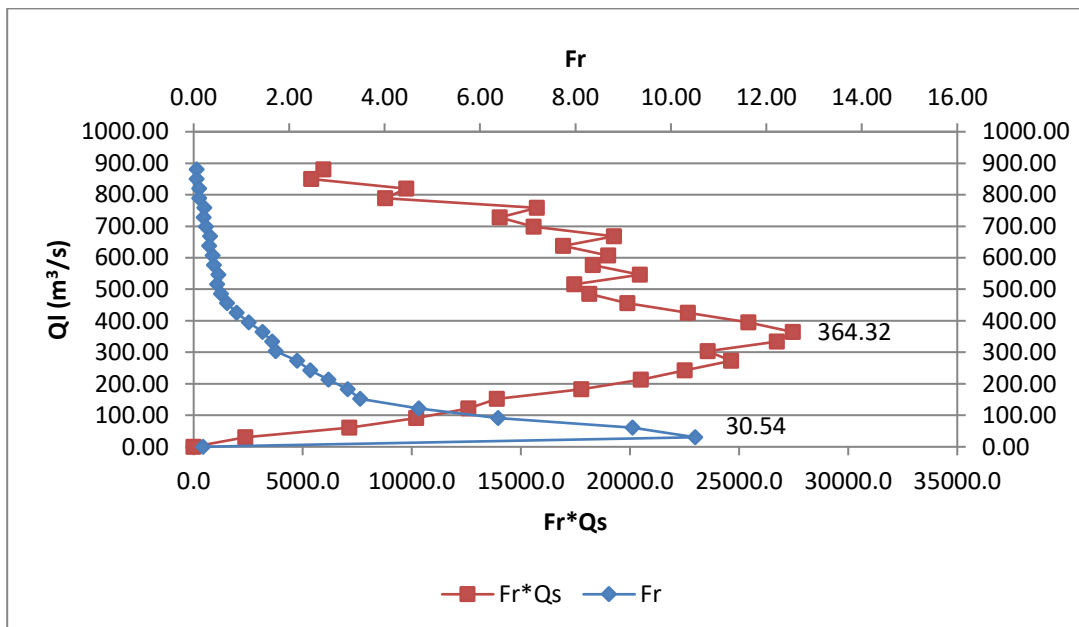


Figura 67 Análisis de frecuencias estación Pte. Charte

Fuente: Propia

La base de datos a partir de los cuales se construyeron las anteriores gráficas se presenta en el Anexo 7. Finalmente, en la Tabla 27 se presenta el resumen de los caudales dominantes estimados mediante el método morfológico para cada estación.

Tabla 27 Caudal dominante para estaciones método morfológico

Estación / Cauce	Caudal Dominante (m ³ /s)
Pto. Angosturas / Ariari	246.0
Pto. Rico / Ariari	600.4
Candilejas / Ariari	951.9
Alto Corozal / Guamal	34.9
Pte. Abadía / Guatiquía	103.9
Pte. Charte / Charte	364.3

Fuente: Propia

6.5 Selección del caudal dominante

En los numerales 6.2, 6.3 y 6.4 se realizó la estimación del caudal dominante mediante los métodos geométrico, estadístico y morfológico respectivamente. En el presente aparte, se seleccionará la metodología más adecuada según las características de los ríos evaluados.

Debido a las características trenzadas de los cauces, en donde la sección transversal del río cuenta con presencia de numerosas dunas o islas, y donde no es sencilla la determinación de las bancas de los ríos, se considera que el método geométrico no es recomendado como metodología para la estimación del caudal dominante al considerar el caudal de desborde, es decir, el caudal que genera la excedencia de la lámina de agua respecto a las bancas del cauce. Esta metodología es recomendada para ríos cuyas bancas estén claramente definidas y el cauce no presenta grandes divagaciones a lo largo del tiempo.

A pesar de que el método estadístico resulta ser de sencilla aplicación, este mismo se fundamenta en una teoría de aplicación general para cualquier etapa de los ríos, por ende, la estimación del caudal máximo correspondiente a los periodos de

retorno de 1.5 y 2.4 años, resulta ser una estimación muy aproximada, en donde las características de los cuerpos de agua inciden en la relación que existe entre el caudal dominante y el caudal máximo para un periodo de retorno dado. Al no contar con el detalle de aplicación en cuanto a las características del río, se considera inadecuada la estimación del caudal dominante mediante el método estadístico para ríos de características trenzadas.

El método morfológico tiene en cuenta las características y potencial de transporte de sedimentos del río, en donde se involucra el potencial de arrastre de este. Adicionalmente, teniendo como concepto de caudal dominante, el caudal que da forma a la sección transversal del río (caudal formativo), el potencial de arrastre de sedimentos es un parámetro con un alto grado de correlación respecto al caudal dominante, parámetro que no es considerado en los métodos anteriores.

Finalmente, se establece el método morfológico como la metodología más adecuada para la estimación del caudal dominante en río de características trenzadas. En la Tabla 28 se presenta el resumen del caudal dominante estimado mediante las tres metodologías que trata el presente documento.

Tabla 28 Caudal dominante mediante diferentes metodologías

Estación	Método			
	Geométrico (m ³ /s)	Estadístico TR=1.5 años (m ³ /s)	Estadístico TR=2.4 años (m ³ /s)	Morfológico (m ³ /s)
Pto. Angosturas (Ariari)	55.9	373.5	450.7	246.0
Pto. Rico (Ariari)	1732.0	1010.8	1117	600.4
Candilejas (Ariari)	8482.0	1498.4	1658.6	951.9
Alto Corozal (Guamal)	6284.0	123.2	143.3	34.9
Pte. Abadía (Guatiquia)	10658.0	266.4	351.9	103.9
Pte. Charte (Charte)	698.0	273.7	392	364.3

Fuente: Propia

Capítulo IV

Propuesta Metodológica Simplificada

Como se trató en el numeral anterior, se consideró el método morfológico como la metodología más adecuada para la estimación del caudal dominante en ríos de características trenzadas, sin embargo, dicha metodología requiere de extensas campañas de aforos líquidos y sólidos en largos periodos de tiempo con el fin de tener un mayor grado de precisión de la estimación.

A nivel nacional, la entidad encargada de llevar a cabo las campañas de aforos líquidos y sólidos es el IDEAM, no obstante, el nivel de instrumentación en las cuencas bajas no es el ideal a pesar de los esfuerzos del IDEAM por elevar el nivel de instrumentación a un rango nacional. Por tal motivo, se requiere de una metodología de estimación del caudal dominante sin depender extensas campañas de aforo, para este caso de estudio, se propondrá una metodología de estimación simplificada para caudales dominantes para ríos trenzados basada únicamente en registros históricos de caudales.

Al contar con una buena cantidad de estaciones hidrométricas a nivel nacional, administradas no solo por el IDEAM, sino por las corporaciones autónomas regionales y en algunos casos por entes privados, en esta propuesta metodológica se busca encontrar la relación entre registros históricos de caudales líquidos y el caudal dominante estimado mediante el método morfológico en las estaciones Pte. Abadía, Alto Corozal, Pto. Angosturas, Pto. Rico, Candilejas y Pte, Charte, eliminando la dependencia que existe de la estimación de dicho parámetro con el potencial de arrastre (aforos líquidos y sólidos).

Se evalúa mediante regresiones (en este caso lineales ya que presentan un mejor ajuste), la relación existente entre el caudal dominante y los siguientes parámetros:

- Porcentaje de excedencia de la curva de duración de caudales diarios.
- Caudal promedio del registro histórico de caudales medios diarios.
- Caudal máximo del registro histórico de caudales medios diarios.
- Caudal mínimo del registro histórico de caudales medios diarios.

Como resultado de la evaluación, en la Tabla 29 se presenta la información base para la construcción de las regresiones, y en la Figura 68, Figura 69, Figura 70 y Figura 71 se presentan los resultados obtenidos de las regresiones anteriormente mencionadas.

Tabla 29 Información base para regresiones

Estación	Caudal dominante	CDC Excedencia (%)	Caudal promedio (m ³ /s)	Caudal máximo (m ³ /s)	Caudal mínimo (m ³ /s)
Pto. Angosturas (Ariari)	246.0	5.48%	108.5	803.8	7.0
Pto. Rico (Ariari)	600.4	20.00%	395.4	1454.0	31.4
Candilejas (Ariari)	951.9	23.53%	677.9	2477.0	69.0
Alto Corozal (Guamal)	34.9	30.49%	30.4	202.7	1.3
Pte. Abadía (Guatiquia)	103.9	25.73%	76.2	606.2	3.4
Pte. Charte (Charte)	364.3	0.40%	34.4	910.5	0.2

Fuente: Propia

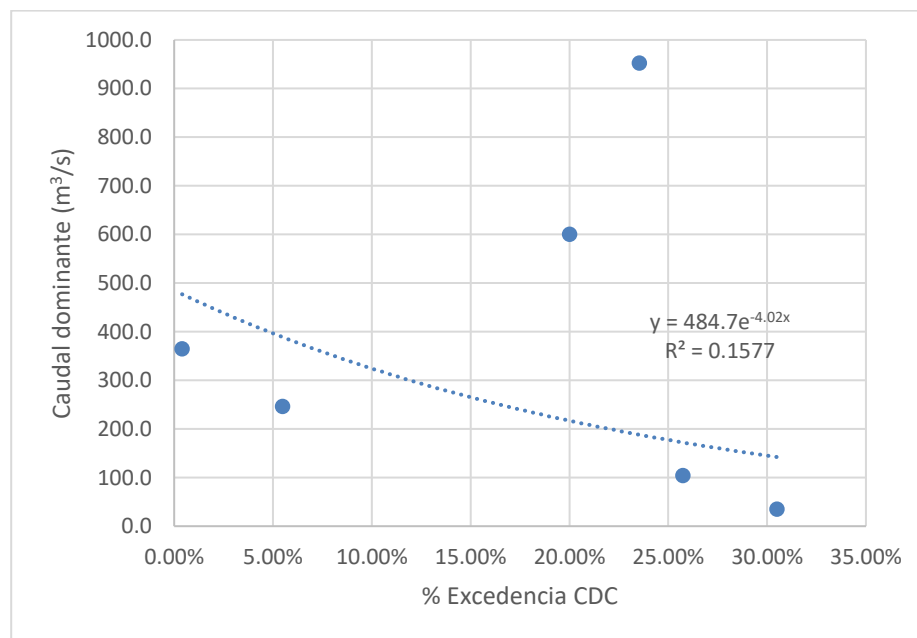


Figura 68 Regresión CDC vs Caudal dominante

Fuente: Propia

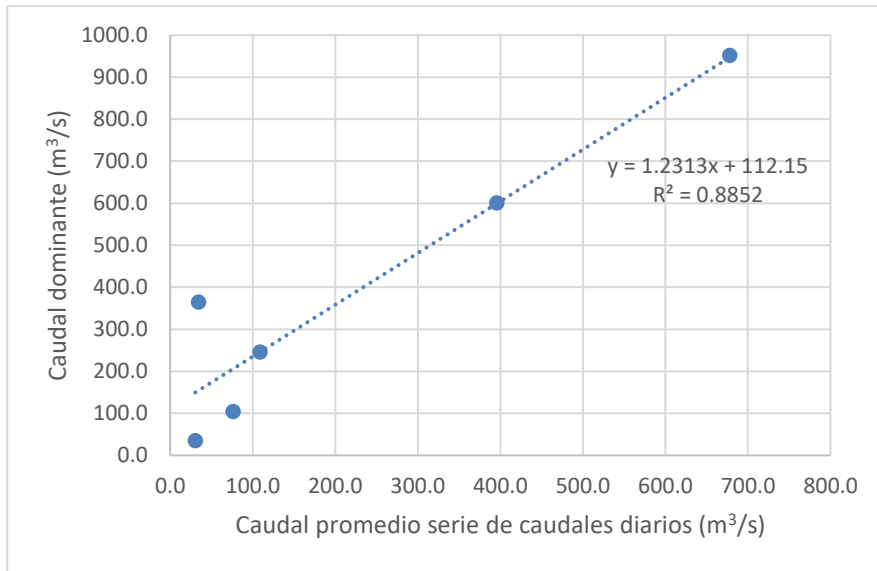


Figura 69 Regresión caudal promedio del registro histórico vs Caudal dominante

Fuente: Propia

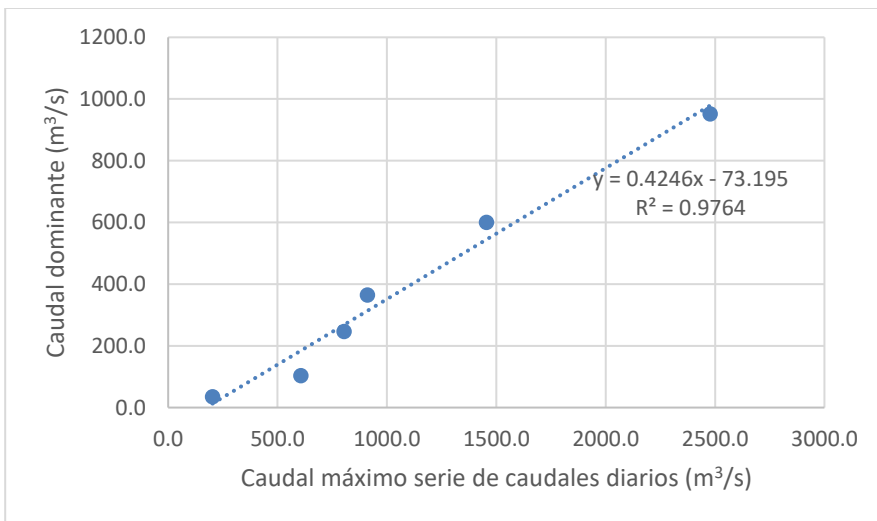


Figura 70 Regresión caudal máximo del registro histórico vs Caudal dominante

Fuente: Propia

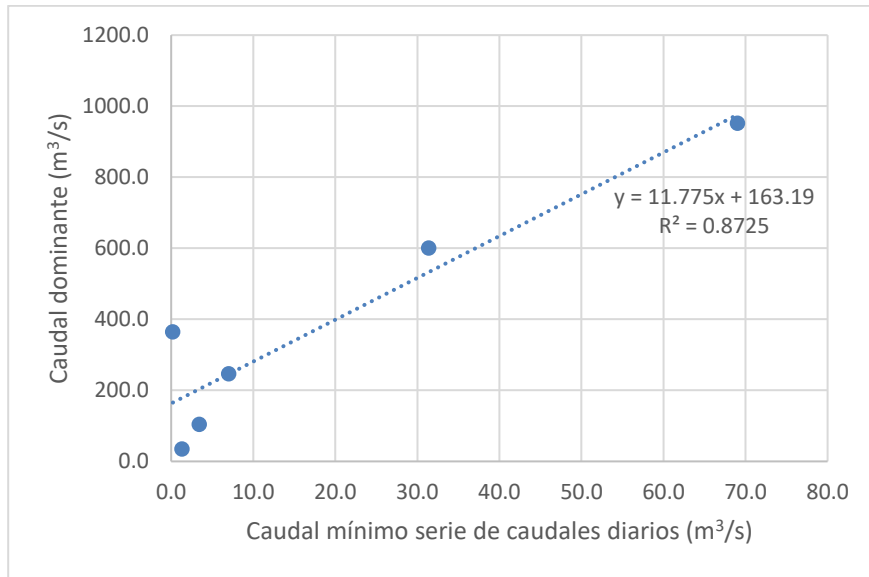


Figura 71 Regresión caudal mínimo del registro histórico vs Caudal dominante

Fuente: Propia

Como se puede apreciar, la regresión que presenta un mejor ajuste (mayor R^2) es la correspondiente al caudal máximo del registro histórico de caudales diarios vs el caudal dominante cuyo parámetro R^2 es de 0.9764. Finalmente, la ecuación propuesta para la estimación del caudal dominante en ríos de características trezadas es la siguiente:

$$Q_D = 0.4246 * Q_{max} - 73.195$$

Donde:

- Q_D : Caudal dominante en m^3/s .
- Q_{max} : Caudal máximo del registro de caudales diarios en m^3/s .

Como se mencionó con anterioridad, esta ecuación es aplicable para ríos de características trezadas cuyo caudal máximo del registro de caudales diarios varíe entre 202.7 y 2470.0 m^3/s .

Conclusiones

Luego de la evaluación y análisis expuestos en el presente documento respecto a la estimación del caudal dominante para ríos de características trezadas se puede concluir lo siguiente:

- Existen diversas metodologías para estimar el caudal dominante, entre las más importantes se encuentran los métodos geométricos, estadísticos y morfológicos cada una con su definición de caudal dominante distinta.
- El método geométrico es válido y ampliamente usado para la estimación del caudal dominante, sin embargo, para el caso de los ríos de características trezadas según los resultados obtenidos en el numeral 6.2.6.4 se observan variaciones grandes del valor del caudal de desborde para un mismo cauce (río Ariari). Adicionalmente, las características trezadas de los cauces evaluados hacen difícil la identificación precisa de las bancas de los cauces, de esta forma, la definición de la sección de desborde tiene una alta variación en función del observador, del tiempo en el cual se toma la batimetría de la sección y del grado de divagación del río. Por este motivo, para los cauces de características trezadas, no es adecuada la estimación del caudal dominante mediante el método geométrico.
- A pesar de que el método estadístico resulta simple y de fácil aplicación, existen varios periodos de retorno asociados al caudal dominante. En este documento se evaluaron los caudales máximos correspondiente a los periodos de retorno de 1.5 y 2.4 años, sin embargo, existen otros periodos de retorno propuestos por diversos autores. Sin embargo, no existe un valor asociado únicamente a ríos de características trezadas, por tal motivo, no se recomienda el uso del método estadístico para la estimación del caudal dominante en cauces de características trezadas.
- Para los ríos en su etapa trezada, se sugiere la implementación del método morfológico para la estimación del caudal dominante ya que involucra parámetros de transporte de sedimentos asociados a la forma de la sección transversal del cauce (caudal formativo). Sin embargo, se requiere de

extensas campañas de aforo en los ríos para contar con la información suficiente para una estimación correcta.

- Se encuentra que en general, existe una correlación lineal entre los parámetros de mediciones diarias de caudal líquido y el caudal dominante estimado mediante el método morfológico, en general el parámetro R^2 de las correlaciones entre el caudal dominante y el valor promedio de caudal, el valor máximo de caudal y el valor mínimo de caudal varía entre 0.87 y 0.97 lo cual da un grado de correlación aceptable.
- El parámetro de medición que presenta la mejor correlación lineal es el valor máximo del registro histórico de caudales diarios representado por la siguiente ecuación:

$$Q_D = 0.4246 * Q_{max} - 73.195$$

- La ecuación planteada como método simplificado para la estimación del caudal dominante en ríos de características trezadas se recomienda para la etapa trezada de los cauces, para cauces que cuenten con un registro de caudales medios diarios de mínimo 8 años y para ríos cuyo caudal máximo de su registro histórico de caudales diarios varíe entre 200 y 2500 m^3/s .

Bibliografía

- Castillo, L. (16 de Julio de 2015). Estimación de los coeficientes de resistencia, transporte de sedimentos y caudal dominante, en el diseño de un encauzamiento con flujo hiperconcentrado. *V Jornadas sobre encauzamientos fluviales. Ministerio de Fomento. Ministerio de Medio Ambiente. Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas CEDEX*, 13. Recuperado el 10 de Mayo de 2018, de https://www.researchgate.net/profile/Luis_Castillo26/publication/255613308_ESTIMACION_DE_LOS_COEFICIENTES_DE_RESISTENCIA_TRANSPORTE_DE_SEDIMENTOS_Y_CAUDAL_DOMINANTE_EN_EL_DISENO_DE_UN_ENCAUZAMIENTO_CON_FLUJO_HIPERCONCENTRADO/links/55a7f20a08ae481aa7f563de
- CEDEX. (2015). *CEDEX*. Obtenido de CEDEX: <https://ceh.cedex.es/ingsis/hec-ras.htm>
- Farías, H. D. (2 de Noviembre de 2005). Análisis del concepto de caudal dominante en ríos aluviales y evaluación de metodologías de cálculo. *Principios y aplicaciones en hidráulica de ríos*, 12. Recuperado el 11 de Mayo de 2018, de http://irh-fce.unse.edu.ar/TC/TC_Farias_Caudal_Dominante.pdf
- Marbello Pérez, R. (2011). *Manual de prácticas de laboratorio de hidráulica*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín.
- Ollero Ojeda, A. (2000). Primera aproximación a una clasificación de recursos fluviales aplicable a la ordenación. *Lurralde*, 125-133. Recuperado el 12 de Mayo de 2018, de <http://www.ingeba.org/lurralde/lurranet/lur23/rios/rios.html>
- Redondo Triaño, S. A. (2011). *Incertidumbre hidrológica en la estimación de caudales ambientales mediante metodologías basadas en series históricas*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Rodríguez Díaz, H. A. (2010). *Hidráulica fluvial fundamentos y aplicaciones socavación*. Bogotá D.C., Bogotá D.C., Colombia: Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. Recuperado el 9 de Mayo de 2018
- Ruiz Cobo, D. H., & Diez Hernández, J. M. (7 de Febrero de 2007). Determinación de caudales ambientales confiables en Colombia: ejemplo del río Placé (Cauca). *Red*

de revistas científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal, 10(4), 153-166. Recuperado el 13 de Mayo de 2018, de <http://www.redalyc.org/html/1694/169419796013/>

ANEXO 1.

**TABLAS ESTIMACIÓN N DE MANNING
CON AFOROS DEL IDEAM**

ANEXO 1.1.

**TABLAS ESTIMACIÓN N DE MANNING
CON AFOROS DEL IDEAM ESTACIÓN
PTE. ABADÍA**

ID	FECHA	NIVEL MEDIO (cms)	ANCHO SECCIÓN (m)	ÁREA SECCIÓN (m)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	VELOCIDAD MEDIA (m/s)	CAUDAL TOTAL (m ³ /s)	PERÍMETRO MOJADO (m)	RADIO HIDRÁULICO (m)	n Manning
1	02/02/1990	301	32	25.23	0.788	0.533	13.464	32.215	0.783	0.1280
2	16/03/1990	406	58	50.68	0.873	1.693	85.837	58.552	0.865	0.0431
3	17/08/1990	375	57	58.2	1.021	0.963	56.062	58.09	1.001	0.0834
4	27/09/1990	357	58.9	43.709	0.742	0.882	38.557	59.645	0.732	0.0739
5	05/10/1990	359	59	47.51	0.805	1.063	50.517	59.825	0.794	0.0648
6	19/10/1990	354	39.4	20.807	0.528	1.51	31.438	39.545	0.526	0.0346
7	27/12/1990	349	35.5	19.495	0.549	0.847	16.513	35.616	0.547	0.0634
8	16/01/1991	340	36	18.94	0.526	0.794	15.043	36.073	0.525	0.0658
9	21/02/1991	322	34	13.48	0.396	0.744	10.033	34.097	0.395	0.0581
10	27/03/1991	328	27	17.07	0.632	0.539	9.207	27.054	0.63	0.1095
11	12/03/1993	392	26	31.2	1.2	2.175	67.885	26.583	1.173	0.0411
12	29/06/1993	473	62	48.27	0.778	2.319	111.946	62.628	0.77	0.0291
13	19/04/1994	460	62	32.06	0.517	1.327	42.545	62.187	0.515	0.0389
14	09/05/1994	514	62.2	52.827	0.849	1.946	102.853	62.236	0.848	0.0370
15	15/07/1994	639	64	95.64	1.494	3.373	322.627	64.414	1.484	0.0310
16	19/10/1994	450	45.5	35.405	0.778	1.492	52.826	45.807	0.772	0.0453
17	15/02/1995	415	28	15.795	0.564	0.708	11.187	28.169	0.56	0.0770
18	27/03/1996	450	51	21.075	0.413	1.192	25.128	51.108	0.412	0.0373
19	03/03/1997	397	27.5	13.315	0.484	1.003	13.366	27.604	0.482	0.0492
20	14/08/1997	203	48.5	60.218	1.241	2.557	154.034	48.728	1.235	0.0361
21	15/08/1997	203	48.5	60.255	1.242	2.554	153.893	48.729	1.236	0.0362
22	05/03/1998	95	54.9	22.341	0.406	1.008	22.541	55.02	0.406	0.0437
23	20/03/1998	132	21.4	8.448	0.394	1.144	9.669	21.484	0.393	0.0377
24	27/05/1998	204	47.5	46.115	0.97	2.09	96.391	47.591	0.968	0.0376
25	08/09/1998	178	46	32.58	0.708	1.349	43.959	46.05	0.707	0.0472

ID	FECHA	NIVEL MEDIO (cms)	ANCHO SECCIÓN (m)	ÁREA SECCIÓN (m)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	VELOCIDAD MEDIA (m/s)	CAUDAL TOTAL (m3/s)	PERÍMETRO MOJADO (m)	RADIO HIDRÁULICO (m)	n Manning
26	25/02/1999	194	38.3	26.361	0.688	1.518	40.024	38.41	0.686	0.0411
27	22/05/1999	262	49	40.135	0.819	2.015	80.874	49.134	0.816	0.0348
28	27/08/1999	217	50.4	37.363	0.741	1.536	57.422	50.518	0.739	0.0427
29	28/03/2000	238	51.2	54.334	1.061	2.293	124.622	51.577	1.053	0.0362
30	13/06/2000	237	50.2	46.169	0.919	1.749	80.77	50.288	0.918	0.0434
31	25/07/2000	225	49.3	38.604	0.783	1.572	60.723	49.491	0.78	0.0433
32	17/08/2000	226	50	50.825	1.016	1.705	86.662	50.147	1.013	0.0475
33	18/10/2000	218	50	32.585	0.651	1.495	48.728	50.107	0.65	0.0403
34	22/01/2001	140	40	16.78	0.419	1.03	17.292	40.095	0.418	0.0436
35	06/02/2001	162	32.6	14.704	0.451	0.825	12.135	32.654	0.45	0.0571
36	02/04/2001	155	40.5	16.08	0.397	1.161	18.669	40.545	0.396	0.0373
37	09/05/2001	239	51.5	33.571	0.651	1.474	49.504	51.629	0.65	0.0409
38	14/02/2002	108	22.5	11.8	0.524	1.096	12.934	22.732	0.519	0.0473
39	05/03/2002	112	19.3	8.845	0.458	0.841	7.441	19.465	0.454	0.0564
40	18/06/2002	267	49	55.2	1.126	1.924	106.219	49.145	1.123	0.0451
41	19/07/2002	263	50.7	54.823	1.081	1.781	97.676	50.804	1.079	0.0474
42	13/09/2002	158	40	31.66	0.791	0.813	25.75	40.364	0.784	0.0840
43	26/04/2003	156	38.5	31.833	0.826	0.825	26.292	38.901	0.818	0.0851
44	27/04/2003	156	38.5	31.833	0.826	0.825	26.292	38.901	0.818	0.0851
45	15/08/2003	239	66	64.53	0.977	1.538	99.256	66.086	0.976	0.0514
46	30/09/2003	191	53	35.335	0.666	1.098	38.83	53.103	0.665	0.0557
47	01/12/2003	201	53.5	36.066	0.674	1.184	42.704	53.593	0.672	0.0520
48	20/02/2004	157	43	14.953	0.347	0.639	9.561	43.089	0.347	0.0620
49	28/04/2004	229	53.7	47.174	0.878	1.638	77.307	53.875	0.875	0.0448
50	03/10/2004	90	27	26.255	0.972	1.659	43.578	27.105	0.968	0.0474

ID	FECHA	NIVEL MEDIO (cms)	ANCHO SECCIÓN (m)	ÁREA SECCIÓN (m)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	VELOCIDAD MEDIA (m/s)	CAUDAL TOTAL (m3/s)	PERÍMETRO MOJADO (m)	RADIO HIDRÁULICO (m)	n Manning
51	09/12/2004	95	28.5	28.708	1.007	1.663	47.77	28.603	1.003	0.0484
52	18/05/2005	135	34	39.348	1.157	2.06	81.082	34.318	1.146	0.0427
53	08/07/2005	102	37.8	43.875	1.16	1.652	72.519	38.229	1.147	0.0533
54	29/09/2005	187	21.5	33.482	1.557	2.404	80.511	21.675	1.544	0.0446
55	05/12/2005	167	29	20.15	0.694	1.502	30.275	29.121	0.691	0.0418
56	26/01/2006	151	21.8	13.289	0.609	1.131	15.041	21.957	0.605	0.0508
57	25/08/2006	152	46.5	39.17	0.842	1.752	68.661	46.84	0.836	0.0407
58	13/10/2006	193	56.6	32.812	0.579	1.363	44.747	56.894	0.576	0.0408
59	30/10/2006	193	45	27.419	0.609	1.454	39.889	45.447	0.603	0.0394
60	26/01/2007	121	24	12.09	0.503	1.03	12.464	24.129	0.501	0.0492
61	15/05/2007	198	59	37.11	0.628	1.547	57.413	59.316	0.625	0.0379
62	11/08/2007	164	72	50.69	0.704	1.972	99.993	72.264	0.701	0.0321
63	16/10/2007	184	66.5	37.463	0.563	1.655	62.036	66.863	0.56	0.0330
64	17/11/2007	158	82	88.495	1.079	2.658	235.235	82.5	1.072	0.0316
65	21/02/2008	140	36.8	16.837	0.457	0.987	16.624	36.893	0.456	0.0482
66	21/09/2008	69	26.4	34.412	1.303	1.63	56.123	26.839	1.282	0.0581
67	23/04/2009	340	31	28.01	0.903	2.392	67.002	31.314	0.894	0.0311
68	15/06/2009	106	31.6	39.166	1.239	2.557	100.152	31.845	1.229	0.0360
69	23/09/2009	179	37	32.145	0.868	1.446	46.482	37.341	0.86	0.0502
70	15/10/2009	135	42	39.86	0.949	1.537	61.292	42.414	0.939	0.0501
71	28/01/2010	130	32	13.945	0.435	0.74	10.326	32.106	0.434	0.0622
72	16/03/2010	143	28.5	16.015	0.561	1.079	17.293	28.594	0.56	0.0506
73	11/05/2010	217	45	40.33	0.896	1.743	70.32	45.42	0.887	0.0425
74	08/07/2010	199	39	37.975	0.973	1.866	70.886	39.432	0.963	0.0420
75	09/09/2010	181	42	34.1	0.811	1.381	47.113	42.225	0.807	0.0504

ID	FECHA	NIVEL MEDIO (cms)	ANCHO SECCIÓN (m)	ÁREA SECCIÓN (m)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	VELOCIDAD MEDIA (m/s)	CAUDAL TOTAL (m3/s)	PERÍMETRO MOJADO (m)	RADIO HIDRÁULICO (m)	n Manning
76	19/08/2011	115	26	29.08	1.118	2.169	63.085	27.763	1.047	0.0382
77	19/10/2011	140	20.5	19.302	0.941	1.655	31.958	21.001	0.919	0.0459
PROMEDIO										0.0495
Desviación Estándar										0.0173
n Manning adoptado										0.0458

ANEXO 1.2.

**TABLAS ESTIMACIÓN N DE MANNING
CON AFOROS DEL IDEAM ESTACIÓN
PTO. ANGOSTURAS**

ID	FECHA	NIVEL MEDIO (cms)	ANCHO SECCIÓN (m)	ÁREA SECCIÓN (m)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	VELOCIDAD MEDIA (m/s)	CAUDAL TOTAL (m3/s)	PERÍMETRO MOJADO (m)	RADIO HIDRÁULICO (m)	n Manning
1	13/03/1992	468	37	115.077	3.11	2.388	274.864	39.835	2.888	0.0687
2	07/04/1992	330	35	52.765	1.507	0.929	49.047	35.829	1.472	0.1126
3	27/08/1992	362	35	57.68	1.648	1.668	96.22	35.474	1.625	0.0670
4	03/10/1992	342	35	50.545	1.444	1.183	59.845	35.769	1.413	0.0861
5	08/12/1992	352	35	55.87	1.596	1.335	74.633	36.134	1.546	0.0810
6	24/02/1993	300	33.9	37.69	1.111	0.959	36.182	34.721	1.085	0.0890
7	25/03/1993	387	34	51.085	1.502	2.368	121.017	34.29	1.489	0.0445
8	25/10/1993	323	39.5	46	1.164	1.592	73.253	39.877	1.153	0.0559
9	20/12/1993	312	34.15	33.713	0.987	1.578	53.213	34.539	0.976	0.0504
10	02/04/1994	439	49	104.655	2.135	3.366	352.309	49.765	2.102	0.0394
11	20/06/1994	345	44	51.425	1.168	1.753	90.159	44.432	1.157	0.0508
12	03/11/1994	321	41.3	53.861	1.304	1.721	92.717	41.838	1.287	0.0556
13	12/04/1995	316	42.2	49.409	1.17	1.541	76.181	42.712	1.156	0.0578
14	11/06/1995	334	42	70.56	1.68	2.029	143.193	42.977	1.641	0.0555
15	27/09/1995	268	40	42.58	1.064	1.235	52.625	40.379	1.054	0.0678
16	02/05/1996	317	42	59.61	1.419	2.202	131.285	42.542	1.401	0.0460
17	25/05/1996	324	42.5	53.892	1.268	1.931	104.095	43.037	1.252	0.0486
18	23/06/1996	368	48.1	79.177	1.646	2.395	189.696	48.824	1.621	0.0466
19	27/07/1996	328	44	63.025	1.432	1.803	113.65	44.702	1.409	0.0564
20	25/08/1996	284	51.5	52.548	1.02	2.334	122.651	52.295	1.004	0.0347
21	25/09/1996	259	47.7	41.876	0.877	1.471	61.621	47.995	0.872	0.0502
22	26/10/1996	269	46.2	41.034	0.888	1.759	72.188	46.664	0.879	0.0422
23	22/11/1996	268	49	37.875	0.772	1.497	56.723	49.319	0.767	0.0453
24	10/12/1996	303	50.2	50.784	1.011	2.068	105.061	50.529	1.005	0.0392
25	26/01/1997	240	44	30.705	0.697	1.214	37.296	44.318	0.692	0.0521
26	23/02/1997	322	51	57.72	1.131	1.884	108.751	51.419	1.122	0.0463

ID	FECHA	NIVEL MEDIO (cms)	ANCHO SECCIÓN (m)	ÁREA SECCIÓN (m)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	VELOCIDAD MEDIA (m/s)	CAUDAL TOTAL (m3/s)	PERÍMETRO MOJADO (m)	RADIO HIDRÁULICO (m)	n Manning
27	20/03/1997	298	51	59.86	1.173	1.903	113.947	51.401	1.164	0.0470
28	24/06/1997	360	51	84.465	1.656	2.599	219.604	52.016	1.623	0.0430
29	25/07/1997	300	64	90.08	1.407	2.413	217.43	64.314	1.4	0.0419
30	20/08/1997	366	62	79.85	1.287	2.127	169.92	62.331	1.281	0.0448
31	28/09/1997	340	61	65.345	1.071	1.563	102.174	61.206	1.067	0.0540
32	20/10/1997	295	57.5	45.145	0.785	1.217	54.944	57.697	0.782	0.0564
33	27/11/1997	261	54	35.46	0.656	1.047	37.152	54.185	0.654	0.0582
34	04/12/1997	265	54.6	43.746	0.801	1.089	47.675	54.675	0.8	0.0640
35	16/12/1997	281	58	38.055	0.656	0.827	31.494	58.25	0.653	0.0736
36	30/03/1998	165	52	42.935	0.825	1.101	47.296	52.29	0.821	0.0644
37	12/02/1999	341	60	74.817	1.246	1.812	135.629	60.419	1.238	0.0515
38	28/05/1999	320	58	75.11	1.295	1.619	121.65	58.531	1.283	0.0590
39	23/08/1999	258	56.5	51.815	0.917	1.326	68.737	56.761	0.912	0.0574
40	29/11/1999	259	45.5	38.645	0.849	1.09	42.143	45.842	0.843	0.0662
41	10/07/2000	300	56	63.94	1.141	1.38	88.249	56.48	1.132	0.0637
42	13/09/2000	262	52	49.395	0.949	1.212	59.886	52.368	0.943	0.0642
43	10/04/2001	269	53.5	53.075	0.992	1.249	66.304	53.852	0.985	0.0641
44	16/08/2001	297	56	76.29	1.362	1.798	137.21	56.406	1.352	0.0550
45	16/10/2002	212	43.3	43.287	0.999	0.819	35.472	43.791	0.988	0.0980
46	28/04/2003	240	51	58.295	1.143	1.483	86.497	51.482	1.132	0.0592
47	23/07/2003	250	53	65.087	1.228	1.5	97.695	53.474	1.217	0.0615
48	19/08/2003	245	52	57.97	1.114	1.36	78.843	52.275	1.108	0.0637
49	24/09/2003	261	54	56.34	1.043	1.468	82.721	54.312	1.037	0.0564
50	28/11/2003	269	54.3	66.808	1.23	1.653	110.49	54.801	1.219	0.0558
51	29/01/2004	210	41.5	32.162	0.774	0.796	25.63	41.708	0.771	0.0854
52	01/10/2004	300	58	77.995	1.344	2.158	168.315	58.371	1.336	0.0455

ID	FECHA	NIVEL MEDIO (cms)	ANCHO SECCIÓN (m)	ÁREA SECCIÓN (m)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	VELOCIDAD MEDIA (m/s)	CAUDAL TOTAL (m3/s)	PERÍMETRO MOJADO (m)	RADIO HIDRÁULICO (m)	n Manning
53	10/12/2004	232	43.3	45.47	1.05	1.329	60.463	43.695	1.04	0.0625
54	12/07/2005	228	46	51.805	1.126	1.376	71.299	46.727	1.108	0.0629
55	27/07/2005	250	49	61.8	1.261	1.447	89.435	49.586	1.246	0.0647
56	17/09/2005	258	50.1	66.803	1.333	1.494	99.818	51.316	1.301	0.0645
57	27/11/2005	244	48.6	60.78	1.25	1.437	87.354	49.144	1.236	0.0648
58	30/01/2006	289	51	70.595	1.384	1.929	136.181	51.401	1.373	0.0518
59	01/05/2006	241	50	68.26	1.365	1.255	85.672	50.422	1.353	0.0788
60	30/08/2006	246	46	59.76	1.299	1.39	83.098	46.44	1.286	0.0688
61	15/11/2006	309	55	97.23	1.767	2.303	223.998	55.58	1.749	0.0510
62	02/03/2007	166	45.2	32.396	0.716	0.715	23.178	45.458	0.712	0.0902
63	15/04/2007	222	48.5	63.013	1.299	1.347	84.884	49.035	1.285	0.0710
64	21/06/2007	245	49	74.665	1.523	1.618	120.872	49.523	1.507	0.0657
65	28/09/2007	203	47	54.82	1.166	1.201	65.843	47.453	1.155	0.0741
66	17/10/2007	209	45.5	57.55	1.264	1.291	74.342	46.017	1.25	0.0727
67	25/02/2008	186	43	47.91	1.114	0.906	43.423	43.834	1.092	0.0947
68	24/05/2008	233	50.8	68.803	1.354	1.629	112.128	51.39	1.338	0.0603
69	29/08/2008	195	44.5	49.325	1.108	1.266	62.45	44.877	1.099	0.0680
70	28/11/2008	198	45	50.57	1.123	1.489	75.308	45.477	1.111	0.0583
71	04/06/2009	210	47.5	52.443	1.104	1.593	83.554	48.068	1.091	0.0538
72	16/09/2009	170	46	40.325	0.876	1.597	64.406	46.401	0.869	0.0461
73	01/12/2009	168	47	34.3	0.729	1.499	51.417	47.372	0.724	0.0435
74	12/03/2010	168	43.3	34.634	0.799	1.69	58.556	43.614	0.794	0.0410
75	05/05/2010	211	53	61.195	1.154	2.018	123.512	53.855	1.136	0.0436
76	20/07/2010	205	46	51.66	1.123	2.312	119.486	46.666	1.107	0.0374
77	15/10/2010	164	41.5	34.525	0.831	1.471	50.805	41.848	0.825	0.0484
78	17/04/2011	273	63.5	95.668	1.506	2.848	272.493	64.236	1.489	0.0370

ID	FECHA	NIVEL MEDIO (cms)	ANCHO SECCIÓN (m)	ÁREA SECCIÓN (m)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	VELOCIDAD MEDIA (m/s)	CAUDAL TOTAL (m3/s)	PERÍMETRO MOJADO (m)	RADIO HIDRÁULICO (m)	n Manning
79	21/06/2011	202	44.7	67.83	1.517	1.847	125.331	45.38	1.494	0.0572
80	21/07/2011	218	43.7	63.043	1.442	2.132	134.448	45.352	1.39	0.0472
81	20/08/2011	211	43	61	1.418	2.025	123.552	44.469	1.371	0.0493
82	08/06/2012	217	44	58.93	1.339	2.029	119.625	44.676	1.319	0.0479
83	18/10/2012	214	42.6	65.96	1.548	2.405	158.675	43.363	1.521	0.0445
84	08/08/2013	207	43.5	63.7	1.464	1.836	117.01	44.023	1.446	0.0563
85	24/10/2013	196	44	65.96	1.499	1.843	121.629	44.828	1.471	0.0568
86	25/06/2014	259	48	105.325	2.194	2.846	299.84	49.041	2.147	0.0473
PROMEDIO										0.0584
Desviación Estándar										0.0147
n Manning adoptado										0.0565

ANEXO 1.3.

**TABLAS ESTIMACIÓN N DE MANNING
CON AFOROS DEL IDEAM ESTACIÓN
PTO. RICO**

ID	FECHA	NIVEL MEDIO (cms)	ANCHO SECCIÓN (m)	ÁREA SECCIÓN (m)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	VELOCIDAD MEDIA (m/s)	CAUDAL TOTAL (m3/s)	PERÍMETRO MOJADO (m)	RADIO HIDRÁULICO (m)	n Manning
1	14/06/1979	307	160	439.25	2.745	1.124	494.093	160.68	2.733	0.0410
2	22/08/1979	348	170	584	3.435	1.052	614.753	170.25	3.43	0.0510
3	27/09/1979	309	143.4	377.85	2.634	1.091	412.6	144.67	2.611	0.0410
4	21/12/1979	260	146	378.33	2.591	0.823	311.426	147.38	2.567	0.0537
5	28/01/1980	171	139.15	254.77	1.83	0.668	170.279	140.1	1.818	0.0526
6	30/01/1980	164	138.65	227.25	1.639	0.211	48.168	139.21	1.632	0.1549
7	31/05/1980	318	147	464.8	3.161	1.369	636.504	147.86	3.143	0.0370
8	01/06/1980	314	147	478.89	3.257	1.721	824.53	148.86	3.217	0.0299
9	22/09/1980	348	154.7	525.32	3.395	1.097	576.698	155.99	3.367	0.0483
10	26/11/1980	276	154	387.5	2.516	0.902	349.841	155.03	2.499	0.0481
11	27/11/1980	286	154	388.62	2.523	0.945	367.247	154.92	2.508	0.0461
12	04/03/1981	279	152.5	353.74	2.319	0.987	349.259	153.38	2.306	0.0417
13	15/02/1982	233	146.8	247.23	1.684	0.878	217.078	151.46	1.632	0.0372
14	14/08/1982	290	148	447.74	3.025	0.455	204.077	149.58	2.993	0.1076
15	04/12/1982	261	153.95	416.54	2.705	0.799	333.231	155.28	2.682	0.0570
16	25/03/1983	268	151.3	353.41	2.335	0.988	349.367	152.43	2.318	0.0418
17	30/06/1983	345	147.4	490.99	3.331	1.187	583.083	148.9	3.297	0.0440
18	17/09/1983	297	154.7	467.28	3.02	0.993	464.4	156.7	2.982	0.0492
19	16/03/1984	187	150.6	286.98	1.905	0.525	150.753	151.92	1.889	0.0686
20	14/05/1984	260	142.9	326.74	2.286	0.862	281.655	144.08	2.267	0.0472
21	28/09/1984	288	141	372.48	2.641	1.062	395.641	142.77	2.608	0.0421
22	12/11/1984	274	155	399.92	2.58	0.878	351.4	155.96	2.564	0.0503
23	22/07/1985	338	154.5	506.26	3.276	1.094	554.169	155.72	3.251	0.0473
24	19/09/1985	311	146.6	438.648	2.992	0.799	350.759	148.864	2.946	0.0606
25	21/12/1985	175	144	210.51	1.461	0.58	122.262	144.336	1.458	0.0523
26	11/02/1986	124	145.2	135.419	0.932	0.358	48.571	146.049	0.927	0.0626

ID	FECHA	NIVEL MEDIO (cms)	ANCHO SECCIÓN (m)	ÁREA SECCIÓN (m)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	VELOCIDAD MEDIA (m/s)	CAUDAL TOTAL (m ³ /s)	PERÍMETRO MOJADO (m)	RADIO HIDRÁULICO (m)	n Manning
27	08/05/1986	298	135	353.43	2.618	1.032	364.936	135.886	2.6	0.0432
28	08/08/1986	370	142	595.06	4.19	1.209	719.866	145.036	4.102	0.0500
29	13/11/1986	337	144	536.355	3.724	1.213	651.068	145.372	3.689	0.0464
30	10/12/1986	284	144	446.76	3.102	0.956	427.479	145.307	3.074	0.0521
31	10/04/1987	254	152	377.48	2.483	0.986	372.452	153.274	2.462	0.0436
32	09/06/1987	302	151.3	443.033	2.928	1.11	492.007	152.686	2.901	0.0432
33	25/07/1987	335	153.2	569.92	3.72	1.038	591.786	154.64	3.685	0.0542
34	23/09/1987	263	165	493.5	2.99	0.825	407.293	166.45	2.964	0.0590
35	28/11/1987	225	158.22	334.233	2.112	0.792	264.879	158.823	2.104	0.0489
36	11/12/1987	250	159.03	390.669	2.456	0.888	347.26	159.75	2.445	0.0482
37	27/07/1988	396	156	648.585	4.157	1.471	954.381	157.732	4.111	0.0411
38	01/10/1988	253	156.69	382.415	2.44	0.964	368.898	157.345	2.43	0.0442
39	23/10/1988	292	163.92	500.918	3.055	1.14	571.358	164.995	3.035	0.0434
40	23/02/1989	203	146.4	265.738	1.815	0.876	232.947	147.224	1.804	0.0399
41	14/04/1989	204	151	294.165	1.948	0.661	194.615	152.175	1.933	0.0554
42	31/05/1989	352	153.9	551.406	3.582	1.161	640.349	155.163	3.553	0.0473
43	23/07/1989	332	148.5	525.532	3.538	1.192	626.752	149.71	3.51	0.0457
44	01/09/1989	342	147.3	589.671	4.003	1.055	622.221	148.023	3.983	0.0562
45	04/11/1989	270	150.2	389.919	2.595	0.836	325.985	151.153	2.579	0.0530
46	16/12/1989	165	145.6	220.258	1.512	0.597	131.607	146.686	1.501	0.0518
47	01/03/1990	133	104.79	149.421	1.425	0.55	82.286	105.602	1.414	0.0540
48	19/04/1990	316	158	539.455	3.414	1.123	606.085	159.018	3.392	0.0474
49	26/06/1990	336	158	633.23	4.007	1.013	642.041	160.764	3.938	0.0580
50	20/07/1990	377	164	734.145	4.476	1.214	891.722	165.359	4.439	0.0525
51	08/09/1990	265	147.62	405.312	2.745	0.956	387.777	148.247	2.734	0.0482
52	16/10/1990	242	154.27	399.407	2.589	0.915	365.527	154.801	2.58	0.0485

ID	FECHA	NIVEL MEDIO (cms)	ANCHO SECCIÓN (m)	ÁREA SECCIÓN (m)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	VELOCIDAD MEDIA (m/s)	CAUDAL TOTAL (m3/s)	PERÍMETRO MOJADO (m)	RADIO HIDRÁULICO (m)	n Manning
53	17/11/1990	273	157.5	440.413	2.796	0.999	440.395	158.303	2.782	0.0467
54	01/02/1991	100	111	128.015	1.153	0.387	49.602	112.002	1.142	0.0666
55	21/03/1991	133	138	181.97	1.318	0.576	104.898	138.946	1.309	0.0490
56	05/05/1991	315	149.5	442	2.956	1.232	544.574	150.322	2.94	0.0393
57	07/06/1991	338	150.2	559.392	3.724	1.101	616.43	151.34	3.696	0.0512
58	04/07/1991	420	152.6	673.819	4.415	1.676	1129.845	154.987	4.347	0.0375
59	27/11/1991	254	148	335.57	2.267	0.974	327.055	148.855	2.254	0.0416
60	20/12/1991	172	144.6	245.969	1.701	0.642	158.111	144.951	1.696	0.0522
61	11/06/1992	322	180.7	518.643	2.87	1.044	541.928	182.248	2.845	0.0453
62	20/08/1992	284	175.7	381.907	2.173	0.91	347.57	175.99	2.17	0.0434
63	19/09/1992	265	142.6	278.495	1.952	0.916	255.284	142.97	1.947	0.0401
64	07/12/1992	264	175.78	352.59	2.005	0.942	332.218	176.505	1.997	0.0397
65	24/04/1993	409	186.55	601.715	3.225	1.562	939.969	186.931	3.218	0.0329
66	17/07/1993	394	180.74	602.659	3.334	1.382	833.445	181.762	3.315	0.0379
67	16/10/1993	295	171.5	378.83	2.208	0.945	358.088	172.594	2.194	0.0421
68	06/04/1994	350	174.32	452.165	2.593	1.209	546.998	175.079	2.582	0.0367
69	03/11/1994	298	183.64	480.147	2.614	0.877	421.223	184.206	2.606	0.0509
70	03/06/1995	317	183	531.09	2.902	0.91	483.355	184.208	2.883	0.0525
71	02/09/1995	251	192	356.37	1.856	0.892	317.906	192.436	1.851	0.0399
72	23/11/1995	262	185.7	389.02	2.094	0.844	328.516	186.083	2.09	0.0457
73	27/04/1996	225	185	278.36	1.504	0.512	142.721	185.772	1.498	0.0603
74	29/07/1996	314	193	540.655	2.801	0.901	487.328	193.451	2.794	0.0519
75	30/09/1996	277	180	397.76	2.209	1.016	404.253	180.631	2.202	0.0393
76	15/12/1996	324	145.5	485.825	3.339	0.977	475.004	147.004	3.304	0.0535
77	04/03/1997	175	152.3	202.531	1.329	0.678	137.341	152.859	1.324	0.0419
78	15/06/1997	437	159.3	807.97	5.072	1.355	1095.54	160.261	5.041	0.0512

ID	FECHA	NIVEL MEDIO (cms)	ANCHO SECCIÓN (m)	ÁREA SECCIÓN (m)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	VELOCIDAD MEDIA (m/s)	CAUDAL TOTAL (m3/s)	PERÍMETRO MOJADO (m)	RADIO HIDRÁULICO (m)	n Manning
79	08/10/1997	257	151.8	386.222	2.544	0.854	330.118	153.055	2.523	0.0512
80	23/03/1998	134	150	171.995	1.146	0.681	117.191	150.582	1.142	0.0378
81	12/06/1998	350	175	463.75	2.65	1.085	503.618	176.131	2.632	0.0414
82	18/07/1998	436	199.76	725.561	3.632	1.23	892.745	200.558	3.617	0.0452
83	18/11/1998	276	138	372.34	2.698	0.623	232.131	140.549	2.649	0.0725
84	13/03/1999	283	182	369.67	2.031	1.076	397.866	182.137	2.029	0.0351
85	24/06/1999	435	168	603.54	3.592	1.549	935.323	169.088	3.569	0.0356
86	10/04/2000	240	162	267.055	1.648	0.849	226.816	162.142	1.647	0.0387
87	03/12/2000	332	142	375.8	2.646	1.183	444.653	143.007	2.627	0.0379
88	24/03/2002	282	185	386.4	2.088	0.925	357.69	186.036	2.077	0.0415
89	21/02/2003	93	123	91.68	0.745	0.347	31.881	123.087	0.744	0.0558
90	19/11/2003	279	188	383.305	2.038	0.906	347.452	188.766	2.03	0.0417
91	15/03/2004	187	212	280.33	1.322	0.325	91.318	212.225	1.32	0.0873
92	19/08/2004	338	219	620.85	2.834	0.462	287.324	219.17	2.832	0.1022
93	25/02/2005	145	205	264.3	1.289	0.324	85.837	205.278	1.287	0.0861
94	16/08/2005	315	210	584.36	2.782	0.643	375.941	210.163	2.78	0.0725
95	16/03/2006	196	215	286.85	1.334	0.422	121.221	215.191	1.333	0.0677
96	21/09/2006	363	157	563.035	3.586	1.316	740.96	158.453	3.553	0.0417
97	28/02/2007	128	135.8	129.828	0.956	0.561	72.931	136.116	0.953	0.0407
98	19/04/2007	324	152.5	486.775	3.191	1.103	537.027	153.281	3.175	0.0462
99	24/06/2007	474	152	780.497	5.134	1.632	1273.91	153.779	5.075	0.0427
100	21/07/2007	309	146.6	559.56	3.816	0.982	549.602	148.3	3.773	0.0582
101	20/09/2007	296	213.4	546.775	2.562	0.958	524.354	214.025	2.554	0.0460
102	11/11/2007	275	144.2	438.181	3.038	0.919	403.114	145.296	3.015	0.0535
103	01/02/2008	115	96.6	101.421	1.049	0.638	64.765	97.085	1.044	0.0380
104	29/05/2008	363	148.8	605.15	4.066	1.285	777.849	150.115	4.031	0.0465

ID	FECHA	NIVEL MEDIO (cms)	ANCHO SECCIÓN (m)	ÁREA SECCIÓN (m)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	VELOCIDAD MEDIA (m/s)	CAUDAL TOTAL (m3/s)	PERÍMETRO MOJADO (m)	RADIO HIDRÁULICO (m)	n Manning
105	08/07/2008	340	149.6	519.116	3.47	1.041	540.574	150.621	3.446	0.0517
106	25/11/2008	317	206.3	614.469	2.978	0.831	510.864	206.582	2.974	0.0587
107	19/02/2009	126	137	228.87	1.67	0.409	93.682	138.136	1.656	0.0807
108	18/07/2009	370	140.2	642.826	4.585	1.171	753.328	142.925	4.497	0.0549
109	12/09/2009	255	144.3	385.501	2.671	0.803	309.763	145.658	2.646	0.0562
110	22/11/2009	210	132	284.79	2.157	0.893	254.465	133.686	2.13	0.0437
111	01/03/2010	159	139.5	222.202	1.592	0.774	171.995	140.5	1.581	0.0413
112	10/05/2010	320	148.5	519.873	3.5	1.088	565.966	150.041	3.464	0.0496
113	12/07/2010	316	139.1	491.136	3.53	1.021	501.659	140.451	3.496	0.0532
114	05/02/2011	104	144.4	202.4	1.401	0.427	86.549	144.839	1.397	0.0690
115	26/05/2011	399	143.8	696.629	4.844	1.342	935.182	146.039	4.77	0.0498
PROMEDIO										0.0509
Desviación Estándar										0.0159
n Manning adoptado										0.0472

ANEXO 1.4.

**TABLAS ESTIMACIÓN N DE MANNING
CON AFOROS DEL IDEAM ESTACIÓN
CANDILEJAS**

ID	FECHA	NIVEL MEDIO (cms)	ANCHO SECCIÓN (m)	ÁREA SECCIÓN (m)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	VELOCIDAD MEDIA (m/s)	CAUDAL TOTAL (m3/s)	PERÍMETRO MOJADO (m)	RADIO HIDRÁULICO (m)	n Manning
45	20/04/1990	400	176.42	716.857	4.063	1.206	865.143	178.122	4.024	0.0496
46	13/06/1990	463	182.1	1060.004	5.82	1.176	1247.61	184.914	5.732	0.0644
47	21/07/1990	432	186.6	956.512	5.126	1.173	1122.478	189.301	5.052	0.0593
48	07/09/1990	323	181	654.02	3.613	0.938	613.524	182.427	3.585	0.0590
49	15/10/1990	280	176.9	472.891	2.673	0.763	361.027	177.931	2.657	0.0594
50	18/11/1990	335	176.75	602.48	3.408	0.995	599.562	178.683	3.371	0.0534
51	05/02/1991	174	168	290.88	1.731	0.236	68.924	168.473	1.726	0.1441
52	23/03/1991	205	156.4	316.534	2.023	0.397	125.721	156.867	2.017	0.0950
53	04/05/1991	389	185	703.36	3.801	1.152	810.64	186.166	3.778	0.0498
54	06/06/1991	405	186.5	880.975	4.723	0.995	876.855	188.551	4.672	0.0664
55	03/07/1991	471	190	1018.235	5.359	1.294	1317.81	192.9	5.278	0.0554
56	26/11/1991	330	184	618.48	3.361	0.997	616.763	185.094	3.341	0.0530
57	19/12/1991	235	181.2	405.595	2.238	0.582	236.2	181.513	2.234	0.0694
58	12/06/1992	396	177.87	657.489	3.696	1.127	741.573	179.237	3.668	0.0499
59	21/08/1992	377	177.7	700.235	3.94	1.003	702.509	179.38	3.903	0.0584
60	20/09/1992	340	176.05	590.802	3.355	0.953	563.468	177.258	3.333	0.0553
61	29/10/1992	289	169.5	427.5	2.522	0.598	255.864	169.92	2.515	0.0731
62	27/11/1992	303	176	469.96	2.67	0.894	420.196	176.626	2.66	0.0508
63	25/04/1993	459	181.94	794.512	4.366	1.451	1153.041	182.734	4.347	0.0434
64	18/07/1993	507	183.94	932.67	5.07	1.405	1310.698	185.696	5.022	0.0493
65	22/10/1993	343	156	562.815	3.607	0.977	549.914	157.213	3.579	0.0566
66	09/04/1994	378	177	666.84	3.767	1.17	780.244	178.876	3.727	0.0486
67	05/09/1994	322	165.7	634.466	3.829	0.844	535.581	168.143	3.773	0.0679
68	10/11/1994	228	151	546.85	3.621	0.8	437.847	152.176	3.593	0.0693
69	10/06/1995	368	177	921.33	5.205	1.396	1286.6	178.408	5.164	0.0506
70	06/09/1995	187	165	607.26	3.68	0.794	482.414	166.739	3.641	0.0705

ID	FECHA	NIVEL MEDIO (cms)	ANCHO SECCIÓN (m)	ÁREA SECCIÓN (m)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	VELOCIDAD MEDIA (m/s)	CAUDAL TOTAL (m3/s)	PERÍMETRO MOJADO (m)	RADIO HIDRÁULICO (m)	n Manning
71	25/11/1995	191	160	628.56	3.928	0.685	430.757	161.355	3.895	0.0854
72	06/05/1996	400	181.33	721.454	3.978	1.308	943.964	182.315	3.957	0.0452
73	28/07/1996	375	162	782.54	4.83	1.017	796.057	163.695	4.78	0.0660
74	29/09/1996	329	165	624.42	3.784	0.772	482.596	165.906	3.763	0.0741
75	02/03/1997	219	142	374.63	2.638	0.58	217.465	142.481	2.629	0.0776
76	14/06/1997	568	178	1173.35	6.591	1.46	1714.25	180.647	6.495	0.0564
77	09/10/1997	349	159.5	630.055	3.95	0.947	597.223	161.293	3.906	0.0619
78	21/03/1998	131	161	446.255	2.771	0.613	273.661	161.919	2.756	0.0758
79	17/07/1998	504	181	1094.3	6.045	1.444	1580.724	183.773	5.954	0.0538
80	24/11/1998	326	154	549.23	3.566	1.013	556.868	155.279	3.537	0.0542
81	14/03/1999	296	161.6	498.67	3.085	1.252	624.447	161.954	3.079	0.0400
82	25/06/1999	467	208	1108.91	5.331	1.317	1461.511	210.097	5.278	0.0544
83	11/04/2000	250	173	393.69	2.275	0.904	355.957	173.437	2.269	0.0451
84	04/12/2000	254	151	566.815	3.753	0.993	563.012	152.076	3.727	0.0572
85	11/07/2008	871	178	2067.565	1.615	0.989	2046.748	185.729	11.132	0.1192
PROMEDIO										0.0631
Desviación Estándar										0.0197
n Manning adoptado										0.0589

ANEXO 1.5.

**TABLAS ESTIMACIÓN N DE MANNING
CON AFOROS DEL IDEAM ESTACIÓN
PTE. CHARTE**

ID	FECHA	NIVEL MEDIO (cms)	ANCHO SECCIÓN (m)	ÁREA SECCIÓN (m)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	VELOCIDAD MEDIA (m/s)	CAUDAL TOTAL (m3/s)	PERÍMETRO MOJADO (m)	RADIO HIDRÁULICO (m)	n Manning
1	01/03/1975	97	32	13.88	0.433	0.194	2.699	32.86	0.422	0.1104
2	02/03/1975	118	35.4	21.66	0.611	0.436	9.459	36.62	0.591	0.0615
3	05/04/1975	96	31.8	13.34	0.419	0.215	2.873	32.64	0.408	0.0974
4	07/05/1975	116	35	21.2	0.605	0.406	8.616	35.2	0.602	0.0669
5	23/05/1975	193	68.8	55.52	0.806	1.721	95.592	70.42	0.788	0.0189
6	24/05/1975	142	42.8	30.92	0.722	0.42	13.011	42.9	0.72	0.0728
7	03/06/1975	176	51.8	55.36	1.068	1.095	60.667	56.92	0.972	0.0341
8	23/06/1975	176	51.8	55.36	1.068	1.095	60.667	51.92	1.066	0.0363
9	17/07/1975	138	41.8	34.65	0.828	0.589	20.413	42.59	0.813	0.0563
10	05/08/1975	163	46.8	46.52	0.994	0.988	45.985	47.17	0.986	0.0382
11	03/09/1975	149	35.9	36.91	1.028	0.826	30.509	36.83	1.002	0.0462
12	20/10/1975	136	41.5	29.38	0.707	0.729	21.43	42.25	0.695	0.0410
13	16/11/1975	139	32.5	28.53	0.877	0.577	16.478	33.05	0.863	0.0598
14	03/02/1976	121	41.5	9.98	0.24	0.415	4.144	41.55	0.24	0.0354
15	16/02/1976	120	40.4	7.92	0.196	0.429	3.399	40.43	0.195	0.0298
16	22/03/1976	126	42.7	11.7	0.274	0.456	5.345	42.72	0.273	0.0351
17	31/03/1976	123	42.3	9.31	0.22	0.442	4.118	42.37	0.219	0.0313
18	05/05/1976	147	45	22.42	0.498	0.831	18.646	45.22	0.495	0.0287
19	30/05/1976	137	42	36.82	0.876	0.666	24.539	42.36	0.869	0.0521
20	19/06/1976	162	45.4	38.68	0.851	0.873	33.781	45.53	0.849	0.0391
21	18/07/1976	149	45.6	33.23	0.728	0.689	22.916	46.08	0.721	0.0444
22	16/09/1976	141	39.5	29.27	0.741	0.726	21.267	39.6	0.739	0.0429
23	01/10/1976	146	40.8	32.79	0.803	0.797	26.147	41.26	0.794	0.0410
24	23/10/1976	135	37.6	27.99	0.744	0.63	17.66	37.96	0.737	0.0493
25	07/11/1976	135	36.8	25.73	0.699	0.589	15.18	37.25	0.69	0.0505

ID	FECHA	NIVEL MEDIO (cms)	ANCHO SECCIÓN (m)	ÁREA SECCIÓN (m)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	VELOCIDAD MEDIA (m/s)	CAUDAL TOTAL (m3/s)	PERÍMETRO MOJADO (m)	RADIO HIDRÁULICO (m)	n Manning
26	19/11/1976	153	38.7	32.37	0.836	0.581	18.816	39.06	0.828	0.0578
27	27/01/1977	117	33.1	21.34	0.644	0.169	3.619	33.18	0.643	0.1679
28	21/03/1977	113	33.8	18.5	0.547	0.124	2.309	33.92	0.545	0.2049
29	05/06/1977	149	41	30.65	0.747	0.598	18.331	41.12	0.745	0.0523
30	06/06/1977	220	57.5	72.42	1.259	1.777	128.736	53.67	1.349	0.0262
31	27/08/1977	141	36.5	35.72	0.978	0.638	22.793	36.71	0.973	0.0586
32	02/11/1977	146	38.3	26.36	0.688	0.929	24.492	39.01	0.675	0.0315
33	26/11/1977	132	38.2	26.09	0.682	0.517	13.497	38.33	0.68	0.0570
34	01/02/1978	106	34.5	14.75	0.427	0.229	3.392	34.73	0.424	0.0938
35	20/03/1978	101	33.9	13.17	0.388	0.188	2.489	33.97	0.387	0.1076
36	15/04/1978	174	49.4	37.09	0.75	0.909	33.741	49.46	0.749	0.0345
37	09/12/1978	115	39.5	17.67	0.447	0.527	9.324	39.72	0.444	0.0421
38	07/02/1979	96	31.7	9.09	0.286	0.273	2.487	31.76	0.286	0.0605
39	15/05/1979	156	40.3	35.83	0.889	0.839	30.082	40.72	0.879	0.0416
40	31/07/1979	177	48.2	46.37	0.962	1.583	73.418	48.4	0.958	0.0234
41	01/08/1979	238	58	73.77	1.271	2.771	204.424	58.61	1.258	0.0160
42	28/09/1979	146	43.9	23.41	0.533	0.903	21.154	44.05	0.531	0.0277
43	29/09/1979	146	43.9	23.41	0.533	0.903	21.154	44.05	0.531	0.0277
44	15/11/1979	155	40.4	40.44	1	1.06	42.892	41.34	0.978	0.0354
45	05/03/1980	49	23.6	12.04	0.51	0.223	2.69	24.09	0.499	0.1074
46	08/04/1980	49	24.5	14.08	0.574	0.218	3.083	24.78	0.568	0.1198
47	04/06/1980	179	47.5	53.25	1.121	0.337	17.995	48.33	1.101	0.1205
48	27/07/1980	120	40.9	29.24	0.714	0.769	22.494	41.22	0.709	0.0394
49	02/10/1980	159	28.2	39.21	1.39	0.98	38.457	28.62	1.37	0.0479
50	07/11/1980	124	24	22.08	0.92	0.823	18.183	24.4	0.904	0.0433

ID	FECHA	NIVEL MEDIO (cms)	ANCHO SECCIÓN (m)	ÁREA SECCIÓN (m)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	VELOCIDAD MEDIA (m/s)	CAUDAL TOTAL (m3/s)	PERÍMETRO MOJADO (m)	RADIO HIDRÁULICO (m)	n Manning
51	08/12/1980	103	29.6	14.86	0.502	0.486	7.231	29.78	0.498	0.0492
52	05/03/1981	125	30.5	25.04	0.82	0.772	19.331	30.63	0.817	0.0431
53	28/03/1982	138	41.6	11.49	0.276	0.416	4.791	41.73	0.275	0.0387
54	19/02/1983	100	31.7	13.3	0.419	0.261	3.477	31.85	0.417	0.0814
55	27/04/1983	189	46.5	44.31	0.952	1.336	59.242	46.95	0.943	0.0274
56	20/06/1983	209	52.2	42.95	0.822	1.556	66.849	52.27	0.821	0.0215
57	03/08/1983	196	45.5	43.68	0.96	1.228	53.655	45.7	0.955	0.0301
58	16/09/1983	192	44.5	43.38	0.974	1.219	52.912	44.62	0.972	0.0307
59	30/10/1983	180	44.5	34.87	0.783	0.879	30.659	44.75	0.779	0.0367
60	31/10/1983	180	44.5	34.87	0.783	0.879	30.659	44.74	0.779	0.0367
61	04/02/1984	135	34	13.7	0.402	0.307	4.216	34.2	0.4	0.0673
62	10/04/1984	135	33.9	13.87	0.409	0.298	4.142	34.08	0.406	0.0701
63	31/07/1984	195	45.4	36.11	0.795	1.006	36.337	45.84	0.787	0.0323
64	03/08/1984	385	66.2	115.4	1.743	3	346.219	66.77	1.728	0.0183
65	04/10/1984	204	47	30.96	0.658	0.8	24.797	47.43	0.652	0.0358
66	12/02/1985	166	21.2	14.61	0.689	0.206	3.021	21.5	0.679	0.1428
67	04/05/1985	194	39.5	20.96	0.53	0.664	13.923	39.7	0.527	0.0374
68	20/07/1985	260	61.4	49.75	0.81	1.013	50.406	61.73	0.805	0.0325
69	01/10/1985	233	53.7	35.21	0.655	0.614	21.638	56.06	0.628	0.0455
70	24/11/1985	204	47.8	28.2	0.589	0.621	17.517	48.11	0.586	0.0429
71	24/02/1986	171	30.8	11.945	0.387	0.27	3.233	30.896	0.386	0.0748
72	04/08/1986	207	34.5	34.283	0.993	1.248	42.787	35.32	0.97	0.0299
73	24/09/1986	193	31.5	30.572	0.97	0.736	22.524	31.704	0.964	0.0505
74	14/11/1986	201	34.5	33.173	0.961	0.794	26.352	34.592	0.958	0.0466
75	16/02/1987	159	46	21.228	0.461	0.239	5.093	46.074	0.46	0.0949

ID	FECHA	NIVEL MEDIO (cms)	ANCHO SECCIÓN (m)	ÁREA SECCIÓN (m)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	VELOCIDAD MEDIA (m/s)	CAUDAL TOTAL (m3/s)	PERÍMETRO MOJADO (m)	RADIO HIDRÁULICO (m)	n Manning
76	30/04/1987	213	32.7	35.903	1.097	1.351	48.51	34.018	1.055	0.0292
77	01/09/1987	200	33.5	37.018	1.105	1.239	45.877	34.78	1.064	0.0320
78	08/10/1987	198	35.5	39.5	1.112	0.984	38.903	35.984	1.097	0.0412
79	18/11/1987	160	29	21.41	0.738	0.524	11.222	29.117	0.735	0.0592
80	25/04/1988	135	27.3	17.535	0.642	0.179	3.153	27.643	0.634	0.1570
81	27/05/1988	166	26.2	22.858	0.872	0.695	15.893	26.538	0.861	0.0496
82	24/07/1988	211	61.7	39.72	0.643	1.431	56.848	62.064	0.639	0.0197
83	19/09/1988	234	38.5	39.248	1.019	1.107	43.476	39.754	0.987	0.0341
84	23/10/1988	199	33.6	21.788	0.648	0.963	20.989	33.832	0.644	0.0295
85	28/11/1988	192	29	18.84	0.649	0.936	17.644	29.232	0.644	0.0303
86	25/02/1989	156	21.5	22.036	1.024	0.198	4.385	22.266	0.989	0.1909
87	13/04/1989	160	32	9.8	0.306	0.351	3.443	32.423	0.302	0.0488
88	03/07/1989	206	29.5	24.942	0.845	1.443	36	30.043	0.83	0.0233
89	29/08/1989	222	36.8	32.677	0.887	1.404	45.91	37.09	0.881	0.0249
90	11/11/1989	161	30	18.675	0.622	0.526	9.827	30.272	0.616	0.0524
91	16/12/1989	58	32	17.44	0.545	0.364	6.364	32.082	0.543	0.0696
92	16/12/1990	58	32	17.44	0.545	0.364	6.364	32.082	0.543	0.0696
93	08/06/1991	189	29	23.26	0.802	0.633	14.725	29.301	0.793	0.0515
94	13/07/1991	205	34	26.59	0.782	0.988	26.272	34.192	0.777	0.0326
95	08/11/1991	229	42.25	28.945	0.685	0.958	27.736	42.353	0.683	0.0308
96	11/06/1992	240	55	31.64	0.575	0.829	26.258	55.102	0.574	0.0317
97	18/09/1992	164	44.9	21.858	0.486	0.705	15.424	45.046	0.485	0.0333
98	03/12/1992	157	40	18.92	0.473	0.468	8.869	40.045	0.472	0.0493
99	30/05/1993	190	69.9	34.482	0.493	0.814	28.071	70.018	0.492	0.0292
100	04/09/1993	189	48.9	26.696	0.545	0.665	17.765	48.985	0.544	0.0382

ID	FECHA	NIVEL MEDIO (cms)	ANCHO SECCIÓN (m)	ÁREA SECCIÓN (m)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	VELOCIDAD MEDIA (m/s)	CAUDAL TOTAL (m3/s)	PERÍMETRO MOJADO (m)	RADIO HIDRÁULICO (m)	n Manning
101	20/11/1993	198	27.6	36.119	1.308	0.714	25.811	27.825	1.298	0.0635
102	21/05/1994	202	28.4	33.909	1.193	0.779	26.424	28.57	1.186	0.0548
103	26/08/1994	215	31.6	43.777	1.385	1.009	44.172	33.032	1.325	0.0455
104	12/11/1994	183	49.1	22.543	0.459	0.63	14.216	49.158	0.458	0.0359
105	12/04/1995	159	36.1	14.274	0.395	0.176	2.519	36.134	0.395	0.1165
106	21/05/1995	202	28.4	33.909	1.193	0.779	26.424	28.57	1.186	0.0548
107	31/07/1995	195	61	36.095	0.591	0.674	24.33	61.202	0.589	0.0397
108	22/04/1996	150	30	23.105	0.77	0.25	5.795	30.329	0.761	0.1270
109	29/09/1996	272	60	96.475	1.607	2.395	231.104	60.738	1.588	0.0216
110	07/03/1997	109	26.5	12.947	0.488	0.249	3.234	26.601	0.486	0.0945
111	20/09/1997	136	28	34.862	1.245	0.913	31.833	28.492	1.223	0.0477
112	22/11/1997	97	24.4	21.303	0.873	0.428	9.134	24.9	0.855	0.0801
113	09/02/1998	89	61.5	50.26	0.817	0.359	18.062	61.636	0.815	0.0925
114	01/04/1998	176	43	64.735	1.505	1.582	102.449	43.685	1.481	0.0313
115	07/05/1998	102	28.5	25.052	0.879	1.06	26.57	29.014	0.863	0.0326
116	21/08/1998	95	33.5	28.628	0.854	0.703	20.152	33.667	0.85	0.0486
117	01/11/1998	96	32.5	27.907	0.858	0.513	14.328	32.548	0.857	0.0670
118	18/03/1999	71	30	20.54	0.684	0.242	4.978	30.11	0.682	0.1219
119	12/05/1999	122	35.2	36.452	1.035	0.872	31.819	35.394	1.029	0.0445
120	24/07/1999	129	38.5	33.725	0.875	0.94	31.703	38.696	0.871	0.0369
121	24/09/1999	139	39.6	31.979	0.807	0.988	31.6	39.662	0.806	0.0334
122	02/06/2000	143	40.7	33.115	0.813	0.75	24.86	40.923	0.809	0.0441
123	20/05/2003	272	36.2	38.48	1.062	1.145	44.071	36.307	1.059	0.0346
124	25/03/2004	82	28.1	21.14	0.752	0.185	3.928	28.173	0.75	0.1699
125	09/04/2005	193	29.5	31.54	1.069	0.267	8.433	30.131	1.046	0.1470

ID	FECHA	NIVEL MEDIO (cms)	ANCHO SECCIÓN (m)	ÁREA SECCIÓN (m)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	VELOCIDAD MEDIA (m/s)	CAUDAL TOTAL (m3/s)	PERÍMETRO MOJADO (m)	RADIO HIDRÁULICO (m)	n Manning
126	16/06/2005	131	31.6	42.97	1.359	0.977	41.988	31.867	1.348	0.0476
127	30/10/2005	127	37.5	29.82	0.795	0.995	29.687	37.572	0.793	0.0328
128	25/02/2006	72	29.5	15.86	0.537	0.196	3.116	29.559	0.536	0.1282
129	16/11/2006	128	36.2	34.918	0.964	1.136	39.668	36.387	0.959	0.0326
130	20/03/2007	69	38	26.041	0.685	0.103	2.703	38.144	0.682	0.2864
131	15/06/2007	110	31.2	22.478	0.72	0.814	18.309	31.357	0.716	0.0374
132	09/08/2007	114	31.2	27.858	0.892	0.635	17.717	31.344	0.888	0.0554
133	25/11/2007	80	28.2	21.673	0.768	0.384	8.334	28.282	0.766	0.0830
134	07/03/2008	57	26.8	18.89	0.704	0.128	2.421	26.848	0.703	0.2352
135	23/05/2008	94	38.5	25.8	0.67	1.003	25.893	38.778	0.665	0.0289
136	22/08/2008	104	35.3	35.601	1.008	0.542	19.318	35.484	1.003	0.0704
137	30/10/2008	81	30.9	27.28	0.882	0.489	13.345	31.693	0.86	0.0704
138	16/02/2009	51	27.3	19.736	0.722	0.147	2.912	27.614	0.714	0.2069
139	31/05/2009	81	31.2	29.702	0.951	0.371	11.044	31.426	0.945	0.0988
140	25/07/2009	87	31.7	25.407	0.801	0.45	11.441	32.635	0.778	0.0716
141	22/10/2009	88	31.8	29.98	0.942	0.435	13.069	32.287	0.928	0.0833
142	04/03/2010	59	27.2	19.533	0.718	0.112	2.203	27.332	0.714	0.2716
143	29/04/2010	95	33.2	40.487	1.219	0.355	14.389	34.996	1.156	0.1181
144	27/07/2010	137	38.2	54.821	1.435	0.823	45.161	39.351	1.393	0.0577
145	22/09/2010	89	30.2	49.905	1.652	0.32	16.002	30.554	1.633	0.1650
146	30/10/2010	88	30.2	34.985	1.158	0.465	16.28	30.706	1.139	0.0893
147	03/04/2011	46	28.2	26.652	0.945	0.062	1.675	28.342	0.94	0.5894
148	03/06/2011	140	39.2	64.63	1.648	0.874	56.523	39.689	1.628	0.0603
149	20/08/2011	102	34.7	49.224	1.418	0.455	22.432	36.199	1.359	0.1027
150	09/10/2011	123	34.7	54.968	1.584	0.889	48.904	35.247	1.559	0.0576

ID	FECHA	NIVEL MEDIO (cms)	ANCHO SECCIÓN (m)	ÁREA SECCIÓN (m)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	VELOCIDAD MEDIA (m/s)	CAUDAL TOTAL (m3/s)	PERÍMETRO MOJADO (m)	RADIO HIDRÁULICO (m)	n Manning
151	09/08/2012	103	30.2	51.335	1.699	0.509	26.153	30.389	1.689	0.1061
152	21/11/2012	73	28.7	50.668	1.765	0.247	12.524	29.082	1.742	0.2232
153	01/07/2013	150	36.2	72.148	1.993	1.128	81.413	36.583	1.972	0.0531
154	14/09/2013	86	28.7	40.912	1.425	0.444	18.205	28.896	1.415	0.1081
155	25/11/2013	71	28.2	43.75	1.551	0.266	11.676	28.44	1.538	0.1907
156	20/05/2014	115	30.7	47.103	1.534	0.885	41.71	30.865	1.526	0.0570
157	14/07/2014	137	34.7	61.788	1.78	1.14	70.484	34.926	1.769	0.0489
158	13/09/2014	80	28.2	47.33	1.678	0.342	16.201	28.469	1.662	0.1562
159	14/10/2014	139	35.8	73.369	2.049	0.925	67.869	36.336	2.019	0.0658
PROMEDIO										0.0699
Desviación Estándar										0.0651
n Manning adoptado										0.0532

ANEXO 2.

**TABLAS DE CALIBRACIÓN CON HEC-
RAS DE N DE MANNING**

ANEXO 2.1.

TABLAS DE CALIBRACIÓN CON HECHERAS DE N DE MANNING ESTACIÓN PTE. ABADÍA

ID	FECHA	NIVEL MEDIO (cms)	ANCHO SECCIÓN (m)	ÁREA SECCIÓN (m)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	VELOCIDAD MEDIA (m/s)	CAUDAL TOTAL (m3/s)	PERÍMETRO MOJADO (m)	RADIO HIDRÁULICO (m)	N MANING CALIBRACIÓN
1	02/02/1990	301	32.00	25.23	0.79	0.53	13.46	32.22	0.78	0.210
2	16/03/1990	406	58.00	50.68	0.87	1.69	85.84	58.55	0.87	0.098
3	17/08/1990	375	57.00	58.20	1.02	0.96	56.06	58.09	1.00	0.059
4	27/09/1990	357	58.90	43.71	0.74	0.88	38.56	59.65	0.73	0.122
5	05/10/1990	359	59.00	47.51	0.81	1.06	50.52	59.83	0.79	0.108
6	19/10/1990	354	39.40	20.81	0.53	1.51	31.44	39.55	0.53	0.084
7	27/12/1990	349	35.50	19.50	0.55	0.85	16.51	35.62	0.55	0.115
8	16/01/1991	340	36.00	18.94	0.53	0.79	15.04	36.07	0.53	0.118
9	21/02/1991	322	34.00	13.48	0.40	0.74	10.03	34.10	0.40	0.107
10	27/03/1991	328	27.00	17.07	0.63	0.54	9.21	27.05	0.63	0.160
11	12/03/1993	392	26.00	31.20	1.20	2.18	67.89	26.58	1.17	0.059
12	29/06/1993	473	62.00	48.27	0.78	2.32	111.95	62.63	0.77	0.060
13	19/04/1994	460	62.00	32.06	0.52	1.33	42.55	62.19	0.52	0.094
14	09/05/1994	514	62.20	52.83	0.85	1.95	102.85	62.24	0.85	0.055
15	15/07/1994	639	64.00	95.64	1.49	3.37	322.63	64.41	1.48	0.039
16	19/10/1994	450	45.50	35.41	0.78	1.49	52.83	45.81	0.77	0.094
17	15/02/1995	415	28.00	15.80	0.56	0.71	11.19	28.17	0.56	0.188
18	27/03/1996	450	51.00	21.08	0.41	1.19	25.13	51.11	0.41	0.164
19	03/03/1997	397	27.50	13.32	0.48	1.00	13.37	27.60	0.48	0.180
20	14/08/1997	203	48.50	60.22	1.24	2.56	154.03	48.73	1.24	0.050
21	15/08/1997	203	48.50	60.26	1.24	2.55	153.89	48.73	1.24	0.052
22	05/03/1998	95	54.90	22.34	0.41	1.01	22.54	55.02	0.41	0.168
23	20/03/1998	132	21.40	8.45	0.39	1.14	9.67	21.48	0.39	0.181
24	27/05/1998	204	47.50	46.12	0.97	2.09	96.39	47.59	0.97	0.051
25	08/09/1998	178	46.00	32.58	0.71	1.35	43.96	46.05	0.71	0.091

ID	FECHA	NIVEL MEDIO (cms)	ANCHO SECCIÓN (m)	ÁREA SECCIÓN (m)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	VELOCIDAD MEDIA (m/s)	CAUDAL TOTAL (m3/s)	PERÍMETRO MOJADO (m)	RADIO HIDRÁULICO (m)	N MANING CALIBRACIÓN
26	25/02/1999	194	38.30	26.36	0.69	1.52	40.02	38.41	0.69	0.088
27	22/05/1999	262	49.00	40.14	0.82	2.02	80.87	49.13	0.82	0.062
28	27/08/1999	217	50.40	37.36	0.74	1.54	57.42	50.52	0.74	0.081
29	28/03/2000	238	51.20	54.33	1.06	2.29	124.62	51.58	1.05	0.084
30	13/06/2000	237	50.20	46.17	0.92	1.75	80.77	50.29	0.92	0.062
31	25/07/2000	225	49.30	38.60	0.78	1.57	60.72	49.49	0.78	0.058
32	17/08/2000	226	50.00	50.83	1.02	1.71	86.66	50.15	1.01	0.061
33	18/10/2000	218	50.00	32.59	0.65	1.50	48.73	50.11	0.65	0.084
34	22/01/2001	140	40.00	16.78	0.42	1.03	17.29	40.10	0.42	0.174
35	06/02/2001	162	32.60	14.70	0.45	0.83	12.14	32.65	0.45	0.176
36	02/04/2001	155	40.50	16.08	0.40	1.16	18.67	40.55	0.40	0.172
37	09/05/2001	239	51.50	33.57	0.65	1.47	49.50	51.63	0.65	0.085
38	14/02/2002	108	22.50	11.80	0.52	1.10	12.93	22.73	0.52	0.171
39	05/03/2002	112	19.30	8.85	0.46	0.84	7.44	19.47	0.45	0.190
40	18/06/2002	267	49.00	55.20	1.13	1.92	106.22	49.15	1.12	0.088
41	19/07/2002	263	50.70	54.82	1.08	1.78	97.68	50.80	1.08	0.088
42	13/09/2002	158	40.00	31.66	0.79	0.81	25.75	40.36	0.78	0.162
43	26/04/2003	156	38.50	31.83	0.83	0.83	26.29	38.90	0.82	0.166
44	27/04/2003	156	38.50	31.83	0.83	0.83	26.29	38.90	0.82	0.166
45	15/08/2003	239	66.00	64.53	0.98	1.54	99.26	66.09	0.98	0.093
46	30/09/2003	191	53.00	35.34	0.67	1.10	38.83	53.10	0.67	0.090
47	01/12/2003	201	53.50	36.07	0.67	1.18	42.70	53.59	0.67	0.088
48	20/02/2004	157	43.00	14.95	0.35	0.64	9.56	43.09	0.35	0.182
49	28/04/2004	229	53.70	47.17	0.88	1.64	77.31	53.88	0.88	0.059
50	03/10/2004	90	27.00	26.26	0.97	1.66	43.58	27.11	0.97	0.084

ID	FECHA	NIVEL MEDIO (cms)	ANCHO SECCIÓN (m)	ÁREA SECCIÓN (m)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	VELOCIDAD MEDIA (m/s)	CAUDAL TOTAL (m3/s)	PERÍMETRO MOJADO (m)	RADIO HIDRÁULICO (m)	N MANING CALIBRACIÓN
51	09/12/2004	95	28.50	28.71	1.01	1.66	47.77	28.60	1.00	0.083
52	18/05/2005	135	34.00	39.35	1.16	2.06	81.08	34.32	1.15	0.095
53	08/07/2005	102	37.80	43.88	1.16	1.65	72.52	38.23	1.15	0.090
54	29/09/2005	187	21.50	33.48	1.56	2.40	80.51	21.68	1.54	0.091
55	05/12/2005	167	29.00	20.15	0.69	1.50	30.28	29.12	0.69	0.112
56	26/01/2006	151	21.80	13.29	0.61	1.13	15.04	21.96	0.61	0.173
57	25/08/2006	152	46.50	39.17	0.84	1.75	68.66	46.84	0.84	0.063
58	13/10/2006	193	56.60	32.81	0.58	1.36	44.75	56.89	0.58	0.084
59	30/10/2006	193	45.00	27.42	0.61	1.45	39.89	45.45	0.60	0.085
60	26/01/2007	121	24.00	12.09	0.50	1.03	12.46	24.13	0.50	0.169
61	15/05/2007	198	59.00	37.11	0.63	1.55	57.41	59.32	0.63	0.059
62	11/08/2007	164	72.00	50.69	0.70	1.97	99.99	72.26	0.70	0.059
63	16/10/2007	184	66.50	37.46	0.56	1.66	62.04	66.86	0.56	0.065
64	17/11/2007	158	82.00	88.50	1.08	2.66	235.24	82.50	1.07	0.031
65	21/02/2008	140	36.80	16.84	0.46	0.99	16.62	36.89	0.46	0.165
66	21/09/2008	69	26.40	34.41	1.30	1.63	56.12	26.84	1.28	0.068
67	23/04/2009	340	31.00	28.01	0.90	2.39	67.00	31.31	0.89	0.061
68	15/06/2009	106	31.60	39.17	1.24	2.56	100.15	31.85	1.23	0.057
69	23/09/2009	179	37.00	32.15	0.87	1.45	46.48	37.34	0.86	0.084
70	15/10/2009	135	42.00	39.86	0.95	1.54	61.29	42.41	0.94	0.060
71	28/01/2010	130	32.00	13.95	0.44	0.74	10.33	32.11	0.43	0.171
72	16/03/2010	143	28.50	16.02	0.56	1.08	17.29	28.59	0.56	0.164
73	11/05/2010	217	45.00	40.33	0.90	1.74	70.32	45.42	0.89	0.060
74	08/07/2010	199	39.00	37.98	0.97	1.87	70.89	39.43	0.96	0.062
75	09/09/2010	181	42.00	34.10	0.81	1.38	47.11	42.23	0.81	0.074

ID	FECHA	NIVEL MEDIO (cms)	ANCHO SECCIÓN (m)	ÁREA SECCIÓN (m)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	VELOCIDAD MEDIA (m/s)	CAUDAL TOTAL (m3/s)	PERÍMETRO MOJADO (m)	RADIO HIDRÁULICO (m)	N MANING CALIBRACIÓN
76	19/08/2011	115	26.00	29.08	1.12	2.17	63.09	27.76	1.05	0.060
77	19/10/2011	140	20.50	19.30	0.94	1.66	31.96	21.00	0.92	0.094
78	24/02/2015	No medido	24.50	22.26	1.31	0.64	14.15	No medido	No medido	0.167
79	24/02/2015	No medido	23.00	18.83	1.04	0.68	12.86	No medido	No medido	0.159
80	24/02/2015	No medido	33.50	16.78	1.44	1.07	18.00	No medido	No medido	0.121

ANEXO 2.2.

TABLAS DE CALIBRACIÓN CON HEC- RAS DE N DE MANNING ESTACIÓN ALTO COROZAL

ID	FECHA	NIVEL MEDIO (cms)	ANCHO SECCIÓN (m)	ÁREA SECCIÓN (m)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	VELOCIDAD MEDIA (m/s)	CAUDAL TOTAL (m3/s)	PERÍMETRO MOJADO (m)	RADIO HIDRÁULICO (m)	N MANING CALIBRACIÓN
1	25/02/2015	No medido	38.00	12.90	1.31	0.90	11.58	No medido	No medido	0.054
2	26/02/2015	No medido	25.50	13.73	0.86	0.88	12.13	No medido	No medido	0.074
3	26/02/2015	No medido	38.50	20.61	0.78	0.88	18.16	No medido	No medido	0.034
Promedio										0.054

ANEXO 2.3.

TABLAS DE CALIBRACIÓN CON HEC- RAS DE N DE MANNING ESTACIÓN PTO. ANGOSTURAS

ID	FECHA	NIVEL MEDIO (cms)	ANCHO SECCIÓN (m)	ÁREA SECCIÓN (m)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	VELOCIDAD MEDIA (m/s)	CAUDAL TOTAL (m3/s)	PERÍMETRO MOJADO (m)	RADIO HIDRÁULICO (m)	N MANING CALIBRACIÓN
1	13/03/1992	468	37	115.077	3.11	2.388	274.864	39.835	2.888	0.170
2	07/04/1992	330	35	52.765	1.507	0.929	49.047	35.829	1.472	0.540
3	27/08/1992	362	35	57.68	1.648	1.668	96.22	35.474	1.625	0.290
4	03/10/1992	342	35	50.545	1.444	1.183	59.845	35.769	1.413	0.460
5	08/12/1992	352	35	55.87	1.596	1.335	74.633	36.134	1.546	0.370
6	24/02/1993	300	33.9	37.69	1.111	0.959	36.182	34.721	1.085	0.640
7	25/03/1993	387	34	51.085	1.502	2.368	121.017	34.29	1.489	0.230
8	25/10/1993	323	39.5	46	1.164	1.592	73.253	39.877	1.153	0.350
9	20/12/1993	312	34.15	33.713	0.987	1.578	53.213	34.539	0.976	0.320
10	02/04/1994	439	49	104.655	2.135	3.366	352.309	49.765	2.102	0.140
11	20/06/1994	345	44	51.425	1.168	1.753	90.159	44.432	1.157	0.310
12	03/11/1994	321	41.3	53.861	1.304	1.721	92.717	41.838	1.287	0.290
13	12/04/1995	316	42.2	49.409	1.17	1.541	76.181	42.712	1.156	0.350
14	11/06/1995	334	42	70.56	1.68	2.029	143.193	42.977	1.641	0.240
15	27/09/1995	268	40	42.58	1.064	1.235	52.625	40.379	1.054	0.410
16	02/05/1996	317	42	59.61	1.419	2.202	131.285	42.542	1.401	0.240
17	25/05/1996	324	42.5	53.892	1.268	1.931	104.095	43.037	1.252	0.270
18	23/06/1996	368	48.1	79.177	1.646	2.395	189.696	48.824	1.621	0.210
19	27/07/1996	328	44	63.025	1.432	1.803	113.65	44.702	1.409	0.250
20	25/08/1996	284	51.5	52.548	1.02	2.334	122.651	52.295	1.004	0.180
21	25/09/1996	259	47.7	41.876	0.877	1.471	61.621	47.995	0.872	0.380
22	26/10/1996	269	46.2	41.034	0.888	1.759	72.188	46.664	0.879	0.480
23	22/11/1996	268	49	37.875	0.772	1.497	56.723	49.319	0.767	0.420
24	10/12/1996	303	50.2	50.784	1.011	2.068	105.061	50.529	1.005	0.250
25	26/01/1997	240	44	30.705	0.697	1.214	37.296	44.318	0.692	0.610

ID	FECHA	NIVEL MEDIO (cms)	ANCHO SECCIÓN (m)	ÁREA SECCIÓN (m)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	VELOCIDAD MEDIA (m/s)	CAUDAL TOTAL (m3/s)	PERÍMETRO MOJADO (m)	RADIO HIDRÁULICO (m)	N MANING CALIBRACIÓN
26	23/02/1997	322	51	57.72	1.131	1.884	108.751	51.419	1.122	0.270
27	20/03/1997	298	51	59.86	1.173	1.903	113.947	51.401	1.164	0.270
28	24/06/1997	360	51	84.465	1.656	2.599	219.604	52.016	1.623	0.170
29	25/07/1997	300	64	90.08	1.407	2.413	217.43	64.314	1.4	0.180
30	20/08/1997	366	62	79.85	1.287	2.127	169.92	62.331	1.281	0.220
31	28/09/1997	340	61	65.345	1.071	1.563	102.174	61.206	1.067	0.260
32	20/10/1997	295	57.5	45.145	0.785	1.217	54.944	57.697	0.782	0.400
33	27/11/1997	261	54	35.46	0.656	1.047	37.152	54.185	0.654	0.480
34	04/12/1997	265	54.6	43.746	0.801	1.089	47.675	54.675	0.8	0.450
35	16/12/1997	281	58	38.055	0.656	0.827	31.494	58.25	0.653	0.490
36	30/03/1998	165	52	42.935	0.825	1.101	47.296	52.29	0.821	0.450
37	12/02/1999	341	60	74.817	1.246	1.812	135.629	60.419	1.238	0.200
38	28/05/1999	320	58	75.11	1.295	1.619	121.65	58.531	1.283	0.220
39	23/08/1999	258	56.5	51.815	0.917	1.326	68.737	56.761	0.912	0.370
40	29/11/1999	259	45.5	38.645	0.849	1.09	42.143	45.842	0.843	0.440
41	10/07/2000	300	56	63.94	1.141	1.38	88.249	56.48	1.132	0.250
42	13/09/2000	262	52	49.395	0.949	1.212	59.886	52.368	0.943	0.410
43	10/04/2001	269	53.5	53.075	0.992	1.249	66.304	53.852	0.985	0.410
44	16/08/2001	297	56	76.29	1.362	1.798	137.21	56.406	1.352	0.190
45	16/10/2002	212	43.3	43.287	0.999	0.819	35.472	43.791	0.988	0.460
46	28/04/2003	240	51	58.295	1.143	1.483	86.497	51.482	1.132	0.260
47	23/07/2003	250	53	65.087	1.228	1.5	97.695	53.474	1.217	0.240
48	19/08/2003	245	52	57.97	1.114	1.36	78.843	52.275	1.108	0.260
49	24/09/2003	261	54	56.34	1.043	1.468	82.721	54.312	1.037	0.250
50	28/11/2003	269	54.3	66.808	1.23	1.653	110.49	54.801	1.219	0.210

ID	FECHA	NIVEL MEDIO (cms)	ANCHO SECCIÓN (m)	ÁREA SECCIÓN (m)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	VELOCIDAD MEDIA (m/s)	CAUDAL TOTAL (m3/s)	PERÍMETRO MOJADO (m)	RADIO HIDRÁULICO (m)	N MANING CALIBRACIÓN
51	29/01/2004	210	41.5	32.162	0.774	0.796	25.63	41.708	0.771	0.520
52	01/10/2004	300	58	77.995	1.344	2.158	168.315	58.371	1.336	0.180
53	10/12/2004	232	43.3	45.47	1.05	1.329	60.463	43.695	1.04	0.410
54	12/07/2005	228	46	51.805	1.126	1.376	71.299	46.727	1.108	0.400
55	27/07/2005	250	49	61.8	1.261	1.447	89.435	49.586	1.246	0.290
56	17/09/2005	258	50.1	66.803	1.333	1.494	99.818	51.316	1.301	0.240
57	27/11/2005	244	48.6	60.78	1.25	1.437	87.354	49.144	1.236	0.300
58	30/01/2006	289	51	70.595	1.384	1.929	136.181	51.401	1.373	0.190
59	01/05/2006	241	50	68.26	1.365	1.255	85.672	50.422	1.353	0.290
60	30/08/2006	246	46	59.76	1.299	1.39	83.098	46.44	1.286	0.290
61	15/11/2006	309	55	97.23	1.767	2.303	223.998	55.58	1.749	0.180
62	02/03/2007	166	45.2	32.396	0.716	0.715	23.178	45.458	0.712	0.530
63	15/04/2007	222	48.5	63.013	1.299	1.347	84.884	49.035	1.285	0.290
64	21/06/2007	245	49	74.665	1.523	1.618	120.872	49.523	1.507	0.210
65	28/09/2007	203	47	54.82	1.166	1.201	65.843	47.453	1.155	0.390
66	17/10/2007	209	45.5	57.55	1.264	1.291	74.342	46.017	1.25	0.280
67	25/02/2008	186	43	47.91	1.114	0.906	43.423	43.834	1.092	0.460
68	24/05/2008	233	50.8	68.803	1.354	1.629	112.128	51.39	1.338	0.230
69	29/08/2008	195	44.5	49.325	1.108	1.266	62.45	44.877	1.099	0.380
70	28/11/2008	198	45	50.57	1.123	1.489	75.308	45.477	1.111	0.280
71	04/06/2009	210	47.5	52.443	1.104	1.593	83.554	48.068	1.091	0.310
72	16/09/2009	170	46	40.325	0.876	1.597	64.406	46.401	0.869	0.380
73	01/12/2009	168	47	34.3	0.729	1.499	51.417	47.372	0.724	0.410
74	12/03/2010	168	43.3	34.634	0.799	1.69	58.556	43.614	0.794	0.420
75	05/05/2010	211	53	61.195	1.154	2.018	123.512	53.855	1.136	0.250

ID	FECHA	NIVEL MEDIO (cms)	ANCHO SECCIÓN (m)	ÁREA SECCIÓN (m)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	VELOCIDAD MEDIA (m/s)	CAUDAL TOTAL (m3/s)	PERÍMETRO MOJADO (m)	RADIO HIDRÁULICO (m)	N MANING CALIBRACIÓN
76	20/07/2010	205	46	51.66	1.123	2.312	119.486	46.666	1.107	0.220
77	15/10/2010	164	41.5	34.525	0.831	1.471	50.805	41.848	0.825	0.410
78	17/04/2011	273	63.5	95.668	1.506	2.848	272.493	64.236	1.489	0.150
79	21/06/2011	202	44.7	67.83	1.517	1.847	125.331	45.38	1.494	0.210
80	21/07/2011	218	43.7	63.043	1.442	2.132	134.448	45.352	1.39	0.200
81	20/08/2011	211	43	61	1.418	2.025	123.552	44.469	1.371	0.190
82	08/06/2012	217	44	58.93	1.339	2.029	119.625	44.676	1.319	0.180
83	18/10/2012	214	42.6	65.96	1.548	2.405	158.675	43.363	1.521	0.220
84	08/08/2013	207	43.5	63.7	1.464	1.836	117.01	44.023	1.446	0.190
85	24/10/2013	196	44	65.96	1.499	1.843	121.629	44.828	1.471	0.200
86	25/06/2014	259	48	105.325	2.194	2.846	299.84	49.041	2.147	0.160

ANEXO 2.4.

TABLAS DE CALIBRACIÓN CON HEC- RAS DE N DE MANNING ESTACIÓN PTO. RICO

ID	FECHA	NIVEL MEDIO (cms)	ANCHO SECCIÓN (m)	ÁREA SECCIÓN (m)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	VELOCIDAD MEDIA (m/s)	CAUDAL TOTAL (m3/s)	PERÍMETRO MOJADO (m)	RADIO HIDRÁULICO (m)	N MANING CALIBRACIÓN
1	14/06/1979	307	160	439.25	2.745	1.124	494.093	160.68	2.733	0.041
2	22/08/1979	348	170	584	3.435	1.052	614.753	170.25	3.43	0.025
3	27/09/1979	309	143.4	377.85	2.634	1.091	412.6	144.67	2.611	0.039
4	21/12/1979	260	146	378.33	2.591	0.823	311.426	147.38	2.567	0.042
5	28/01/1980	171	139.15	254.77	1.83	0.668	170.279	140.1	1.818	0.048
6	30/01/1980	164	138.65	227.25	1.639	0.211	48.168	139.21	1.632	0.056
7	31/05/1980	318	147	464.8	3.161	1.369	636.504	147.86	3.143	0.024
8	01/06/1980	314	147	478.89	3.257	1.721	824.53	148.86	3.217	0.019
9	22/09/1980	348	154.7	525.32	3.395	1.097	576.698	155.99	3.367	0.020
10	26/11/1980	276	154	387.5	2.516	0.902	349.841	155.03	2.499	0.038
11	27/11/1980	286	154	388.62	2.523	0.945	367.247	154.92	2.508	0.036
12	04/03/1981	279	152.5	353.74	2.319	0.987	349.259	153.38	2.306	0.035
13	15/02/1982	233	146.8	247.23	1.684	0.878	217.078	151.46	1.632	0.041
14	14/08/1982	290	148	447.74	3.025	0.455	204.077	149.58	2.993	0.040
15	04/12/1982	261	153.95	416.54	2.705	0.799	333.231	155.28	2.682	0.034
16	25/03/1983	268	151.3	353.41	2.335	0.988	349.367	152.43	2.318	0.032
17	30/06/1983	345	147.4	490.99	3.331	1.187	583.083	148.9	3.297	0.028
18	17/09/1983	297	154.7	467.28	3.02	0.993	464.4	156.7	2.982	0.030
19	16/03/1984	187	150.6	286.98	1.905	0.525	150.753	151.92	1.889	0.045
20	14/05/1984	260	142.9	326.74	2.286	0.862	281.655	144.08	2.267	0.041
21	28/09/1984	288	141	372.48	2.641	1.062	395.641	142.77	2.608	0.031
22	12/11/1984	274	155	399.92	2.58	0.878	351.4	155.96	2.564	0.029
23	22/07/1985	338	154.5	506.26	3.276	1.094	554.169	155.72	3.251	0.022
24	19/09/1985	311	146.6	438.648	2.992	0.799	350.759	148.864	2.946	0.028
25	21/12/1985	175	144	210.51	1.461	0.58	122.262	144.336	1.458	0.041

ID	FECHA	NIVEL MEDIO (cms)	ANCHO SECCIÓN (m)	ÁREA SECCIÓN (m)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	VELOCIDAD MEDIA (m/s)	CAUDAL TOTAL (m3/s)	PERÍMETRO MOJADO (m)	RADIO HIDRÁULICO (m)	N MANING CALIBRACIÓN
26	11/02/1986	124	145.2	135.419	0.932	0.358	48.571	146.049	0.927	0.063
27	08/05/1986	298	135	353.43	2.618	1.032	364.936	135.886	2.6	0.027
28	08/08/1986	370	142	595.06	4.19	1.209	719.866	145.036	4.102	0.020
29	13/11/1986	337	144	536.355	3.724	1.213	651.068	145.372	3.689	0.021
30	10/12/1986	284	144	446.76	3.102	0.956	427.479	145.307	3.074	0.027
31	10/04/1987	254	152	377.48	2.483	0.986	372.452	153.274	2.462	0.030
32	09/06/1987	302	151.3	443.033	2.928	1.11	492.007	152.686	2.901	0.032
33	25/07/1987	335	153.2	569.92	3.72	1.038	591.786	154.64	3.685	0.023
34	23/09/1987	263	165	493.5	2.99	0.825	407.293	166.45	2.964	0.026
35	28/11/1987	225	158.22	334.233	2.112	0.792	264.879	158.823	2.104	0.041
36	11/12/1987	250	159.03	390.669	2.456	0.888	347.26	159.75	2.445	0.030
37	27/07/1988	396	156	648.585	4.157	1.471	954.381	157.732	4.111	0.016
38	01/10/1988	253	156.69	382.415	2.44	0.964	368.898	157.345	2.43	0.028
39	23/10/1988	292	163.92	500.918	3.055	1.14	571.358	164.995	3.035	0.024
40	23/02/1989	203	146.4	265.738	1.815	0.876	232.947	147.224	1.804	0.037
41	14/04/1989	204	151	294.165	1.948	0.661	194.615	152.175	1.933	0.040
42	31/05/1989	352	153.9	551.406	3.582	1.161	640.349	155.163	3.553	0.025
43	23/07/1989	332	148.5	525.532	3.538	1.192	626.752	149.71	3.51	0.024
44	01/09/1989	342	147.3	589.671	4.003	1.055	622.221	148.023	3.983	0.023
45	04/11/1989	270	150.2	389.919	2.595	0.836	325.985	151.153	2.579	0.027
46	16/12/1989	165	145.6	220.258	1.512	0.597	131.607	146.686	1.501	0.039
47	01/03/1990	133	104.79	149.421	1.425	0.55	82.286	105.602	1.414	0.045
48	19/04/1990	316	158	539.455	3.414	1.123	606.085	159.018	3.392	0.022
49	26/06/1990	336	158	633.23	4.007	1.013	642.041	160.764	3.938	0.021
50	20/07/1990	377	164	734.145	4.476	1.214	891.722	165.359	4.439	0.019

ID	FECHA	NIVEL MEDIO (cms)	ANCHO SECCIÓN (m)	ÁREA SECCIÓN (m)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	VELOCIDAD MEDIA (m/s)	CAUDAL TOTAL (m3/s)	PERÍMETRO MOJADO (m)	RADIO HIDRÁULICO (m)	N MANING CALIBRACIÓN
51	08/09/1990	265	147.62	405.312	2.745	0.956	387.777	148.247	2.734	0.025
52	16/10/1990	242	154.27	399.407	2.589	0.915	365.527	154.801	2.58	0.024
53	17/11/1990	273	157.5	440.413	2.796	0.999	440.395	158.303	2.782	0.020
54	01/02/1991	100	111	128.015	1.153	0.387	49.602	112.002	1.142	0.048
55	21/03/1991	133	138	181.97	1.318	0.576	104.898	138.946	1.309	0.046
56	05/05/1991	315	149.5	442	2.956	1.232	544.574	150.322	2.94	0.027
57	07/06/1991	338	150.2	559.392	3.724	1.101	616.43	151.34	3.696	0.024
58	04/07/1991	420	152.6	673.819	4.415	1.676	1129.845	154.987	4.347	0.015
59	27/11/1991	254	148	335.57	2.267	0.974	327.055	148.855	2.254	0.024
60	20/12/1991	172	144.6	245.969	1.701	0.642	158.111	144.951	1.696	0.037
61	11/06/1992	322	180.7	518.643	2.87	1.044	541.928	182.248	2.845	0.028
62	20/08/1992	284	175.7	381.907	2.173	0.91	347.57	175.99	2.17	0.022
63	19/09/1992	265	142.6	278.495	1.952	0.916	255.284	142.97	1.947	0.035
64	07/12/1992	264	175.78	352.59	2.005	0.942	332.218	176.505	1.997	0.026
65	24/04/1993	409	186.55	601.715	3.225	1.562	939.969	186.931	3.218	0.018
66	17/07/1993	394	180.74	602.659	3.334	1.382	833.445	181.762	3.315	0.019
67	16/10/1993	295	171.5	378.83	2.208	0.945	358.088	172.594	2.194	0.027
68	06/04/1994	350	174.32	452.165	2.593	1.209	546.998	175.079	2.582	0.031
69	03/11/1994	298	183.64	480.147	2.614	0.877	421.223	184.206	2.606	0.029
70	03/06/1995	317	183	531.09	2.902	0.91	483.355	184.208	2.883	0.029
71	02/09/1995	251	192	356.37	1.856	0.892	317.906	192.436	1.851	0.026
72	23/11/1995	262	185.7	389.02	2.094	0.844	328.516	186.083	2.09	0.026
73	27/04/1996	225	185	278.36	1.504	0.512	142.721	185.772	1.498	0.042
74	29/07/1996	314	193	540.655	2.801	0.901	487.328	193.451	2.794	0.028
75	30/09/1996	277	180	397.76	2.209	1.016	404.253	180.631	2.202	0.027

ID	FECHA	NIVEL MEDIO (cms)	ANCHO SECCIÓN (m)	ÁREA SECCIÓN (m)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	VELOCIDAD MEDIA (m/s)	CAUDAL TOTAL (m3/s)	PERÍMETRO MOJADO (m)	RADIO HIDRÁULICO (m)	N MANING CALIBRACIÓN
76	15/12/1996	324	145.5	485.825	3.339	0.977	475.004	147.004	3.304	0.029
77	04/03/1997	175	152.3	202.531	1.329	0.678	137.341	152.859	1.324	0.043
78	15/06/1997	437	159.3	807.97	5.072	1.355	1095.54	160.261	5.041	0.017
79	08/10/1997	257	151.8	386.222	2.544	0.854	330.118	153.055	2.523	0.026
80	23/03/1998	134	150	171.995	1.146	0.681	117.191	150.582	1.142	0.042
81	12/06/1998	350	175	463.75	2.65	1.085	503.618	176.131	2.632	0.030
82	18/07/1998	436	199.76	725.561	3.632	1.23	892.745	200.558	3.617	0.019
83	18/11/1998	276	138	372.34	2.698	0.623	232.131	140.549	2.649	0.032
84	13/03/1999	283	182	369.67	2.031	1.076	397.866	182.137	2.029	0.029
85	24/06/1999	435	168	603.54	3.592	1.549	935.323	169.088	3.569	0.020
86	10/04/2000	240	162	267.055	1.648	0.849	226.816	162.142	1.647	0.033
87	03/12/2000	332	142	375.8	2.646	1.183	444.653	143.007	2.627	0.028
88	24/03/2002	282	185	386.4	2.088	0.925	357.69	186.036	2.077	0.025
89	21/02/2003	93	123	91.68	0.745	0.347	31.881	123.087	0.744	0.049
90	19/11/2003	279	188	383.305	2.038	0.906	347.452	188.766	2.03	0.028
91	15/03/2004	187	212	280.33	1.322	0.325	91.318	212.225	1.32	0.046
92	19/08/2004	338	219	620.85	2.834	0.462	287.324	219.17	2.832	0.025
93	25/02/2005	145	205	264.3	1.289	0.324	85.837	205.278	1.287	0.044
94	16/08/2005	315	210	584.36	2.782	0.643	375.941	210.163	2.78	0.027
95	16/03/2006	196	215	286.85	1.334	0.422	121.221	215.191	1.333	0.040
96	21/09/2006	363	157	563.035	3.586	1.316	740.96	158.453	3.553	0.020
97	28/02/2007	128	135.8	129.828	0.956	0.561	72.931	136.116	0.953	0.048
98	19/04/2007	324	152.5	486.775	3.191	1.103	537.027	153.281	3.175	0.032
99	24/06/2007	474	152	780.497	5.134	1.632	1273.91	153.779	5.075	0.018
100	21/07/2007	309	146.6	559.56	3.816	0.982	549.602	148.3	3.773	0.033

ID	FECHA	NIVEL MEDIO (cms)	ANCHO SECCIÓN (m)	ÁREA SECCIÓN (m)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	VELOCIDAD MEDIA (m/s)	CAUDAL TOTAL (m3/s)	PERÍMETRO MOJADO (m)	RADIO HIDRÁULICO (m)	N MANING CALIBRACIÓN
101	20/09/2007	296	213.4	546.775	2.562	0.958	524.354	214.025	2.554	0.034
102	11/11/2007	275	144.2	438.181	3.038	0.919	403.114	145.296	3.015	0.030
103	01/02/2008	115	96.6	101.421	1.049	0.638	64.765	97.085	1.044	0.049
104	29/05/2008	363	148.8	605.15	4.066	1.285	777.849	150.115	4.031	0.022
105	08/07/2008	340	149.6	519.116	3.47	1.041	540.574	150.621	3.446	0.031
106	25/11/2008	317	206.3	614.469	2.978	0.831	510.864	206.582	2.974	0.030
107	19/02/2009	126	137	228.87	1.67	0.409	93.682	138.136	1.656	0.042
108	18/07/2009	370	140.2	642.826	4.585	1.171	753.328	142.925	4.497	0.022
109	12/09/2009	255	144.3	385.501	2.671	0.803	309.763	145.658	2.646	0.027
110	22/11/2009	210	132	284.79	2.157	0.893	254.465	133.686	2.13	0.039
111	01/03/2010	159	139.5	222.202	1.592	0.774	171.995	140.5	1.581	0.036
112	10/05/2010	320	148.5	519.873	3.5	1.088	565.966	150.041	3.464	0.027
113	12/07/2010	316	139.1	491.136	3.53	1.021	501.659	140.451	3.496	0.026
114	05/02/2011	104	144.4	202.4	1.401	0.427	86.549	144.839	1.397	0.043
115	26/05/2011	399	143.8	696.629	4.844	1.342	935.182	146.039	4.77	0.019
116	25/11/2015	No medido	57.5	66.14	2.1	1.6	105.661	No medido	No medido	0.040
117	28/11/2015	No medido	172	432.093	1.19	0.94	407.226	No medido	No medido	0.018
118	26/11/2015	No medido	230	256.84	2.49	1.78	456.126	No medido	No medido	0.039
119	27/11/2015	No medido	244	206.74	1.65	1.3	269.261	No medido	No medido	0.023

ANEXO 2.5.

**TABLAS DE CALIBRACIÓN CON HEC-
RAS DE N DE MANNING ESTACIÓN
CANDILEJAS**

ID	FECHA	NIVEL MEDIO (cms)	ANCHO SECCIÓN (m)	ÁREA SECCIÓN (m)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	VELOCIDAD MEDIA (m/s)	CAUDAL TOTAL (m3/s)	PERÍMETRO MOJADO (m)	RADIO HIDRÁULICO (m)	N MANING CALIBRACIÓN
45	20/04/1990	400	176.42	716.857	4.063	1.206	865.143	178.122	4.024	0.050
46	13/06/1990	463	182.1	1060.004	5.82	1.176	1247.61	184.914	5.732	0.042
47	21/07/1990	432	186.6	956.512	5.126	1.173	1122.478	189.301	5.052	0.043
48	07/09/1990	323	181	654.02	3.613	0.938	613.524	182.427	3.585	0.055
49	15/10/1990	280	176.9	472.891	2.673	0.763	361.027	177.931	2.657	0.063
50	18/11/1990	335	176.75	602.48	3.408	0.995	599.562	178.683	3.371	0.053
51	05/02/1991	174	168	290.88	1.731	0.236	68.924	168.473	1.726	0.075
52	23/03/1991	205	156.4	316.534	2.023	0.397	125.721	156.867	2.017	0.072
53	04/05/1991	389	185	703.36	3.801	1.152	810.64	186.166	3.778	0.051
54	06/06/1991	405	186.5	880.975	4.723	0.995	876.855	188.551	4.672	0.052
55	03/07/1991	471	190	1018.235	5.359	1.294	1317.81	192.9	5.278	0.040
56	26/11/1991	330	184	618.48	3.361	0.997	616.763	185.094	3.341	0.056
57	19/12/1991	235	181.2	405.595	2.238	0.582	236.2	181.513	2.234	0.065
58	12/06/1992	396	177.87	657.489	3.696	1.127	741.573	179.237	3.668	0.053
59	21/08/1992	377	177.7	700.235	3.94	1.003	702.509	179.38	3.903	0.052
60	20/09/1992	340	176.05	590.802	3.355	0.953	563.468	177.258	3.333	0.058
61	29/10/1992	289	169.5	427.5	2.522	0.598	255.864	169.92	2.515	0.064
62	27/11/1992	303	176	469.96	2.67	0.894	420.196	176.626	2.66	0.060
63	25/04/1993	459	181.94	794.512	4.366	1.451	1153.041	182.734	4.347	0.042
64	18/07/1993	507	183.94	932.67	5.07	1.405	1310.698	185.696	5.022	0.039
65	22/10/1993	343	156	562.815	3.607	0.977	549.914	157.213	3.579	0.058
66	09/04/1994	378	177	666.84	3.767	1.17	780.244	178.876	3.727	0.054
67	05/09/1994	322	165.7	634.466	3.829	0.844	535.581	168.143	3.773	0.057
68	10/11/1994	228	151	546.85	3.621	0.8	437.847	152.176	3.593	0.060
69	10/06/1995	368	177	921.33	5.205	1.396	1286.6	178.408	5.164	0.040

ID	FECHA	NIVEL MEDIO (cms)	ANCHO SECCIÓN (m)	ÁREA SECCIÓN (m)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	VELOCIDAD MEDIA (m/s)	CAUDAL TOTAL (m3/s)	PERÍMETRO MOJADO (m)	RADIO HIDRÁULICO (m)	N MANING CALIBRACIÓN
70	06/09/1995	187	165	607.26	3.68	0.794	482.414	166.739	3.641	0.061
71	25/11/1995	191	160	628.56	3.928	0.685	430.757	161.355	3.895	0.059
72	06/05/1996	400	181.33	721.454	3.978	1.308	943.964	182.315	3.957	0.045
73	28/07/1996	375	162	782.54	4.83	1.017	796.057	163.695	4.78	0.054
74	29/09/1996	329	165	624.42	3.784	0.772	482.596	165.906	3.763	0.060
75	02/03/1997	219	142	374.63	2.638	0.58	217.465	142.481	2.629	0.065
76	14/06/1997	568	178	1173.35	6.591	1.46	1714.25	180.647	6.495	0.035
77	09/10/1997	349	159.5	630.055	3.95	0.947	597.223	161.293	3.906	0.056
78	21/03/1998	131	161	446.255	2.771	0.613	273.661	161.919	2.756	0.063
79	17/07/1998	504	181	1094.3	6.045	1.444	1580.724	183.773	5.954	0.036
80	24/11/1998	326	154	549.23	3.566	1.013	556.868	155.279	3.537	0.056
81	14/03/1999	296	161.6	498.67	3.085	1.252	624.447	161.954	3.079	0.050
82	25/06/1999	467	208	1108.91	5.331	1.317	1461.511	210.097	5.278	0.037
83	11/04/2000	250	173	393.69	2.275	0.904	355.957	173.437	2.269	0.061
84	04/12/2000	254	151	566.815	3.753	0.993	563.012	152.076	3.727	0.054
85	11/07/2008	871	178	2067.565	1.615	0.989	2046.748	185.729	11.132	0.031

ANEXO 2.6.

TABLAS DE CALIBRACIÓN CON HECC- RAS DE N DE MANNING ESTACIÓN PTE. CHARTE

ID	FECHA	NIVEL MEDIO (cms)	ANCHO SECCIÓN (m)	ÁREA SECCIÓN (m)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	VELOCIDAD MEDIA (m/s)	CAUDAL TOTAL (m3/s)	PERÍMETRO MOJADO (m)	RADIO HIDRÁULICO (m)	n Manning
1	01/03/1975	97	32	13.88	0.433	0.194	2.699	32.86	0.422	0.119
2	02/03/1975	118	35.4	21.66	0.611	0.436	9.459	36.62	0.591	0.070
3	05/04/1975	96	31.8	13.34	0.419	0.215	2.873	32.64	0.408	0.115
4	07/05/1975	116	35	21.2	0.605	0.406	8.616	35.2	0.602	0.067
5	23/05/1975	193	68.8	55.52	0.806	1.721	95.592	70.42	0.788	0.027
6	24/05/1975	142	42.8	30.92	0.722	0.42	13.011	42.9	0.72	0.061
7	03/06/1975	176	51.8	55.36	1.068	1.095	60.667	56.92	0.972	0.034
8	23/06/1975	176	51.8	55.36	1.068	1.095	60.667	51.92	1.066	0.036
9	17/07/1975	138	41.8	34.65	0.828	0.589	20.413	42.59	0.813	0.056
10	05/08/1975	163	46.8	46.52	0.994	0.988	45.985	47.17	0.986	0.038
11	03/09/1975	149	35.9	36.91	1.028	0.826	30.509	36.83	1.002	0.046
12	20/10/1975	136	41.5	29.38	0.707	0.729	21.43	42.25	0.695	0.041
13	16/11/1975	139	32.5	28.53	0.877	0.577	16.478	33.05	0.863	0.060
14	03/02/1976	121	41.5	9.98	0.24	0.415	4.144	41.55	0.24	0.099
15	16/02/1976	120	40.4	7.92	0.196	0.429	3.399	40.43	0.195	0.108
16	22/03/1976	126	42.7	11.7	0.274	0.456	5.345	42.72	0.273	0.089
17	31/03/1976	123	42.3	9.31	0.22	0.442	4.118	42.37	0.219	0.099
18	05/05/1976	147	45	22.42	0.498	0.831	18.646	45.22	0.495	0.053
19	30/05/1976	137	42	36.82	0.876	0.666	24.539	42.36	0.869	0.052
20	19/06/1976	162	45.4	38.68	0.851	0.873	33.781	45.53	0.849	0.039
21	18/07/1976	149	45.6	33.23	0.728	0.689	22.916	46.08	0.721	0.044
22	16/09/1976	141	39.5	29.27	0.741	0.726	21.267	39.6	0.739	0.043
23	01/10/1976	146	40.8	32.79	0.803	0.797	26.147	41.26	0.794	0.041
24	23/10/1976	135	37.6	27.99	0.744	0.63	17.66	37.96	0.737	0.049
25	07/11/1976	135	36.8	25.73	0.699	0.589	15.18	37.25	0.69	0.050

ID	FECHA	NIVEL MEDIO (cms)	ANCHO SECCIÓN (m)	ÁREA SECCIÓN (m)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	VELOCIDAD MEDIA (m/s)	CAUDAL TOTAL (m3/s)	PERÍMETRO MOJADO (m)	RADIO HIDRÁULICO (m)	n Manning
26	19/11/1976	153	38.7	32.37	0.836	0.581	18.816	39.06	0.828	0.058
27	27/01/1977	117	33.1	21.34	0.644	0.169	3.619	33.18	0.643	0.105
28	21/03/1977	113	33.8	18.5	0.547	0.124	2.309	33.92	0.545	0.127
29	05/06/1977	149	41	30.65	0.747	0.598	18.331	41.12	0.745	0.052
30	06/06/1977	220	57.5	72.42	1.259	1.777	128.736	53.67	1.349	0.026
31	27/08/1977	141	36.5	35.72	0.978	0.638	22.793	36.71	0.973	0.059
32	02/11/1977	146	38.3	26.36	0.688	0.929	24.492	39.01	0.675	0.032
33	26/11/1977	132	38.2	26.09	0.682	0.517	13.497	38.33	0.68	0.057
34	01/02/1978	106	34.5	14.75	0.427	0.229	3.392	34.73	0.424	0.094
35	20/03/1978	101	33.9	13.17	0.388	0.188	2.489	33.97	0.387	0.108
36	15/04/1978	174	49.4	37.09	0.75	0.909	33.741	49.46	0.749	0.035
37	09/12/1978	115	39.5	17.67	0.447	0.527	9.324	39.72	0.444	0.070
38	07/02/1979	96	31.7	9.09	0.286	0.273	2.487	31.76	0.122700783	0.061
39	15/05/1979	156	40.3	35.83	0.889	0.839	30.082	40.72	0.879	0.042
40	31/07/1979	177	48.2	46.37	0.962	1.583	73.418	48.4	0.958	0.023
41	01/08/1979	238	58	73.77	1.271	2.771	204.424	58.61	1.258	0.016
42	28/09/1979	146	43.9	23.41	0.533	0.903	21.154	44.05	0.531	0.050
43	29/09/1979	146	43.9	23.41	0.533	0.903	21.154	44.05	0.531	0.028
44	15/11/1979	155	40.4	40.44	1	1.06	42.892	41.34	0.978	0.035
45	05/03/1980	49	23.6	12.04	0.51	0.223	2.69	24.09	0.499	0.107
46	08/04/1980	49	24.5	14.08	0.574	0.218	3.083	24.78	0.568	0.120
47	04/06/1980	179	47.5	53.25	1.121	0.337	17.995	48.33	1.101	0.053
48	27/07/1980	120	40.9	29.24	0.714	0.769	22.494	41.22	0.709	0.039
49	02/10/1980	159	28.2	39.21	1.39	0.98	38.457	28.62	1.37	0.048
50	07/11/1980	124	24	22.08	0.92	0.823	18.183	24.4	0.904	0.043

ID	FECHA	NIVEL MEDIO (cms)	ANCHO SECCIÓN (m)	ÁREA SECCIÓN (m)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	VELOCIDAD MEDIA (m/s)	CAUDAL TOTAL (m3/s)	PERÍMETRO MOJADO (m)	RADIO HIDRÁULICO (m)	n Manning
51	08/12/1980	103	29.6	14.86	0.502	0.486	7.231	29.78	0.498	0.049
52	05/03/1981	125	30.5	25.04	0.82	0.772	19.331	30.63	0.817	0.043
53	28/03/1982	138	41.6	11.49	0.276	0.416	4.791	41.73	0.275	0.093
54	19/02/1983	100	31.7	13.3	0.419	0.261	3.477	31.85	0.417	0.081
55	27/04/1983	189	46.5	44.31	0.952	1.336	59.242	46.95	0.943	0.027
56	20/06/1983	209	52.2	42.95	0.822	1.556	66.849	52.27	0.821	0.021
57	03/08/1983	196	45.5	43.68	0.96	1.228	53.655	45.7	0.955	0.030
58	16/09/1983	192	44.5	43.38	0.974	1.219	52.912	44.62	0.972	0.031
59	30/10/1983	180	44.5	34.87	0.783	0.879	30.659	44.75	0.779	0.037
60	31/10/1983	180	44.5	34.87	0.783	0.879	30.659	44.74	0.779	0.037
61	04/02/1984	135	34	13.7	0.402	0.307	4.216	34.2	0.4	0.067
62	10/04/1984	135	33.9	13.87	0.409	0.298	4.142	34.08	0.406	0.070
63	31/07/1984	195	45.4	36.11	0.795	1.006	36.337	45.84	0.787	0.032
64	03/08/1984	385	66.2	115.4	1.743	3	346.219	66.77	1.728	0.018
65	04/10/1984	204	47	30.96	0.658	0.8	24.797	47.43	0.652	0.036
66	12/02/1985	166	21.2	14.61	0.689	0.206	3.021	21.5	0.679	0.143
67	04/05/1985	194	39.5	20.96	0.53	0.664	13.923	39.7	0.527	0.060
68	20/07/1985	260	61.4	49.75	0.81	1.013	50.406	61.73	0.805	0.033
69	01/10/1985	233	53.7	35.21	0.655	0.614	21.638	56.06	0.628	0.045
70	24/11/1985	204	47.8	28.2	0.589	0.621	17.517	48.11	0.586	0.054
71	24/02/1986	171	30.8	11.945	0.387	0.27	3.233	30.896	0.386	0.075
72	04/08/1986	207	34.5	34.283	0.993	1.248	42.787	35.32	0.97	0.030
73	24/09/1986	193	31.5	30.572	0.97	0.736	22.524	31.704	0.964	0.050
74	14/11/1986	201	34.5	33.173	0.961	0.794	26.352	34.592	0.958	0.047
75	16/02/1987	159	46	21.228	0.461	0.239	5.093	46.074	0.46	0.095

ID	FECHA	NIVEL MEDIO (cms)	ANCHO SECCIÓN (m)	ÁREA SECCIÓN (m)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	VELOCIDAD MEDIA (m/s)	CAUDAL TOTAL (m3/s)	PERÍMETRO MOJADO (m)	RADIO HIDRÁULICO (m)	n Manning
76	30/04/1987	213	32.7	35.903	1.097	1.351	48.51	34.018	1.055	0.029
77	01/09/1987	200	33.5	37.018	1.105	1.239	45.877	34.78	1.064	0.032
78	08/10/1987	198	35.5	39.5	1.112	0.984	38.903	35.984	1.097	0.041
79	18/11/1987	160	29	21.41	0.738	0.524	11.222	29.117	0.735	0.059
80	25/04/1988	135	27.3	17.535	0.642	0.179	3.153	27.643	0.634	0.157
81	27/05/1988	166	26.2	22.858	0.872	0.695	15.893	26.538	0.861	0.050
82	24/07/1988	211	61.7	39.72	0.643	1.431	56.848	62.064	0.639	0.020
83	19/09/1988	234	38.5	39.248	1.019	1.107	43.476	39.754	0.987	0.034
84	23/10/1988	199	33.6	21.788	0.648	0.963	20.989	33.832	0.644	0.029
85	28/11/1988	192	29	18.84	0.649	0.936	17.644	29.232	0.644	0.030
86	25/02/1989	156	21.5	22.036	1.024	0.198	4.385	22.266	0.989	0.097
87	13/04/1989	160	32	9.8	0.306	0.351	3.443	32.423	0.302	0.107
88	03/07/1989	206	29.5	24.942	0.845	1.443	36	30.043	0.83	0.023
89	29/08/1989	222	36.8	32.677	0.887	1.404	45.91	37.09	0.881	0.025
90	11/11/1989	161	30	18.675	0.622	0.526	9.827	30.272	0.616	0.052
91	16/12/1989	58	32	17.44	0.545	0.364	6.364	32.082	0.543	0.070
92	16/12/1990	58	32	17.44	0.545	0.364	6.364	32.082	0.543	0.070
93	08/06/1991	189	29	23.26	0.802	0.633	14.725	29.301	0.793	0.052
94	13/07/1991	205	34	26.59	0.782	0.988	26.272	34.192	0.777	0.033
95	08/11/1991	229	42.25	28.945	0.685	0.958	27.736	42.353	0.683	0.031
96	11/06/1992	240	55	31.64	0.575	0.829	26.258	55.102	0.574	0.032
97	18/09/1992	164	44.9	21.858	0.486	0.705	15.424	45.046	0.485	0.033
98	03/12/1992	157	40	18.92	0.473	0.468	8.869	40.045	0.472	0.049
99	30/05/1993	190	69.9	34.482	0.493	0.814	28.071	70.018	0.492	0.029
100	04/09/1993	189	48.9	26.696	0.545	0.665	17.765	48.985	0.544	0.038

ID	FECHA	NIVEL MEDIO (cms)	ANCHO SECCIÓN (m)	ÁREA SECCIÓN (m)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	VELOCIDAD MEDIA (m/s)	CAUDAL TOTAL (m3/s)	PERÍMETRO MOJADO (m)	RADIO HIDRÁULICO (m)	n Manning
101	20/11/1993	198	27.6	36.119	1.308	0.714	25.811	27.825	1.298	0.063
102	21/05/1994	202	28.4	33.909	1.193	0.779	26.424	28.57	1.186	0.055
103	26/08/1994	215	31.6	43.777	1.385	1.009	44.172	33.032	1.325	0.046
104	12/11/1994	183	49.1	22.543	0.459	0.63	14.216	49.158	0.458	0.036
105	12/04/1995	159	36.1	14.274	0.395	0.176	2.519	36.134	0.395	0.116
106	21/05/1995	202	28.4	33.909	1.193	0.779	26.424	28.57	1.186	0.055
107	31/07/1995	195	61	36.095	0.591	0.674	24.33	61.202	0.589	0.040
108	22/04/1996	150	30	23.105	0.77	0.25	5.795	30.329	0.761	0.086
109	29/09/1996	272	60	96.475	1.607	2.395	231.104	60.738	1.588	0.022
110	07/03/1997	109	26.5	12.947	0.488	0.249	3.234	26.601	0.486	0.095
111	20/09/1997	136	28	34.862	1.245	0.913	31.833	28.492	1.223	0.048
112	22/11/1997	97	24.4	21.303	0.873	0.428	9.134	24.9	0.855	0.071
113	09/02/1998	89	61.5	50.26	0.817	0.359	18.062	61.636	0.815	0.053
114	01/04/1998	176	43	64.735	1.505	1.582	102.449	43.685	1.481	0.031
115	07/05/1998	102	28.5	25.052	0.879	1.06	26.57	29.014	0.863	0.033
116	21/08/1998	95	33.5	28.628	0.854	0.703	20.152	33.667	0.85	0.049
117	01/11/1998	96	32.5	27.907	0.858	0.513	14.328	32.548	0.857	0.067
118	18/03/1999	71	30	20.54	0.684	0.242	4.978	30.11	0.682	0.122
119	12/05/1999	122	35.2	36.452	1.035	0.872	31.819	35.394	1.029	0.045
120	24/07/1999	129	38.5	33.725	0.875	0.94	31.703	38.696	0.871	0.037
121	24/09/1999	139	39.6	31.979	0.807	0.988	31.6	39.662	0.806	0.033
122	02/06/2000	143	40.7	33.115	0.813	0.75	24.86	40.923	0.809	0.044
123	20/05/2003	272	36.2	38.48	1.062	1.145	44.071	36.307	1.059	0.035
124	25/03/2004	82	28.1	21.14	0.752	0.185	3.928	28.173	0.75	0.101
125	09/04/2005	193	29.5	31.54	1.069	0.267	8.433	30.131	1.046	0.073

ID	FECHA	NIVEL MEDIO (cms)	ANCHO SECCIÓN (m)	ÁREA SECCIÓN (m)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	VELOCIDAD MEDIA (m/s)	CAUDAL TOTAL (m3/s)	PERÍMETRO MOJADO (m)	RADIO HIDRÁULICO (m)	n Manning
126	16/06/2005	131	31.6	42.97	1.359	0.977	41.988	31.867	1.348	0.048
127	30/10/2005	127	37.5	29.82	0.795	0.995	29.687	37.572	0.793	0.033
128	25/02/2006	72	29.5	15.86	0.537	0.196	3.116	29.559	0.536	0.128
129	16/11/2006	128	36.2	34.918	0.964	1.136	39.668	36.387	0.959	0.033
130	20/03/2007	69	38	26.041	0.685	0.103	2.703	38.144	0.682	0.118
131	15/06/2007	110	31.2	22.478	0.72	0.814	18.309	31.357	0.716	0.037
132	09/08/2007	114	31.2	27.858	0.892	0.635	17.717	31.344	0.888	0.055
133	25/11/2007	80	28.2	21.673	0.768	0.384	8.334	28.282	0.766	0.083
134	07/03/2008	57	26.8	18.89	0.704	0.128	2.421	26.848	0.703	0.124
135	23/05/2008	94	38.5	25.8	0.67	1.003	25.893	38.778	0.665	0.029
136	22/08/2008	104	35.3	35.601	1.008	0.542	19.318	35.484	1.003	0.070
137	30/10/2008	81	30.9	27.28	0.882	0.489	13.345	31.693	0.86	0.070
138	16/02/2009	51	27.3	19.736	0.722	0.147	2.912	27.614	0.714	0.115
139	31/05/2009	81	31.2	29.702	0.951	0.371	11.044	31.426	0.945	0.099
140	25/07/2009	87	31.7	25.407	0.801	0.45	11.441	32.635	0.778	0.072
141	22/10/2009	88	31.8	29.98	0.942	0.435	13.069	32.287	0.928	0.083
142	04/03/2010	59	27.2	19.533	0.718	0.112	2.203	27.332	0.714	0.129
143	29/04/2010	95	33.2	40.487	1.219	0.355	14.389	34.996	1.156	0.059
144	27/07/2010	137	38.2	54.821	1.435	0.823	45.161	39.351	1.393	0.058
145	22/09/2010	89	30.2	49.905	1.652	0.32	16.002	30.554	1.633	0.056
146	30/10/2010	88	30.2	34.985	1.158	0.465	16.28	30.706	1.139	0.089
147	03/04/2011	46	28.2	26.652	0.945	0.062	1.675	28.342	0.94	0.145
148	03/06/2011	140	39.2	64.63	1.648	0.874	56.523	39.689	1.628	0.060
149	20/08/2011	102	34.7	49.224	1.418	0.455	22.432	36.199	1.359	0.049
150	09/10/2011	123	34.7	54.968	1.584	0.889	48.904	35.247	1.559	0.058

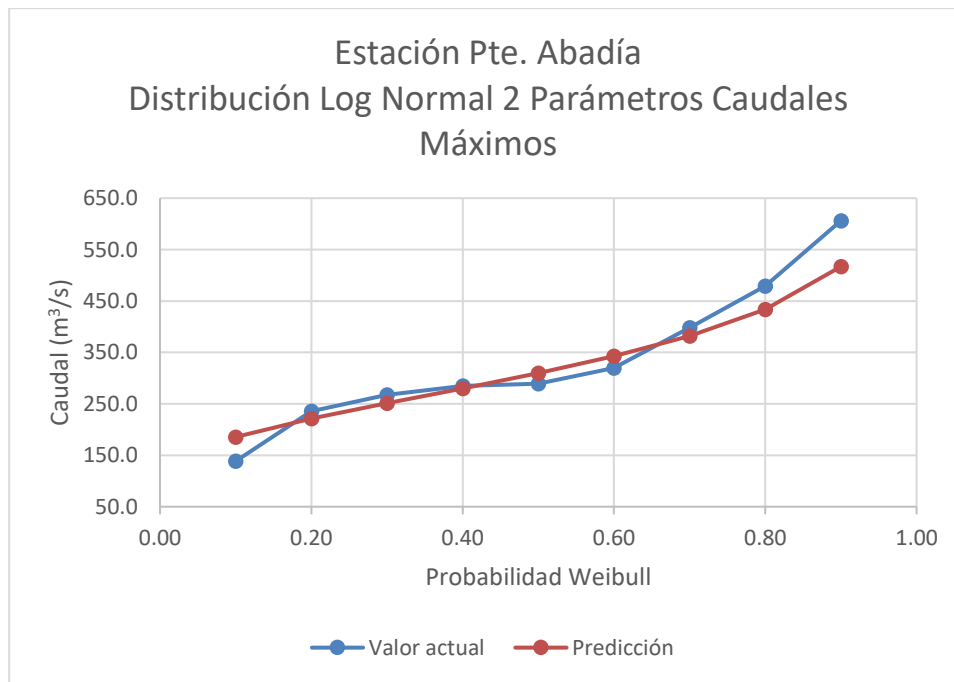
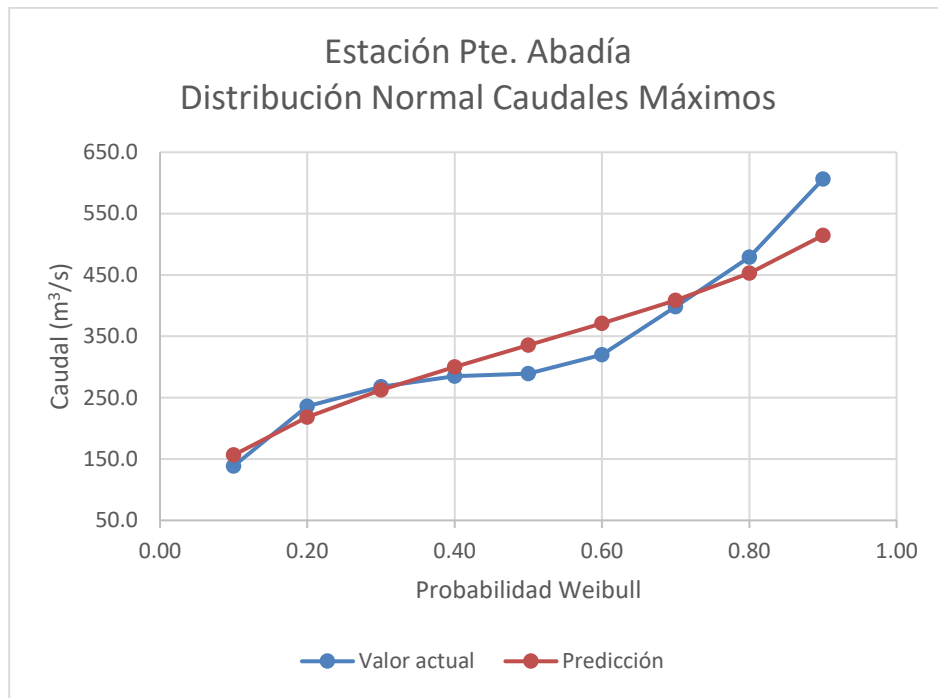
ID	FECHA	NIVEL MEDIO (cms)	ANCHO SECCIÓN (m)	ÁREA SECCIÓN (m)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	VELOCIDAD MEDIA (m/s)	CAUDAL TOTAL (m3/s)	PERÍMETRO MOJADO (m)	RADIO HIDRÁULICO (m)	n Manning
151	09/08/2012	103	30.2	51.335	1.699	0.509	26.153	30.389	1.689	0.046
152	21/11/2012	73	28.7	50.668	1.765	0.247	12.524	29.082	1.742	0.062
153	01/07/2013	150	36.2	72.148	1.993	1.128	81.413	36.583	1.972	0.053
154	14/09/2013	86	28.7	40.912	1.425	0.444	18.205	28.896	1.415	0.053
155	25/11/2013	71	28.2	43.75	1.551	0.266	11.676	28.44	1.538	0.064
156	20/05/2014	115	30.7	47.103	1.534	0.885	41.71	30.865	1.526	0.057
157	14/07/2014	137	34.7	61.788	1.78	1.14	70.484	34.926	1.769	0.049
158	13/09/2014	80	28.2	47.33	1.678	0.342	16.201	28.469	1.662	0.056
159	14/10/2014	139	35.8	73.369	2.049	0.925	67.869	36.336	2.019	0.066
160	4/03/2018	No medido	72.5	35.793	0.63	0.08	2.87	No medido	No medido	0.148
161	5/03/2018	No medido	35.5	9.898	0.45	0.29	2.871	No medido	No medido	0.134
162	4/03/2018	No medido	23.5	11.673	0.89	0.31	3.669	No medido	No medido	0.108

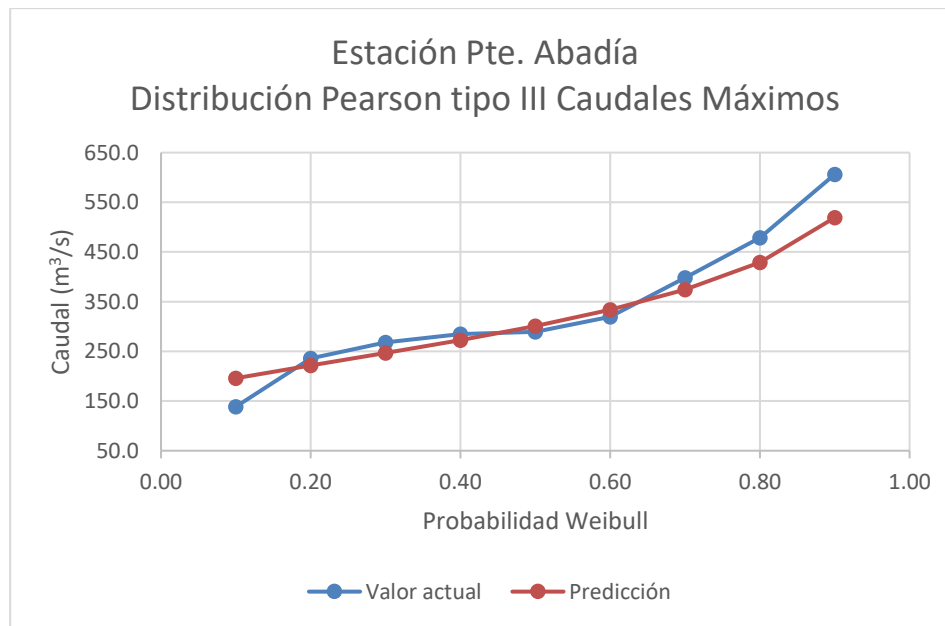
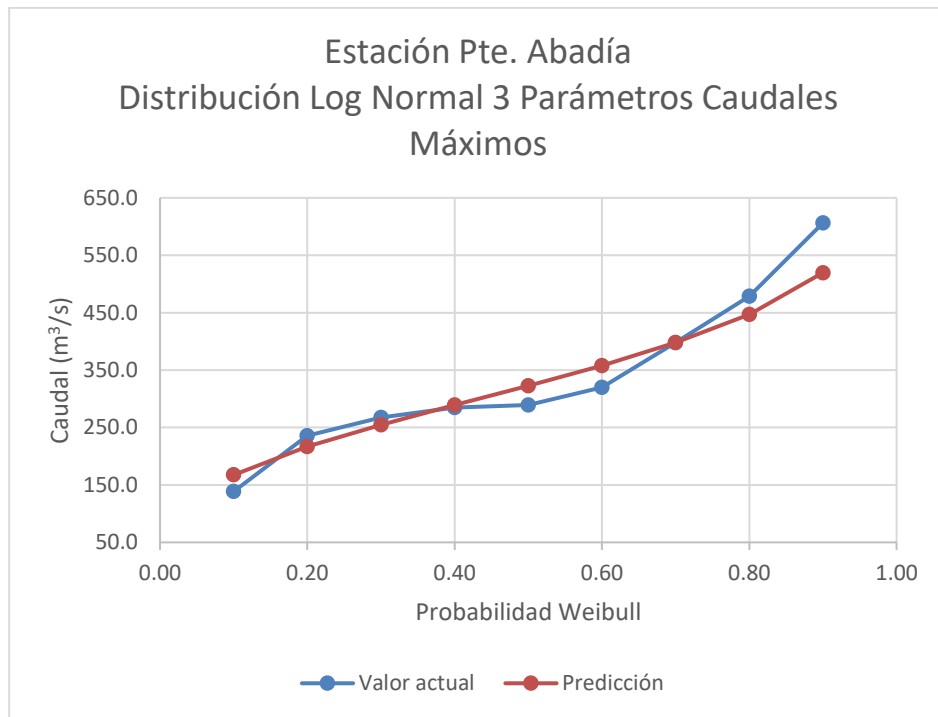
ANEXO 3.
MODELO HEC-RAS MÉTODO
GEOMÉTRICO (ver CD)

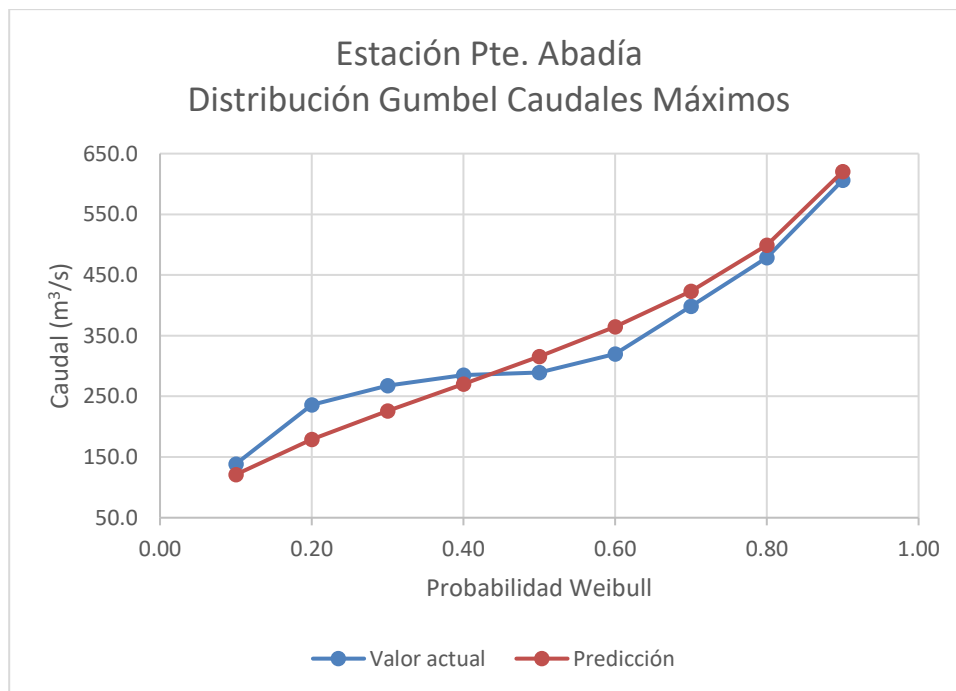
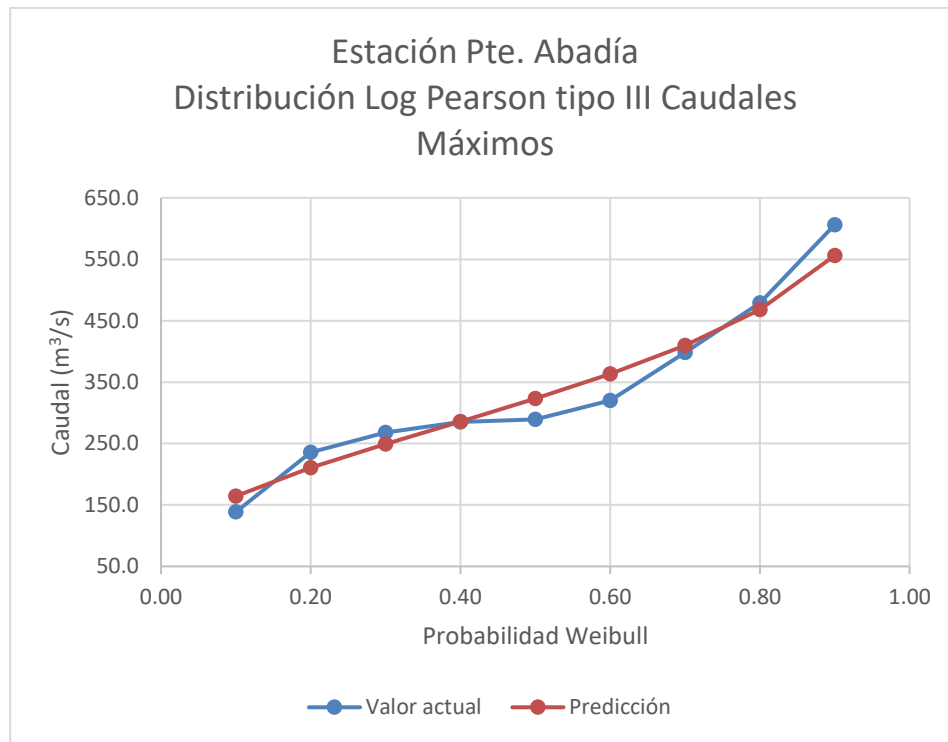
ANEXO 4.
DISTRIBUCIONES PARA EL MÉTODO
ESTADÍSTICO

ANEXO 4.1.

DISTRIBUCIONES PARA EL MÉTODO ESTADÍSTICO ESTACIÓN PTE. ABADÍA



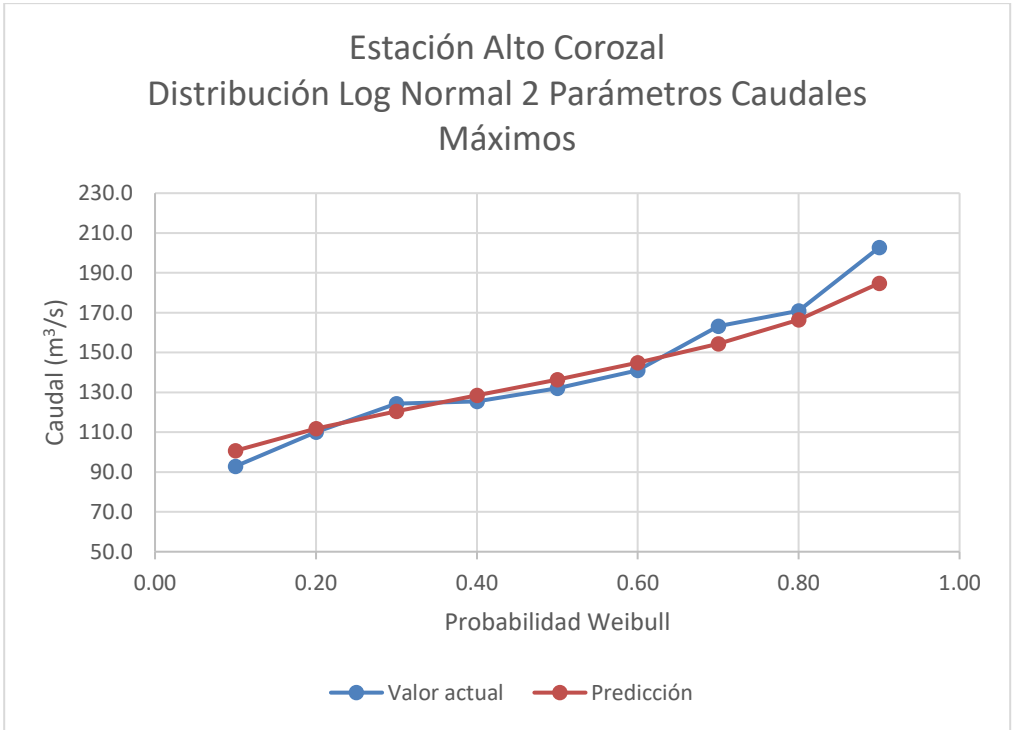
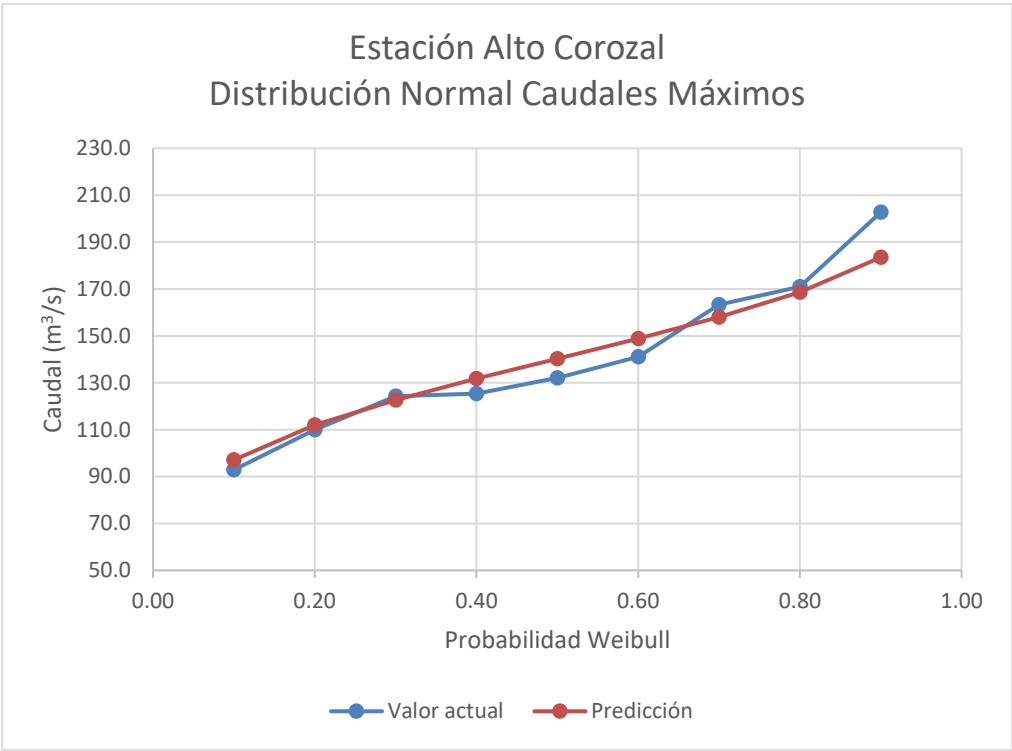


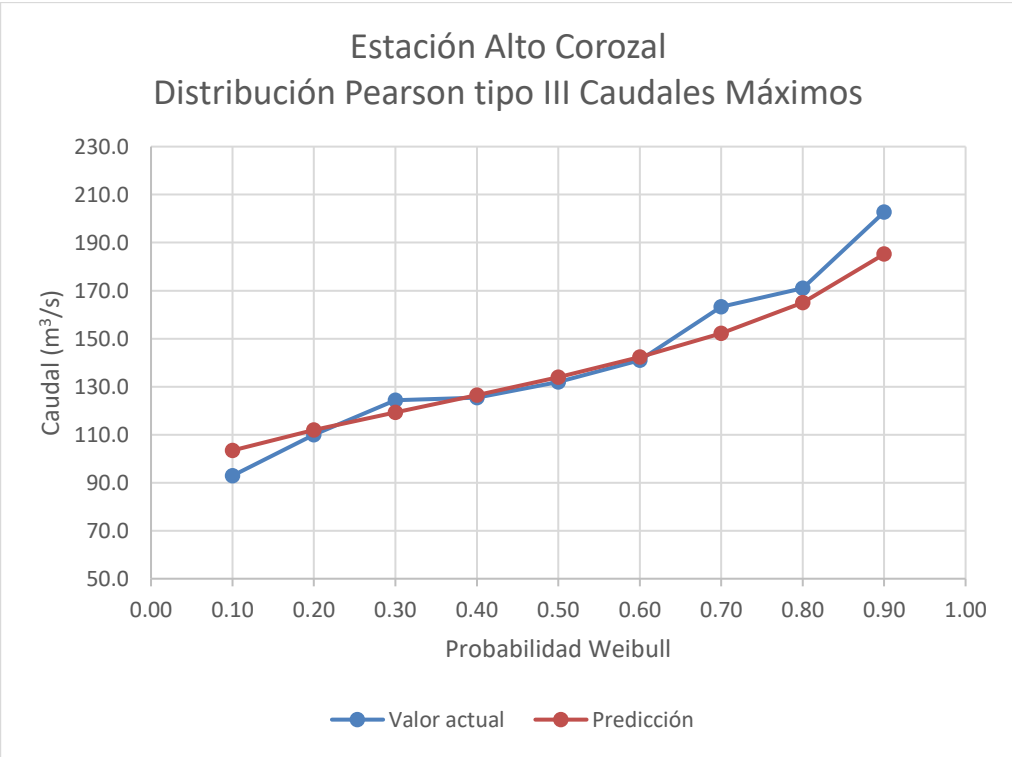
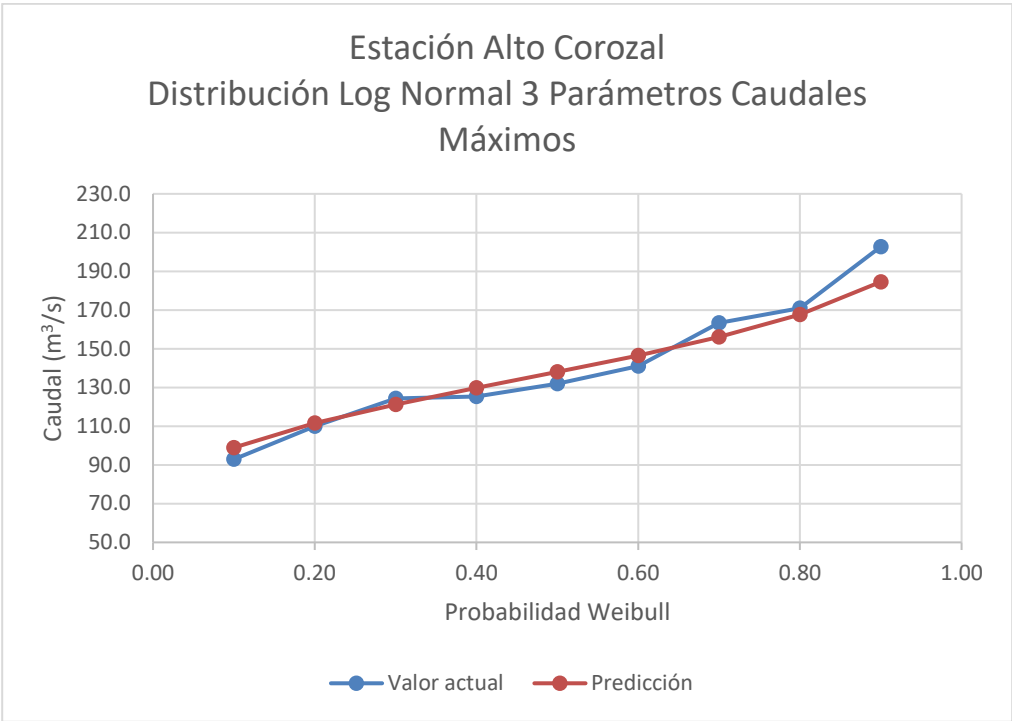


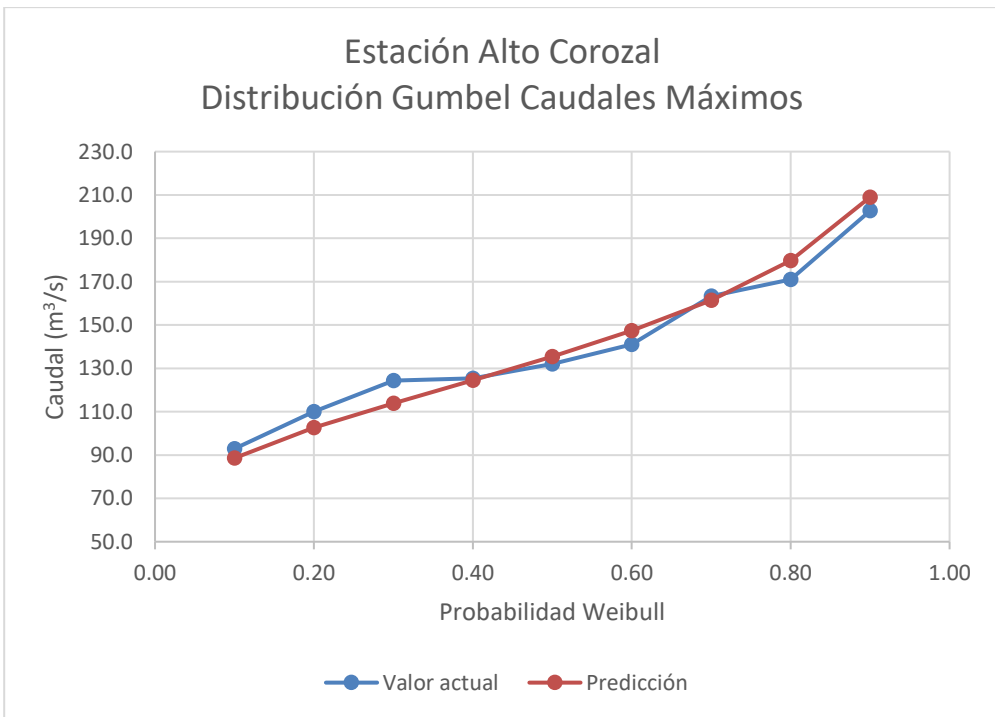
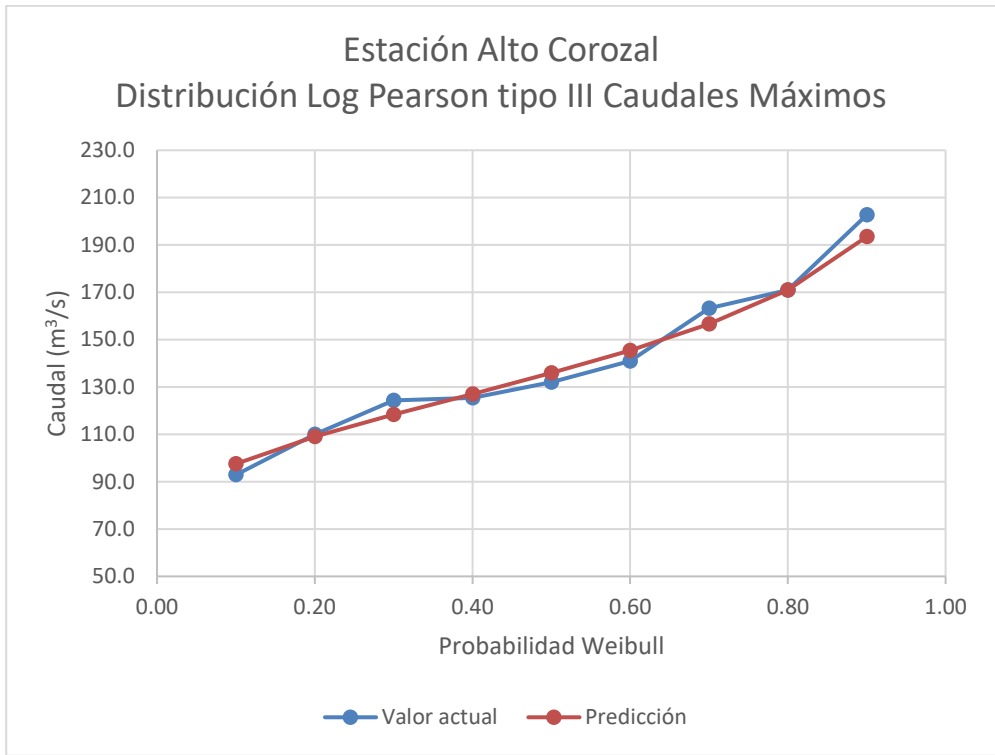
Distribución	Desv. Estándar Promedio	Caudal Tr=1.5 (m ³ /s)	Caudal Tr=2.4 (m ³ /s)
Normal	57.8	275.3	364.7
Log normal 2 Parámetros	54.9	260.7	336.8
Log normal 3 Parámetros	54.7	266.4	351.9
Pearson tipo III	61.7	255.1	327.8
Log Pearson tipo III	61.1	261.4	356.1
Gumbel	62.6	240.8	356.0

ANEXO 4.2.

**DISTRIBUCIONES PARA EL MÉTODO
ESTADÍSTICO ESTACIÓN ALTO
COROZAL**



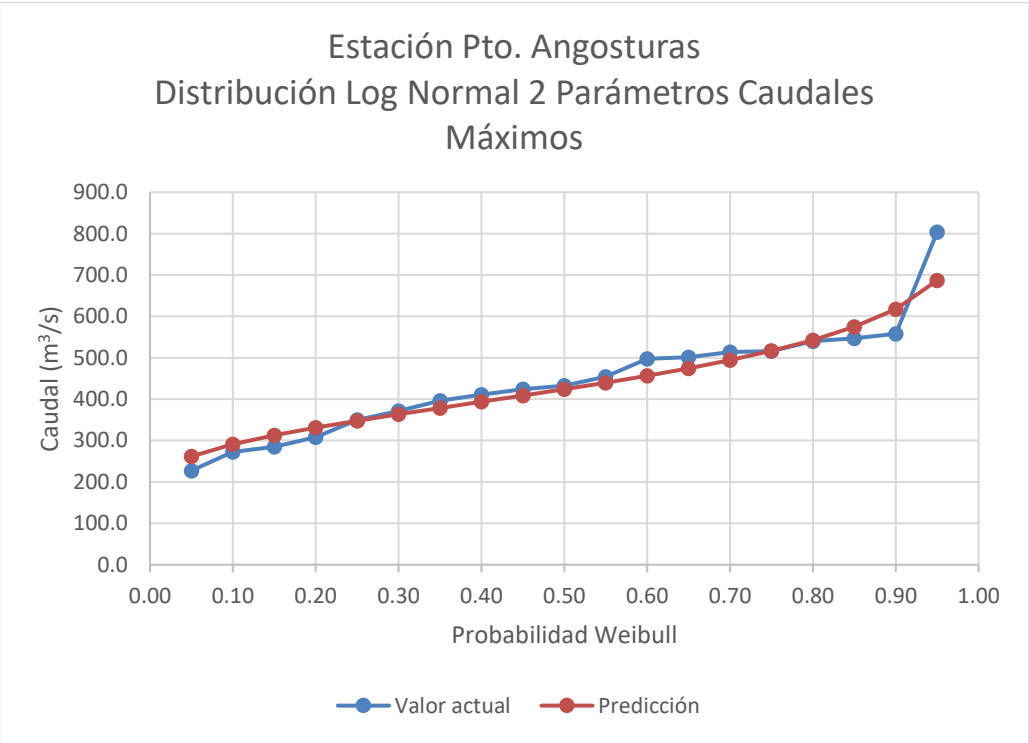
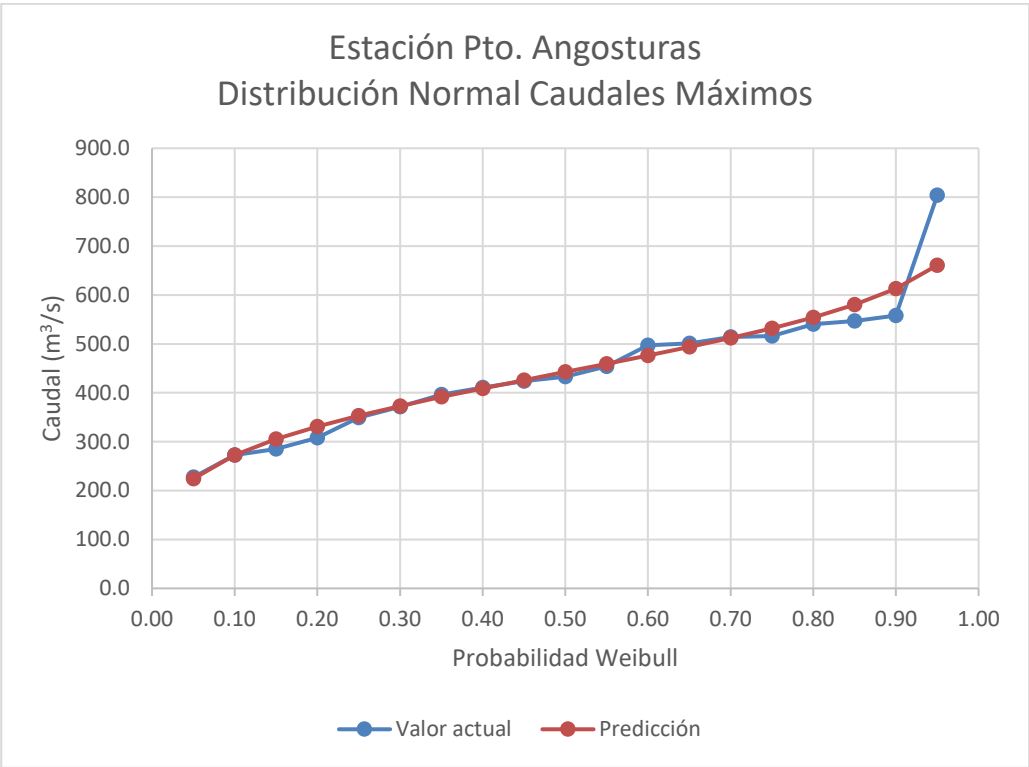


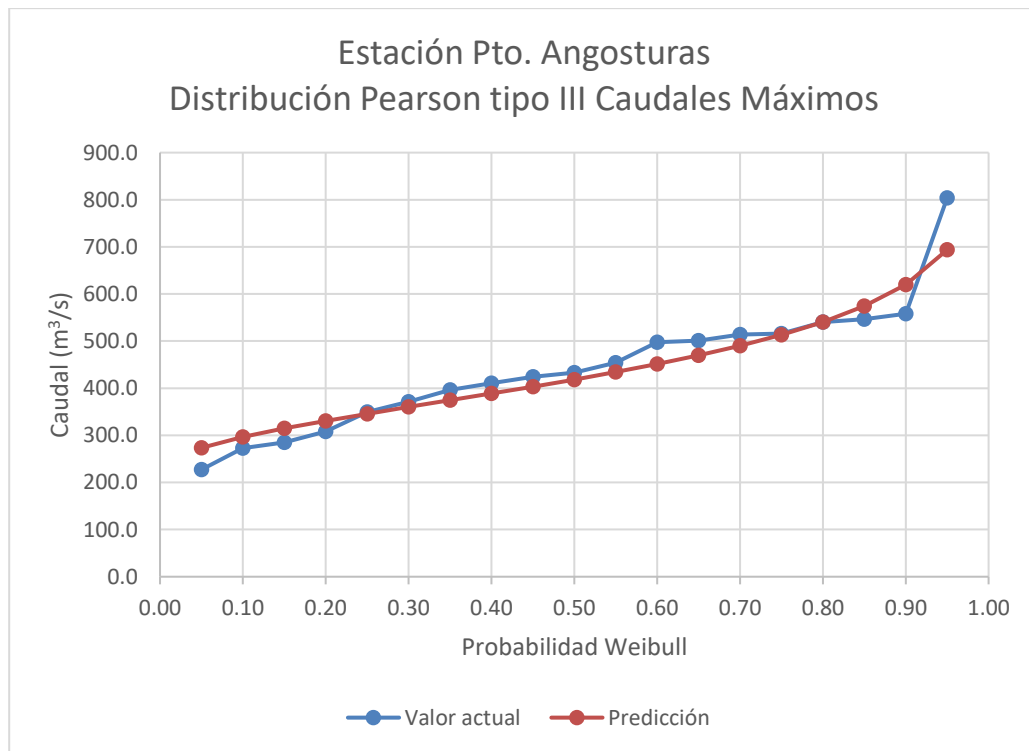
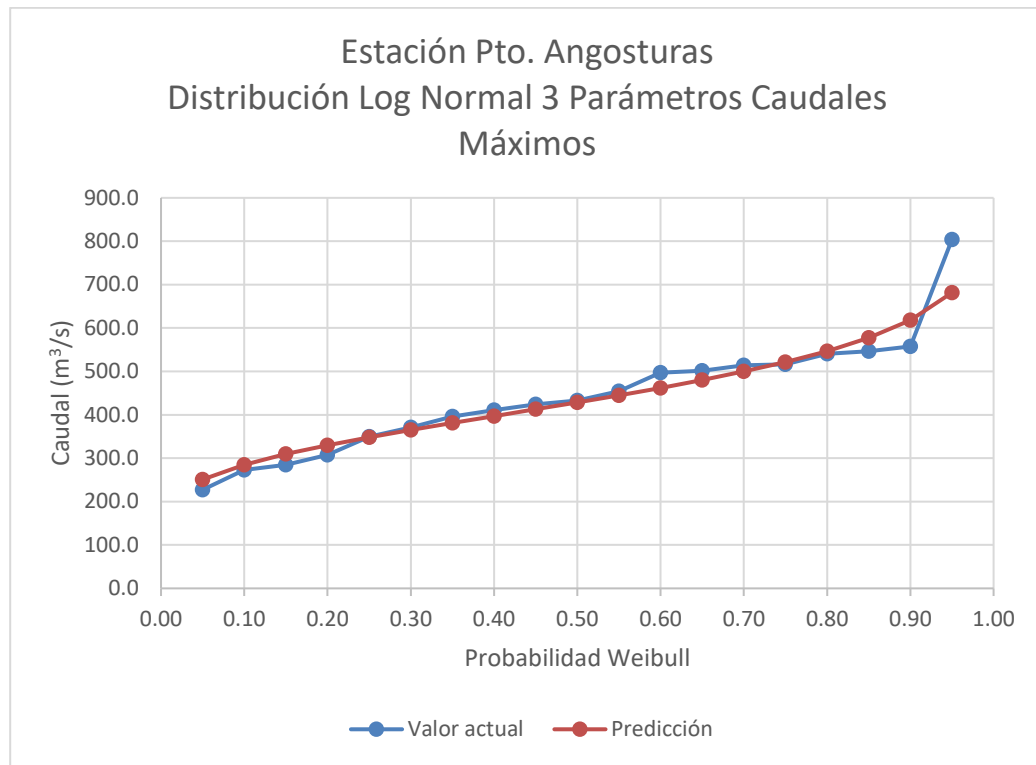


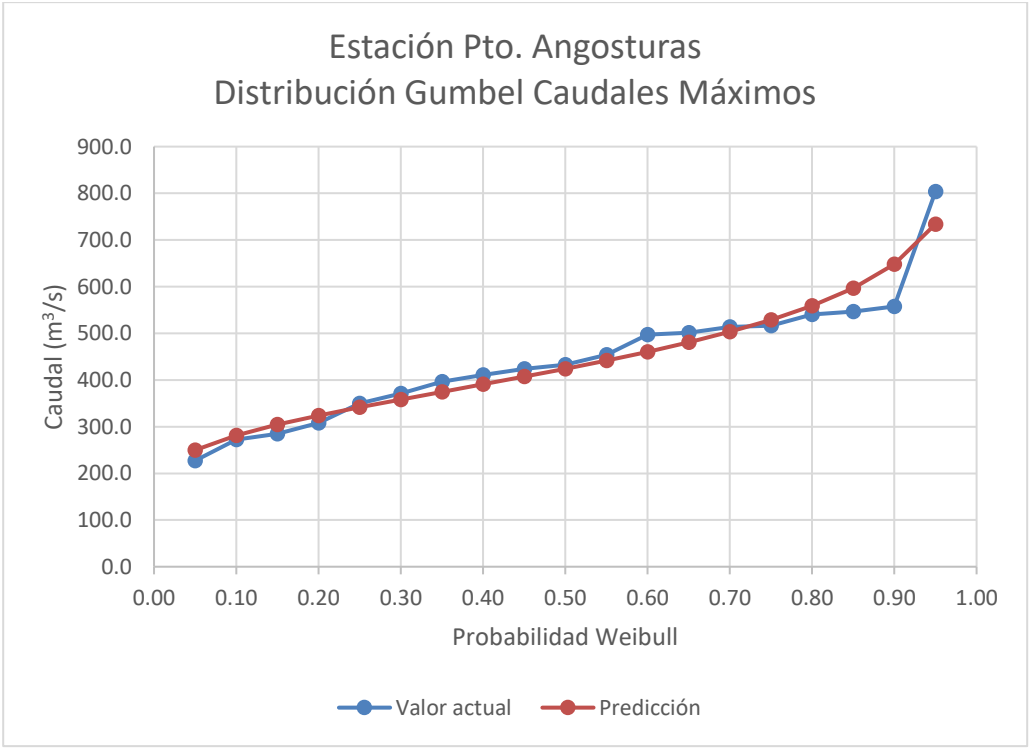
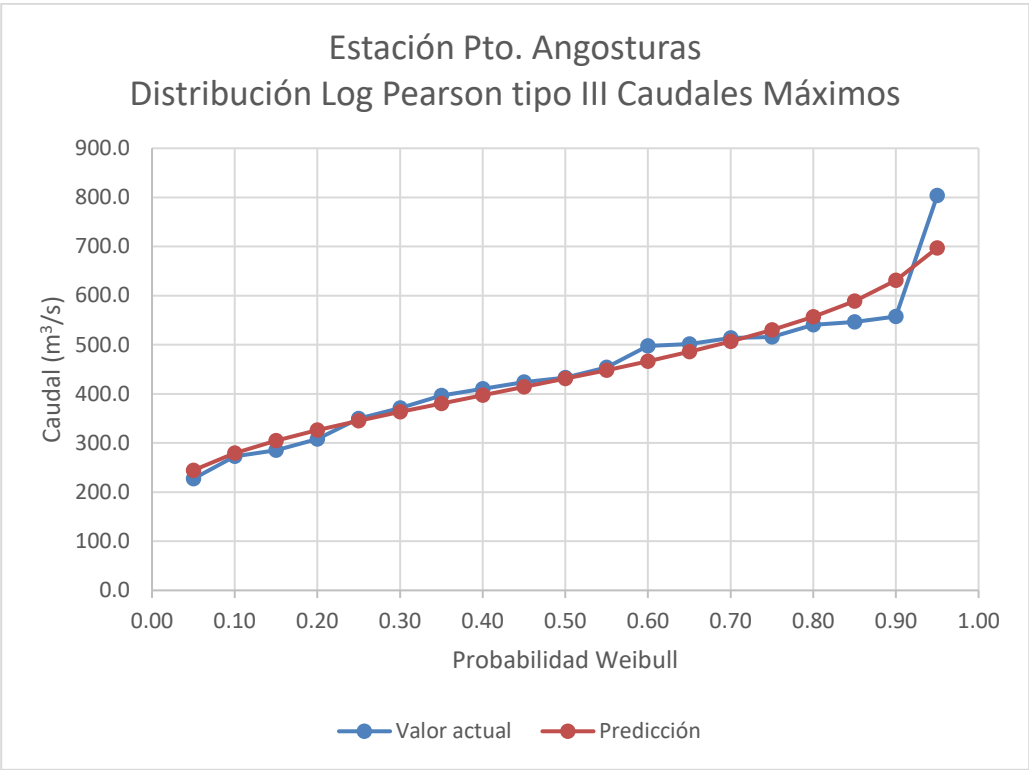
Distribución	Desv. estándar Promedio	Caudal Tr=1.5 (m ³ /s)	Caudal Tr=2.4 (m ³ /s)
Normal	14.0	125.8	147.3
Log normal 2 Parámetros	12.9	123.2	143.3
Log normal 3 Parámetros	13.2	124.1	145.1
Pearson tipo III	13.8	121.7	140.8
Log Pearson tipo III	14.8	121.3	143.8
Gumbel	15.1	117.4	145.2

ANEXO 4.3.

**DISTRIBUCIONES PARA EL MÉTODO
ESTADÍSTICO ESTACIÓN PTO.
ANGOSTURAS**



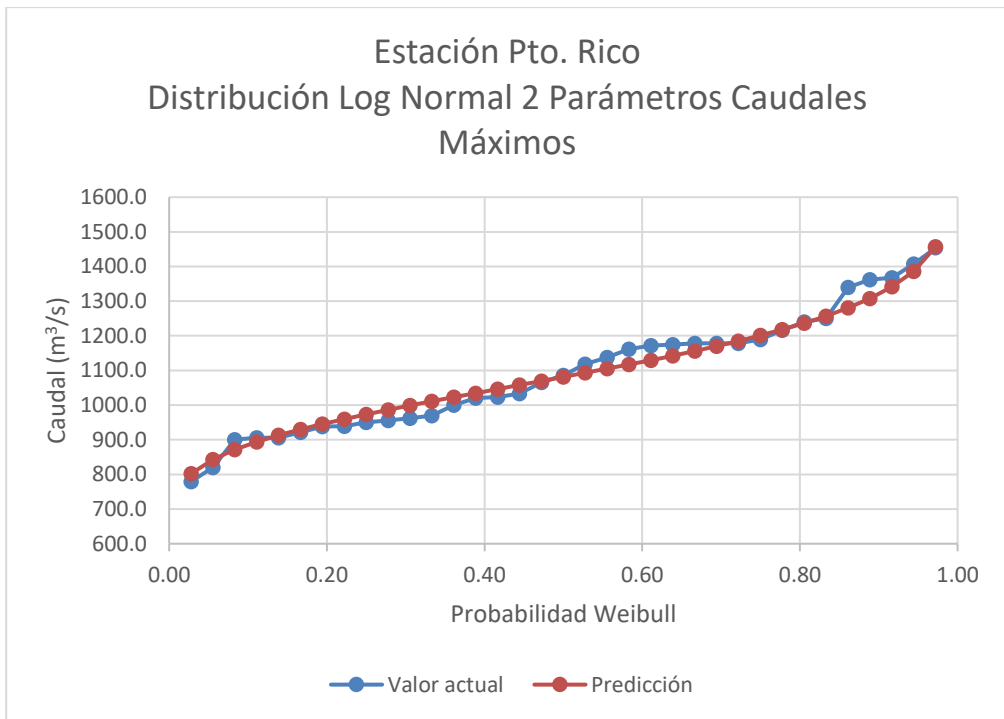
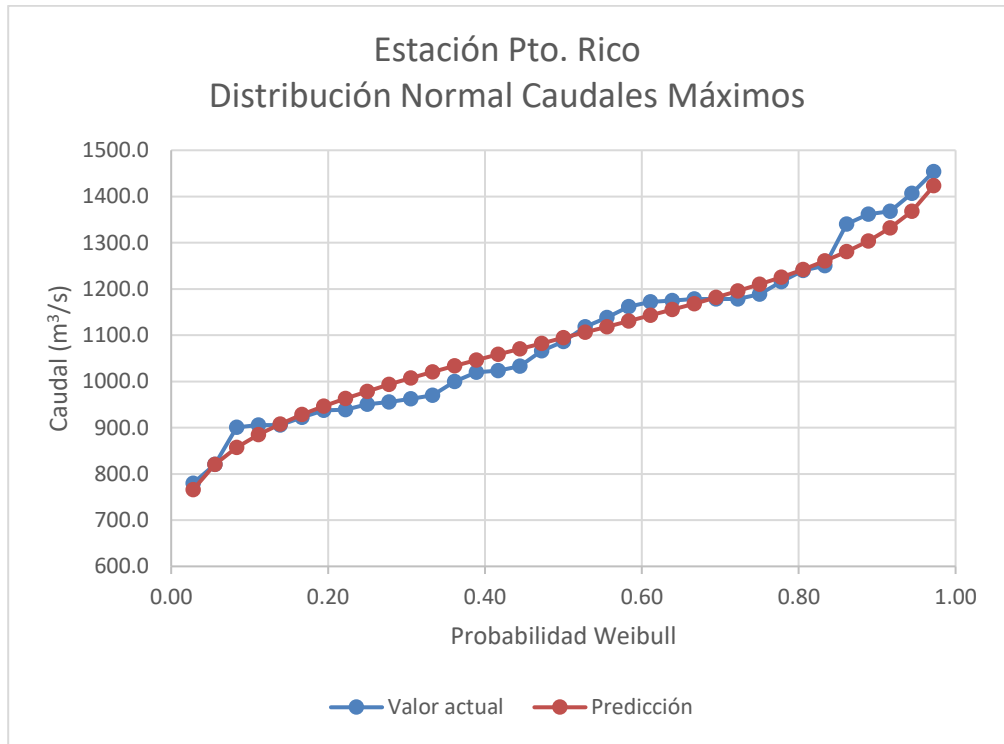


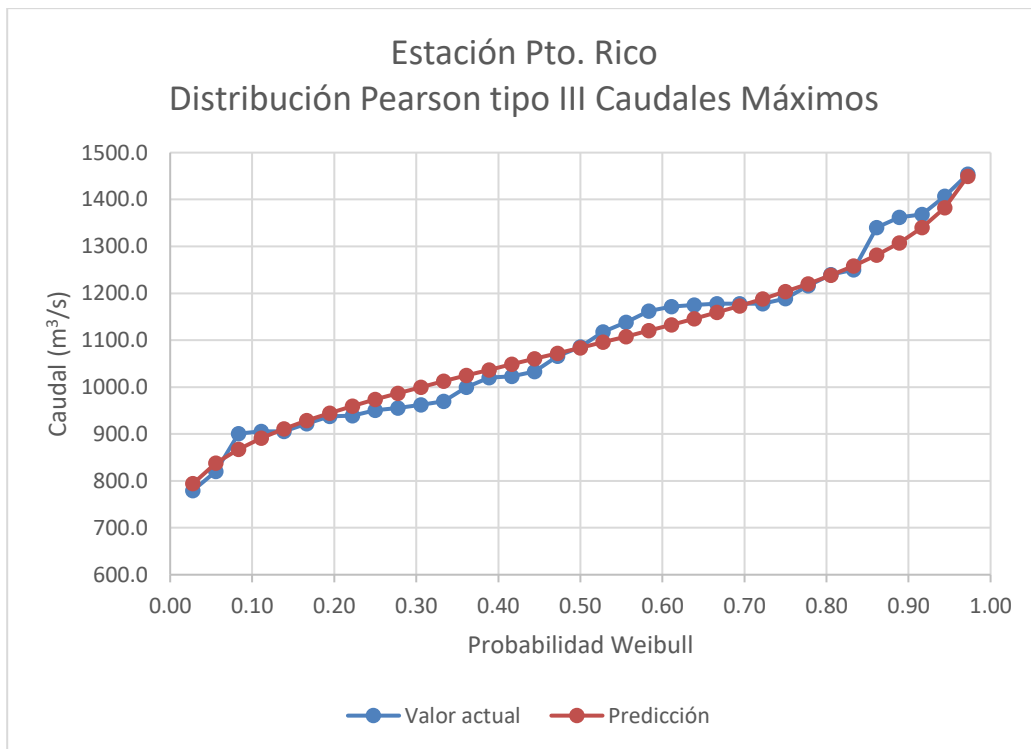
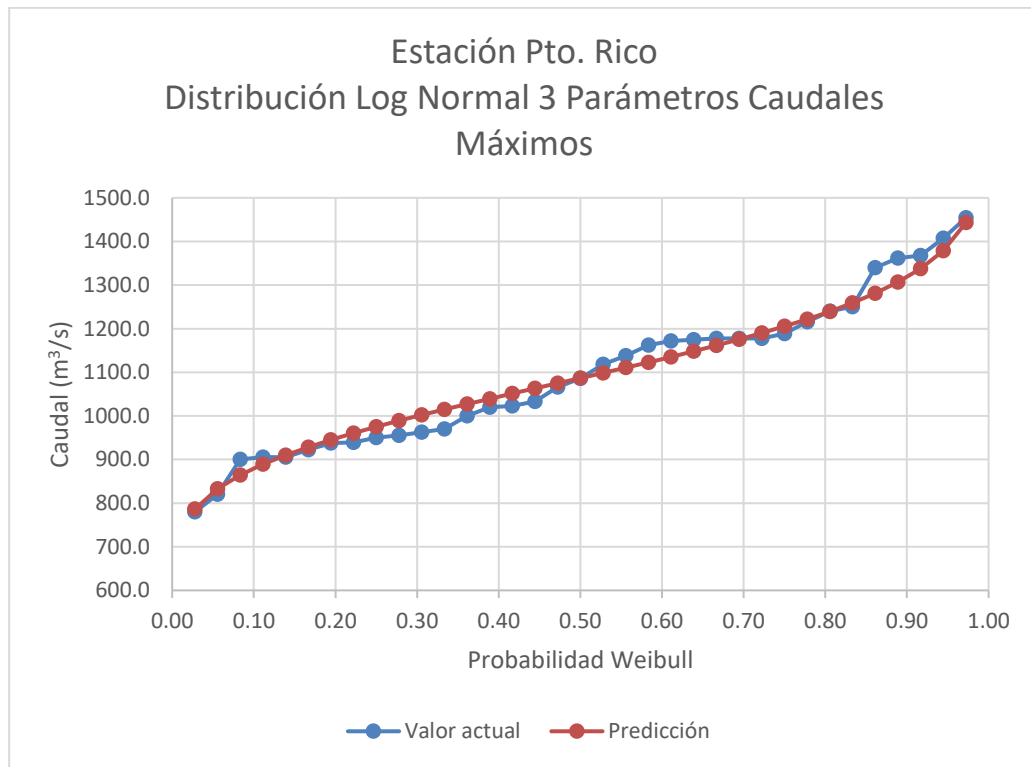


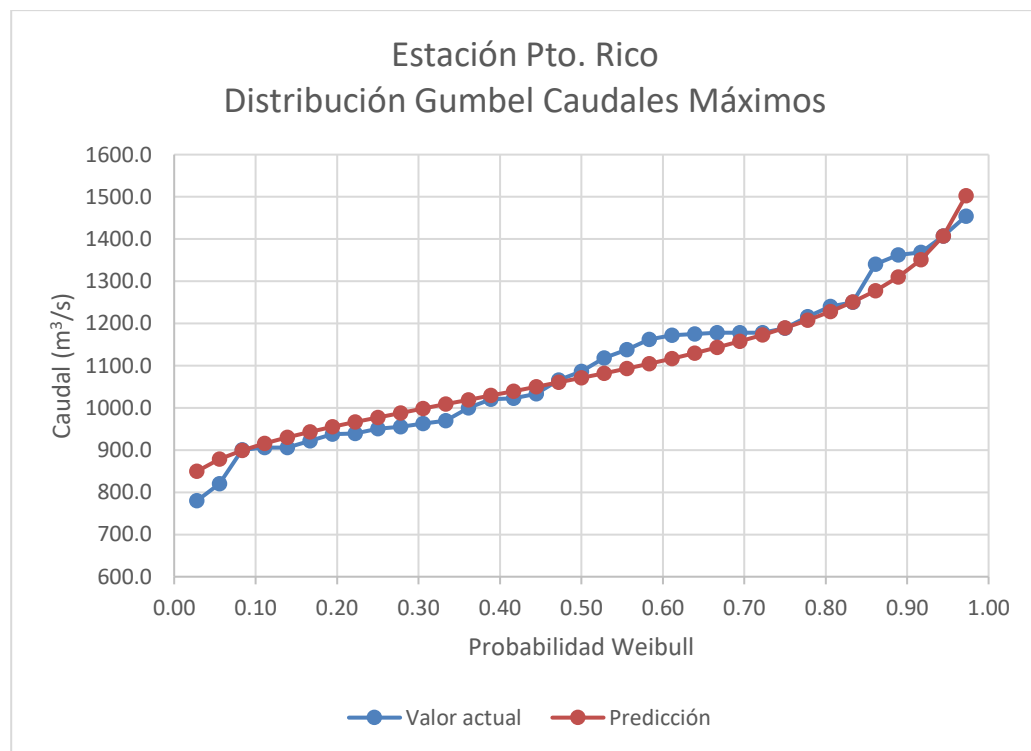
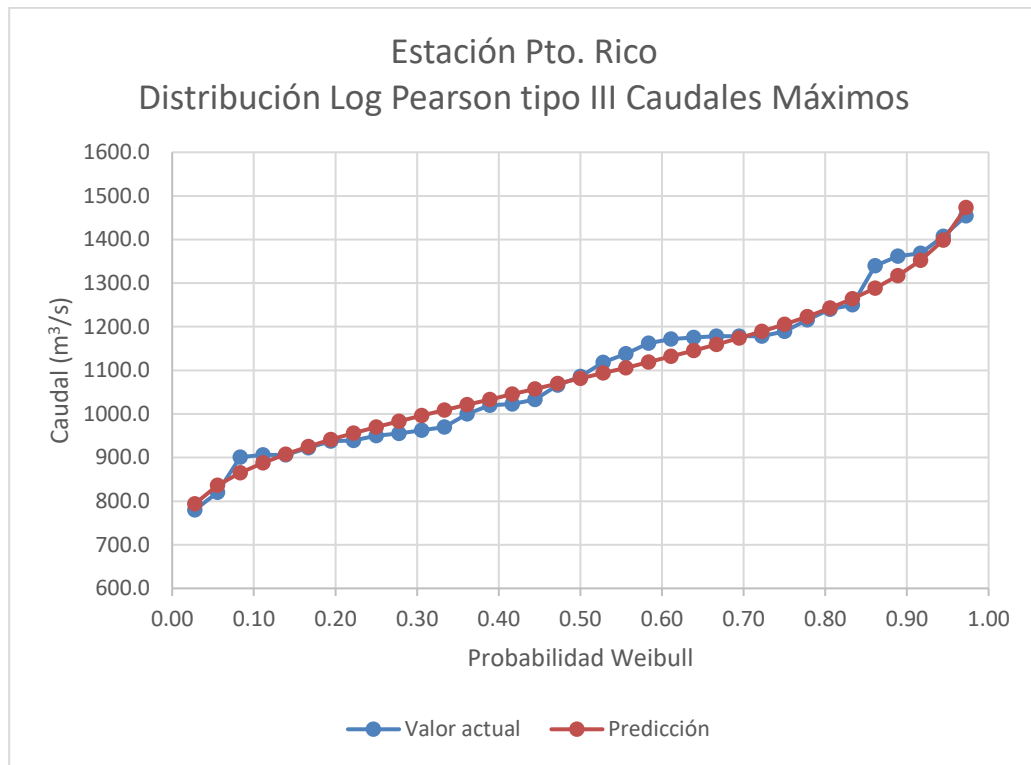
Distribución	Desv. Estándar Promedio	Caudal Tr=1.5 (m ³ /s)	Caudal Tr=2.4 (m ³ /s)
Normal	39.2	385.3	470.3
Log normal 2 Parámetros	36.4	373.5	450.7
Log normal 3 Parámetros	37.4	375.8	456.1
Pearson tipo III	39.5	369.6	445.4
Log Pearson tipo III	38.5	374.6	460.2
Gumbel	38.5	369.1	453.9

ANEXO 4.4.

DISTRIBUCIONES PARA EL MÉTODO ESTADÍSTICO ESTACIÓN PTO. RICO



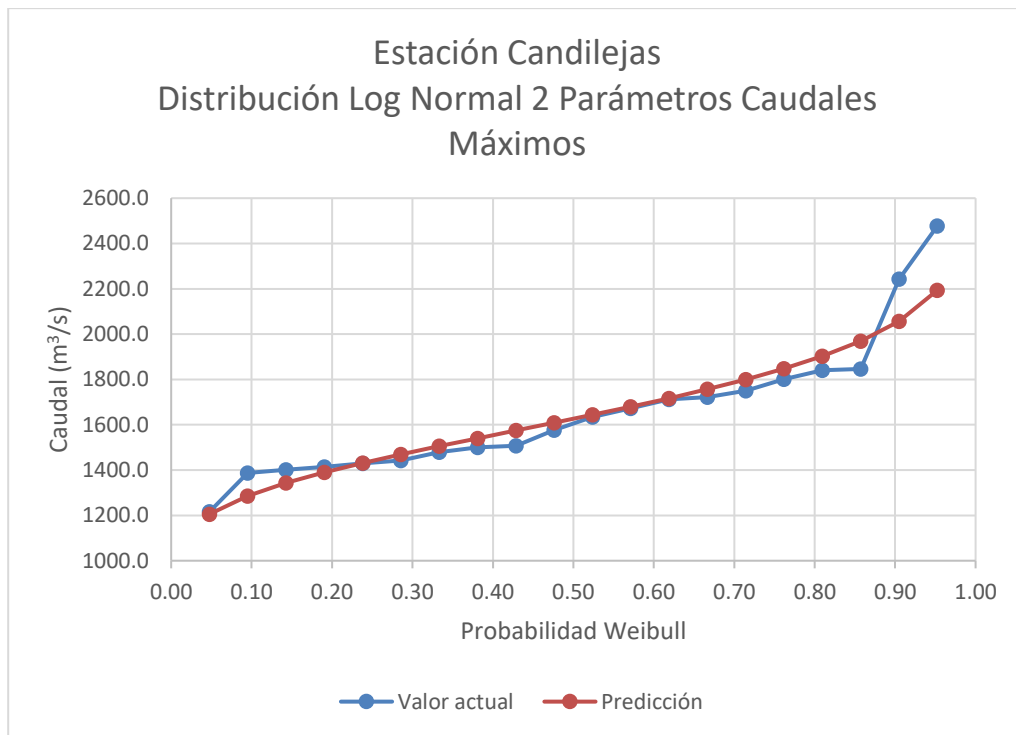
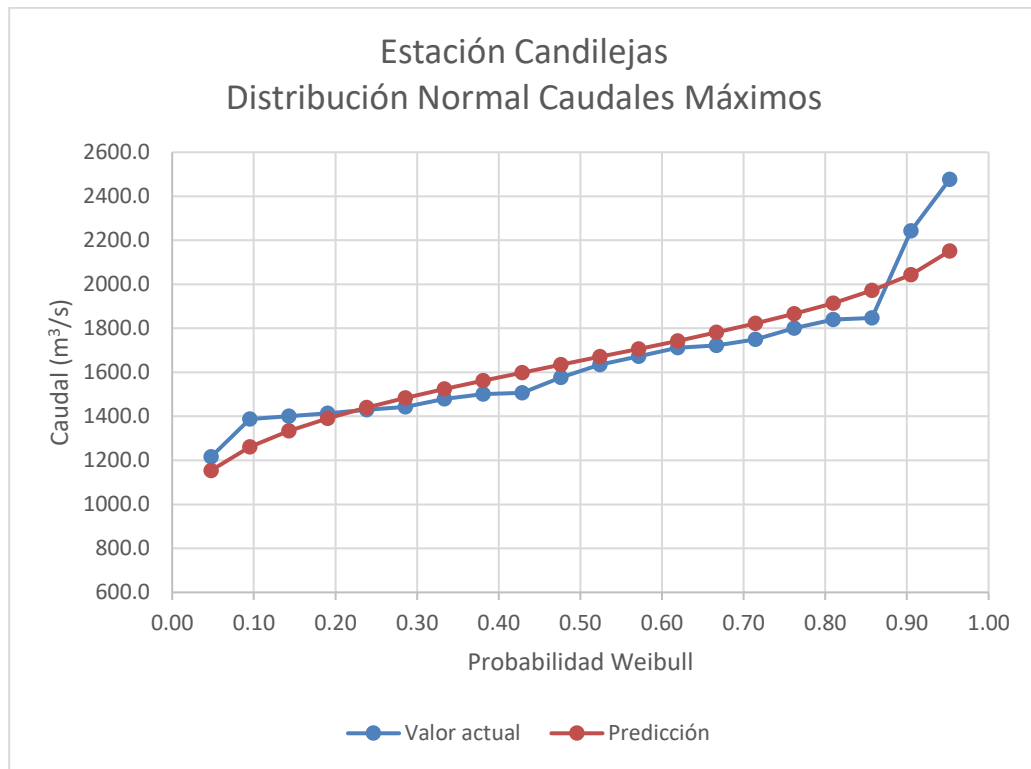


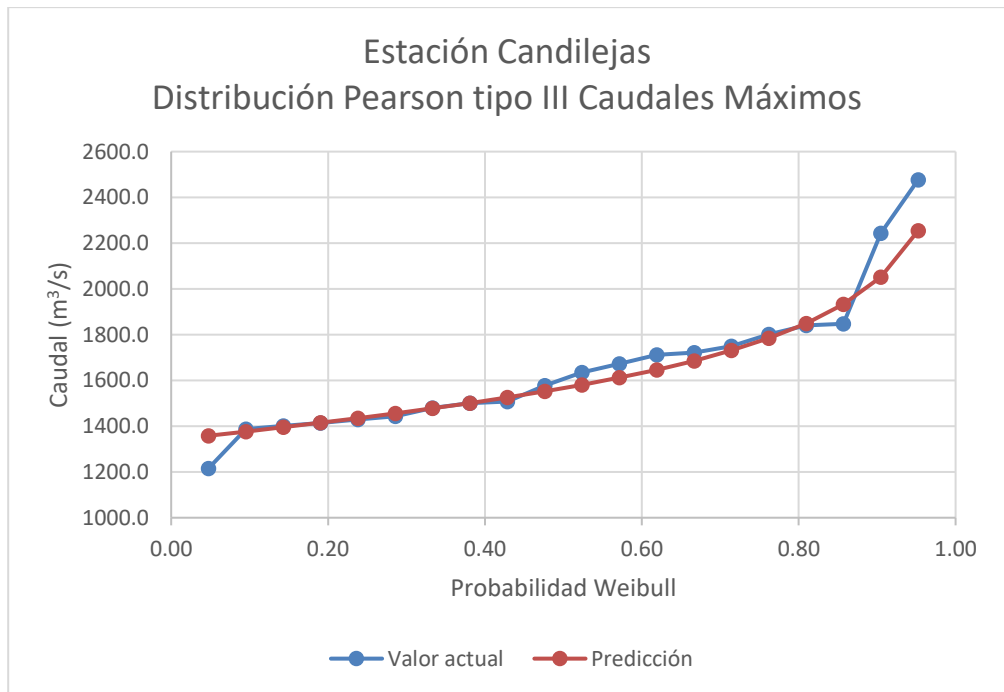
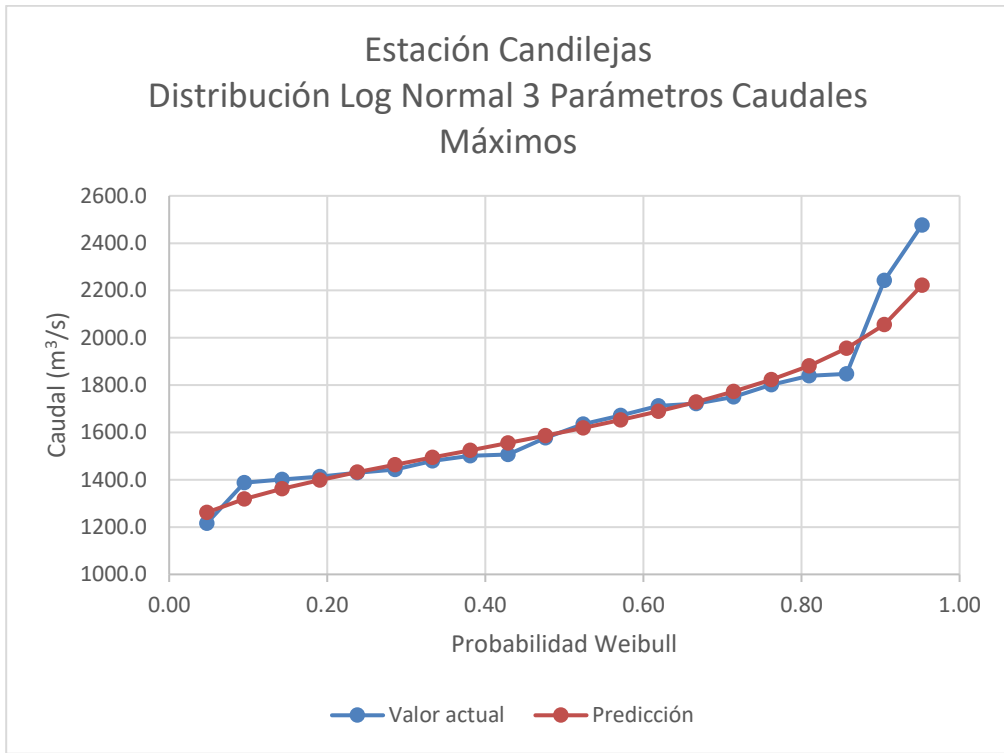


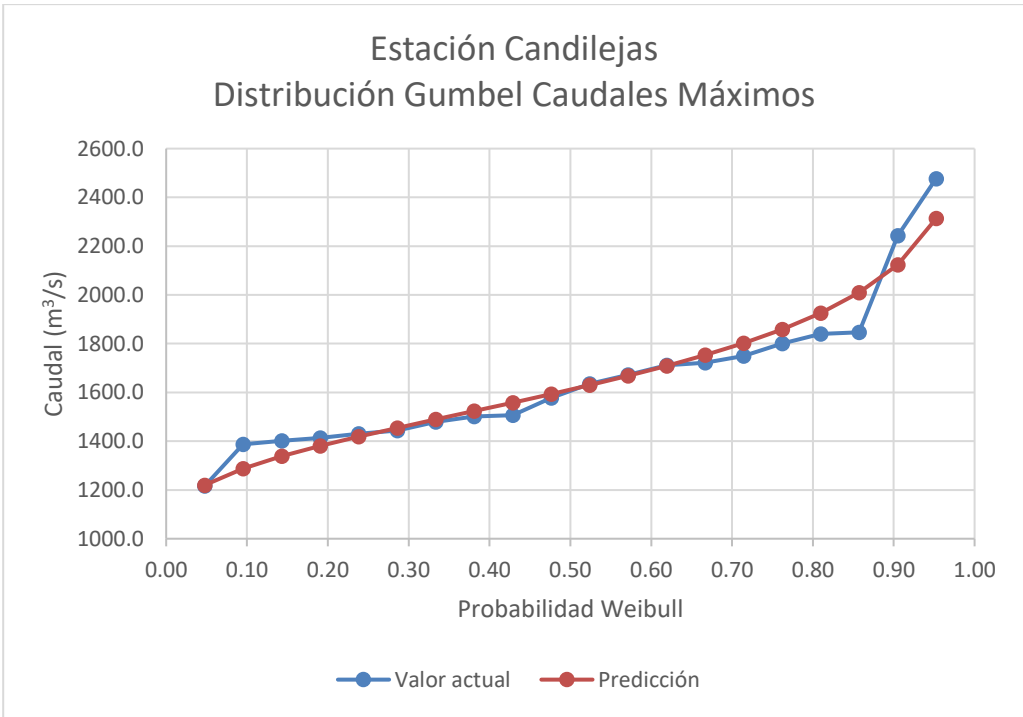
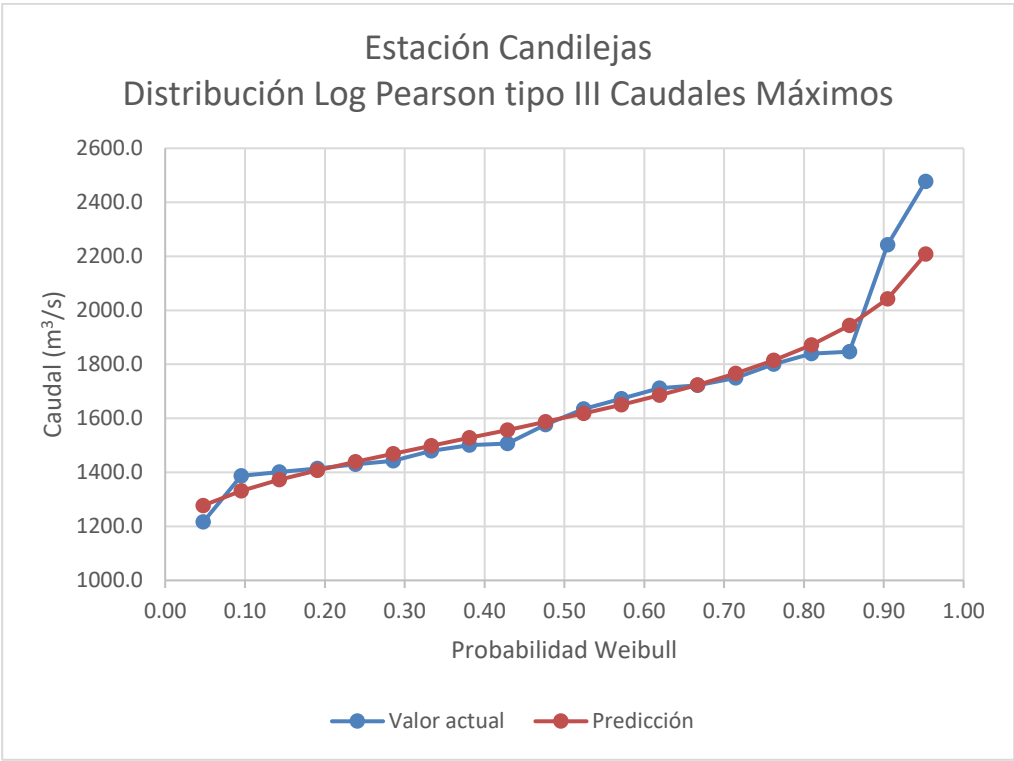
Distribución	Desv. estándar Promedio	Caudal Tr=1.5 (m ³ /s)	Caudal Tr=2.4 (m ³ /s)
Normal	38.1	1020.3	1130.3
Log normal 2 Parámetros	34.4	1010.8	1117.0
Log normal 3 Parámetros	36.0	1014.6	1122.8
Pearson tipo III	36.1	1012.4	1120.1
Log Pearson tipo III	37.0	1008.7	1118.5
Gumbel	35.6	1008.7	1104.7

ANEXO 4.5.

DISTRIBUCIONES PARA EL MÉTODO ESTADÍSTICO ESTACIÓN CANDILEJAS



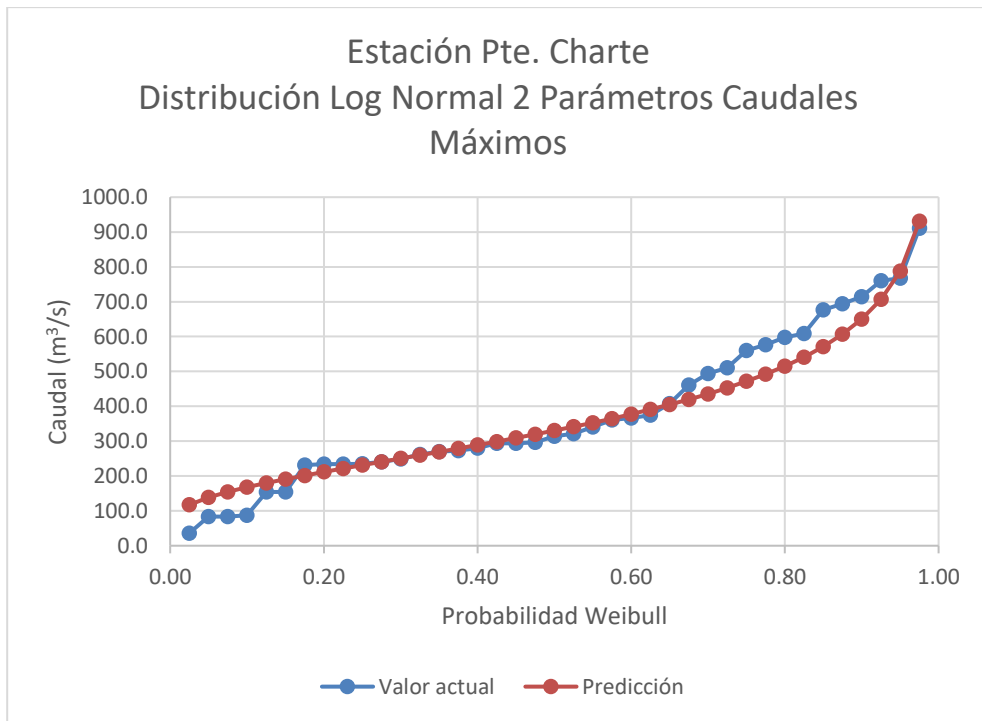
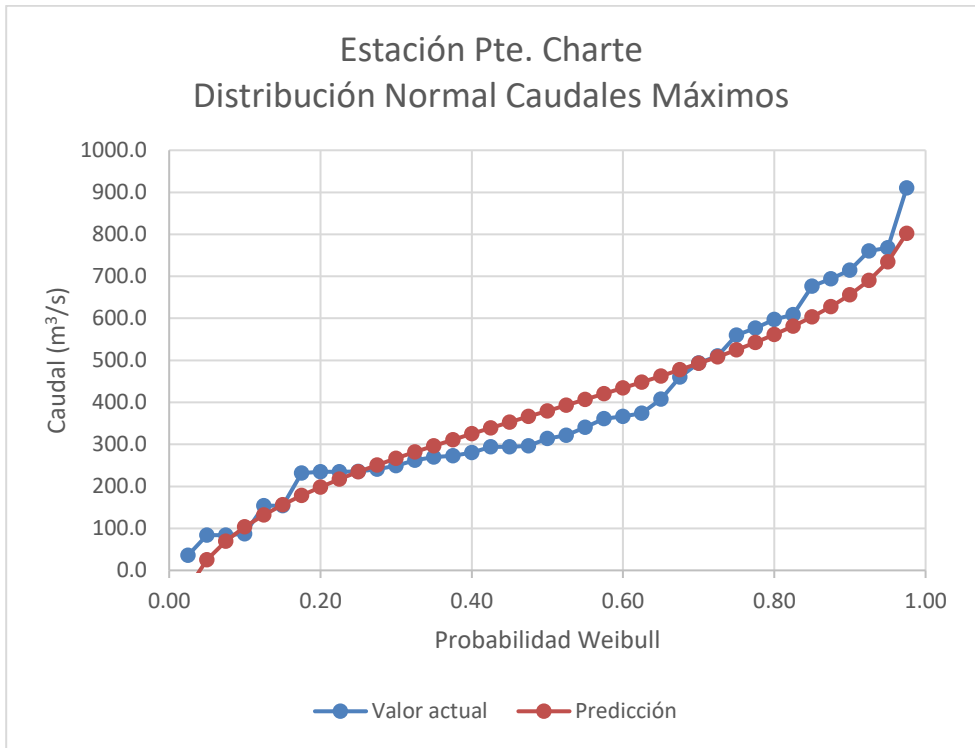


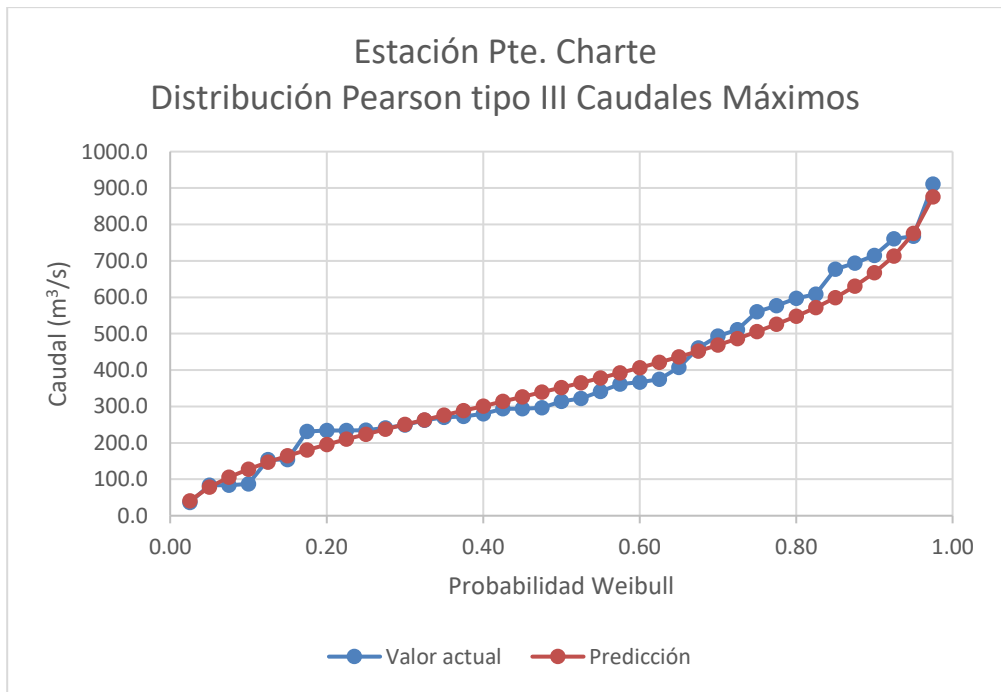
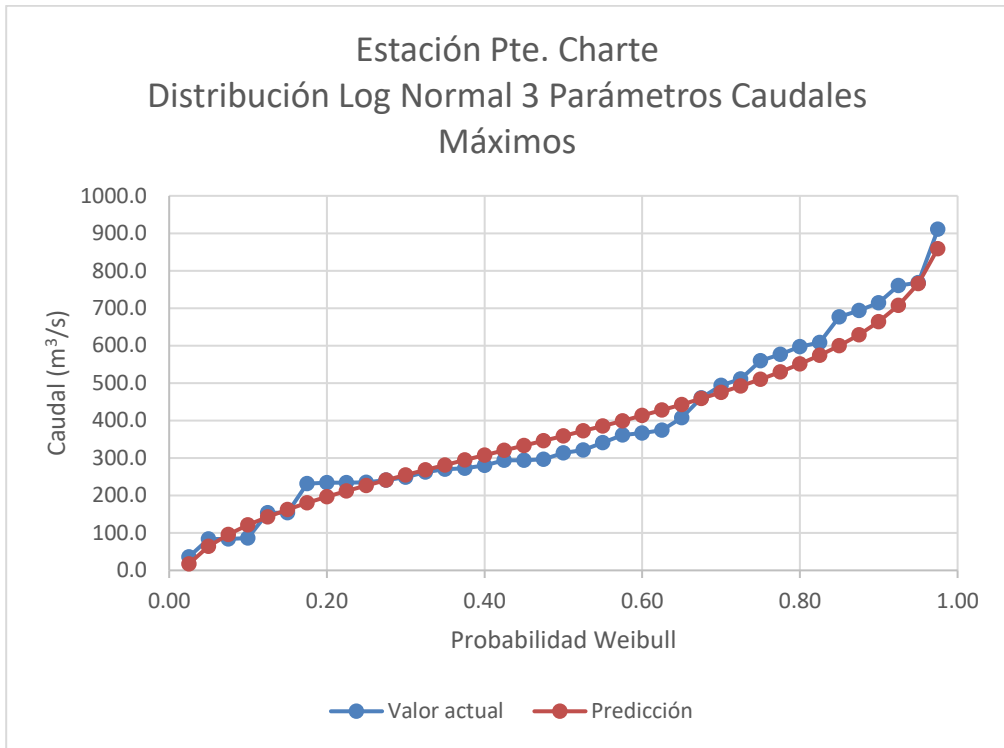


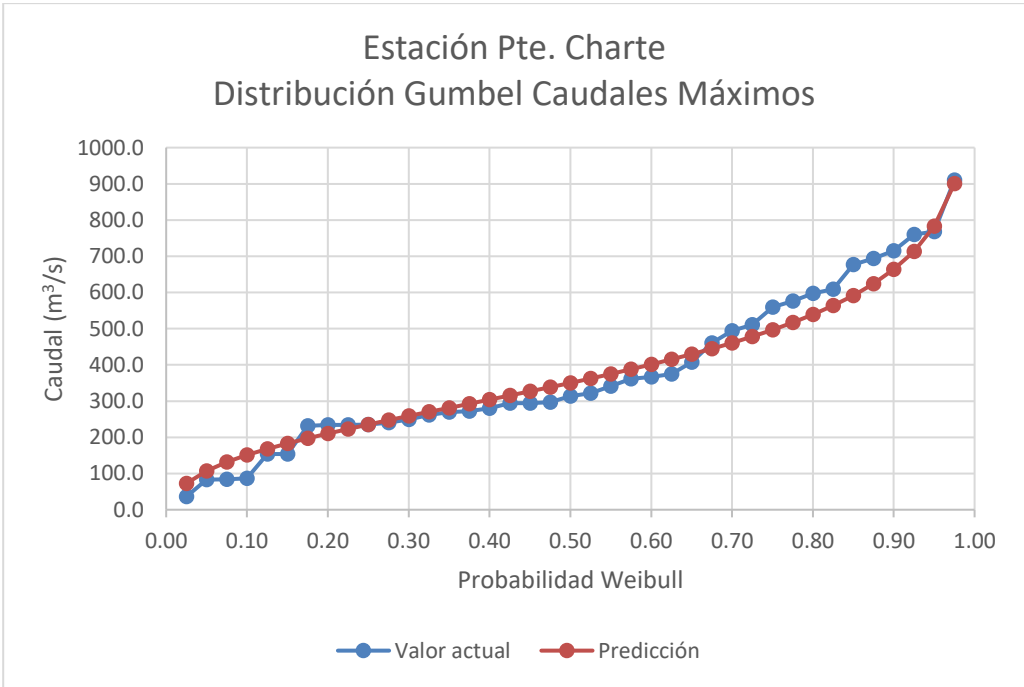
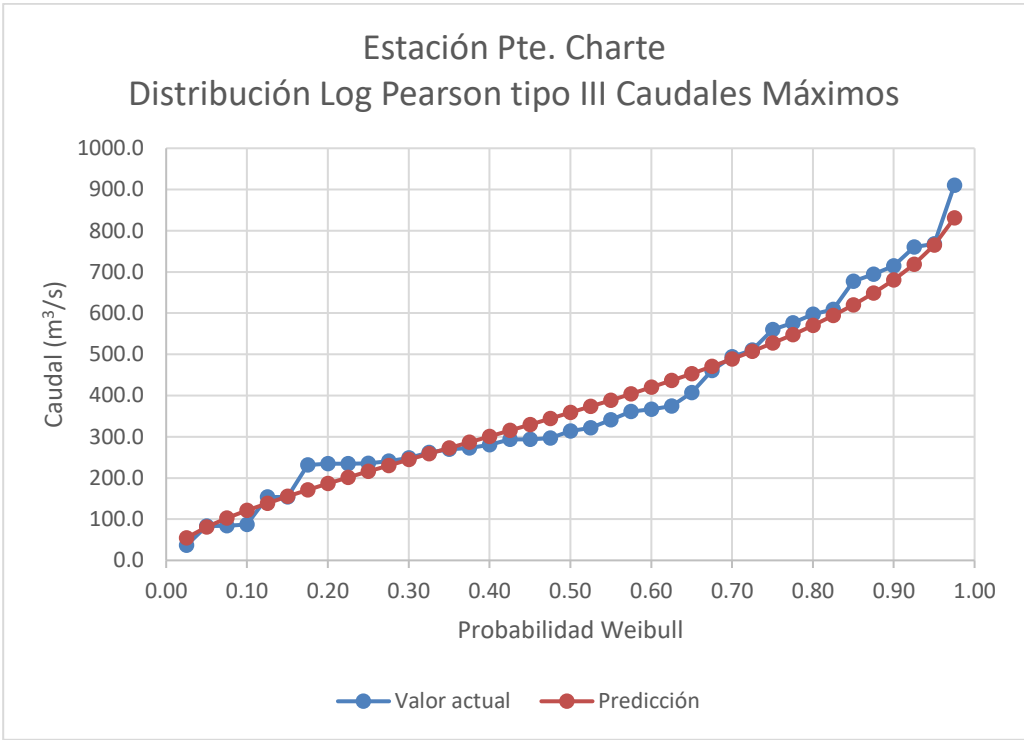
Distribución	Desv. estándar Promedio	Caudal Tr=1.5 (m ³ /s)	Caudal Tr=2.4 (m ³ /s)
Normal	86.3	1523.8	1715.2
Log normal 2 Parámetros	78.4	1505.3	1688.5
Log normal 3 Parámetros	86.8	1494.1	1661.4
Pearson tipo III	105.2	1477.8	1620.0
Log Pearson tipo III	77.5	1498.4	1658.6
Gumbel	84.2	1489.1	1677.4

ANEXO 4.6.

DISTRIBUCIONES PARA EL MÉTODO ESTADÍSTICO ESTACIÓN PTE. CHARTE







Distribución	Desv. Estandar Promedio	Caudal Tr=1.5 (m ³ /s)	Caudal Tr=2.4 (m ³ /s)
Normal	45.5	286.7	424.8
Log normal 2 Parámetros	47.3	262.9	368.8
Log normal 3 Parámetros	43.5	272.5	403.9
Pearson tipo III	44.5	267.3	396.8
Log Pearson tipo III	50.6	263.1	409.1
Gumbel	42.2	273.7	392.0

ANEXO 5.

**REGISTRO HISTÓRICO DE CAUDALES
DIARIOS ESTACIONES EVALUADAS (ver
CD)**

ANEXO 6.

**AFOROS SÓLIDOS ESTACIONES
EVALUADAS**

ANEXO 6.1.
AFOROS SOLIDOS ESTACIÓN PTE.
ABADÍA

No.	FECHA	NIVEL	CAUDAL	GASTO	GASTO	CONCENTRACION	CONCENTRACION
	aammdd	(cms)	LIQUIDO	SOLIDO	SOLIDO	MEDIA	SUPERFICIAL
			(m ³ /s)	(Kg/s)	(Ton/año)	(Kg/m ³)	(Kg/m ³)
1	19950215	415	11.19	0.672	21192	0.06	0.041
2	20030815	239	99.256	6.716	211796	0.068	0.071
3	20070126	120	1.52	0.195	6150	0.042	0.04
4	20070515	198	57.413	2.592	81741	0.045	0.04

ANEXO 6.2.
AFOROS SOLIDOS ESTACIÓN PTO.
ANGOSTURAS

FECHA	NIVEL	CAUDAL	GASTO	GASTO	CONCENTRACION	CONCENTRACION
		LIQUIDO	SOLIDO	SOLIDO	MEDIA	SUPERFICIAL
aammdd	(cms)	(m ³ /s)	(Kg/s)	(Ton/año)	(Kg/m ³)	(Kg/m ³)
19920313	466	274.87	197.489	6228013	0.718	0.651
19920407	330	49.05	11.034	347968	0.225	0.216
19920827	362	96.22	7.729	243742	0.08	0.071
19921003	342	59.85	3.097	97667	0.052	0.033
19921212	352	74.63	6.614	208579	0.086	0.089
19930224	300	36.18	0.344	10848	0.01	0.046
19930325	382	121.02	137.077	4322860	1.133	1.131
19931025	322	73.25	3.097	97667	0.042	0.054
19931220	312	53.21	2.889	91108	0.054	0.05
19940402	439	352.31	611.397	19281016	1.735	1.52
19940620	345	90.16	10.265	323717	0.114	0.091
19941103	320	92.72	12.016	378937	0.13	0.11
19950412	321	76.2	10.409	328258	0.137	0.154
19950711	335	143.19	23.009	725612	0.161	0.134
19950927	268	52.62	2.04	64333	0.039	0.03
19960502	317	131.29	20.897	659008	0.159	0.203
19960525	324	104.1	10.81	340904	0.104	0.122
19960623	368	189.7	22.386	705965	0.118	0.11
19960727	328	113.65	9.897	312112	0.087	0.055
19960825	283	122.65	23.093	728261	0.188	0.19
19960925	259	81.23	14.865	468783	0.183	0.067
19961026	269	72.19	8.389	264556	0.116	0.126
19961122	269	56.7	6.555	206718	0.116	0.146
19961210	303	105.06	35.536	1120663	0.338	0.359
19970126	240	37.3	2.19	69064	0.059	0.035
19970223	322	108.75	20.793	655728	0.191	0.138
19970320	298	113.95	10.974	346076	0.096	0.101
19970820	361	169.92	31.98	1008521	0.188	0.126
19970928	340	102.17	34.054	1073927	0.333	0.228
19971020	294	54.99	2.076	65469	0.038	0.025
19971127	261	37.15	4.44	140020	0.12	0.017
19971204	265	47.67	1.462	46106	0.031	0.02
19971216	281	31.49	0.126	3974	0.004	0.009
20030428	240	86.497	15.27	481555	0.177	0.074
20030723	250	97.695	14.814	467174	0.152	0.082
20030819	245	78.843	2.571	81079	0.033	0.017

FECHA	NIVEL	CAUDAL	GASTO	GASTO	CONCENTRACION	CONCENTRACION
		LIQUIDO	SOLIDO	SOLIDO	MEDIA	SUPERFICIAL
aammdd	(cms)	(m ³ /s)	(Kg/s)	(Ton/año)	(Kg/m ³)	(Kg/m ³)
20030924	261	82.721	4.801	151404	0.058	0.007
20031128	270	110.49	20.511	646835	0.186	0.173
20040129	210	25.63	23.514	741538	0.917	0.843
20041001	300	168.315	45.529	1435803	0.27	0.363
20041210	232	60.463	44.631	1407483	0.738	0.426
20050712	228	71.299	2.411	76033	0.034	0.033
20050917	258	99.818	9.918	312774	0.099	0.085
20060501	242	85.672	5.372	169411	0.063	0.054
20060830	246	83.098	14.424	454875	0.174	0.065
20061115	308	223.998	80.851	2549717	0.361	0.133
20070302	166	23.178	0.184	5803	0.008	0.016
20070415	222	84.884	1.981	62473	0.023	0.015
20070621	245	120.872	3.492	110124	0.029	0.018
20070928	203	65.374	1.248	39357	0.019	0.022
20071017	208	74.342	0.956	30148	0.013	0.008
20080225	185	43.423	0.9	28382	0.021	0.022
20080524	232	112.128	14.214	448253	0.127	0.079
20080829	195	62.45	0.892	28130	0.014	0.018
20081128	198	75.308	3.694	116494	0.049	0.036
20090604	210	83.554	23.364	736807	0.28	0.22
20090916	170	64.406	24.536	773767	0.381	0.486
20091201	168	51.417	3.159	99622	0.061	0.069
20100312	168	58.556	6.071	191455	0.104	0.044
20100505	211	123.512	5.067	159793	0.041	0.041
20100720	205	119.486	14.144	446045	0.118	0.084
20101015	164	50.935	1.153	36361	0.023	0.02
20110417	269	272.274	186.654	5886321	0.686	0.686
20110621	201	125.331	20.8	655949	0.166	0.172
20110721	205	134.448	17.155	541000	0.128	0.124
20110820	211	123.552	17.632	556043	0.143	0.093
20120608	217	119.625	8.587	270800	0.072	0.081
20121018	209	158.675	196.59	6199662	1.239	0.63
20130808	207	117.01	17.122	539959	0.146	0.136
20131024	196	126.131	5.771	181994	0.046	0.034

ANEXO 6.3.

AFOROS SOLIDOS ESTACIÓN PTO. RICO

No.	FECHA	NIVEL	CAUDAL	GASTO	GASTO	CONCENTRACION	CONCENTRACION
	aammdd	(cms)	LIQUIDO	SOLIDO	SOLIDO	MEDIA	SUPERFICIAL
			(m ³ /s)	(Kg/s)	(Ton/año)	(Kg/m ³)	(Kg/m ³)
1	20070228	128	72.931	6.638	209336	0.091	0.07
2	20070419	324	537.027	124.813	3936103	0.232	0.176

ANEXO 6.4.
AFOROS SOLIDOS ESTACIÓN
CANDILEJAS

No.	FECHA	NIVEL	CAUDAL	GASTO	GASTO	CONCENTRACION	CONCENTRACION
	aammdd	(cms)	LIQUIDO	SOLIDO	SOLIDO	MEDIA	SUPERFICIAL
			(m ³ /s)	(Kg/s)	(Ton/año)	(Kg/m ³)	(Kg/m ³)
1	19800714	618	834.186	460.161	14511637	0.552	0.412
2	19800717	614	1088.018	686.326	21643977	0.631	0.426
3	19801004	587	710.908	334.009	10533308	0.47	0.277
4	19801006	570	541.345	342.33	10795719	0.632	0.197
5	19820818	535	609.9	303.148	9560075	0.497	0.441
6	19830329	300	295.86	38.632	1218299	0.131	0.117
7	19830713	520	1305.97	1546.628	48774461	1.184	0.839
8	19830919	430	800.17	319.54	10077013	0.399	0.194
9	19840429	401	649.25	451.332	14233206	0.695	0.446
10	19840513	407	614.75	208.39	6571787	0.339	0.155
11	19840912	377	504.69	211.3	6663557	0.419	0.117
12	19841112	398	596.18	107.952	3404374	0.181	0.18
13	19850323	197	72.85	1.292	40745	0.018	0.023
14	19850723	443	856.12	813.249	25646620	0.95	0.682
15	19850804	499	1276.47	182.658	5760303	0.143	0.169
16	19851220	392	220.91	12.409	391330	0.056	0.016
17	19860508	408	672.79	149.127	4702869	0.222	0.191
18	19860726	559	1626.22	773.634	24397322	0.476	0.518
19	19860912	415	754.4	152.809	4818985	0.203	0.111
20	19861027	450	907.88	233.464	7362521	0.257	0.184
21	19861112	432	843.47	168.837	5324444	0.2	0.137
22	19861211	390	660.72	121.848	3842599	0.184	0.149
23	19870226	260	212.84	20.048	632234	0.094	0.09
24	19870304	258	198.09	17.025	536900	0.086	0.123
25	19870411	327	548.4	161.265	5085653	0.294	0.279
26	19870610	405	853.21	178.647	5633812	0.209	0.159
27	19870726	445	1000.24	198.771	6268442	0.199	0.185
28	19870924	336	585.49	202.309	6380017	0.346	1.179
29	19871129	289	428.09	109.515	3453665	0.256	0.275
30	19871210	340	585.84	241.339	7610867	0.412	0.321
31	19880728	458	1118.14	1984.416	62580543	1.775	1.495
32	19880930	354	688.3	296.924	9363795	0.431	0.338
33	19881024	400	823.87	303.735	9578587	0.369	0.435
34	19890224	232	230.56	176.74	5573673	0.767	0.766
35	19890601	455	1133.56	327.885	10340181	0.289	0.303
36	19890724	407	848.88	931.54	29377045	1.097	1.329

No.	FECHA	NIVEL	CAUDAL	GASTO	GASTO	CONCENTRACION	CONCENTRACION
	aammdd	(cms)	LIQUIDO	SOLIDO	SOLIDO	MEDIA	SUPERFICIAL
			(m ³ /s)	(Kg/s)	(Ton/año)	(Kg/m ³)	(Kg/m ³)
37	19890902	416	978.1	629.4	19848758	0.643	0.437
38	19891105	353	575.2	251.6	7934458	0.437	0.264
39	19891217	224	190	23.26	733527	0.122	0.136
40	19900228	190	149.3	14.65	462002	0.098	0.089
41	19900420	400	865.14	387.4	12217046	0.448	0.419
42	19900613	463	1247.65	1184.767	37362812	0.95	1.024
43	19900721	432	1122	999.2	31510771	0.89	0.849
44	19900907	323	613.5	503.5	15878376	0.821	0.819
45	19901015	280	361	160.7	5067835	0.445	0.186
46	19901118	335	599.6	392.7	12384187	0.655	0.478
47	19910205	174	68.92	3.98	125513	0.058	0.034
48	19910323	205	125.72	50.133	1580994	0.399	1.09
49	19960506	402	943.96	748.706	23611192	0.793	0.972
50	19971009	349	597.22	288.869	9109773	0.484	0.49

ANEXO 6.5.

AFOROS SOLIDOS ESTACIÓN PTE.

CHARTE

No.	FECHA	NIVEL	CAUDAL	GASTO	GASTO	CONCENTRACION	CONCENTRACION
			LIQUIDO	SOLIDO	SOLIDO	MEDIA	SUPERFICIAL
	aammdd	(cms)	(m ³ /s)	(Kg/s)	(Ton/año)	(Kg/m ³)	(Kg/m ³)
1	20060228	122	19.865	0.752	23715	0.038	0.026
2	20110405	93	22.779	1.498	47241	0.066	0.052
3	20110604	105	162.128	20.614	650083	0.127	0.177
4	20110822	75	84.254	21.874	689818	0.26	0.217
5	20111011	78	86.69	10.658	336111	0.123	0.117
6	19801209	110	23.38	0.509	16052	0.022	0.013
7	19810306	134	45.93	5.302	167204	0.115	0.084
8	19820326	102	23.52	0.677	21350	0.029	0.03
9	19830220	55	11.84	0.813	25639	0.069	0.058
10	19830428	175	95.68	83.137	2621808	0.869	0.622
11	19830621	172	87.03	54.912	1731705	0.631	0.529
14	19840205	49	19.71	1.299	40965	0.066	0.057
15	19840414	54	18.63	1.239	39073	0.066	0.054
16	19840801	143	96.49	15.752	496755	0.163	0.128
17	19841005	124	70.47	6.961	219522	0.099	0.086
18	19850506	82	34.95	2.114	66667	0.06	0.041
19	19850722	124	115.49	12.272	387010	0.106	0.117
20	19851001	95	60.63	3.807	120058	0.063	0.052
21	19851126	83	42.54	4.003	126239	0.094	0.068
22	19860226	89	53.1	22.794	718832	0.429	1286
23	19860804	125	125.98	15.186	478906	0.121	0.103
24	19860925	126	114.4	25.251	796316	0.221	0.222
25	19861116	98	66.35	4.872	153643	0.073	0.05
26	19870218	40	19.43	0.479	15106	0.025	0.029
27	19870508	95	67.94	21.893	690418	0.322	0.288
28	19870903	96	85.3	20.774	655129	0.244	0.095
29	19871008	96	79.07	8.417	265439	0.106	0.138
30	19871119	66	36.24	1.43	45096	0.039	0.043
31	19880427	28	11.66	0.38	11984	0.033	0.023
32	19880725	126	135.04	123.064	3880946	0.911	2008
33	19880921	107	89.91	13.556	427502	0.151	0.119
34	19881129	92	45.42	4.175	131663	0.092	0.118
35	19890704	105	88.89	16.006	504765	0.18	0.223
36	19890831	101	63.13	6.542	206309	0.104	0.122
37	19891113	65	35.53	3.321	104731	0.093	0.074
38	19891216	64	41.16	2.318	73100	0.056	0.027

No.	FECHA	NIVEL	CAUDAL	GASTO	GASTO	CONCENTRACION	CONCENTRACION
			LIQUIDO	SOLIDO	SOLIDO	MEDIA	SUPERFICIAL
	aammdd	(cms)	(m ³ /s)	(Kg/s)	(Ton/año)	(Kg/m ³)	(Kg/m ³)
39	19900224	31	14.64	0.453	14286	0.031	0.03
40	19900507	94	65.61	9.471	298677	0.144	0.249
41	19910608	80	47.58	6.187	195113	0.103	0.057
42	19910710	115	97.06	27.337	862100	0.282	0.267
43	19911109	78	88.08	40.783	1286133	0.463	0.287
45	19920920	58	60.13	10.563	333115	0.176	0.257
46	19921127	41	36.84	2.592	81741	0.07	0.06
48	19930831	63	79.85	25.103	791648	0.314	0.171
49	19931115	47	47.1	10.379	327312	0.22	0.254
50	19940520	95	144.22	153.714	4847525	1066	0.914
51	19940829	98	171.49	85.206	2687056	0.497	0.467
52	19941112	31	48.24	3.779	119175	0.048	0.114
53	19950416	36	27.05	4.405	138916	0.163	0.121
54	19950806	57	74.67	21.885	690165	0.293	0.261
55	19970629	145	69.814	5.637	177768	0.081	0.049
56	19970629	145	69.814	5.637	177768	0.081	0.049
57	19970918	97	87.472	55.078	1736940	0.63	0.555
58	19970918	97	87.472	55.078	1736940	0.63	0.555
59	19971118	97	87.412	55.078	1736940	0.63	0.555
60	19980211	45	9.391	0.735	23179	0.078	0.119
61	19980211	45	9.391	0.735	23179	0.078	0.119
62	19980508	85	107.901	28.362	894424	0.263	0.279
63	19980508	85	107.901	28.362	894424	0.263	0.279
64	19981103	54	60.587	4.725	149008	0.078	0.074
65	19990320	47	34.806	2.003	63167	0.058	0.051
66	19990512	80	92.338	22.655	714448	0.245	0.266
67	19990924	80	109.664	27.048	852986	0.247	0.161
68	20040327	154	24.504	1.835	57869	0.075	0.464
69	20040824	210	56.791	12.851	405269	0.226	0.264
70	20040927	105	186.102	9.493	299371	0.051	0.041
71	20050411	98	47.406	61.466	1938392	1297	1468
72	20050618	74	71.676	3.769	118859	0.053	0.079
73	20051101	80	94.337	5.991	188932	0.064	0.059
74	20060228	122	19.865	0.752	23715	0.038	0.026
75	20061118	71	84.126	3.21	101231	0.038	0.031
76	20070321	50	10.887	0.285	8988	0.026	0.059

No.	FECHA	NIVEL	CAUDAL	GASTO	GASTO	CONCENTRACION	CONCENTRACION
	aammdd	(cms)	LIQUIDO	SOLIDO	SOLIDO	MEDIA	SUPERFICIAL
			(m ³ /s)	(Kg/s)	(Ton/año)	(Kg/m ³)	(Kg/m ³)
77	20070616	182	120.147	68.947	2174313	0.574	0.612
78	20070811	155	88.694	6.367	200790	0.072	0.079
79	20071127	65	43.276	1.35	42574	0.031	0.031
80	20080309	65	8.599	0.473	14917	0.055	0.05
83	20081028	29	61.758	10.817	341125	0.175	0.174
84	20090217	5	12.839	0.663	20908	0.052	0.021
85	20090726	48	57.416	9.679	305237	0.169	0.148
86	20091020	44	61.479	10.622	334975	0.173	0.171
87	20100308	110	57.088	66.833	2107645	1171	0.879
88	20100501	41	44.906	4.013	126554	0.089	0.054
89	20100726	94	135.443	59.947	1890489	0.443	0.198
90	20100920	52	59.157	4.193	132230	0.071	0.05
91	20101102	56	50.653	9.028	284707	0.178	0.054
92	20110405	93	22.779	1.498	47241	0.066	0.052
93	20110604	105	162.128	20.614	650083	0.127	0.177
94	20110822	75	84.254	21.874	689818	0.26	0.217
95	20111011	78	86.69	10.658	336111	0.123	0.117
97	20121120	105	46.302	15.317	483037	0.331	0.207
98	20130916	147	116.616	63.861	2013920	0.548	0.416
99	20131126	112	36.83	3.462	109178	0.094	0.07
100	20140522	69	71.577	17.772	560458	0.248	0.269
101	20140915	93	89.134	14.133	445698	0.159	0.168

ANEXO 7.
ANÁLISIS DE FRECUENCIAS
ESTACIONES

ANEXO 7.1.
ANÁLISIS DE FRECUENCIAS ESTACIÓN
PTE. ABADÍA

n	Intervalo		No. ocurrencias	Acumulado Ocurrencias	%t Q>Q*	Frecuencia	Qs (ton/dia)	Específica (ton/dia/km2)	Qs*Fr
1	606.20	586.11	1	1	0.03%	0.20	1826	18	362.7
2	586.11	566.01	0	1	0.03%	0.19	1775	17	340.5
3	566.01	545.92	0	1	0.03%	0.19	1723	17	318.9
4	545.92	525.83	0	1	0.03%	0.18	1672	16	297.9
5	525.83	505.73	0	1	0.03%	0.17	1619	16	277.6
6	505.73	485.64	0	1	0.03%	0.16	1567	15	258.0
7	485.64	465.55	1	2	0.07%	0.32	1514	15	477.9
8	465.55	445.45	1	3	0.10%	0.45	1461	14	661.8
9	445.45	425.36	1	4	0.14%	0.58	1407	14	811.6
10	425.36	405.27	1	5	0.17%	0.69	1353	13	929.3
11	405.27	385.17	2	7	0.24%	0.91	1298	12	1186.5
12	385.17	365.08	1	8	0.27%	0.99	1243	12	1230.6
13	365.08	344.99	4	12	0.41%	1.40	1187	11	1665.9
14	344.99	324.89	15	27	0.92%	2.97	1131	11	3362.1
15	324.89	304.80	14	41	1.39%	4.24	1074	10	4547.7
16	304.80	284.71	13	54	1.83%	5.21	1016	10	5293.4
17	284.71	264.61	30	84	2.85%	7.53	957	9	7211.5
18	264.61	244.52	22	106	3.59%	8.79	898	9	7886.9
19	244.52	224.43	30	136	4.61%	10.35	837	8	8662.8
20	224.43	204.33	35	171	5.80%	11.84	776	7	9189.8
21	204.33	184.24	51	222	7.53%	13.86	713	7	9890.1
22	184.24	164.15	69	291	9.86%	16.19	649	6	10516.4
23	164.15	144.05	88	379	12.85%	18.51	584	6	10810.8
24	144.05	123.96	153	532	18.03%	22.35	517	5	11558.7
25	123.96	103.87	227	759	25.73%	26.72	448	4	11969.3
26	103.87	83.77	276	1035	35.08%	29.39	376	4	11055.6
27	83.77	63.68	351	1386	46.98%	29.92	301	3	9007.2
28	63.68	43.59	344	1730	58.64%	25.56	221	2	5656.2
29	43.59	23.49	493	2223	75.36%	17.70	134	1	2371.7
30	23.49	3.40	727	2950	100.00%	3.40	28	0	94.8

ANEXO 7.2.

ANÁLISIS DE FRECUENCIAS ESTACIÓN

ALTO COROZAL

n	Intervalo		No. ocurrencias	Acumulado Ocurrencias	%t Q>Q*	Frecuencia	Qs (ton/dia)	Específica (ton/dia/km2)	Qs*Fr
1	202.70	195.99	1	1	0.04%	0.08	750	22	59.0
2	195.99	189.27	0	1	0.04%	0.08	729	21	55.4
3	189.27	182.56	0	1	0.04%	0.07	708	20	51.8
4	182.56	175.85	0	1	0.04%	0.07	687	20	48.4
5	175.85	169.13	1	2	0.08%	0.14	665	19	90.3
6	169.13	162.42	2	4	0.16%	0.26	644	18	167.8
7	162.42	155.71	0	4	0.16%	0.25	622	18	155.5
8	155.71	148.99	2	6	0.24%	0.36	600	17	215.3
9	148.99	142.28	0	6	0.24%	0.34	578	17	198.0
10	142.28	135.57	3	9	0.36%	0.49	556	16	272.1
11	135.57	128.85	2	11	0.44%	0.57	534	15	303.4
12	128.85	122.14	7	18	0.72%	0.88	511	15	450.5
13	122.14	115.43	2	20	0.80%	0.93	488	14	451.9
14	115.43	108.71	5	25	1.00%	1.09	465	13	506.7
15	108.71	102.00	5	30	1.20%	1.23	441	13	541.7
16	102.00	95.29	11	41	1.64%	1.57	418	12	654.4
17	95.29	88.57	17	58	2.33%	2.06	394	11	811.0
18	88.57	81.86	20	78	3.13%	2.56	369	11	945.5
19	81.86	75.15	29	107	4.29%	3.23	344	10	1110.7
20	75.15	68.43	35	142	5.70%	3.90	319	9	1244.1
21	68.43	61.72	56	198	7.94%	4.90	294	8	1438.8
22	61.72	55.01	44	242	9.71%	5.34	267	8	1427.3
23	55.01	48.29	125	367	14.72%	7.11	240	7	1709.8
24	48.29	41.58	163	530	21.26%	8.84	213	6	1882.6
25	41.58	34.87	230	760	30.49%	10.63	185	5	1962.2
26	34.87	28.15	339	1099	44.08%	12.41	155	4	1925.8
27	28.15	21.44	491	1590	63.78%	13.67	124	4	1700.8
28	21.44	14.73	385	1975	79.22%	11.67	92	3	1069.7
29	14.73	8.01	268	2243	89.97%	7.21	56	2	403.3
30	8.01	1.30	250	2493	100.00%	1.30	13	0	16.6

ANEXO 7.3.

ANÁLISIS DE FRECUENCIAS ESTACIÓN

PTO. ANGOSTURAS

n	Intervalo		No. ocurrencias	Acumulado Ocurrencias	%t Q>Q*	Frecuencia	Qs (ton/dia)	Específica (ton/dia/km2)	Qs*Fr
1	803.80	777.24	1	1	0.01%	0.11	110689	450	12541.1
2	777.24	750.68	2	3	0.04%	0.33	102272	416	33574.4
3	750.68	724.12	0	3	0.04%	0.32	94225	383	29838.4
4	724.12	697.56	0	3	0.04%	0.31	86547	352	26401.5
5	697.56	671.00	0	3	0.04%	0.29	79232	322	23249.8
6	671.00	644.44	0	3	0.04%	0.28	72277	294	20369.4
7	644.44	617.88	0	3	0.04%	0.27	65678	267	17746.8
8	617.88	591.32	1	4	0.06%	0.34	59431	242	20491.4
9	591.32	564.76	1	5	0.07%	0.41	53532	218	22035.4
10	564.76	538.20	3	8	0.12%	0.63	47976	195	30111.4
11	538.20	511.64	3	11	0.16%	0.82	42759	174	35079.7
12	511.64	485.08	7	18	0.26%	1.27	37876	154	48208.2
13	485.08	458.52	7	25	0.36%	1.67	33322	135	55680.5
14	458.52	431.96	11	36	0.52%	2.27	29092	118	65947.7
15	431.96	405.40	9	45	0.66%	2.66	25182	102	66966.4
16	405.40	378.84	21	66	0.96%	3.64	21585	88	78671.6
17	378.84	352.28	30	96	1.40%	4.93	18295	74	90191.8
18	352.28	325.72	45	141	2.06%	6.69	15307	62	102477.6
19	325.72	299.16	47	188	2.74%	8.20	12614	51	103417.4
20	299.16	272.60	74	262	3.82%	10.41	10210	41	106293.9
21	272.60	246.04	114	376	5.48%	13.49	8086	33	109043.6
22	246.04	219.48	165	541	7.89%	17.31	6236	25	107930.5
23	219.48	192.92	221	762	11.11%	21.43	4650	19	99644.9
24	192.92	166.36	355	1117	16.28%	27.09	3320	13	89927.2
25	166.36	139.80	525	1642	23.94%	33.46	2235	9	74787.1
26	139.80	113.24	807	2449	35.70%	40.43	1384	6	55946.7
27	113.24	86.68	1123	3572	52.07%	45.13	753	3	34006.0
28	86.68	60.12	1481	5053	73.66%	44.28	328	1	14515.3
29	60.12	33.56	1344	6397	93.25%	31.29	87	0	2723.2
30	33.56	7.00	441	6838	99.68%	6.98	2	0	17.2

ANEXO 7.4.
ANÁLISIS DE FRECUENCIAS ESTACIÓN
PTO. RICO

n	Intervalo		No. ocurrencias	Acumulado Ocurrencias	%t Q>Q*	Frecuencia	Qs (ton/dia)	Específica (ton/dia/km2)	Qs*Fr
1	1454.00	1406.58	3	3	0.02%	0.35	44375	74	15368.4
2	1406.58	1359.16	7	10	0.08%	1.12	42194	70	47068.2
3	1359.16	1311.74	14	24	0.20%	2.58	40048	67	103479.0
4	1311.74	1264.32	11	35	0.29%	3.63	37939	63	137790.7
5	1264.32	1216.90	23	58	0.48%	5.79	35866	60	207769.1
6	1216.90	1169.48	34	92	0.76%	8.83	33832	56	298752.9
7	1169.48	1122.06	34	126	1.03%	11.60	31835	53	369403.7
8	1122.06	1074.64	66	192	1.58%	16.93	29878	50	505965.9
9	1074.64	1027.22	62	254	2.08%	21.41	27961	47	598759.8
10	1027.22	979.80	80	334	2.74%	26.86	26084	43	700610.1
11	979.80	932.38	97	431	3.54%	32.98	24251	40	799839.9
12	932.38	884.96	135	566	4.65%	41.11	22460	37	923337.3
13	884.96	837.54	172	738	6.06%	50.73	20714	34	1050835.2
14	837.54	790.12	219	957	7.85%	62.06	19014	32	1179997.1
15	790.12	742.70	272	1229	10.09%	74.92	17361	29	1300593.7
16	742.70	695.28	339	1568	12.87%	89.48	15756	26	1409858.6
17	695.28	647.86	392	1960	16.09%	104.22	14203	24	1480215.1
18	647.86	600.44	477	2437	20.00%	120.10	12702	21	1525465.1
19	600.44	553.02	543	2980	24.46%	135.26	11255	19	1522407.0
20	553.02	505.60	630	3610	29.63%	149.80	9866	16	1478001.1
21	505.60	458.18	713	4323	35.48%	162.57	8537	14	1387809.9
22	458.18	410.76	851	5174	42.47%	174.43	7271	12	1268231.0
23	410.76	363.34	844	6018	49.39%	179.46	6071	10	1089586.4
24	363.34	315.92	857	6875	56.43%	178.26	4943	8	881240.4
25	315.92	268.50	897	7772	63.79%	171.27	3893	6	666694.3
26	268.50	221.08	870	8642	70.93%	156.81	2926	5	458770.2
27	221.08	173.66	809	9451	77.57%	134.71	2052	3	276396.4
28	173.66	126.24	825	10276	84.34%	106.47	1284	2	136724.4
29	126.24	78.82	1074	11350	93.15%	73.42	643	1	47190.6
30	78.82	31.40	834	12184	100.00%	31.40	166	0	5218.8

ANEXO 7.5.

ANÁLISIS DE FRECUENCIAS ESTACIÓN

CANDILEJAS

n	Intervalo		No. ocurrencias	Acumulado Ocurrencias	%t Q>Q*	Frecuencia	Qs (ton/dia)	Específica (ton/dia/km2)	Qs*Fr
1	2477.00	2396.73	2	2	0.03%	0.74	226777	238	168822.6
2	2396.73	2316.47	1	3	0.05%	1.08	213117	224	230010.5
3	2316.47	2236.20	1	4	0.06%	1.39	199842	210	277612.3
4	2236.20	2155.93	6	10	0.16%	3.35	186953	196	625964.9
5	2155.93	2075.67	7	17	0.26%	5.48	174454	183	956024.8
6	2075.67	1995.40	6	23	0.36%	7.13	162347	171	1157132.3
7	1995.40	1915.13	7	30	0.47%	8.92	150634	158	1344080.8
8	1915.13	1834.87	10	40	0.62%	11.40	139319	146	1588023.6
9	1834.87	1754.60	26	66	1.03%	17.98	128405	135	2309323.0
10	1754.60	1674.33	41	107	1.66%	27.82	117894	124	3280191.2
11	1674.33	1594.07	32	139	2.16%	34.41	107790	113	3709224.8
12	1594.07	1513.80	51	190	2.95%	44.67	98097	103	4381891.2
13	1513.80	1433.53	79	269	4.18%	59.89	88819	93	5319210.4
14	1433.53	1353.27	99	368	5.72%	77.34	79959	84	6184132.3
15	1353.27	1273.00	121	489	7.59%	96.68	71521	75	6914389.8
16	1273.00	1192.73	216	705	10.95%	130.59	63511	67	8293976.5
17	1192.73	1112.47	202	907	14.09%	156.70	55933	59	8764821.8
18	1112.47	1032.20	254	1161	18.03%	186.11	48792	51	9080905.3
19	1032.20	951.93	354	1515	23.53%	223.98	42095	44	9428276.7
20	951.93	871.67	334	1849	28.72%	250.30	35848	38	8972821.6
21	871.67	791.40	395	2244	34.85%	275.80	30057	32	8289802.1
22	791.40	711.13	468	2712	42.12%	299.52	24731	26	7407293.9
23	711.13	630.87	500	3212	49.88%	314.70	19878	21	6255612.4
24	630.87	550.60	520	3732	57.96%	319.12	15509	16	4949319.3
25	550.60	470.33	480	4212	65.41%	307.66	11635	12	3579796.2
26	470.33	390.07	518	4730	73.46%	286.54	8271	9	2370006.6
27	390.07	309.80	390	5120	79.52%	246.34	5434	6	1338493.3
28	309.80	229.53	464	5584	86.72%	199.05	3145	3	625939.3
29	229.53	149.27	580	6164	95.73%	142.89	1435	2	204988.5
30	149.27	69.00	275	6439	100.00%	69.00	351	0	24232.1

ANEXO 7.6.
ANÁLISIS DE FRECUENCIAS ESTACIÓN
PTE. CHARTE

n	Intervalo		No. ocurrencias	Acumulado Ocurrencias	%t Q>Q*	Frecuencia	Qs (ton/dia)	Especifica (ton/dia/km2)	Qs*Fr
1	910.50	880.16	1	1	0.01%	0.06	91978	252	5946.0
2	880.16	849.81	0	1	0.01%	0.06	86386	237	5392.0
3	849.81	819.47	1	2	0.01%	0.12	80949	222	9744.5
4	819.47	789.13	0	2	0.01%	0.12	75669	208	8771.5
5	789.13	758.78	2	4	0.03%	0.22	70546	194	15726.5
6	758.78	728.44	0	4	0.03%	0.21	65582	180	14035.3
7	728.44	698.10	1	5	0.04%	0.26	60779	167	15581.8
8	698.10	667.75	2	7	0.05%	0.34	56137	154	19272.7
9	667.75	637.41	0	7	0.05%	0.33	51658	142	16929.2
10	637.41	607.07	2	9	0.07%	0.40	47344	130	18998.9
11	607.07	576.72	1	10	0.07%	0.42	43197	119	18298.1
12	576.72	546.38	3	13	0.10%	0.52	39219	108	20460.3
13	546.38	516.04	0	13	0.10%	0.49	35410	97	17447.6
14	516.04	485.69	3	16	0.12%	0.57	31774	87	18136.0
15	485.69	455.35	5	21	0.15%	0.70	28313	78	19885.4
16	455.35	425.01	8	29	0.21%	0.91	25029	69	22657.9
17	425.01	394.66	11	40	0.29%	1.16	21925	60	25421.5
18	394.66	364.32	14	54	0.40%	1.44	19003	52	27458.5
19	364.32	333.98	13	67	0.49%	1.64	16267	45	26734.4
20	333.98	303.63	10	77	0.57%	1.72	13720	38	23559.4
21	303.63	273.29	31	108	0.79%	2.17	11366	31	24639.0
22	273.29	242.95	29	137	1.01%	2.44	9209	25	22512.7
23	242.95	212.60	44	181	1.33%	2.83	7255	20	20505.0
24	212.60	182.26	60	241	1.77%	3.23	5509	15	17772.7
25	182.26	151.92	72	313	2.30%	3.49	3978	11	13893.3
26	151.92	121.57	215	528	3.88%	4.71	2671	7	12592.9
27	121.57	91.23	424	952	6.99%	6.38	1599	4	10197.4
28	91.23	60.89	1105	2057	15.11%	9.20	776	2	7136.8
29	60.89	30.54	2629	4686	34.42%	10.51	226	1	2375.9
30	30.54	0.20	8929	13615	100.00%	0.20	0	0	0.0