



**MEJORAMIENTO DE LA RED HIDROMÉTRICA EXISTENTE EN LA
CUENCA DEL RÍO SIECHA, MUNICIPIO DE GUASCA,
DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA**

**PROYECTO DE GRADO
ESPECIALIZACIÓN EN RECURSOS HIDRÁULICOS Y MEDIO
AMBIENTE**

PROPONENTES

**BENJAMÍN ENRIQUE RODRÍGUEZ AMAYA
IVÁN RODRIGO NARVÁEZ SABOGAL**

BOGOTÁ, FEBRERO DE 2018

**TRABAJO DE GRADO PRESENTADO COMO REQUISITO
PARCIAL PARA OPTAR EL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN
RECURSOS HIDRÁULICOS Y MEDIO AMBIENTE**

**BENJAMÍN ENRIQUE RODRÍGUEZ AMAYA
IVÁN RODRIGO NARVÁEZ SABOGAL**

**DIRECTOR
ING. HÉCTOR MATAMOROS RODRÍGUEZ**

**ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA
“JULIO GARAVITO”**

**ESPECIALIZACIÓN EN RECURSOS HIDRÁULICOS Y MEDIO
AMBIENTE**

BOGOTÁ, FEBRERO DE 2018

NOTA DE ACEPTACIÓN

El trabajo de grado titulado “**MEJORAMIENTO DE LA RED HIDROMÉTRICA EXISTENTE EN LA CUENCA DEL RÍO SIECHA, MUNICIPIO DE GUASCA, DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA**”, presentado por **BENJAMÍN ENRIQUE RODRÍGUEZ AMAYA** e **IVÁN RODRIGO NARVÁEZ SABOGAL**, en cumplimiento del requisito parcial para optar el título de **ESPECIALISTA EN RECURSOS HIDRÁULICOS Y MEDIO AMBIENTE**, fue aprobado por el director del trabajo, **ING. HÉCTOR MATAMOROS RODRÍGUEZ**.

Firma Director

Nota

Bogotá, Febrero de 2018.

TABLA DE CONTENIDO

1. DEFINICIONES	12
2. RESUMEN.....	14
3. INTRODUCCIÓN.....	15
4. OBJETIVOS.....	16
4.1. GENERAL	16
4.2. ESPECÍFICOS	16
5. MARCO TEÓRICO	18
5.1. MORFOMETRÍA	18
5.2. DESCRIPCIÓN	18
5.2.1. Área (A)	19
5.2.2. Perímetro (P)	19
5.2.3. Altitud Media (H)	19
5.2.4. Curva Hipsométrica	20
5.2.5. Pendiente Promedio (Sc).....	21
5.2.6. Longitud del cauce principal (Lp)	22
5.2.7. Orden de Corriente	22
5.2.8. Longitud de la Red Hídrica (Lh)	23
5.2.9. Pendiente promedio de la red Hídrica	23
5.2.10. Tiempo de Concentración (Tc)	23
5.2.11. Pendiente del Cauce Principal (Pm)	25
5.2.12. Coeficiente de masividad (K _m).....	25
5.2.13. Factor de forma (K _f).....	26
5.2.14. Coeficiente Orográfico (Co)	26
5.2.15. Índice de compacidad o de GRAVELIUS (K _c)	27
5.2.16. Densidad de drenaje (D _d)	27
5.2.17. Sinuosidad (S _i).....	28
5.3. CRITERIO OMM	29
5.4. CRITERIO VELIKANOFF M. A., IVANOFF P. V.	30
5.5. CRITERIO KARASIOV I.F.....	31
5.6. CRITERIO OTRAS METODOLOGÍAS.....	38
6. DESCRIPCIÓN BÁSICA DE LA CUENCA DEL RÍO SIECHA.....	40
6.1. SÍNTESIS CARTOGRÁFICA	41
6.2. CÁLCULO DE PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS	43
6.2.1. Área	43
6.2.2. Perímetro	44
6.2.3. Altitud Media	44
6.2.4. Curva Hipsométrica	44

6.2.5.	Pendiente Promedio	45
6.2.6.	Longitud del Cauce Principal	46
6.2.7.	Orden de Corriente	46
6.2.8.	Longitud Red Hídrica	47
6.2.9.	Pendiente Promedio de la Red Hídrica.....	48
6.2.10.	Tiempo de concentración	48
6.2.11.	Pendiente del Cauce Principal.....	49
6.2.12.	Coeficiente de Masividad.....	50
6.2.13.	Factor de Forma	50
6.2.14.	Coeficiente Orográfico	51
6.2.15.	Índice de Compacidad	51
6.2.16.	Densidad de Drenaje	51
6.2.17.	Sinuosidad.....	51
6.3.	RESUMEN DE PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS	52
6.4.	SÍNTESIS DE LA CUENCA EN ESTUDIO.....	53
6.5.	OTRAS METODOLOGÍAS.....	53
6.5.1.	Criterio OMM	53
6.5.2.	Criterio VELIKANOFF M. A., IVANOFF P. V.	54
6.6.	INFORMACIÓN HIDROMETEOROLÓGICA.....	55
6.7.	CARACTERIZACIÓN PLUVIOMÉTRICA.....	57
6.8.	TEMPERATURA	63
6.9.	HUMEDAD RELATIVA.....	64
6.10.	EVAPORACIÓN.....	65
6.11.	BRILLO SOLAR	66
7.	CAUDALES MÍNIMOS, MEDIOS Y MÁXIMOS CARACTERÍSTICOS EN LA CUENCA DEL RÍO SIECHA.....	67
7.1.	INFORMACIÓN BÁSICA ANTECEDENTE	69
7.1.1.	Estación Santo Domingo	70
7.1.2.	Estación San Isidro.....	70
7.2.	ESTADÍSTICA DATOS HIDROLÓGICOS.....	71
7.3.	METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DE FRECUENCIAS	72
7.4.	RESULTADOS OBTENIDOS DE CAUDALES EXTREMOS PARA DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO.....	75
7.5.	CONSTRUCCIÓN DE LA CURVA DE GASTO RED DE ESTACIONES HIDROLÓGICAS CORPOGUAVIO.....	77
7.5.1.	Información Suministrada Por CORPOGUAVIO.....	77
7.5.2.	Áreas Aferentes a las Estaciones Hidrométricas	88
7.5.3.	Cálculo de la Escorrentía.....	90
8.	CRITERIOS PARA LA INSTALACIÓN ÓPTIMA DE ESTACIONES.....	96

8.1.	CLASIFICACIÓN DE LA RED.....	96
8.2.	ANÁLISIS PREVIOS A LA ESTIMACIÓN DE LA DENSIDAD ÓPTIMA...	96
8.3.	ESTIMACIÓN DE LA DENSIDAD ÓPTIMA DE ESTACIONES HIDROLÓGICAS DE REGIMEN GENERAL EN LA CUENCA DEL RÍO SIECHA.	98
8.3.1.	Estimación del Criterio del Gradiente en Términos de área Y Longitud	98
8.4.	NÚMERO ÓPTIMO DE ESTACIONES DE RÉGIMEN GENERAL.	103
8.5.	ESTIMACIÓN DE LA DENSIDAD ÓPTIMA DE ESTACIONES HIDROLÓGICAS DE REGIMEN ESPECÍFICO EN LA CUENCA DEL RÍO SIECHA.....	104
8.5.1.	Número de Orden de la Cuenca.....	104
8.5.2.	Estimación del Coeficiente de Bifurcación (Rb).....	105
8.5.3.	Elaboración de la Curva $n=f(Q)$	106
8.5.4.	Definición del Error de Medición	107
8.5.5.	Cálculo De k	107
8.5.6.	Cálculo de Sk.....	107
8.5.7.	Número Óptimo de Estaciones de Régimen Específico	108
8.6.	OPTIMIZACIÓN RED HIDROMÉTRICA CUENCA DEL RÍO SIECHA...	108
8.7.	PROPUESTA RED OPTIMIZADA.....	111
8.7.1.	Cuenca Alta y Media del río Siecha.....	112
8.7.2.	Cuenca del río Chipatá	114
8.7.3.	Cuenca baja del río Siecha.....	116
8.7.4.	Resumen Número de Estaciones Hidrológicas Propuesta Red Optimizada.....	118
8.7.5.	COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	120
9.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	121
9.1.	GENERALES	121
9.2.	DE LA METODOLOGÍA DE KARASIOV	121
9.3.	DEL CRITERIO DEL ÁREA DEL RÉGIMEN GENERAL.....	122
9.4.	DEL CRITERIO DE LA LONGITUD DEL RÉGIMEN GENERAL.....	122
9.5.	DEL CRITERIO DEL RÉGIMEN ESPECÍFICO.....	122
9.6.	DEL NÚMERO ÓPTIMO DE ESTACIONES.....	123
10.	BIBLIOGRAFIA.....	125
11.	ANEXOS	126

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Curva Hipsométrica.....	21
Figura 2. Distribución de Estaciones en la Cuenca.	40
Figura 3. Delimitación Cuenca río Siecha a Partir de las curvas de nivel.	41
Figura 4. Ráster de elevación a Partir del perímetro de la cuenca.....	42
Figura 5. Delimitación de Subcuencas a Partir de la hidrología de la cuenca.	42
Figura 6. Curva Hipsométrica y Frecuencia de Altitudes.....	44
Figura 7. Modelo Digital de Elevación ArcGis.	45
Figura 8. Modelo Digital Número de Orden en ArcGis.	46
Figura 9. Modelo Digital Número de Orden en ArcGis.	47
Figura 10. Salida información Longitud de la Red ArcGis.	47
Figura 11. Cálculo Tiempo de Concentración.	49
Figura 12. Perfil Longitudinal río Siecha.....	49
Figura 13. VALORES TOTALES MENSUALES DE PRECIPITACIÓN (mm).....	57
Figura 14. VALORES MÁXIMOS MENSUALES DE PRECIPITACIÓN EN 24 Hrs. (mm).....	58
Figura 15. VALORES No DIAS MENSUALES DE PRECIPITACIÓN.....	59
Figura 16. VALORES TOTALES MENSUALES DE PRECIPITACIÓN (mm).....	59
Figura 17. VALORES MÁXIMOS MENSUALES DE PRECIPITACIÓN EN 24 Hrs. (mm).....	60
Figura 18. VALORES No DIAS MENSUALES DE PRECIPITACIÓN.....	61
Figura 19. VALORES TOTALES MENSUALES DE TEMPERATURA (°C).....	63
Figura 20. VALORES MAX MENSUALES DE TEMPERATURA (°C)	63
Figura 21. VALORES MIN MENSUALES DE TEMPERATURA (°C)	64
Figura 22. VALORES MENSUALES DE HUMEDAD RELATIVA (%)	65
Figura 23. VALORES MENSUALES DE EVAPORACIÓN (mm).....	65
Figura 24. VALORES MENSUALES DE BRILLO SOLAR (Horas).....	66
Figura 25. Distribución de Estaciones y delimitación Subcuencas.....	67
Figura 26. Distribución de Gumbel de Caudales máximos Estación Santo Domingo.	73
Figura 27. Distribución de Gumbel de Caudales máximos Estación Santo Isidro. 74	74
Figura 28. Caudales Máximos Esperados Estación Santo Domingo 2120799	75
Figura 29. Caudales Máximos Esperados Estación Santo Isidro 2120798	76
Figura 30. Archivo Formato Excel de Niveles Diarios.	78
Figura 31. Formato “Registros Horarios de Niveles”	78
Figura 32. Formatos Registro Aforos.	79
Figura 33. Cartera de aforos.	79
Figura 34. HIDROTOPOGRAFIA.	79
Figura 35. Resumen de aforos líquidos.....	80
Figura 36. Formato registros históricos de niveles.....	80
Figura 37. Sección transversal - Estación 20201031 Quebrada Salitre.	81
Figura 38. Tramo de mira de un metro – Estación 20201031 Quebrada Salitre. ..	82

Figura 39. Caudal estimado. Método AREA Vs VELOCIDAD - Estación 20201031 Quebrada Salitre.	82
Figura 40. Velocidad Vs Profundidad del Aforo.....	84
Figura 41. Curva de Calibración estación río Chipatá Cuenca Baja - 20201082 ..	84
Figura 42. Fotografía Estación 20201081 – río Chipatá Cuenca Alta.	85
Figura 43. Fotografía Estación 20201084 – Quebrada Uval.	85
Figura 44. Fotografía Estación 20201011 - Chiguanos Cuenca Alta.....	86
Figura 45. Fotografía Estación 20201012 - Chiguanos Cuenca Media.	86
Figura 46. Fotografía Estación 20201031 – Quebrada Salitre.	87
Figura 47. Fotografía Estación 20201082 – Chipatá Cuenca Baja.....	87
Figura 48. Distribución Espacial Áreas de Drenaje estaciones limnimétricas – CAR.	89
Figura 49. Distribución Espacial Áreas de Drenaje estaciones limnimétricas – CORPOGUAVIO.	90
Figura 50. Distribución espacial de la Escorrentía Media – Cuenca del río Siecha.	97
Figura 51. Función de correlación espacial – Ríos Cuenca de río Siecha.	102
Figura 52. Función de correlación espacial – Río Subcuenca Siecha.....	102
Figura 53. Función de correlación espacial – Río Subcuenca Chipatá.	103
Figura 54. Función $n=f(Q_{med})$ - Cuenca río Siecha.....	106
Figura 55. Función $n=f(Q_{med})$ - Cuenca río Chipatá.	107
Figura 56. Ubicación espacial estaciones existente – Subcuencas del río Siecha y Chipatá.	110
Figura 57. Estaciones Hidrológicas Existentes En La Cuenca Alta Del Río Siecha.	112
Figura 58. Estaciones San Isidro, acueducto Salitre – Santa Lucía y Usuarios. .	114
Figura 59. Estaciones Q uval, Q. Piñuela y Unión río Siecha.....	115
Figura 60. Estaciones Santo Domingo y Usuarios.	116
Figura 61. Cuenca baja río Siecha y Usuarios.	117
Figura 62. Estación propuesta en zona de control.	118
Figura 63. Red Hidrométrica propuesta para la Cuenca del río Siecha.	119

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Valores de longitud del Cauce Principal.....	22
Tabla 2. Clases y Valores de Masividad	26
Tabla 3. Metodologías propuestas.	29
Tabla 4. Densidad Mínima Recomendada para Estaciones de tipo Fluvial.....	30
Tabla 5. Otros autores y Metodologías	39
Tabla 6. Cuadro de Cálculo de Áreas	43
Tabla 7. Cálculo de Pendiente Promedio	45
Tabla 8. Número de Orden y Longitud de la Red	48
Tabla 9. Pendiente promedio de la Red Hídrica.....	48
Tabla 10. Pendiente Estimada Por Cada Tramo.....	50
Tabla 11. Resumen de Parámetros Morfométricos	52
Tabla 12. Estaciones IDEAM.....	55
Tabla 13. Estaciones CAR	56
Tabla 14. Estaciones CORPOGUAVIO.....	56
Tabla 15. Precipitación y Número de Días con Lluvia	61
Tabla 16. Precipitación y Número de Días con Lluvia	62
Tabla 17. Caudales Máximos, Medios y Mínimos Mensuales Multianuales Estación Santo Domingo – periodo 1973 - 2014.....	69
Tabla 18. Caudales Máximos, Medios y Mínimos Mensuales Multianuales Estación San Isidro – periodo 1973 – 2014	69
Tabla 19. Caudales Máximos Anuales (1973-2014). Estación Santo Domingo. ...	70
Tabla 20. Caudales Máximos Anuales (1970-2014). Estación Santo Isidro.....	71
Tabla 21. Parámetros estadísticos. Estación Santo Domingo.....	72
Tabla 22. Parámetros estadísticos. Estación Santo Isidro.	72
Tabla 23. Cuadro Ajuste de Distribuciones Estación Santo Domingo 2120799	75
Tabla 24. Cuadro Ajuste de Distribuciones Estación Santo Isidro 2120798.....	75
Tabla 25. Caudales Máximos Esperados Estación Santo Domingo 2120799.....	76
Tabla 26. Caudales Máximos Esperados Estación Santo Isidro 2120798	76
Tabla 27. Catálogo de estaciones Cuenca del río Siecha - CORPOGUAVIO.....	78
Tabla 28. Resultado Comparativo Entre el Caudal Aforado Vs El Caudal Estimado por el Método Área Velocidad.	82
Tabla 29. Relación Áreas De Drenaje Hasta el Sitio de Ubicación de Cada Estación Limnimétrica	88
Tabla 30. Serie de Caudales Mensuales Multianuales Estación Santo Domingo – periodo 1973 – 2014.	91
Tabla 31. Serie de Caudales Mensuales Multianuales Estación San Isidro – periodo 1970 – 2014.	92
Tabla 32. Serie de Caudales Mensuales Multianuales Estación 20201011 - Chiguanos Cuenca Alta. – Río Siecha – periodo (2013-2017).....	93
Tabla 33. Serie de Caudales Mensuales Multianuales Estación 20201012 - Chiguanos Cuenca Media. – Río Siecha – periodo (2013-2017)	93
Tabla 34. Serie de Caudales Mensuales Multianuales Estación 20201031 – Quebrada Salitre. – Río Siecha – periodo (2013-2017)	94

Tabla 35. Serie de Caudales Mensuales Multianuales Estación 20201081 – río Chipatá Cuenca Alta. – Río Chipatá – periodo (2013-2017)	94
Tabla 36. Serie de Caudales Mensuales Multianuales Estación 20201082 – Chipatá Cuenca Baja. – Río Chipatá – periodo (2013-2017).....	95
Tabla 37. Serie de Caudales Mensuales Multianuales Estación 20201084 – Quebrada Uval. – Río Chipatá – periodo (2013-2017)	95
Tabla 38. Valores de Escorrentía Media	98
Tabla 39. Matriz Diferencia Absoluta (Ymed) de escorrentía Entre Estaciones (mm/anual)	99
Tabla 40. Matriz de Distancia Lineal Entre Estaciones (km)	99
Tabla 41. Matriz de Gradiente de Escorrentía anual (distancia mm/km)	100
Tabla 42. Coeficiente de Correlación r	101
Tabla 43. Límite de Significancia Estadística ϵ	101
Tabla 44. Resultado número de estaciones hidrológicas en términos de área del gradiente y Área correlativa – Estaciones de Régimen General.	103
Tabla 45. Resultados en términos de longitud criterio del gradiente y criterio correlativo.....	104
Tabla 46. Número de Orden de la Cuenca.....	104
Tabla 47. Coeficiente de bifurcación (rb) subcuenca del río Siecha.....	105
Tabla 48. Coeficiente de bifurcación (rb) subcuenca del río Chipatá.	106
Tabla 49. Resultados número de estaciones hidrológicas criterio régimen específico.	108
Tabla 50. Resultados Red Hidrológica Optimizada - Criterio Régimen General en Términos de Área.....	109
Tabla 51. Resultados Red Hidrológica Optimizada - Criterio Régimen General en Términos de Longitud.....	109
Tabla 52. Resultados Red Hidrológica Optimizada - Criterio Régimen Específico.	109
Tabla 53. Áreas y Longitudes Óptimas.	110
Tabla 54. Red Hidrológica Optimizada.....	111
Tabla 55. Red Hidrométrica Propuesta Cuenca del río Siecha.	119

INDICE DE ANEXOS

- Anexo 1. Mapas y modelos digitalizados.
 - Anexo 1.1. Red Hidrometeorológica – PDF.
 - Anexo 1.2. Área entre Curvas de Nivel – PDF.
 - Anexo 1.3. Modelo Digital de Elevación – PDF.
 - Anexo 1.4. Número de orden de la Red Hídrica – PDF.
 - Anexo 1.5. Mapa de Escorrentía – PDF.
- Anexo 2. Registros Estaciones.
 - Anexo 2.1. Registros Históricos CAR – PDF.
 - Anexo 2.1. Registros Históricos IDEAM – PDF.
- Anexo 3. Cuadros de Análisis y resultados.
 - Anexo 3.1. Curva Hipsométrica – PDF.
 - Anexo 3.2. Pendiente Promedio – PDF.
 - Anexo 3.3. Longitud de la Red Hídrica – PDF.
 - Anexo 3.4. Pendiente de la Red Hídrica – PDF.
 - Anexo 3.5. Parámetros Morfométricos – PDF.
- Anexo 4. Caudales Máximos.
 - Anexo 4.1. Distribuciones Qmax est-Santodomingo.
 - Anexo 4.1.1. Distribuciones Qmax – PDF.
 - Anexo 4.1.2. Gráficas Distribuciones Qmax – PDF.
 - Anexo 4.2. Distribuciones Qmax est-Sanisidro.
 - Anexo 4.2.1. Distribuciones Qmax – PDF.
 - Anexo 4.2.2. Gráficas Distribuciones Qmax – PDF.
- Anexo 5. Solicitud y Respuestas CORPOGUAVIO.
 - Anexo 5.1. Solicitud Info CORPOGUAVIO 1 – PDF.
 - Anexo 5.2. Respuesta 1_radicado_C17_R1631 – Zip.
 - Anexo 5.3. Solicitud Info CORPOGUAVIO 2 – PDF.
 - Anexo 5.4. Respuesta 2_Alcance radicado_C17_R1631 – rar.
- Anexo 6. Cálculo Niveles y Caudales.
 - Anexo 6.1. Niveles.
 - Anexo 6.1.1. Nivel mínimo - xlsx.
 - Anexo 6.1.2. Nivel medios - xlsx.
 - Anexo 6.1.3. Nivel máximo - xlsx.
 - Anexo 6.2. Curva de Gasto.
 - Anexo 6.2.1. Método Grafico - rar.
 - Anexo 6.2.2. Velocidad Vs Profundidad - rar.
 - Anexo 6.3. Caudales Q.
 - Anexo 6.3.1. Q mínimos - xlsx.
 - Anexo 6.3.2. Q medios - xlsx.
 - Anexo 6.3.3. Q máximos - xlsx.
- Anexo 7. Desarrollo de la Metodología.
 - Anexo 7.1. Banco de Datos.
 - Anexo 7.1.1. Datos CAR

- Anexo 7.1.1.1. Q máximos absolutos mensuales.
- Anexo 7.1.1.2. Q medios mensuales.
- Anexo 7.1.1.3. Q mínimos medios mensuales.
- Anexo 7.1.2. Datos CORPOGUAVIO.
 - Anexo 7.1.2.1. Niveles Siecha Chipatá – rar.
 - Anexo 7.1.2.2. Aforos Líquidos – rar.
 - Anexo 7.1.2.3. Registro Fotográfico – rar.
- Anexo 7.2. Escorrentía Red Referencia General Método Q Gráfico.
 - Anexo 7.2.1. Chipatá - rar.
 - Anexo 7.2.2. Siecha - rar.
 - Anexo 7.2.3. Catálogo estaciones – xls.
 - Anexo 7.2.4. Coeficiente Variación – xlsx.
 - Anexo 7.2.5. Gradientes – xlsx.
- Anexo 7.3. Registros históricos CORPOGUAVIO – xlsx.
- Anexo 7.4. Red Referencia Específica.
 - Anexo 7.4.1. Referencia Específica – xlsx.
- Anexo 7.5. Tabla Resumen Red Optimizada – xlsx.

1. DEFINICIONES

Este apartado contiene definiciones necesarias para orientar al lector a lo largo del documento, y facilitar así el entendimiento de cada una de las situaciones planteadas y la información suministrada.

ARGIS: Nombre de un conjunto de productos de software en el campo de los Sistemas de Información Geográfica o SIG. Producido y comercializado por ESRI, bajo el nombre genérico ArcGIS se agrupan varias aplicaciones para la captura, edición, análisis, tratamiento, diseño, publicación e impresión de información geográfica.

Cuenca Hidrográfica: Una cuenca hidrográfica o cuenca de drenaje de un río es el área limitada topográficamente por un contorno, al interior del cual las aguas de la lluvia que caen drenan por un curso de agua o un sistema conectado de cursos de agua, tal que todo el caudal efluente es descargado a través de una salida simple, denominado salida de cuenca. En resumen, es el área de captación de aguas de un río en el cual sus límites quedan establecidos por la divisoria geográfica principal de las aguas de las precipitaciones.

CAR: Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca.

CORPOGUAVIO: Corporación Autónoma Regional del Guavio.

Divisorias: Es la línea que separa las precipitaciones que caen en hoyas inmediatamente vecinas, y que encamina la escorrentía resultante para uno u otro sistema fluvial. La divisoria sigue una línea rígida, atravesando el curso de agua solamente en el punto de salida. La divisoria une los puntos de máxima cota entre hoyas, lo que no impide que en el interior de una hoya existan picos aislados con una cota superior a cualquier punto de la divisoria.

Hidrometría: Es una parte de la hidrología que se encarga de medir, registrar, calcular y analizar el volumen de agua que circula por la sección transversal de un río, canal o sección de un conducto en un tiempo dado. El nombre deriva del griego hydro (agua) y metron (medida). Además de medir la cantidad de agua que circula por la sección de un río, tubería o canal, también se ocupa de procesar la información para conocer la cantidad de agua disponible y su distribución espacial y temporal.

Histéresis: Generalmente, el nivel que corresponde a un caudal, cuando ambos están aumentando en el tiempo (rama ascendente de la crecida), será menor que el que (para el mismo caudal) le correspondería en la rama descendente de la crecida. A este fenómeno se le denomina histéresis, y a causa del mismo no se puede contar con una relación biunívoca entre niveles y caudales, pues se

detectarán diferencias, en ocasiones importantes, en el nivel de la lámina de agua para un mismo caudal, durante un episodio de crecidas concreto.

IDEAM: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia.

Morfometría: Conjunto de técnicas, procedimientos y métodos, utilizados para determinar atributos de la configuración del relieve y, con base a ellos, conocer el sistema de relaciones espaciales que caracterizan a las formas del terreno.¹

Parámetro: Dato o factor que se toma como necesario para analizar o valorar una situación. Matemáticamente, es la variable que, en una familia de elementos, sirve para identificar cada uno de ellos mediante su valor numérico.

Red Hidrométrica: La red hidrométrica es el conjunto de estaciones de medición que se tiene dentro de un sistema que puede ser de riego, hidrográfico o de agua potable. Este conjunto de estaciones debe ser planeado para determinar el caudal que circula en toda la red de drenaje y conocer, para el sistema, cuáles son los caudales o volúmenes recibidos por el sistema, cuáles los entregados y cuáles los perdidos.

Ráster: En su forma más simple, un ráster consta de una matriz de celdas (o píxeles) organizadas en filas y columnas (o una cuadrícula) en la que cada celda contiene un valor que representa información, como la temperatura. Los rásteres son fotografías aéreas digitales, imágenes de satélite, imágenes digitales o incluso mapas escaneados.

¹ Pedraza Gilsanz, 1996

2. RESUMEN

A partir de bibliografía existente sobre redes hidrométricas e hidrológicas se recopiló información primaria y secundaria sobre las metodologías para el diseño de dichas redes en las bases de datos del Instituto de Hidrología, Meteorología, y Estudios Ambientales – IDEAM, organizaciones del orden internacional como la Organización Meteorológica Mundial – OMM y otras disponibles en el medio. Así mismo, se compilaron los datos sobre las redes hidrométricas existentes en la cuenca del río Siecha, operadas por: el IDEAM, CORPOGUAVIO, y la CAR Cundinamarca. Con esta base de información se realizó la caracterización de la cuenca en estudio, con lo cual se procedió a desarrollar el diseño de la red hidrométrica de la cuenca del río Siecha, con la aplicación de tres de las metodologías más usadas para el establecimiento de este tipo de redes, como lo son el método propuesto por la OMM 1994, método Velikanoff M. A., Ivanoff P. V. 1940 y método KARASIOV I.F 1968. Una vez obtenidos los resultados se adelantó un análisis comparativo de las redes hidrométricas diseñadas para la cuenca del Río Siecha, incluyendo la existente. Esto con el fin de realizar un análisis de representatividad y la correlación de la información obtenida en cuanto a la cobertura de la red y apoyados en un análisis de costos de operación de la misma, se recomendó cuál de las redes es la óptima.

Palabras Claves: Red, Hidrométrica, Metodología, Morfometría, Karasiov, Río Siecha, Cuenca.

3. INTRODUCCIÓN

Para la realización de estudios hidrológicos e hidrometeorológicos, con el fin de proyectar o implementar proyectos hidráulicos, se hace necesario entender la dinámica del recurso hídrico en la cuenca, para esto se acude a la información de series históricas de datos de diferentes parámetros de interés en el sector de influencia del proyecto. La información es recolectada por estaciones en el sitio de interés, que pueden estar o no vinculadas por una distribución instrumental, protocolos de manejo/operación, estándares de medición y personal técnico-administrativo, que en su conjunto se denominan “red hidrométrica”.²

En Colombia la implementación de redes hidrométricas no ha tenido un desarrollo y ejecución amplia; la planificación, estudio e implementación de las estaciones se hace de manera independiente, respondiendo a las necesidades particulares de un proyecto. Adicionalmente, revisando la información bibliográfica correspondiente, se puede observar que los primeros diseños de redes hidrométricas, siguiendo metodologías y estableciendo criterios claros, se realizaron durante los años 70’s, y desde ese entonces a la fecha con un ejercicio intermitente.

El presente documento contiene un resumen de las diferentes metodologías que se han venido desarrollando e implementando en diferentes partes del mundo para la construcción de redes hidrometeorológicas, con el fin de seleccionar algunas de ellas y aplicarlas en el desarrollo metodológico para el mejoramiento de la Red hidrométrica de la cuenca del río Siecha, en el municipio de Guasca – Cundinamarca, que al momento de realizar el presente estudio, cuenta con una red de monitoreo y captura de información perteneciente a diferentes entidades ambientales del ámbito nacional y regional, que se ha venido estableciendo sin evidenciar la aplicación de criterios técnicos o alguna metodología documentada y validada para la ubicación de las estaciones y optimización de las labores de obtención de la información.

Para abordar el estudio y aplicación de las diferentes metodologías de diseño de redes hidrométricas revisadas en la bibliografía, es necesario conocer, de forma clara, el sitio donde se pretende desarrollar el estudio. Se realizará la caracterización Morfométrica e Hidrometeorológica de la cuenca del río Siecha, para tener el punto de partida y determinar cuál de estos métodos se ajusta a los aspectos técnicos, condiciones del entorno físico y los procesos socio-económicos de la región, y así contribuir al conocimiento de los recursos hídricos base para adelantar cualquier proyecto, de forma técnicamente óptima y que contribuya con el desarrollo sustentable de las cuencas hídricas.

² Instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales – IDEAM, Aplicación de los criterios de optimización de Karasiov a la Red Hidrológica Colombiana, Bogotá Julio de 2006.

4. OBJETIVOS

En el presente capítulo se dejan plasmados los objetivos generales y específicos que se pretenden lograr en el estudio anteriormente descrito en la introducción.

4.1. GENERAL

Diseñar, de forma óptima, el mejoramiento de la red hidrométrica en la cuenca del río Siecha, municipio de Guasca, departamento de Cundinamarca.

4.2. ESPECÍFICOS

Con base en el objetivo general planteado, a continuación se listan los objetivos específicos que se buscan alcanzar:

- Realizar el estudio, de al menos tres metodologías, para el diseño de redes hidrométricas (método propuesto por la OMM 1994, método Velikanoff M. A., Ivanoff P. V. 1940 y método KARASIOV I.F 1968).
- Establecer los criterios de diseño para estaciones de régimen general y específico. Caracterizar las principales variables morfométricas de la cuenca del río Siecha para el desarrollo de la red hidrométrica, para comparar y validar los resultados obtenidos, de acuerdo a la metodología seleccionada.
- Determinar las expresiones matemáticas y el método que propone cada autor y su aplicabilidad, de acuerdo con las condiciones geográficas de nuestro país y especialmente a la cuenca del río Siecha.
- Diseñar la red hidrométrica del río Siecha con las metodologías seleccionadas.
- Realizar un estudio cualitativo de densidad de la red existente y las obtenidas a través de las metodologías seleccionadas.
- Evaluar la representatividad espacial de las estaciones hidrológicas existentes y proyectadas.
- Comparar los resultados de los diseños obtenidos entre sí y con la red hidrológica existente.
- Seleccionar la red hidrométrica óptima.

- Determinar las metodologías para incorporar la información hidrológica capturada en la estación existente y aplicarlas a las estaciones de la red optimizada, en el caso que sea necesaria su reubicación, con el fin de no perder la información recopilada a la fecha.
- Estimar los costos operativos de la red hidrométrica optimizada y la existente, para el caso de estaciones hidrológicas tradicionales conocidas como limnimétricas, que actualmente se encuentran en operación en la cuenca del río Siecha.
- Recomendar, de acuerdo a los resultados obtenidos, las acciones necesarias orientadas a la implementación de la red óptima.

5. MARCO TEÓRICO

5.1. MORFOMETRÍA

El presente capítulo contiene la información conceptual sobre los parámetros de forma más comunes en el estudio y caracterización de cuencas hidrográficas, con los cuales se llevara a cabo un análisis típico, para el cálculo y análisis de los parámetros morfométricos de la cuenca del río Siecha.

5.2. DESCRIPCIÓN

Para llevar a cabo el análisis hídrico e hidrológico de una cuenca se cuenta con diferentes métodos, un gran número de ellos incluye, en su desarrollo metodológico, algunos parámetros de forma y características físicas de la región de estudio, por esta razón la determinación de la morfometría nos permite abordar las técnicas y establecer parámetros de evaluación del funcionamiento del sistema hidrológico de una zona de estudio.

Los componentes para caracterizar físicamente la cuenca se pueden disponer en dos grupos, en uno se encuentran aquellos que impactan en el drenaje de la cuenca, condicionando el volumen de escurrimiento (área, tipo de suelos, cobertura); y en otro grupo los que condicionan la velocidad de respuesta de drenaje (orden de corriente, pendiente media, sección transversal).

En la actualidad, con el uso de herramientas de sistemas de información geográfica -SIG- y el uso de modelos de análisis digital se pueden establecer o aproximar de manera más adecuada dichas características en una cuenca, complementando el análisis de la geomorfología, lo cual permiten diagnosticar, de manera más precisa, las condiciones del área de estudio, de cara a la planeación de proyectos o soluciones hidráulicas.

El objetivo de esta sección de estudio es obtener y analizar los parámetros morfométricos de la cuenca del río Siecha y caracterizarla físicamente, de la manera más precisa. Para lograrlo, previamente se obtuvieron parámetros y elementos básicos, mediante la utilización de la herramienta computacional ArcGis, que se emplearon para la obtención de índices que requieren de la aplicación de metodologías de cálculo específicas.

Para desarrollar la caracterización de la cuenca de estudio, se aplicaron y compararon un total de seis índices hidrológicos y nueve parámetros hidrológicos. Los índices fueron: índice de forma, índice de compacidad, índice de masividad, Coeficiente Orográfico, Densidad de Drenaje y Sinuosidad.

Los parámetros medidos y generados fueron: área, perímetro, centroide, altitud media, nivel máximo y mínimo, curva hipsométrica, pendiente promedio, longitud del curso principal, el orden de corrientes, pendiente de la red hídrica, pendiente media del cauce principal y tiempo de concentración.

5.2.1. Área (A)

Corresponde a la superficie delimitada por la divisoria de aguas de la zona de estudio; determinada como la proyección horizontal de toda la superficie de drenaje de un sistema de escorrentía dirigido directa o indirectamente a un mismo cauce natural.

Este parámetro se expresa normalmente en km^2 , adquiere importancia ya que un error en su cálculo incide directamente en los resultados de otros parámetros obtenidos a partir de este, por lo que se hace necesario realizar mediciones por diferentes medios y así contrastarlas para tener total confianza en este valor. Utilizando los SIG, se obtiene automáticamente a partir de la digitalización y poligonización de las cuencas.

Siguiendo el criterio de investigadores como Ven Te Chow, se pueden definir como Cuencas Pequeñas aquellas con áreas menores a 250 km^2 , mientras que las que poseen áreas mayores a los 2500 km^2 , se clasifican dentro de las Cuencas Grandes.

5.2.2. Perímetro (P)

El perímetro de la cuenca o la longitud de la línea divisoria de la hoya es un parámetro importante, en conexión con el área, nos puede decir algo sobre la forma de la cuenca. Usualmente este parámetro físico es simbolizado por la mayúscula P.

Constituye la longitud total de la divisoria topográfica de aguas, expresada en kilómetros (km). De igual forma, utilizando los SIG, se obtiene automáticamente a partir de la digitalización y poligonización de las cuencas.

5.2.3. Altitud Media (H)

Este parámetro corresponde a la ponderación de las altitudes de la cuenca, enmarcadas por las áreas parciales entre curvas de nivel adyacentes obtenidas en la carta o mapa topográfico hasta cubrir la superficie total de la cuenca. Dicha variación de la altitud incide de forma directa sobre la distribución térmica, que implica la generación de microclimas y hábitats específicos. Constituye un criterio de la variación territorial del escurrimiento resultante de una región y en otros

elementos que también afectan el régimen hidrológico, como el tipo de precipitación, la temperatura, entre otros, que dan una base para caracterizar zonas climatológicas y ecológicas de ella.

Para obtener la elevación media se aplica un método basado en la siguiente fórmula:

Ecuación 1

$$H = \frac{1}{A} \sum_{i=1}^n H_i * A_i$$

Dónde:

H = Altitud media (m.s.n.m.)

H_i = Altura correspondiente al área acumulada A_i encima de la curva H_i.

A = Área de la Cuenca.

A_i = Área entre curvas de nivel.

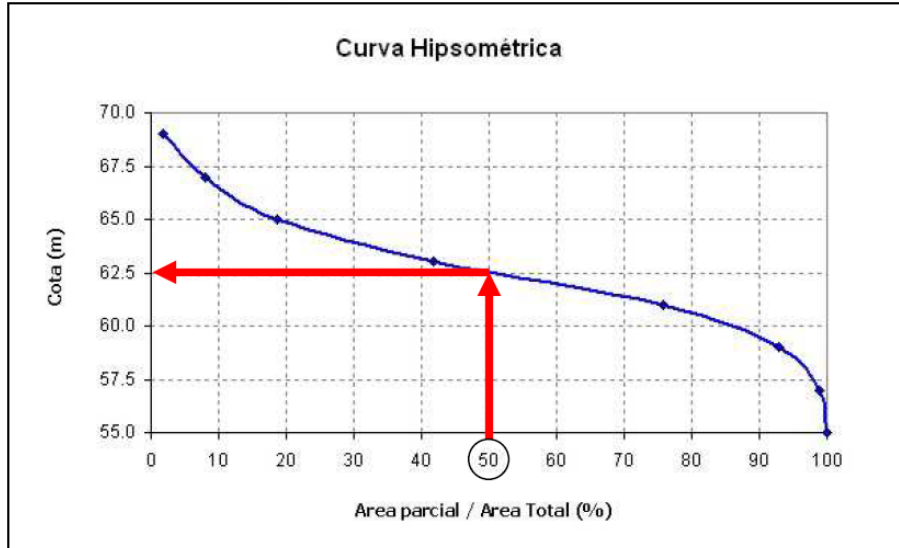
N = Número de áreas parciales.

También se define como la ordenada media de curva hipsométrica. Para el caso de estudio, se definió la curva hipsométrica con la correspondiente información cartográfica.

5.2.4. Curva Hipsométrica

La curva hipsométrica se puede definir como una representación gráfica del relieve de una hoya y su variación altitudinal, todo ello con relación al nivel medio del nivel del mar, que se construye ubicando en el eje de las abscisas, áreas proporcionales a las superficies proyectadas en la cuenca en km², comprendidas entre curvas de nivel consecutivas hasta alcanzar la superficie total, o expresada en porcentaje del área comprendida entre curvas de nivel y el área de la cuenca, llevando al eje de las ordenadas el valor de la cota de las curvas de nivel consideradas.

Figura 1. Curva Hipsométrica.



Fuente: Guía de trabajos prácticos. Trabajo Práctico N° 1. Universidad nacional del nordeste, Argentina.

5.2.5. Pendiente Promedio (S_c)

Es el promedio de las pendientes de la cuenca, es un parámetro importante con el que se puede determinar el tiempo de concentración y su influencia en las máximas crecidas y en el potencial de degradación de la cuenca, sobre todo en terrenos desprotegidos de cobertura vegetal. Existen varias metodologías para el cálculo de este parámetro, tanto gráficas como analíticas, que permiten estimar la pendiente de la cuenca.

Dentro de las metodologías podemos encontrar el Criterio de Alvord, criterio de Horton, Criterio de Nash y dentro de las analíticas la que se expresa mediante la siguiente ecuación:

Ecuación 2
$$S_c = \frac{C}{A} \sum_{i=1}^n l_i$$

Dónde:

- Sc = Pendiente de la cuenca
- C = Equidistancia entre curvas de nivel
- A = Área de la cuenca (km^2)
- li = Longitud de cada curva de nivel

5.2.6. Longitud del cauce principal (Lp)

Es la medida del cuerpo de agua principal que le da nombre a la cuenca de estudio normalmente expresado en Km, para la medida de este parámetro se toma como punto de partida la parte más alta hasta la salida. Este parámetro influye en el tiempo de concentración y en la mayoría de los índices morfométricos. Se obtiene a partir del mapa digitalizado de la red de drenaje.

Tabla 1. Valores de longitud del Cauce Principal.

Valores de Long. Cauce principal	
Rangos de longitud	Clases de longitud del cauce
6.9-10.9	Corto
11.0 - 15.0	Mediano
15.1-19.1	Largo

Fuente: Análisis morfométrico de cuencas: caso de estudio del parque nacional pico de Tancitaro, 2004.

5.2.7. Orden de Corriente

Este índice refleja el grado de bifurcación o ramificación de un cauce o como tal la estructura de la red de drenaje. En general, mientras mayor sea el grado de corriente, mayor será la red y su estructura más definida. Existen diversos métodos para obtener esta clasificación, uno de ellos el propuesto por Horton – Strahler, que es el más común y el más fácil de relacionar con otros parámetros morfométricos. Dicho índice se fundamenta en los siguientes criterios:

Se consideran corrientes de primer orden, aquellas corrientes fuertes, portadoras de aguas de nacimientos y que no tienen afluentes. De ahí se tiene cada número de orden como:

Corrientes de primer orden: Pequeños canales que no tienen tributarios.

Corrientes de segundo orden: Cuando dos corrientes de primer orden se unen.

Corrientes de tercer orden: Cuando dos corrientes de segundo orden se unen.

Corrientes de orden n+1: Cuando dos corrientes de orden no se unen.

De esta forma, se puede apreciar en general que cuanto mayor el orden, mayor es el indicativo de la presencia de controles estructurales del relieve y mayor posibilidad de erosión, o bien, en determinados tipos de relieve que la cuenca podría ser más antigua.

5.2.8. Longitud de la Red Hídrica (Lh)

Una vez se han determinado todos los cauces y se les ha asignado su correspondiente número de orden, podemos entrar a medir cada una de dichas corrientes y totalizar la longitud de la red hídrica. Es posible obtenerlo a partir del mapa digitalizado de la red de drenaje.

5.2.9. Pendiente promedio de la red Hídrica

Se calcula como media ponderada de las pendientes de todas las superficies elementales de la cuenca en las que la línea de máxima pendiente se mantiene constante; es un índice de la velocidad media de la escorrentía y, por lo tanto, de su poder de arrastre o poder erosivo.

Ecuación 3
$$J = 100 \frac{\sum L_i * E}{A}$$

Dónde:

J= pendiente media de la cuenca.

L_i= Longitud de cada tramo de la red hídrica en las curvas de nivel (km).

E= Equidistancia de las curvas de nivel (km).

A= superficie de la cuenca (km²).

5.2.10. Tiempo de Concentración (Tc)

El tiempo de concentración es un parámetro que indica el tiempo de viaje de una gota de agua de lluvia que escurre superficialmente desde el lugar más lejano hidráulicamente de la cuenca hasta el punto de salida de la misma y representa el momento a partir del cual el caudal de escorrentía es constante para un evento de lluvia de intensidad dada. Para su cálculo se pueden emplear diferentes fórmulas que se relacionan con otros parámetros propios de la cuenca. Para ello se supone que el tiempo de duración de la lluvia es por lo menos igual al tiempo de concentración y que se distribuye uniformemente en toda la cuenca.

El tiempo de concentración es un parámetro característico de cada cuenca y depende de factores puntuales principalmente del tamaño de la cuenca, la topografía y la forma de la misma, lo cual influye en mayores o menores tiempos de concentración.

Existen muchas fórmulas empíricas para estimar el tiempo de concentración de la cuenca, siendo algunas de ellas las siguientes:

- **Kirpich (1942):**

Ecuación 4
$$T_c = \frac{0.00032 \times L^{0.77}}{S_c^{0.385}}$$

Dónde:

T_c = tiempo de concentración (horas).
 L = Longitud de corriente desde el punto más alejado al punto de control (m).
 S_c = es la pendiente promedio de la cuenca, adimensional (m/m)

- **Método de Hathaway**

Ecuación 5
$$T_c = \frac{36.36 (Ln)^{0.467}}{S^{0.234}}$$

Dónde:

L = Longitud de la corriente en km
 n = Factor de rugosidad (adimensional)³
 S = es la pendiente promedio de la cuenca, adimensional (m/m)

- **Ecuación de retardo (Lag) SCS**

Ecuación 6
$$T_c = \frac{100L^{0.8} \left(\frac{1000}{CN} - 9 \right)^{0.7}}{1900S_c^{0.5}}$$

Dónde:

L = es la longitud de corriente en pies.
 CN = es el número CN de la cuenca estimado según el método del SCS.

- **Método de la velocidad del SCS**

Ecuación 7
$$T_c = \frac{\sum L_i / \sum V_i}{60}$$

Dónde:

$\sum L_i$ = Sumatoria de las longitudes del cauce i.
 $\sum V_i$ = velocidad promedio del flujo en la cuenca.⁴

³ leído de Tabla 7.4, Ref. 1, 0.45 correspondiente a tipo de superficie promedio de pastos y bosques maderables con predominio de los primeros.

⁴ Hidrología Aplicada, Ven Te Chow, Tabla 5.7.1 la velocidad es tomada de la tabla que pondera la velocidad del flujo en términos de la pendiente y la cobertura del suelo.

- **Método de George Rivero**

Ecuación 8
$$T_c = \frac{16 L}{(1.05 - 0.2P)(100 S)^{0.04}}$$

Dónde:

L= Longitud de la corriente en km

P= Relación área cubierta de vegetación/ área total de la cuenca, 0.99

S= es la pendiente promedio de la cuenca, adimensional (m/m).

5.2.11. Pendiente del Cauce Principal (Pm)

De este parámetro depende la velocidad del agua en el cauce y la forma del Hidrograma. Este parámetro se puede calcular por diferentes técnicas, la más práctica es la de los valores extremos, que consiste en determinar el desnivel H entre los puntos más elevado y más bajo del cauce sobre el que se realiza en análisis y luego dividirlo entre la longitud del mismo cauce L_c, lo que significa:

Ecuación 9
$$P_m = (H_{\max} - H_{\min}) / L_c$$

Dónde:

P_m= pendiente del río (m/m)

H_{máx}= cotas máximas (m)

H_{min}= cotas mínimas (m)

L_c= longitud total del cauce (m).

5.2.12. Coeficiente de masividad (K_m)

Este coeficiente representa la relación entre la elevación media de la cuenca y su superficie.

Ecuación 10
$$K_m = H/A$$

Dónde:

K_m = Coeficiente de masividad.

H = Altitud media (m)

A = Área de la Cuenca (Km)

Este valor toma valores bajos en cuencas montañosas y altos en cuencas llanas.

Tabla 2. Clases y Valores de Masividad

Clases de valores de masividad	
Rangos de Km	Clases de masividad
0-35	Muy Montañosa
35-70	Montañosa
70-105	Moderadamente montañosa

Fuente: Análisis morfométrico de cuencas: caso de estudio del parque nacional pico de Tancitaro, 2004.

5.2.13. Factor de forma (K_f)

Es la relación entre el área A de la cuenca y el cuadrado del máximo recorrido (L). Este parámetro mide la tendencia de la cuenca hacia las crecidas, rápidas y muy intensas a lentas y sostenidas, según que su factor de forma tienda hacia valores extremos grandes o pequeños, respectivamente. Es un parámetro adimensional que denota la forma redondeada o alargada de la cuenca.

Ecuación 11
$$K_f = \frac{A}{L_a^2}$$

Dónde:

L_a = longitud axial de la hoya (km)

A= área de drenaje (km²)

Una hoya con factor de forma bajo está menos sujeta a crecientes que otra del mismo tamaño pero con mayor factor de forma.

5.2.14. Coeficiente Orográfico (C_o)

Relación entre el cuadrado de la altitud media del relieve y la superficie proyectada sobre un plano horizontal. Este parámetro expresa el potencial de degradación de la cuenca, crece mientras que la altura media del relieve aumenta y la proyección del área de la cuenca disminuye. Por esta razón toma valores bastante grades para micro cuencas pequeñas y montañosas, disminuyendo en cuencas extensas y de baja pendiente.

Ecuación 12
$$C_o = H^2/A$$

Dónde:

C_o = Coeficiente Orográfico, adimensional

H = Altitud media del Relieve (km)

A = Área de la cuenca (km²)

Este parámetro combina dos variables esenciales del relieve, su altura que influye en la energía potencial del agua y el área proyectada, cuya inclinación ejerce acción sobre la escorrentía directa por efecto de las precipitaciones.

5.2.15. Índice de compacidad o de GRAVELIUS (K_c)

El índice de GRAVELIUS es uno de los índices para determinar la forma de las cuencas. La forma superficial de las cuencas hidrográficas tiene interés por el tiempo que tarda en llegar el agua desde los límites hasta la salida de la misma. Este índice muestra la relación existente entre el perímetro de la cuenca y el perímetro de un círculo que tenga la misma superficie presente en dicha cuenca, de esta forma y con el desarrollo analítico se tiene que:

$$\text{Ecuación 13} \quad K_c = 0,28 * \frac{P}{\sqrt{A}}$$

Dónde:

K_c = índice o coeficiente de compacidad de Gravelius

P= perímetro de la cuenca

A= Área de la cuenca

El índice tomará valores mayores o iguales a uno, de modo que cuanto más cercano a la unidad, su forma se aproximará a la del círculo y si " K_c " se aleja más del valor unidad significa un mayor alargamiento en la forma de la cuenca, siendo el primer caso en donde la cuenca tendrá mayores posibilidades de producir crecientes con mayores picos (caudales). Por otra parte " K_c " es un número adimensional independiente de la extensión de las cuencas.

5.2.16. Densidad de drenaje (D_d)

Este índice permite tener un mejor conocimiento de la complejidad y desarrollo del sistema de drenaje de la cuenca. En general, una mayor densidad de escurrimientos indica mayor estructuración de la red fluvial, o bien, que existe mayor potencial de erosión.

Otros académicos afirman que la densidad de drenaje provee un vínculo entre los atributos de forma de la cuenca y los procesos que operan a lo largo del curso de la corriente. Más precisamente, la densidad de drenaje refleja controles topográficos, litológicos, pedológicos y vegetacionales, además de incorporar la influencia del hombre.

La densidad de drenaje se calcula dividiendo la longitud total de las corrientes de la cuenca por el área total que las contiene:

Ecuación 14
$$D_d = \frac{L_H}{A}$$

Dónde:

D_d = Densidad de drenaje (Km)

L_H = Longitud de las corrientes transitorias, intermitentes y constantes de la cuenca en (Km)

A = Área de la cuenca en (Km²)

La densidad de drenaje varía inversamente con la extensión de la cuenca. Con el fin de catalogar una cuenca bien o mal drenada, analizando su densidad de drenaje, se puede considerar qué valores de D_d entre 0.5 km/km² para hoyas con drenaje pobre hasta 3.5 km/km² para hoyas excepcionalmente bien drenadas.

La red de drenaje toma sus características, influenciada por las lluvias y la topografía. Por esto se tiene que para un valor alto de D_d corresponden grandes volúmenes de escurrimiento, al igual que mayores velocidades de desplazamiento de las aguas, lo que producirá ascensos de las corrientes.

5.2.17. Sinuosidad (S_i)

La sinuosidad de las corrientes de agua se determina por medio de la relación entre la longitud del río principal medida a lo largo de su cauce y la longitud del valle del río principal medida en línea curva o recta.

Ecuación 15
$$S_i = L / L_t$$

Donde:

L = longitud total del cauce (m).

L_t = Longitud del valle del cauce principal (m).

Este parámetro nos permite estimar la velocidad de la escorrentía del agua a lo largo de la corriente. Un valor de S menor o igual a 1.25 indica una baja sinuosidad. Se define entonces, como un río con alineamiento "recto".

Ahora bien, como habitualmente ocurre con la solución todos los problemas de ingeniería, de acuerdo con una base conceptual científica y algunas simplificaciones, cada autor propone diferentes expresiones matemáticas para estimar el número de nodos de observación para el monitoreo de una cuenca. La aplicación de estas ecuaciones a la morfometría y régimen de precipitación real de

una cuenca pueden variar según el grado de complejidad de los parámetros que acompaña cada ecuación, por lo que se hace necesario realizar una descripción de algunos métodos para el diseño y optimización de redes hidrológicas, que se ajuste aceptablemente a las condiciones geográficas de nuestro país y especialmente a la cuenca del río Siecha.

A continuación se hace una descripción breve de los principales elementos y variables de 3 métodos de optimización de redes hidrológicas de acuerdo a los parámetros planteados por cada autor, con el fin de ir decantando el modelo más favorable a las condiciones hidrometeorológicas de los ríos de montaña presentes en la cuenca del río Siecha. El resultado final esperado para el diseño óptimo de una red hidrológica será aquella metodología que permita que las variables enunciadas por cada autor se ajusten a una cuenca no instrumentada, es decir a una zona que no cuenta con información de niveles y caudales, como es el caso de la gran mayoría de las cuencas de nuestro país.⁵

La Tabla 3 presenta el país, autor y año del modelo planteado.

Tabla 3. Metodologías propuestas.

PAIS	AUTOR	FECHA
Suiza	OMM	1994
URSS	Velikanoff M. A., Ivanoff P. V.	1940
URSS	Karasirov I.F.	1968

Fuente: Diseño de la ampliación de la red hidrometeorológica de Bogotá y cuenca alta del río Tunjuelo 2007.

5.3. CRITERIO OMM

La Organización Meteorológica Mundial -OMM- es el organismo rector a nivel internacional en diversos temas aplicados al monitoreo oceanográfico, climatológico, e hidrológico entre otros temas. En el ámbito hidrológico que es el que nos interesa para el caso del presente estudio, hace varias recomendaciones en cuanto a la planificación de estaciones hidrológicas que corresponden especialmente a la sección transversal donde se va instalar la estación hidrológica, consideraciones de tipo económico, acceso al sitio donde se proyecta ubicar la estación hidrológica, presencia de residentes cercanos al nodo de observación para la toma de datos (niveles de agua) en el caso de estaciones limnimétricas, horas sinópticas para la captura de información entre otros aspectos de organización.

⁵ Instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales – IDEAM, Diseño de la ampliación de la red hidrometeorológica de Bogotá y cuenca alta del río Tunjuelo, Bogotá Febrero 2007 - Pág. 10.

La OMM para estimar la densidad de nodos para una red mínima considerando las condiciones geográficas e hidrológicas predominantes de la cuenca en estudio recomienda tener en cuenta el relieve predominante del sitio de interés, para ello se definieron seis tipos de regiones fisiográficas con el fin de establecer la superficie (km²) mínima a ser monitoreada por una estación, tal y como se aprecia en la Tabla 4.

Tabla 4. Densidad Mínima Recomendada para Estaciones de tipo Fluvial

UNIDAD FISIAGRÁFICA	DENSIDAD MÍNIMA POR ESTACIÓN (superficie en km² por estación)
Zonas Costeras	2750
Zonas Montañosas	1000
Llanuras Interiores	1875
Zonas Escarpadas/Onduladas	1875
Pequeñas Islas	300
Zonas Polares Áridas	20000

Fuente: OMM, Norma Técnica 168, 1994, 2008.

5.4. CRITERIO VELIKANOFF M. A., IVANOFF P. V.

Los planteamientos de acuerdo al criterio de VELIKANOFF e IVANOFF P. V. indican que:

La red debe orientarse según la zonalidad y azonalidad de las variables hidrológicas, es decir, debe existir dos tipos de redes: la primera se entendería como la red básica y se encargará de medir las variaciones de región a región de las características (promedio multianual, hidrógrafa normal, coeficiente de variación, asimetría, lámina de evaporación, promedio multianual de sedimentos y otras) de cada variable hidrológica, de tal modo que permita responder por el balance hídrico, los aspectos térmicos y los sedimentos. La segunda, “red especial” que debe responder por la variación azonal (causada por factores locales) de las características (Velikanov M. A.).

IVANOFF P. V., demuestra que la red básica debe ser la segunda, pues el régimen de un río se determina por factores como el caudal, pendiente del tramo, composición del lecho y bancas, factores climáticos y antropogénicos. Por ello, un criterio válido a tener en cuenta es el área de la cuenca y la longitud de la red hídrica. Partiendo de este enfoque, demostró que ríos con una longitud menor a 90 Km no tendrá estaciones básicas, puesto que su conocimiento se puede obtener mediante el análisis hidrológico con ayuda de estaciones completarias.⁶

⁶ Instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales – IDEAM, Diseño de la ampliación de la red hidrometeorológica de Bogotá y cuenca alta del río Tunjuelo, Bogotá Febrero 2007- Pág. 11.

La expresión matemática de este criterio es:

$$\begin{aligned} \text{Ecuación 16} & \quad F = 100 (1 + n)^3 \\ \text{Ecuación 17} & \quad L = (10 * F)^{1/2} \end{aligned}$$

Dónde:

F= área aferente a la estación hidrológica.

n= Número original de la estación hidrométrica.

L= Longitud de la corriente hídrica hasta el estación hidrométrica.

5.5. CRITERIO KARASIOV I.F

El criterio de Karasiov es el método más sobresaliente a nivel mundial, ya que se basa en criterios científicos sustentados en la física del proceso hidrológico y nace a raíz de los logros alcanzados por diferentes científicos en el área meteorológica, geomorfológica, hidrométrica y otras.

Para el diseño de una red hidrológica óptima que determine el número de estaciones básicas y específicas en una cuenca, aplicando el criterio de Karasiov se contemplan dos procesos, el primero define la cantidad de estaciones básicas teniendo como referencia la distancia (en términos de área) adecuada entre nodos, para lo cual se basa en tres criterios conocidos como correlativo, gradiental y área representativa.

Adicionalmente, se deben establecer unos criterios para el establecimiento óptimo de estaciones Hidrométricas, como el tiempo de operación de la estación (permanente o temporal), al tipo de parámetros que se quieren medir o el uso que se le dará a la información recolectada.

Las Estaciones de Régimen General son aquellas que permiten suministrar información básica en el área de estudio, al nivel regional, de las variables en observación; sustentan la aplicación de los principios de generalización a zonas con características hidroclimáticas homogéneas. Son de carácter permanente y proporcionan la base para estudios estadísticos, de regionalización y caracterización. Estos nodos soportan actividades de planeación a mediano y largo plazo y para extensiones territoriales que se consideran homogéneas en su régimen hidroclimático.

Las Estaciones de Régimen Específico se utilizan para obtener información que permita describir el comportamiento específico de zonas que cuentan con características particulares que difieren en diferentes grados al régimen general o en las cuales es necesaria una administración más detallada del recurso. Por

ejemplo, zonas donde existe alta presión sobre el recurso, con condiciones fisiográficas especiales y/o características geológicas o hidrogeológicas particulares. Estas estaciones pueden ser permanentes o temporales y ocasionalmente pueden ser utilizadas para evaluar relaciones con las estaciones de régimen general.⁷

5.5.1. Criterio del Gradiente

Corresponde a la distancia mínima en términos de área y longitud entre dos nodos de observación.

Al fijar una red de referencia se cuenta con un número discreto de nodos de observación separados unos de otros por una distancia "l" (radio de acción) o por una diferencia de áreas de cobertura "ΔA". Teniendo en cuenta que ningún método de observación (medición – estimación) está libre de error sistemático, es necesario que los nodos de observación estén distanciados de tal forma que el incremento registrado por las mediciones en nodos vecinos supere en magnitud el margen de error con que se realizan las mediciones.

La formulación matemática del criterio de gradiente en términos de la longitud (km) mínima es:

$$\text{Ecuación 18} \quad L_{grad} \geq \left(\frac{2(\sqrt{2} * \sigma * Y_0)}{grad(y)} \right) / 1000$$

Dónde:

σ = Error sistemático de medición. (20% - para condiciones hidroclimáticas medias y extremas)⁸, (10% Domínguez et al, 1998).

Y_0 = medición de la escorrentía (mm/año).

$grad(y)$ = Y_0 /long río hasta el punto de interés.

El área de gradiente se estima como:

$$\text{Ecuación 19} \quad A_{grad} \geq \frac{8\sigma^2 Y_0^2}{(Grad(Y))^2}$$

Dónde:

A_{grad} = Área aferente necesaria para que el incremento de "Y" sea mayor que el margen de error de la medición.

⁷ Diseño de la ampliación de la red hidrometeorológica de Bogotá y cuenca alta del río Tunjuelito, IDEAM, 20 de febrero de 2007 – Pág. 16

⁸ Diseño de la ampliación de la red hidrometeorológica de Bogotá y cuenca alta del río Tunjuelito, IDEAM, 20 de febrero de 2007 – Pág. 49.

σ = Error sistemático de medición. (20% - para condiciones hidroclimáticas medias y extremas), (10% Domínguez et al, 1998)

Y_o = escorrentía anual promedio multianual (mm/año)

$Grad(Y)$ = matriz gradiente de Y_o

La matriz gradiente de escorrentía (Y_o) (mm/año) se estima como la diferencia absoluta entre parejas de estaciones Y_o (mm/año) / distancia (km) entre estaciones.

La diferencia absoluta de la escorrentía media (Y_o) se obtiene a partir de una matriz entre parejas de nodos de la misma cuenca, y la matriz de distancia entre estaciones se define como la distancia lineal entre coordenadas de cada estación.

Finalmente, el gradiente de escorrentía (Y_o) corresponde al promedio aritmético de la matriz de gradiente de escorrentía (mm/km).

Ecuación 20

$$Grad(Y) = \frac{\text{Matriz diferencia abs } (Y_o) \text{ entre estaciones}}{\text{Matriz de distancia entre estaciones}}$$

La escorrentía anual promedio multianual corresponde a la sumatoria de las escorrentías de las estaciones, dividido entre el número de estaciones.

Ecuación 21

$$Y_o = \sum Y_o / n$$

5.5.2. Criterio Correlativo

Este criterio nos dice que teniendo en cuenta que se define la distancia mínima entre los nodos donde se llevará a cabo la toma de las observaciones para sostener la coherencia de la información, nos permite establecer la distancia máxima que puede existir entre nodos de observación para que no se pierda la memoria espacial entre los nodos de monitoreo. Este aspecto es importante en la medida que al momento que una de las estaciones salga de operación por alguna circunstancia, sea posible restituir la información que se pierde durante un periodo de inoperancia, es necesario que los nodos funcionales durante ese intervalo de tiempo permitan restituir la información no medida en los nodos no funcionales. Para que esta restitución sea posible, la correlación estadística entre los puntos de monitoreo debe ser aceptable.

La formulación matemática del criterio correlativo en términos de la longitud (km) máxima es:

Ecuación 22
$$L_{corr} \leq \frac{\sigma^2}{a C_v^2}$$

Dónde:

Cv = Coeficiente de Variación de la escorrentía = (S) desviación estándar mm/año / (Yo) escorrentía mm/año

σ = Error sistemático de medición. (20% - para condiciones hidroclimáticas medias y extremas)⁹, (10% Domínguez et al, 1998)

a = 1/Lo

lo = radio correlativo

El radio correlativo representa la distancia a partir de la cual se pierde todo tipo de correlación entre las estaciones.

Para estimar el radio correlativo (Lo) se debe:

a) Construir una matriz de correlación espacial a partir de un coeficiente de correlación y la distancia (km) entre estaciones. El coeficiente de correlación se obtiene con la matriz de gradiente Grad (Y), y la distancia entre estaciones corresponde a la distancia lineal entre éstas (matriz de distancia entre estaciones).

b) construir una matriz de error de definición del coeficiente de correlación espacial, con el fin de determinar el límite de significancia estadística, este error se define como:

Ecuación 23
$$\varepsilon = 1.5 * 1.96 * (1 - r^2) / \sqrt{n - 1}$$

Dónde:

r² = coeficiente de correlación entre estaciones.

n= longitud promedio de las series utilizadas (número de años de monitoreo de las estaciones)

Teniendo en cuenta esos dos factores la expresión para el cálculo del área correlativa es la siguiente:

Ecuación 24
$$A_{correlativa} \leq \frac{\sigma^4}{a^2 C_v^4}$$

Dónde:

⁹ Ídem

$A_{\text{correlativa}}$ = Área correlativa, después de la cual se pierde la conexión estadística entre estaciones.

σ = Error sistemático de medición. (20% - para condiciones hidroclimáticas medias y extremas)¹⁰, (10% Domínguez et al, 1998)

C_v = Coeficiente de Variación de la escorrentía = (S) desviación estándar mm/año / (Yo) escorrentía mm/año

$a = 1/L_o$

l_o = radio correlativo

El criterio correlativo se apoya en la función de autocorrelación espacial, de la que se obtiene el radio correlativo " l_o " que representa la distancia a la cual se pierde todo tipo de correlación entre las estaciones. Este criterio también considera el error máximo que se comete al interpolar los valores medidos en dos puntos separados por la distancia l_o .

5.5.3. Criterio de Representatividad

Para la determinación del área representativa se utiliza la construcción de curvas $Y = f(A)$ en las cuales se relaciona la lámina de escorrentía anual con el área aferente a las estaciones de monitoreo. De acuerdo con esta curva, la escorrentía tiende a un valor constante después de superar un área crítica mínima A'_{min} y hasta alcanzar un área crítica máxima A'_{max} . La función $Y = f(A)$ en el dominio $0 < A \leq A'_{\text{min}}$ presenta comportamientos muy diversos asociados a hidrologías locales, mientras que en el dominio $A'_{\text{max}} < A < \alpha$ la complejidad de $Y = f(A)$ está asociada a la influencia de factores exógenos a la región donde se registran las mediciones, la escorrentía medida en estas estaciones está influida por factores climáticos de diversas regiones. La escorrentía registrada en el dominio $A'_{\text{min}} < A < A'_{\text{max}}$ es aquella cuyo régimen está definido principalmente por los factores hidroclimáticos conformando un conjunto estadístico válido para la extrapolación geográfica de la escorrentía, de modo que el área representativa para las estaciones de monitoreo hidrológico de una red de referencia nacional deben estar contenidas en el dominio señalado.

Relación General de los Criterios de Optimización para Estaciones de Régimen General

Posterior a la consecución de la base de criterios para la optimización de la red hidrológica es preciso definir las reglas para la designación del área óptima, asociada de manera correspondiente a la densidad de estaciones de régimen general.

¹⁰ Ídem

El área óptima que debe cubrir cada estación de régimen general, en la mayoría de los casos se determina por la siguiente relación:

$$\text{Ecuación 25} \quad A_{\text{representativa}} \leq A_{\text{gradiente}} \leq A_{\text{optima}} \leq A_{\text{correlativa}}$$

De aquí se obtiene que el óptimo número de nodos “N nodos” será igual a:

$$\text{Ecuación 26} \quad N_{\text{nodos}} = \frac{\text{Area de la cuenca}}{A_{\text{optima}}}$$

En la práctica también pueden presentarse los siguientes casos:

Caso 1

$$\begin{aligned} \text{Ecuación 27} \quad & A_{\text{correlativa}} > A_{\text{gradiente}} > A_{\text{representativa}} \\ \text{Ecuación 28} \quad & A_{\text{gradiente}} > A_{\text{correlativa}} > A_{\text{representativa}} \\ \text{Ecuación 29} \quad & A_{\text{correlativa}} > A_{\text{representativa}} > A_{\text{gradiente}} \\ \text{Ecuación 30} \quad & A_{\text{gradiente}} > A_{\text{representativa}} > A_{\text{correlativa}} \end{aligned}$$

En esta situación el área óptima es igual a:

$$\text{Ecuación 31} \quad A_{\text{optima}} = \frac{A_{\text{correlativa}} + A_{\text{gradiente}}}{2}$$

Caso 2

$$\begin{aligned} \text{Ecuación 32} \quad & A_{\text{representativa}} > A_{\text{correlativa}} > A_{\text{gradiente}} \\ \text{Ecuación 33} \quad & A_{\text{representativa}} > A_{\text{gradiente}} > A_{\text{correlativa}} \end{aligned}$$

En esta situación se debe tomar:

$$\text{Ecuación 34} \quad A_{\text{optima}} = A_{\text{representativa}}$$

Para el caso de las estaciones específicas, se basa en la teoría de la cuenca Hortoniana, lo que permite obtener información para estudios hídricos de alta resolución.

Formulación de criterios para estaciones de régimen específico

El desarrollo integral de una red hidrológica debe incluir la implementación de las estaciones de régimen específico, las cuales se direccionarán y permitirán la obtención de información de régimen particular en alta resolución. Dicha distribución de estaciones requiere una densidad mayor que permita precisar los datos pretendidos. De esta forma se busca que el o los objetivos pretendidos con la implantación de la red, se articulen de forma adecuada y relacionen de manera amplia entre estaciones, lo cual implica diseñar, para cada caso en particular, una estrategia de optimización específica y puntual que dependerá de las investigaciones en curso.

A continuación se presenta un esquema de diseño para redes específicas basado en la teoría de cuenca Hortoniana. Sin querer postular estos criterios como axiomas generales, es muy clara su objetividad en cuanto al diseño de redes específicas orientadas a obtener información para estudios de balances hídricos de alta resolución.

El esquema propuesto permite definir el número de afluentes a considerar en los nodos de observación, a partir del número de orden de la cuenca en estudio y tomando en consideración grado de precisión con que se quiere estudiar el proceso. Esto quiere decir que a partir de la configuración espacial de la cuenca y del error sistemático de la tecnología de medición es posible definir una densidad adecuada para que la red hidrológica dé soporte a estudios de alta resolución o de administración detallada.

Teniendo en cuenta la configuración espacial de la red hidrográfica a través de la primera ley de Horton se puede obtener el número de la cuenca que se expresa como:

$$\text{Ecuación 35} \quad n = 2.2 \log Q_n + 6.35$$

Dónde:

n = Número de orden de la cuenca

Q_n = Caudal promedio de la cuenca

Dado que es imposible ubicar estaciones en todos los afluentes de un río es necesario limitar las estaciones a aquellas corrientes que aportan al cauce principal de la cuenca un determinado porcentaje de su caudal.

Usualmente ese porcentaje debe ser mayor que el porcentaje de error sistemático de la tecnología de aforo.

Para este efecto es necesario combinar la primera ley de Hortón con su segunda ley que se define por la expresión:

Ecuación 36
$$S_k = r_b^{n-k-1}(r_b - 1)$$

Dónde:

S_k = número de afluentes de orden “k” que aportan un flujo al cauce principal mayor que el error de medición del caudal (σ)

r_b = relación de bifurcación.

Si observamos el número total de puestos de medición en la red como compuesto por estaciones de régimen general y de régimen específico, entonces tendremos que el número total de estaciones " N_T " debe ser igual a:

Ecuación 37
$$N_T = N_{RG} + N_{RE} + N_P; N_P \approx (N_{RG} + N_{RE})(1 + \alpha)$$

Dónde:

N_T = Número total de estaciones

N_{RG} = Número óptimo de estaciones de régimen general

N_{RE} = Número de estaciones de régimen específico

N_P = Número de estaciones en pequeñas corrientes de interés prioritario

α = Porcentaje de estaciones en pequeñas corrientes de interés prioritario. ($\alpha = 0.15-0.30$).

La aplicación del método de Karasiov en nuestro país ha sido aceptada e implementada, por lo menos teóricamente; así lo demuestra el estudio llevado a cabo por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM y el Fondo de Prevención y Atención de Emergencias FOPAE, a través de un convenio interadministrativo cuyo objeto es el “DISEÑO DE LA AMPLIACIÓN DE LA RED HIDROMETEOROLÓGICA DE BOGOTÁ Y LA CUENCA ALTA DEL RÍO TUNJUELO”.

5.6. CRITERIO OTRAS METODOLOGÍAS

Existen otros criterios de mayor complejidad para la optimización de redes hidrológicas que requieren de información estadística hidrológica que no está disponible en la mayoría de los casos de nuestro territorio. Es importante resaltar que en la bibliografía consultada no se encontró ningún estudio a nivel nacional donde se aplicara una metodología diferente a la de Karasiov.

A continuación, se relacionan diferentes autores que plantean el desarrollo de métodos de optimización hidrométrica, estas expresiones matemáticas se encuentran descritas en el documento de dominio público “DISEÑO DE LA AMPLIACIÓN DE LA RED HIDROMETEOROLÓGICA DE BOGOTÁ Y LA CUENCA ALTA DEL RÍO TUNJUELO” desarrollado por el IDEAM y FOPAE.

Tabla 5. Otros autores y Metodologías

PAIS	AUTOR	FECHA
USA	Eagleson P. S.	1965
Canadá	Solomon S. I.	1968
USA	Moss M. E.	1970
URSS	Aleksieff G. A.	1971
USA	Moss M. E., Karlinger M. R.	1974
Canadá	Villeneuve J. P., Bobee B., Leblanc D.	1979

Fuente: Diseño de la ampliación de la red hidrometeorológica de Bogotá y cuenca alta del río Tunjuelo 2007.

Las formulaciones planteadas por los autores que se relacionan en la Tabla 5 tienen origen en latitudes diferentes donde existen un régimen hidrometeorológico marcado por cuatro estaciones a lo largo del año (primavera, verano, otoño, invierno), condición que no se asemeja a la realidad de Colombia por cuanto se presentan fenómenos diferentes como por ejemplo precipitaciones de nieve y congelamiento.

De los planteamientos más sobresalientes son los propuestos por Karasiov en 1968. La metodología se basa en criterios científicos sustentados en la física del proceso hidrológico y nace a raíz de logros alcanzados por diferentes científicos en el área de la meteorología, geomorfología, hidrometría y otras¹¹.

11 Ídem.

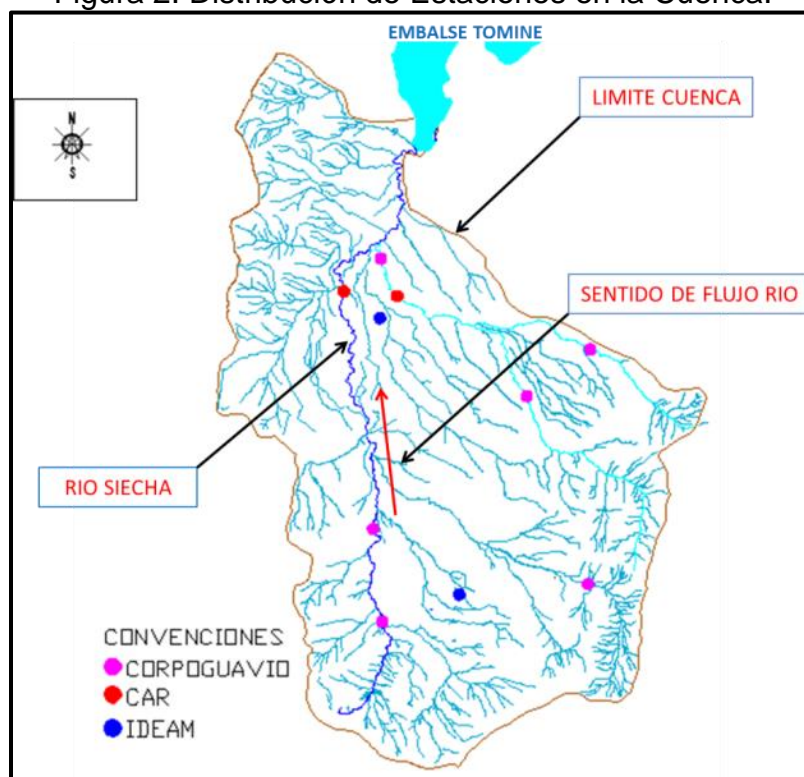
6. DESCRIPCIÓN BÁSICA DE LA CUENCA DEL RÍO SIECHA.

La cuenca del río Siecha se encuentra ubicada en el municipio de Guasca, departamento de Cundinamarca, tiene un área aproximada de 141 Km² y un perímetro de 58,8 Km, el río Siecha que es el principal corriente de la cuenca, tiene una extensión aproximada de 24 Km y se encuentra por completo dentro de los límites de la Corporación Autónoma Regional del Guavio – CORPOGUAVIO.

El río Siecha es una de las principales corrientes que alimenta el embalse de Tominé, sobre esta cuenca se implementaron en el año 2012, seis estaciones hidrológicas por parte de la autoridad ambiental que se encarga de la región.

En la Figura 2 se aprecia la ubicación de las estaciones en la cuenca de interés, de éstas, hay dos (2) climatológicas propiedad del IDEAM, que sirvieron de base para caracterizar la climatología del sector; seis (6) hidrológicas de la Corporación Autónoma Regional del Guavio - CORPOGUAVIO y dos (2) de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR. Es de resaltar que las dos estaciones hidrológicas de la CAR se encuentran en la jurisdicción de CORPOGUAVIO. La información consultada se encuentra en el (Anexo 1.1)

Figura 2. Distribución de Estaciones en la Cuenca.



Fuente: Elaboración Propia – ArcGis.

Con base en esta información preliminar se puede realizar el análisis de las condiciones físicas y características de la cuenca.

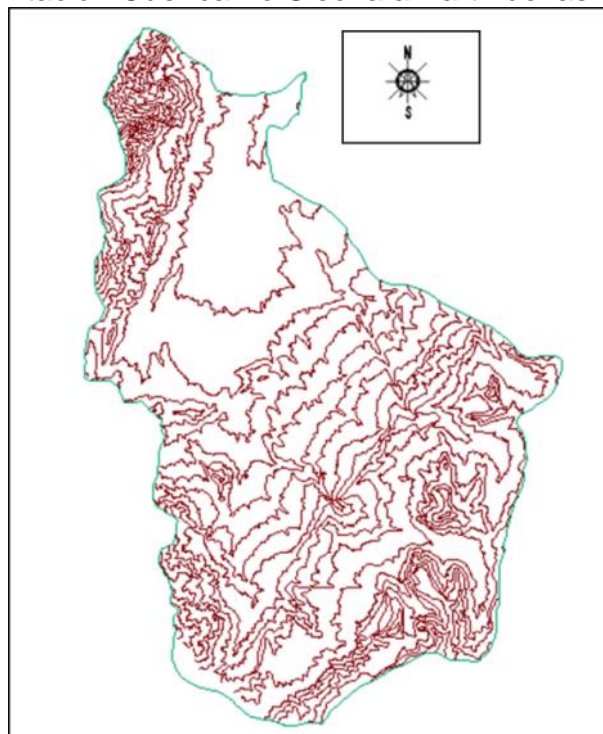
6.1. SÍNTESIS CARTOGRÁFICA

Para el desarrollo de la actividad se consultó las bases cartográficas oficiales de CORPOGUAVIO, de la cuenca del río Siecha, ubicada en el departamento de Cundinamarca entre las cotas 3700 msnm y 2600 msnm, que tiene un área de drenaje aproximada de 141 km² y una longitud del cauce principal de 24 km.

Con la cartografía disponible se procedió a generar unas curvas de nivel cada 50 metros a partir de un ráster generado del área de interés, la delimitación de la cuenca se realizó tomando como referencia las curvas de nivel, mientras las subcuencas al interior de la cuenca se delimitó a partir de la red hidrográfica y las mismas curvas de nivel.

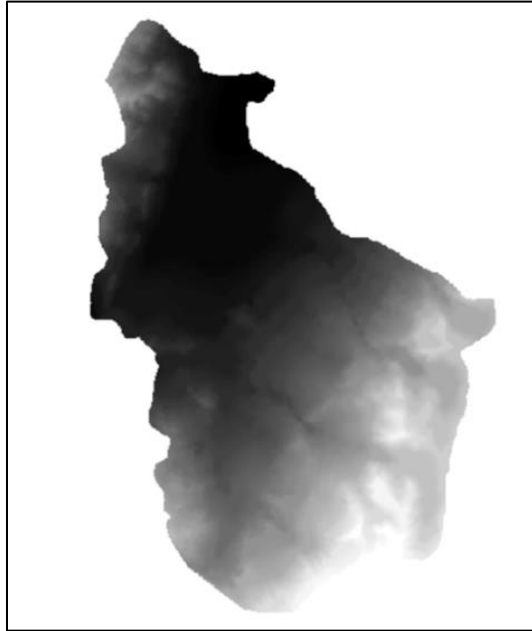
A partir de esta información y con herramientas de ArcGis se generaron diferentes salidas gráficas que sirvieron de insumo para calcular las variables morfométricas desarrolladas en el capítulo posterior. En los siguientes esquemas se aprecia el orden del procedimiento cartográfico en la cuenca alta del río Siecha.

Figura 3. Delimitación Cuenca río Siecha a Partir de las curvas de nivel.



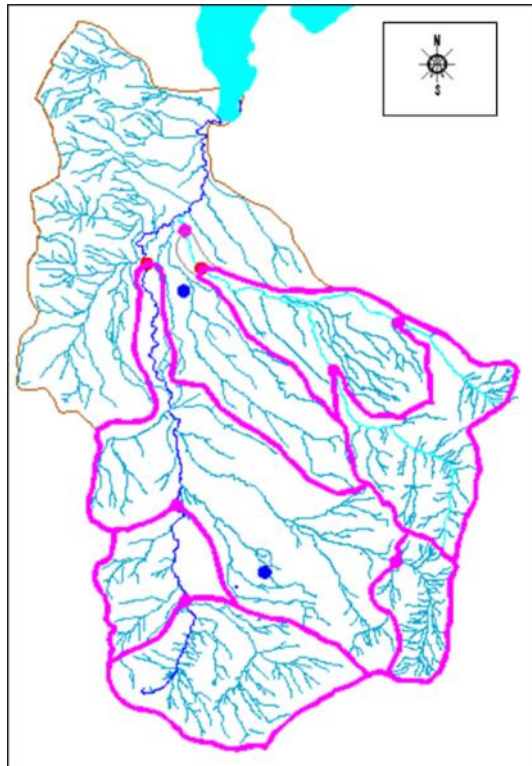
Fuente: Elaboración Propia – ArcGis.

Figura 4. Ráster de elevación a Partir del perímetro de la cuenca.



Fuente: Elaboración Propia – ArcGis.

Figura 5. Delimitación de Subcuencas a Partir de la hidrología de la cuenca.



Fuente: Elaboración Propia – ArcGis.

6.2. CÁLCULO DE PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS

Los principales parámetros morfométricos consultados corresponden a diferentes referencias bibliográficas, en la mayoría de los casos mantienen el mismo criterio, pudiendo variar en algunos casos, cuando se trata de caracterizar los grados de respuesta de la cuenca frente a un evento natural, esto en razón a la subjetividad de la respuesta debido a las diferentes variables que se interrelacionan en un momento dado como la humedad antecedente del suelo.

Una vez definido metodológicamente cómo se realiza el cálculo de los parámetros morfométricos de una cuenca, y con base en la información necesaria para establecer los parámetros y caracterizar de la forma más precisa la Cuenca del río Siecha, obtenida de las estaciones presentes en el área de estudio bajo la jurisdicción del IDEAM, CAR y CORPOGUAVIO, a las cuales se allegó la respectiva solicitud, podemos establecer los parámetros de la siguiente manera:

6.2.1. Área

Para el cálculo de este parámetro se establecen las secciones o sub-áreas de donde se obtiene la información de las altitudes y se precisa el área de la cuenca, de la siguiente forma:

Tabla 6. Cuadro de Cálculo de Áreas

No	Cota (msnm)			Área (km ²)			
	Mínim o	Máxim o	Promedi o	Interval o	Acumulad o	% Acumulado	% Intervalo
1	2600	2715	2657	32,74	141,06	100,00	23,21
2	2715	2830	2773	21,19	108,32	76,79	15,02
3	2830	2945	2888	17,08	87,13	61,77	12,11
4	2945	3060	3002	15,16	70,05	49,66	10,75
5	3060	3175	3117	12,31	54,89	38,91	8,73
6	3175	3290	3233	11,81	42,58	30,18	8,37
7	3290	3405	3348	14,88	30,77	21,81	10,55
8	3405	3520	3462	9,16	15,89	11,27	6,49
9	3520	3635	3577	5,83	6,73	4,77	4,13
10	3635	3750	3693	0,91	0,91	0,64	0,64
Área Total				141,064			

Fuente: Elaboración Propia – Excel

6.2.2. Perímetro

Para el cálculo de este parámetro, con ayuda de los mapas digitales de la cuenca en ArcGis y una vez delimitada la cuenca se procede a realizar la medición.

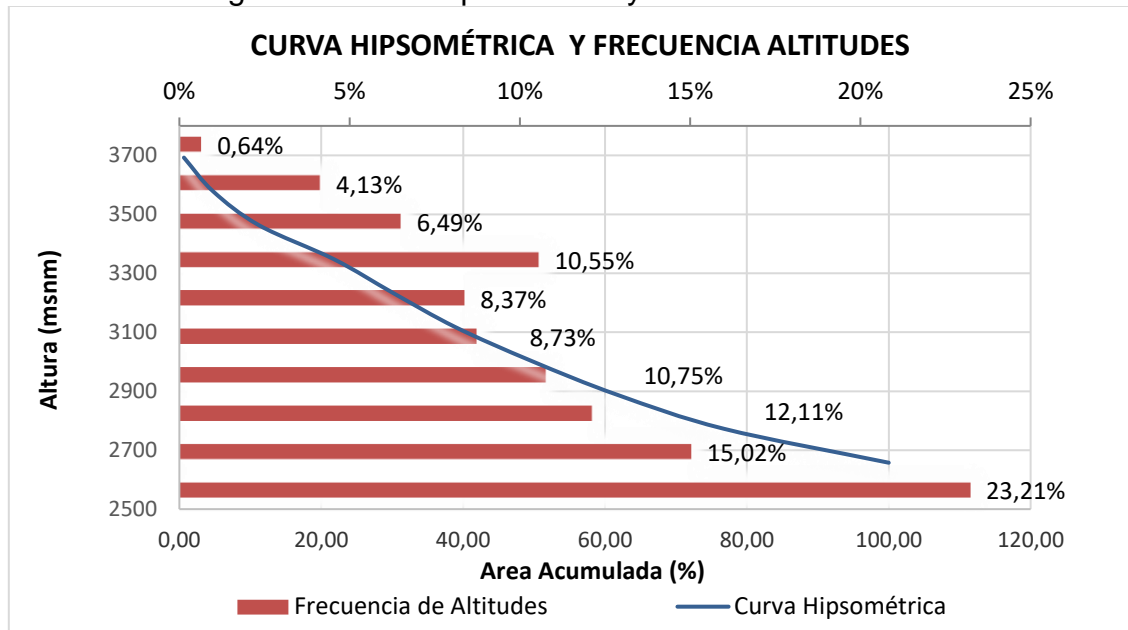
6.2.3. Altitud Media

Teniendo en cuenta la información cartográfica de la Cuenca y con base en el modelo digital generado en ArcGis, se determina la magnitud de este parámetro.

6.2.4. Curva Hipsométrica

Teniendo en cuenta la información reportada en la Tabla 6, correspondiente a las áreas parciales, con la que es posible trazar la curva y determinar la frecuencia de altitudes, que además se puede precisar en el modelo digital del área entre curvas de nivel en el (Anexo 1.2.)

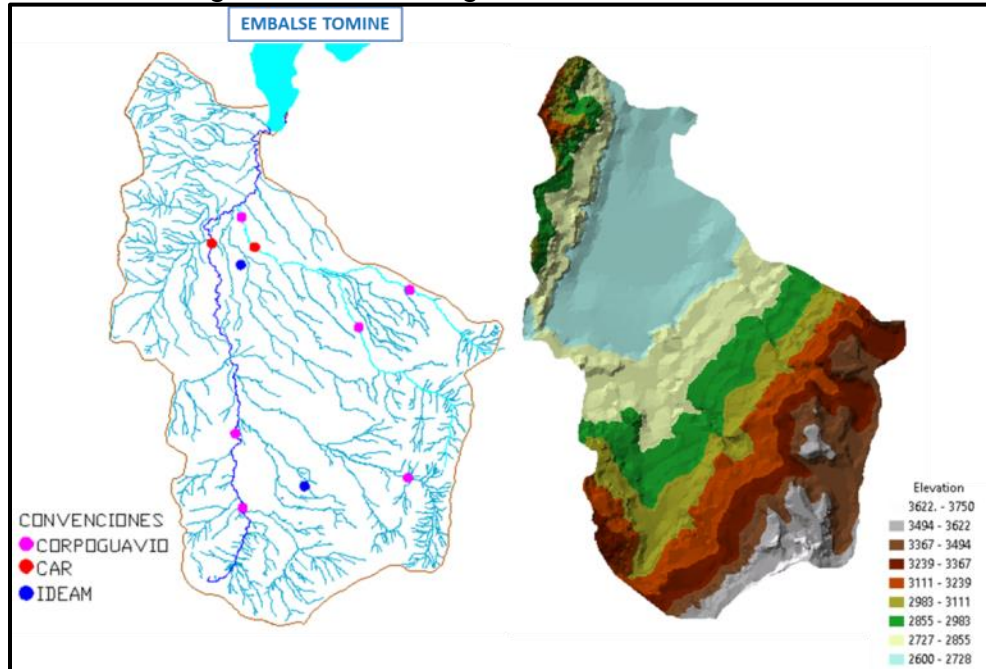
Figura 6. Curva Hipsométrica y Frecuencia de Altitudes.



Fuente: Elaboración Propia - Excel

Por medio de ArcGis podemos obtener el modelo que nos muestra la variación de las altitudes, teniendo en cuenta el relieve y topografía de la cuenca, detallado en el (Anexo 1.3.)

Figura 7. Modelo Digital de Elevación ArcGis.



Fuente: Elaboración Propia – ArcGis.

6.2.5. Pendiente Promedio

Con ayuda del modelo digital de altitudes y teniendo en cuenta el número de ocurrencias de las pendientes, se realiza el cálculo de la pendiente promedio de la cuenca, de la siguiente forma:

Tabla 7. Cálculo de Pendiente Promedio

No.	Rango Pendiente (%)			Número de Ocurrencias	
	Inferior	Superior	Promedio	Count	Total Promedio
1	0	18	9	98936	866934
2	18	35	26	37490	985525
3	35	53	44	13618	596640
4	53	70	61	3752	230071
5	70	88	79	1029	81119
6	88	105	96	272	26222
7	105	121	113	76	8599
8	123	140	131	28	3680
9	143	156	149	8	1196
10	163	175	169	2	339
Total				155211	2800325

Fuente: Elaboración Propia – Excel.

De esta forma tenemos que pendiente promedio es:

$$Sc = 2.800.325 / 155.211$$
$$Sc = 18,04\%$$

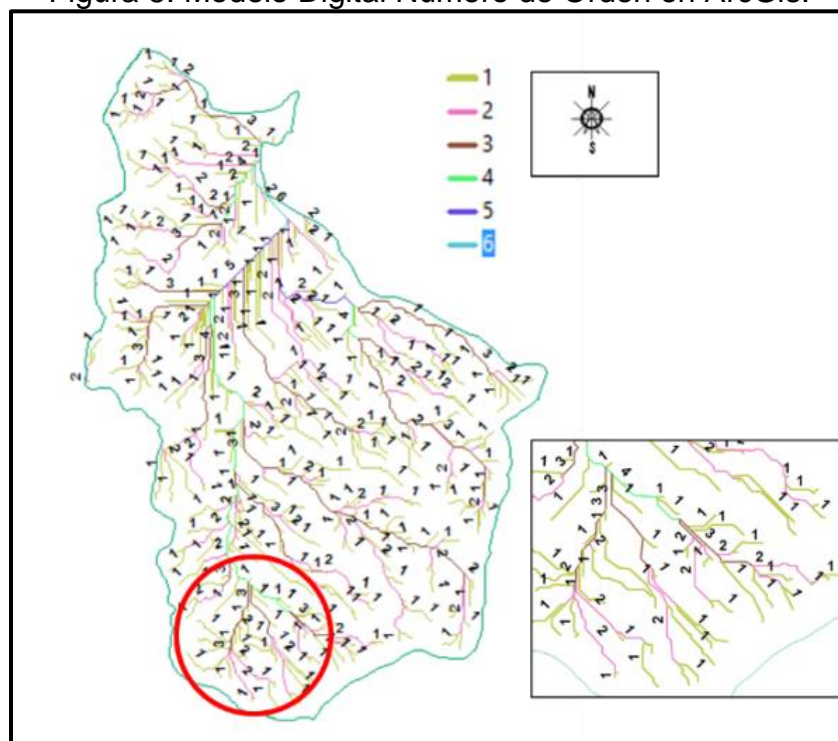
6.2.6. Longitud del Cauce Principal

Para determinar la magnitud de la longitud del cauce principal, apoyados con el mapa digital generado en ArcGis, se establecen las longitudes de los cauces presentes en la cuenca y se precisa la correspondiente al río Siecha.

6.2.7. Orden de Corriente

Teniendo en cuenta el mapa generado en ArcGis se construye y totaliza la medición de la longitud de la Red, en función de la discriminación de los cauces por el número de orden al cual pertenece, de lo cual podemos determinar que el número de orden de la corriente es 6, discriminando el orden de las corrientes de la siguiente forma:

Figura 8. Modelo Digital Número de Orden en ArcGis.

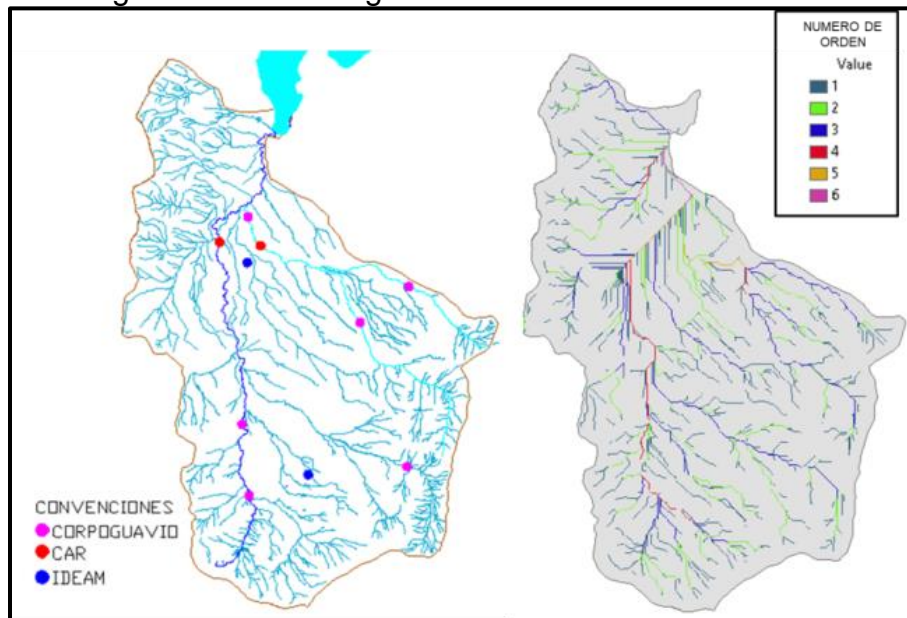


Fuente: Elaboración Propia – ArcGis.

6.2.8. Longitud Red Hídrica

Para el cálculo de este parámetro se lleva a cabo la digitalización en ArcGis, de donde se puede obtener la longitud de cada uno de los cauces y además el número de orden de la red, detallado en el (Anexo 1.4.)

Figura 9. Modelo Digital Número de Orden en ArcGis.



Fuente: Elaboración Propia – ArcGis.

Del modelo digital obtenido, se adquiere la información de la longitud total de la red Hídrica, como se especifica a continuación:

Figura 10. Salida información Longitud de la Red ArcGis.

LongRedHidrica				
	OID	GRID_CODE	Cnt_GRID_C	Sum_Longit
▶	0	1	438	225.513578
	1	2	196	89.722313
	2	3	130	57.088765
	3	4	46	14.855194
	4	5	33	6.721489
	5	6	9	2.555047

Fuente: Elaboración Propia – ArcGis.

Tabla 8. Número de Orden y Longitud de la Red

Orden de la Red Hídrica	Longitud (km)
1	225,51
2	89,72
3	57,09
4	14,86
5	6,72
6	2,56
TOTAL	396,46

Fuente: Elaboración Propia – Excel.

6.2.9. Pendiente Promedio de la Red Hídrica

Con base en el anterior parámetro y la información de allí obtenida se genera otra salida que contiene el número de ocurrencias en cada una de las órdenes de la red, determinando así una pendiente promedio para la red hídrica:

Tabla 9. Pendiente promedio de la Red Hídrica

Orden de la Red Hídrica	Número de Ocurrencias	Pendiente Promedio (%)	SUM
1	8712	1,31	11407
2	3472	1,22	4253
3	2223	1,19	2637
4	543	1,08	587
5	250	1,03	258
6	107	1,00	107
Total	15307		19249

Fuente: Elaboración Propia – Excel.

De esta forma tenemos que pendiente de la Red Hídrica es:

$$Sh = 19.294 / 15.307$$

$$Sh = 1,26\%$$

6.2.10. Tiempo de concentración

El resultado de la utilización de las metodologías aplicadas muestra que el tiempo de tránsito de una onda de creciente en la parte alta (0+000 a 0+010 km) es de 2.8 horas, mientras en la cuenca baja es aproximadamente 6 horas.

Figura 11. Cálculo Tiempo de Concentración.

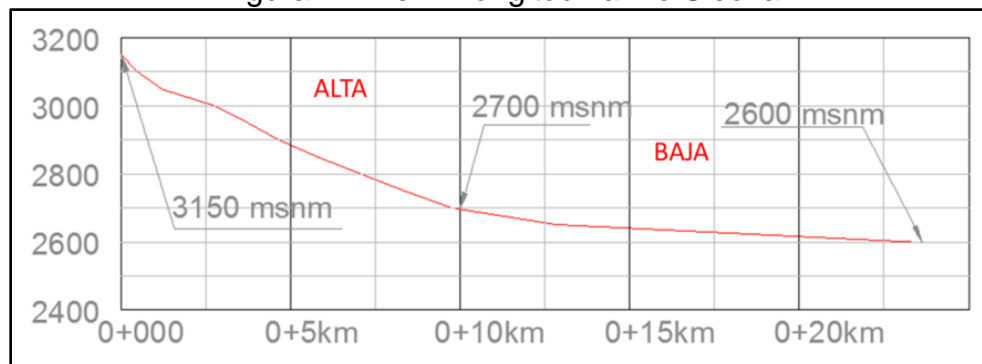
CUENCA RIO SIECHA				
CALCULO DEL TIEMPO DE CONCENTRACION				
Longitud Total cauce 23 km				
Abscisas en km	0+010		0+010 - 0+023	
Morfometría básica				
Area (km ²)	59.40		82	
Longitud cauce : L (m) =	10000	32 808 Pies	13000	42 651 Pies
Cota + baja (msnm) =	2700	8 858 Pies	2600	8 530 Pies
Cota + alta (msnm) =	3150	10 335 Pies	2700	8 858 Pies
Pendiente prom: S (m/m) =	0.0450		0.0077	
METODO	TIEMPO DE CONCENTRACION t _c		TIEMPO DE CONCENTRACION t _c	
	min	hr	min	hr
Kirpich	77	1.29	187	3.11
n =	0.50		0.50	
Hathaway	159	2.65	272	4.54
CN =	72		72	
SCS Lag	309	5.15	922	15.36
V (pie/s) =	1.10		1.10	
Velocidad del SCS	152	2.53	197	3.28
C =	0.40		0.40	
FWAA	138	2.31	284	4.73
P =	0.98		0.98	
George Rivero	176	2.94	246	4.10
PROMEDIO	169 min	2.52	351 min	6.07
ADOPTADO	170 min		350 min	
TIEMPO EN HORAS	2.8 horas		5.8 horas	

Fuente: Elaboración propia - Excel.

6.2.11. Pendiente del Cauce Principal

A partir de la cartografía disponible y con el fin de observar las zonas más representativas del cauce se trazó la pendiente longitudinal del río Siecha a lo largo de 23 km, desde su nacimiento en la cota 3150 msnm hasta la llegada al embalse de Betania a 2600 msnm, como resultado del trazado se identificaron dos rangos altitudinales marcados que se observan fácilmente sobre el perfil longitudinal, y que corresponden a la parte alta y baja a lo largo del cauce sin que exista una zona intermedia, como se aprecia en el siguiente esquema.

Figura 12. Perfil Longitudinal río Siecha.



Fuente: Elaboración Propia – AutoCAD.

Para estimar la pendiente de cada tramo del cauce principal, se tomó la diferencia entre la cota más alta y baja al igual que la longitud de cada sección, con estos valores y aplicando la siguiente ecuación se estimó la pendiente media de cada sección.

La pendiente estimada para cada tramo se observa en la siguiente tabla:

Tabla 10. Pendiente Estimada Por Cada Tramo.

TRAMO (abscisa)	Cota sup (msnm)	Cota inf (msnm)	Longitud (km)	Pendiente (m/m)	Pendiente (%)
0+010	3150	2700	10	0.0450	4.50
0+010 - 0+023	2700	2600	13	0.0077	0.77

Fuente: Elaboración propia - Excel.

En general los primeros 90 km del cauce principal nos indica que la velocidad del agua es mayor comparada con la zona más baja donde el relieve es llano, esta condición se puede apreciar con los estimativos de los tiempos de concentración evaluados por tramos más adelante.

6.2.12. Coeficiente de Masividad

Teniendo en cuenta la curva hipsométrica y las frecuencias de las altitudes, aplicando la Ecuación 10 sobre la altitud media, la altitud más frecuente y la altitud de frecuencia media, procedemos a establecer el promedio de las mismas con lo cual tenemos que este coeficiente corresponde a un valor de:

$$K_m = 3123,480/141,06 \quad K_m = 22,142$$

$$K_m = 2657,498/141,06 \quad K_m = 18,839$$

$$K_m = 3065,788/141,06 \quad K_m = 21,733$$

Por lo tanto, calculando el valor promedio tenemos: $K_m = 20,905 \text{ m/km}$

6.2.13. Factor de Forma

Teniendo en cuenta la longitud axial que fue medida desde AutoCAD, se procede a aplicar la Ecuación 11, de lo cual se obtiene:

$$K_f = \frac{141,06}{19,59^2} \qquad K_f = 0,37$$

6.2.14. Coeficiente Orográfico

Teniendo en cuenta la altitud media establecida en 6.2.3, se procede a aplicar la Ecuación 12, de lo cual se consigue:

$$C_o = (3,066/1000)^2/141,06 \qquad C_o = 0,067$$

6.2.15. Índice de Compacidad

Teniendo en cuenta el perímetro de la cuenca establecido digitalmente, se procede a aplicar la Ecuación 13, de lo cual se logra:

$$K_c = 0,28 * \frac{58,81}{\sqrt{141,06}} \qquad K_c = 1,39$$

6.2.16. Densidad de Drenaje

Teniendo en cuenta Longitud de las corrientes transitorias, intermitentes y constantes de la cuenca establecido en la Tabla 8, se procede a aplicar la Ecuación 14, de lo cual se obtiene:

$$D_d = \frac{396,46}{141,06} \qquad D_d = 2,81 \text{ Km/Km}^2$$

6.2.17. Sinuosidad

Teniendo en cuenta la longitud axial de la cuenca que fue medida desde AutoCAD, se procede a aplicar la Ecuación 15, de lo cual se consigue:

$$S_i = 19,59 / 24,02 \qquad S_i = 0,933 \text{ m/m}$$

6.3. RESUMEN DE PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS

A continuación se presenta la Tabla 11 de resumen, que contiene los valores calculados para los parámetros morfométricos desarrollados en el capítulo anterior.

Tabla 11. Resumen de Parámetros Morfométricos

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR
Área	km ²	141,06
Perímetro	Km	58,81
COTAS		
Máxima	msnm	3700
Mínima	msnm	2600
CENTROIDE		
X	m	1022522,57
Y	m	1025339,28
Z	msnm	3123,48
ALTITUD		
Altitud Media	msnm	3123,48
Altitud más Frecuente	msnm	2657
Altitud de Frecuencia Media	msnm	3065,79
PENDIENTE		
Pendiente promedio	%	18,04
RED HIDRICA		
Longitud del Curso Principal	Km	24,02
Orden de la Red Hídrica	Un.	6
Longitud de la Red Hídrica	km	396,46
Pendiente promedio de la Red Hídrica	%	1,26
PARAMETROS GENERADOS		
Tiempo de Concentración - Tc	Horas	2,87
Pendiente del Cauce Principal - Pm	m/Km	39,56
Longitud Axial - La	Km	19,59
Coeficiente de Masividad - Km	m/Km	20,905
Coeficiente Orográfico - Co	Adimensional	0,064
Índice de Gravelius - Kc	Adimensional	1,386
Coeficiente de compacidad - Kc'	Adimensional	1,177
Factor Forma - Kf	Adimensional	0,368
Densidad de Drenaje - Dd	Km/Km ²	2,81
Sinuosidad - Si	m/m	0,933

Fuente: Elaboración Propia – Excel.

6.4. SÍNTESIS DE LA CUENCA EN ESTUDIO

De los resultados obtenidos de los coeficientes morfométricos se tiene que la cuenca del río Siecha hasta su llegada al Embalse Tominé, abarca un área que comprende 141 km², la distribución porcentual del área de acuerdo a la curva hipsométrica indica que el 50% de la superficie se encuentra entre las cotas 3000 msnm y 2600 msnm, mientras el restante se distribuye entre los 3750 msnm - 3000 msnm, y el mayor porcentaje se concentra entre los 2715 msnm y 2600 msnm con un 23%. La pendiente media de la cuenca es del 18.04 % y el coeficiente de masividad de 20.90, indicadores que ubican la zona en categoría montañosa.

En general en la parte alta de la cuenca entre las cotas 3150 msnm y 2700 msnm, el efecto de una creciente súbita es alto por la pendiente promedio estimada del orden de 4.5 %, lo que aumenta la velocidad del agua disminuyendo la altura de la misma, mientras la parte baja después de la cota 270 msnm hasta la cota 2600 msnm antes de llegar al embalse de Tominé la pendiente es de 0.7%, por lo que el efecto es el contrario, el riesgo está asociado a las inundaciones especialmente por las poblaciones ribereñas.

Teniendo en cuenta la información recolectada en el análisis morfométrico, podemos afirmar que la cuenca del río Siecha se clasifica dentro de las de tamaño medianos con altitudes medias elevadas, tiene una forma alargada lo que genera que el agua de escorrentía permanezca un buen tiempo en la cuenca, esto sumado a que su cauce principal se puede considerar largo, en la cual se presentan numerosas variaciones en altitud por lo que se cataloga de carácter montañoso, pero estas transiciones se ven compensadas ya que se puede apreciar en sus pendientes bajas, lo cual propicia que se presente un sistema de drenaje de media complejidad que cuenta con buena eficiencia y en donde los cauces presentan baja sinuosidad, características que en conjunto permite considerar la cuenca de gran comportamiento hídrico.

6.5. OTRAS METODOLOGÍAS

6.5.1. Criterio OMM

El río Siecha, principal corriente de la cuenca del mismo nombre, tiene una pendiente media del 12% en la parte alta, y del 4.5% en la zona media y baja, condición que permite ubicar el área de influencia del proyecto en zona montañosa, esto con el fin de adaptarla a la tabla definida por regiones fisiográficas de la OMM.

La regionalización de zonas, de acuerdo a la cobertura establecida, permite inferir que bajo estas condiciones y considerando que la cuenca del Siecha tiene una superficie aproximada de 144 km², sería suficiente con la implementación de una estación hidrológica, para el monitoreo de niveles y caudales.

En general, según se observa en la tabla, el área mínima de 300 km² para pequeñas islas sería adecuada para una estación, situación que reafirma la condición asumida de un solo nodo de información para toda la cuenca.

6.5.2. Criterio VELIKANOFF M. A., IVANOFF P. V.

Ahora, bajo las condiciones planteadas del criterio en el apartado 5.45.4 y las relacionadas a la cuenca en estudio de la Ecuación **17**, se tiene:

$$L = (10 * 141)^{1/2}$$
$$L = 37,55 \text{ Km}^2$$

La longitud total del río principal de la cuenca del río Siecha corresponde a la fuente del mismo nombre, y su distancia total, desde su nacimiento en las lagunas de Siecha hasta su descarga en el embalse de Tominé, es de 23.5 km, lo que significa, de acuerdo a la metodología planteada, que no se hace necesario implementar una estación para el monitoreo de niveles y caudales, por lo tanto para realizar estudios hidrológicos de la cuenca del río Siecha se validarían mediante la transposición de información entre cuencas de características similares que cuenten con una estación preferiblemente hidrológica.

De aplicarse la ecuación de VELIKANOFF M. A., IVANOFF P. V.¹², asumiendo dos condiciones, la primera, que no hay estaciones en la cuenca y la segunda, que la longitud hídrica del río Siecha es mayor a 90 km, se tiene que la distancia máxima entre estaciones sería 31.6 km, lo que indica que no es viable la metodología, pues excede la longitud máxima real de cualquier fuente superficial presente en la cuenca del río Siecha.

Bajo este criterio, según la ecuación observada, no se tendrían estaciones básicas, lo que indicaría que los estudios hidrológicos de la cuenca que se esté evaluando podrán analizarse con los registros históricos de una estación cercana, lo cual es completamente válido; sin embargo, cuando se requiere un análisis más profundo de la hidrología del sector, la teoría no es válida, por ejemplo, en el caso de la estimación de los caudales para uso agrícola, ya que la cuenca es una zona con una alta presencia de cultivos.

¹² Diseño de la ampliación de la red hidrometeorológica de Bogotá y cuenca alta del río Tunjuelito, IDEAM, 20 de febrero de 2007 – Pág. 13.

6.6. INFORMACIÓN HIDROMETEOROLÓGICA

Otro segmento, dentro del proceso de caracterización de la cuenca del Siecha, lo constituye el determinar las particularidades hidrológicas y climáticas que se dan en ella, para lo que se hace necesario, al igual que en el capítulo anterior, acceder a la información histórica recolectada de diferentes parámetros climáticos a través de estaciones manejadas por las entidades del sector ambiente presentes en el área de estudio.

Una vez consultadas las entidades que manejan la información de las estaciones, se logró precisar que cinco de ellas cuentan con presencia en la cuenca de estudio y reportan buena información histórica; dos de ellas pertenecientes a la CAR, referenciada en el capítulo anterior y las tres restantes, propiedad del IDEAM, desde las cuales se puede llevar a cabo la caracterización de la cuenca desde el aspecto climático (Anexo 2).

Para la caracterización de las principales variables meteorológicas de la zona, se consultaron los registros de dos estaciones pluviométricas (PM) y una climatológica (CO) monitoreadas por el Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) ubicadas en la cuenca del río Siecha, la información general suministrada se relaciona en la Tabla 12.

Tabla 12. Estaciones IDEAM

ESTACIONES HIDROCLIMATOLÓGICAS IDEAM									
No	CODIGO	NOMBRE	MUNICIPIO	CORRIENTE	TIPO	PERIODO EVALUADO	LOCALIZACIÓN		ELEVAC.
							LATITUD	LONGITUD	msnm
1	21201610	SAN ISIDRO	GUASCA	BOGOTA	PM	1987-2016	0451 N	7353 W	2698
2	21201220	SANTA CRUZ DE SIECHA	GUASCA	R. SIECHA	PM	1978-2015	0447 N	7352 W	3100
3	2120570	GUASCA	GUASCA	CHIPATÁ	CO	1975-2015	0452 N	7352 W	2750

Fuente: IDEAM

En cuanto a la caracterización de los registros de niveles y caudales, se tomaron como referencia los valores históricos de las estaciones limnimétricas de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca -CAR-, las cuales cuentan con más de 40 años de registros continuos. Las principales características de las estaciones hidrológicas se encuentran en la Tabla 13.

Tabla 13. Estaciones CAR

ESTACIONES HIDROCLIMATOLÓGICAS CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL									
No	CODIGO	NOMBRE	MUNICIPIO	CORRIENTE	TIPO	PERIODO EVALUADO	LOCALIZACIÓN		ELEVAC.
							LATITUD	LONGITUD	msnm
1	2120799	STO DOMINGO	GUASCA	R. CHIPATÁ	LM	1973-2013	1028800	1021300	2652
2	2120798	SAN ISIDRO	GUASCA	R. SIECHA	LM	1959-2014	1028040	1020000	2680

Fuente: CAR

Es importante resaltar que las estaciones Hidrológicas de la Corporación Autónoma Regional del Guavio –CORPOGUAVIO-, ubicadas en la cuenca del río Siecha, iniciaron operación a partir del año 2012 - 2013 y no cuentan con curva de gasto, por lo que no hay información de caudales, sin embargo se hace necesario obtener esta información de cada punto de medición, dado que la metodología de optimización de KARASIOV I.F así lo exige, por esta razón se hace preciso construir unas curvas de gasto cuya metodología se explica más adelante en el documento.

A continuación, y con el fin de ubicar al lector en el número total de estaciones hidrológicas en la cuenca del Siecha, se relacionan las estaciones monitoreadas por CORPOGUAVIO, aunque estas no formarán parte de la caracterización en el capítulo 7 de “caudales representativos de la cuenca” ya que se considera suficiente ilustración con las estaciones de la CAR de Cundinamarca, no solo por el número de años continuos de monitoreo sino también por su ubicación estratégica en las subcuencas del río Siecha y Chipatá.

Tabla 14. Estaciones CORPOGUAVIO

ESTACIONES HIDROCLIMATOLÓGICAS CORPOGUAVIO									
No	CODIGO	NOMBRE	MUNICIPIO	CORRIENTE	TIPO	PERIODO EVALUADO	LOCALIZACIÓN		ELEVAC.
							LATITUD	LONGITUD	msnm
1	20201011	Chiguanos	GUASCA	R. SIECHA	LM	2013-2017	1020094,24	1020855,04	2959,69
2	20201012	Paso hondo	GUASCA	R. SIECHA	LM	2013-2017	1022581,44	1020557,06	2817,62
3	20201031	San Jois	GUASCA	Q. SALITRE	LM	2013-2017	1021107,89	1026338,29	3331,48
4	20201081	Union Q. piñuela y arboleta	GUASCA	RIO CHIPATÁ	LM	2013-2017	1026116,9	1024706,89	2888,66
5	20201082	Antes Unión río Siecha	GUASCA	RIO CHIPATÁ	LM	2013-2017	1029769,38	1020834,12	2625,29
6	20201084	Antes de Bocatoma 1 acueducto	GUASCA	Q. UVAL	LM	2013-2017	1027348,62	1026406,44	2960,09

Fuente: CORPOGUAVIO

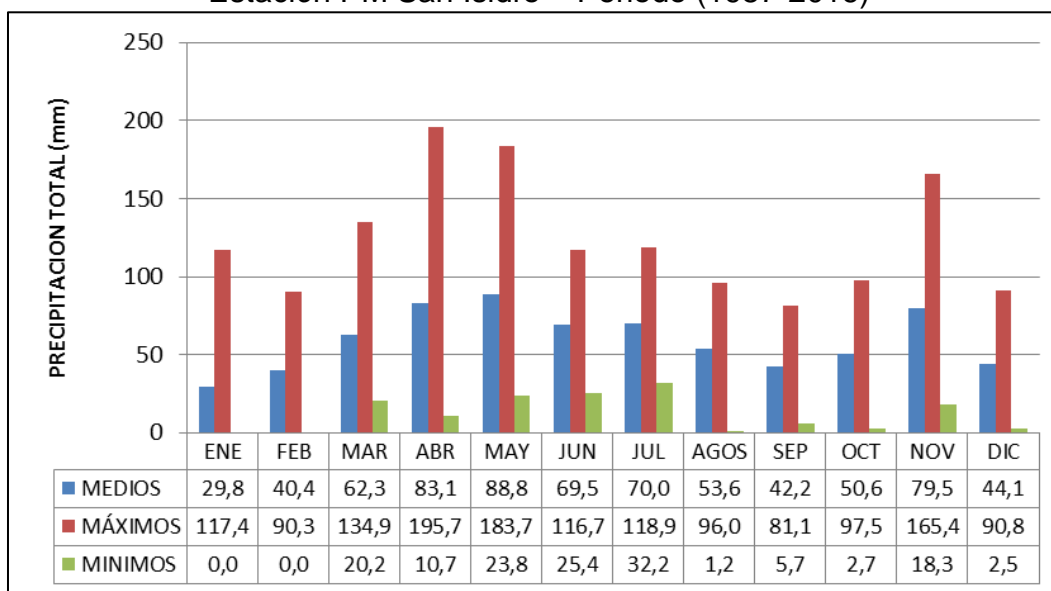
Las estaciones se consideran representativas para el estudio, dado que se encuentra en la zona de influencia del mismo. Así, con la información recolectada, procedemos a realizar el análisis de comportamiento limnimétrico y/o limnigráfico del río Siecha, así como el análisis de la climatología presente en el área de estudio.

6.7. CARACTERIZACIÓN PLUVIOMÉTRICA

Para la realización del análisis de las precipitaciones en la cuenca de estudio se acudió a la información histórica recolectada en las estaciones de tipo pluviométricas, dos de ellas pertenecientes a la red del IDEAM, la estación San Isidro y la estación Santa Cruz de Siecha. A partir de la información allí contenida se elaboraron los histogramas multianuales de valores totales mensuales de precipitación que corresponde a la precipitación total del mes, el valor máximo mensual que hace referencia a la lluvia máxima en 24 horas y finalmente el número de días con lluvia que indica los días del mes con precipitación, información que se encuentra contenida en el Anexo 2.

La información registrada por las estaciones tiene continuidad y, como se observó en la información de la Tabla 12, tienen buena extensión de información y los datos cuentan con homogeneidad, por lo que no es necesario adelantar labores de complementación. A continuación se presentan los resultados obtenidos, con los que podemos hacer el correspondiente análisis gráfico de la información:

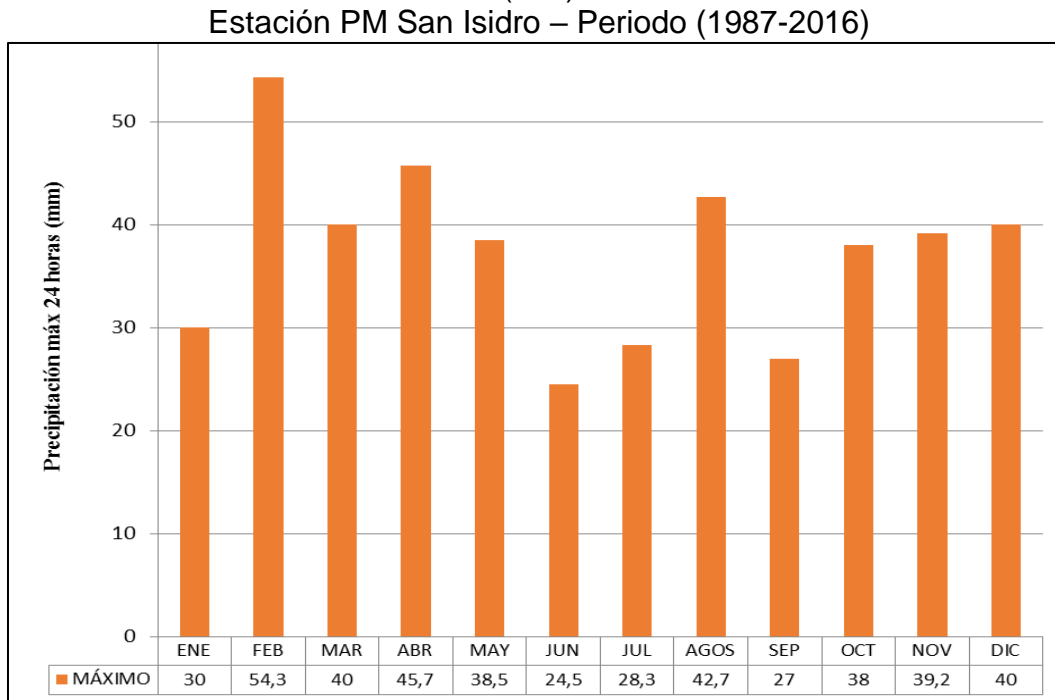
Figura 13. VALORES TOTALES MENSUALES DE PRECIPITACIÓN (mm)
Estación PM San Isidro – Periodo (1987-2016)



Fuente: Elaboración Propia – Excel.

Con base en el análisis gráfico de la serie histórica, se observa que el periodo donde más precipita es el correspondiente al mes de abril, con un aproximado de 83mm y el mes donde la precipitación registra el menor valor es enero, con 29.8mm

Figura 14. VALORES MÁXIMOS MENSUALES DE PRECIPITACIÓN EN 24 Hrs. (mm)

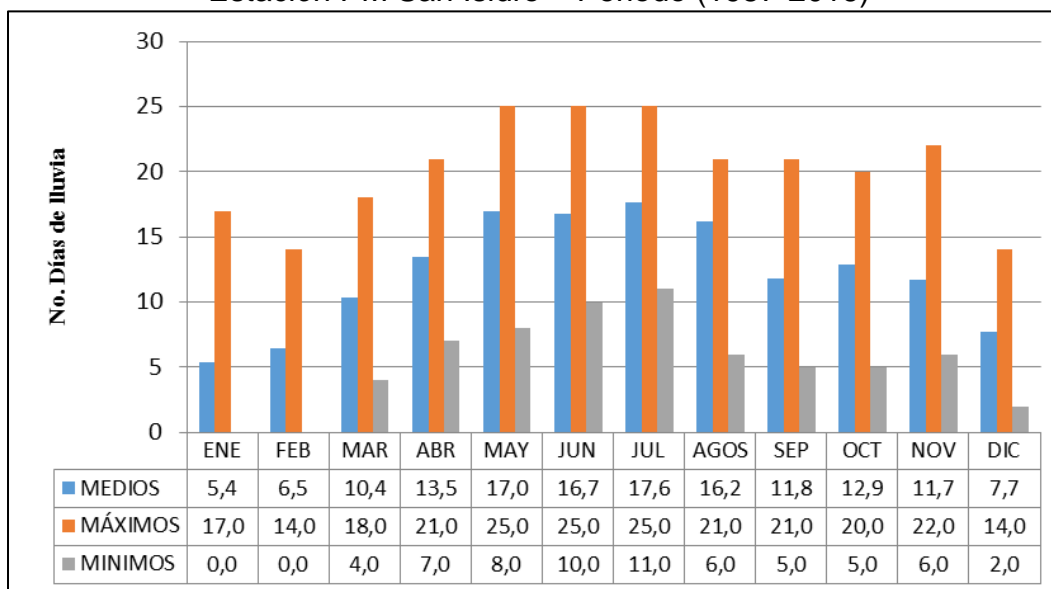


Fuente: Elaboración Propia – Excel.

Del análisis gráfico, podemos apreciar que el mes en el cual se presentan las precipitaciones máximas en 24 horas, corresponde al mes de febrero, ya que como valor máximo registrado se tiene 54,3 mm de lluvia.

En la siguiente figura se aprecia el comportamiento mensual multianual del número de días con lluvia para el mismo periodo en el área de influencia de la estación pluviométrica.

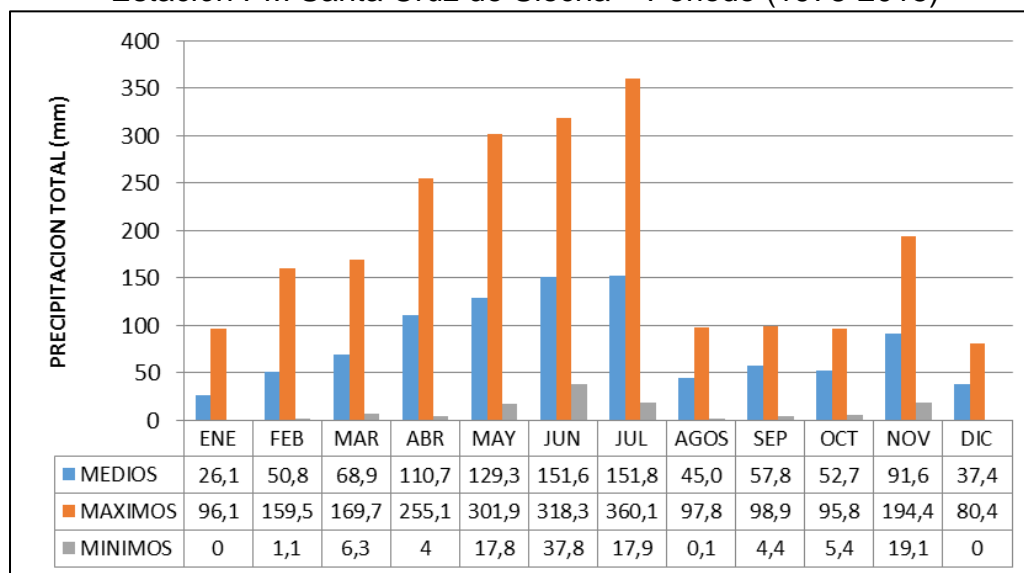
Figura 15. VALORES No DIAS MENSUALES DE PRECIPITACIÓN
Estación PM San Isidro – Periodo (1987-2016)



Fuente: Elaboración Propia – Excel.

De la gráfica podemos observar que los días que más precipita en el área de influencia de esta estación corresponden a los meses de mayo a agosto, en promedio se presentan más de 16 días de eventos. Ahora podemos observar la gráfica correspondiente a los valores máximos en 24 horas de precipitación para la misma estación.

Figura 16. VALORES TOTALES MENSUALES DE PRECIPITACIÓN (mm)
Estación PM Santa Cruz de Siecha – Periodo (1978-2015)



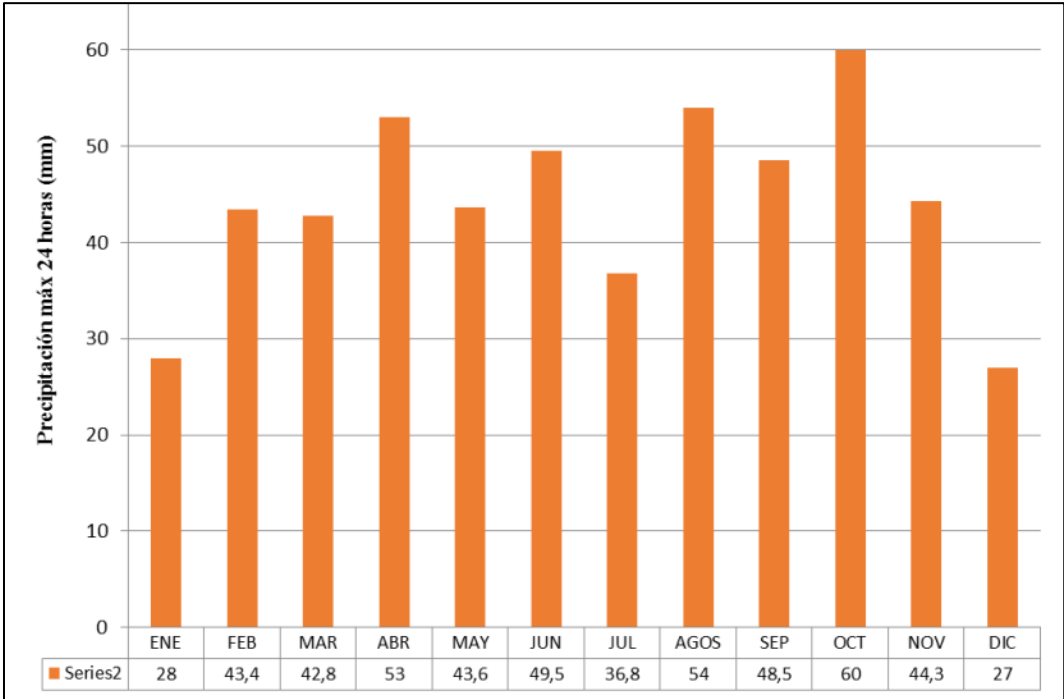
Fuente: Elaboración Propia – Excel.

Con base en el análisis gráfico de la serie histórica, podemos observar que el periodo donde más precipita es el correspondiente a los meses de abril a julio, con un aproximado máximo de 151,8mm y el mes donde la precipitación registra el menor valor es enero, con 26.1mm

Ahora podemos observar la gráfica correspondiente a los valores máximos en 24 horas de precipitación para la misma estación.

Figura 17. VALORES MÁXIMOS MENSUALES DE PRECIPITACIÓN EN 24 Hrs. (mm)

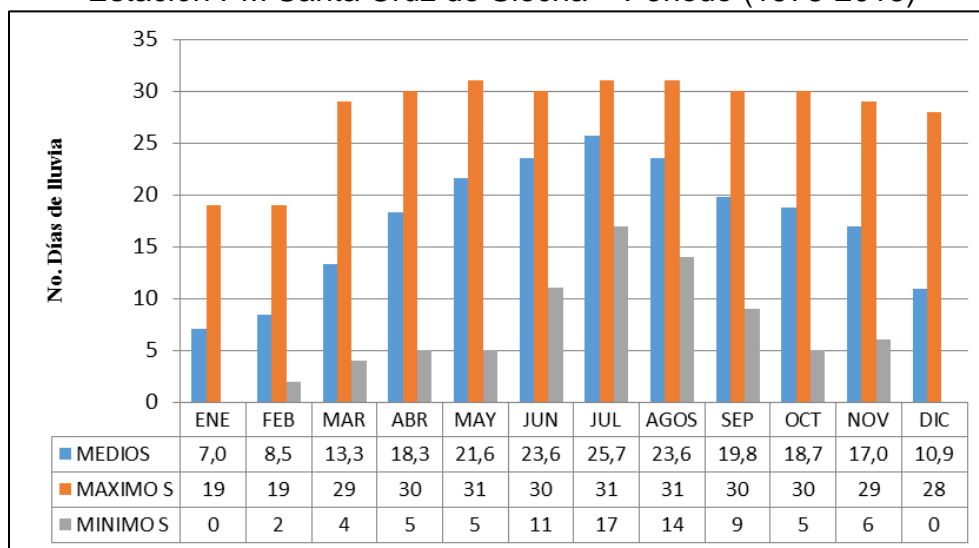
Estación PM Santa Cruz de Siecha – Periodo (1978-2015)



Fuente: Elaboración Propia – Excel.

De la gráfica podemos estimar que el mes en el cual se presentan las precipitaciones máximas en 24 horas en el área correspondiente a esta estación corresponde al mes de octubre, ya que como valor máximo registrado se tiene 60 mm de lluvia.

Figura 18. VALORES No DIAS MENSUALES DE PRECIPITACIÓN
Estación PM Santa Cruz de Siecha – Periodo (1978-2015)



Fuente: Elaboración Propia – Excel.

De la gráfica podemos observar que los días que más precipita en el área de influencia de esta estación corresponde al periodo desde el mes de julio a agosto, en promedio se presentan más de 23 días de eventos.

En la siguiente tabla se comparan los registros medios mensuales multianuales de la precipitación y el número de días con lluvia para el periodo entre 1987 y 2016 para las estaciones Pluviométricas (PM), con el fin de apreciar similitudes o diferencias significativas de acuerdo a la altitud en la que se encuentra cada estación.

Tabla 15. Precipitación y Número de Días con Lluvia
Estación PM San Isidro – Periodo (1987-2016)

ESTACION SAN ISIDRO		
Mes	Precipitación (mm)	No. De días con lluvia
Ene	29,8	5,4
Feb	40,4	6,5
Mar	62,3	10,4
Abr	83,1	13,5
May	88,8	17,0
Jun	69,5	16,7
Jul	70,0	17,6
Ago	53,6	16,2
Sep	42,2	11,8

Oct	50,6	12,9
Nov	79,5	11,7
Dic	44,1	7,7
Anual	59,5	12,3

Fuente: IDEAM 2016

De la información obtenida para la estación San Isidro podemos observar que durante los períodos lluviosos, los volúmenes medios registrados oscilan entre 62,3 mm en el mes de marzo y 70 mm en julio, con un pico de precipitación máxima de 88,8mm en el mes de mayo, en tanto que el número medio de días con lluvia varía entre 5,4 y 17,6 en los meses de enero y julio, respectivamente, para un promedio anual de 12,3 días.

Tabla 16. Precipitación y Número de Días con Lluvia
Estación PM Santa Cruz de Siecha – Periodo (1978-2015)

ESTACION SANTA CRUZ DE SIECHA		
Mes	Precipitación (mm)	No. De días con lluvia
Ene	26,1	7,0
Feb	50,8	8,5
Mar	68,9	13,3
Abr	110,7	18,3
May	129,3	21,6
Jun	151,6	23,6
Jul	151,8	25,7
Ago	45,0	23,6
Sep	57,8	19,8
Oct	52,7	18,7
Nov	91,6	17,0
Dic	37,4	10,9
Anual	81,1	17,3

Fuente: IDEAM 2016

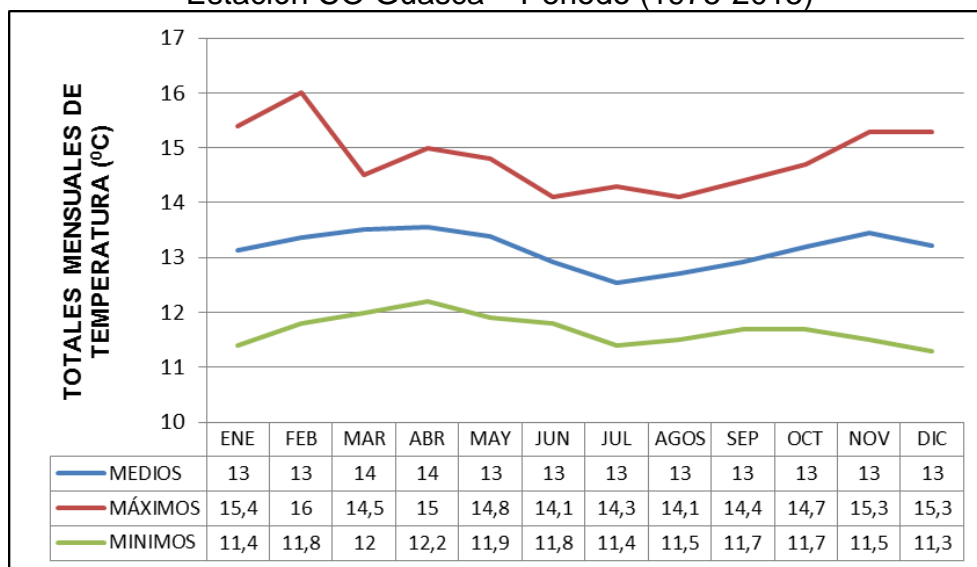
De la información obtenida para la estación Santa cruz de Siecha podemos observar que durante los períodos lluviosos, los volúmenes medios registrados oscilan entre 110 mm en el mes de abril y 151,8 mm en Julio, en tanto que el número medio de días con lluvia varía entre 7 y 25,7 en los meses de enero y junio, respectivamente, para un promedio anual de 17,3 días.

Con la información de precipitación de las dos estaciones analizadas es posible afirmar que el periodo de mayores precipitaciones en el año es el primer semestre del año.

6.8. TEMPERATURA

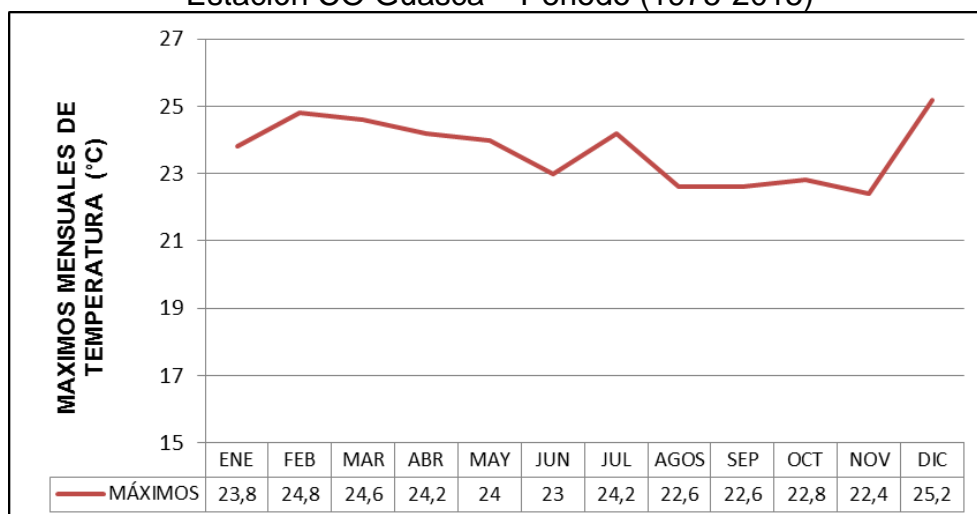
Para realizar el estudio y análisis de la temperatura en la cuenca, además de otros parámetros relacionados a la misma, utilizaremos la información registrada en la estación climatológica ordinaria (CO) de Guasca, manejada y perteneciente también a la red del IDEAM. De esta forma, se llevó a cabo el análisis gráfico de la información:

Figura 19. VALORES TOTALES MENSUALES DE TEMPERATURA (°C)
Estación CO Guasca – Periodo (1975-2015)



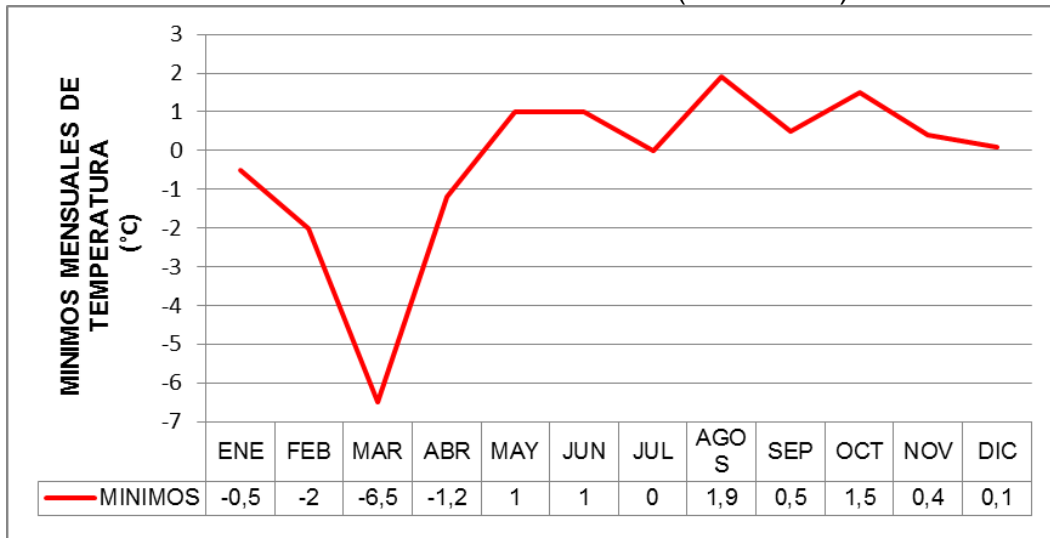
Fuente: Elaboración Propia – Excel.

Figura 20. VALORES MAX MENSUALES DE TEMPERATURA (°C)
Estación CO Guasca – Periodo (1975-2015)



Fuente: Elaboración Propia – Excel.

Figura 21. VALORES MIN MENSUALES DE TEMPERATURA (°C)
Estación CO Guasca – Periodo (1975-2015)



Fuente: Elaboración Propia – Excel.

Los valores medios anuales de temperatura, según los registros de la estación, se pueden considerar estable con un valor de 13°C, con dos meses donde reporta una temperatura de 14°C para un promedio anual de 13 °C.

Dentro de los valores mínimos mensuales de temperatura se registran los meses más fríos entre enero y abril, con valores por debajo de cero, donde la más baja se presenta en el mes de marzo con -6,5 °C. Ahora bien, los registros de las máximas muestran que las mayores temperaturas se presentan en el mismo periodo, con un máximo en el mes de febrero con 24,8 °C.

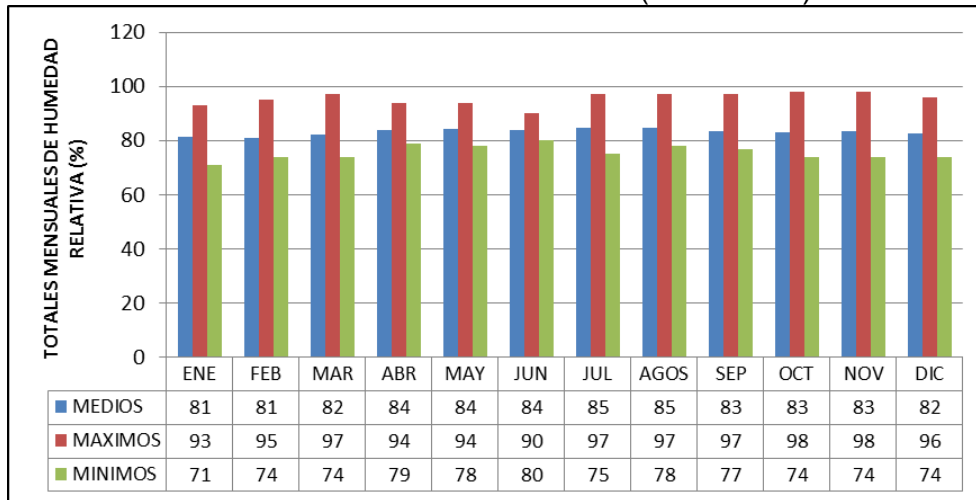
Es posible apreciar en las gráficas que las variaciones de temperatura no son bruscas, por lo tanto se puede afirmar que la zona de estudio tiene un clima estable, con presencia de las temperaturas más bajas en los primeros meses del año.

6.9. HUMEDAD RELATIVA

Este parámetro hace referencia a la humedad presente en la atmósfera y posee una relación inversamente proporcional a la temperatura, es decir, a mayor temperatura menor humedad y viceversa, según se aprecia en la siguiente figura.

La humedad relativa promedio anual, de acuerdo a los registros históricos de la estación climatológica, es igual a 83% con una variación media mensual entre 71% y 98%. Los menores valores se presentan en los meses secos, enero a febrero y un segundo periodo entre octubre a diciembre.

Figura 22. VALORES MENSUALES DE HUMEDAD RELATIVA (%)
Estación CO Guasca – Periodo (1975-2015)

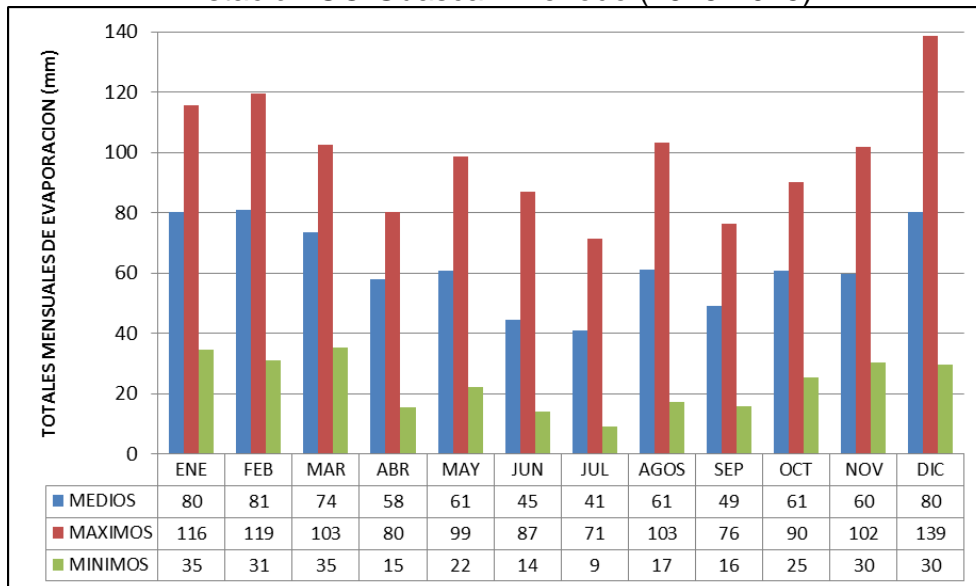


Fuente: Elaboración Propia – Excel.

6.10. EVAPORACIÓN

Los valores medios mensuales de evaporación oscilan a lo largo del año con un valor mínimo de 9,0 mm en el mes de julio y un máximo de 35 mm en el mes de enero. Dentro de los máximos encontramos que la evaporación máxima se presentó en los meses de diciembre con un valor de 139mm.

Figura 23. VALORES MENSUALES DE EVAPORACIÓN (mm)
Estación CO Guasca – Periodo (1975-2015)

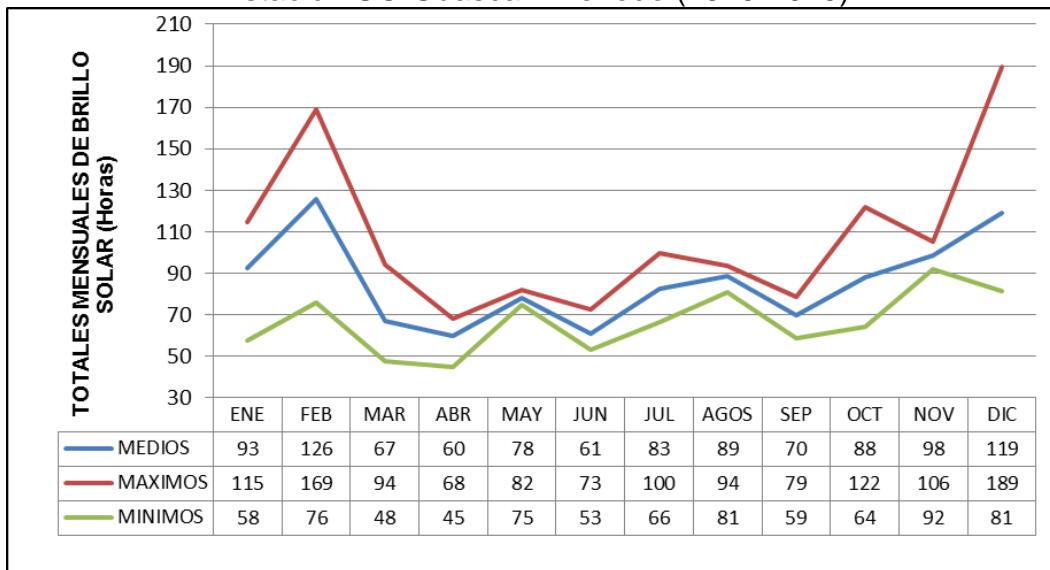


Fuente: Elaboración Propia – Excel.

6.11. BRILLO SOLAR

Respecto a este parámetro es importante resaltar que la serie de información registrada no tiene la misma calidad que la de otros parámetros, pero con las observaciones con que se contaba correspondiente a ocho años se realizó el análisis. El brillo solar coincide con los registros máximos mensuales de temperatura, de tal forma que los menores valores se presentan en los meses más fríos y los mayores en los meses más calurosos, el valor promedio multianual es de 1031.05 horas al año.

Figura 24. VALORES MENSUALES DE BRILLO SOLAR (Horas)
Estación CO Guasca – Periodo (1975-2015)

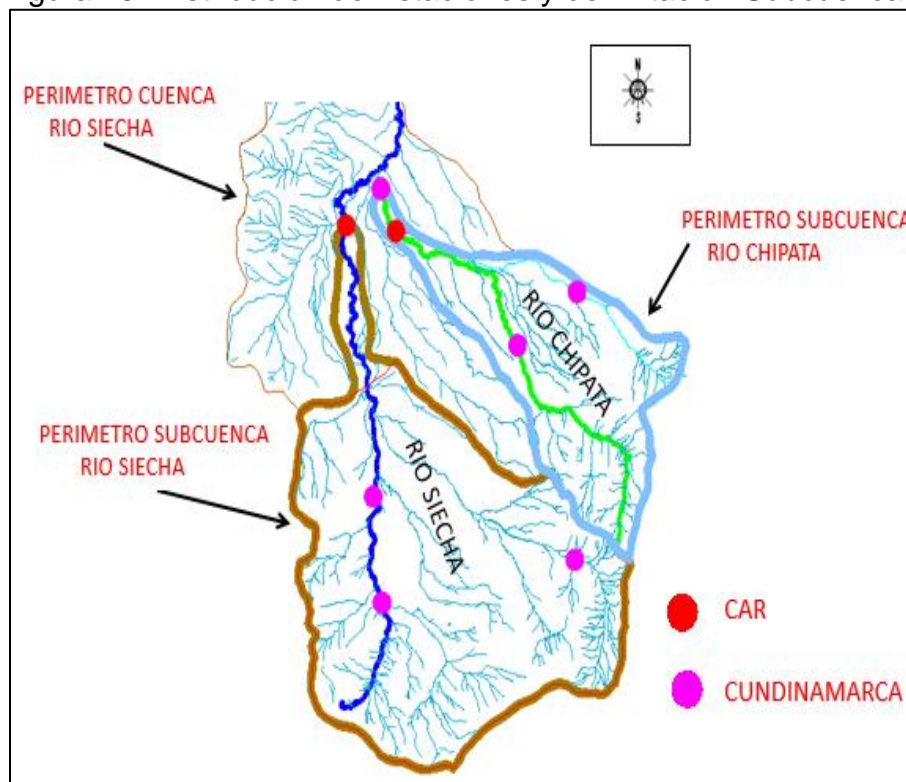


Fuente: Elaboración Propia – Excel.

7. CAUDALES MÍNIMOS, MEDIOS Y MÁXIMOS CARACTERÍSTICOS EN LA CUENCA DEL RÍO SIECHA

En la cuenca del río Siecha hay presencia de dos corporaciones ambientales CAR de Cundinamarca y CORPOGUAVIO, monitoreando los ríos Siecha y Chipatá, en cada subcuenca hay una (1) estación de la CAR y tres (3) de CORPOGUAVIO, Para un total de dos (2) estaciones de la CAR y seis (6) de CORPOGUAVIO, tal y como se aprecia en la siguiente figura.

Figura 25. Distribución de Estaciones y delimitación Subcuencas.



Fuente: Elaboración Propia – ArcGis.

Como se aprecia en la imagen en el cierre de la subcuenca del río Siecha hay una estación de la CAR, mientras en la subcuenca del río Chipatá el cierre de la misma corresponde a una estación de CORPOGUAVIO.

Es importante recordar, como ya se había mencionado, que las estaciones de CORPOGUAVIO iniciaron operación en el año 2012 Y 2013, y no tienen a la fecha una curva de gasto que asocie los niveles capturados en cada punto de medición con los caudales dominantes de las corrientes donde se ubicaron, por lo que no fue posible disponer de los caudales históricos de cada sitio.

En razón a lo anterior, y considerando que las estaciones hidrológicas de la CAR se encuentran en el cierre de ambas subcuencas, sumado a que cuentan con una serie de registros continuos mayor a 40 años, se caracterizarán los caudales de la cuenca del Siecha a partir de los datos históricos de las estaciones limnimétricas Santo Domingo (río Chipatá) y San Isidro (río Siecha), las cuales se relacionan en la Tabla 13.

Las series históricas de caudales consultadas en la página oficial de la CAR de Cundinamarca, que sirvieron de referencia para el presente estudio, se pueden apreciar en el (Anexo 2), y el resumen de los caudales máximos mensuales multianuales registrados en las estaciones Santo Domingo y San Isidro se ilustran en las siguientes gráficas.

Las estaciones que actualmente se encuentran sobre el río Siecha y sus afluentes principales son propiedad de la Corporación Autónoma Regional del Guavio -CORPOGUAVIO-, estas iniciaron operación en el año 2012, por lo que no fue posible disponer de los caudales históricos de cada sitio, dado que no se ha generado a la fecha, por parte de CORPOGUAVIO, una curva de gasto definitiva que asocie los niveles obtenidos en cada punto de medición con los caudales dominantes de las corrientes donde se ubicaron.

Sin embargo en la cuenca de interés hay presencia de dos estaciones hidrométricas conocidas como Santo Domingo y San Isidro, ubicadas en los ríos Chipatá y Siecha respectivamente, y que son monitoreadas por la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca -CAR-.

De esta forma, para evaluar los caudales máximos de la cuenca del río Siecha, en los puntos donde se ubican las estaciones hidrológicas de CORPOGUAVIO, se tomará como referencia los datos históricos de las estaciones limnimétricas Santo Domingo y San Isidro.

Para el caso de las estaciones de la CAR de Cundinamarca, se realiza un análisis de frecuencias de los caudales máximos por diferentes metodologías de distribución, escogiendo aquella que se ajuste mejor a los caudales observados, con el fin de evaluar el periodo de retorno de los eventos pasados y los esperados.

En cuanto a las estaciones de CORPOGUAVIO localizadas sobre el río Siecha y sus afluentes principales, se construirá una serie sintética de caudales máximos mensuales y anuales, a partir de los registros históricos de los eventos máximos capturados en las estaciones limnimétricas Santo Domingo y San Isidro Propiedad de la CAR de Cundinamarca.

De esta forma con los periodos de retorno estimados para los caudales máximos en las estaciones de la CAR y los caudales máximos sintéticos hallados para las estaciones de CORPOGUAVIO, se pretende, al final del documento, realizar un

análisis completo de los resultados obtenidos para las estaciones de régimen general y particular.

A partir de los caudales máximos estimados para las estaciones hidrológicas de la CAR de Cundinamarca y CORPOGUAVIO, se calculará la escorrentía media anual para evaluar los criterios de Gradiente, Correlativo y Área Representativa, que correspondan a un evento significativo de inundación, tal y como lo establece la metodología de KARASIOV I.F.

7.1. INFORMACIÓN BÁSICA ANTECEDENTE

Como ya se mencionó, existen dos estaciones propiedad de la CAR de Cundinamarca, que serán la base para caracterizar los caudales máximos en cualquier punto de la red hídrica que haga parte de la cuenca del río Siecha.

Para llevar a cabo esta operación, es decir para caracterizar hidrológicamente las estaciones de CORPOGUAVIO a las cuales no fue posible encontrar información de caudales observados por que no se disponía de la información, se propone aplicar la metodología de transposición de información entre cuencas que se describirá más adelante, para estimar el caudal máximo de cada estación limnimétrica monitoreada por CORPOGUAVIO.

Las series históricas de caudales consultadas en la página oficial de la CAR de Cundinamarca, que sirvieron de referencia para el presente estudio, se pueden apreciar en el (Anexo 2.2), y el resumen de los caudales máximos mensuales multianuales registrados en las estaciones Santo Domingo y San Isidro se ilustran en las siguientes tablas.

Tabla 17. Caudales Máximos, Medios y Mínimos Mensuales Multianuales Estación Santo Domingo – periodo 1973 - 2014

Q (m ³ /s)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
MEDIOS	0.66	1.08	1.84	3.35	4.91	6.05	7.33	4.02	3.25	2.51	2.47	1.17
MÁXIMO	4.35	6.28	9.75	18.05	24.90	31.66	37.30	12.51	18.05	11.76	10.53	5.45
MÍNIMO	0.01	0.04	0.08	0.05	0.22	0.56	0.33	0.41	0.16	0.07	0.05	0.05

Fuente: CAR, Código 2120799.

Tabla 18. Caudales Máximos, Medios y Mínimos Mensuales Multianuales Estación San Isidro – periodo 1973 – 2014

Q (m ³ /s)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
MEDIOS	0.85	1.51	2.79	5.76	9.01	9.70	8.21	6.67	5.57	5.08	5.64	1.83
MÁXIMO	4.60	9.71	19.16	21.88	30.98	70.56	26.97	21.88	23.42	21.88	23.42	13.5
MÍNIMO	0.01	0.01	0.01	0.04	0.94	1.71	2.02	0.73	0.57	0.30	0.04	0.01

Fuente: CAR, Código 2120798.

A continuación se presenta el resultado del análisis de frecuencias hidrológicas de las estaciones Santo Domingo y San Isidro, utilizando para ello diferentes métodos de distribuciones, con el fin de comparar la línea de tendencia resultante de cada método, para escoger la distribución de frecuencia que más se ajuste a las condiciones reales de los caudales observados.

7.1.1. Estación Santo Domingo

La estación Santo Domingo se encuentra sobre el río Chipatá, corresponde a una estación Limnimétrica y se identifica con el código 2120799, que cuenta con registros de enero a diciembre. Los registros históricos que se consultaron abarcan un periodo de 39 años, sin embargo los años que tenían más de cuatro meses sin datos no se consideraron dentro del análisis, de esta forma los registros de los años 2003 y 2006 no se tuvieron en cuenta por estar incompletos.

Tabla 19. Caudales Máximos Anuales (1973-2014). Estación Santo Domingo.

Año	QMAX m³/s	Año	QMAX m³/s
1973	10,5	1995	10,0
1974	37,3	1996	11,0
1976	35,8	1997	4,6
1977	10,3	1998	5,5
1978	9,8	1999	5,5
1979	7,1	2000	11,9
1980	7,1	2001	4,6
1981	5,2	2002	4,6
1982	6,3	2004	3,3
1983	3,5	2005	1,8
1984	10,5	2007	2,0
1985	7,1	2008	4,0
1986	6,7	2009	4,3
1987	12,4	2010	2,0
1990	14,6	2011	4,0
1991	10,0	2012	18,0
1992	7,5	2013	6,2
1993	7,5	2014	18,0
1994	10,0		

Fuente: CAR, Código 2120799.

7.1.2. Estación San Isidro

Se encuentra en la cuenca media del río Siecha, corresponde a una estación Limnimétrica que se identifica con el código 2120798, que cuenta con registros de enero a diciembre. Los registros consultados abarcan una longitud de 45 años, de los cuales no se tuvo en cuenta el año de 1988 por tener más de cuatro meses sin registros. Para aquellos años donde había máximo hasta cuatro meses sin registros,

se tomó como referencia el valor medio mensual multianual del mes faltante, esto con el fin de obtener la mayor cantidad de datos posibles para el análisis de frecuencias.

Tabla 20. Caudales Máximos Anuales (1970-2014). Estación Santo Isidro.

Año	QMAX m³/s	Año	QMAX m³/s
1970	13,4	1994	5,8
1971	7,6	1995	5,8
1972	8,6	1996	6,1
1973	7,8	1997	10,1
1974	6,3	1998	6,8
1975	6,9	1999	16,9
1976	10,9	2000	19,8
1977	8,9	2001	5,7
1978	8,3	2002	4,3
1979	10,2	2003	21,9
1980	11,9	2004	25,9
1981	9,7	2005	25,9
1982	9,0	2006	30,4
1983	5,0	2007	21,9
1984	14,5	2008	30,4
1985	7,8	2009	22,5
1986	5,7	2010	19,2
1987	6,7	2011	26,3
1989	6,4	2012	16,1
1990	13,2	2013	31,0
1991	8,7	2014	70,6
1992	8,2		
1993	8,7		

Fuente: CAR, Código 2120798.

7.2. ESTADÍSTICA DATOS HIDROLÓGICOS

Los registros históricos de las estaciones hidrométricas consultadas tienen múltiples datos de caudales, por lo que es importante caracterizar de forma estadística este gran volumen de información, a continuación se presenta los elementos sintéticos más importantes de la serie, como son número de datos (n), promedio, mediana, moda, desviación estándar, coeficiente de variación y coeficiente de asimetría, variables que servirán de base para evaluar más adelante las frecuencias hidrológicas.

Tabla 21. Parámetros estadísticos. Estación Santo Domingo.

Variable	Valor
n	37
Prom(x)	9.2
Mediana	7.06
Moda	7.06
D_Est (x)	7.75
CVx	0.84
C. asimetría(x)	2.53

Fuente: Elaboración propia - Excel.

Tabla 22. Parámetros estadísticos. Estación Santo Isidro.

Variable	Valor
n	44
Prom(x)	14.3
Mediana	9.35
Moda	8.7
D_Est (x)	11.71
CVx	0.82
C. asimetría(x)	2.86

Fuente: Elaboración propia - Excel.

Observando los resultados estadísticos obtenidos entre estas dos estaciones se puede concluir que los registros hidrológicos de ambas estaciones guardan cierto grado de correspondencia y la dispersión de la información recolectada no es significativa, lo que indica que sus datos son homogéneos, lo cual es coherente si se tiene en cuenta que en la zona de interés no hay presencia de estructuras hidráulicas o centros urbanos que puedan alterar significativamente el tránsito normal del flujo a lo largo de estas corrientes.

7.3. METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DE FRECUENCIAS

La metodología para llevar a cabo el análisis de frecuencias de caudales máximos en esencia consiste en asignar a los caudales máximos instantáneos una posición de representación gráfica, un factor de frecuencias en el cual depende del número de años de registro, lo que a su vez permite dibujar los puntos en papel de probabilidad y posteriormente mediante la estimación de las estadísticas de la serie ajustar los valores extremos a esta distribución de probabilidades.

Para evaluar el método más apropiado que nos indique la magnitud de eventos pasados o futuros para varios periodos de retorno, se compararán las distribuciones Normal, LogNormal (II), LogNormal (III), Pearson (III), LogPerson (III) y Gumbel.

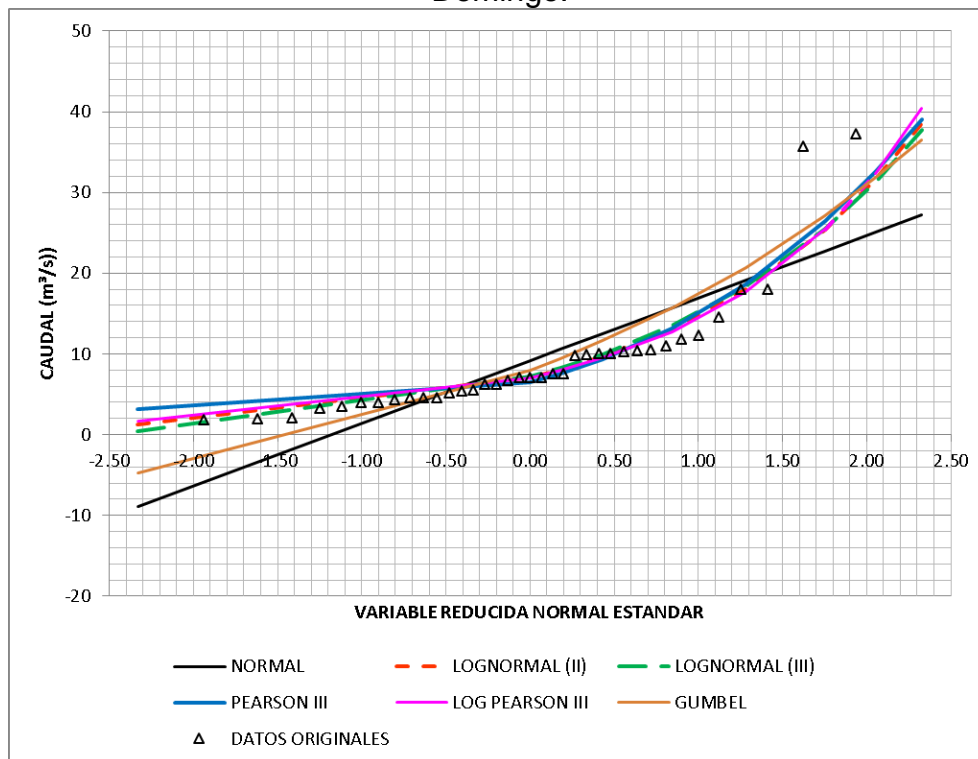
En general los caudales extremos (Nivel_máx) para un período de retorno dado se estiman como la suma entre el promedio de los caudales máximos ($N_{promedio}$) y el producto de la desviación estándar de la serie (σ) por el factor de frecuencia de la serie (K_T), de acuerdo con la siguiente expresión.

Ecuación 38
$$Q_{max} = \bar{N} + \sigma K_T$$

Para efectos de facilitar el proceso se usa el papel Gumbel que permite observar el ajuste de los datos a la distribución de frecuencia, y los caudales reales Vs los periodos de retorno (TR), para ello se ordenan los datos (caudales) de menor a mayor y se le asigna en el eje de la abscisas la variable reducida que corresponde al TR.

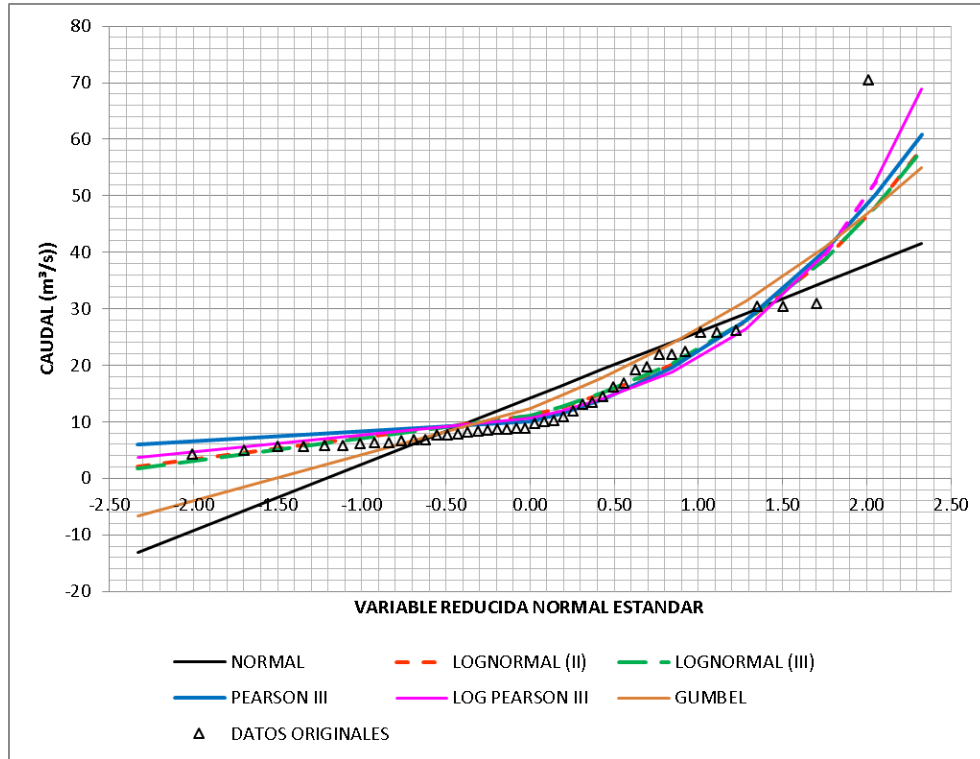
Como resultado del proceso del análisis estadístico para cada uno de los métodos de distribución ya enunciados, se obtienen unas líneas que muestran el método que más se ajusta a los datos originales.

Figura 26. Distribución de Gumbel de Caudales máximos Estación Santo Domingo.



Fuente: Elaboración propia, Código 2120799.

Figura 27. Distribución de Gumbel de Caudales máximos Estación Santo Isidro.



Fuente: Elaboración propia, Código 2120798.

Del proceso de representación gráfica se observa que la metodología de frecuencia de distribución aplicada por Gumbel y Normal, no se ajusten adecuadamente a la línea de tendencia.

Para determinar qué tan adecuado es el comportamiento del método de distribución de probabilidades a los caudales máximos de la serie de cada estación hidrológica, se realizó una prueba estadística de bondad de ajuste conocida como Chi Cuadrado, una medida de las discrepancia entre las frecuencias observadas (f_o) y las frecuencias calculadas (f_e) por medio de una distribución teórica que está dada por el estadístico χ^2 :

Ecuación 39
$$\chi^2 = \frac{\sum_{i=1}^k (f_o - f_e)^2}{f_e}$$

Para esta prueba los grados de libertad y confiabilidad fueron 7 y 0.95 respectivamente, de esta forma el valor límite establecido fue 14.07, y el resultado obtenido es el que se aprecia en las siguientes tablas.

Tabla 23. Cuadro Ajuste de Distribuciones Estación Santo Domingo 2120799

PRUEVA	NORMAL	LOGNORMAL (II)	LOGNORMAL (III)	PEARSON III	LOG PEARSON III	GUMBEL
χ^2	26.51	5.97	6.51	6.97	6.52	16.78

Fuente: Elaboración propia - Excel.

Tabla 24. Cuadro Ajuste de Distribuciones Estación Santo Isidro 2120798

PRUEVA	NORMAL	LOGNORMAL (II)	LOGNORMAL (III)	PEARSON III	LOG PEARSON III	GUMBEL
χ^2	41.00	11.91	11.91	6.28	11.40	34.18

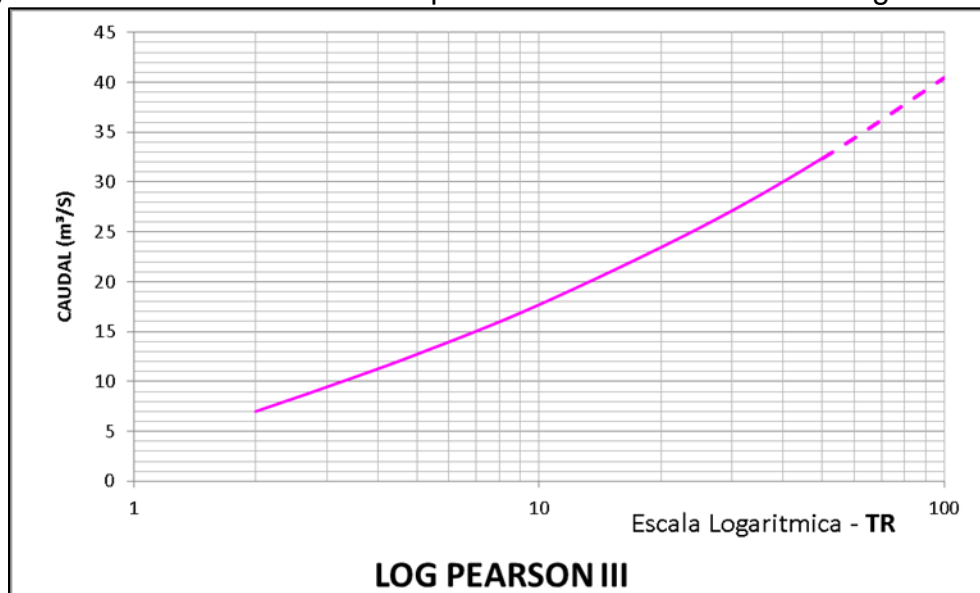
Fuente: Elaboración propia - Excel.

De las suposiciones probabilísticas que se evaluaron, nótese que la metodología de Normal y Gumbel se alejan de los demás registros, mientras las otras mantienen cierto grado de aproximación, sin embargo, para el cálculo de los caudales máximos esperados la serie que más se ajusta a los registros observados para ambas estaciones es la distribución de LogPerson (III).

7.4. RESULTADOS OBTENIDOS DE CAUDALES EXTREMOS PARA DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO

Los siguientes gráficos y cuadros presentan los caudales máximos esperados para distintos períodos de retorno, que fueron estimados con base en la metodología seleccionada.

Figura 28. Caudales Máximos Esperados Estación Santo Domingo 2120799



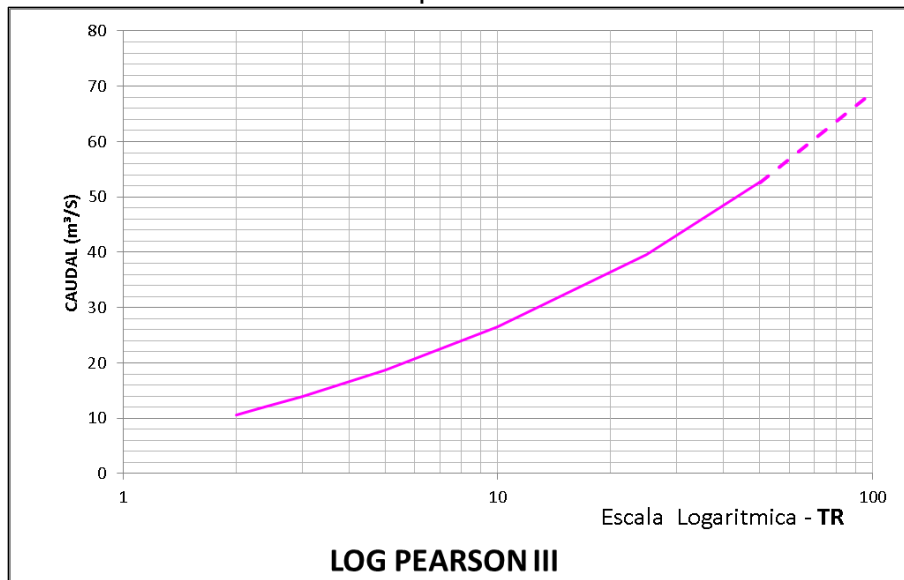
Fuente: Elaboración propia - Excel.

Tabla 25. Caudales Máximos Esperados Estación Santo Domingo 2120799

TR	Qmax (m ³ /s)
2	7.00
2.33	7.92
3	9.46
5	12.74
10	17.69
25	25.44
50	32.39
100	40.44

Fuente: Elaboración propia - Excel.

Figura 29. Caudales Máximos Esperados Estación Santo Isidro 2120798



Fuente: Elaboración propia – Excel

Tabla 26. Caudales Máximos Esperados Estación Santo Isidro 2120798

TR	Qmax (m ³ /s)
2	10.61
2.33	11.86
3	14.00
5	18.76
10	26.47
25	39.66
50	52.61
100	68.84

Fuente: Elaboración propia – Excel

Los caudales máximos calculados para los diferentes periodos de retorno son mayores en la estación San Isidro, lo que es coherente si consideramos que el área de drenaje de la estación San Isidro es 62.30 km², mientras la estación Santo Domingo cubre un área de 25.51 km².

Comparando los resultados obtenidos del análisis de frecuencia de caudales con los registros históricos de la estación San Isidro, se aprecia que el caudal máximo observado corresponde a 70.56 m³/s ocurrido en junio del año 2014, superando ampliamente los demás registrados en un periodo de 45 años de monitoreo por parte de la CAR.

Este caudal trasladado a la tabla de caudales máximos esperados correspondería a un TR superior a los 100 años, lo cual indicaría, de acuerdo a la teoría de probabilidades, que este caudal tendría una recurrencia mayor a 100 años. Sin embargo para evaluar este resultado habría que realizar un estudio más detallado de anomalías que no es parte del presente trabajo, que nos indique si el registro ocurrido por esta época fue el resultado de una lluvia intensa puntual que no se refleja en las estaciones pluviométricas consultadas, ni en la estación Santo Domingo que se encuentra sobre una cota similar y a una distancia aproximada de 1.5 km entre sí, o simplemente corresponde a un dato errado.

7.5. CONSTRUCCIÓN DE LA CURVA DE GASTO RED DE ESTACIONES HIDROLÓGICAS CORPOGUAVIO.

Como ya se describió en el capítulo 5, para la aplicación de la metodología es necesario contar con la información de caudales de cada estación hidrológica de CORPOGUAVIO, registros que no reposan en la autoridad ambiental, ya que a la fecha no cuentan con las curvas de gasto construidas por la autoridad ambiental; por lo tanto, fue necesario procesar los datos allí contenidos y así elaborar seis (6) curvas de calibración correspondientes a cada estación.

7.5.1. Información Suministrada Por CORPOGUAVIO

Teniendo en cuenta las necesidades de información, se solicitó al grupo de hidrología suministrada de CORPOGUAVIO, nos fuera allegada la información correspondiente a registros de niveles y aforos realizados en cada estación del catálogo referenciado en Tabla 27, solicitud que se realizó a través de oficio dirigido a dicha dependencia y radicado en su sitio web a través de PQR, a lo cual la corporación respondió, atendiendo según los términos correspondientes a este tipo de solicitud, con el suministro de documentos en formato Excel, los cuales se adjuntan al presente documento en el Anexo 5.

Tabla 27. Catálogo de estaciones Cuenca del río Siecha - CORPOGUAVIO

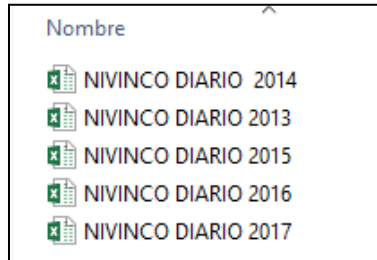
MUNICIPIO	NOMBRE AREA DE DRENAJE	SUBCUENCA	No	NOMBRE FUENTE HIDRICA SUPERFICIAL	No Estacion LM	ESTACION LIMNIMETRICA	CODIGO	ESTE	NORTE	COTA
								COORDENADAS PLANAS		
GUASCA	Siecha	Rio Siecha	1	Rio siecha	1	Cuenca Alta: Rio chiguamos (Acueducto Mariano Ospina)	20201011	1020855,04	1020094,24	2959,69
			2		Cuenca Media: Paso hondo (Acueducto Salitre y Santa Lucia)	20201012	1020557,06	1022581,44	2817,62	
		2	Quebrada salitre	4	Cuenca Alta: Antes de Bocatorna 1 acueducto San Jois	20201031	1026338,29	1021107,89	3331,48	
		Rio Chipata	3	Rio chipata	5	Cuenca Alta: Union Quebrada piñuela y arboleta	20201081	1024706,89	1026116,90	2888,66
					6	Cuenca Baja: Antes Unión Rio siecha	20201082	1020834,12	1029769,38	2625,29
					4	Quebrada uval	7	Cuenca Alta: Antes de Bocatorna 1 acueducto	20201084	1026406,44

Fuente: Elaboración propia - Excel.

7.5.1.1. Documentos asociados a los Registros Niveles.

Formato sobre el cual se registran los niveles leídos por el observador voluntario de la estación a las 6:00 am y 6:00 pm, el nombre del archivo que identifica el formato es “NIVINCO”

Figura 30. Archivo Formato Excel de Niveles Diarios.



Fuente: Información CORPOGUAVIO.

Figura 31. Formato “Registros Horarios de Niveles”

CORPOGUAVIO - CORPORACION AUTÓNOMA REGIONAL DEL GUAUVIO										
Subdirección de Gestión Ambiental										
Programa Manejo Integral del Recurso Hídrico										
DATOS HORARIOS DE NIVELES										
ESTACION LM - Rio Chiguamos Cuenca Alta (Acueducto Mariano Ospina) - Afluente Rio Siecha.										
CODIGO: 20201011										
MUNICIPIO GUASCA - CUNDINAMARCA										
I.L. (Inicio Lectura): 14 Abril 2012										
Observador: Segundo Poveda										
Vereda: La Trinidad Sector Pericos										
AÑO: 2013										
MES	DIA	DIAS AÑO	INS LM	INS MX	Ordinaria		Extraordinaria			
					1.00	2.00	Hora	Nivel	Observacion	
	1	1	2		0.61	0.59				
	2	2	2		0.60	0.60				
	3	3	2		0.61	0.60				
	4	4	2		0.60	0.59				
	5	5	2		0.59	0.58				
	6	6	2		0.60	0.59				
	7	7	2		0.59	0.58				
	8	8	2		0.59	0.57				
	9	9	2		0.56	0.55				
	10	10	2		0.57	0.56				
	11	11	2		0.58	0.57				
	12	12	2		0.55	0.55				

Fuente: Información CORPOGUAVIO.

7.5.1.2. Documentos asociados a los Registros de Aforos

Formato sobre el cual se registran los aforos líquidos por el observador voluntario de la estación, incluye la Cartera de los aforos, la Hidrotopografía de la sección

donde se lleva a cabo la toma de datos y el resumen del aforo con un estimado de caudal medido.

Figura 32. Formatos Registro Aforos.

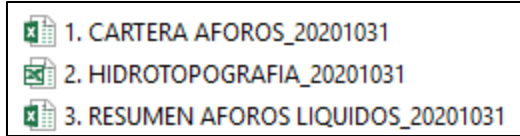
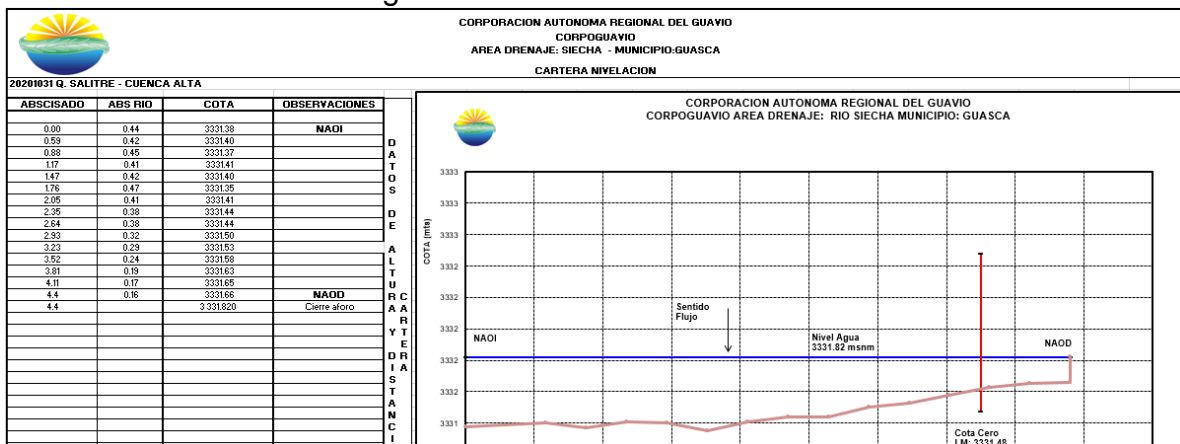


Figura 33. Cartera de aforos.

REGISTRO DATOS MEDICIÓN DE CAUDAL . MÉTODO AREA - VELOCIDAD (MOLINETE)														
CORRIENTE: Q. Salitre - Cuenca Alta				UBICACIÓN GUASCA - CUNDINAMARCA					FECHA 20-04-12					
CODIGO: 20201031														
Distancia desde orilla derecha (m)	Profundidades		Revoluciones			Velocidades (m/s)			Sección			CAUDAL PARCIAL (m ³ /s)		
	Prof. total (m) (PT)	Prof. aforo % (PA)	Nº rev. (N)	Tiempo aforo (seg) (T)	Rev/seg (N/T)	Velocidad puntual (VP)	Velocidad media en la vertical (VMV)	Velocidad media (VM)	Prof. media (m) (PM)	Ancho parcial (m) (AP)	Sección Parcial (m ²) (SP)			
0.00	0.44	Sup	0.0	50	0.00	0.001	0.00	0.00	0.44	0.00	0.000	0.000		
0.587	0.42	Sup	18	50	0.36	0.122	0.12	0.06	0.43	0.59	0.252	0.015		
0.880	0.45	40%	19	50	0.38	0.128								
		Sup	23	50	0.46	0.155	0.14	0.13	0.44	0.29	0.127	0.016		
		40%	22	50	0.44	0.148								
3.520	0.24	40%	14	50	0.28	0.095								
		Sup	16	50	0.32	0.108	0.08	0.09	0.27	0.29	0.078	0.007		
		40%	11	50	0.22	0.075								
3.813	0.19	Sup	14	50	0.28	0.095	0.08	0.08	0.22	0.29	0.063	0.005		
4.107	0.17	Sup	6	50	0.12	0.041	0.04	0.06	0.18	0.29	0.053	0.003		
4.400	0.16	Sup	5	50	0.10	0.035	0.03	0.03	0.17	0.29	0.048	0.002		
Equipo utilizado		Molinete Seba F-27L			Ecuación del molinete						Ancho Total (m)	Área sección (m ²)	Caudal (m ³ /s)	
Tipo de aforo		Vadeo			V=			0.335	N=	0.001	Total	4.40	1.55	0.19
Método de aforo		Area/Velocidad										Caudal L/s	186.8	
ANCHO SECCION m		4.4		AREA SECCION m2		1.55		CAUDAL m3/seg		0.19				
VELOCIDAD MEDIA m/s		0.12		PROFUNDIDAD MEDIA m		0.35		PERIMETRO MOJADO		4.43		5.10		
RADIO HIDRAULICO		0.35		FACTOR GEOMETRICO		0.50		FACTOR HIDRAULICO		0.22				

Fuente: Información CORPOGUAVIO.

Figura 34. HIDROTOPOGRAFIA.



Fuente: Información CORPOGUAVIO.

Figura 35. Resumen de aforos líquidos.

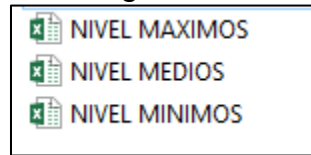
CORPOGUAVIO - CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL GUAVIO														
Subdirección de Gestión Ambiental														
Programa Manejo Integral del Recurso Hídrico														
RESUMEN DE AFOROS LIQUIDOS														
ESTACION:		Q. SALITRE CUENCA ALTA						CODIGO:		20201031		CORRIENTE: QUEBRADA SALITRE		
No AFORO	FECHA	ANCHO SECCION (m)	AREA SECCION (m ²)	PROFUNDIDAD MEDIA (3)(2)(m)	VELOCIDAD MEDIA (7)(3) (m)	NIVEL MEDIO (m)	CAUDAL (m ³ /s)	METODO DE AFORO	PERIMETRO MOJADO (2)+0.3(4) (m)	RADIO HIDRAULICO (3)(9) (m)	FACTOR GEOMETRICO (10)(2)(3) (m)	FACTOR HIDRAULICO (5)(WTI)	OBSERVACIONES	
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	11	12	
1	20/04/2012	4.4	1.55	0.35	0.12	0.34	0.19	area/velocidad	4.51	0.34	0.49	0.25	Aforo realizado por DAPHNIA, Nivel tomado del Nivinco	
2	8/11/2012	4.51	1.16	0.26	0.03	0.40	0.04	area/velocidad	4.59	0.25	0.40	0.09	Aforo realizado por DAPHNIA	
3	27/04/2013	3.7	0.3	0.08	0.13	0.40	0.04	0.2	3.72	0.08	0.19	0.71	Tipo de Aforo por vadeo, Realizado sobre la estructura en cemento	
4	22/06/2013	3.8	1.26	0.33	0.18	0.44	0.23	0.2 - 0.6 - 0.8	3.90	0.32	0.47	0.39	Tipo de Aforo por vadeo, Realizado sobre la seccion transversal de la estación. Los aforos deben realizarse en este punto (seccion de la mira)	
5	19/07/2013	6.40	0.510	0.080	0.106	0.47	0.054	0.2 - 0.6 - 0.8	6.424	0.079	0.185	0.573	Aforo realizado por ANASCOL, Nivel tomado por la funcionaria Diana León de CORPOGUAVIO	

Fuente: Información CORPOGUAVIO.

7.5.1.3. Procesamiento de la información.

A partir de los registros diarios del Nivinco entregados por CORPOGUAVIO se construyó la serie histórica de niveles medios, máximos y mínimos, los cuales se encuentran en el Anexo 7.1.2.

Figura 36. Formato registros históricos de niveles.



VALORES MINIMOS MENSUALES DE CAUDALES (m ³ /s)														
ESTACIÓN : 20201012 Paso Hondo														
Latitud 0451 N		X=N=1022581,44		Departamento		CUNDINAMARCA		Corriente		R. SIECHA		Categoria		LM
Longitu 7353 W		Y=E=1020557,06		Municipio		GUASCA		Cuenca		R. SIECHA		Fecha Instalación		
Elevaci 2817,62 m.s.n.m				Oficina Provincial								Fecha Suspensión		
A#O	EST	EN	ENERO	* FEBRE	* MARZO	* ABRIL	* MAYO	* JUNIO	* JULIO	* AGOST	* SEPTI	* OCTUB	* NOVIE	* DICIE
2013			0.115356	0.115	0.1104	0.1205	0.218	0.141	0.1287					
2014			0.14685	0.126	0.1104	0.1129	0.144	0.16	0.076	0.1287	0.144	0.14054	0.1034	0.1205318
2015			0.13159	0.093	0.0989	0.1011	0.095	0.16	0.2433	0.2433	0.144	0.12594	0.1259	0.1287339
2016			0.13159	0.093	0.0989	0.1011	0.095	0.16	0.2433	0.2433	0.144	0.12594	0.1259	0.1287339
2017			0.143663	0.144	0.1437	0.1501								
MEDIOS			0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1
MAXIM S			0.14685	0.144	0.1437	0.1501	0.218	0.16	0.2433	0.2433	0.144	0.14054	0.1259	0.1287339
MINIM S			0.115	0.093	0.099	0.101	0.095	0.141	0.076	0.129	0.144	0.126	0.103	0.121

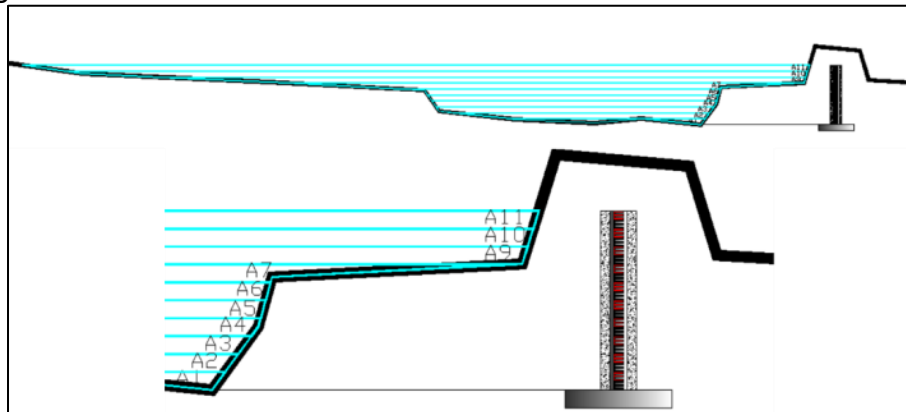
Fuente: Elaboración propia - Excel.

7.5.1.4. Metodología Propuesta

El promedio de aforos realizados por estación, a partir del inicio de operación de la red hidrométrica desde el año 2013, es de 4 a 5 mediciones, y la serie histórica de niveles es del año 2013 a 2017. Es importante destacar que las estaciones de CORPOGUAVIO se encuentran ubicadas en la cuenca alta por encima de los 2700 msnm, con excepción de la estación río Chipatá Cuenca Baja que se encuentra sobre los 2625 msnm. Esta condición nos indica que los puntos de medición se ubican en ríos de alta montaña, y en algunos casos con presencia de rocas grandes en el medio del cauce, muy cerca a la estación, según se observa en el registro fotográfico. (Anexo 7.1.2.)

Como parte del análisis realizado para evaluar la metodología adecuada, se estimó inicialmente el caudal a partir del área de la sección hidráulica del sitio, donde se ubicó la estación y la ecuación obtenida de la velocidad vertical media del aforo Vs la profundidad del mismo (Figura 39. Caudal estimado. Método AREA Vs VELOCIDAD - Estación 20201031 Quebrada Salitre.), lo cual no arrojó resultados adecuados, debido a que el caudal Teórico (aforado) en todos los casos fue mayor al caudal calculado (Tabla 28. Resultado Comparativo Entre el Caudal Aforado Vs El Caudal Estimado por el Método Área Velocidad.). En las siguientes gráficas se aprecia el procedimiento realizado para el cálculo del caudal teórico.

Figura 37. Sección transversal - Estación 20201031 Quebrada Salitre.



Fuente: Información CORPOGUAVIO.

De esta forma se procedió a evaluar la metodología más apropiada que reflejara los niveles observados con el caudal transportado, tomando como referencia el registro de caudales de las estaciones Santo Domingo para el río Chipatá, y San Isidro para el río Siecha, teniendo en cuenta que estos puntos son monitoreados por la CAR de Cundinamarca y se encuentran en el cierre de cada subcuenca.

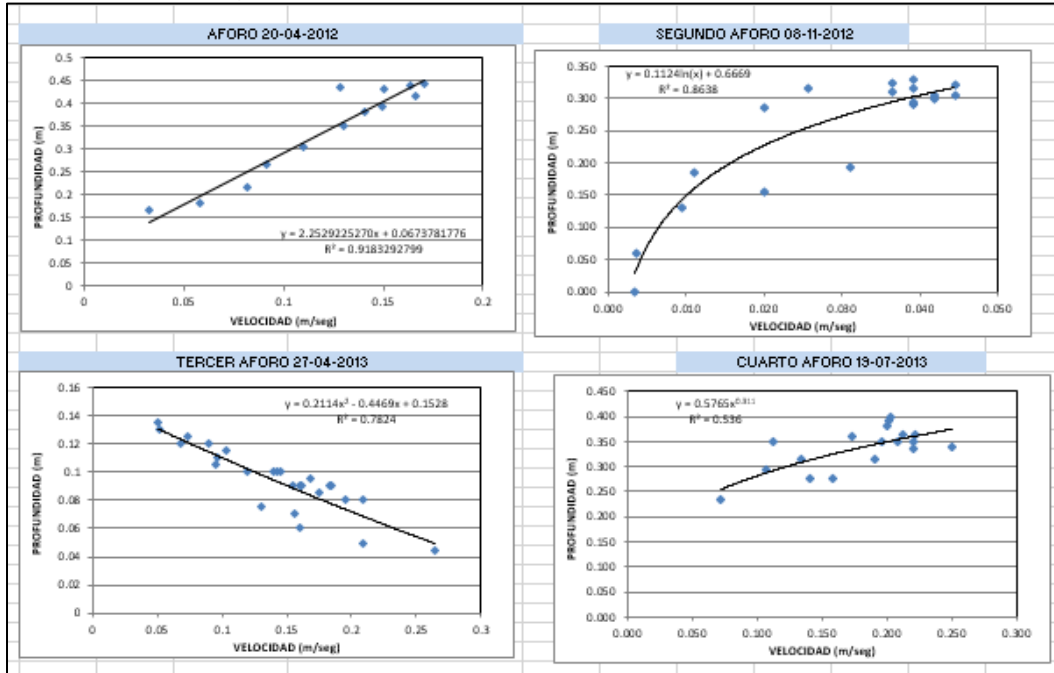
Para la proyección y calibración de la curva de calibración se empleó el Método Gráfico, el cual consiste principalmente en graficar la relación Nivel-Caudal (H-Q) de los aforos y luego determina cuáles de éstos deben incluirse en la curva de calibración, para finalmente ajustar según su criterio, (gráficamente) la relación, generando una curva suavizada que produzca la menor desviación posible de los datos de campo.

El analista debe siempre considerar toda la información disponible acerca del control y el nivel efectivo de caudal cero, H_0 , con el fin de dar una consideración propia a las curvas de transición y otros cambios en la forma y pendiente de la curva calibrada.

Para el ejercicio desarrollado en este proyecto, el método gráfico se apoyó en herramientas computacionales como Excel y AutoCAD, donde, con la ayuda de las líneas tendencia, se aproximó la curva que se ajustara de forma más adecuada a los datos de nivel y caudal suministrados por cada estación. Dicha aproximación se fue suavizando y definiendo de forma más concreta con ayuda del programa gráfico, llegando a una ecuación que nos brindara la correlación más amplia que concordara con la información de campo ya lograda.

Como parte del procedimiento realizado se evaluó, para algunos casos, la consistencia del aforo mediante un gráfico de velocidad Vs profundidad del aforo, con el fin de considerar si era apropiado tener en cuenta el resultado de la medición del aforo realizado en campo por CORPOGUAVIO. En el siguiente esquema se observa el grado de dispersión de los aforos realizados para diferentes épocas en la estación Quebrada el Salitre cuenca alta (20201031).

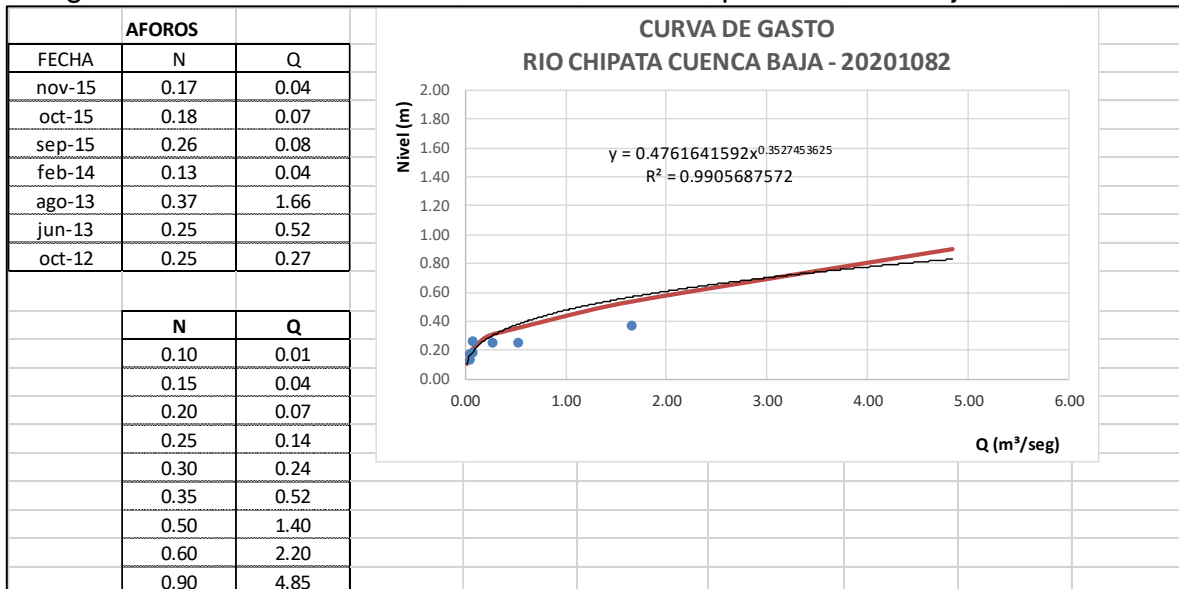
Figura 40. Velocidad Vs Profundidad del Aforo.



Fuente: Elaboración propia - Excel. (Anexo 6.2)

A partir de la metodología propuesta se muestra a continuación el resultado obtenido de la curva de calibración por estación.

Figura 41. Curva de Calibración estación río Chipatá Cuenca Baja - 20201082



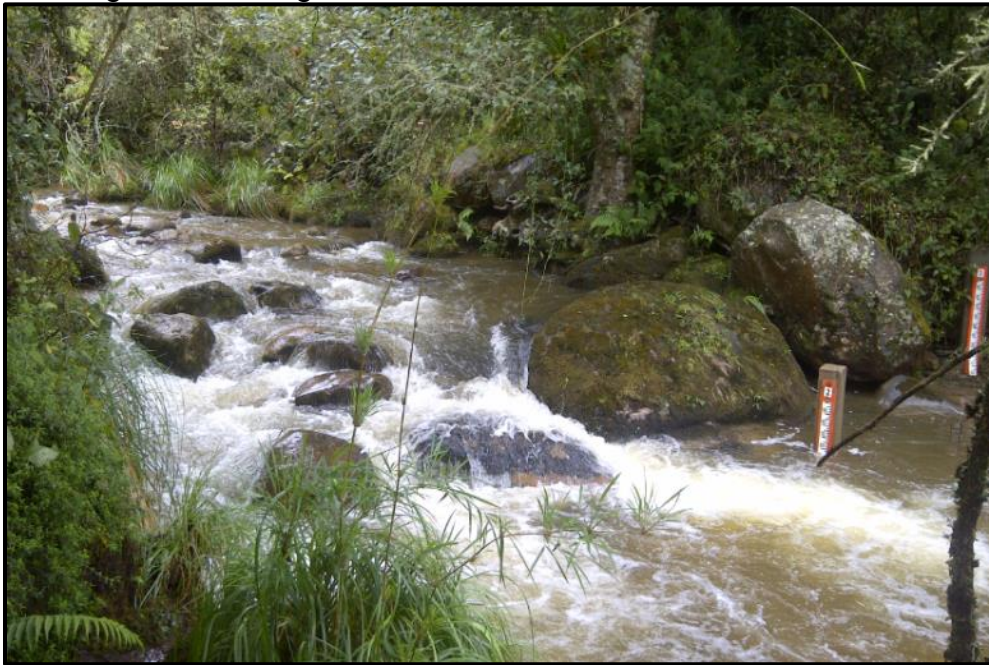
Fuente: Elaboración propia - Excel.

Figura 42. Fotografía Estación 20201081 – río Chipatá Cuenca Alta.



Sección estable Ubicada debajo de un puente – Fotografía tomada de aguas abajo hacia aguas arriba.

Figura 43. Fotografía Estación 20201084 – Quebrada Uval.



Estación con presencia de rocas de gran diámetro - Fotografía tomada de aguas abajo hacia aguas arriba.

Figura 44. Fotografía Estación 20201011 - Chiguanos Cuenca Alta.



Estación con presencia de rocas de gran diámetro - Fotografía tomada de aguas arriba hacia aguas abajo. Nótese la ubicación de dos miras (reglas hidrométricas) sobre dos estructuras de concreto en ambos extremos de la foto.

Figura 45. Fotografía Estación 20201012 - Chiguanos Cuenca Media.



Estación con presencia de rocas de gran diámetro y una bocatoma - Fotografía tomada de aguas abajo hacia aguas arriba.

Figura 46. Fotografía Estación 20201031 – Quebrada Salitre.



Fotografía tomada de aguas abajo hacia aguas arriba.

Figura 47. Fotografía Estación 20201082 – Chipatá Cuenca Baja.



Fotografía tomada de aguas arriba hacia aguas abajo.

Se debe tener en cuenta que las estaciones Quebrada Salitre (20201031) y Quebrada Uval (20201084), ubicadas en el río Siecha y Chipatá respectivamente, se encuentran en puntos donde hay presencia de rocas grandes, por lo que los cauces son inestables, variando las condiciones hidráulicas del mismo de tal forma que se puede presentar el fenómeno de histéresis en la curva $H=F(Q)$ (para un mismo nivel se puede presentar dos caudales diferentes), sin embargo de acuerdo a los registros entregados por CORPOGUAVIO no se evidenció esta condición.

En el caso de las estaciones Chiguanos Cuenca Alta (20201011) y Chiguanos Cuenca Media (20201012) se encuentran influenciadas por la presencia de una bocatoma aguas debajo de la estación, por lo que para niveles mínimos pueden influenciar en la relación nivel Vs caudal.

7.5.2. Áreas Aferentes a las Estaciones Hidrométricas

Para conocer el área aferente a cada una de las estaciones se delimitó la zona de influencia de cada punto de monitoreo hasta el sitio de ubicación del mismo, el trazado se realizó teniendo en cuenta la red hidrográfica y las curvas de nivel, de esta forma el área calculada por punto se relaciona en la Tabla 29.

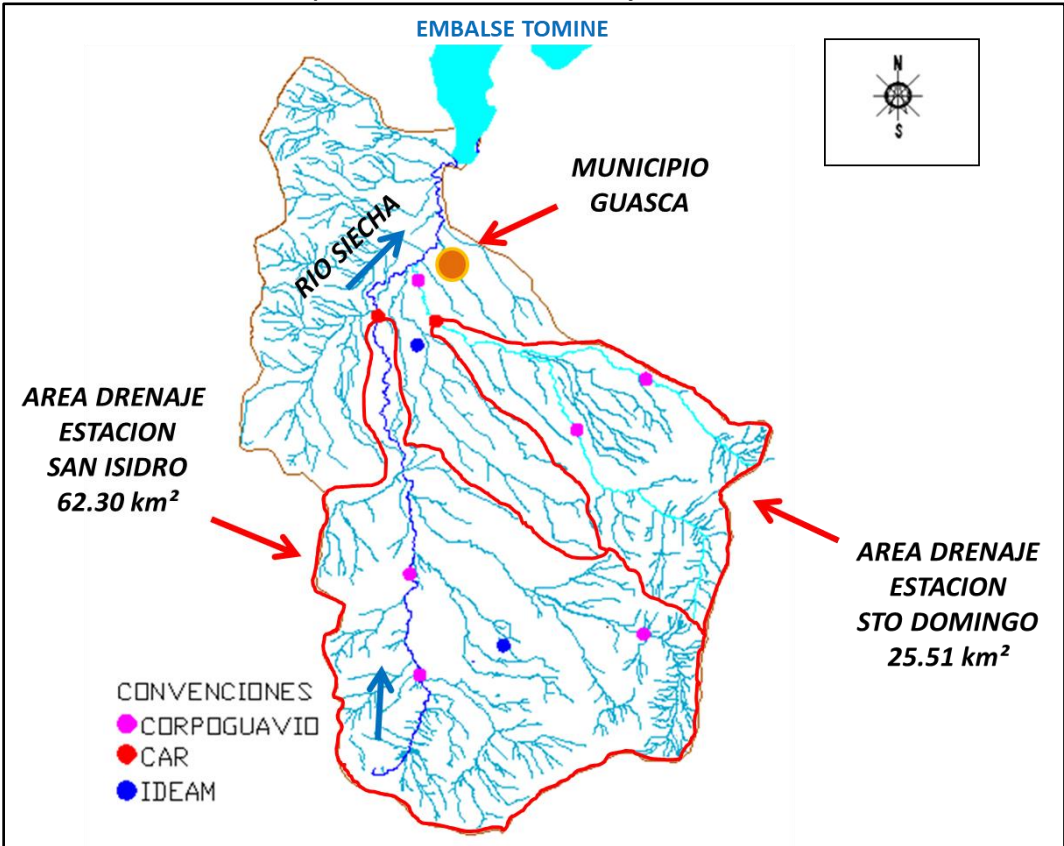
Tabla 29. Relación Áreas De Drenaje Hasta el Sitio de Ubicación de Cada Estación Limnimétrica

ENTIDAD	NOMBRE ESTACIÓN	CODIGO	AREA DRENAJE HASTA SITIO ESTACIÓN (KM²)
CAR	San Isidro	2120798	62.30
	Santo Domingo	2120799	25.51
CORPOGUAVIO	Río Chiguanos (Acueducto Mariano Ospina)	20201011	16.08
	Paso hondo (Acueducto Salitre y Santa Lucia)	20201012	8.03
	Bocatoma 1 acueducto San Jois	20201031	5.56
	Unión Quebrada piñuela y arboleta	20201081	9.59
	Unión río Siecha	20201082	12.62
	Bocatoma 1 acueducto	20201084	3.92

Fuente: Elaboración propia – Excel

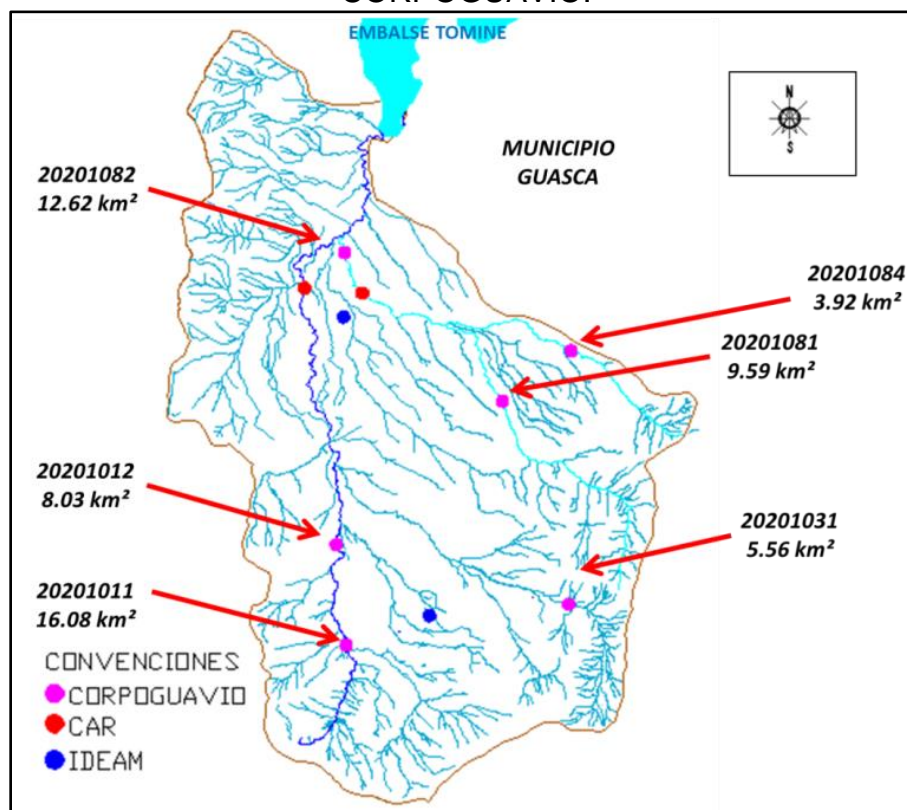
La distribución espacial de las áreas de drenaje hasta el sitio de monitoreo donde se encuentran las estaciones limnimétrica relacionadas en la tabla anterior, se puede observar en los siguientes esquemas, para el caso de las estaciones de CORPOGUAVIO los límites de cada área se muestran por códigos dada la cantidad de estaciones.

Figura 48. Distribución Espacial Áreas de Drenaje estaciones limnimétricas – CAR.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 49. Distribución Espacial Áreas de Drenaje estaciones limnimétricas – CORPOGUAVIO.



Fuente: Elaboración propia.

7.5.3. Cálculo de la Escorrentía

Para estimar la escorrentía anual (mm/año) se tomaron los registros históricos de caudales de las estaciones de la CAR de Cundinamarca y las estaciones de CORPOGUAVIO, los cuales sencillamente por conversión de unidades se pasaron de m³/s a mm/año, teniendo en cuenta las áreas aferentes a cada estación, de esta forma se obtuvo los valores de escorrentía como lo indica CRITERIO KARASIOV I.F.

De esta forma tenemos la ecuación para la conversión de caudales a escorrentía de la siguiente manera:

Ecuación 40

$$Escorrentia = \frac{m^3}{seg} \times \frac{1000mm}{1m} \times \frac{86400\text{ seg}}{1\text{ dia}} \times \frac{365\text{ dia}}{1\text{ año}} \times \frac{1km^2}{10^6m^2} \times \frac{1}{(Area\ Cuenca)\ km^2}$$

Las series de caudales estimados con la aplicación de la Ecuación 40, se encuentran en el Anexo 7.2., y los resultados mensuales multianuales de los mismos se resumen de la siguiente manera:

Tabla 30. Serie de Caudales Mensuales Multianuales Estación Santo Domingo – periodo 1973 – 2014.

C A R - CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA																	
SICLICA - Sistema de Información Climatológica e Hidrológica																	
VALORES MEDIOS MENSUALES DE ESCORRENTIA (mm/mes)																	
ESTACIÓN : 2120799 STO DOMINGO																	
Latitud	0451 N	X=N=1028800	Departamento	CUNDINAMARCA				Corriente	R. CHIPATÁ		Categoría			LM			
Longitud	7353 W	Y=E=1021300	Municipio	GUASCA				Cuenca	R. SIECHA		Fecha Instalación			10/01/1956			
Elevación	2652 m.s.n.m		Oficina Provincial	1 BOGOTÁ - LA CALERA													
AÑO	EST	ENT	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE	VR ANUAL	*	
1973			138,46	129,80	56,87	222,52	919,76	2233,87	2711,06	475,95	488,31	342,44	224,99	185,43	8129,47		
1974			626,77	222,52	382,00	1065,63	1599,69	1958,19	4284,78	2399,53	1340,08	637,90	529,11	50,69	15096,88		
1976			161,95	161,95	257,14	415,37	982,81	1933,47	284,33	1949,54	1155,88	1050,80	1220,16	1357,38	10930,77		
1977			794,90	391,89	960,55	2962,01	3902,79	6246,68	9851,54	1430,32	1445,16	1089,12	1572,49	1200,38	31847,83		
1978			93,95	347,38	205,21	1112,61	1489,66	2065,75	3004,05	1411,78	1864,24	869,07	615,64	74,17	13153,52		
1979			66,76	157,00	241,07	1086,65	2085,52	3039,90	2304,34	1719,60	1603,39	1296,81	461,11	480,89	14543,04		
1980			35,85	127,33	671,27	1812,32	1139,81	3148,69	1642,95	1677,57	1071,81	2371,09	2607,22	1227,58	17533,49		
1981			407,96	210,16	346,15	2670,26	1977,97	4079,57	2905,15	1347,49	2249,94	1656,55	531,58	111,26	18494,04		
1982			148,35	135,99	358,51	2089,23	1817,26	1780,18	2039,78	1557,65	1841,99	1236,23	914,81	197,80	14117,78		
1983			222,52	692,29	1495,84	754,10	1409,31	2385,93	3189,48	2151,05	1508,20	1063,16	605,75	210,16	15687,79		
1984			457,41	1050,80	704,65	1891,44	1248,60	1644,19	2151,05	1631,83	1372,22	543,94	309,06	74,17	13079,34		
1985			383,23	0,00	0,00	1026,07	1668,91	1372,22	1619,47	1273,32	556,30	1767,81	383,23	10050,57			
1986			1854,35	185,43	173,07	704,65	1582,38	3547,99	2015,06	1409,31	1124,97	1990,33	1149,70	667,57	16404,81		
1987			1359,86	407,96	754,10	284,33	1594,74	3510,90	3659,25	1916,16	1001,35	2385,93	2534,28	1273,32	20682,18		
1990			160,71	482,13	531,58	655,20	902,45	1248,60	3041,13	370,87	259,61	630,48	148,35	12,36	8443,47		
1991			210,16	543,94	1298,04	865,36	3140,03	3140,03	1854,35	3004,05	704,65	642,84	593,39	741,74	16738,59		
1992			96,43	0,00	208,92	452,46	426,50	972,92	4256,35	4656,89	1387,05	838,17	1006,29	318,95	14620,93		
1993			113,73	58,10	66,76	561,25	798,61	1479,77	3399,64	1623,17	687,35	624,30	742,98	520,45	10676,11		
1994			55,63	32,14	511,80	990,22	2201,73	2327,83	3315,58	2341,43	1824,68	485,84	904,92	461,11	15452,91		
1995			181,73	224,99	539,00	542,71	2750,62	2641,83	3557,88	5478,98	7323,44	0,00	0,00	0,00	23241,18		
1996			0,00	0,00	43,27	1343,79	3133,85	3067,09	3384,81	2765,45	1005,06	718,25	113,73	59,34	15634,64		
1997			74,17	803,55	1124,97	519,22	4376,26	3832,32	2633,18	173,07	98,90	148,35	86,54	98,90	13969,43		
1998			210,16	195,32	30,91	30,91	273,21	341,20	3503,48	1947,07	112,50	30,91	1028,55	853,00	8557,20		
1999			80,36	60,58	70,47	59,34	1194,20	1819,73	2544,17	1660,26	233,65	416,61	196,56	966,73	9302,65		
2000			0,00	290,51	244,77	524,16	459,88	618,12	179,25	275,68	451,22	2038,55	1471,12	257,14	6810,41		
2001			40,80	30,91	152,06	135,99	1803,66	4372,56	4659,36	3603,62	2410,65	631,71	605,75	584,74	19031,80		
2002			210,16	278,15	182,96	339,96	414,14	1122,50	1107,66	1246,12	1387,05	396,83	1092,83	484,60	8262,98		
2003			248,48	135,99	243,54	886,38	1356,15	2510,79	1542,82	1706,00	534,05	215,10	108,79	48,21	9536,30		
2004			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1740,62	496,97	336,26	359,74	176,78	139,69	3250,06		
2005			1,24	121,15	560,01	379,52	500,67	1813,55	647,79	943,25	436,39	80,36	0,00	0,00	5483,93		
2006			0,00	0,00	0,00	485,84	1283,21	658,91	539,00	604,52	663,86	726,90	1069,34	407,96	6439,54		
2007			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	51,92	46,98	14,83	12,36	126,10		
2008			11,13	14,83	23,49	255,90	394,36	1087,88	991,46	462,35	1188,02	1722,07	898,74	578,56	7628,79		
2009			681,16	589,68	342,44	77,88	158,24	677,46	1615,76	0,00	1116,32	1499,55	0,00	0,00	6758,49		
2010			0,00	234,88	243,54	845,58	367,16	754,10	3111,60	0,00	610,70	670,04	567,43	205,21	7610,25		
2011			7,42	121,15	137,22	653,97	719,49	933,36	834,46	717,02	676,22	590,92	715,78	368,40	6475,39		
2012			205,21	223,76	713,31	1092,83	574,85	610,70	447,52	312,77	296,70	407,96	222,52	259,61	5367,72		
2013			67,99	134,75	281,86	1891,44	1065,63	2539,22	2493,48	1649,13	1117,55	239,83	354,80	0,00	11835,69		
2014			32,14	124,86	207,69	302,88	1142,28	1290,63	1536,64	696,00	158,24	34,61	841,87	194,09	6561,92		
MEDIOS			242,1	228,8	368,3	793,9	1338,8	2028,3	2419,3	1523,9	1138,8	802,2	718,1	386,3	999,1		
MAXIMOS			1854,35	1050,8	1495,84	2962,01	4376,264	6246,685	9851,54	5478,98	7323,44	2385,9294	2607,215	1357,38			
MINIMOS			0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	51,922	0,000	0,000	0,000			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 31. Serie de Caudales Mensuales Multianuales Estación San Isidro – periodo 1970 – 2014.

C A R - CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA																
SICLICA - Sistema de Información Climatológica e Hidrológica																
VALORES MEDIOS ESCORRENTIA MENSUALES (mm/mes)																
ESTACIÓN: 2120798 SAN ISIDRO																
Latitud	0451 N	X=N=1028040	Departamento						CUNDINAMARCA	Corriente		R. SIECHA	Categoría		LM	
Longitud	7354 W	Y=E=1020000	Municipio						GUASCA	Cuenca		R. SIECHA	Fecha Instalación		12/01/1958	
Elevación	2680 m.s.n.m		Oficina Provincial						1 BOGOTÁ - LA CALERA				Fecha Suspensión			
A#O	EST	ENT	ENERO	* FEBRE	* MARZO	* ABRIL	* MAYO	* JUNIO	* JULIO	* AGOST	* SEPTI	* OCTUB	* NOVIE	* DICIE	* VR ANUAL	**
1959			25,31	10,12	35,43	136,67	541,63	607,43	1467,97	698,55	1078,20	652,99	779,54	177,17	6211,02	
1960			177,17	136,67	80,99	435,33	394,83	880,78	1837,49	1341,42	288,53	273,35	278,41	749,17	6874,14	
1961			126,55	80,99	40,50	485,95	197,42	1331,30	2338,62	1017,45	268,28	992,14	865,59	167,04	7911,84	
1962			91,12	75,93	101,24	45,56	728,92	531,51	587,19	1164,25	688,43	172,11	1052,89	248,04	5487,16	
1963			96,18	75,93	45,56	455,58	1660,32	774,48	1214,87	1371,79	642,87	384,71	647,93	318,90	7689,11	
1964			101,24	40,50	25,31	167,04	723,86	855,47	1554,02	835,22	359,40	359,40	283,47	572,00	5876,93	
1965			364,46	222,73	248,04	475,82	703,61	966,83	1543,90	683,36	501,13	460,64	663,12	197,42	7031,06	
1966			202,48	131,61	622,62	364,46	232,85	511,26	825,10	895,97	627,68	496,07	744,11	804,85	6459,06	
1967			359,40	131,61	283,47	491,01	364,46	1731,19	1837,49	1179,44	698,55	404,96	698,55	582,13	8762,25	
1968			237,91	253,10	91,12	1300,92	627,68	1761,56	1842,55	1078,20	718,80	769,42	622,62	217,66	9521,54	
1969			242,97	80,99	0,00	1133,88	754,23	814,98	875,72	678,30	344,21	1093,38	480,89	232,85	6732,40	
1970			420,14	339,15	283,47	425,20	739,05	1386,98	1057,95	971,90	607,43	1316,11	794,73	263,22	8605,33	
1971			75,93	86,05	116,43	435,33	698,55	966,83	941,52	850,41	733,98	273,35	435,33	318,90	5932,62	
1972			349,28	288,53	248,04	971,90	1199,68	1695,76	1265,49	728,92	602,37	384,71	516,32	708,67	8959,67	
1973			70,87	172,11	96,18	222,73	683,36	652,99	956,71	936,46	1174,37	1037,70	799,79	951,65	7754,92	
1974			566,94	222,73	369,52	966,83	1047,83	612,50	1144,00	799,79	708,67	890,90	845,35	131,61	8306,67	
1975			35,43	75,93	258,16	232,85	511,26	1214,87	460,64	627,68	592,25	566,94	521,38	617,56	5714,95	
1976			516,32	237,91	587,19	1063,01	1316,11	1660,32	2176,64	794,73	572,00	895,97	739,05	354,34	10913,58	
1977			40,50	40,50	96,18	349,28	556,82	840,29	1255,37	901,03	607,43	774,48	759,29	415,08	6636,23	
1978			344,21	501,13	637,81	1002,27	632,74	1346,48	931,40	764,36	673,24	298,66	0,00	0,00	7132,30	
1979			40,50	15,19	86,05	470,76	394,83	1483,15	744,11	556,82	445,45	2014,66	1645,14	931,40	8828,06	
1980			501,13	374,58	349,28	936,46	764,36	1635,01	1316,11	875,72	804,85	536,57	718,80	177,17	8990,04	
1981			131,61	146,80	242,97	809,91	1731,19	1270,55	1240,18	1057,95	1118,69	1032,64	885,84	334,09	10002,43	
1982			313,84	187,29	561,88	1154,13	941,52	693,49	1057,95	1397,10	1098,44	946,59	754,23	749,17	9855,63	
1983			435,33	404,96	652,99	1022,52	1078,20	1133,88	1032,64	794,73	637,81	582,13	364,46	248,04	8363,63	
1984			111,36	232,85	161,98	106,30	561,88	941,52	460,64	941,52	465,70	151,86	526,44	15,19	4677,25	
1985			0,00	0,00	0,00	0,00	415,08	673,24	607,43	455,58	521,38	344,21	242,97	0,00	3259,90	
1986			35,43	602,37	531,51	273,35	435,33	1402,16	1624,89	820,04	551,75	916,21	587,19	248,04	8028,27	
1987			20,25	45,56	55,68	151,86	572,00	637,81	1331,30	713,74	470,76	652,99	349,28	106,30	5107,52	
1988			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	496,07	1194,62	364,46	253,10	384,71	425,20	151,86	3270,03	
1989			96,18	40,50	394,83	232,85	850,41	1073,14	1154,13	561,88	460,64	323,97	329,03	227,79	5745,32	
1990			40,50	161,98	313,84	521,38	1599,58	1159,19	921,28	855,47	263,22	349,28	369,52	288,53	6843,77	
1991			87,07	78,46	173,12	349,78	357,37	551,25	1653,74	1224,99	484,43	232,34	542,14	160,46	5895,16	
1992			74,92	78,46	46,57	243,99	215,64	301,69	1453,29	773,47	378,63	214,12	539,60	287,01	4607,39	
1993			105,29	71,37	54,16	513,79	926,84	1215,38	1888,62	854,96	535,05	285,49	352,82	229,81	7033,59	
1994			72,39	19,24	24,80	75,42	865,59	1018,47	1174,88	969,87	552,26	1206,26	507,21	232,85	6719,24	
1995			52,14	26,83	27,33	273,35	609,97	671,22	704,12	678,30	316,37	300,17	135,15	134,14	3929,09	
1996			39,48	492,53	333,08	123,01	506,70	716,27	981,01	765,37	359,91	526,44	271,32	141,23	5256,34	
1997			223,74	334,09	73,40	173,12	587,19	431,28	1361,16	458,61	190,33	59,73	164,51	21,77	4078,93	
1998			0,00	0,00	0,51	51,13	1635,01	1850,15	2132,60	1301,43	587,69	334,60	232,34	457,09	8582,55	
1999			180,21	383,70	443,93	1285,23	711,21	1228,54	637,81	1412,79	1778,77	2351,28	846,36	481,90	11741,72	
2000			417,61	317,38	507,71	355,35	1182,47	886,86	1377,87	920,77	1841,54	531,51	536,57	121,49	8997,12	
2001			71,88	89,60	192,86	93,65	579,09	1218,41	904,07	845,35	766,89	277,40	323,97	208,05	5571,19	
2002			48,59	26,83	83,02	592,76	336,62	1813,70	1026,06	1037,20	245,00	154,39	242,97	76,94	5684,07	
2003			58,72	19,24	200,45	1268,53	1683,61	479,37	2191,32	1267,01	764,86	1112,62	762,84	329,03	10137,58	
2004			127,56	183,24	445,96	1133,88	2064,27	3871,39	1710,44	1508,46	1266,00	922,29	357,37	138,19	13729,04	
2005			62,77	100,73	42,52	559,35	1489,73	1112,11	529,99	1045,29	852,43	1055,42	1180,95	280,94	8312,24	
2006			226,78	108,83	340,16	478,36	2738,01	1437,09	1170,83	897,49	521,38	1242,20	978,98	378,13	10518,24	
2007			129,08	30,88	18,22	434,32	507,21	1872,42	915,71	1141,98	661,60	791,69	540,62	395,85	7439,56	
2008			281,95	260,69	240,95	208,05	1177,41	1514,54	2233,84	800,30	742,08	607,43	1031,63	510,75	9609,62	
2009			426,22	348,26	279,93	647,42	333,58	689,94	1834,96	647,93	564,91	277,40	265,75	27,84	6344,15	
2010			1,52	13,67	19,24	834,21	587,69	740,06	1600,09	742,59	508,73	766,38	1424,94	635,78	7874,89	
2011			222,22	334,09	1613,75	5340,37	3830,89	3052,36	1839,01	1079,21	1032,64	3956,43	3034,14	1855,71	27190,82	
2012			282,46	348,26	118,45	2632,72	1244,23	1186,52	3079,19	1167,79	452,54	446,46	154,39	142,75	11255,77	
2013			53,66	98,20	167,55	193,37	845,35	299,16	585,67	601,36	213,61	91,12	319,92	254,62	3723,58	
2014			72,89	40,50	202,48	149,33	177,67	2522,37	1370,27	862,05	539,10	442,42	0,00	0,00	6379,08	
MEDIOS			169,5	164,7	236,9	622,3	872,4	1150,4	1306,4	905,7	638,2	695,0	615,6	339,4	643,0	
MAXIMOS			566,94	602,4	1613,75	5340,4	3830,89	3871,4	3079,2	1508,5	1841,5	3956,43	3034,1	1855,71		
MINIMOS			0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	299,162	460,638	364,461	190,330	59,731	0,000	0,000		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 32. Serie de Caudales Mensuales Multianuales Estación 20201011 - Chiguanos Cuenca Alta. – Río Siecha – periodo (2013-2017)

CORPOGUAUVIO - CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL GUAUVIO															
VALORES MEDIOS ESCORRENTIA MENSUALES (mm/mes)															
ESTACIÓN : 20201011 Chiguanos CA															
Latitud	0451 N	X=N=1020094,24	Departamento	CUNDINAMARCA	Corriente	R. SIECHA	Categoría	LM							
Longitud	7353 W	Y=E=1020855,04	Municipio	GUASCA	Cuenca	R. SIECHA	Fecha Instalación								
Elevación	2959,69 m.s.n.m		Oficina Provincial		Fecha Suspensión										
A#O	EST	ENT	ENERO	* FEBRE	* MARZO	* ABRIL	* MAYO	* JUNIO	* JULIO	* AGOST	* SEPTI	* OCTUB	* NOVIE	* DICIE	* VR ANUAL *
2013			145,40	141,47	134,85	147,80	247,15	210,74	221,62						1249,04
2014			151,97	129,51	165,98	158,54	162,35	274,01	271,92	248,91	207,89	231,86	227,60	199,77	2430,32
2015			184,77	178,33	177,65	181,97	181,67	238,93	240,76	256,36	237,21	185,37	184,36	175,81	2423,20
2016			164,40	150,91											315,31
2017			186,39	181,07	216,09	300,77									884,32
MEDIOS			166,59	156,26	173,64	197,27	197,06	241,23	244,77	252,64	222,55	208,62	205,98	187,79	
MAXIMOS			186,39	181,07	216,09	300,77	247,15	274,01	271,92	256,36	237,21	231,86	227,60	199,77	
MINIMOS			145,40	129,51	134,85	147,80	162,35	210,74	221,62	248,91	207,89	185,37	184,36	175,81	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 33. Serie de Caudales Mensuales Multianuales Estación 20201012 - Chiguanos Cuenca Media. – Río Siecha – periodo (2013-2017)

CORPOGUAUVIO - CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL GUAUVIO															
VALORES MEDIOS ESCORRENTIA MENSUALES (mm/mes)															
ESTACIÓN : 20201012 Paso Hondo															
Latitud	0451 N	X=N=1022581,44	Departamento	CUNDINAMARCA	Corriente	R. SIECHA	Categoría	LM							
Longitud	7353 W	Y=E=1020557,06	Municipio	GUASCA	Cuenca	R. SIECHA	Fecha Instalación								
Elevación	2817,62 m.s.n.m		Oficina Provincial		Fecha Suspensión										
A#O	EST	ENT	ENERO	* FEBRE	* MARZO	* ABRIL	* MAYO	* JUNIO	* JULIO	* AGOST	* SEPTI	* OCTUB	* NOVIE	* DICIE	* VR ANUAL *
2013			608,53	573,01	549,94	700,50	1097,42	760,59	677,36						4967,35
2014			676,45	561,67	599,13	570,14	668,13	1157,43	864,51	876,83	888,17	905,85	673,16	679,85	9121,32
2015			545,76	504,88	429,71	467,28	471,97	1292,13	1246,11	1220,36	906,13	564,54	575,38	574,72	8798,97
2016			545,76	504,88	429,71	467,28	471,97	1292,13	1246,11	1220,36	906,13	564,54	575,38	574,72	8798,97
2017			661,54	722,62	957,28	772,87									3114,32
MEDIOS			607,61	573,41	593,16	595,61	677,37	1125,57	1008,52	1105,85	900,15	678,31	607,97	609,76	
MAXIMOS			676,45	722,62	957,28	772,87	1097,42	1292,13	1246,11	1220,36	906,13	905,85	673,16	679,85	
MINIMOS			545,76	504,88	429,71	467,28	471,97	760,59	677,36	876,83	888,17	564,54	575,38	574,72	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 34. Serie de Caudales Mensuales Multianuales Estación 20201031 – Quebrada Salitre. – Río Siecha – periodo (2013-2017)

CORPOGUAVIO - CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL GUAVIO															
VALORES MEDIOS ESCORRENTIA MENSUALES (mm/mes)															
ESTACIÓN : 20201031 San Jois															
Latitud	0451 N	X=N=1021107,89	Departamento	CUNDINAMARCA	Corriente	Q. SALITRE	Categoría	LM							
Longitud	7353 W	Y=E=1026338,29	Municipio	GUASCA	Cuenca	R. SIECHA	Fecha Instalación								
Elevación	3331,48 m.s.n.m		Oficina Provincial				Fecha Suspensión								
A#O	EST	ENT	ENERO	* FEBRE	* MARZO	* ABRIL	* MAYO	* JUNIO	* JULIO	* AGOST	* SEPTI	* OCTUB	* NOVIE	* DICIE	* VR ANUAL
2013			326,67	344,10	452,43	390,93	486,39	585,78	442,83						3029,12
2014			343,27	296,20	397,27	416,65	570,49	1193,71	629,97	498,93	451,50	330,13	406,39	385,21	5919,73
2015			332,85	376,70	352,36	416,65	593,90	866,87	649,70	729,07	414,35	375,02	395,29	387,99	5890,75
2016			359,76												359,76
2017			309,61	371,15	443,42	543,34									1667,52
MEDIOS			334,43	347,04	411,37	441,89	550,26	882,12	574,17	614,00	432,92	352,57	400,84	386,60	
MAXIMOS			359,76	376,70	452,43	543,34	593,90	1193,71	649,70	729,07	451,50	375,02	406,39	387,99	
MINIMOS			309,61	296,20	352,36	390,93	486,39	585,78	442,83	498,93	414,35	330,13	395,29	385,21	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 35. Serie de Caudales Mensuales Multianuales Estación 20201081 – río Chipatá Cuenca Alta. – Río Chipatá – periodo (2013-2017)

CORPOGUAVIO - CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL GUAVIO															
VALORES MEDIOS MENSUALES DE ESCORRENTIA (mm/mes)															
ESTACIÓN : 20201081 PiñuelaArbolea															
Latitud	0451 N	X=N=1026116,9	Departamento	CUNDINAMARCA	Corriente	R. CHIPATÁ	Categoría	LM							
Longitud	7353 W	Y=E=1024706,89	Municipio	GUASCA	Cuenca	R. SIECHA	Fecha Instalación								
Elevación	2888,66 m.s.n.m		Oficina Provincial				Fecha Suspensión								
A#O	EST	ENT	ENERO	* FEBRE	* MARZO	* ABRIL	* MAYO	* JUNIO	* JULIO	* AGOST	* SEPTI	* OCTUB	* NOVIE	* DICIE	* VR ANUAL
2013				50,01	50,01	50,01	50,01	50,01	50,01						300,09
2014			50,01	242,98	335,93	336,58	627,88	571,99	1189,75	50,01	50,01	50,01	50,01	50,01	3605,21
2015			273,34	236,79	407,22	652,05	656,82	2284,81	1835,91	0,00	819,61	532,29	343,02	378,43	8420,29
2016															0,00
2017			50,01	50,01	50,01	50,01									200,06
MEDIOS			124,5	145,0	210,8	272,2	444,9	968,9	1025,2	25,0	434,8	291,2	196,5	214,2	
MAXIMOS			273,34	242,98	407,218	652,05	656,8157	2284,807	1835,914	50,015	819,614	532,29321	343,0165	378,43	706,4
MINIMOS			50,015	50,015	50,015	50,015	50,015	50,015	50,015	0,000	50,015	50,015	50,015	50,015	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 36. Serie de Caudales Mensuales Multianuales Estación 20201082 – Chipatá Cuenca Baja. – Río Chipatá – periodo (2013-2017)

CORPOGUAVIO - CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL GUAVIO															
VALORES MEDIOS MENSUALES DE ESCORRENTIA (mm/mes)															
ESTACIÓN : 20201082 Union Siecha															
Latitud	0451 N	X=N=1029769,38	Departamento	CUNDINAMARCA	Corriente	R. CHIPATÁ	Categoría	LM							
Longitud	7353 W	Y=E=1020834,12	Municipio	GUASCA	Cuenca	R. SIECHA	Fecha Instalación								
Elevación	2625,29 m.s.n.m		Oficina Provincial				Fecha Suspensión								
A#O	EST	ENT	ENERO	* FEBRE	* MARZO	* ABRIL	* MAYO	* JUNIO	* JULIO	* AGOST	* SEPTI	* OCTUB	* NOVIE	* DICIE	* VR ANUAL
2013			50,46	35,47	170,76	141,72	527,06	354,81	635,68						1915,97
2014			13,12	17,26	116,98	216,36	206,25	2381,68	2252,59	1109,75	707,23	399,64	251,95	185,54	7858,36
2015			67,05	146,08	74,44	363,00	418,63	3405,17	1657,97	1695,77	533,46	130,51	193,20	178,42	8863,69
2016			67,05	146,08	74,44	363,00	418,63	3405,17	1657,97	1695,77	533,46	130,51	193,20	178,42	8863,69
2017			250,78	283,70	1065,34	1292,53									2892,35
MEDIOS			89,69	125,72	300,39	475,32	392,64	2386,71	1551,05	1500,43	591,38	220,22	212,78	180,79	
MAXIMOS			250,78	283,70	1065,34	1292,53	527,06	3405,17	2252,59	1695,77	707,23	399,64	251,95	185,54	1026,4
MINIMOS			13,12	17,26	74,44	141,72	206,25	354,81	635,68	1109,75	533,46	130,51	193,20	178,42	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 37. Serie de Caudales Mensuales Multianuales Estación 20201084 – Quebrada Uval. – Río Chipatá – periodo (2013-2017)

CORPOGUAVIO - CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL GUAVIO															
VALORES MEDIOS MENSUALES DE ESCORRENTIA (mm/mes)															
ESTACIÓN : 20201084 Bocatoma1Accto															
Latitud	0451 N	X=N=1027348,62	Departamento	CUNDINAMARCA	Corriente	R. CHIPATÁ	Categoría	LM							
Longitud	7353 W	Y=E=1026406,44	Municipio	GUASCA	Cuenca	R. SIECHA	Fecha Instalación								
Elevación	2960,09 m.s.n.m		Oficina Provincial				Fecha Suspensión								
A#O	EST	ENT	ENERO	* FEBRE	* MARZO	* ABRIL	* MAYO	* JUNIO	* JULIO	* AGOST	* SEPTI	* OCTUB	* NOVIE	* DICIE	* VR ANUAL
2013			102,14	100,07	271,87	246,62	759,65	493,78	724,31						2698,43
2014			73,13	69,40	109,55	210,62	197,11	1279,65	1032,80	549,77	281,36	206,91	128,31	106,25	4244,87
2015			61,99	110,97	82,03	275,38	461,86	1409,51	472,26	618,04	306,44	169,81	204,21	221,07	4393,57
2016			61,99	110,97	82,03	275,38	461,86	1409,51	472,26	618,04	306,44	169,81	204,21	221,07	4393,57
2017			623,44	582,86	966,39	559,02									2731,71
MEDIOS			184,5	194,9	302,4	313,4	470,1	1148,1	675,4	595,3	298,1	182,2	178,9	182,8	
MAXIMOS			623,44	582,86	966,389	559,02	759,6468	1409,509	1032,804	618,036	306,442	206,90974	204,2103	221,07	624,2
MINIMOS			61,987	69,401	82,031	210,622	197,114	493,777	472,262	549,774	281,362	169,810	128,310	106,254	

Fuente: Elaboración propia.

8. CRITERIOS PARA LA INSTALACIÓN ÓPTIMA DE ESTACIONES

Antes de tomar cualquier decisión frente al número de estaciones a implementar en un área, es necesario evaluar con anterioridad los puntos más importantes dentro de la cuenca que se desean monitorear, con el fin de establecer la viabilidad técnico financiera de la implementación de una red hidrométrica, que refleje adecuadamente las condiciones hidrológicas reales de la cuenca en cualquier punto de interés al interior de la misma.

Una vez identificadas las zonas de interés es necesario estudiar, técnicamente en términos de área (zona aferente a la estación) y longitud entre puntos de monitoreo, la cantidad de estaciones adecuadas que conformarían la red hidrométrica.

8.1. CLASIFICACIÓN DE LA RED

En el presente apartado, se adelantará la clasificación de la red teniendo en cuenta los criterios referenciados anteriormente en el capítulo 5, de acuerdo a lo cual se pueden considerar estaciones de régimen general o específico definidas mediante las características fisiográficas de la cuenca, sumado al tipo de actividad comercial, residencial, agrícola y al uso del suelo de la zona de interés, entre otras, con las cuales se puede clasificar la red hidrológica.

Las dimensiones óptimas de la red de referencia se pueden obtener a través de criterios físicos que incorporen el margen de error con el cual se quiera reflejar la realidad. Este reflejo debe describir el campo de variación de la variable hidroclimática y su relación con los factores físico-geográficos¹³.

Así mismo, dentro de lo establecido a través de la metodología de Karasiov (1968) se propone la utilización de una serie de ecuaciones para la caracterización de las estaciones, establecidas como criterio del Gradiente y criterio correlativo definidos de la misma forma en el capítulo 5.

8.2. ANÁLISIS PREVIOS A LA ESTIMACIÓN DE LA DENSIDAD ÓPTIMA

Para evaluar el número de estaciones óptimas de régimen general y específico en la cuenca, se debe calcular inicialmente por estación existente la escorrentía y el área aferente de cada punto de medición.

13 Ídem.

Área de Drenaje

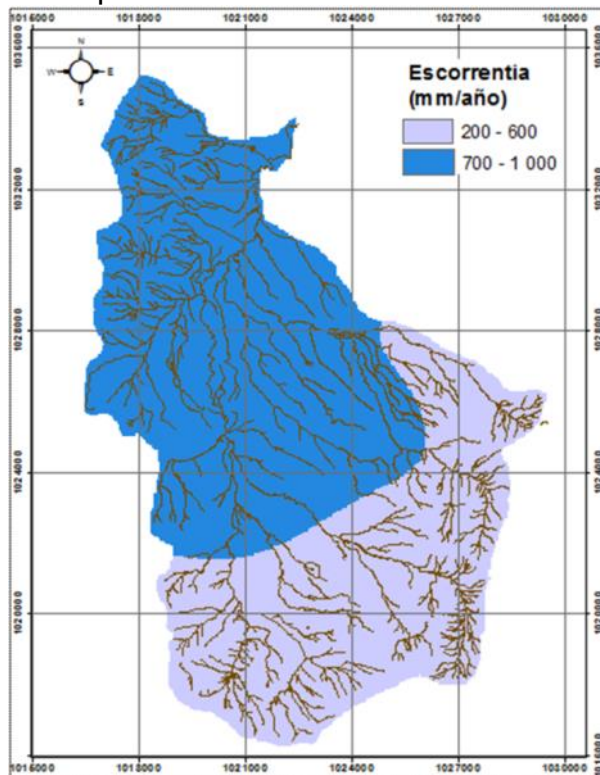
Para el caso del área aferente fue necesario delimitar la subcuenca hasta el sitio donde se ubica la estación hidrométrica. El resultado del trazado y el cálculo de las áreas de influencia se encuentran en la Figura 48 y Figura 49 descritas en el capítulo anterior.

Escorrentía.

La estimación de esta variable se calculó mediante la conversión de los caudales medios mensuales multianuales (m^3/s) a escorrentía anual ($mm/año$), los valores obtenidos, el periodo evaluado y la ecuación aplicada fueron las indicadas en el capítulo anterior.

En el siguiente esquema se presenta la escorrentía media mensual multianual obtenida para la cuenca del río Siecha, que oscila entre 200 $mm/año$ y 1000 $mm/año$, predominando el rango de 700 mm a 1000 mm anuales por debajo de la cota 2950 $msnm$, y por encima de esta cota y hasta la curva de nivel máxima que corresponde a los 3700 $msnm$ se encuentra en el rango de 200 mm a 600 mm por año.

Figura 50. Distribución espacial de la Escorrentía Media – Cuenca del río Siecha.



Fuente: Elaboración propia.

Los resultados obtenidos de las estaciones hidrológicas indican que los mayores volúmenes de agua se encuentran en la parte baja de cuenca, lo cual es coherente con la dinámica general de la mayoría de las cuencas del país que no están intervenidas por estructuras hidráulicas como embalses o alteraciones antrópicas como tala discriminada o sobreexplotación del recurso hídrico.

Los valores de escorrentía media obtenidos para cada estación hidrológica del proceso de conversión de caudales m³/s a escorrentía mm/año se indican en la Tabla 38.

Tabla 38. Valores de Escorrentía Media

CUENCA	SUBCUENCA	NOMBRE ESTACION	CODIGO	Ymed (mm/año)
RIO SIECHA	RIO SIECHA	Cuenca Alta: Rio chiguamos (Acueducto Mariano Ospina)	20201011	204.53
		Cuenca Media: Paso hondo (Acueducto Salitre y Santa Lucia)	20201012	756.94
		Q. Salitre - Cuenca Alta: Antes de Bocatoma 1 acueducto San Jois	20201031	477.35
		* San Isidro	*2120798	643.04
	RIO CHIPATA	Cuenca Alta: Union Quebrada piñuela y arboleta	20201081	661.86
		Q. Uval - Cuenca Alta: Antes de Bocatoma 1 acueducto	20201084	393.84
		* Santo Domingo	*2120799	999.08
		Cuenca Baja: Antes Unión Rio siecha	20201082	668.93

*Estaciones Monitoreadas por la CAR. **Fuente:** Elaboración propia - Excel.

8.3. ESTIMACIÓN DE LA DENSIDAD ÓPTIMA DE ESTACIONES HIDROLÓGICAS DE REGIMEN GENERAL EN LA CUENCA DEL RÍO SIECHA.

Para calcular la densidad óptima de estaciones fue necesario ubicar y consultar los registros históricos de caudales de todas las estaciones hidrológicas existentes dentro de la cuenca del río Siecha, con el fin de evaluar la escorrentía de la zona tal y como lo indica la metodología de Karasiov. A partir de esta información y cartografía disponible entre otros datos se calcula el criterio del Gradiente y el criterio Correlativo.

8.3.1. Estimación del Criterio del Gradiente en Términos de área Y Longitud

El Criterio del Gradiente como ya se indicó en el apartado 3.3.1., corresponde a la distancia mínima en términos de área o longitud entre dos nodos de observación, separados unos de otros por una distancia “Lo” (radio de acción) o por una diferencia de áreas “ ΔA ”.

Las ecuaciones para estimar el área y la longitud en términos del Gradiente se desarrollaron en el ítem correspondiente, el resumen de la formulación para ambos parámetros es:

$$L_{grad} \geq \left(\frac{2(\sqrt{2} \cdot \sigma \cdot Y_0)}{grad(y)} \right) / 1000 \quad \text{Ecuación 3 (relacionada en el capítulo 5).}$$

$$A_{grad} \geq \frac{8\sigma^2 Y_0^2}{(Grad(Y)^2)} \quad \text{Ecuación 4 (relacionada en el capítulo 5).}$$

Para hallar el gradiente de la escorrentía promedio (Y_0 o Y_{med}) se calcula inicialmente la diferencia absoluta de la escorrentía multianual de todas las estaciones relacionadas en la Tabla 38, donde están contenidos los valores de escorrentía media, y en segundo lugar se estima la distancia lineal entre las mismas estaciones.

El resultado de la diferencia absoluta es una matriz donde se cruzan todos los registros históricos de escorrentía. (Anexo 7.2.5.)

Tabla 39. Matriz Diferencia Absoluta (Y_{med}) de escorrentía Entre Estaciones (mm/añual)

CODIGO	2120798	20201011	20201012	20201031	2120799	20201081	20201082	20201084
2120798	0.00	438.50	113.91	165.68	356.04	18.83	25.89	249.20
20201011	438.50	0.00	552.41	272.82	794.54	457.33	464.40	189.31
20201012	113.91	552.41	0.00	279.59	242.14	95.08	88.01	363.10
20201031	165.68	272.82	279.59	0.00	521.73	184.51	191.58	83.51
2120799	356.04	794.54	242.14	521.73	0.00	337.21	330.15	605.24
20201081	18.83	457.33	95.08	184.51	337.21	0.00	7.07	268.02
20201082	25.89	464.40	88.01	191.58	330.15	7.07	0.00	275.09
20201084	249.20	189.31	363.10	83.51	605.24	268.02	275.09	0.00

Fuente: Elaboración propia - Excel.

Para el cálculo de la distancia lineal es indispensable conocer las coordenadas de las estaciones de interés, las cuales se relacionan en la Tabla 13 y Tabla 14 (Catálogo de estaciones CAR y CORPOGUAVIO), con esta información y la herramienta Point Distance de ARGIS se calculó la distancia entre las estaciones.

Tabla 40. Matriz de Distancia Lineal Entre Estaciones (km)

CODIGO	2120798	20201011	20201012	20201031	2120799	20201081	20201082	20201084
2120798	0.00	8.86	6.37	10.16	1.43	5.62	1.31	6.75
20201011	8.86	0.00	2.49	5.57	8.68	7.14	9.67	9.13
20201012	6.37	2.49	0.00	5.91	6.23	5.41	7.19	7.51
20201031	10.16	5.57	5.91	0.00	9.20	5.26	10.27	6.25
2120799	1.43	8.68	6.23	9.20	0.00	4.37	1.08	5.34
20201081	5.62	7.14	5.41	5.26	4.37	0.00	5.34	2.10
20201082	1.31	9.67	7.19	10.27	1.08	5.34	0.00	6.08
20201084	6.75	9.13	7.51	6.25	5.34	2.10	6.08	0.00

Fuente: Elaboración propia - Excel.

A partir de la matriz de diferencia absoluta y la distancia lineal entre estaciones, y aplicando la Ecuación 20 se calcula el gradiente de escorrentía.

Tabla 41. Matriz de Gradiente de Escorrentía anual (distancia mm/km)

CODIGO	2120798	20201011	20201012	20201031	2120799	20201081	20201082	20201084
2120798	0	49.49	17.87	16.31	249.59	3.35	19.71	36.91
20201011	49.49	0	222.02	48.96	91.53	64.08	48.05	20.73
20201012	17.87	222.02	0	47.29	38.88	17.57	12.24	48.37
20201031	16.31	48.96	47.29	0	56.70	35.07	18.65	13.36
2120799	249.59	91.53	38.88	56.70	0	77.22	304.83	113.28
20201081	3.35	64.08	17.57	35.07	77.22	0	1.32	127.55
20201082	19.71	48.05	12.24	18.65	304.83	1.32	0	45.24
20201084	36.91	20.73	48.37	13.36	113.28	127.55	45.24	0

Fuente: Elaboración propia - Excel.

El promedio aritmético de todas las parejas consignadas en la matriz de escorrentía anual, corresponde al gradiente de escorrentía característico de las subcuencas del río Siecha y río Chipatá. Para el caso del río Siecha se promedian las primeras cuatro columnas, mientras para el río Chipatá corresponde a las últimas cuatro columnas identificadas en color azul.

Gradiente Y (río Siecha) = 56.38 mm/año.

Gradiente Y (río Chipatá) = 75.49 mm/año.

Por último, para estimar el error sistemático de medición σ se tomó como referencia 20% el cual se ajusta más a la realidad¹⁴, en este estudio se indica que un error de medición inferior al 20% resulta costoso y difícil de lograr, dada la tecnología de medición existente.

$$\sigma = 0.2$$

El Criterio Correlativo define la distancia máxima entre dos puntos de observación con el fin de mantener la memoria del proceso, dado que se pueda presentar una pérdida temporal de la estación ubicada aguas abajo o aguas arriba de la misma por una falla técnica o por otra circunstancia como arrastre por una creciente súbita.

Los pasos y las formulaciones matemáticas para estimar el área y la longitud en términos del criterio correlativo se desarrollaron en el capítulo 5, el resumen de la ecuación para ambos parámetros es:

$$L_{corr} \leq \frac{\sigma^2}{a \cdot cv^2} \quad \text{Ecuación 7 (relacionada en el capítulo 5).}$$

$$A_{correlativa} \leq \frac{\sigma^4}{a^2 \cdot cv^4} \quad \text{Ecuación 9 (relacionada en el capítulo 5).}$$

¹⁴ ESTIMACION DEL CRITERIO CORRELATIVO EN TERMINOS DE AREA Y LONGITUD.

Inicialmente se calcula el coeficiente de correlación “r” a partir de la “Matriz de Gradiente de Escorrentía (distancia mm/km)”, para ello se utilizó la herramienta de análisis estadístico de Excel “coeficiente de correlación”. Esta autocorrelación representa la estructura de interdependencia espacial de la estación existente en la cuenca.¹⁵

Tabla 42. Coeficiente de Correlación r

	2120798	20201011	20201012	20201031	2120799	20201081	20201082	20201084
2120798	1.0	0.070	0.089	0.577	-0.477	0.456	0.992	0.441
20201011	0.07	1.0	-0.532	0.396	-0.353	-0.307	0.059	0.288
20201012	0.089	-0.532	1.0	0.287	-0.171	0.379	0.063	-0.320
20201031	0.577	0.396	0.287	1.0	-0.480	0.076	0.544	0.559
2120799	-0.477	-0.353	-0.171	-0.480	1.0	-0.407	-0.481	-0.288
20201081	0.456	-0.307	0.379	0.076	-0.407	1.0	0.459	-0.336
20201082	0.992	0.059	0.063	0.544	-0.481	0.459	1.0	0.439
20201084	0.441	0.288	-0.320	0.559	-0.288	-0.336	0.439	1.0

Fuente: Elaboración propia - Excel.

Posteriormente se establece el límite de significancia estadística se establece a partir del error de definición de cada coeficiente de correlación “r” par entre estaciones. Este error corresponde a la Ecuación 23 del capítulo 5.

$$\varepsilon = 1.5 * 1.96 * (1 - r^2) / \sqrt{n - 1}$$

Tabla 43. Límite de Significancia Estadística ε

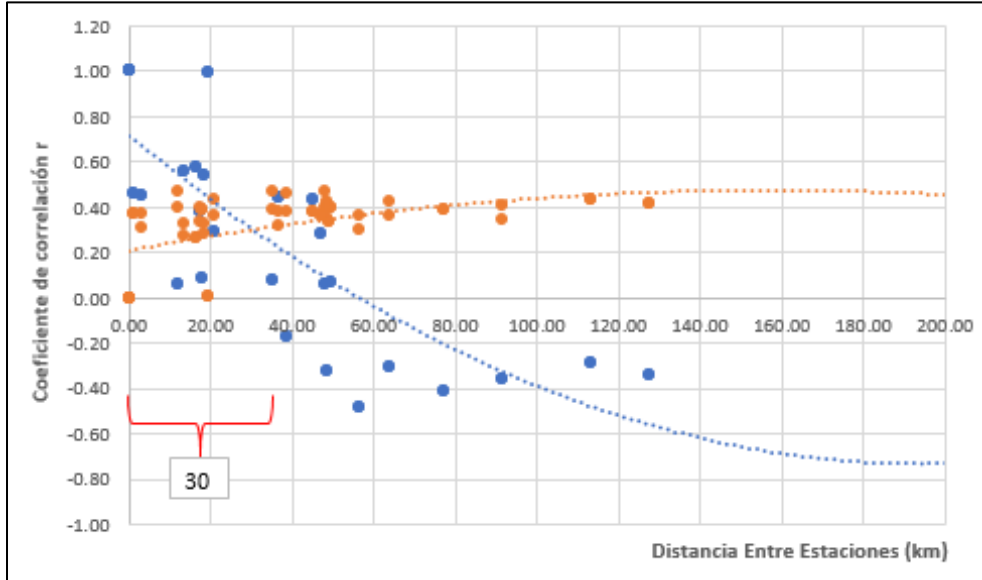
	2120798	20201011	20201012	20201031	2120799	20201081	20201082	20201084
2120798	0.00	0.39	0.39	0.26	0.31	0.31	0.01	0.32
20201011	0.39	0.00	0.28	0.33	0.35	0.36	0.40	0.36
20201012	0.39	0.28	0.00	0.36	0.38	0.34	0.39	0.36
20201031	0.26	0.33	0.36	0.00	0.30	0.39	0.28	0.27
2120799	0.31	0.35	0.38	0.30	0.00	0.33	0.30	0.36
20201081	0.31	0.36	0.34	0.39	0.33	0.00	0.31	0.35
20201082	0.01	0.40	0.39	0.28	0.30	0.31	0.00	0.32
20201084	0.32	0.36	0.36	0.27	0.36	0.35	0.32	0.00

Fuente: Elaboración propia - Excel.

A partir de la salida gráfica de la Tabla 41. Matriz de Gradiente de Escorrentía anual (distancia mm/km), Tabla 42. Coeficiente de Correlación r y la Tabla 43. Límite de Significancia Estadística ε , se obtiene el radio correlativo “Io” que representa la distancia a partir de la cual se pierde todo tipo de correlación entre las estaciones.

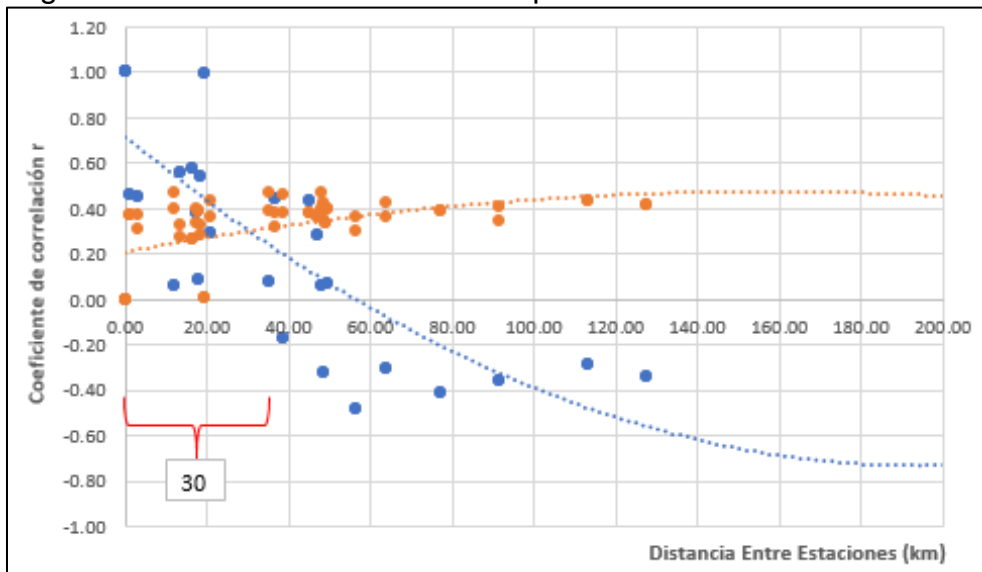
¹⁵ CORPOGUAJIRA. Plan de Ordenamiento de la cuenca del río Ranchería – pág. 44. JULIO de 2011.

Figura 51. Función de correlación espacial – Ríos Cuenca de río Siecha.



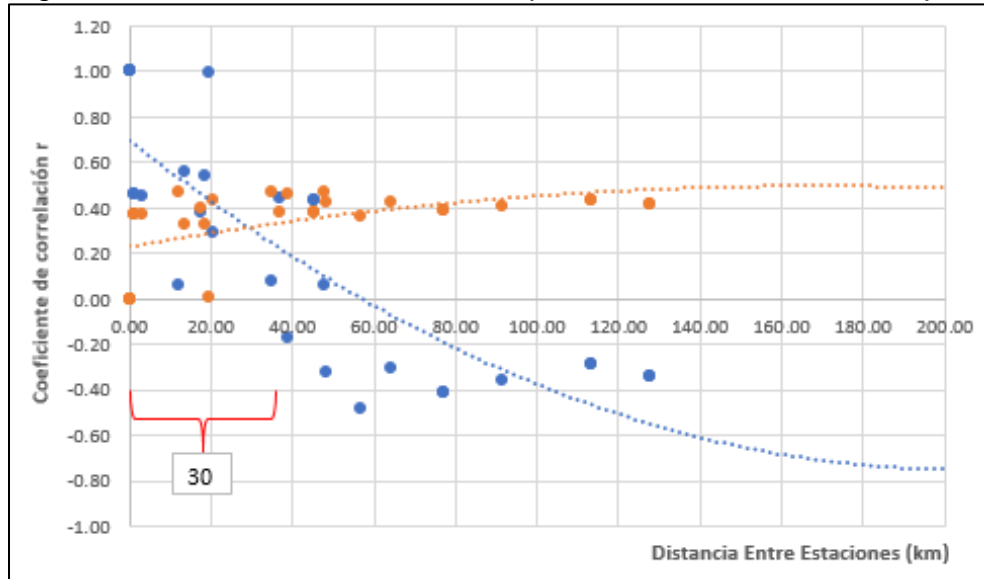
Fuente: Elaboración propia - Excel.

Figura 52. Función de correlación espacial – Río Subcuenca Siecha.



Fuente: Elaboración propia - Excel.

Figura 53. Función de correlación espacial – Río Subcuenca Chipatá.



Fuente: Elaboración propia - Excel.

En la función del radio correlativo “**lo**” en las figuras 51 a 53 se puede apreciar que el grado de dispersión es similar en los tres casos, por lo que la distancia estimada a partir de la cual se pierde la memoria del proceso es aproximadamente 30 km.

Por último, se calcula el coeficiente de variación “**cv**” el cual corresponde a la división entre la desviación estándar (S) mm/año y la escorrentía promedio (Y_0) mm/año. Es importante resaltar que este coeficiente se estimó a partir de los registros continuos de las estaciones San Isidro (2120798) y Santo Domingo (2120799), las cuales cuentan con datos de 56 años (1959 – 2014) y 40 años (1973 – 2014) respectivamente, mientras las demás estaciones monitoreadas por CORPOGUAVIO no tienen sino 4 años de registros (2013 – 2017).

8.4. NÚMERO ÓPTIMO DE ESTACIONES DE RÉGIMEN GENERAL.

A partir de las formulaciones aplicadas de acuerdo a los criterios establecidos a continuación se relaciona en las siguientes tablas los resultados obtenidos.

Tabla 44. Resultado número de estaciones hidrológicas en términos de área del gradiente y Área correlativa – Estaciones de Régimen General.

CUENCA	Y_0 (mm/año)	Gradiente (y) (mm/km)	cv	Distancia Entre Centroides (Lo)	a	Area (km ²)	σ	Area de Gradiente (km ²)	Area Correlativa (km ²)	Area Optima (km ²)	Numero Optimo de Estaciones
Rio Siecha_Alta y Media	643.04	56.38	0.58	30.0	0.03	62.30	0.20	41.62	12.7	27	2
Rio Chipata_Alta y Media	999.08	75.49	0.71	30.0	0.03	26.13	0.20	56.05	5.6	31	1
Rio Siecha_Alta, Media y Baja	821.06	65.94	0.65	30.0	0.03	141.06	0.20	49.62	8.2	29	5

Fuente: Elaboración propia - Excel.

Tabla 45. Resultados en términos de longitud criterio del gradiente y criterio correlativo.

CUENCA	Ymed (Y ₀) (mm/año)	Gradiente (y) (mm/km)	cv	Distancia Entre Centroides (Lo)	a	σ	Long Río (km)	Long de Gradiente (km)	Long Correlativa (km)	Long Optima (km)	Numero Optimo de Estaciones
Rio Siecha_Alta y Media	643.04	42.72	0.58	30.0	0.03	0.20	15.05	12.04	3.6	8	2
Rio Chipata_Alta y Media	999.08	69.04	0.71	30.0	0.03	0.20	14.47	11.58	2.4	7	2
Rio Siecha_Alta, Media y Baja	821.06	34.19	0.65	30.0	0.03	0.20	24.02	19.21	2.9	11	2

Fuente: Elaboración propia - Excel.

8.5. ESTIMACIÓN DE LA DENSIDAD ÓPTIMA DE ESTACIONES HIDROLÓGICAS DE REGIMEN ESPECÍFICO EN LA CUENCA DEL RÍO SIECHA.

Como lo indica la metodología de Karasiov la red específica busca implementar otras estaciones en la cuenca para dar mayor detalle a nivel hidrológico. Con el fin de evaluar el número de estaciones de régimen específico es necesario conocer con anterioridad el número de orden de la cuenca, a partir del cual se construye la función número de orden (n) vs caudal medio multianual (m³/s), y otras variables estadísticas propias de criterio conocidas como número de cauces que aportan un caudal igual o superior al error de medición (k), coeficiente de bifurcación (rb), y finalmente el número de estaciones de régimen específico (sk). (Anexo 7.4.1.)

8.5.1. Número de Orden de la Cuenca.

Es una variable morfométrica que indica el número de segmentos o el grado de ramificación en que se divide un cauce, tal y como se indicó en el capítulo 6. A partir de cartografía disponible y hasta el sitio de ubicación de cada estación (punto de cierre de la cuenca) se elaboró la siguiente tabla que indica la jerarquización de la red de drenaje.

Tabla 46. Número de Orden de la Cuenca.

CUENCA	ESTACION	CODIGO	No de Orden, n	No de Orden de Corrientes de Orden 1	No de Orden de Corrientes de Orden 2	No de Orden de Corrientes de Orden 3	No de Orden de Corrientes de Orden 4	No de Orden de Corrientes de Orden 5	No de Orden de Corrientes de Orden 6
RIO SIECHA	QUEBRADA SALITRE BOCATOMA 1 ACUEDUCTO SAN JOIS	20201031	3	17	11	4			
	AREA DRENAJE RIO CHIGUAMOS (Acueducto Mariano Ospina)	20201011	5	51	20	19	7	1	
	AREA DRENAJE PASO HONDO (Acueducto Salitre y Santa Lucia)	20201012	4	25	14	9	1		
	*SAN ISIDRO	2120798	5	97	47	18	14	8	
RIO CHIPATA	QUEBRADA UVAL BOCATOMA 1 ACUEDUCTO	20201084	3	9	4	3			
	RIO CHIPATA CUENCA ALTA UNION QUEBRADA PIÑUELA Y ARBOLETA	20201081	3	30	12	16			
	*SANTO DOMINGO	2120799	4	31	15	8	5		
	RIO CHIPATA CUENCA BAJA ANTES UNION RIO SIECHA	** 20201082							

Fuente: Elaboración propia - Excel.

Para el caso de la estación río Chipatá, cuenca baja, identificada con código 20201082, no fue posible generar un número de orden, ya que la proximidad con la estación Santo Domingo (aproximadamente 1 km) y la resolución del ráster de elevación hace que ambas estaciones se encuentren en la misma grilla de elevación (2650 msnm), lo que dificultó en ArcGis inferir el número de orden sobre este tramo; además, la densidad de la capa hidrográfica de la cuenca tampoco muestra ningún afluente entre ambos puntos que indique un orden de llegada hasta la estación río Siecha cuenca baja.

8.5.2. Estimación del Coeficiente de Bifurcación (Rb)

Este coeficiente se define como la relación entre el número N_i de cauce de orden i , y el número N_{i+1} . Horton encontró que esta relación es relativamente constante de un orden a otro.

Ecuación 41
$$rb = \frac{N_i}{N_{i+1}}$$

Dónde:

N_i = número de cauces de orden i .

El coeficiente calculado para las subcuencas del río Siecha y Chipatá se observa en las siguientes tablas.

Tabla 47. Coeficiente de bifurcación (rb) subcuenca del río Siecha.

CUENCA	ESTACION	CODIGO	No de Orden, n	No de Corriente	rb
RIO SIECHA	QUEBRADA SALITRE BOCATOMA 1 ACUEDUCTO SAN JOIS	20201031	1	17	1.55
			2	11	2.75
			3	4	
	AREA DRENAJE RIO CHIGUAMOS (Acueducto Mariano Ospina)	20201011	1	51	2.55
			2	20	1.05
			3	19	2.71
			4	7	7.00
			5	1	
	AREA DRENAJE PASO HONDO (Acueducto Salitre y Santa Lucia)	20201012	1	25	1.79
			2	14	1.56
			3	9	9.00
			4	1	
	*SAN ISIDRO	2120798	1	97	2.06
			2	47	2.61
			3	18	1.29
4			14	1.75	
5			8		

Fuente: Elaboración propia - Excel.

Tabla 48. Coeficiente de bifurcación (rb) subcuenca del río Chipatá.

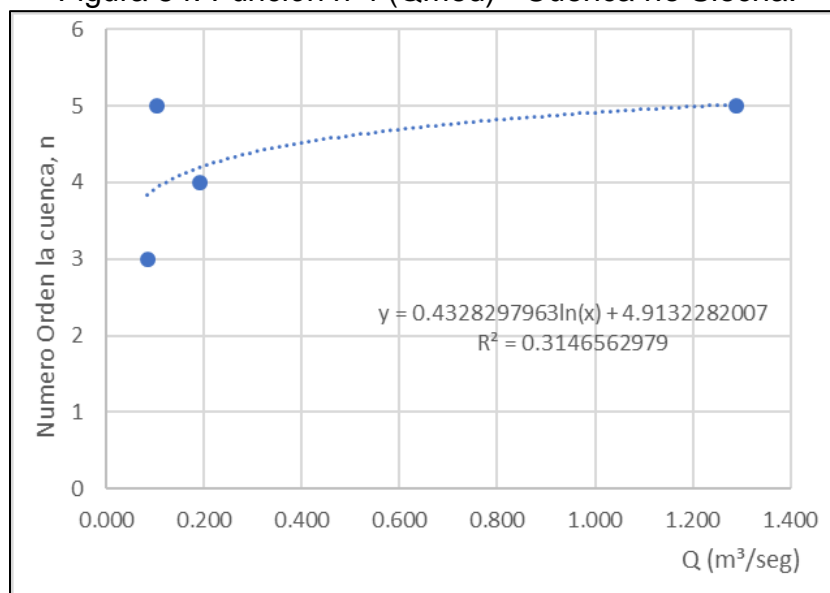
CUENCA	ESTACION	CODIGO	No de Orden, n	No de Corriente	rb
RIO CHIPATA	QUEBRADA UVAL BOCATOMA 1 ACUEDUCTO	20201084	1	9	2.25
			2	4	1.33
			3	3	
	RIO CHIPATA CUENCA ALTA UNION QUEBRADA PIÑUELA Y ARBOLETA	20201081	1	30	2.5
			2	12	0.75
			3	16	
	*SANTO DOMINGO	2120799	1	31	2.07
			2	15	1.88
			3	8	1.60
			4	5	
RIO CHIPATA CUENCA BAJA ANTES UNION RIO SIECHA	20201082	1			

Fuente: Elaboración propia - Excel.

8.5.3. Elaboración de la Curva $n=f(Q)$

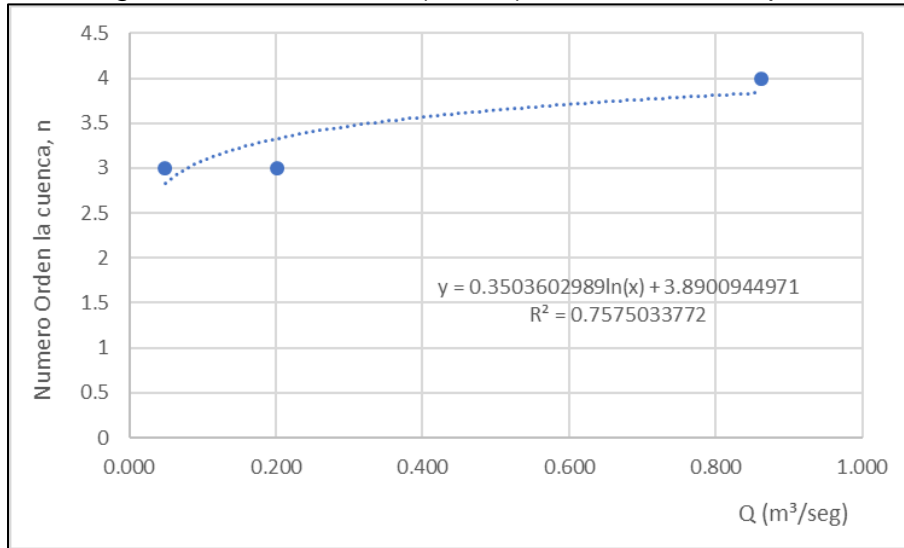
Para la construcción de la curva se requiere el número de orden y el caudal medio mensual multianual por cada estación, a partir de estos registros se elaboró para la subcuenca del río Siecha y el río Chipatá la respectiva curva, y como resultado se obtuvo una línea de tendencia y la ecuación que servirán para hallar el número de cauces que aportan un caudal igual o superior al error de medición (k).

Figura 54. Función $n=f(Q_{med})$ - Cuenca río Siecha.



Fuente: Elaboración propia - Excel.

Figura 55. Función n=f (Qmed) - Cuenca río Chipatá.



Fuente: Elaboración propia - Excel.

8.5.4. Definición del Error de Medición

Este parámetro hace referencia a la tecnología de medición, y como ya se indicó en el apartado 4.5.2 donde se referencian las estaciones de régimen general, allí el valor asumido es 0.2.

8.5.5. Cálculo De k

A partir de la ecuación resultante de la curva construida en función del número de orden (n) y el caudal medio mensual multianual (Q_{med}), se calculó el número de orden K de las subcuencas que aportan un caudal igual o mayor a la tecnología de medición.

Ecuación 42
$$K = 0.4566 * \ln(Q\alpha) + 4.286$$

Dónde:

Q = caudal medio mensual multianual.
 α = error de medición.

8.5.6. Cálculo de Sk

Finalmente se calculó el número de estaciones de régimen específico.

Ecuación 43

$$Sk = rb^{n-k-1}(rb - 1)$$

Dónde:

Rb = coeficiente de bifurcación.

N = número de orden de la cuenca.

K = subcuencas que aportan un caudal igual o mayor a la tecnología de medición.

8.5.7. Número Óptimo de Estaciones de Régimen Específico

El resumen de los parámetros calculados y el resultado final del número de estaciones de régimen específico se ilustran en la siguiente tabla.

Tabla 49. Resultados número de estaciones hidrológicas criterio régimen específico.

CUENCA	AREA ZONA (km ²)	Y _{med} (mm/año)	k	rb	σ	No Orden n	Numero de Estaciones de Regimen Especifico sk
Río Siecha_Alta y Media	62.30	643.035	4.33	2.88	0.2	5.00	1
Río Chipata_Alta y Media	26.13	999.077	3.27	1.75	0.2	4.00	1
Río Siecha_Alta, Media y Baja	141.06	1642.11	3.80	2.32	0.2	4.50	1

Fuente: Elaboración propia - Excel.

8.6. OPTIMIZACIÓN RED HIDROMÉTRICA CUENCA DEL RÍO SIECHA.

Los datos obtenidos indican que las estaciones de régimen general en términos de área para toda la cuenca del río Siecha (cuenca alta, media y baja) son cinco (5), mientras por el mismo criterio, pero en términos de longitud son dos (2). Para el caso de las estaciones de régimen específico el valor correspondiente es uno (1).

En cuanto a las subcuencas del río Siecha (cuenca alta y media) y Chipatá el número de estaciones de régimen general en términos de área son dos (2) y una (1) respectivamente, mientras en términos de longitud son dos (2) por cada subcuenca. En cuanto al número de estaciones de régimen específico es uno (1) en cada área.

En las siguientes tablas se muestran los resultados de la red optimizada aplicando la metodología de Karasiov, para estaciones de régimen general (en términos de área y longitud) y régimen específico. (Anexo 7.5.)

Tabla 50. Resultados Red Hidrológica Optimizada - Criterio Régimen General en Términos de Área

CUENCA/SUBCUENCA	Area (km ²)	Area Optima (km ²)	Numero Optimo de Estaciones Regimen General (en terminos de area)
Rio Siecha_Alta y Media	62	27	2
Rio Chipata_Alta y Media	26	31	1
Rio Siechay Baja	141	29	5

Fuente: Elaboración propia - Excel.

Tabla 51. Resultados Red Hidrológica Optimizada - Criterio Régimen General en Términos de Longitud.

CUENCA/SUBCUENCA	Longitud (km)	Longitud Optima (km)	Numero Optimo de Estaciones Regimen General (en terminos de longitud)
Longitud Subcuenca río Chipata	14.47	8	2
Longitud Subcuenca río Siecha	15.05	7	2
Longitud Total río Siecha	24.02	11	2

Fuente: Elaboración propia - Excel.

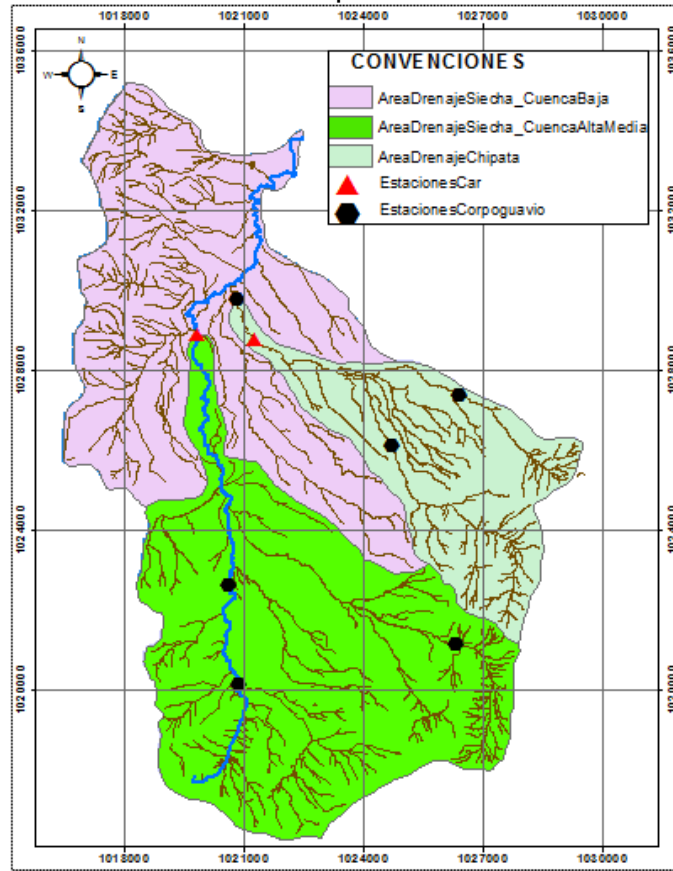
Tabla 52. Resultados Red Hidrológica Optimizada - Criterio Régimen Específico.

CUENCA/SUBCUENCA	Numero Optimo de Estaciones Regimen Especifico
Rio Siecha_Alta y Media	1
Rio Chipata_Alta y Media	1
Rio Siecha Baja	1

Fuente: Elaboración propia - Excel.

Para estimar el número apropiado de estaciones de monitoreo en la cuenca del río Siecha, de acuerdo a la metodología de Karasiov, y con el fin de apreciar cual sería la red hidrológica óptima para el monitoreo de niveles y caudales, se compararon para ambas subcuencas las áreas de drenaje y las longitudes del cauce principal hasta el punto de cierre de cada estación, en el orden de ubicación de cada punto desde aguas arriba hacia aguas abajo como se observa en el siguiente esquema.

Figura 56. Ubicación espacial estaciones existente – Subcuencas del río Siecha y Chipatá.



Fuente: Elaboración propia - ArcGis.

A partir de la ubicación espacial de cada estación se calcularon las áreas y distancias del tramo principal.

Tabla 53. Áreas y Longitudes Óptimas.

SUBCUENCA	NOMBRE ESTACION	CODIGO	AREA DRENAJE (m ²)	AREA DRENAJE (km ²) (hasta punto de cierre con la estación)	Area Optima (km ²)	Longitud Cauce Principal Entre Estaciones (m)	Longitud Cauce Principal (km) (hasta punto de cierre con la estación)	Longitud Optima (km)
RIO SIECHA	Cuenca Alta: Río chiguamos (Acueducto Mariano Ospina)	20201011	16078387,41	20,2	27,1	3660,278	3,66	7,8
	Cuenca Media: Paso hondo (Acueducto Salitre y Santa Lucia)	20201012	8025226,68	8,0		3216,577	3,22	
	Q. Salitre - Cuenca Alta: Antes de Bocatoma 1 acueducto San Jois	20201031	5562708,957	5,6		3914,624	3,91	
	* San Isidro	*2120798	62298571,81	62,3		7903,443	7,90	
RIO CHIPATA	Cuenca Alta: Union Quebrada piñuela y arboleta	20201081	9585914,125	9,6	30,8	7137,545	7,14	7,0
	Q. Uval - Cuenca Alta: Antes de Bocatoma 1 acueducto	20201084	3923079,413	3,9		3893,561	3,89	
	* Santo Domingo	*2120799	25509748,46	25,5		5575,804	5,58	
	Cuenca Baja: Antes Unión Río siecha	20201082	26126944,61	26,1		1758,434	1,76	

Fuente: Elaboración propia - Excel.

Después de comparar áreas y distancias actuales y óptimas, se concluye que el número adecuado de puntos de monitoreo para la subcuenca del río Siecha serían dos (2) estaciones, mientras para la subcuenca del río Chipatá sería una (1). En la tabla que se indica a continuación se puede observar el número de estaciones apropiadas para cada zona, de acuerdo a los criterios establecidos por la metodología de Karasiov.

Tabla 54. Red Hidrológica Optimizada.

CUENCA/SUBCUENCA	No estaciones de Regimen General	No estaciones de Regimen Especifico	Estaciones Red Optimizada
Rio Siecha_Alta y Media	1	1	2
Rio Chipata_Alta y Media	1	0	1
Rio Siecha Baja	1	1	2

Fuente: Elaboración propia - Excel.

Es importante recordar que hay un área de la cuenca del río Siecha (cuenca baja) que tiene una extensión aproximada de 53 km², que no cuenta con puntos de monitoreo, por lo que en esta zona se implementarían dos (2) estaciones.

Considerando que actualmente hay cuatro (4) estaciones existentes en cada subcuenca, sería adecuado evaluar la alternativa para retirar aquellas estaciones que se encuentran muy próximas entre sí, ya que se estaría redundando la información, lo que no la hace representativa en términos hidrológicos.

A hora bien, es la Corporación Autónoma Regional del Guavio -CORPOGUAVIO-, la entidad que debe priorizar las corrientes de su interés, teniendo como referencia los criterios establecidos.

8.7. PROPUESTA RED OPTIMIZADA.

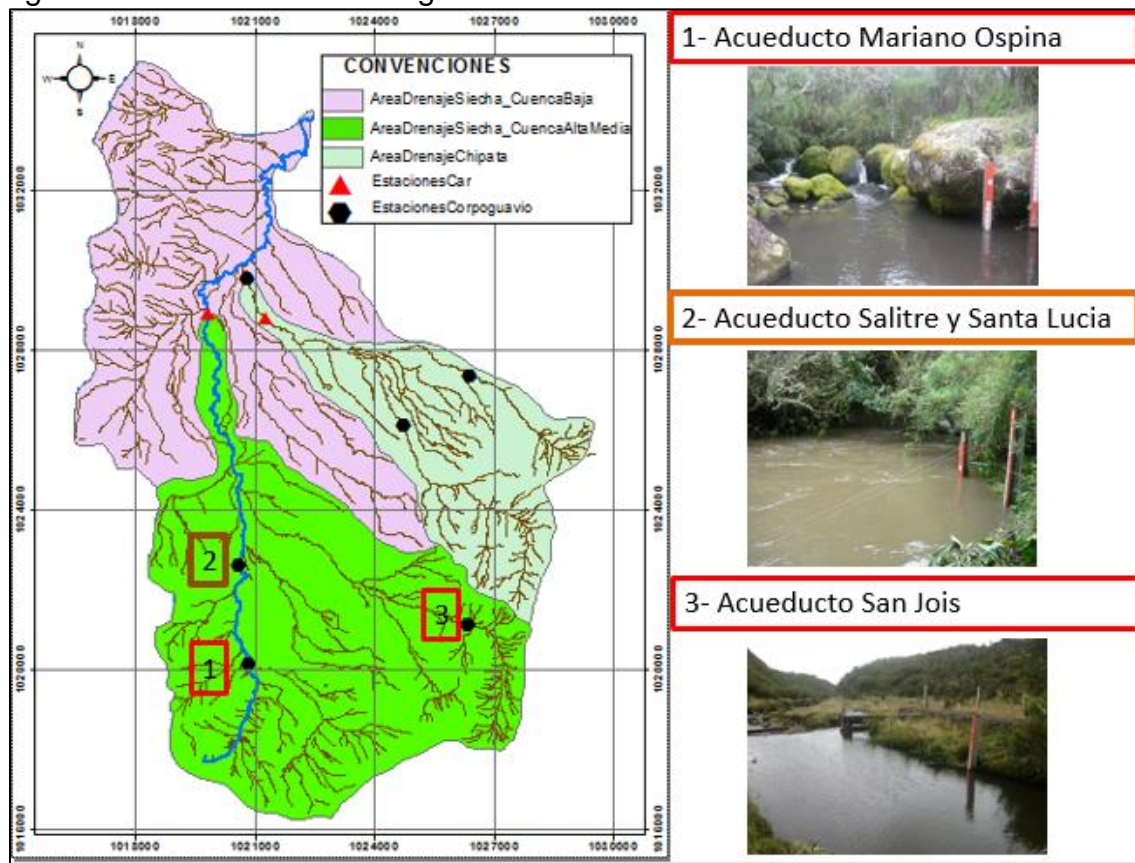
A partir de los resultados obtenidos y de la información entregada por CORPOGUAVIO, se concluye que para el monitoreo de los caudales del cauce principal y sus afluentes al río Siecha, es suficiente con la ubicación de dos (2) estaciones en la cuenca alta del río Siecha, y otra (1) estación en la cuenca del río Chipatá; y adicionalmente se puede ubicar otra estación (1) en la cuenca baja del río Siecha, donde actualmente no hay ninguna estación, para un total de cuatro (4) estaciones hidrológicas.

8.7.1. Cuenca Alta y Media del río Siecha.

Actualmente en esta zona existen cuatro (4) estaciones hidrológicas, tres (3) son de CORPOGUAVIO y una (1) de la CAR, sin embargo, los resultados de la metodología de Karasiov indican que, en términos de área o longitud, debería haber únicamente dos (2) estaciones.

En el siguiente esquema se aprecia la ubicación de las estaciones en la cuenca alta y una foto del sitio donde se instalaron las tres estaciones de CORPOGUAVIO.

Figura 57. Estaciones Hidrológicas Existentes En La Cuenca Alta Del Río Siecha.



Fuente: Elaboración propia.

De la imagen anterior se observa que las tres estaciones están monitoreando unas bocatomas, sin embargo, los puntos identificados como Acueducto Mariano Ospina y Acueducto San Jois presentan algunos inconvenientes en cuanto a la captura en los registros de niveles, que se relacionan a continuación.

En cuanto a la estación Acueducto Mariano Ospina se ve altamente influenciada por la presencia de unas rocas de gran tamaño, muy cerca a la estación, que afectan el tránsito normal del flujo, especialmente en época seca o de menos lluvia, porque las rocas desvían el flujo impidiendo que el nivel del agua quede registrado en la regla hidrométrica, también se presenta el fenómeno de histéresis, lo que significa que para un mismo caudal se presenten dos niveles diferentes.

Para el caso de la estación Acueducto San Jois, el inconveniente, según se aprecia en las imágenes satelitales, es la distancia y el acceso a la estación, además que no hay un observador cercano al punto de medición, lo que implica pagar mucho más por el dato que, entre otras cosas, la confiabilidad del registro se torna dudosa por los desplazamientos del observador entre su casa y la estación (registros que se toman dos veces al día 6:00 am y 6:00 pm).

Se recomienda que la ubicación de los dos puntos de monitoreo en la cuenca alta corresponda a la estación San Isidro (CAR) y acueducto Salitre-Santa Lucía (CORPOGUAVIO), especialmente por las siguientes observaciones:

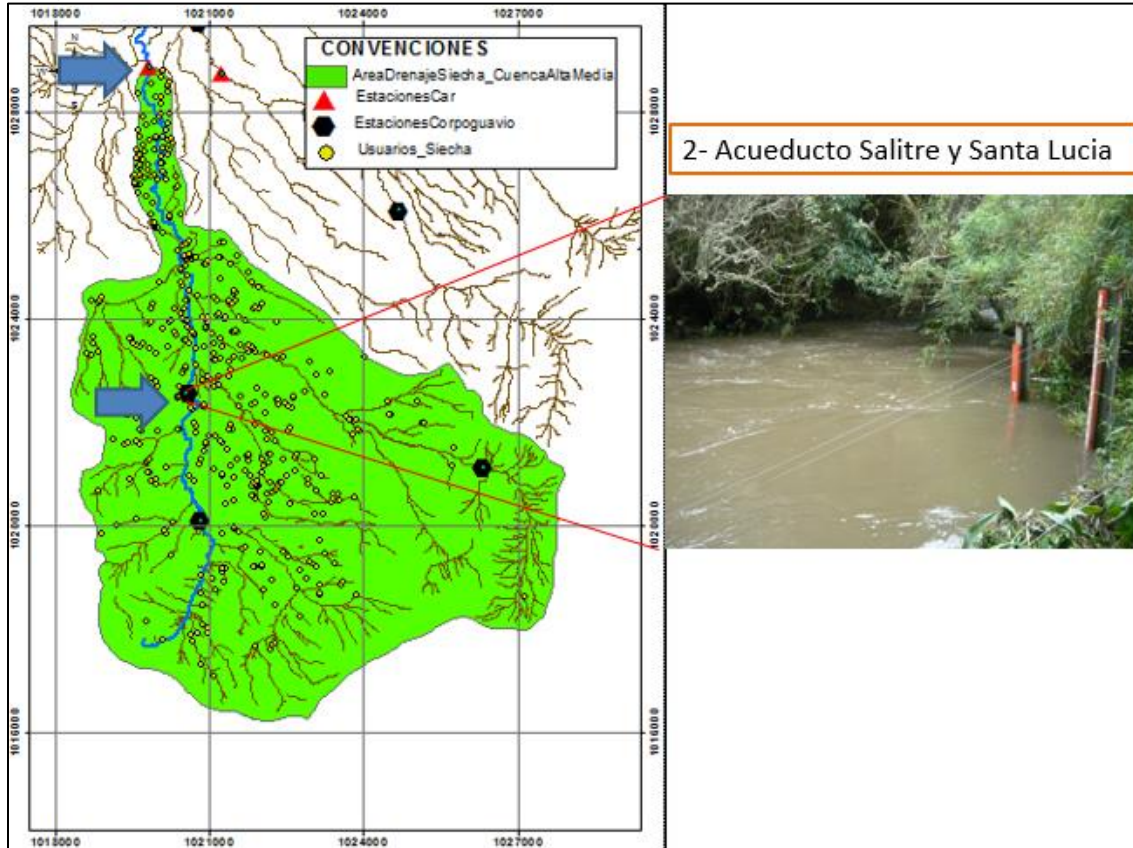
La estación de la CAR de Cundinamarca San Isidro, identificada con código 2120798, cuenta con más de 45 años de monitoreo y se encuentra en una sección estable del río Siecha; además, cuenta con una curva de gasto debidamente calibrada, lo que permite obtener información confiable.

La estación acueducto Salitre y Santa Lucía se encuentran en la parte media de la cuenca en un punto de fácil acceso, sección estable y tránsito normal del flujo.

Con los registros de las estaciones San Isidro y acueducto Salitre – Santa Lucía, es fácil estimar la oferta hídrica de cualquier punto de interés de la cuenca alta, aplicando diferentes metodologías como, por ejemplo, transposición de información entre cuencas (relación de áreas ajustada si se desea por precipitación).

En la imagen que se muestra a continuación se aprecia las estaciones San Isidro (CAR) y acueducto Salitre – Santa Lucía (CORPOGUAVIO), resaltadas con una flecha. En el mismo esquema se puede apreciar que la mayoría de los usuarios se concentran al occidente de la cuenca, indicando que las estaciones seleccionadas son ampliamente representativas del seguimiento hídrico de cualquier parte de la cuenca alta del río Siecha.

Figura 58. Estaciones San Isidro, acueducto Salitre – Santa Lucía y Usuarios.



Fuente: Elaboración propia.

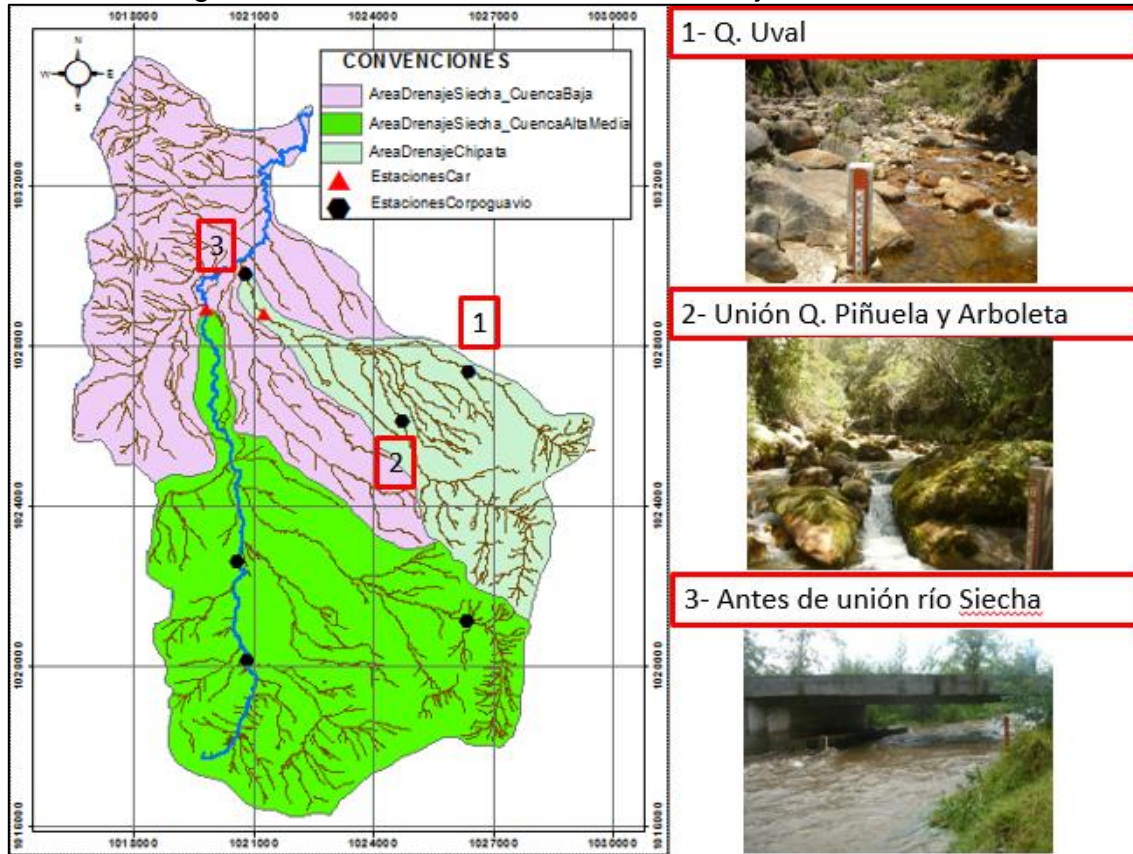
8.7.2. Cuenca del río Chipatá

Es importante resaltar que la cuenca del río Chipatá con área de 65.15 km² tiene un 35% menos de superficie que la cuenca alta y media del río Siecha, sin embargo, actualmente cuenta con cuatro (4) estaciones de monitoreo, igual a la cuenca vecina del Siecha.

La ubicación de las estaciones hidrológicas y el lugar donde se implementaron se ilustra en la Figura 59. De acuerdo al registro fotográfico suministrado por CORPOGUAVIO, se puede apreciar que las estaciones Quebrada el Uval y Quebrada Piñuela – Arboleta están altamente influenciadas por rocas de diámetros grandes y medianos, que impiden que la lámina de agua quede registrada en la regla hidrométrica. La estación que se identifica con el nombre “antes de unión río Siecha” se encuentra bajo un puente, en un sitio estable que asegura que el agua quede registrada en la mira.

Se debe resaltar que cada una de las estaciones ubicadas en la cuenca alta del río Chipatá (Quebrada el Uval y Quebrada Piñuela – Arboleta) monitorea una bocatoma.

Figura 59. Estaciones Q uval, Q. Piñuela y Unión río Siecha.



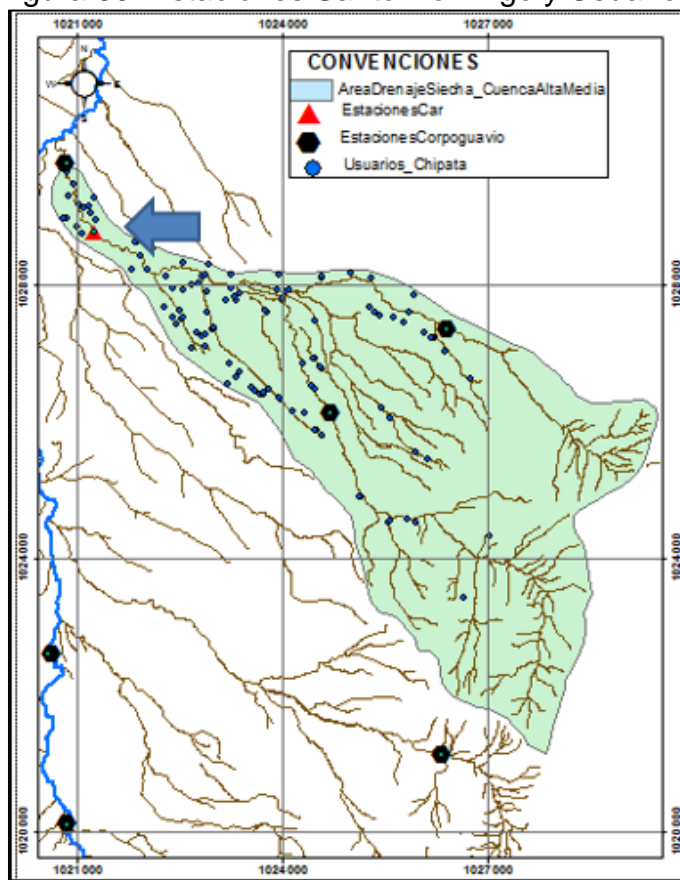
Fuente: Elaboración propia.

Para hacer seguimiento al recurso hídrico de la cuenca del río Chipatá, se recomienda continuar con el monitoreo de la estación Santo Domingo de la CAR de Cundinamarca, que cuenta con 40 años continuos de registros y está aproximadamente a 1.4 km de la estación “antes de unión río Siecha”.

Con los registros de la estación Santo Domingo sería suficiente para realizar seguimiento de la oferta hídrica a la cuenca, sin embargo, de requerirse otra estación para un alcance especial, se debe reubicar el punto de medición de la estación deseada (estación Quebrada el Uval y Quebrada Piñuela – Arboleta).

A continuación, se indica en la siguiente imagen, con una flecha, la ubicación de la estación Santo Domingo, que sería la apropiada para el monitoreo de la cuenca del río Chipatá; en la misma gráfica se aprecia que la mayoría de los usuarios se concentran en la parte media y baja de la cuenca.

Figura 60. Estaciones Santo Domingo y Usuarios.



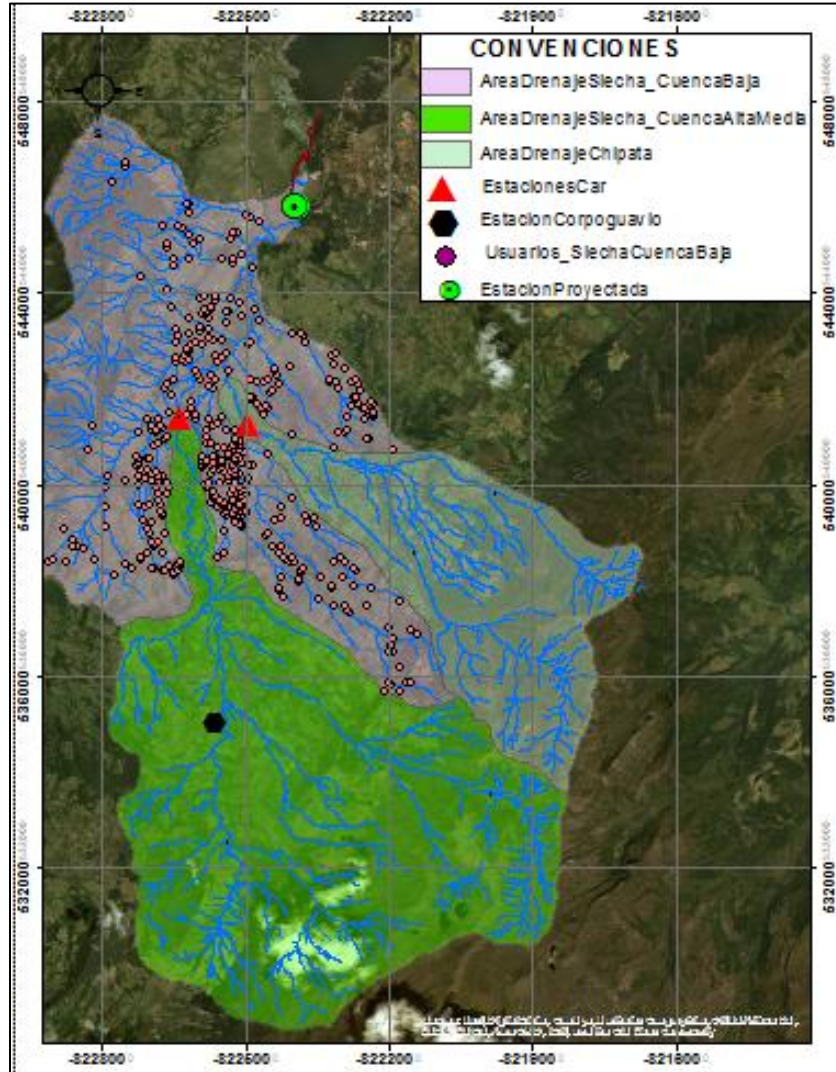
Fuente: Elaboración propia ArcGis.

8.7.3. Cuenca baja del río Siecha

La cuenca baja del río Siecha tiene una superficie de 52.64 km² y actualmente no cuenta con estación hidrológica para realizar seguimiento a los caudales. En esta subzona se puede apreciar una alta concentración de pobladores de la zona rural y también el municipio de Guasca.

Como alternativa se propone ubicar una estación en esta zona que, además, pueda inventariar el caudal que aporta la cuenca del río Siecha al embalse de Tominé. En la siguiente gráfica se muestra la zona y los pobladores que se ubican en la cuenca baja, además se indica cuál sería el punto para la estación proyectada.

Figura 61. Cuenca baja río Siecha y Usuarios.

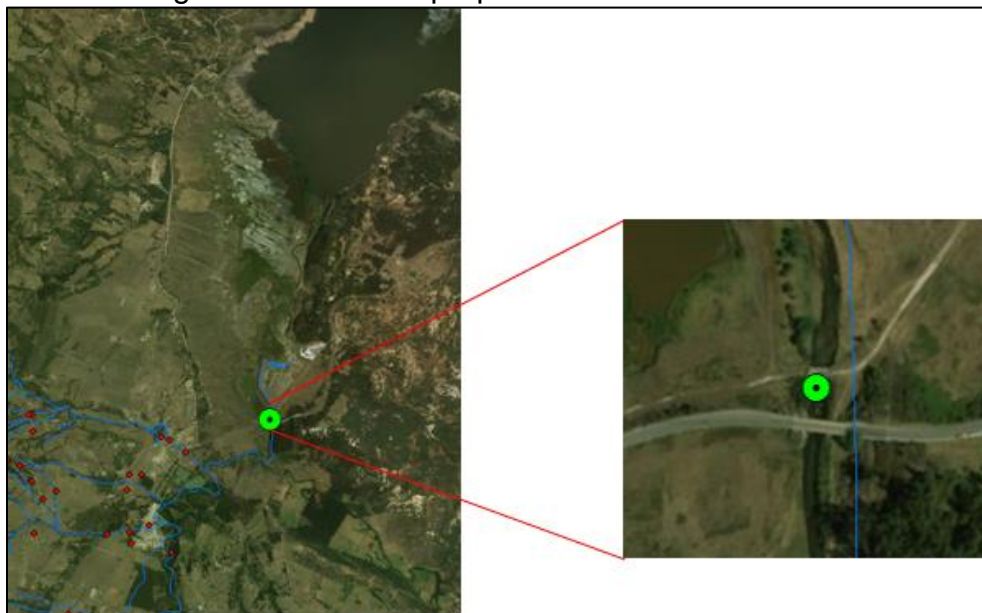


Fuente: Elaboración propia ArcGis.

El sitio para implementar la estación hidrológica corresponde a un puente ubicado sobre la vía principal de acceso al municipio de Guasca, que asegura, en primer lugar, que la sección sea estable; en segundo lugar, que recoja todo el flujo que pasa por la estación y, por último, que no se afecte el tránsito normal del agua por el remanso del nivel del embalse de Tominé, cuando este se encuentre en su máxima capacidad de almacenamiento.

La ubicación de la estación proyectada se encuentra aproximadamente a 2.5 km del embalse de Tominé, la ubicación espacial de la misma se puede apreciar en la siguiente imagen, nótese sobre esta figura el puente sobre la vía principal.

Figura 62. Estación propuesta en zona de control.

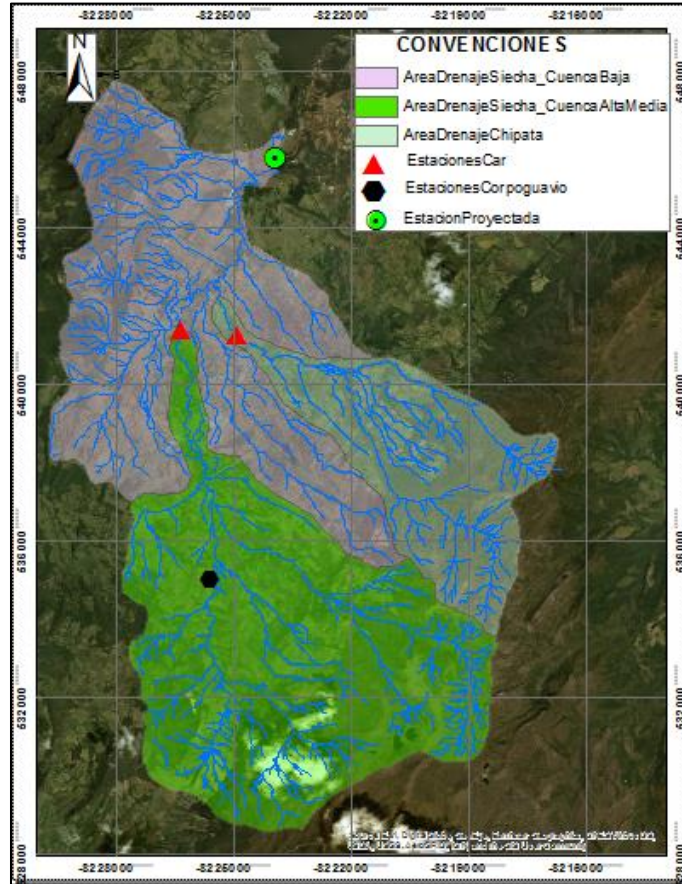


Fuente: Elaboración propia Google ArcGis.

8.7.4. Resumen Número de Estaciones Hidrológicas Propuesta Red Optimizada

En general, para el monitoreo de niveles y caudales en la cuenca del río Siecha, se proponen, de acuerdo a los resultados obtenidos por la metodología de Karasiiov, mantener tres estaciones hidrológicas, una (1) de CORPOGUAVIO y dos (2) de la CAR, e implementar una estación nueva en la cuenca baja del río Siecha.

Figura 63. Red Hidrométrica propuesta para la Cuenca del río Siecha.



Fuente: Elaboración propia Google Maps.

Como ya se describió en el capítulo 8.6 “OPTIMIZACIÓN RED HIDROMÉTRICA CUENCA DEL RÍO SIECHA”, el total de estaciones para el monitoreo de niveles y caudales en la cuenca del río Siecha es cuatro (4), con lo cual se da cobertura adecuada a toda la zona de interés, de acuerdo a la metodología de Karasiov en términos de área y longitud para cada estación.

Tabla 55. Red Hidrométrica Propuesta Cuenca del río Siecha.

ENTIDAD	NUMERO DE ESTACIONES HIDROLOGICAS	CUENCA/SUBCUENCA	Area (km ²)	LONGITUD (km) CAUCE HASTA PUNTO DE MONITOREO
CORPOGUAVIO	1	Río Siecha Alta	24	7.19
CAR	1	Río Siecha Media	38	7.90
* CORPOGUAVIO	1	Río Siecha Baja	53	8.93
CAR	1	Río Chipata	26	14.47

*Estación proyectada

8.7.5. COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

El valor de la operación de una red hidrométrica depende, en gran medida, del tipo de tecnología a implementarse; para el caso de las estaciones que actualmente tiene CORPOGUAVIO, corresponden a convencionales, lo que implica el pago a un observador voluntario (residente cercano a la estación), que es la persona que toma dos lecturas al día (6.00 am y 6:00 pm), desplazamiento de una comisión que implica un técnico y transporte, y reemplazo de la miras o reglas hidrométricas por lo menos una vez al año.

Este costo, de acuerdo a información suministrada por CORPOGUAVIO, varía dependiendo de la ubicación de la estación, ya que los puntos más alejados; como la estación Quebrada Salitre (20201031), paga al observador de la estación \$180.000; mientras en la estación río Chipatá cuenca baja (20201032), se cancela \$60.000, para un total por concepto de compra de información hidrológica de \$1.500.000. Para el caso de visitas técnicas a los sitios donde se encuentra cada estación, que incluye transporte y visita del técnico, está alrededor de \$ 240.000 por punto, para un total de \$ 1.740.000. Asumiendo que se debe cambiar la regla hidrométrica una vez al año por estación, estaríamos hablando de \$800.000 para toda la red. En general, los costos operativos actuales para la red hidrométrica ubicada en la cuenca del río Siecha ascienden a \$ 15.460.000, valor que se estaría reduciendo significativamente a un 63% aproximadamente.

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

9.1. GENERALES

De forma general a través del desarrollo del presente documento, una vez adelantados los procedimientos y analizados los métodos para el ajuste y optimización de redes hidrométricas propuestos (OMM, Velikanoff. e Ivanoff y Karasiov I.F.), fue posible determinar que la red hidrométrica existente no tiene correspondencia con la óptima calculada, ya que presenta diferencias en cuanto a densidad y cobertura. Lo anterior, teniendo en cuenta que se encuentran instaladas un mayor número de estaciones a las establecidas dentro de la metodología y las mismas no se encuentran ubicadas en puntos que permitan cubrir de forma adecuada la cuenca garantizándose las áreas aportantes.

Adicionalmente, se pudo establecer que la metodología propuesta por Karasiov fue aquella que brindo los mejores resultados, teniendo en cuenta, que es el método que considera el mayor número de criterios de evaluación, como los parámetros morfométricos y donde se analiza la física del proceso hidrológico, para definir la estructura optima de la red a implementar con base en las condiciones específicas del área de estudio y las necesidades de información.

9.2. DE LA METODOLOGÍA DE KARASIOV

Este método es el resultado de la integración de diversos criterios desarrollados por diferentes autores, lo cual no limita el método a un único criterio de evaluación de la red, tal como sucede con métodos simplificados, como los propuestos por la OMM, según se pudo observar en el desarrollo metodológico.

Este método tiene en cuenta diferentes parámetros, tanto fisiográficos con estadísticos de la cuenca, lo que permite que la hidrología de la zona mantenga un vínculo con la morfometría de la cuenca; es así como se hace necesario conocer diferentes variables como el factor forma, número de orden de la cuenca y coeficiente de bifurcación, con el fin de asociar la densidad hídrica de la zona con el área de la cuenca.

Dos componentes importantes de consulta del método desarrollado es que considera los registros históricos de las estaciones, para establecer la escorrentía del área, y la relación lineal (distancia) entre las estaciones existentes, para evaluar el grado de correlación entre estos puntos de monitoreo, a partir de los cuales se establece el área y la longitud óptima por estación hidrométrica.

9.3. DEL CRITERIO DEL ÁREA DEL RÉGIMEN GENERAL

El área total de la subcuenca del río Siecha con cierre en la estación San Isidro (monitoreada por la CAR de Cundinamarca) es de 62.3 km², que, comparada con el área óptima de 27 km², es mayor; mientras que la estación río Chiguanos cuenca alta es la que más se aproxima con 20 km²; las demás estaciones: cuenca media paso Hondo y Quebrada Salitre cuenca alta, tienen un área aferente de 8.0 km² y 5.6 km² respectivamente. Esta condición nos indica que el número de estaciones apropiadas para cubrir el área de la cuenca es de dos (2) estaciones hidrológicas.

Para el caso de la subcuenca río Chipatá, con cierre en la estación río Chipatá cuenca baja, antes de la unión con río Siecha, el área calculada es de 26.1 km², mientras el área óptima es de 30.8 km², lo cual indica que una estación es suficiente para cubrir adecuadamente la subcuenca del río Chipatá.

9.4. DEL CRITERIO DE LA LONGITUD DEL RÉGIMEN GENERAL.

En la subcuenca del río Siecha la longitud del cauce, hasta el punto de cierre en la estación de San Isidro, es de 7.9Km, que, comparada con la longitud óptima de 7.8Km, es adecuada; lo que nos lleva a pensar que con esta estación se da una cobertura adecuada a toda la subcuenca. Sin embargo, existen tres (3) estaciones más con longitudes que oscilan entre 3.22Km y 3.91Km, lo cual indica que estarían capturando información hidrológica de magnitudes similares.

En cuanto a la subcuenca del río Chipatá al cierre con la estación Quebrada Piñuela, la longitud total del cauce es de 7.14Km, ajustada a la longitud óptima de 7.0Km, lo que indica que las demás estaciones con longitudes variables entre 1.76Km y 5.58Km estarían cubiertas solo con la estación Quebrada Piñuela.

9.5. DEL CRITERIO DEL RÉGIMEN ESPECÍFICO.

Este criterio tiene como objetivo principal establecer el número apropiado de puntos de monitoreo en una cuenca, cuyo objetivo es el de realizar un seguimiento especial (específico) para un sitio en particular. El tiempo de permanencia de este tipo de estaciones no está definido, pues depende del uso, estudio hidrológico o investigación de alta resolución que se pretenda realizar a un área de interés, de esta forma se puede hablar de un seguimiento puntual para una bocatoma o un estudio para evaluar la viabilidad técnica para implementar por ejemplo un embalse.

El resultado indica que se puede pensar en ubicar tres (3) estaciones en cada subcuenca (1 en la cuenca alta y media del río Siecha, 1 en la cuenca baja del mismo cauce, y otra en la cuenca del río Chipatá) con el fin de hacer un monitoreo especial de alguna corriente de interés durante un tiempo que será establecido por la entidad ambiental, con el fin de establecer un indicador hidrológico como por ejemplo el índice de escases.

Se debe recordar como ya se indicó en el capítulo 8.7, que de las 6 estaciones existentes (propiedad de CORPOGUAVIO), la estación Acueducto Salitre Santa Lucia se mantiene, para el caso de la estación Acueducto San Jois el inconveniente detectado es la distancia y la dificultad de acceso a este punto, mientras que las estaciones Acueducto mariano Ospina, Uval, y Quebrada Piñuela - Arboleta no se considera apropiada su ubicación, debido a la presencia de rocas de gran tamaño que afectan el tránsito normal del flujo, impidiendo que por ejemplo en temporada seca o de menos lluvia el nivel del agua quede registrado en la regla hidrométrica. Por lo anterior las estaciones Acueducto San Jois (Cuenca Alta río Siecha) y Antes Unión Río Siecha (Cuenca Río Chipatá), se puede mantener si así lo considera la entidad ambiental CORPOGUAVIO, mientras la estación Acueducto Salitre Santa Lucia como ya se indicó se mantiene y forma parte de la propuesta óptima del presente documento.

Es importante resaltar que el número de estaciones (4) propuestas definidas por el criterio de régimen general, para una cuenca de las características del río Siecha, en términos de área y longitud son suficientes para dar cobertura adecuada a cualquier condición hidrológica de interés. Vale la pena recordar que la OMM (Organización Meteorológica Mundial), indica que el área mínima recomendada por estaciones para zonas montañosas es de 1000 km². A si las cosas el número de estaciones sugeridas (4) cubren ampliamente esta condición de superficie (162 km²) en la cuenca del río Siecha.

9.6. DEL NÚMERO ÓPTIMO DE ESTACIONES.

El total de estaciones a implementarse en la subcuenca del río Siecha son dos (2 – ya se encuentran instaladas en terreno), una ubicada en el cierre de la cuenca a la altura de la estación San Isidro (monitoreada por la CAR de Cundinamarca) y otra en cualquier punto de interés prioritario para la Corporación Autónoma Regional del Guavio – CORPOGUAVIO, que para este caso, se sugiere mantener la estación Acueducto Salitre - Santa Lucía.

En cuanto a la cuenca baja del río Siecha (área que actualmente no cuenta con estacione hidrométrica) se recomienda ubicar una estación sobre la vía principal de acceso al municipio de Guasca, como se describe en el capítulo 8.7.3, con el fin de monitorear el caudal total que aporta la cuenca del Siecha al embalse de Tominé, entre otros usos.

En la subcuenca del río Chipatá es suficiente con una sola estación, que correspondería a la estación Santo Domingo (monitoreada por la CAR de Cundinamarca). Sin embargo, si hay una corriente prioritaria a la que CORPOGUAVIO quisiera realizar un monitoreo especial, se puede pensar en reubicar una estación en un punto que corresponda a una sección estable y que especialmente no se vea influenciado por piedras o rocas que impidan el tránsito normal del flujo.

Con los puntos de monitoreo propuestos se pretende en términos hidrológicos obtener información representativa de la cuenca, registros confiables para cualquier época del año especialmente en temporada de menos lluvia, estaciones de fácil acceso para la toma diaria (6:00 am y 7:00 pm) por parte del observador voluntario, densidad apropiada de estaciones para reducir la carga administrativa derivada de los costos de mantenimiento de cada estación, recolección total del caudal que aporta la cuenca del río Siecha al Embalse del Tominé, y recuperación de registros mediante una metodología apropiada en caso de pérdida temporal de una estación hidrológica, por efectos de una creciente súbita que termine por afectar los instrumentos que conforman la estación.

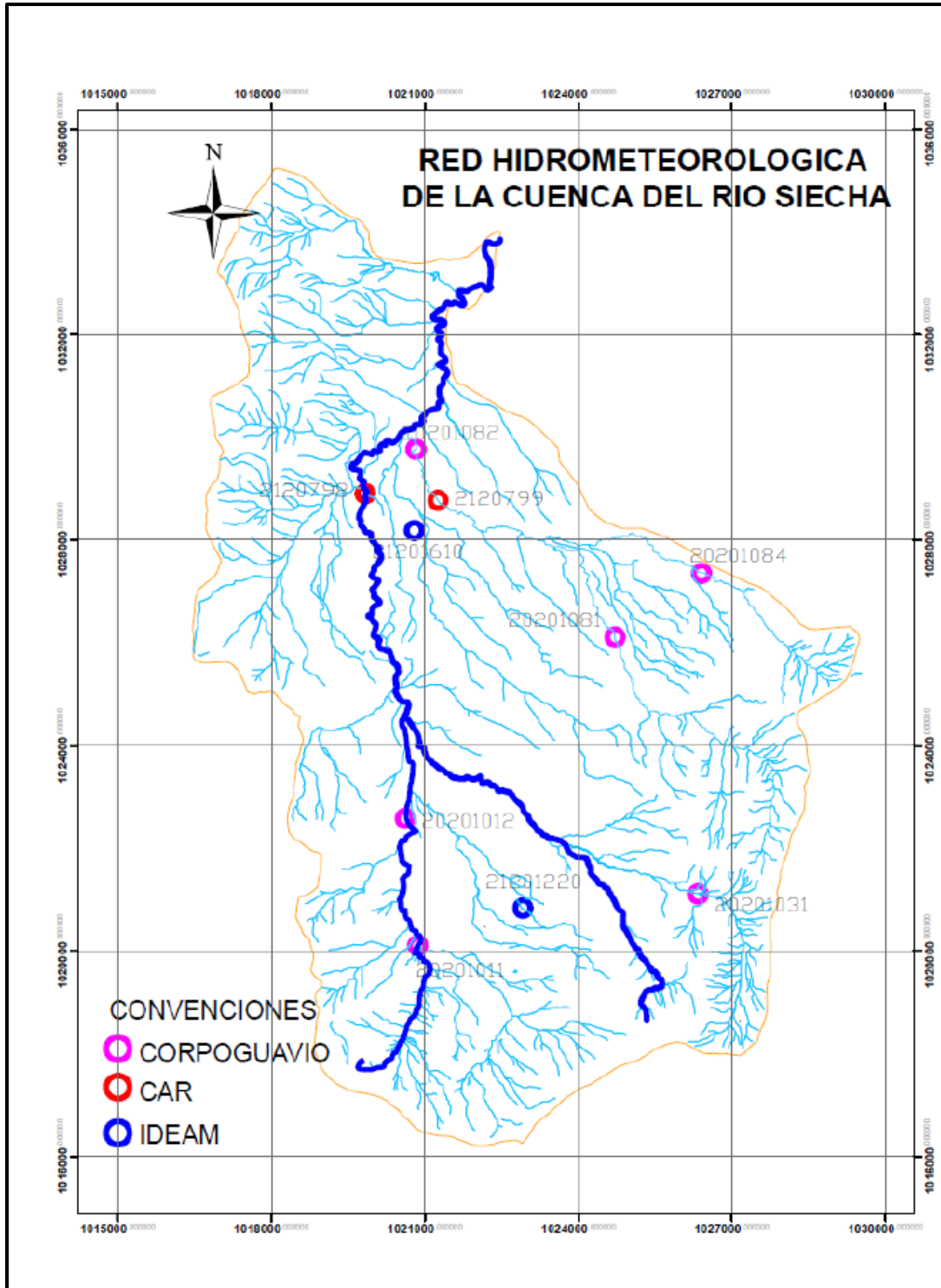
10. BIBLIOGRAFIA

- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM, Febrero de 2007, Diseño de la ampliación de la red hidrometeorológica de Bogotá y cuenca alta del río Tunjuelito, Bogotá, Colombia.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM, Julio de 2006, Aplicación de los criterios de optimización de Karasiov a la red hidrológica Colombiana, Bogotá, Colombia.
- Chow, V. T., Enero 2000, Hidrología Aplicada, McGraw-Hill.
- Chow, V. T., Enero 2000, Hidráulica de Canales Abiertos, McGraw-Hill.
- Monsalve, German. 1995, Hidrología en la Ingeniería, Bogotá, Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Acero, Germán, 2004, Presentación Parámetros Físicos de las Cuencas – Interpretación, Bogotá, Colombia.
- CORPOGUAJIRA, Julio 2011, Plan de Ordenamiento de la cuenca del río Ranchería, Guajira, Colombia.
- Organización Meteorológica Mundial – OMM, Quinta (ed.), 1994, Guía de Prácticas Hidrológicas - Adquisición y proceso de datos, análisis, predicción y otras aplicaciones OMM-No. 168.
- Domínguez, E., Mayo 2006, Aplicación de los criterios de optimización de Karasiov a la Red Hidrológica Colombiana - Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM, Bogotá, Colombia.
- CORPOGUAVIO, Abril 2017, Respuesta 1 Radicado C17_R1631, Gachalá, Cundinamarca.
- CORPOGUAVIO, Junio 2017, Respuesta 2 Alcance Radicado C17_R1631, Gachalá, Cundinamarca.
- CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL VALLE DEL CAUCA, Noviembre 2002, Caracterización y modelación matemática del río cauca – PMC fase II. Determinación y análisis comparativo de curvas de calibración nivel – caudal aplicando diferentes metodologías en las estaciones hidrométricas del río cauca.

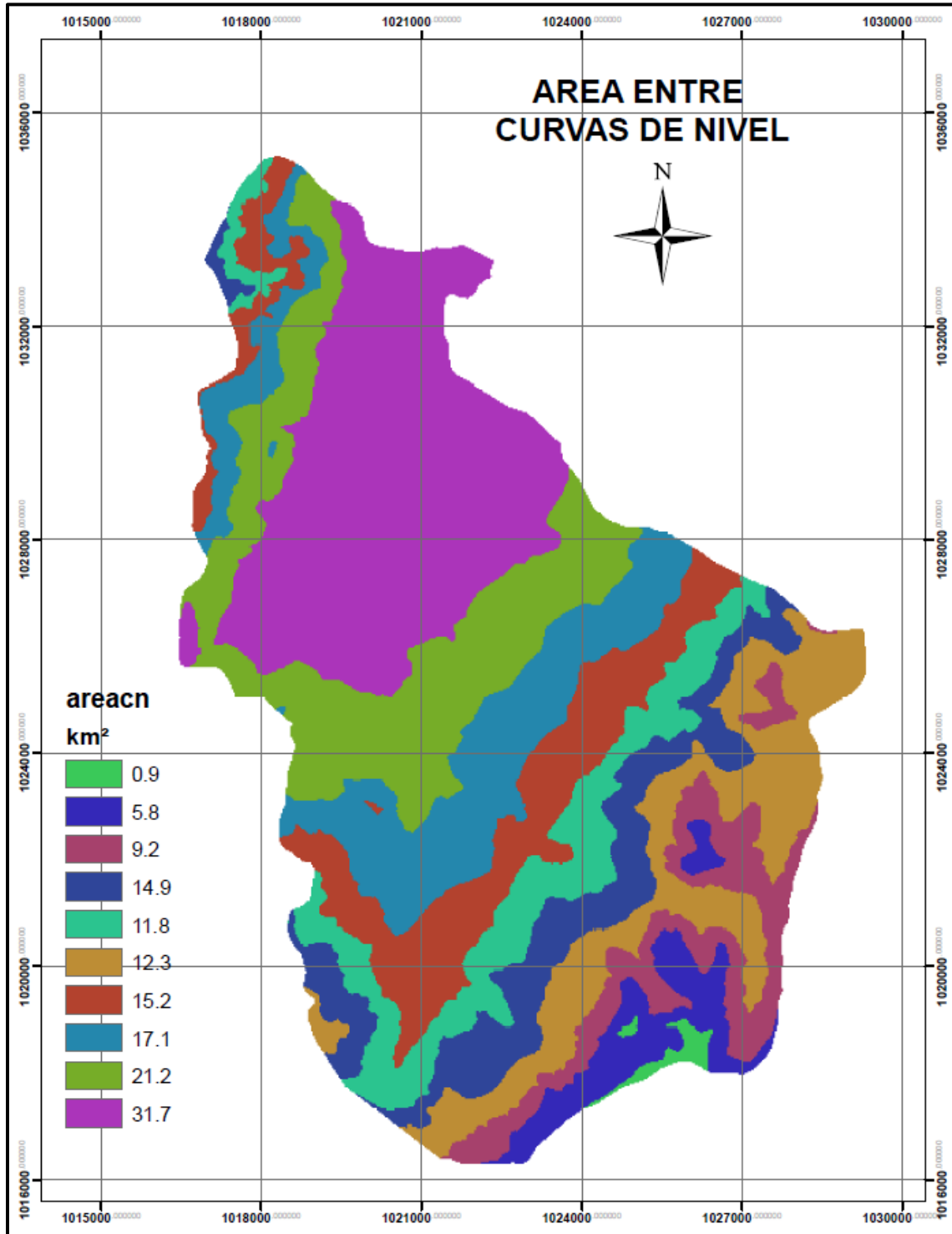
11. ANEXOS

ANEXO 1.

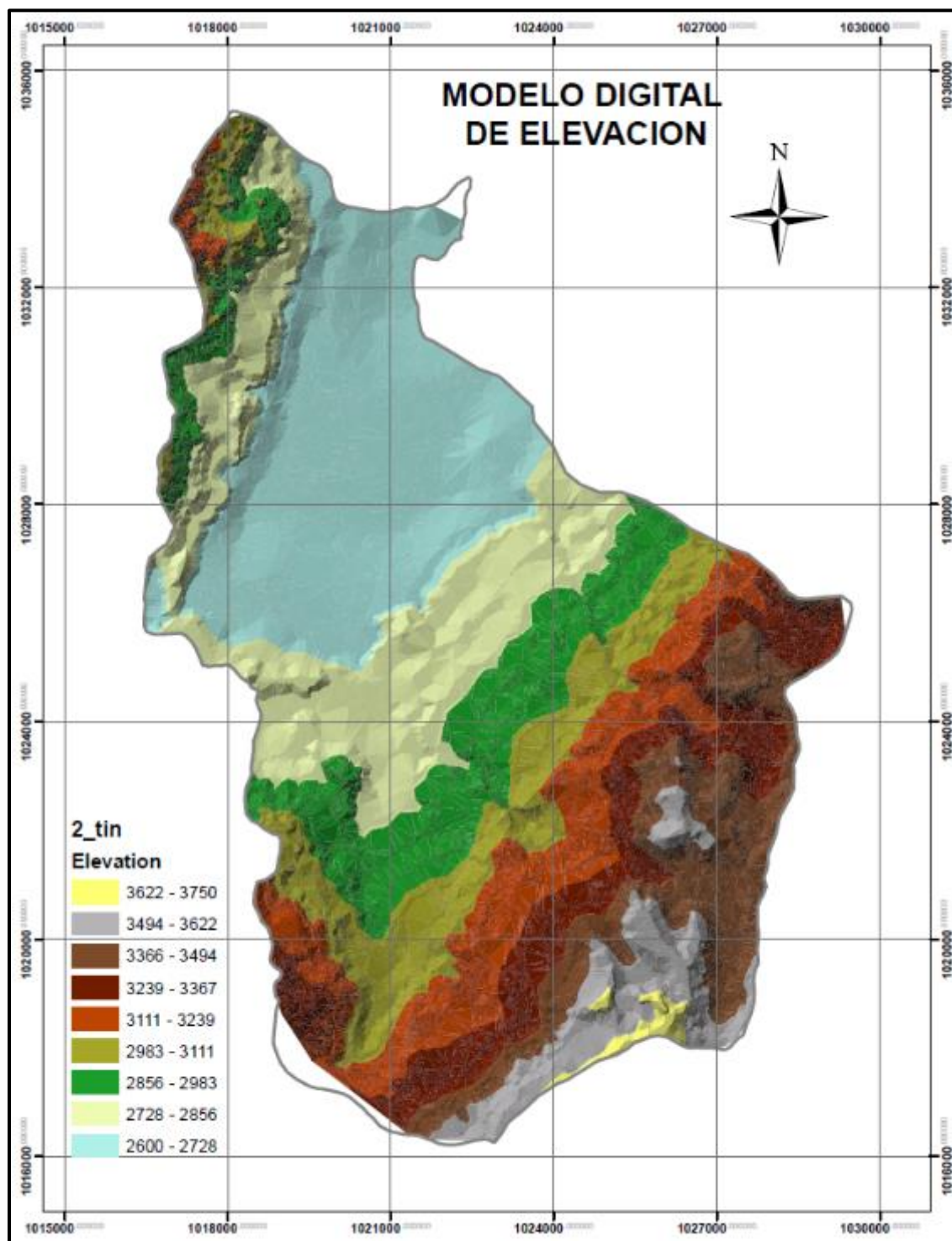
1.1. Red Hidrométrica.



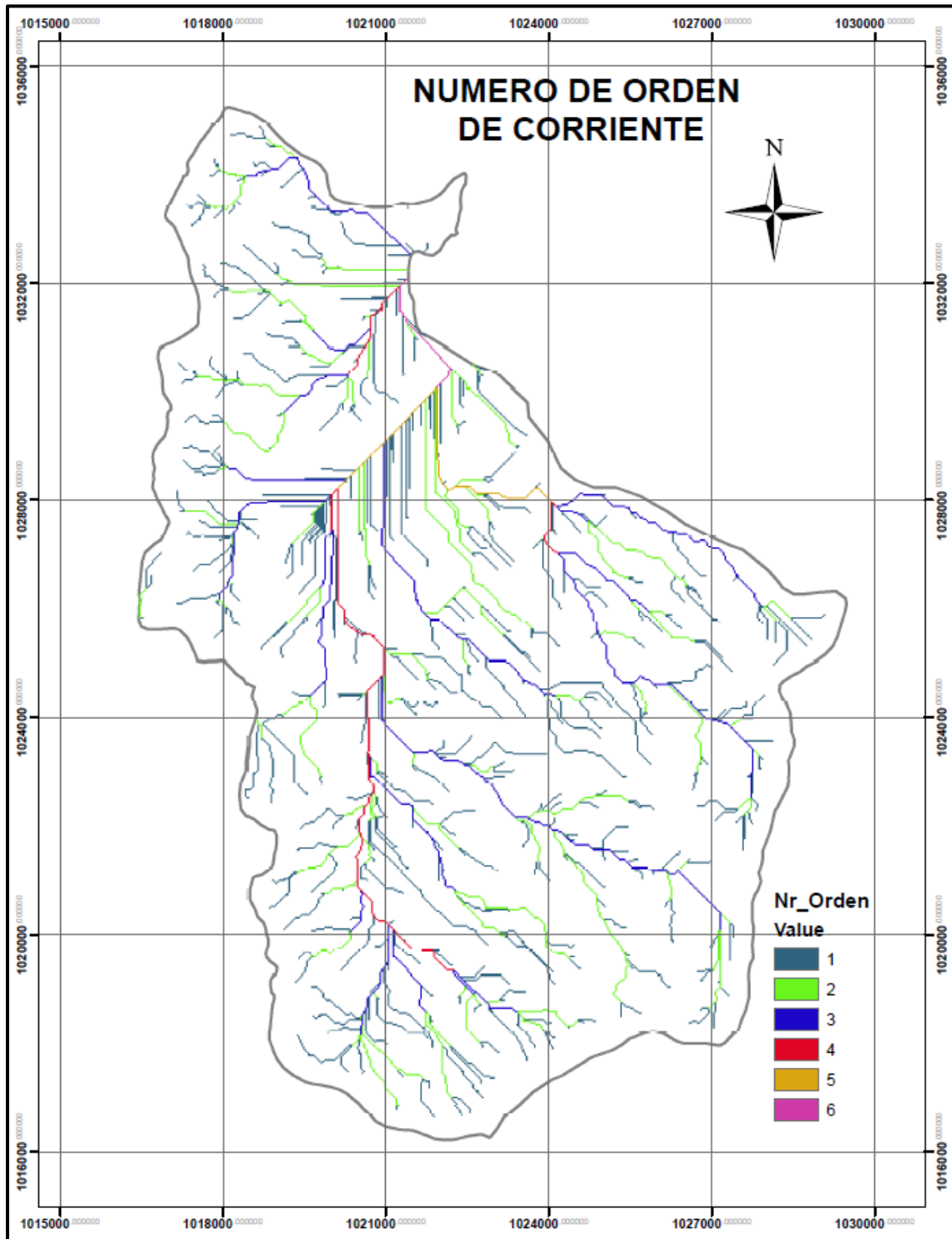
1.2. Área entre curvas de Nivel.



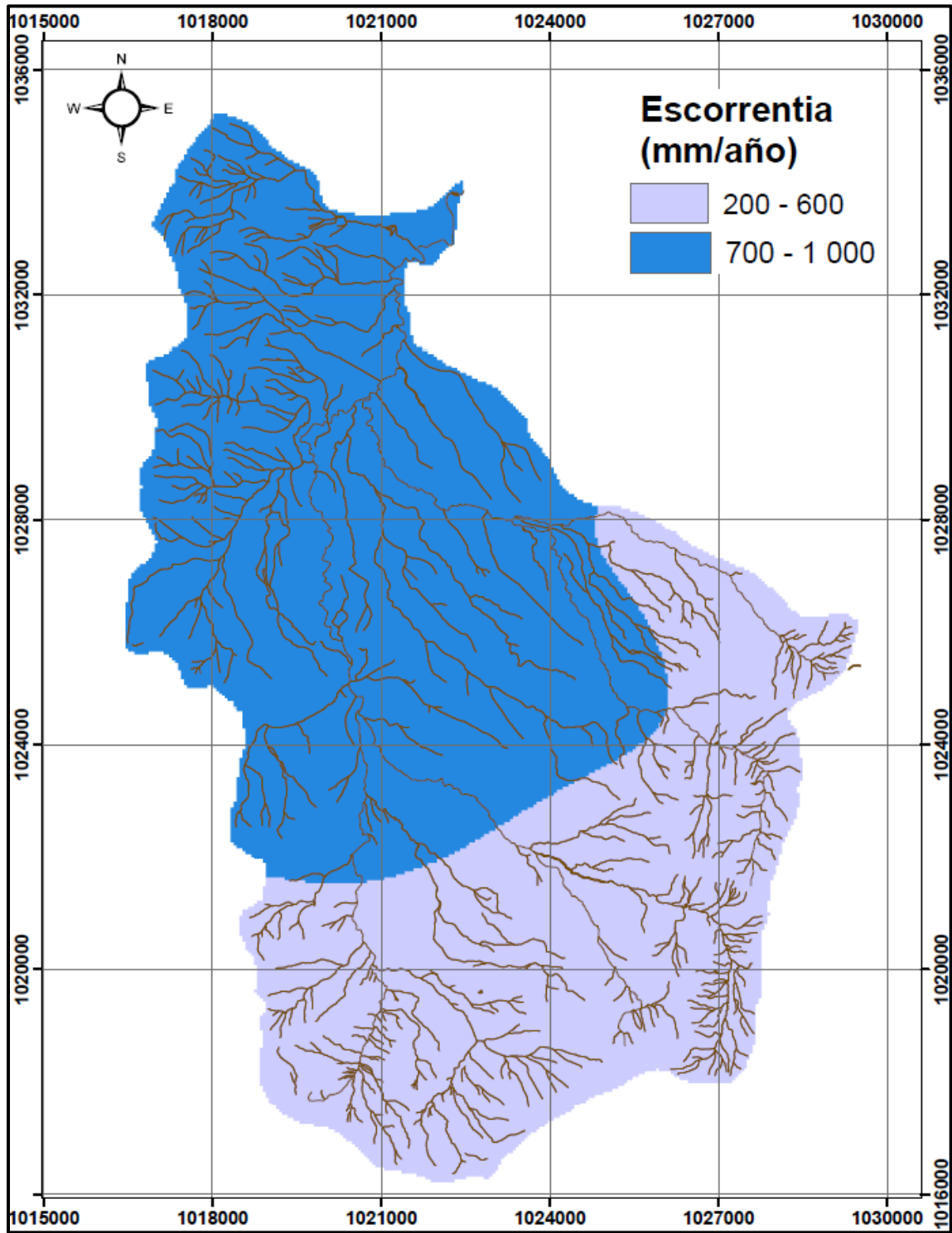
1.3. Modelo Digital de Elevación.



1.4. Numero de orden de la Red Hídrica.



Anexo 1.5. Mapa de Escorrentía.



ANEXO 2.

2.1. Registros Históricos IDEAM.

IDEAM - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES
 SISTEMA DE INFORMACION
VALORES TOTALES MENSUALES DE PRECIPITACION (mms) NACIONAL AMBIENTAL
 FECHA DE PROCESO : 2016/05/11 ESTACION : 21201610 SAN ISIDRO
 LATITUD 0451 N TIPO EST PM DEPTO CUNDINAMARCA FECHA-INSTALACION 1987-MAY
 LONGITUD 7353 W ENTIDAD 01 IDEAM MUNICIPIO GUASCA FECHA-SUSPENSION
 ELEVACION 2698 m.s.n.m REGIONAL 11 BOGOTA CORRIENTE BOGOTA

A#O	EST	ENT	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE	VR ANUAL
1987	2	1					88	30	80	33	54	25	35	44	489
1988	2	1	7	0	85	60	75	100	66	91	76	9	117	91	876
1989	2	1	0	18	135	21	116	58	71	25	49	35	28	76	633
1990	2	1	13	62	55	94	98	50	38	38	6	3	38	41	635
1991	2	1	33	48	100	70	37	51	95	92	20	38	151	41	776
1992	2	1	75	15	30	50	29	25	54	49	62	17	140	60	604
1993	2	1	31	18	36	99	122	39	70	37	48	32	85	15	633
1994	2	1	50	39	50	51	105	60	72	74	15	37	97	15	765
1995	2	1	5	44	39	116	64	53	61	1	21	37	45	50	635
1996	2	1	48	59	86	56	101	81	97	78	45	7	95	45	898
1997	2	1	117	16	31	58	50	74	52	24	23	25	32	7	509
1998	2	1	4	13	56	27	184	66	100	55	48	50	55	59	715
1999	2	1	45 *		50	90	44	63	44	6	9	64	71	30	816
2000	2	1	84	64	94	44	87	74	73	73	8	61	60	30	853
2001	2	1	2	52	28	11	88	31	67	41	79	75	96	36	606
2002	2	1	35	21	61	108	108	111	55	64	41	76	18	34	731
2003	2	1	20	33	46	106	41	50	82	53	41	13	45	59	688
2004	1	1	23	90	63	96	105	94	72	71	81	97 *		58	849
2005	1	1	10	38	24	95	126	87	48	44	60	63	118	20	832
2006	1	1	67	30	83	166	107	105	63	70	37	95	78	43	942
2007	1	1	0	55	36	85	51	88	32	96	37	97	53	72	701
2008	1	1	36	67	72	37	134	99 *		86	57	53	159	54	852
2009	1	1	48	39	54	97	24	51	64	37	56	59	46	3	575
2010	1	1	0	19	20	119	144	87	119	52	57	98	103	51	869
2011	1	1	23	85	123	196	104	77	81	45	53	85	165	24	160
2012	1	1	33	29	80	190	76	74	117	45	34	95	48	44	865
2013	1	1	6	62	62	96	98	27	53	85	39	36	130	81	774
2014	1	1	23	58	123	54	83	94	70	55	40	72	86	56	811

2.2. Registros Históricos CAR.

C A R - CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA

SICLICA - Sistema de Información Climatológica e Hidrológica

VALORES MEDIOS MENSUALES DE CAUDALES (m³/s)

ESTACIÓN : 2120799 STO DOMINGO

Latitud 0451 N
Longitud 7353 W
Elevación 2652 m.s.n.m

X=N=1028800
Y=E=1021300

Departamento
Municipio
Oficina Provincial

Corriente R. CHIPATÁ
Cuenca R. SIECHA

10/01/1956

A#O	EST	ENT	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE	VR ANUAL
1973			0,11	0,11	0,05	0,18	0,74	1,81	2,19	0,39	0,40	0,28	0,18	0,15	7
1974			0,51	0,18	0,31	0,86	1,29	1,58	3,47	1,94	1,08	0,52	0,43	0,04	12
1975			0,13	0,13	0,21	0,34	0,80	1,56	0,23	1,58	0,94	0,85	0,99	1,10	9
1976			0,64	0,32	0,78	2,40	3,16	5,05	7,97	1,16	1,17	0,88	1,27	0,97	26
1977			0,08	0,28	0,17	0,90	1,21	1,67	2,43	1,14	1,51	0,70	0,50	0,06	11
1978			0,05	0,13	0,20	0,88	1,69	2,46	1,86	1,39	1,30	1,05	0,37	0,39	12
1979			0,03	0,10	0,54	1,47	0,92	2,55	1,33	1,36	0,87	1,92	2,11	0,99	14
1980			0,33	0,17	0,28	2,16	1,60	3,30	2,35	1,09	1,82	1,34	0,43	0,09	15
1981			0,12	0,11	0,29	1,69	1,47	1,44	1,65	1,26	1,49	1,00	0,74	0,16	11
1982			0,18	0,56	1,21	0,61	1,14	1,93	2,58	1,74	1,22	0,86	0,49	0,17	13
1983			0,37	0,85	0,57	1,53	1,01	1,33	1,74	1,32	1,11	0,44	0,25	0,06	11
1984			0,31				0,83	1,35	1,11	1,31	1,03	0,45	1,43	0,31	8
1985			1,50	0,15	0,14	0,57	1,28	2,87	1,63	1,14	0,91	1,61	0,93	0,54	13
1986			1,10	0,33	0,61	0,23	1,29	2,84	2,96	1,55	0,81	1,93	2,05	1,03	17
1987			0,13	0,39	0,43	0,53	0,73	1,01	2,46	0,30	0,21	0,51	0,12	0,01	7
1990			0,17	0,44	1,05	0,70	2,54	2,54	1,50	2,43	0,57	0,52	0,48	0,60	14
1991			0,08	0,08	0,17	0,37	0,35	0,79	3,44	3,77	1,12	0,68	0,81	0,26	12
1992			0,09	0,05	0,05	0,45	0,65	1,20	2,75	1,31	0,56	0,51	0,60	0,42	9
1993			0,05	0,03	0,41	0,80	1,78	1,88	2,68	1,89	1,48	0,39	0,73	0,37	13
1994			0,15	0,18	0,44	0,44	2,23	2,14	2,88	4,43	5,92				19
1995					0,04	1,09	2,54	2,48	2,74	2,24	0,81	0,58	0,09	0,05	13
1996			0,06	0,65	0,91	0,42	3,54	3,10	2,13	0,14	0,08	0,12	0,07	0,08	11
1997			0,17	0,16	0,03	0,03	0,22	0,28	2,83	1,58	0,09	0,03	0,83	0,69	7
1998			0,07	0,05	0,06	0,05	0,97	1,47	2,06	1,34	0,19	0,34	0,16	0,78	8
1999				0,24	0,20	0,42	0,37	0,50	0,15	0,22	0,37	1,65	1,19	0,21	6
2000			0,03	0,03	0,12	0,11	1,46	3,54	3,77	2,92	1,95	0,51	0,49	0,47	15
2001			0,17	0,23	0,15	0,28	0,34	0,91	0,90	1,01	1,12	0,32	0,88	0,39	7
2002			0,20	0,11	0,20	0,72	1,10	2,03	1,25	1,38	0,43	0,17	0,09	0,04	8

ANEXO 3. CUADROS DE ANÁLISIS Y RESULTADOS

3.1. Curva Hipsométrica.

	CARTOGRAFIA	CAUCE PRINCIPAL		Nombre Archivo GIS
Cota minima (msnm)	2600	2600		3.1.1_Esdistica_AreaCN/tabla_areacn
Cota maxima (msnm)	3750	3550		
Número Intervalo	10			
Altura de Intervalos			32.240.847,65	32,24084765

Nro	Cota (msnm)			Area (km ²)				
	Minimo	Maximo	Promedio	Intervalo	Acumulado	% Acumulado	% Intervalo	
1	2600	2715	2657	32,74	141,06	100,00	23,21	
2	2715	2830	2773	21,19	108,32	76,79	15,02	
3	2830	2945	2888	17,08	87,13	61,77	12,11	
4	2945	3060	3002	15,16	70,05	49,66	10,75	
5	3060	3175	3117	12,31	54,89	38,91	8,73	
6	3175	3290	3233	11,81	42,58	30,18	8,37	
7	3290	3405	3348	14,88	30,77	21,81	10,55	
8	3405	3520	3462	9,16	15,89	11,27	6,49	
9	3520	3635	3577	5,83	6,73	4,77	4,13	
10	3635	3750	3693	0,91	0,91	0,64	0,64	

Area Total = 141,063833

Altitud mas frecuente 2657
 Altura de frecuencia media 3065,79

Rowid	VALUE	COUNT	AREA	MIN	MAX	RANGE	MEAN	STD	SUM	AREA_1
1	1	36230	3260700	2600	2714.996582	114.996582	2663.754212	28.173554	96507815.111572	32.607
2	2	23388	2104920	2715.012695	2829.998291	114.985596	2772.508684	29.65662	64843433.103271	21.0492
3	3	18829	1694610	2830.013916	2944.992188	114.978271	2884.14059	31.9869	54305483.159912	16.9461
4	4	16696	1502640	2945.001221	3059.947266	114.946045	2999.469976	35.809069	50079150.712402	15.0264
5	5	13523	1217070	3060.004883	3174.991943	114.987061	3120.516085	31.414696	42198739.023926	12.1707
6	6	12965	1166850	3175.008545	3289.99707	114.988525	3225.068694	32.045356	41813015.618408	11.6685
7	7	16379	1474110	3290.027344	3404.996338	114.968994	3347.533661	41.318341	54829253.834961	14.7411
8	8	10024	9021600	3405.003662	3519.985596	114.981934	3459.326511	31.701115	34676288.946533	9.0216
9	9	6321	5688900	3520.01001	3634.982178	114.972168	3571.929783	29.058914	22578168.161133	5.6889
10	10	856	770400	3635.033203	3750	114.966797	3672.258157	27.116716	3143452.982178	0.7704

3.2. Pendiente Promedio.

Nombre Archivo GIS

5.1_Reclasificar/slope_reclass

Nr	Rango Pendiente (%)			Numero de Ocurrencias	
	Inferior	Superior	Promedio	Count	Total Promedio
1	0	18	9	98936	866934
2	18	35	26	37490	985525
3	35	53	44	13618	596640
4	53	70	61	3752	230071
5	70	88	79	1029	81119
6	88	105	96	272	26222
7	105	121	113	76	8599
8	123	140	131	28	3680
9	143	156	149	8	1196
10	163	175	169	2	339
Total				155.211	2.800.325

Pendiente media

18,04 %

↓ ↓ ↓ ↓

area_entre_pendientes

Rowid	VALUE	COUNT	AREA	MIN	MAX	RANGE	MEAN	STD	SUM
1	1	98936	8904240	0	17.525141	17.525141	6.382815	5.58335	631490.177401
2	2	37490	3374100	17.525286	35.050053	17.524767	25.160786	4.982471	943277.876669
3	3	13618	1225620	35.050766	52.574436	17.52367	41.992039	4.853644	571047.582535
4	4	3752	3376800	52.576202	70.062935	17.486732	59.477966	4.881323	223161.330177
5	5	1029	926100	70.101723	87.564598	17.462875	76.891689	4.778172	79121.548386
6	6	272	244800	87.711136	105.100662	17.389526	94.718731	4.935312	25763.494705
7	7	76	68400	105.20015	121.090881	15.890732	111.788349	4.187428	8495.914513
8	8	28	25200	122.830589	140.057938	17.227348	131.656582	5.050044	3686.384308
9	9	8	7200	142.787796	156.09668	13.308884	148.23064	4.136179	1185.845123
10	10	2	1800	163.315262	175.251968	11.936707	169.283615	5.968353	338.56723

3.3. Longitud de la Red Hídrica.

Nombre Archivo GIS
6.1_Orden_Red_Hidrica/LongRedHidrica.dbf

Orden de la Red Hidrica	Longitud (km)
1	225,51
2	89,72
3	57,09
4	14,86
5	6,72
6	2,56
Total	396,46

↓ ↓

LongRedHidrica			
OID	GRID_CODE	Cnt_GRID_C	Sum_Longit
0	1	438	225.513578
1	2	196	89.722313
2	3	130	57.088765
3	4	46	14.855194
4	5	33	6.721489
5	6	9	2.555047

3.4. Pendiente de la Red Hídrica.

Nombre Archivo GIS
6.2_Pendiente_Promedio_Red_Hidrica/pendiente_redhidrica

Orden de la Red Hidrica	Numero de Ocurrencias	Pendiente Promedio (%)	
1	8712	1,31	11407
2	3472	1,22	4253
3	2223	1,19	2637
4	543	1,08	587
5	250	1,03	258
6	107	1,00	107
Sumatoria	15307		19249

Pendiente Promedio 1,26%

↓ ↓ ↓

pendiente_redhidrica													
Rowid	GRID_CODE	COUNT	AREA	MIN	MAX	RANGE	MEAN	STD	SUM	VARIETY	MAJORITY	MINORITY	MEDIAN
1	1	8712	784080	1	7	6	1.309343	0.622994	11407	7	1		7
2	2	3472	312480	1	7	6	1.224942	0.520136	4253	7	1	5	1
3	3	2223	200070	1	5	4	1.186235	0.457309	2637	5	1	5	1
4	4	543	488700	1	3	2	1.081031	0.333613	587	3	1	3	1
5	5	250	225000	1	2	1	1.032	0.176	258	2	1	2	1
6	6	107	96300	1	1	0		0	107	1	1	1	1

3.5. Parámetros Morfométricos.

RESUMEN DE PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS

Nombre Archivo GIS

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR
Area	km ²	141,06
Perímetro	Km	58,81
COTAS		
Máxima	msnm	3700
Minima	msnm	2600
CENTROIDE		
X	m	1022522,57
Y	m	1025339,28
Z	msnm	3123,48
ALTITUD		
Altitud Media	msnm	3123,48
Altitud más Frecuente	msnm	2657
Altitud de Frecuencia Media	msnm	3065,79
PENDIENTE		
Pendiente promedio	%	18,04
RED HIDRICA		
Longitud del Curso Principal	Km	24,02
Orden de la Red Hídrica	Und.	6
Longitud de la Red Hídrica	km	396,46
Pendiente promedio de la Red Hídrica	%	1,26
PARAMETROS GENERADOS		
Tiempo de Concentración - Tc	Horas	2,87
Pendiente del Cauce Principal - Pm	m/Km	39,56
Longitud Axial - La	Km	19,59
Coefficiente de Masividad - Cm	m/Km	20,905
Coefficiente Orográfico - Co	Adimensional	0,064
Índice de Gravelius - Kc	Adimensional	1,386

1.1_Adrs_Dass

1.1_Adrs_Dass

3.1.1_Esdistica_AreaCN/**tabla_areacn**

3.1.1_Esdistica_AreaCN/**tabla_areacn**

5.1_Reclasificar/**slope_reclass**

6_Red_Hidrica/**redhidrolong1**

6.1_Orden_Red_Hidrica/**LongRedHidrica.dbf**

6.1_Orden_Red_Hidrica/**LongRedHidrica.dbf**

6.2_Pendiente_Promedio_Red_Hidrica/**pendiente_redhidrica**

Coefficiente de compacidad - Kc'	Adimensional	1,177
Factor Forma - Kf	Adimensional	0,368
Densidad de Drenaje - Dd	Km/Km ²	2,81
Sinuosidad - Si	m/m	0,933

CUENCARIO SIECHA					
CALCULO DEL TIEMPO DE CONCENTRACION					
Longitud Total cauce 23 km					
Abcisas en km	0+010		0+010 - 0+023		
Morfometría básica					
Area (km ²)	59.40		82		
Longitud cauce : L (m) =	10000	32 808 Pies	13000	42 651 Pies	
Cota + baja (msnm) =	2700	8 858 Pies	2600	8 530 Pies	
Cota + alta (msnm) =	3150	10 335 Pies	2700	8 858 Pies	
Pendiente prom: S (m/m) =	0.0450		0.0077		
METODO	TIEMPO DE CONCENTRACION t _c		TIEMPO DE CONCENTRACION t _c		
	min	hr	min	hr	
Kirpich	77	1.29	187	3.11	
n =	0.50		0.50		
Hathaway	159	2.65	272	4.54	
CN =	72		72		
SCS Lag	309	5.15	922	15.36	
V (pie/s) =	1.10		1.10		
Velocidad del SCS	152	2.53	197	3.28	
C =	0.40		0.40		
FWAA	138	2.31	284	4.73	
P =	0.98		0.98		
George Rivero	176	2.94	246	4.10	
PROMEDIO	169 min	2.52	351 min	6.07	
ADOPTADO	170 min		350 min		
TIEMPO EN HORAS	2.8 horas		5.8 horas		

Anexo 4. Caudales Máximos.

4.1. Distribuciones Qmax estación Santo Domingo.

4.1.1. Distribuciones Qmax

ANALISIS DE FRECUENCIAS
DISTRIBUCION LOG PEARSON III

SERIE DE CAUDALES

AÑO	Q max 24h	Log Qmax24	t	K	Qmx Calc	(Xi - Yi)²
2005	1.84	0.609	-1.938	-0.782	4.2	5.6
2007	2.01	0.696	-1.620	-0.780	4.2	4.8
2010	2.04	0.712	-1.412	-0.773	4.2	4.8
2004	3.27	1.186	-1.252	-0.762	4.3	1.0
1983	3.46	1.241	-1.119	-0.748	4.3	0.7
2008	4.02	1.392	-1.003	-0.731	4.3	0.1
2011	4.04	1.396	-0.899	-0.713	4.4	0.1
2009	4.31	1.460	-0.805	-0.693	4.5	0.0
1997	4.56	1.517	-0.716	-0.670	4.5	0.0
2001	4.58	1.522	-0.634	-0.647	4.6	0.0
2002	4.58	1.522	-0.555	-0.621	4.7	0.0
1981	5.20	1.649	-0.480	-0.593	4.8	0.2
1998	5.45	1.696	-0.407	-0.564	4.9	0.3
1999	5.53	1.710	-0.336	-0.533	5.0	0.3
2013	6.24	1.830	-0.267	-0.499	5.1	1.3
1982	6.28	1.837	-0.199	-0.464	5.2	1.1
1986	6.74	1.908	-0.132	-0.426	5.4	1.9
1979	7.06	1.954	-0.066	-0.385	5.5	2.4
1980	7.06	1.954	0.000	-0.342	5.7	1.9
1985	7.06	1.954	0.066	-0.296	5.9	1.4
1992	7.50	2.015	0.132	-0.247	6.1	2.0
1993	7.50	2.015	0.199	-0.193	6.3	1.4
1978	9.79	2.281	0.267	-0.136	6.6	10.5
1991	9.99	2.302	0.336	-0.074	6.8	9.9
1994	10.01	2.304	0.407	-0.006	7.2	8.1
1995	10.01	2.304	0.480	0.068	7.5	6.1
1977	10.27	2.329	0.555	0.150	8.0	5.2
1973	10.45	2.347	0.634	0.240	8.5	3.8
1984	10.53	2.354	0.716	0.342	9.1	2.0
1996	10.97	2.395	0.805	0.457	9.9	1.2
2000	11.86	2.473	0.899	0.589	10.8	1.1
1987	12.36	2.514	1.003	0.745	12.0	0.1
1990	14.55	2.678	1.119	0.931	13.7	0.8
2012	18.05	2.893	1.252	1.164	16.1	3.9
2014	18.05	2.893	1.412	1.471	19.8	3.2
1976	35.75	3.577	1.620	1.914	26.9	77.6
1974	37.30	3.619	1.938	2.701	46.3	81.7

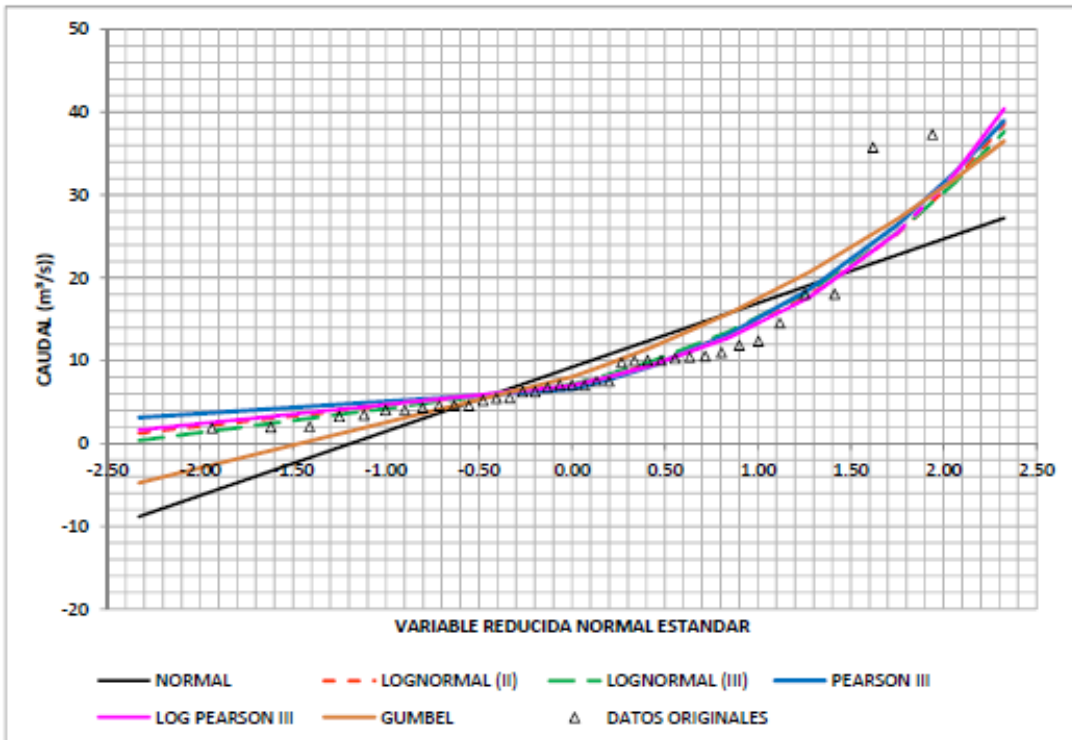
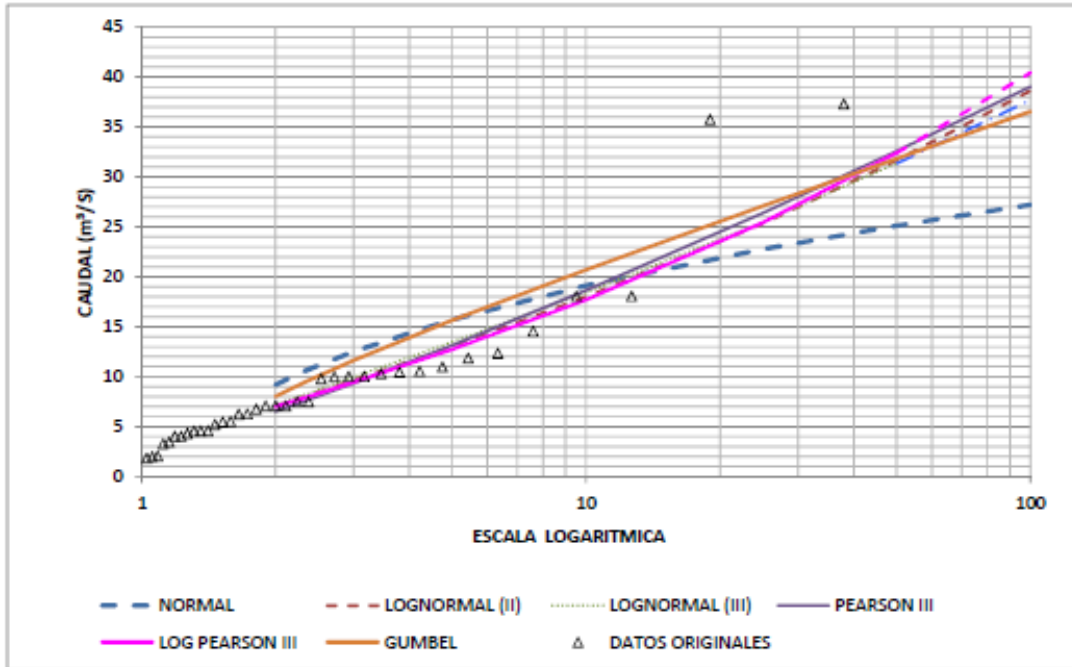
n		37
Prom(x)	$\mu(y)$	2.0
D_Est (x)	$\sigma(y)$	0.69
CVx	$\sigma y / \mu y$	0.35
C. asimetria(x)	γy	0.24
	$\gamma y / \delta$	0.040

Σ	246.53
Σe	2.69

Tr	p	F(P)	t	K	Qmx	$\delta K / \delta \mu 1$	δ	S _{ty}	S _{rx(+)}	S _{rx(-)}	S _{rx}
1.01	0.99	0.01	-2.33	-2.151	1.63	0.74	5.303	0.26	0.49	0.38	0.43
2	0.50	0.50	0.00	-0.040	7.06	-0.17	1.176	0.12	0.92	0.81	0.86
3	0.33	0.67	0.43	0.397	9.46	-0.15	1.205	0.12	1.05	0.93	0.99
5	0.20	0.80	0.84	0.827	12.74	-0.07	1.275	0.13	1.29	1.14	1.21
10	0.10	0.90	1.28	1.304	17.69	0.08	1.347	0.14	1.53	1.67	1.80
25	0.04	0.96	1.75	1.831	25.44	0.32	2.326	0.17	3.34	2.81	3.07
50	0.02	0.98	2.05	2.181	32.39	0.52	4.292	0.23	6.73	5.32	6.03
100	0.01	0.99	2.33	2.503	40.44	0.73	6.593	0.29	10.94	8.18	9.56
							9.658	0.35	17.07	12.00	14.54

4.1.2. Graficas Distributions Qmax.

**AJUSTE DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS DE CAUDALES MAXIMOS
ESTACION LM STO DOMINGO - 2120799**



4.2. Distribuciones Qmax estación San Isidro.

4.2.1. Distribuciones Qmax.

ANÁLISIS DE FRECUENCIAS
DISTRIBUCION LOG PEARSON III

SERIE DE CAUDALES

AÑO	Q max 24h	Log Qmax24	t	K	Qmx Calc	(Xi - Yi)²
2002	4.25	1.447	-2.010	-0.686	7.4	10.1
1983	4.98	1.605	-1.701	-0.682	7.4	6.1
1986	5.67	1.735	-1.501	-0.681	7.4	3.2
2001	5.69	1.739	-1.348	-0.680	7.5	3.1
1994	5.75	1.749	-1.221	-0.677	7.5	2.9
1995	5.75	1.749	-1.111	-0.672	7.5	3.0
1996	6.09	1.807	-1.013	-0.665	7.5	2.1
1974	6.27	1.836	-0.924	-0.656	7.6	1.7
1989	6.37	1.852	-0.842	-0.646	7.6	1.5
1987	6.71	1.904	-0.765	-0.635	7.7	0.9
1998	6.78	1.914	-0.692	-0.621	7.7	0.9
1975	6.88	1.929	-0.623	-0.607	7.8	0.9
1971	7.62	2.031	-0.557	-0.591	7.9	0.1
1985	7.78	2.052	-0.493	-0.574	8.0	0.0
1973	7.81	2.055	-0.431	-0.555	8.1	0.1
1992	8.17	2.101	-0.370	-0.534	8.2	0.0
1978	8.34	2.121	-0.311	-0.512	8.3	0.0
1972	8.58	2.149	-0.253	-0.489	8.4	0.0
1991	8.70	2.163	-0.196	-0.464	8.5	0.0
1993	8.70	2.163	-0.140	-0.437	8.7	0.0
1977	8.87	2.183	-0.084	-0.408	8.8	0.0
1982	8.95	2.192	-0.028	-0.377	9.0	0.0
1981	9.74	2.276	0.028	-0.343	9.2	0.3
1997	10.08	2.311	0.084	-0.308	9.4	0.4
1979	10.22	2.324	0.140	-0.270	9.7	0.3
1976	10.93	2.392	0.196	-0.229	9.9	1.1
1980	11.93	2.479	0.253	-0.184	10.2	3.0
1990	13.20	2.580	0.311	-0.137	10.5	7.3
1970	13.40	2.595	0.370	-0.085	10.8	6.5
1984	14.51	2.675	0.431	-0.029	11.2	10.8
2012	16.11	2.779	0.493	0.032	11.7	19.7
1999	16.87	2.825	0.557	0.099	12.2	22.0
2010	19.16	2.953	0.623	0.172	12.8	41.1
2000	19.83	2.987	0.692	0.254	13.4	41.0
2003	21.88	3.086	0.765	0.345	14.2	58.7
2007	21.88	3.086	0.842	0.448	15.2	45.1
2009	22.52	3.114	0.924	0.565	16.3	38.3
2004	25.88	3.253	1.013	0.700	17.8	65.5
2005	25.88	3.253	1.111	0.861	19.7	38.5
2011	26.27	3.268	1.221	1.055	22.2	16.3
2006	30.37	3.413	1.348	1.298	25.9	19.8
2008	30.37	3.413	1.501	1.622	31.8	2.0
2013	30.97	3.433	1.701	2.095	42.8	140.4
2014	70.56	4.256	2.010	2.944	73.1	6.5

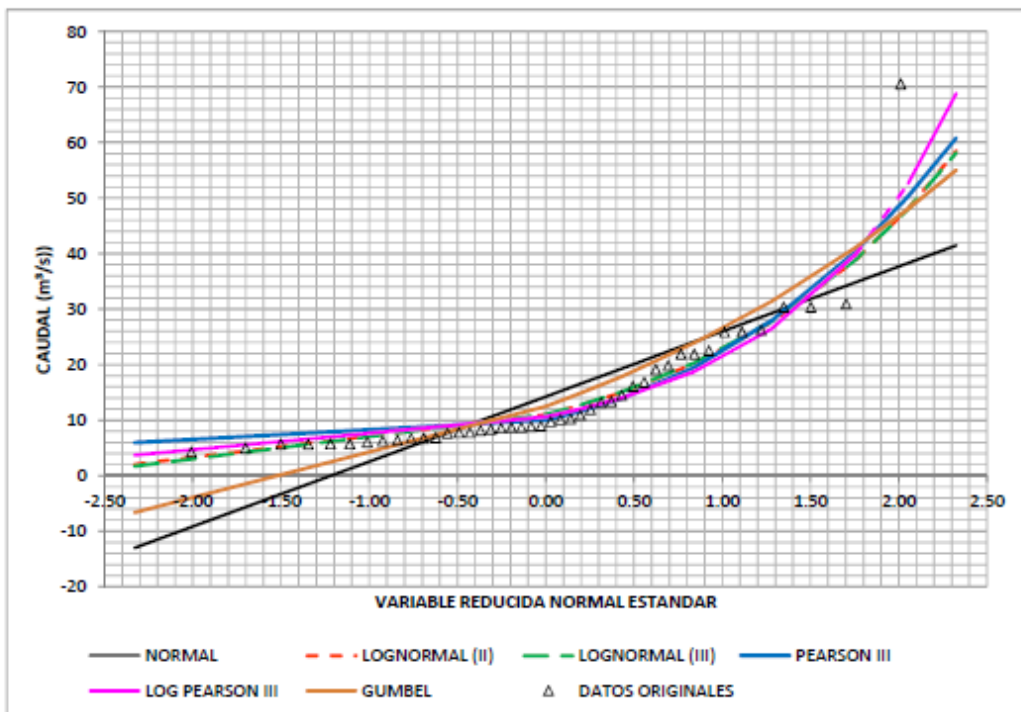
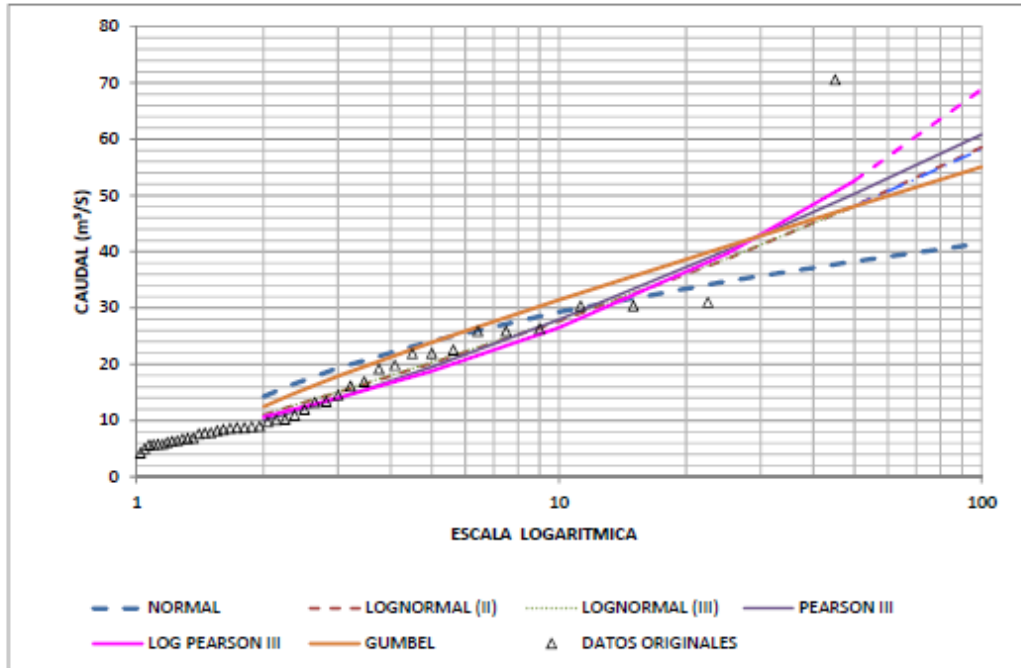
n		44		
Prom(x)	$\mu(y)$	2.4	$\beta =$	7.5
D_Est (x)	$\sigma(y)$	0.63	$\alpha =$	0.230
CVx	$\sigma y / \mu y$	0.26	$\gamma =$	0.71
C. asimetría(x)	γy	0.73		
	$\gamma y / 6$	0.121		

Σ	621.16
Σe	3.89

Tr	p	F(P)	t	K	Qmx	$\delta K / \delta \mu \pm 1$	δ	S _{Tr}	S _{Tr(+)}	S _{Tr(-)}	S _{Tr}
1.01	0.99	0.01	-2.33	-1.794	3.69	0.72	4.614	0.20	0.84	0.68	0.76
2	0.50	0.50	0.00	-0.120	10.61	-0.16	1.257	0.11	1.19	1.07	1.13
2.33	0.43	0.57	0.18	0.057	14.86	-0.17	1.341	0.11	1.38	1.24	1.31
3	0.33	0.67	0.43	0.321	18.00	-0.18	1.477	0.12	1.71	1.53	1.62
5	0.20	0.80	0.84	0.785	26.47	0.03	1.924	0.13	2.64	2.32	2.48
10	0.10	0.90	1.28	1.331	39.88	0.26	2.212	0.17	5.00	4.20	4.60
25	0.04	0.96	1.73	1.973	52.61	0.47	2.107	0.26	11.52	8.93	10.23
50	0.02	0.98	2.05	2.421	66.84	0.69	18.932	0.33	20.61	14.81	17.71
100	0.01	0.99	2.33	2.848	73.1	0.69	18.932	0.41	35.24	23.31	29.27

4.2.2. Graficas Distributions Qmax.

**AJUSTE DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS DE CAUDALES MAXIMOS
ESTACION LM SAN ISIDRO - 2120798**



ANEXO 5. SOLICITUDES CORPOGUAVIO

5.1. Solicitud información Corpoguavio 1.

Bogotá – Cundinamarca, Abril 04 de 2017
Gachalá, Cundinamarca
CARRERA 7 No.1A-52.

Señores:

Corporación Autónoma Regional del Guavio – CORPOGUAVIO.
SUBDIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL

Asunto: Solicitud Información Registros de Caudales Medios Estaciones Hidrológicas –
Cuenca del Río Siecha.

La presente tiene como finalidad solicitar a quien corresponda información de niveles y caudales de las estaciones hidrológicas ubicadas en la cuenca del río Siecha, municipio de Guasca que se relacionan a continuación:

ESTACIONES HIDROMETRICAS CORPOGUAVIO			
No	CODIGO	NOMBRE	CORRIENTE
1	20201011	Chiguamos	R. SIECHA
2	20201012	Paso hondo	R. SIECHA
3	20201031	San Jois	Q. SALITRE
4	20201081	Union Q. piñuela y arboleta	RIO CHIPATA
5	20201082	Antes Unión Río siecha	RIO CHIPATA
6	20201084	Antes de Bocatoma 1 acueducto	Q. UVAL

Concretamente los datos solicitados corresponden a niveles mínimos mensuales, niveles máximos absolutos mensuales, niveles medios mensuales, caudales mínimos mensuales, caudales máximos absolutos mensuales y caudales medios mensuales.

La anterior información corresponde a un trabajo académico cuyo objetivo es optimizar el número de estaciones ubicadas en la cuenca del río Siecha, aplicando expresiones matemáticas del criterio de KARASIOV, con el fin de establecer la densidad adecuada de nodos en términos de área y distancias, que reflejen adecuadamente la hidrología de la cuenca, evitando la duplicidad de información entre estaciones, e invirtiendo adecuadamente los recursos económicos para la operación de la red.

5.2. Respuesta 1 Rad. C17 R1631 Corpoguavio.

Fwd: respuesta radicado C17 R1631

hrodriguez@corpoguavio.gov.co

jue 11/05/2017 2:47 p.m.

Para: ivaningnarvaez@hotmail.com <ivaningnarvaez@hotmail.com>;

6 archivos adjuntos (2 MB)

NIVINCO DIARIO 2014.xlsx; NIVINCO DIARIO 2013.xlsx; NIVINCO DIARIO 2015 (4).xlsx; NIVINCO DIARIO 2016.xlsx; NIVINCO DIARIO 2017 (1).xlsx;
Relación Información de Aforos Red Hidrométrica Guasca.xls;

----- Mensaje Original -----

Asunto: respuesta radicado C17 R1631
Fecha: 2017-05-10 09:23
De: hrodriguez@corpoguavio.gov.co
Destinatario: ivaningnarvaez@hotmail.com

Buenos días

De acuerdo a su solicitud, me permito adjuntarle los datos de los niveles diarios de las fuentes hidrias solicitadas y los caudales

--

Henry Alexis Rodríguez Martín
Contratista - Teléfono: (+57-1) 8538513/34 Ext 146
Correo: hrodriguez@corpoguavio.gov.co
Página web: www.corpoguavio.gov.co



Corpoguavio
Vive su
Naturaleza

Dirección: Carrera 7 No.1A - 52
Gachalá - Cundinamarca
Conmutador: (+57-1) 853 8513 / 34
www.corpoguavio.gov.co



AVISO LEGAL: Este correo electrónico contiene información confidencial de La Corporación Autónoma Regional del Guavio -Corpoguavio. Si Usted no es el destinatario, le informamos que no podrá usar, retener, imprimir, copiar, distribuir o hacer público su contenido, de hacerlo podría tener consecuencias legales como las contenidas en la Ley 1273 del 5 de Enero de 2009 y todas las que le apliquen. Si ha recibido este correo por error, por favor informe al remitente y luego bórralo. Si usted es el destinatario, le solicitamos mantener reserva sobre el contenido, los datos o información de contacto del remitente y en general sobre la información de este documento y/o archivos adjuntos, a no ser que exista una autorización explícita.

--

Henry Alexis Rodríguez Martín
Contratista - Teléfono: (+57-1) 8538513/34 Ext 146
Correo: hrodriguez@corpoguavio.gov.co
Página web: www.corpoguavio.gov.co

5.3. Solicitud Información Corpoguavio 2.

Bogotá – Cundinamarca, junio 20 de 2017
Gachalá, Cundinamarca
CARRERA 7 No. 1A-52.

Señores:

Corporación Autónoma Regional del Guavio – CORPOGUAVIO.
SUBDIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL

Asunto: Solicitud Información Cartera de Aforos, batimetrías y registro fotográfico de las estaciones Hidrológicas – Cuenca del Río Siecha.

Primero que todo les agradezco por haberme entregado con antelación la información de niveles históricos, y los resultados de los aforos realizados en las estaciones ubicadas en la cuenca del Río Siecha.

Sin embargo dado que la Corporación no ha elaborado a la fecha una curva de gasto para las estaciones que solicite con anterioridad y que relaciono más adelante, y considerando que se hace necesario para continuar con el desarrollo de mi proyecto construir unas curvas de gasto que me permita convertir los niveles entregados por ustedes a caudales, solicito amablemente los registros de la cartera de aforo donde se identifique profundidades, número de secciones, velocidades del molinete, entre otras características propias de un aforo.

De igual forma son importantes las batimetrías (levantamiento topográfico sección transversal) que se halla realizado en cada estación.

Finalmente, y para evaluar la consistencia de los resultados que se obtengan, solicito igualmente fotografías de cada estación.

ESTACIONES HIDROMETRICAS CORPOGUAVIO			
No	CODIGO	NOMBRE	CORRIENTE
1	20201011	Chiguamos	R. SIECHA
2	20201012	Paso hondo	R. SIECHA
3	20201031	San Jois	Q. SALITRE
4	20201081	Union Q. piñuela y arboleta	RIO CHIPATA
5	20201082	Antes Unión Río siecha	RIO CHIPATA
6	20201084	Antes de Bocatoma 1 acueducto	Q. UVAL

5.4. Respuesta 2 Rad. C17 R1631 Corpoguavio.

información solicitada

hrodriguez@corpoguavio.gov.co

mié 19/07/2017 4:30 p.m.

Para: ivaniningarvaez@hotmail.com <ivaniningarvaez@hotmail.com>;

📎 1 archivos adjuntos (7 MB)

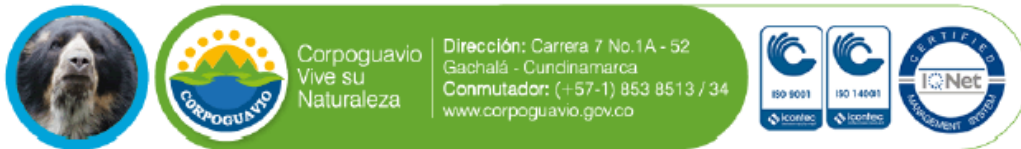
ivan narvaez.rar;

Buenas tardes

Adjunto la información solicitada mediante radicado C17 R 3851

--

Henry Alexis Rodríguez Martín
Contratista - Teléfono: (+57-1) 8538513/34 Ext 146
Correo: hrodriguez@corpoguavio.gov.co
Página web: www.corpoguavio.gov.co



AVISO LEGAL: Este correo electrónico contiene información confidencial de La Corporación Autónoma Regional del Guavio –Corpoguavio. Si Usted no es el destinatario, le informamos que no podrá usar, retener, imprimir, copiar, distribuir o hacer público su contenido, de hacerlo podría tener consecuencias legales como las contenidas en la Ley 1273 del 5 de Enero de 2009 y todas las que le apliquen. Si ha recibido este correo por error, por favor informe al remitente y luego bórralo. Si usted es el destinatario, le solicitamos mantener reserva sobre el contenido, los datos o información de contacto del remitente y en general sobre la información de este documento y/o archivos adjuntos, a no ser que exista una autorización explícita.

ANEXO 6. CALCULO NIVELES Y CAUDALES.

6.1. NIVELES

6.1.1. NIVEL MINIMO

- Chiguanos CA.

VALORES NIVELES MINIMOS MENSUALES (m)														
											ESTACIÓN :		20201011 Chiguanos CA	
Latitud					Departamento	CUNDINAMARCA			Corriente				Categoría	LM
Longitud					Municipio	GUASCA			Cuenca	R. SIECHA			Fecha Instalación	10/01/1956
Elevación					Oficina Provincial								Fecha Suspensión	
AÑO	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE		
2013	0,53	0,51	0,51	0,51	0,64	0,60	0,62							
2014	0,55	0,50	0,56	0,56	0,55	0,57	0,66	0,67	0,65	0,64	0,65	0,64		
2015	0,63	0,62	0,62	0,62	0,61	0,63	0,64	0,66	0,66	0,63	0,63	0,61		
2016	0,58	0,55												
2017	0,63	0,62	0,63	0,63										
MEDIOS	0,58	0,56	0,58	0,58	0,60	0,60	0,64	0,67	0,66	0,64	0,64	0,63		
MAXIMOS	0,63	0,62	0,63	0,63	0,64	0,63	0,66	0,67	0,66	0,64	0,65	0,64		
MINIMOS	0,53	0,50	0,51	0,51	0,55	0,57	0,62	0,66	0,65	0,63	0,63	0,61		

- Chiguanos CM.

VALORES NIVELES MINIMOS MENSUALES (m)														
											ESTACIÓN :		20201012 Chiguanos CM	
Latitud					Departamento	CUNDINAMARCA			Corriente				Categoría	LM
Longitud					Municipio	GUASCA			Cuenca	R. SIECHA			Fecha Instalación	10/01/1956
Elevación					Oficina Provincial								Fecha Suspensión	
AÑO	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE		
2013	0,70	0,70	0,68	0,72	0,99	0,79	0,75							
2014	0,81	0,74	0,68	0,69	0,80	0,85	0,51	0,75	0,80	0,79	0,65	0,72		
2015	0,76	0,60	0,63	0,64	0,61	0,85	1,04	1,04	0,80	0,74	0,74	0,75		
2016	0,76	0,60	0,63	0,64	0,61	0,85	1,04	1,04	0,80	0,74	0,74	0,75		
2017	0,80	0,80	0,80	0,82										
MEDIOS	0,77	0,69	0,68	0,70	0,75	0,84	0,84	0,94	0,80	0,76	0,71	0,74		
MAXIMOS	0,81	0,80	0,80	0,82	0,99	0,85	1,04	1,04	0,80	0,79	0,74	0,75		
MINIMOS	0,70	0,60	0,63	0,64	0,61	0,79	0,51	0,75	0,80	0,74	0,65	0,72		

- Q. Salitre.

VALORES NIVELES MINIMOS MENSUALES (m)															
										ESTACIÓN :			20201031 Salitre		
Latitud			Departamento			CUNDINAMARCA			Corriente			Categoría		LM	
Longitud			Municipio			GUASCA			Cuenca			R. SIECHA		Fecha Instalación	10/01/1956
Elevación			Oficina Provincial									Fecha Suspensión			
AÑO	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE			
2013	0,33	0,31	0,41	0,35	0,42	0,39	0,39								
2014	0,36	0,31	0,36	0,36	0,39	0,50	0,47	0,42	0,40	0,32	0,40	0,38			
2015	0,3	0,36	0,3	0,39	0,42	0,53	0,46	0,45	0,39	0,35	0,35	0,39			
2016	0,37														
2017	0,31	0,37	0,39	0,47											
MEDIOS	0,33	0,34	0,37	0,39	0,41	0,47	0,44	0,44	0,40	0,34	0,38	0,39			
MAXIMOS	0,37	0,37	0,41	0,47	0,42	0,53	0,47	0,45	0,40	0,35	0,40	0,39			
MINIMOS	0,30	0,31	0,30	0,35	0,39	0,39	0,39	0,42	0,39	0,32	0,35	0,38			

- Chipatá CA.

VALORES NIVELES MINIMOS MENSUALES (m)															
										ESTACIÓN :			20201081 Chipata CA		
Latitud			Departamento			CUNDINAMARCA			Corriente			R. CHIPATÁ		Categoría	LM
Longitud			Municipio			GUASCA			Cuenca			R. SIECHA		Fecha Instalación	10/01/1956
Elevación			Oficina Provincial									Fecha Suspensión			
AÑO	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE			
2013		0,25	0,27	0,30	0,37	0,39	0,40								
2014	0,30	0,30	0,36	0,33	0,43	0,63	0,53	0,31	0,48	0,43	0,40	0,37			
2015	0,31	0,31	0,31	0,34	0,37	0,55	0,59		0,41	0,39	0,38	0,39			
2016															
2017	0,24	0,22	0,30	0,32											
MEDIOS	0,28	0,27	0,31	0,32	0,39	0,52	0,51	0,31	0,45	0,41	0,39	0,38			
MAXIMOS	0,31	0,31	0,36	0,34	0,43	0,63	0,59	0,31	0,48	0,43	0,40	0,39			
MINIMOS	0,24	0,22	0,27	0,30	0,37	0,39	0,40	0,31	0,41	0,39	0,38	0,37			

- Chipatá CB

VALORES NIVELES MINIMOS MENSUALES (m)												
										ESTACIÓN : 20201082 Chipata CB		
Latitud				Departamento	CUNDINAMARCA			Corriente	R. CHIPATÁ		Categoría	LM
Longitud				Municipio	GUASCA			Cuenca	R. SIECHA		Fecha Instalación	10/01/1956
Elevación				Oficina Provincial						Fecha Suspensión		
AÑO	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE
2013	0,13	0,10	0,15	0,13	0,20	0,20	0,20					
2014	0,06	0,08	0,12	0,15	0,18	0,22	0,40	0,35	0,29	0,25	0,22	0,20
2015	0,15	0,16	0,15	0,17	0,15	0,35	0,35	0,40	0,19	0,19	0,17	0,19
2016	0,15	0,16	0,15	0,17	0,15	0,35	0,35	0,40	0,19	0,19	0,17	0,19
2017	0,20	0,17	0,28	0,28								
MEDIOS	0,14	0,13	0,17	0,18	0,17	0,28	0,33	0,38	0,22	0,21	0,19	0,19
MAXIMOS	0,20	0,17	0,28	0,28	0,20	0,35	0,40	0,40	0,29	0,25	0,22	0,20
MINIMOS	0,06	0,08	0,12	0,13	0,15	0,20	0,20	0,35	0,19	0,19	0,17	0,19

6.1.2. NIVEL MEDIO

- Chiguanos CA.

VALORES NIVELES MEDIOS MENSUALES DE CAUDALES (m)												
										ESTACIÓN : 20201011 Chiguanos CA		
Latitud				Departamento	CUNDINAMARCA			Corriente			Categoría	LM
Longitud				Municipio	GUASCA			Cuenca	R. SIECHA		Fecha Instalación	10/01/1956
Elevación				Oficina Provincial						Fecha Suspensión		
AÑO	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE
2013	0,56	0,55	0,54	0,57	0,72	0,68	0,69					
2014	0,58	0,53	0,60	0,59	0,60	0,76	0,75	0,73	0,67	0,71	0,70	0,66
2015	0,64	0,63	0,62	0,63	0,63	0,71	0,72	0,74	0,71	0,64	0,64	0,62
2016	0,60	0,57										
2017	0,64	0,63	0,68	0,78								
MEDIOS	0,60	0,58	0,61	0,64	0,65	0,72	0,72	0,73	0,69	0,67	0,67	0,64
MAXIMOS	0,64	0,63	0,68	0,78	0,72	0,76	0,75	0,74	0,71	0,71	0,70	0,66
MINIMOS	0,56	0,53	0,54	0,57	0,60	0,68	0,69	0,73	0,67	0,64	0,64	0,62

- Chiguanos CM.

VALORES NIVELES MEDIOS MENSUALES DE CAUDALES (m)												
										ESTACIÓN : 20201012 Chiguanos CM		
Latitud				Departamento	CUNDINAMARCA			Corriente				
Longitud				Municipio	GUASCA			Cuenca	R. SIECHA	Fecha Instalación	10/01/1956	
Elevación				Oficina Provincial						Fecha Suspensión		
AÑO	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE
2013	0,83	0,81	0,79	0,90	1,10	0,94	0,88					
2014	0,88	0,80	0,83	0,80	0,88	1,13	0,99	1,00	1,01	1,02	0,88	0,88
2015	0,78	0,75	0,68	0,71	0,72	1,18	1,16	1,15	1,02	0,80	0,81	0,81
2016	0,78	0,75	0,68	0,71	0,72	1,18	1,16	1,15	1,02	0,80	0,81	0,81
2017	0,87	0,91	1,04	0,94								
MEDIOS	0,83	0,80	0,80	0,81	0,85	1,10	1,05	1,10	1,01	0,87	0,83	0,83
MAXIMOS	0,88	0,91	1,04	0,94	1,10	1,18	1,16	1,15	1,02	1,02	0,88	0,88
MINIMOS	0,78	0,75	0,68	0,71	0,72	0,94	0,88	1,00	1,01	0,80	0,81	0,81

- Q. Salitre.

VALORES NIVELES MEDIOS MENSUALES DE CAUDALES (m)												
										ESTACIÓN : 20201031 Salitre		
Latitud				Departamento	CUNDINAMARCA			Corriente				
Longitud				Municipio	GUASCA			Cuenca	R. SIECHA	Fecha Instalación	10/01/1956	
Elevación				Oficina Provincial						Fecha Suspensión		
AÑO	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE
2013	0,36	0,37	0,44	0,40	0,45	0,50	0,43					
2014	0,37	0,33	0,40	0,42	0,49	0,67	0,51	0,46	0,43	0,36	0,41	0,40
2015	0,36	0,39	0,38	0,42	0,50	0,59	0,52	0,55	0,41	0,39	0,40	0,40
2016	0,38											
2017	0,34	0,39	0,43	0,48								
MEDIOS	0,36	0,37	0,41	0,43	0,48	0,59	0,49	0,50	0,42	0,37	0,41	0,40
MAXIMOS	0,38	0,39	0,44	0,48	0,50	0,67	0,52	0,55	0,43	0,39	0,41	0,40
MINIMOS	0,34	0,33	0,38	0,40	0,45	0,50	0,43	0,46	0,41	0,36	0,40	0,40

- Chipatá CA.

VALORES NIVELES MEDIOS MENSUALES DE CAUDALES (m)														
										ESTACIÓN :			20201081 Chipata CA	
Latitud				Departamento	CUNDINAMARCA			Corriente	R. CHIPATÁ		Categoría	LM		
Longitud				Municipio	GUASCA			Cuenca	R. SIECHA		Fecha Instalación	10/01/1956		
Elevación				Oficina Provincial						Fecha Suspensión				
AÑO	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE		
2013		0,33	0,40	0,40	0,53	0,51	0,67							
2014	0,36	0,33	0,44	0,54	0,54	0,81	0,76	0,63	0,59	0,50	0,41	0,43		
2015	0,33	0,40	0,36	0,48	0,55	0,80	0,66		0,52	0,43	0,45	0,45		
2016														
2017	0,31	0,35	0,43	0,37										
MEDIOS	0,33	0,35	0,41	0,45	0,54	0,71	0,70	0,63	0,56	0,46	0,43	0,44		
MAXIMOS	0,36	0,40	0,44	0,54	0,55	0,81	0,76	0,63	0,59	0,50	0,45	0,45		
MINIMOS	0,31	0,33	0,36	0,37	0,53	0,51	0,66	0,63	0,52	0,43	0,41	0,43		

- Chipatá CB.

VALORES NIVELES MEDIOS MENSUALES DE CAUDALES (m)														
										ESTACIÓN :			20201082 Chipata CB	
Latitud				Departamento	CUNDINAMARCA			Corriente	R. CHIPATÁ		Categoría	LM		
Longitud				Municipio	GUASCA			Cuenca	R. SIECHA		Fecha Instalación	10/01/1956		
Elevación				Oficina Provincial						Fecha Suspensión				
AÑO	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE		
2013	0,16	0,14	0,24	0,22	0,36	0,31	0,38							
2014	0,10	0,11	0,21	0,26	0,26	0,61	0,59	0,46	0,39	0,32	0,27	0,25		
2015	0,17	0,23	0,18	0,31	0,33	0,69	0,53	0,54	0,36	0,22	0,25	0,24		
2016	0,17	0,23	0,18	0,31	0,33	0,69	0,53	0,54	0,36	0,22	0,25	0,24		
2017	0,27	0,29	0,46	0,49										
MEDIOS	0,17	0,20	0,25	0,32	0,32	0,57	0,51	0,51	0,37	0,25	0,26	0,24		
MAXIMOS	0,27	0,29	0,46	0,49	0,36	0,69	0,59	0,54	0,39	0,32	0,27	0,25		
MINIMOS	0,10	0,11	0,18	0,22	0,26	0,31	0,38	0,46	0,36	0,22	0,25	0,24		

6.1.3. NIVEL MAXIMO

- Chiguanos CA.

VALORES NIVELES MAXIMOS MENSUALES (m)															
										ESTACIÓN :			20201011 Chiguanos CA		
Latitud					Departamento	CUNDINAMARCA			Corriente					Categoría	LM
Longitud					Municipio	GUASCA			Cuenca	R. SIECHA	Fecha Instalación		10/01/1956		
Elevación					Oficina Provincial					Fecha Suspensión					
AÑO	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE			
2013	0,61	0,62	0,58	0,85	0,99	0,82	0,81								
2014	0,60	0,56	0,71	0,68	0,68	1,10	1,02	1,08	0,70	1,02	0,96	0,94			
2015	0,64	0,63	0,63	0,66	0,69	1,07	0,82	0,79	0,82	0,64	0,64	0,63			
2016	0,63	0,61													
2017	0,65	0,64	0,87	1,40											
MEDIOS	0,63	0,61	0,70	0,90	0,79	1,00	0,88	0,94	0,76	0,83	0,80	0,79			
MAXIMOS	0,65	0,64	0,87	1,40	0,99	1,10	1,02	1,08	0,82	1,02	0,96	0,94			
MINIMOS	0,60	0,56	0,58	0,66	0,68	0,82	0,81	0,79	0,70	0,64	0,64	0,63			

- Chiguanos CM.

VALORES NIVELES MAXIMOS MENSUALES (m)															
										ESTACIÓN :			20201012 Chiguanos CM		
Latitud					Departamento	CUNDINAMARCA			Corriente					Categoría	LM
Longitud					Municipio	GUASCA			Cuenca	R. SIECHA	Fecha Instalación		10/01/1956		
Elevación					Oficina Provincial					Fecha Suspensión					
AÑO	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE			
2013	0,90	1,11	0,87	1,58	1,40	1,13	1,30								
2014	0,95	0,88	1,19	1,15	1,10	1,43	1,35	1,49	1,13	1,26	1,37	1,25			
2015	0,80	0,88	0,71	0,79	0,89	1,45	1,38	1,37	1,16	0,86	1,00	0,86			
2016	0,80	0,88	0,71	0,79	0,89	1,45	1,38	1,37	1,16	0,86	1,00	0,86			
2017	1,05	1,19	1,25	1,26											
MEDIOS	0,90	0,99	0,95	1,11	1,07	1,37	1,35	1,41	1,15	0,99	1,12	0,99			
MAXIMOS	1,05	1,19	1,25	1,58	1,40	1,45	1,38	1,49	1,16	1,26	1,37	1,25			
MINIMOS	0,80	0,88	0,71	0,79	0,89	1,13	1,30	1,37	1,13	0,86	1,00	0,86			

• Q. Salitre.

VALORES NIVELES MAXIMOS MENSUALES (m)													
										ESTACIÓN :		20201031 Salitre	
Latitud				Departamento	CUNDINAMARCA			Corriente				Categoría	LM
Longitud				Municipio	GUASCA			Cuenca	R. SIECHA	Fecha Instalación		10/01/1956	
Elevación				Oficina Provincial						Fecha Suspensión			
AÑO	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE	
2013	0,38	0,45	0,45	0,45	0,49	0,58	0,50						
2014	0,38	0,35	0,50	0,45	0,60	0,82	0,62	0,50	0,45	0,40	0,43	0,41	
2015	0,39	0,44	0,42	0,44	0,56	0,65	0,58	0,63	0,47	0,42	0,43	0,41	
2016	0,39												
2017	0,38	0,40	0,49	0,49									
MEDIOS	0,38	0,41	0,47	0,46	0,55	0,68	0,57	0,57	0,46	0,41	0,43	0,41	
MAXIMOS	0,39	0,45	0,50	0,49	0,60	0,82	0,62	0,63	0,47	0,42	0,43	0,41	
MINIMOS	0,38	0,35	0,42	0,44	0,49	0,58	0,50	0,50	0,45	0,40	0,43	0,41	

• Chipatá CA.

VALORES NIVELES MAXIMOS MENSUALES (m)												
										ESTACIÓN :		20201081 Chipata CA
Latitud				Departamento	CUNDINAMARCA			Corriente	R. CHIPATÁ	Categoría		LM
Longitud				Municipio	GUASCA			Cuenca	R. SIECHA	Fecha Instalación		10/01/1956
Elevación				Oficina Provincial						Fecha Suspensión		
AÑO	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE
2013		0,38	0,76	0,98	1,30	0,80	0,96					
2014	0,47	0,37	0,68	0,90	0,78	1,05	0,94	0,78	0,75	0,58	0,42	0,56
2015	0,38	0,58	0,42	1,13	0,86	1,10	0,74		0,90	0,51	0,65	0,80
2016												
2017	0,44	0,64	0,75	0,56								
MEDIOS	0,43	0,49	0,65	0,89	0,98	0,98	0,88	0,78	0,83	0,55	0,54	0,68
MAXIMOS	0,47	0,64	0,76	1,13	1,30	1,10	0,96	0,78	0,90	0,58	0,65	0,80
MINIMOS	0,38	0,37	0,42	0,56	0,78	0,80	0,74	0,78	0,75	0,51	0,42	0,56

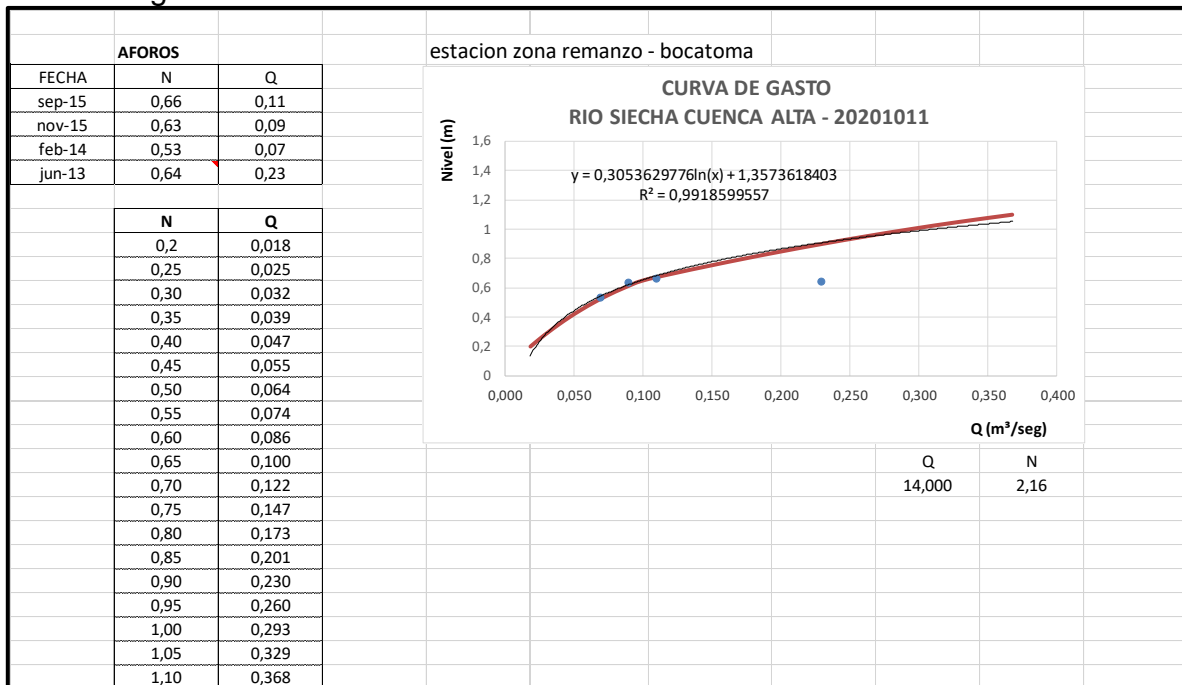
- Chipatá CB.

VALORES NIVELES MAXIMOS MENSUALES (m)												
										ESTACIÓN : 20201082 Chipata CB		
Latitud				Departamento	CUNDINAMARCA			Corriente	R. CHIPATÁ		Categoría	LM
Longitud				Municipio	GUASCA			Cuenca	R. SIECHA		Fecha Instalación	10/01/1956
Elevación				Oficina Provincial						Fecha Suspensión		
AÑO	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE
2013	0,18	0,23	0,65	0,65	1,60	0,75	0,79					
2014	0,20	0,16	0,34	0,60	0,45	1,48	1,10	1,00	0,85	0,48	0,40	0,45
2015	0,20	0,38	0,30	1,00	0,65	1,70	1,30	1,20	0,80	0,26	0,80	0,40
2016	0,20	0,38	0,30	1,00	0,65	1,70	1,30	1,20	0,80	0,26	0,80	0,40
2017	0,35	0,90	1,30	0,80								
MEDIOS	0,23	0,41	0,58	0,81	0,84	1,41	1,12	1,13	0,82	0,33	0,67	0,42
MAXIMOS	0,35	0,90	1,30	1,00	1,60	1,70	1,30	1,20	0,85	0,48	0,80	0,45
MINIMOS	0,18	0,16	0,30	0,60	0,45	0,75	0,79	1,00	0,80	0,26	0,40	0,40

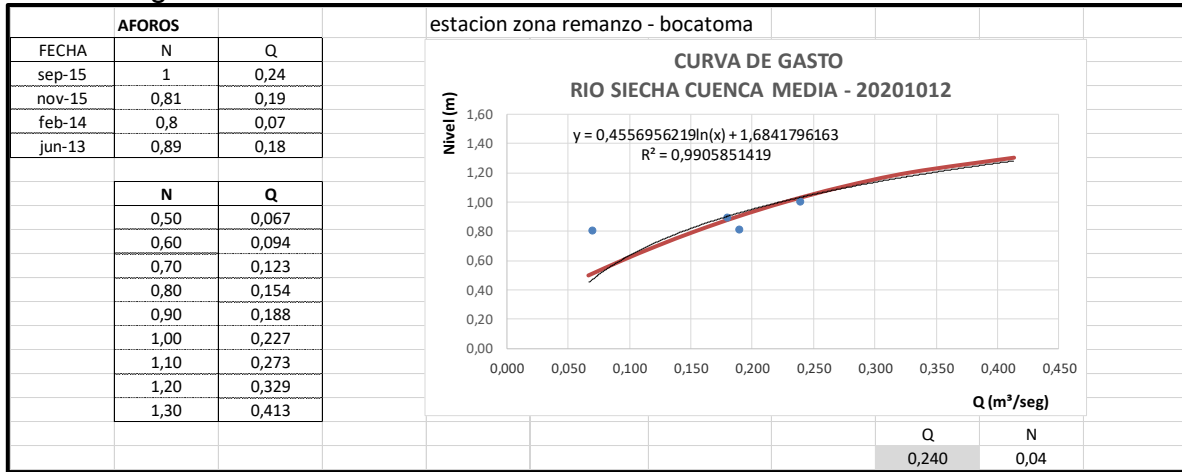
6.2. Curva de Gasto.

6.2.1. Método Grafico.

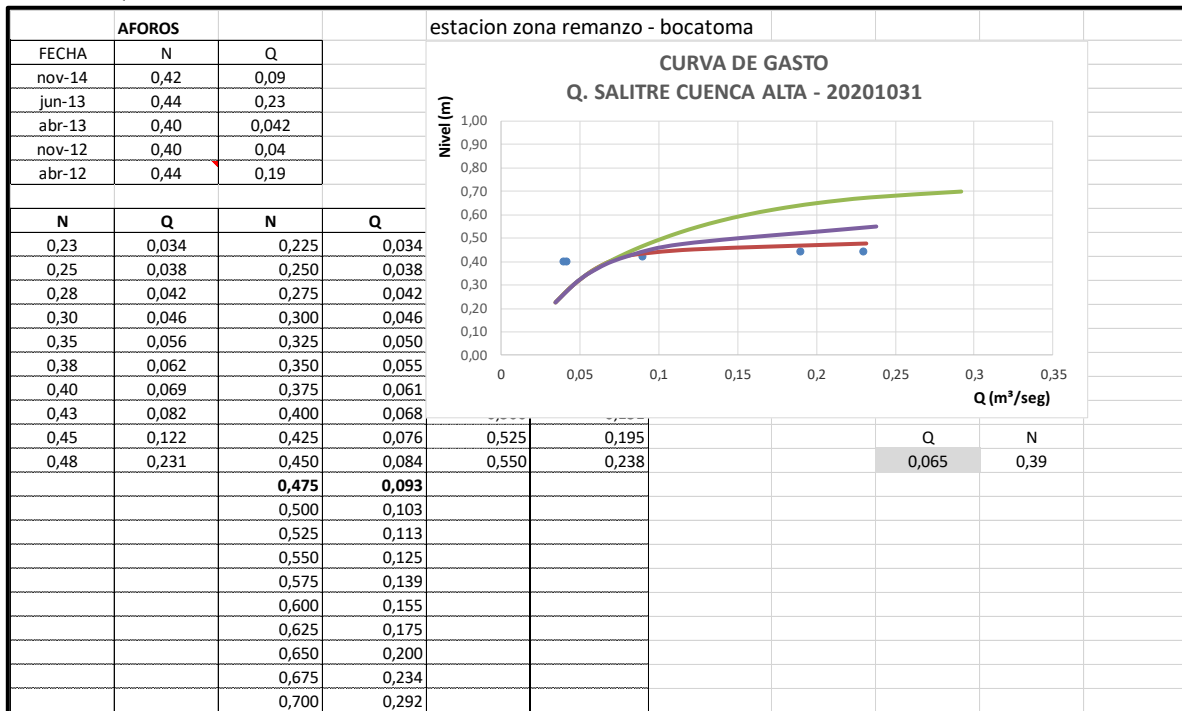
- Chiguanos CA.



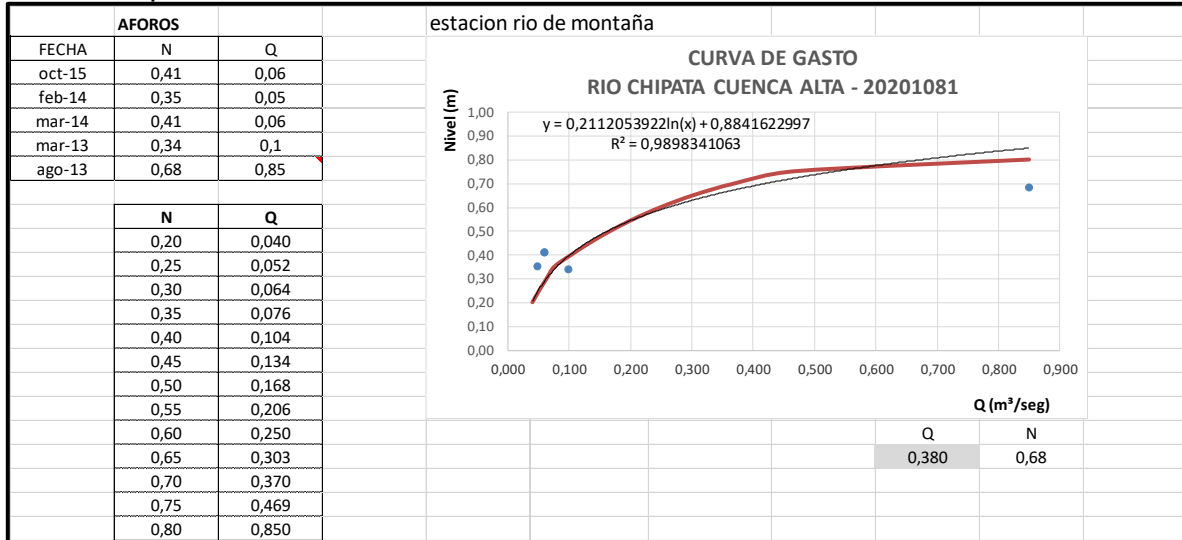
- Chiguanos CM.



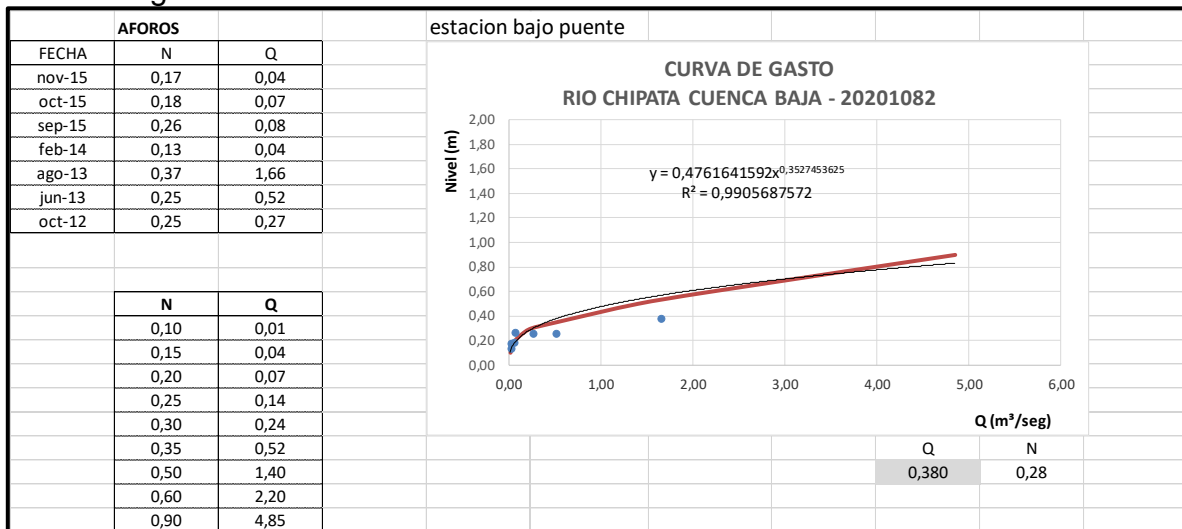
- Q. Salitre.



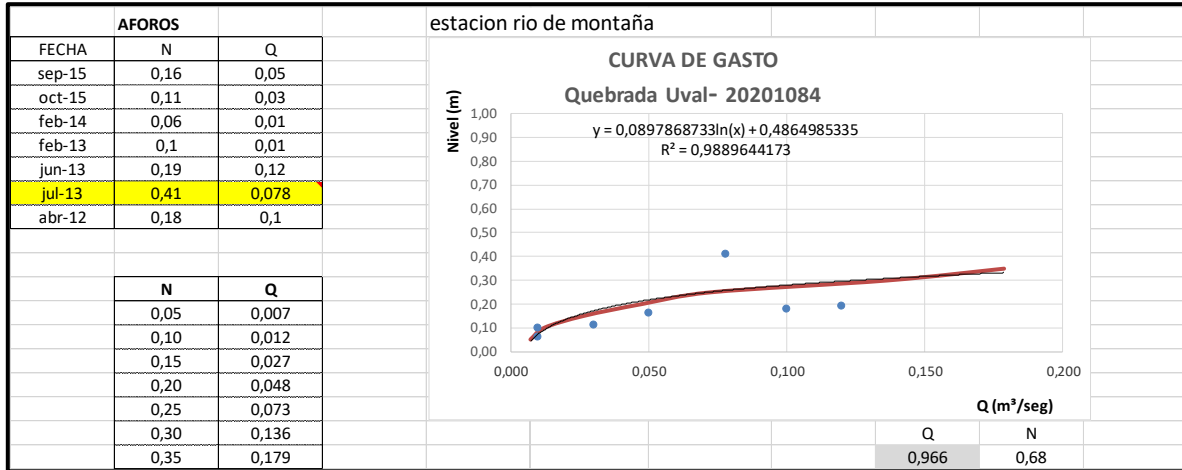
- Chipatá CA.



- Chiguanos CB.



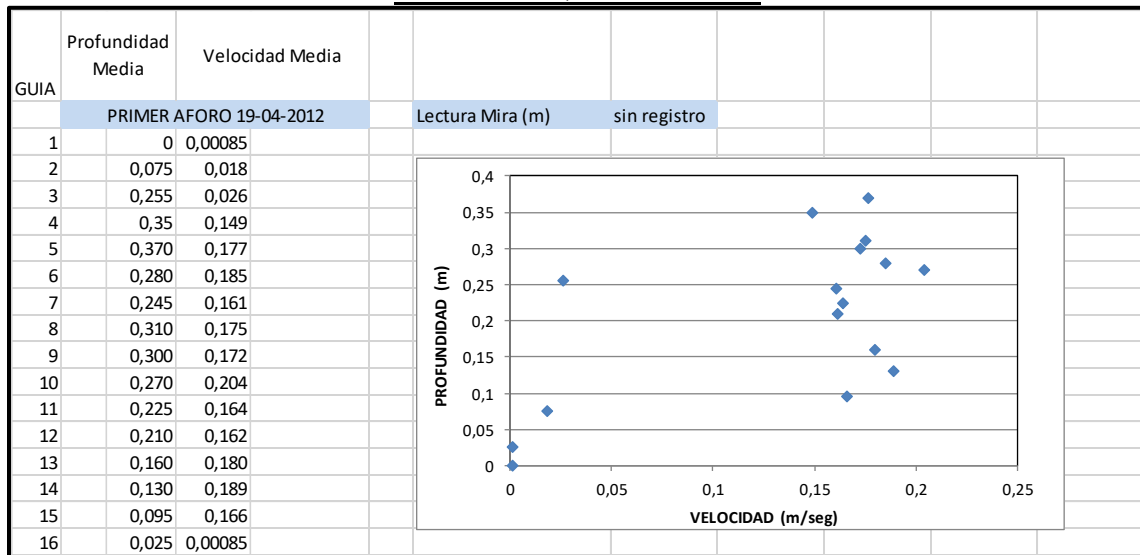
• Q. Uval.

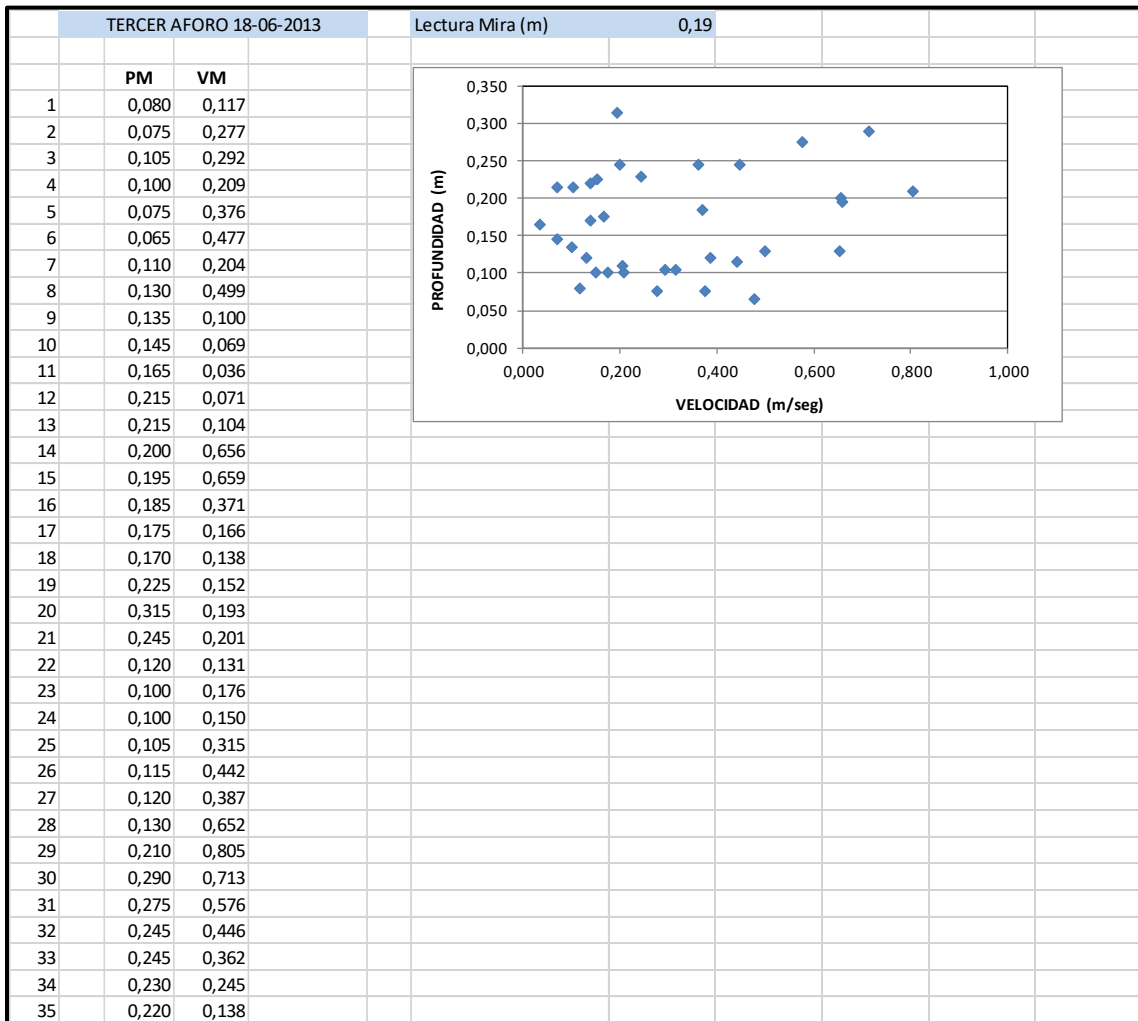
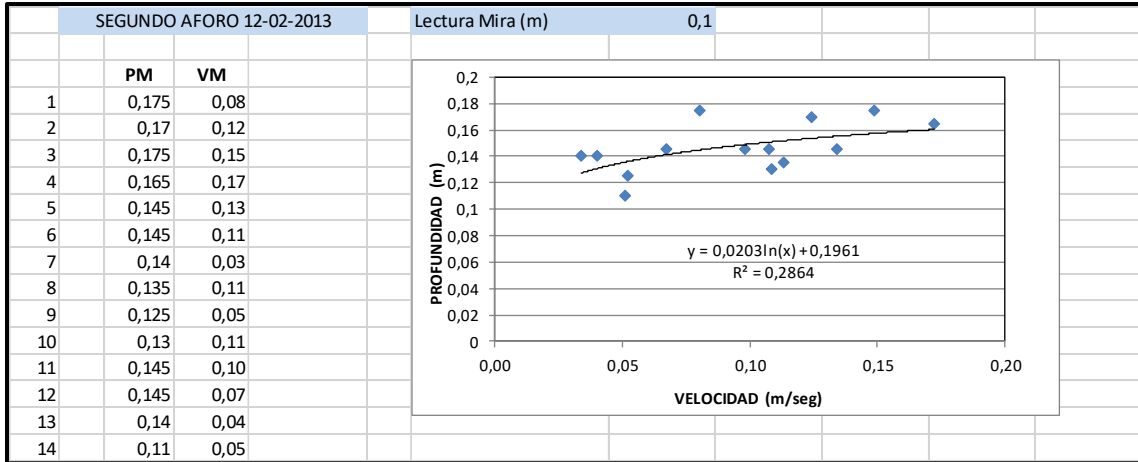


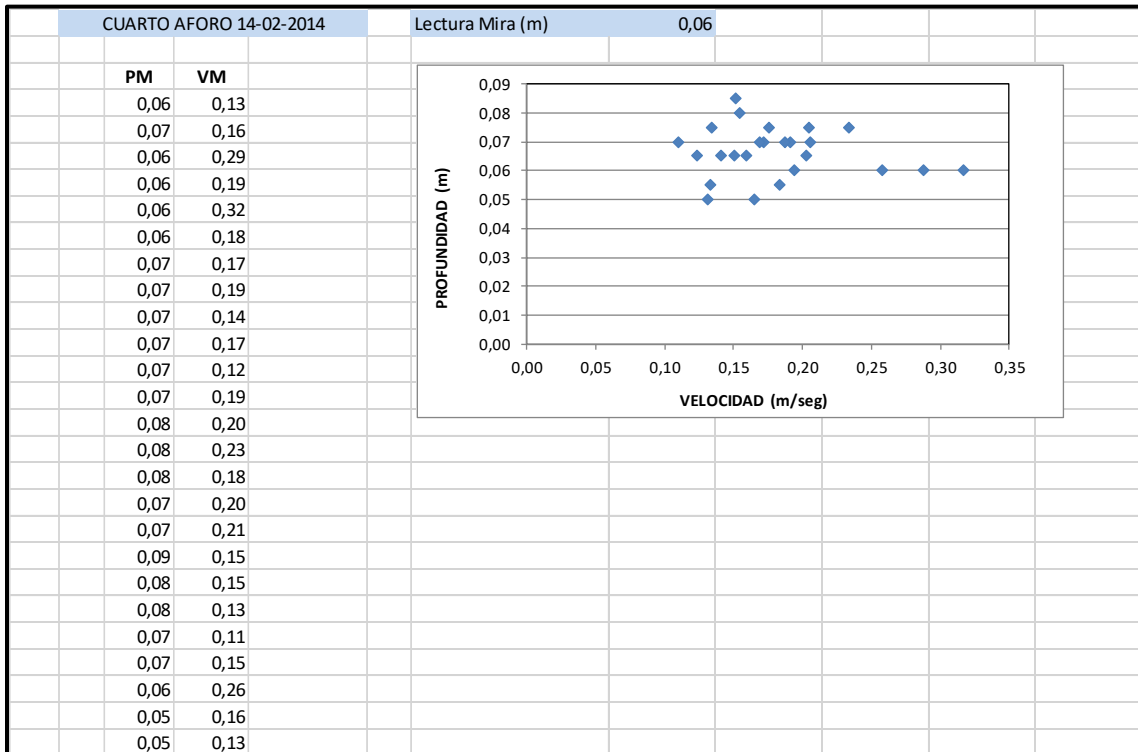
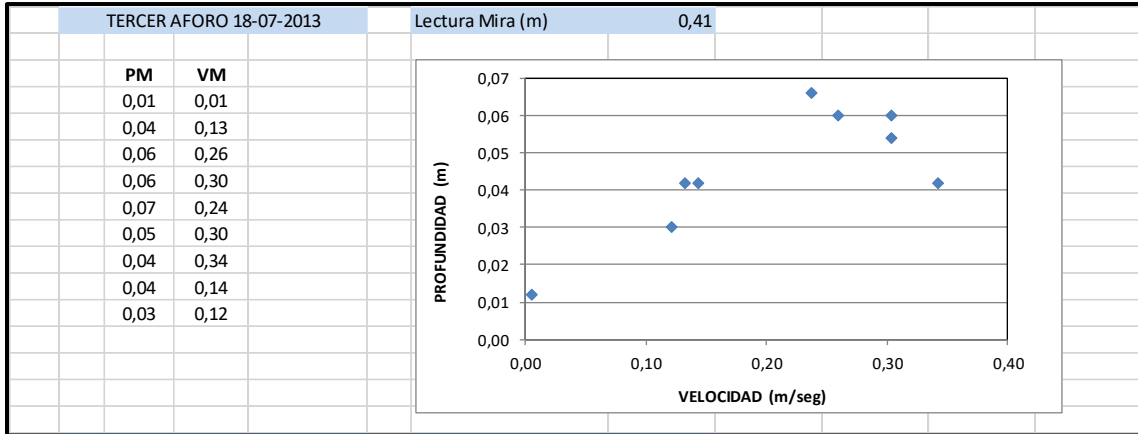
6.2.2. Velocidad Vs Profundidad

6.2.2.1 CHIPATÁ

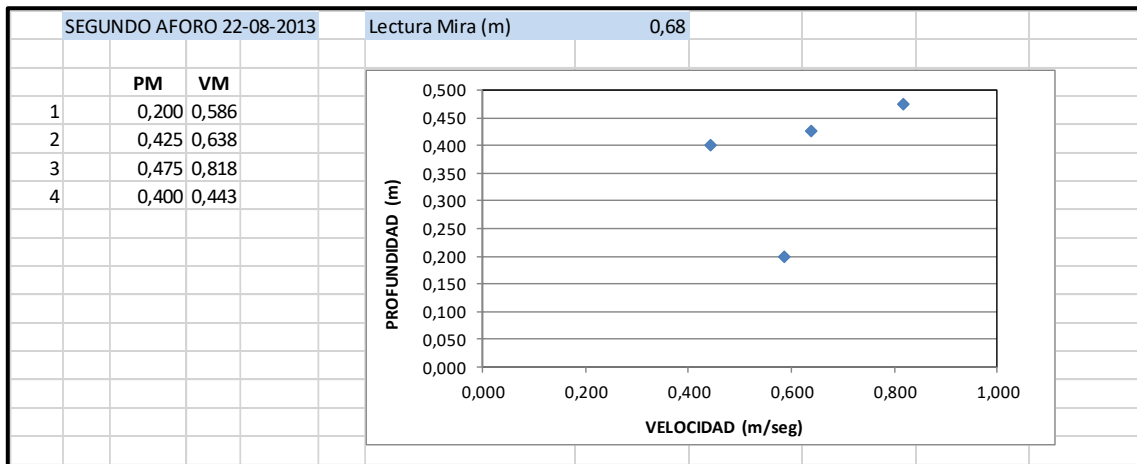
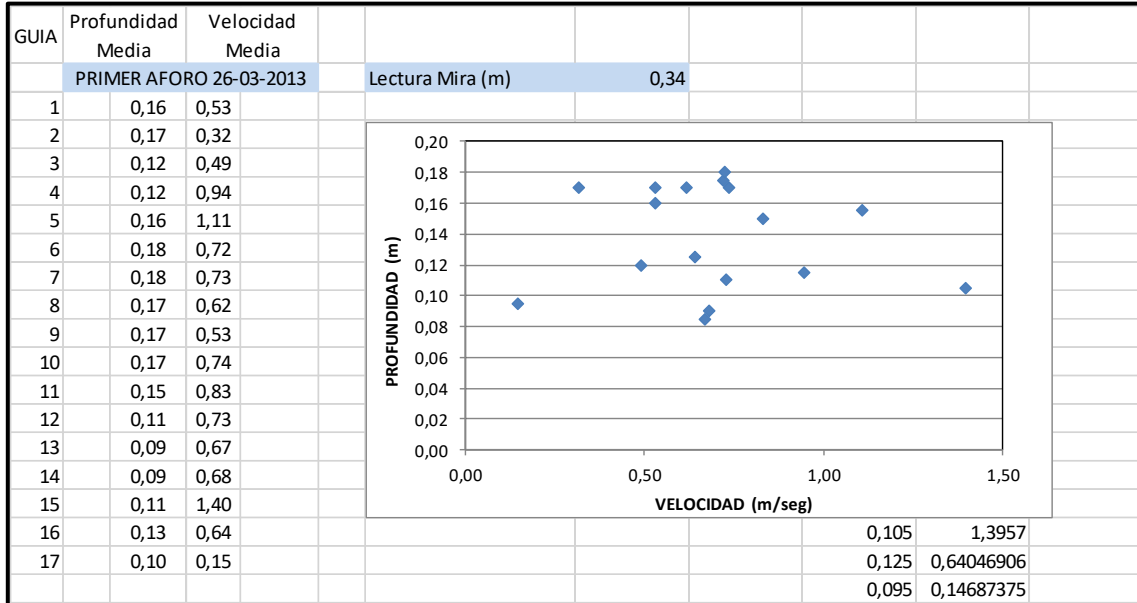
20201084 Quebrada Uval

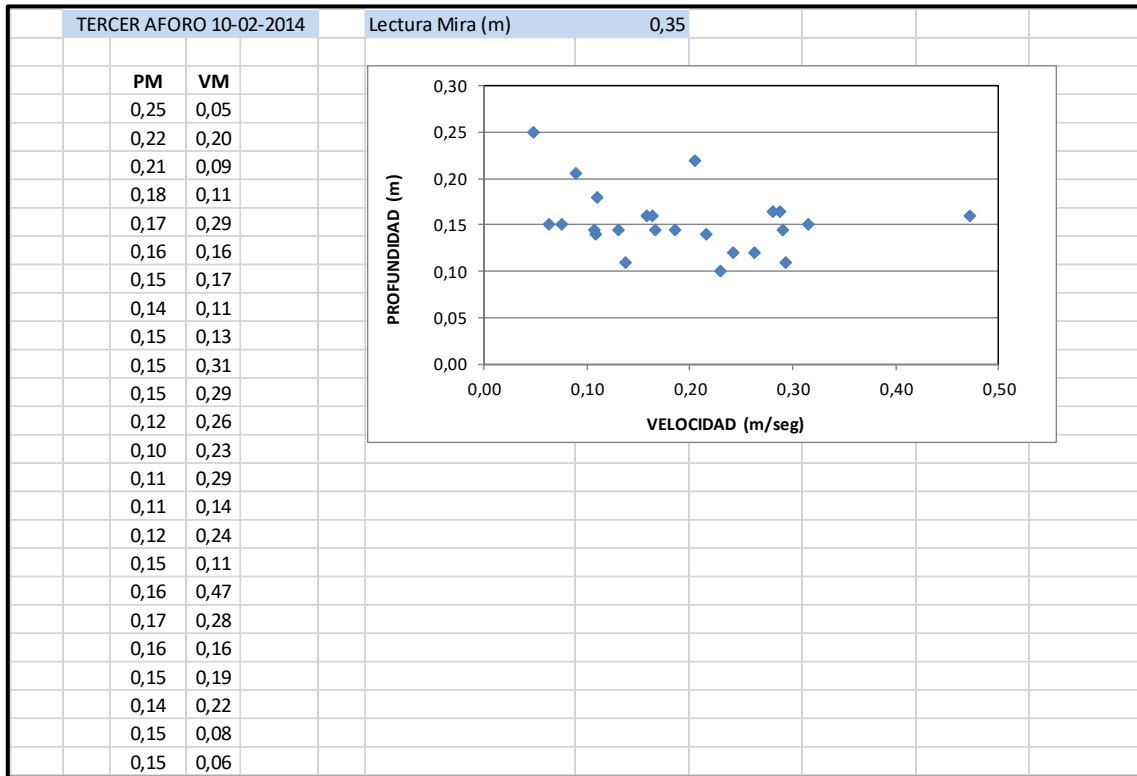


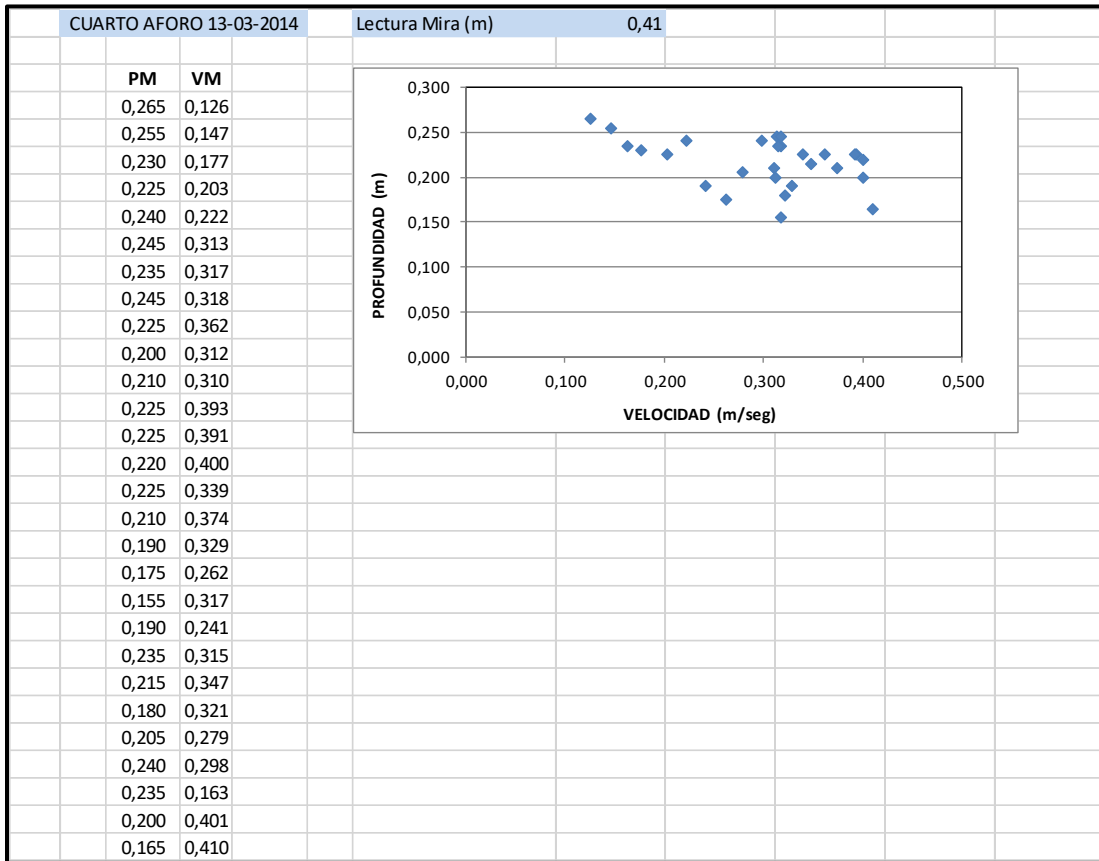




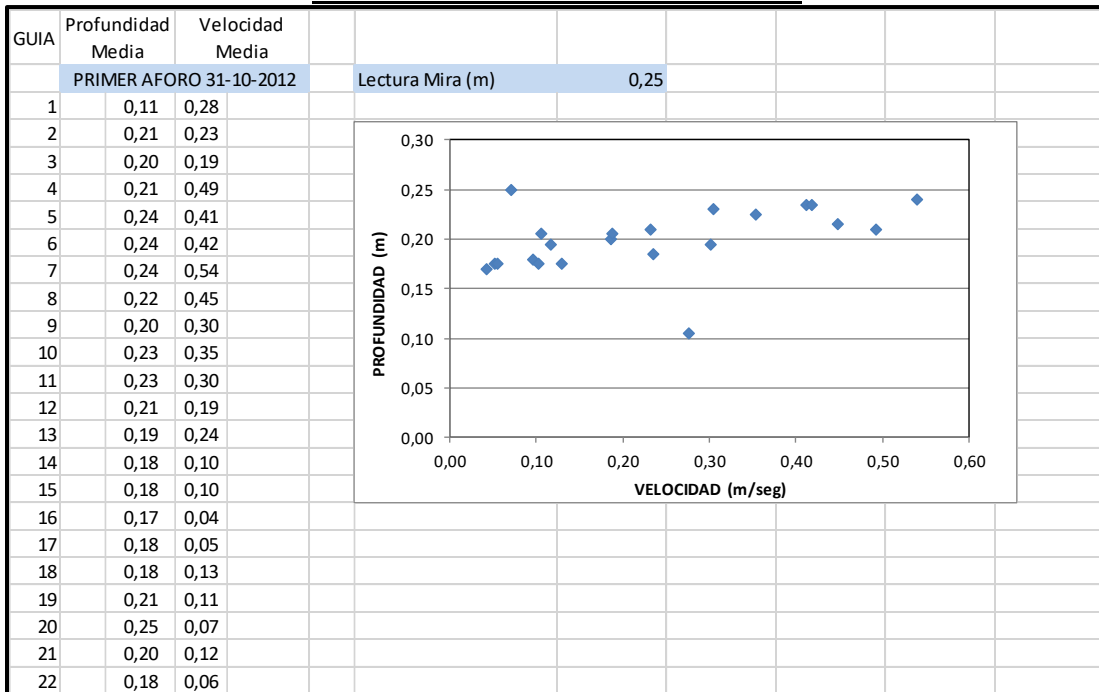
20201081 Unión Quebrada Piñuela y Arboleta

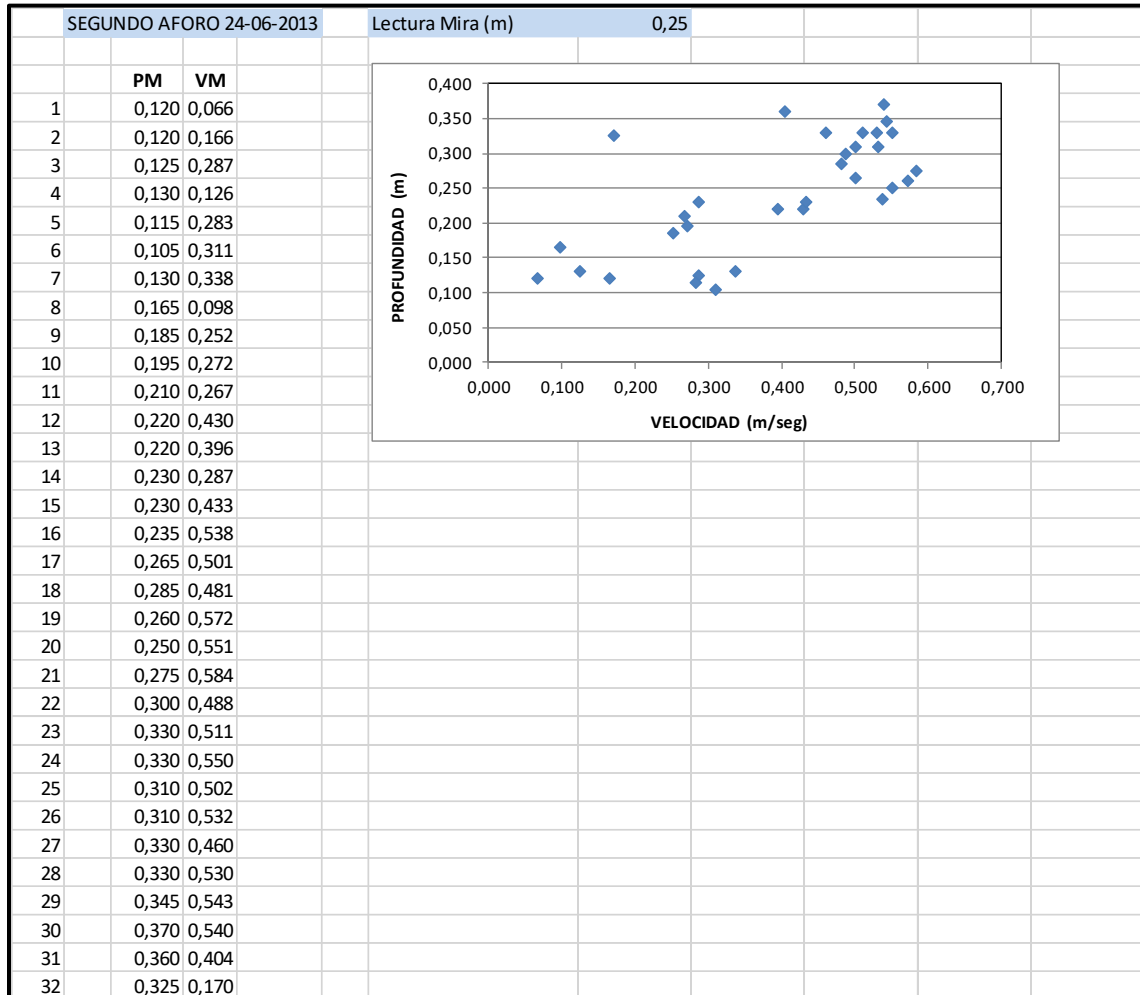


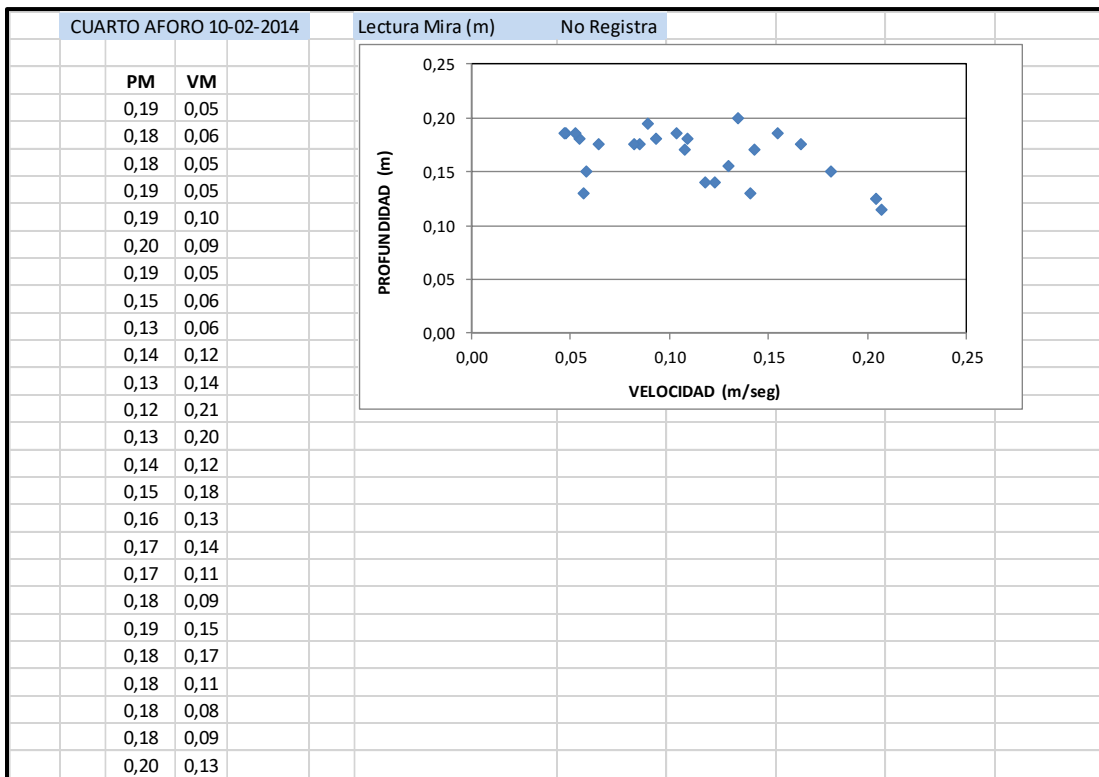
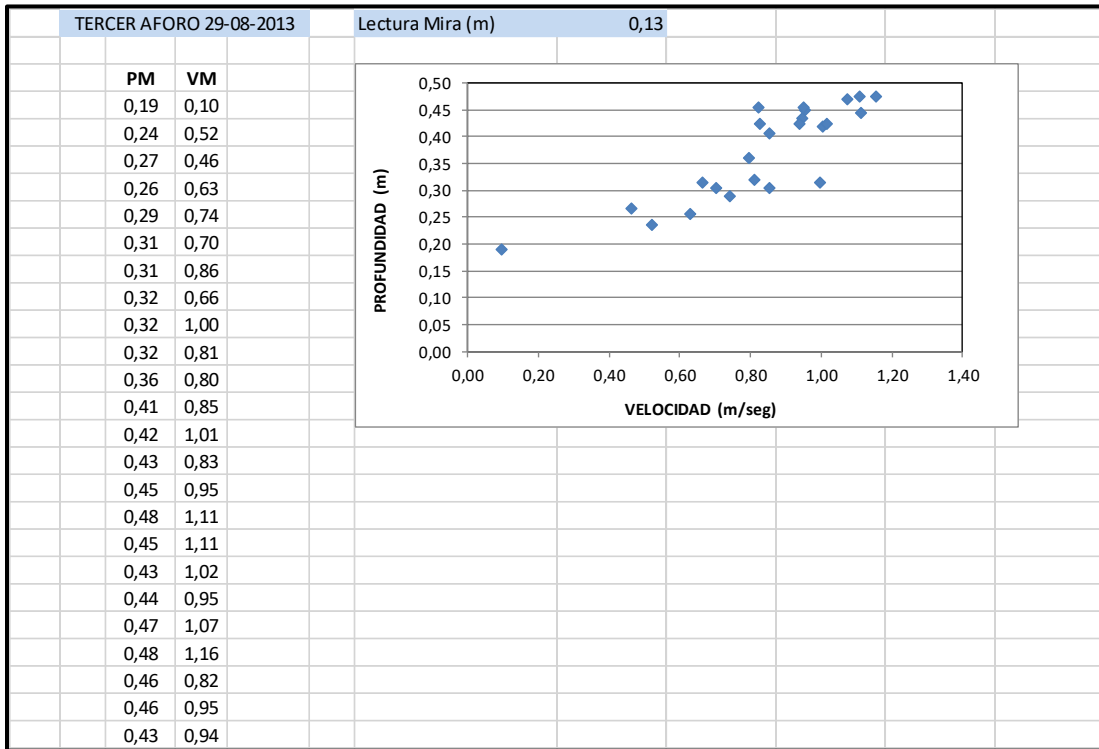




20201082 Antes Unión Río Siecha

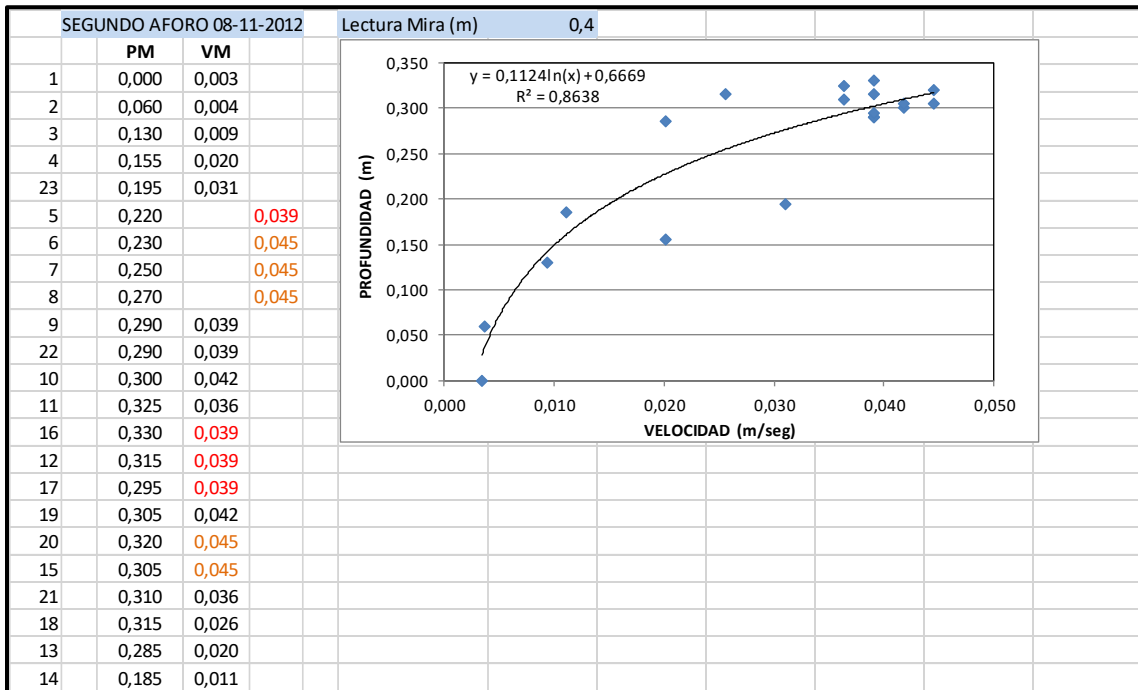
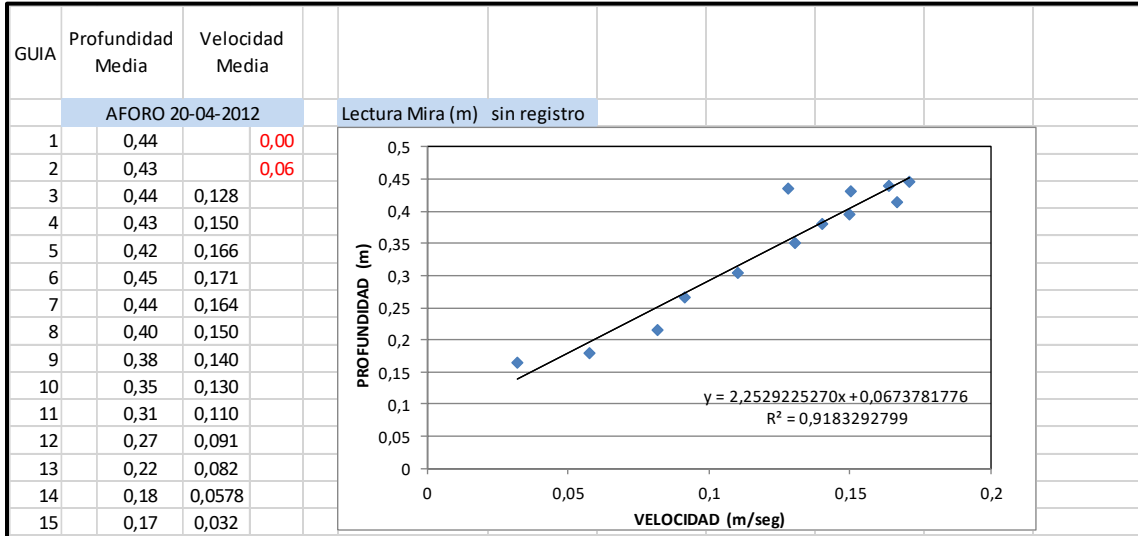


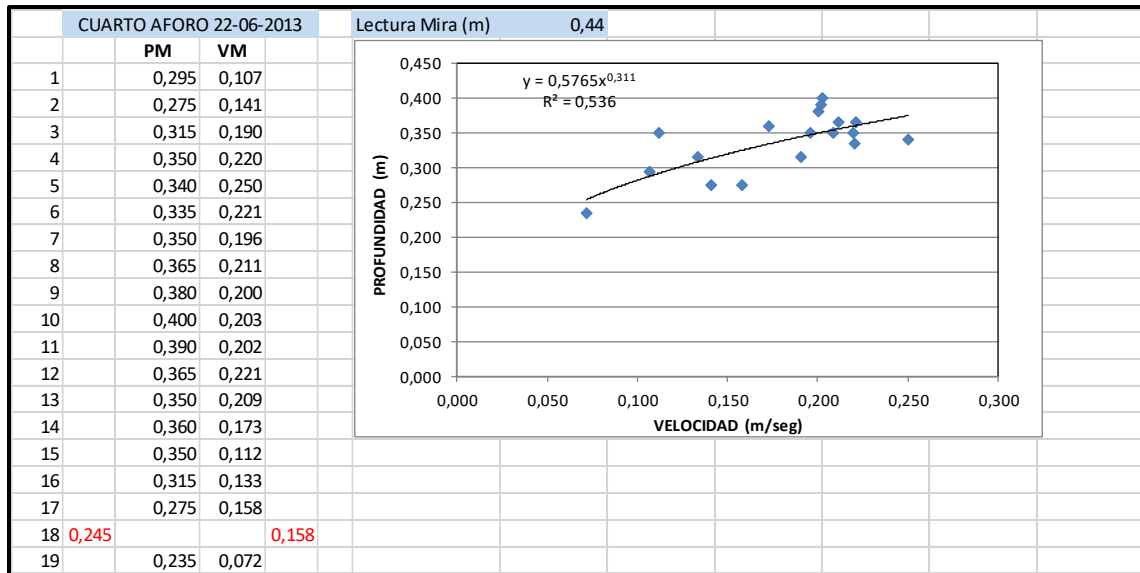
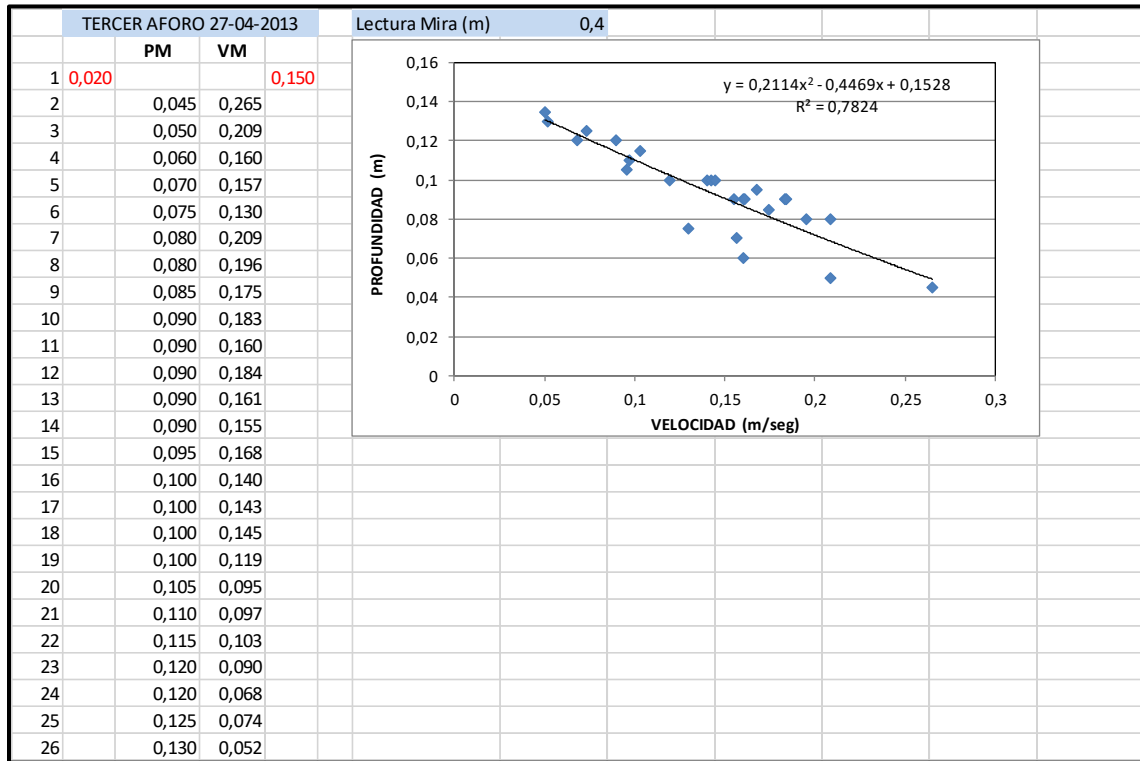


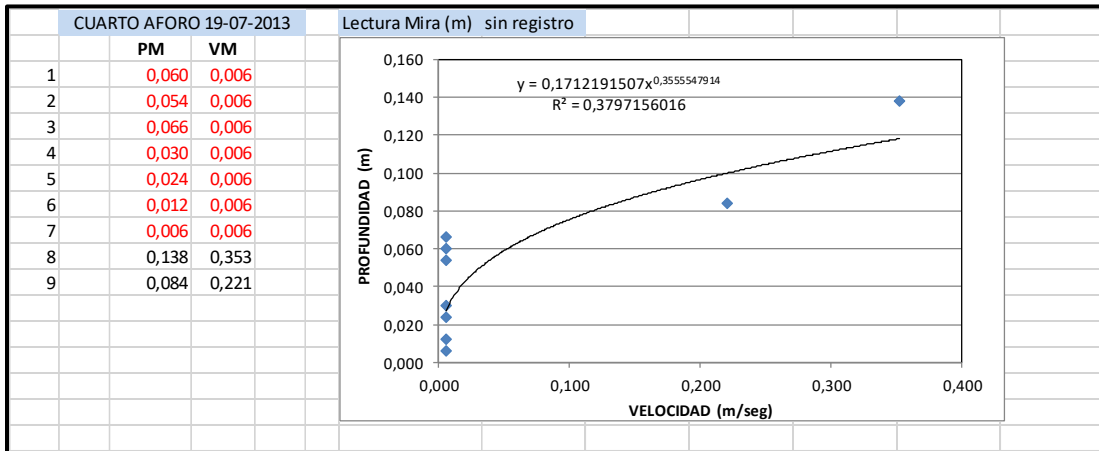


6.2.2.2. SIECHA

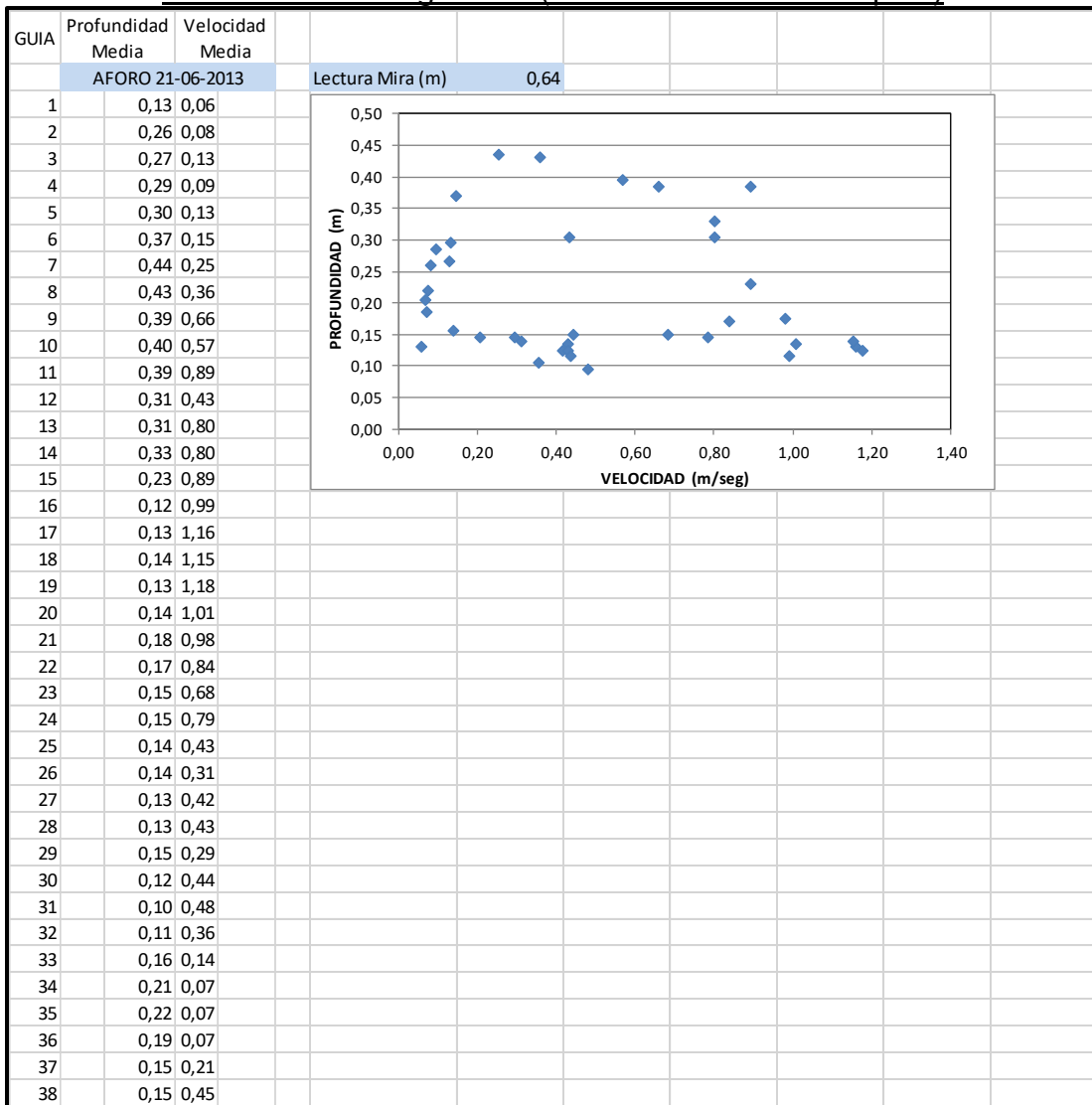
20201031 Quebrada Salitre

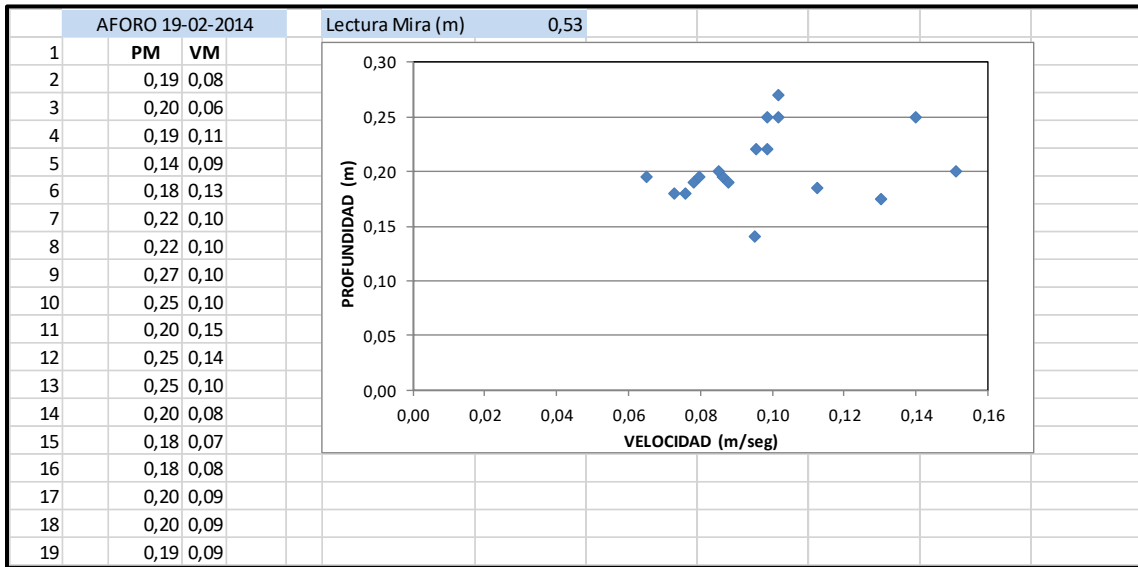




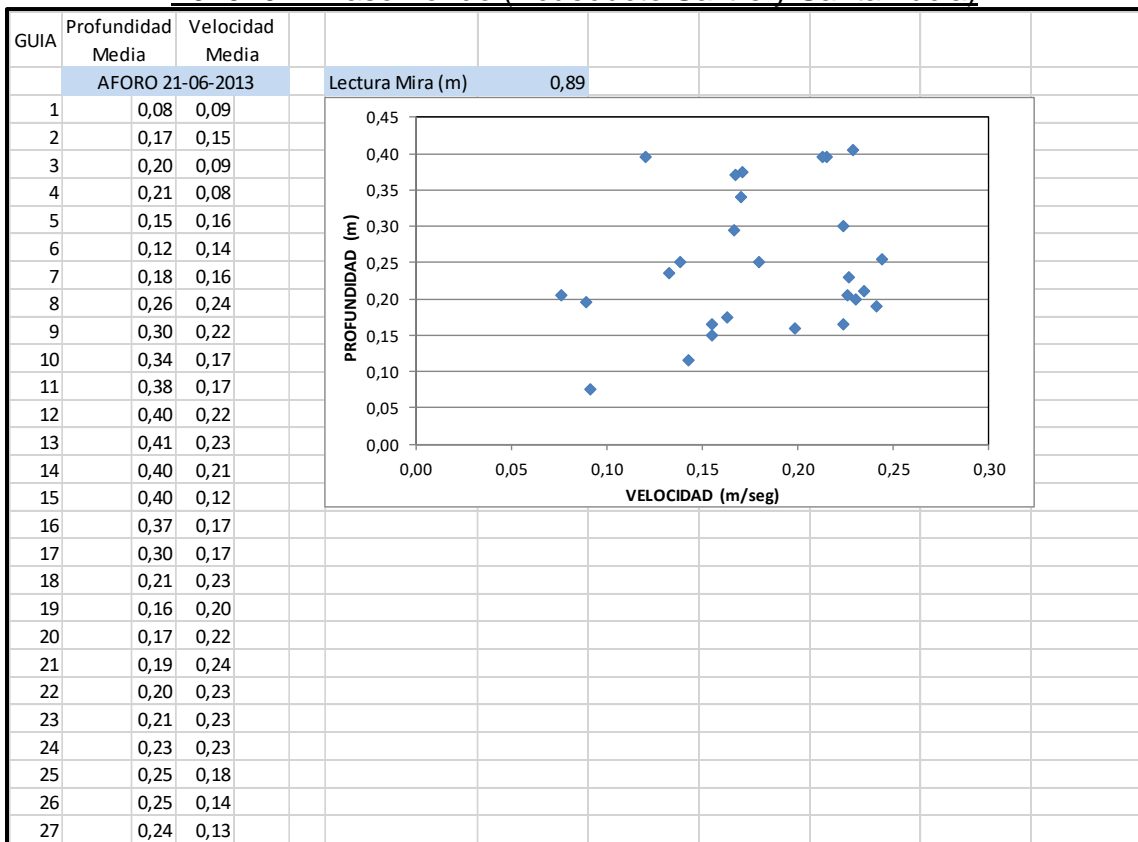


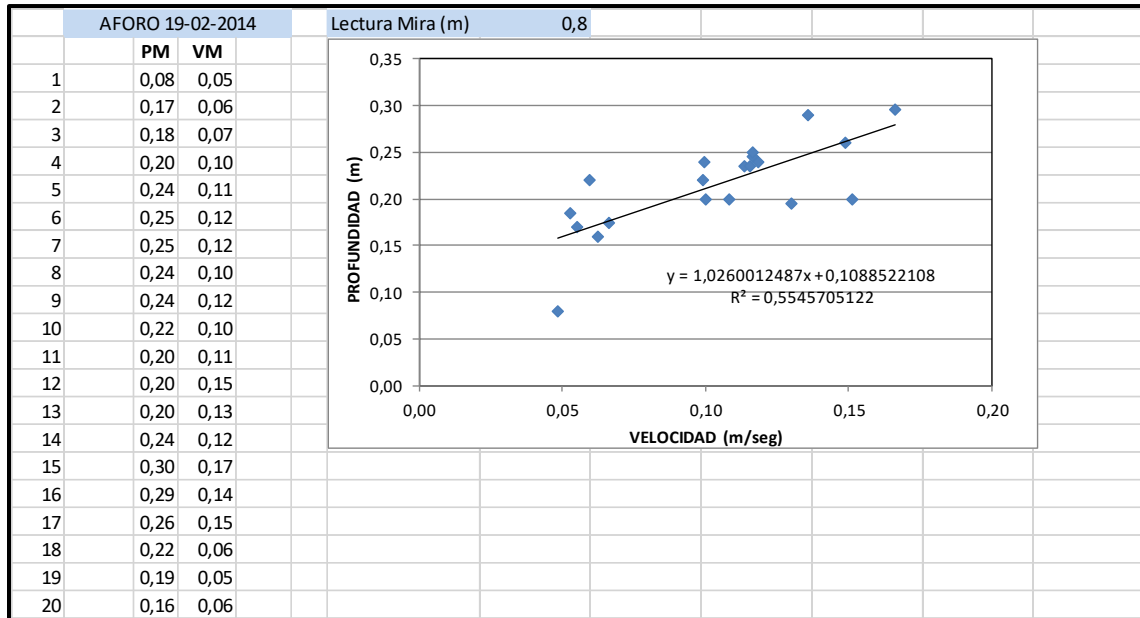
20201011 Rio Chiquamos (Acueducto Mariano Ospina)





20201012 Paso hondo (Acueducto Salitre y Santa Lucia)





6.3. CAUDALES Q

6.3.1. CAUDALES Q MINIMOS

- Chiguanos CA.

VALORES MINIMOS MENSUALES DE CAUDALES (m³/s)														
										ESTACIÓN :			20201011 Chiguanos CA	
Latitud			Departamento		CUNDINAMARCA		Corriente			Categoría		LM		
Longitud			Municipio		GUASCA		Cuenca	R. SIECHA		Fecha Instalación		10/01/1956		
Elevación			Oficina Provincial								Fecha Suspensión			
AÑO	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE		
2013	0,07	0,06	0,06	0,06	0,10	0,08	0,09							
2014	0,07	0,06	0,07	0,07	0,07	0,08	0,10	0,11	0,10	0,10	0,10	0,10		
2015	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,10	0,10	0,10	0,09	0,09	0,09		
2016	0,08	0,07												
2017	0,09	0,09	0,09	0,09										
MEDIOS	0,08	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08	0,10	0,10	0,10	0,09	0,10	0,09		
MAXIMOS	0,09	0,09	0,09	0,09	0,10	0,09	0,10	0,11	0,10	0,10	0,10	0,10		
MINIMOS	0,07	0,06	0,06	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,10	0,09	0,09	0,09		

- Chiguanos CM.

VALORES MINIMOS MENSUALES DE CAUDALES (m³/s)														
										ESTACIÓN :			20201012 Chiguanos CM	
Latitud			Departamento		CUNDINAMARCA		Corriente			Categoría		LM		
Longitud			Municipio		GUASCA		Cuenca	R. SIECHA		Fecha Instalación		10/01/1956		
Elevación			Oficina Provincial								Fecha Suspensión			
AÑO	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE		
2013	0,12	0,12	0,11	0,12	0,22	0,14	0,13							
2014	0,15	0,13	0,11	0,11	0,14	0,16	0,08	0,13	0,14	0,14	0,10	0,12		
2015	0,13	0,09	0,10	0,10	0,09	0,16	0,24	0,24	0,14	0,13	0,13	0,13		
2016	0,13	0,09	0,10	0,10	0,09	0,16	0,24	0,24	0,14	0,13	0,13	0,13		
2017	0,14	0,14	0,14	0,15										
MEDIOS	0,13	0,11	0,11	0,12	0,14	0,16	0,17	0,21	0,14	0,13	0,12	0,13		
MAXIMOS	0,15	0,14	0,14	0,15	0,22	0,16	0,24	0,24	0,14	0,14	0,13	0,13		
MINIMOS	0,12	0,09	0,10	0,10	0,09	0,14	0,08	0,13	0,14	0,13	0,10	0,12		

- Q. Salitre.

VALORES MINIMOS MENSUALES DE CAUDALES (m ³ /s)												
										ESTACIÓN : 20201031 Salitre		
Latitud				Departamento	CUNDINAMARCA		Corriente			Categoría	LM	
Longitud				Municipio	GUASCA		Cuenca	R. SIECHA	Fecha Instalación	10/01/1956		
Elevación				Oficina Provincial					Fecha Suspensión			
AÑO	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE
2013	0,05	0,05	0,07	0,06	0,07	0,07	0,07					
2014	0,06	0,05	0,06	0,06	0,07	0,10	0,09	0,07	0,07	0,05	0,07	0,06
2015	0,05	0,06	0,05	0,07	0,07	0,12	0,09	0,08	0,07	0,06	0,06	0,07
2016	0,06											
2017	0,05	0,06	0,07	0,09								
MEDIOS	0,05	0,05	0,06	0,07	0,07	0,10	0,08	0,08	0,07	0,05	0,06	0,06
MAXIMOS	0,06	0,06	0,07	0,09	0,07	0,12	0,09	0,08	0,07	0,06	0,07	0,07
MINIMOS	0,05	0,05	0,05	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,05	0,06	0,06

- Chipatá CA.

VALORES MINIMOS MENSUALES DE CAUDALES (m ³ /s)												
										ESTACIÓN : 20201081 Chipata CA		
Latitud				Departamento	CUNDINAMARCA		Corriente	R. CHIPATÁ	Categoría	LM		
Longitud				Municipio	GUASCA		Cuenca	R. SIECHA	Fecha Instalación	10/01/1956		
Elevación				Oficina Provincial					Fecha Suspensión			
AÑO	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE
2013		0,05	0,05	0,06	0,09	0,10	0,10					
2014	0,06	0,06	0,08	0,07	0,12	0,30	0,19	0,06	0,15	0,12	0,10	0,09
2015	0,07	0,07	0,07	0,08	0,09	0,21	0,25		0,11	0,10	0,09	0,10
2016												
2017	0,05	0,04	0,06	0,07								
MEDIOS	0,06	0,06	0,07	0,07	0,10	0,20	0,18	0,06	0,13	0,11	0,10	0,09
MAXIMOS	0,07	0,07	0,08	0,08	0,12	0,30	0,25	0,06	0,15	0,12	0,10	0,10
MINIMOS	0,05	0,04	0,05	0,06	0,09	0,10	0,10	0,06	0,11	0,10	0,09	0,09

• Chipatá CB.

VALORES MINIMOS MENSUALES DE CAUDALES (m ³ /s)														
										ESTACIÓN :			20201082 Chipata CB	
Latitud				Departamento	CUNDINAMARCA			Corriente	R. CHIPATÁ		Categoría	LM		
Longitud				Municipio	GUASCA			Cuenca	R. SIECHA		Fecha Instalación	10/01/1956		
Elevación				Oficina Provincial						Fecha Suspensión				
AÑO	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE		
2013	0,03	0,01	0,04	0,03	0,09	0,09	0,09							
2014	0,00	0,01	0,02	0,04	0,06	0,11	0,61	0,42	0,25	0,16	0,11	0,09		
2015	0,04	0,05	0,04	0,05	0,04	0,42	0,42	0,61	0,07	0,07	0,05	0,07		
2016	0,04	0,05	0,04	0,05	0,04	0,42	0,42	0,61	0,07	0,07	0,05	0,07		
2017	0,09	0,05	0,22	0,22										
MEDIOS	0,04	0,03	0,07	0,08	0,06	0,26	0,38	0,55	0,13	0,10	0,07	0,08		
MAXIMOS	0,09	0,05	0,22	0,22	0,09	0,42	0,61	0,61	0,25	0,16	0,11	0,09		
MINIMOS	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,09	0,09	0,42	0,07	0,07	0,05	0,07		

• Q. Uval.

VALORES MINIMOS MENSUALES DE CAUDALES (m ³ /s)														
										ESTACIÓN :			20201084 Q. uval	
Latitud				Departamento	CUNDINAMARCA			Corriente			Categoría	LM		
Longitud				Municipio	GUASCA			Cuenca	R. SIECHA		Fecha Instalación	10/01/1956		
Elevación				Oficina Provincial						Fecha Suspensión				
AÑO	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE		
2013	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02							
2014	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01		
2015	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	0,02	0,04	0,02	0,01	0,01	0,01		
2016	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	0,02	0,04	0,02	0,01	0,01	0,01		
2017	0,03	0,04	0,04	0,04										
MEDIOS	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01		
MAXIMOS	0,03	0,04	0,04	0,04	0,02	0,03	0,02	0,04	0,02	0,01	0,01	0,01		
MINIMOS	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01		

6.3.2. CAUDALES Q MEDIOS

- Chiguanos CA.

VALORES MEDIOS MENSUALES DE CAUDALES (m³/s)														
										ESTACIÓN : 20201011 Chiguanos CA				
Latitud				Departamento	CUNDINAMARCA			Corriente				Categoría	LM	
Longitud				Municipio	GUASCA			Cuenca	R. SIECHA				Fecha Instalación	10/01/1956
Elevación				Oficina Provincial							Fecha Suspensión			
AÑO	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE		
2013	0,07	0,07	0,07	0,08	0,13	0,11	0,11							
2014	0,08	0,07	0,08	0,08	0,08	0,14	0,14	0,13	0,11	0,12	0,12	0,10		
2015	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,12	0,12	0,13	0,12	0,09	0,09	0,09		
2016	0,08	0,08												
2017	0,10	0,09	0,11	0,15										
MEDIOS	0,08	0,08	0,09	0,10	0,10	0,12	0,12	0,13	0,11	0,11	0,11	0,10		
MAXIMOS	0,10	0,09	0,11	0,15	0,13	0,14	0,14	0,13	0,12	0,12	0,12	0,10		
MINIMOS	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,11	0,11	0,13	0,11	0,09	0,09	0,09		

- Chiguanos CM.

VALORES MEDIOS MENSUALES DE CAUDALES (m³/s)														
										ESTACIÓN : 20201012 Chiguanos CM				
Latitud				Departamento	CUNDINAMARCA			Corriente				Categoría	LM	
Longitud				Municipio	GUASCA			Cuenca	R. SIECHA				Fecha Instalación	10/01/1956
Elevación				Oficina Provincial							Fecha Suspensión			
AÑO	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE		
2013	0,15	0,15	0,14	0,18	0,28	0,19	0,17							
2014	0,17	0,14	0,15	0,15	0,17	0,29	0,22	0,22	0,23	0,23	0,17	0,17		
2015	0,14	0,13	0,11	0,12	0,12	0,33	0,32	0,31	0,23	0,14	0,15	0,15		
2016	0,14	0,13	0,11	0,12	0,12	0,33	0,32	0,31	0,23	0,14	0,15	0,15		
2017	0,17	0,18	0,24	0,20										
MEDIOS	0,15	0,15	0,15	0,15	0,17	0,29	0,26	0,28	0,23	0,17	0,15	0,16		
MAXIMOS	0,17	0,18	0,24	0,20	0,28	0,33	0,32	0,31	0,23	0,23	0,17	0,17		
MINIMOS	0,14	0,13	0,11	0,12	0,12	0,19	0,17	0,22	0,23	0,14	0,15	0,15		

- Q. Salitre.

VALORES MEDIOS MENSUALES DE CAUDALES (m³/s)													
										ESTACIÓN :		20201031 Salitre	
Latitud			Departamento		CUNDINAMARCA		Corriente		Categoría		LM		
Longitud			Municipio		GUASCA		Cuenca		R. SIECHA		Fecha Instalación		10/01/1956
Elevación			Oficina Provincial								Fecha Suspensión		
AÑO	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE	
2013	0,06	0,06	0,08	0,07	0,09	0,10	0,08						
2014	0,06	0,05	0,07	0,07	0,10	0,21	0,11	0,09	0,08	0,06	0,07	0,07	
2015	0,06	0,07	0,06	0,07	0,10	0,15	0,11	0,13	0,07	0,07	0,07	0,07	
2016	0,06												
2017	0,05	0,07	0,08	0,10									
MEDIOS	0,06	0,06	0,07	0,08	0,10	0,16	0,10	0,11	0,08	0,06	0,07	0,07	
MAXIMOS	0,06	0,07	0,08	0,10	0,10	0,21	0,11	0,13	0,08	0,07	0,07	0,07	
MINIMOS	0,05	0,05	0,06	0,07	0,09	0,10	0,08	0,09	0,07	0,06	0,07	0,07	

- Chipatá CA.

VALORES MEDIOS MENSUALES DE CAUDALES (m³/s)														
										ESTACIÓN :		20201081 Chipata CA		
Latitud			Departamento		CUNDINAMARCA		Corriente		R. CHIPATÁ		Categoría			LM
Longitud			Municipio		GUASCA		Cuenca		R. SIECHA		Fecha Instalación		10/01/1956	
Elevación			Oficina Provincial								Fecha Suspensión			
AÑO	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE		
2013		0,07	0,10	0,10	0,19	0,17	0,36							
2014	0,08	0,07	0,12	0,20	0,20	0,69	0,56	0,29	0,25	0,16	0,10	0,12		
2015	0,07	0,10	0,08	0,15	0,21	0,68	0,34		0,18	0,12	0,13	0,13		
2016														
2017	0,07	0,08	0,11	0,09										
MEDIOS	0,07	0,08	0,11	0,13	0,20	0,51	0,42	0,29	0,21	0,14	0,12	0,12		
MAXIMOS	0,08	0,10	0,12	0,20	0,21	0,69	0,56	0,29	0,25	0,16	0,13	0,13		
MINIMOS	0,07	0,07	0,08	0,09	0,19	0,17	0,34	0,29	0,18	0,12	0,10	0,12		

- Chipatá CB.

VALORES MEDIOS MENSUALES DE CAUDALES (m³/s)													
										ESTACIÓN : 20201082 Chipata CB			
Latitud				Departamento	CUNDINAMARCA			Corriente	R. CHIPATÁ		Categoría	LM	
Longitud				Municipio	GUASCA			Cuenca	R. SIECHA		Fecha Instalación	10/01/1956	
Elevación				Oficina Provincial						Fecha Suspensión			
AÑO	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE	
2013	0,04	0,03	0,14	0,12	0,44	0,29	0,53						
2014	0,01	0,01	0,10	0,18	0,17	1,97	1,87	0,92	0,59	0,33	0,21	0,15	
2015	0,06	0,12	0,06	0,30	0,35	2,82	1,37	1,40	0,44	0,11	0,16	0,15	
2016	0,06	0,12	0,06	0,30	0,35	2,82	1,37	1,40	0,44	0,11	0,16	0,15	
2017	0,21	0,24	0,88	1,07									
MEDIOS	0,07	0,10	0,25	0,39	0,33	1,98	1,29	1,24	0,49	0,18	0,18	0,15	
MAXIMOS	0,21	0,24	0,88	1,07	0,44	2,82	1,87	1,40	0,59	0,33	0,21	0,15	
MINIMOS	0,01	0,01	0,06	0,12	0,17	0,29	0,53	0,92	0,44	0,11	0,16	0,15	

- Q. Uval.

VALORES MEDIOS MENSUALES DE CAUDALES (m³/s)													
										ESTACIÓN : 20201084 Q. uval			
Latitud				Departamento	CUNDINAMARCA			Corriente			Categoría	LM	
Longitud				Municipio	GUASCA			Cuenca	R. SIECHA		Fecha Instalación	10/01/1956	
Elevación				Oficina Provincial						Fecha Suspensión			
AÑO	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE	
2013	0,01	0,01	0,03	0,03	0,09	0,06	0,09						
2014	0,01	0,01	0,01	0,03	0,02	0,16	0,13	0,07	0,04	0,03	0,02	0,01	
2015	0,01	0,01	0,01	0,03	0,06	0,18	0,06	0,08	0,04	0,02	0,03	0,03	
2016	0,01	0,01	0,01	0,03	0,06	0,18	0,06	0,08	0,04	0,02	0,03	0,03	
2017	0,08	0,07	0,12	0,07									
MEDIOS	0,02	0,02	0,04	0,04	0,06	0,14	0,08	0,07	0,04	0,02	0,02	0,02	
MAXIMOS	0,08	0,07	0,12	0,07	0,09	0,18	0,13	0,08	0,04	0,03	0,03	0,03	
MINIMOS	0,01	0,01	0,01	0,03	0,02	0,06	0,06	0,07	0,04	0,02	0,02	0,01	

6.3.3. CAUDALES Q MAXIMOS

- Chiguanos CA.

VALORES MAXIMOS MENSUALES DE CAUDALES (m³/s)												
										ESTACIÓN : 20201011 Chiguanos CA		
Latitud				Departamento	CUNDINAMARCA			Corriente				
Longitud				Municipio	GUASCA			Cuenca	R. SIECHA	Fecha Instalación	10/01/1956	
Elevación				Oficina Provincial						Fecha Suspensión		
AÑO	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE
2013		0,09	0,08	0,19	0,30	0,17	0,17					
2014	0,08	0,07	0,12	0,11	0,11	0,43	0,33	0,40	0,12	0,33	0,27	0,25
2015	0,10	0,09	0,09	0,10	0,11	0,39	0,17	0,16	0,17	0,10	0,10	0,09
2016	0,09	0,09										
2017	0,10	0,10	0,20	1,15								
MEDIOS	0,09	0,09	0,12	0,39	0,17	0,33	0,22	0,28	0,14	0,21	0,18	0,17
MAXIMOS	0,10	0,10	0,20	1,15	0,30	0,43	0,33	0,40	0,17	0,33	0,27	0,25
MINIMOS	0,08	0,07	0,08	0,10	0,11	0,17	0,17	0,16	0,12	0,10	0,10	0,09

- Chiguanos CM.

VALORES MAXIMOS MENSUALES DE CAUDALES (m³/s)												
										ESTACIÓN : 20201012 Chiguanos CM		
Latitud				Departamento	CUNDINAMARCA			Corriente				
Longitud				Municipio	GUASCA			Cuenca	R. SIECHA	Fecha Instalación	10/01/1956	
Elevación				Oficina Provincial						Fecha Suspensión		
AÑO	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE
2013	0,18	0,28	0,17	0,80	0,54	0,30	0,43					
2014	0,20	0,17	0,34	0,31	0,28	0,57	0,48	0,65	0,30	0,39	0,50	0,39
2015	0,14	0,17	0,12	0,14	0,18	0,60	0,51	0,50	0,32	0,16	0,22	0,16
2016	0,14	0,17	0,12	0,14	0,18	0,60	0,51	0,50	0,32	0,16	0,22	0,16
2017	0,25	0,34	0,39	0,39								
MEDIOS	0,18	0,23	0,23	0,36	0,29	0,52	0,48	0,55	0,31	0,24	0,32	0,24
MAXIMOS	0,25	0,34	0,39	0,80	0,54	0,60	0,51	0,65	0,32	0,39	0,50	0,39
MINIMOS	0,14	0,17	0,12	0,14	0,18	0,30	0,43	0,50	0,30	0,16	0,22	0,16

- Q. Salitre.

VALORES MAXIMOS MENSUALES DE CAUDALES (m³/s)														
										ESTACIÓN :		20201031 Salitre		
Latitud			Departamento		CUNDINAMARCA		Corriente		Categoría			LM		
Longitud			Municipio		GUASCA		Cuenca		R. SIECHA		Fecha Instalación		10/01/1956	
Elevación			Oficina Provincial								Fecha Suspensión			
AÑO	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE		
2013	0,06	0,08	0,08	0,08	0,10	0,15	0,10							
2014	0,06	0,06	0,10	0,08	0,16	0,39	0,17	0,10	0,08	0,07	0,08	0,07		
2015	0,07	0,08	0,07	0,08	0,13	0,19	0,15	0,18	0,09	0,07	0,08	0,07		
2016	0,07													
2017	0,06	0,07	0,10	0,10										
MEDIOS	0,06	0,07	0,09	0,09	0,13	0,25	0,14	0,14	0,09	0,07	0,08	0,07		
MAXIMOS	0,07	0,08	0,10	0,10	0,16	0,39	0,17	0,18	0,09	0,07	0,08	0,07		
MINIMOS	0,06	0,06	0,07	0,08	0,10	0,15	0,10	0,10	0,08	0,07	0,08	0,07		

- Chipatá CA.

VALORES MAXIMOS MENSUALES DE CAUDALES (m³/s)															
										ESTACIÓN :		20201081 Chipata CA			
Latitud			Departamento		CUNDINAMARCA		Corriente		R. CHIPATÁ			Categoría		LM	
Longitud			Municipio		GUASCA		Cuenca		R. SIECHA		Fecha Instalación		10/01/1956		
Elevación			Oficina Provincial								Fecha Suspensión				
AÑO	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE			
2013		0,09	0,56	1,57	7,16	0,67	1,43								
2014	0,14	0,09	0,38	1,08	0,61	2,19	1,30	0,61	0,53	0,24	0,11	0,22			
2015	0,09	0,24	0,11	3,20	0,89	2,78	0,51		1,08	0,17	0,33	0,67			
2016															
2017	0,12	0,31	0,53	0,22											
MEDIOS	0,12	0,18	0,39	1,52	2,89	1,88	1,08	0,61	0,80	0,20	0,22	0,44			
MAXIMOS	0,14	0,31	0,56	3,20	7,16	2,78	1,43	0,61	1,08	0,24	0,33	0,67			
MINIMOS	0,09	0,09	0,11	0,22	0,61	0,67	0,51	0,61	0,53	0,17	0,11	0,22			

- Chipatá CB.

VALORES MAXIMOS MENSUALES DE CAUDALES (m³/s)													
										ESTACIÓN :		20201082 Chipata CB	
Latitud			Departamento		CUNDINAMARCA		Corriente		R. CHIPATÁ		Categoría		LM
Longitud			Municipio		GUASCA		Cuenca		R. SIECHA		Fecha Instalación		10/01/1956
Elevación			Oficina Provincial								Fecha Suspensión		
AÑO	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE	
2013	0,06	0,13	2,42	2,42	31,06	3,63	4,20						
2014	0,09	0,05	0,38	1,93	0,85	24,90	10,74	8,19	5,17	1,02	0,61	0,85	
2015	0,09	0,53	0,27	8,19	2,42	36,88	17,24	13,74	4,35	0,18	4,35	0,61	
2016	0,09	0,53	0,27	8,19	2,42	36,88	17,24	13,74	4,35	0,18	4,35	0,61	
2017	0,42	6,08	17,24	4,35									
MEDIOS	0,15	1,46	4,12	5,02	9,19	25,57	12,35	11,89	4,63	0,46	3,11	0,69	
MAXIMOS	0,42	6,08	17,24	8,19	31,06	36,88	17,24	13,74	5,17	1,02	4,35	0,85	
MINIMOS	0,06	0,05	0,27	1,93	0,85	3,63	4,20	8,19	4,35	0,18	0,61	0,61	

- Q. Uval.

VALORES MAXIMOS MENSUALES DE CAUDALES (m³/s)													
										ESTACIÓN :		20201084 Q. uval	
Latitud			Departamento		CUNDINAMARCA		Corriente				Categoría		LM
Longitud			Municipio		GUASCA		Cuenca		R. SIECHA		Fecha Instalación		10/01/1956
Elevación			Oficina Provincial								Fecha Suspensión		
AÑO	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE	
2013	0,02	0,02	0,67	3,54	5,53	0,38	3,54						
2014	0,01	0,02	0,48	0,53	0,24	3,17	0,83	0,74	0,74	0,16	0,09	0,07	
2015	0,02	0,09	0,06	0,38	0,38	2,53	2,53	0,38	0,31	0,13	0,24	0,16	
2016	0,02	0,09	0,06	0,38	0,38	2,53	2,53	0,38	0,31	0,13	0,24	0,16	
2017	0,43	0,34	1,45	0,48									
MEDIOS	0,10	0,11	0,54	1,06	1,63	2,15	2,36	0,50	0,45	0,14	0,19	0,13	
MAXIMOS	0,43	0,34	1,45	3,54	5,53	3,17	3,54	0,74	0,74	0,16	0,24	0,16	
MINIMOS	0,01	0,02	0,06	0,38	0,24	0,38	0,83	0,38	0,31	0,13	0,09	0,07	

ANEXO 7. DESARROLLO DE LA METODOLOGIA.

7.1. BANCO DE DATOS

7.1.1. Datos CAR

7.1.1.1 Q MAXIMOS ABSOLUTOS MENSUALES

C A R - CORPORACIÓN AUTONOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA												
SICLICA - Sistema de Información Climatológica e Hidrológica												
VALORES MÁXIMOS MENSUALES DE CAUDALES (m³/s)												
ESTACIÓN : 2120798 SAN ISIDRO												
Latitud	0451 N	X=N=1028040	Departamento	CUNDINAMARCA			Corriente	R. SIECHA		Categoría	LM	
Longitud	7354 W	Y=E=1020000	Municipio	GUASCA			Cuenca	R. SIECHA		Fecha Instalación	#####	
Elevación	2680 m.s.n.m		Oficina Provincial	1 BOGOTÁ - LA CALERA					Fecha Suspensión			
AÑO	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE
1970	3,51	3,08	6,75	3,51	13,4	12,21	10,45	12,36	7,5	13,25	3,95	1,52
1971	0,383	0,7	1,5	5,73	7,62	6,12	7,62	7,324	7,028	2,508	2,508	2,284
1972	1,72	1,5	7,25	6,35	6,27	7,03	8,58	6,58	4,04	2,4	2,62	1,1
1973	0,23	0,8	0,27	2,4	5,5	3,03	7,32	2,78	7,81	6,12	6,12	3,44
1974	2,4	0,8	3,19	6,12	6,2	2,17	6,27	3,19	4,89	4,04	5,07	0,8
1975	0,3	0,47	1,31	2,89	3,78	6,88	2,08	4,94	2,56	5,07	2,4	3,22
1976	1,66	1,66	2,24	7,09	5,64	8,7	9,05	3,78	2,34	3,54	10,93	1,66
1977	0,3	0,46	0,75	8,87	2,99	3,78	5,64	0,73	2,66	3,21	2,66	1,85
1978	1,02	1,66	8,34	7,98	2,24	7,98	5,77	2,66	5,77	1,95	0,04	0,01
1979	0,11	0,09	2,27	9,42	2,08	5,36	2,38	2,17	1,48	10,22	5,23	3,11
1980	1,65	2,08	1,91	11,93	3,21	10,73	4,85	9,58	3	1,83	8,95	0,67
1981	0,67	1,12	1,18	4,21	7,45	3,96	5,49	5,62	9,74	3,46	4,46	1,05
1982	1,31	1,05	3,21	8,95	5,23	3,11	5,23	5,89	5,1	4,98	8,04	3,96
1983	1,83	1,91	3,21	4,59	4,98	3,96	4,59	1,91	1,83	3,34	1,18	1,83
1984	0,46	0,01	0,42	1,29	3,42	5,41	4,11	14,51	6,95	0,93	5,56	0,24
1985	0,86	0,01	0,01	1,65	7,78	6,01	5,41	5,41	4,68	0,41	2,81	0,51
1986	0,11	3,1	3,93	1,5	3,59	5,18	5,67	2,54	2,2	3,93	3,23	2,2
1987	0,07	1,01	0,87	2,2	5,18	4,91	6,71	2,2	3,44	3,72	1,92	0,45
1988						9,56	12	8,66	1,56	5,41	5,71	2,45
1989	0,66	0,24	6,09	3,1	5,67	6,37	4,28	2,2	2,13	3,16	1,5	1,71
1990	0,38	2,35	4,37	7,58	13,2	9,18	5,35	3,6	1,41	1,41	2,89	1,41
1991	0,35	0,648	1,05	2,03	3,148	5,344	8,7	8,524	2,462	1,57	3,364	0,648
1992	0,35	0,38	0,142	7,82	0,942	1,71	7,82	3,812	7,156	0,834	8,172	1,36
1993	0,416	0,29	0,23	5,344	4,672	6,99	8,7	6,21	4,16	1,36	7,488	2,55
1994	0,26	0,076	0,076	2,26	4,79	5,58	5,106	5,75	2,26	5,58	2,472	1,528
1995	0,26	0,234	0,26	5,58	2,79	5,75	4,498	3,39	1	1,36	0,46	0,82
1996	0,234	5,58	2,26	5,58	5,75	6,09	5,58	4,79	1,144	3,742	3,19	1,188
1997	3,19	8,71	0,418	1,188	10,084	6,38	6,78	4,82	0,57	0,296	4,82	0,099
1998	0	0	0,011	0,426	6,78	6,78	6,78	3,738	3,09	0,89	1,05	2,81
1999	0,57	5,86	2,81	6,78	3,846	16,865	2,317	6,489	16,865	16,865	4,035	2,782
2000	1,589	1,689	6,489	1,689	14,224	6,489	19,83	8,04	16,865	5,692	16,865	1,113
2001	0,31	1,19	5,692	0,959	4,252	4,252	4,252	4,252	4,252	4,252	4,252	0,607
2002	0,339	0,114	1,235	4,252	3,183	4,252	4,252	4,252	1,235	0,874	1,235	0,339
2003	0,434	0,072	4,225	21,88	20,411	2,307	15,228	9,308	2,798	21,88	4,225	2,798
2004	0,434	2,016	6,415	20,411	23,423	25,879	18,341	18,341	23,423	21,88	1,403	0,784
2005	0,212	0,784	1,403	15,228	25,879	10,155	2,016	21,88	21,88	10,155	23,423	0,935
2006	0,758	0,405	1,907	3,07	30,37	15,228	6,415	3,07	3,422	21,88	21,88	0,935
2007	0,582	0,086	0,19	3,774	3,422	21,88	10,155	12,691	3,774	3,422	1,799	1,151
2008	1,043	3,774	0,817	0,817	25,276	30,37	26,974	10,155	6,415	3,422	14,213	1,799
2009	4,604	3,178	0,923	11,188	2,218	9,154	22,518	3,96	17,963	1,363	0,923	0,133
2010	0,008	0,356	0,791	7,745	5,372	3,96	13,519	3,001	3,532	5,884	19,16	3,532
2011	0,659	1,932	19,16		26,266	26,266	9,154	4,389	10,781		12,586	13,519
2012	0,923	3,178	0,989		16,108			16,108	2,886	3,224	0,549	0,989
2013	0,172	1,461	2,609	1,638	30,972	2,886	7,435	17,326	0,852	0,393	2,609	2,609
2014	0,28	0,153	3,562	4,756	6,853	70,561	16,108	7,435	3,732	1,749		

C A R - CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA													
SICLICA - Sistema de Información Climatológica e Hidrológica													
VALORES MÁXIMOS MENSUALES DE CAUDALES (m³/s)													
ESTACIÓN : 2120799 STO DOMINGO													
Latitud	0451 N X=N=1028800			Departamento	CUNDINAMARCA			Corriente	R. CHIPATÁ		Categoría	LM	
Longitud	7353 W Y=E=1021300			Municipio	GUASCA			Cuenca	R. SIECHA		Fecha Instalación	10/01/1956	
Elevación	2652 m.s.n.m			Oficina Provincial	1 BOGOTÁ - LA CALERA						Fecha Suspensión		
AÑO	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE	
1973	1,2	0,59	0,12	1,2	3,6	6,39	10,45	3,21	2,44	9,89	2,22	3,6	
1974	4,35	0,5	3,35	4,6	9,27	31,66	37,3	12,51	14,9	2,59	5,86	0,5	
1976	1,82	1,28	2,44	15,4	24,9	24,9	35,75	3	3	3	3,7	3,7	
1977	0,21	1,44	0,68	3,7	5,65	5,65	10,27	4,68	5,65	1,54	1,22	0,4	
1978	0,13	0,81	2,3	3,7	6,76	7,88	9,79	3,7	3,7	3,7	0,68	1,15	
1979	0,08	1,09	2,84	4,79	4,08	6,28	4,08	3,46	3,46	7,06	7,06	2,3	
1980	0,49	0,27	2,3	6,28	3,46	7,06	4,79	3,46	4,08	5,5	1,75	0,21	
1981	0,49	0,93	0,76	4,79	4,79	5,2	2,84	3,83	3,09	2,62	2,3	0,38	
1982	0,54	4,08	6,28	3,46	4,08	4,08	4,08	3,58	4,79	2,84	2,3	0,27	
1983	1,75	3,46	3,46	3,46	1,5	2,73	3,46	2,3	1,5	0,93	0,76	0,13	
1984	2,34				2,29	2,29	1,96	2,84	2,29	1,01	10,53	1,09	
1985	0,24	0,21	0,29	1,5	7,06	7,06	2,96	1,96	1,96	2,84	1,34	0,93	
1986	0,21	1,34	1,75	0,43	3,95	6,28	6,74	4,36	1,96	4,79	5,21	2,51	
1987	0,29	1,09	0,93	1,58	2,29	2,29	12,36	0,49	0,76	1,34	0,65	0,05	
1990	1,24	1,71	9,75	3,57	14,55	7,08	4,33	7,08	1,71	11,76	2,26	2,26	
1991	1,25		0,79	1,81	1,81	5,16	8,84	9,99	2,49	4,16	2,49	0,58	
1992	0,162	0,078	0,106	1,81	1,58	4,16	7,5	3,27	2,49	0,79	2,49	1,81	
1993	0,134	0,042	1,25	1,25	5,16	4,16	7,5	5,16	4,76	0,882	5,16	1,25	
1994	0,19	0,29	0,79	0,97	7,5	7,5	7,5	10,01	9,99				
1995			0,19	5,16	7,5	9,99	8,84	10,01	2,49	3,27	0,19	0,19	
1996	0,13	6,28	6,28	7,5	10,01	9,99	10,97	0,51	0,16	0,19	0,13	0,13	
1997	0,51	0,44	0,078	0,05	0,974	0,79	4,56	3,27	0,44	0,134	0,974	0,974	
1998	0,097	0,056	0,076	0,086	2,93	4,024	4,298	2,93	0,318	0,609	0,239	5,454	
1999		0,898	0,79	2,018	0,654	1,114	0,33	0,898	2,018	5,128	5,53	0,518	
2000	0,517	0,094	1,33	2,19	11,86	9,851	9,851	8,234	8,234	1,269	3,32	2,873	
2001	1,495	1,619	0,915	1,188	1,517	4,308	4,308	4,308	4,581	2,39	4,308	1,153	
2002	0,824	2,252	1,118	3,274	3,274	4,308	4,581	4,581	1,517	0,824	0,312	0,087	
2003							3,274	2,887	0,382	3,127	2,793	1,517	
2004	0,009	1,153	3,274	1,153	2,409	2,428	1,555	2,887	1,153	0,118			
2005				0,824	1,831	0,918	0,507	0,534	0,886	0,762	1,555	0,762	
2006									0,326	0,196	0,046	0,046	
2007	0,009	0,046	0,082	0,688	0,394	2,006	1,714	0,829	1,175	1,495	1,422	0,646	
2008	0,604	0,646	0,562	0,082	0,222	0,829	1,933		1,291	1,495			
2009		0,29	2,39	3,523	0,824	2,39	4,308		0,507	3,523	1,913	0,456	
2010	0,009	1,153	0,886	2,038	1,996	1,996	2,038	1,223	1,016	1,153	1,517	0,534	
2011	0,29	0,406	1,517	4,041	1,153	0,561	0,534	0,406	0,534	0,824	0,29	0,534	
2012	0,102	0,674	0,728	18,049	6,235	8,303	8,303	4,606	6,235	0,277	0,459		
2013	0,067	0,277	3,341	3,341		6,235	6,235	1,647	0,277	0,067	3,341	0,62	
2014	0,085	0,085	0,62	1,035	8,821		18,049	6,235	18,049	1,112			

7.1.1.2 Q MEDIOS MENSUALES

C A R - CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA												
SICLICA - Sistema de Información Climatológica e Hidrológica												
VALORES MEDIOS MENSUALES DE CAUDALES (m³/s)												
ESTACIÓN : 2120798 SAN ISIDRO												
Latitud	0451 N	X=N=1028040	Departamento	CUNDINAMARCA			Corriente	R. SIECHA	Categoría		LM	
Longitud	7354 W	Y=E=1020000	Municipio	GUASCA			Cuenca	R. SIECHA	Fecha Instalación		#####	
Elevación	2680 m.s.n.m		Oficina Provincial	1 BOGOTÁ - LA CALERA					Fecha Suspensión			
AÑO	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE
1959	0,050	0,020	0,060	0,270	1,070	1,200	2,900	1,380	2,130	1,290	1,540	0,350
1960	0,350	0,270	0,160	0,860	0,780	1,740	3,630	2,650	0,570	0,540	0,550	1,480
1961	0,250	0,160	0,080	0,960	0,390	2,630	4,620	2,010	0,530	1,960	1,710	0,330
1962	0,180	0,150	0,200	0,090	1,440	1,050	1,160	2,300	1,360	0,340	2,080	0,490
1963	0,190	0,150	0,090	0,900	3,280	1,530	2,400	2,710	1,270	0,760	1,280	0,630
1964	0,200	0,080	0,050	0,330	1,430	1,690	3,070	1,650	0,710	0,710	0,560	1,130
1965	0,720	0,440	0,490	0,940	1,390	1,910	3,050	1,350	0,990	0,910	1,310	0,390
1966	0,400	0,260	1,230	0,720	0,460	1,010	1,630	1,770	1,240	0,980	1,470	1,590
1967	0,710	0,260	0,560	0,970	0,720	3,420	3,630	2,330	1,380	0,800	1,380	1,150
1968	0,470	0,500	0,180	2,570	1,240	3,480	3,640	2,130	1,420	1,520	1,230	0,430
1969	0,480	0,160		2,240	1,490	1,610	1,730	1,340	0,680	2,160	0,950	0,460
1970	0,830	0,670	0,560	0,840	1,460	2,740	2,090	1,920	1,200	2,600	1,570	0,520
1971	0,150	0,170	0,230	0,860	1,380	1,910	1,860	1,680	1,450	0,540	0,860	0,630
1972	0,690	0,570	0,490	1,920	2,370	3,350	2,500	1,440	1,190	0,760	1,020	1,400
1973	0,140	0,340	0,190	0,440	1,350	1,290	1,890	1,850	2,320	2,050	1,580	1,880
1974	1,120	0,440	0,730	1,910	2,070	1,210	2,260	1,580	1,400	1,760	1,670	0,260
1975	0,070	0,150	0,510	0,460	1,010	2,400	0,910	1,240	1,170	1,120	1,030	1,220
1976	1,020	0,470	1,160	2,100	2,600	3,280	4,300	1,570	1,130	1,770	1,460	0,700
1977	0,080	0,080	0,190	0,690	1,100	1,660	2,480	1,780	1,200	1,530	1,500	0,820
1978	0,680	0,990	1,260	1,980	1,250	2,660	1,840	1,510	1,330	0,590		
1979	0,080	0,030	0,170	0,930	0,780	2,930	1,470	1,100	0,880	3,980	3,250	1,840
1980	0,990	0,740	0,690	1,850	1,510	3,230	2,600	1,730	1,590	1,060	1,420	0,350
1981	0,260	0,290	0,480	1,600	3,420	2,510	2,450	2,090	2,210	2,040	1,750	0,660
1982	0,620	0,370	1,110	2,280	1,860	1,370	2,090	2,760	2,170	1,870	1,490	1,480
1983	0,860	0,800	1,290	2,020	2,130	2,240	2,040	1,570	1,260	1,150	0,720	0,490
1984	0,220	0,460	0,320	0,210	1,110	1,860	0,910	1,860	0,920	0,300	1,040	0,030
1985					0,820	1,330	1,200	0,900	1,030	0,680	0,480	
1986	0,070	1,190	1,050	0,540	0,860	2,770	3,210	1,620	1,090	1,810	1,160	0,490
1987	0,040	0,090	0,110	0,300	1,130	1,260	2,630	1,410	0,930	1,290	0,690	0,210
1988						0,980	2,360	0,720	0,500	0,760	0,840	0,300
1989	0,190	0,080	0,780	0,460	1,680	2,120	2,280	1,110	0,910	0,640	0,650	0,450
1990	0,080	0,320	0,620	1,030	3,160	2,290	1,820	1,690	0,520	0,690	0,730	0,570
1991	0,172	0,155	0,342	0,691	0,706	1,089	3,267	2,42	0,957	0,459	1,071	0,317
1992	0,148	0,155	0,092	0,482	0,426	0,596	2,871	1,528	0,748	0,423	1,066	0,567
1993	0,208	0,141	0,107	1,015	1,831	2,401	3,731	1,689	1,057	0,564	0,697	0,454
1994	0,143	0,038	0,049	0,149	1,71	2,012	2,321	1,916	1,091	2,383	1,002	0,46
1995	0,103	0,053	0,054	0,54	1,205	1,326	1,391	1,34	0,625	0,593	0,267	0,265
1996	0,078	0,973	0,658	0,243	1,001	1,415	1,938	1,512	0,711	1,04	0,536	0,279
1997	0,442	0,66	0,145	0,342	1,16	0,852	2,689	0,906	0,376	0,118	0,325	0,043
1998	0	0	0,001	0,101	3,23	3,655	4,213	2,571	1,161	0,661	0,459	0,903
1999	0,356	0,758	0,877	2,539	1,405	2,427	1,26	2,791	3,514	4,645	1,672	0,952
2000	0,825	0,627	1,003	0,702	2,336	1,752	2,722	1,819	3,638	1,05	1,06	0,24
2001	0,142	0,177	0,381	0,185	1,144	2,407	1,786	1,67	1,515	0,548	0,64	0,411
2002	0,096	0,053	0,164	1,171	0,665	3,583	2,027	2,049	0,484	0,305	0,48	0,152
2003	0,116	0,038	0,396	2,506	3,326	0,947	4,329	2,503	1,511	2,198	1,507	0,65
2004	0,252	0,362	0,881	2,24	4,078	7,648	3,379	2,98	2,501	1,822	0,706	0,273
2005	0,124	0,199	0,084	1,105	2,943	2,197	1,047	2,065	1,684	2,085	2,333	0,555
2006	0,448	0,215	0,672	0,945	5,409	2,839	2,313	1,773	1,03	2,454	1,934	0,747
2007	0,255	0,061	0,036	0,858	1,002	3,699	1,809	2,256	1,307	1,564	1,068	0,782
2008	0,557	0,515	0,476	0,411	2,326	2,992	4,413	1,581	1,466	1,2	2,038	1,009
2009	0,842	0,688	0,553	1,279	0,659	1,363	3,625	1,28	1,116	0,548	0,525	0,055
2010	0,003	0,027	0,038	1,648	1,161	1,462	3,161	1,467	1,005	1,514	2,815	1,256
2011	0,439	0,66	3,188	10,55	7,568	6,03	3,633	2,132	2,04	7,816	5,994	3,666
2012	0,558	0,688	0,234	5,201	2,458	2,344	6,083	2,307	0,894	0,882	0,305	0,282
2013	0,106	0,194	0,331	0,382	1,67	0,591	1,157	1,188	0,422	0,18	0,632	0,503
2014	0,144	0,08	0,4	0,295	0,351	4,983	2,707	1,703	1,065	0,874		

C A R - CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA													
SICLICA - Sistema de Información Climatológica e Hidrológica													
VALORES MEDIOS MENSUALES DE CAUDALES (m³/s)													
ESTACIÓN : 2120799 STO DOMINGO													
Latitud	0451 N X=N=1028800			Departamento	CUNDINAMARCA			Corriente	R. CHIPATÁ		Categoría	LM	
Longitud	7353 W Y=E=1021300			Municipio	GUASCA			Cuenca	R. SIECHA		Fecha Instalación	10/01/1956	
Elevación	2652 m.s.n.m			Oficina Provincial	1 BOGOTÁ - LA CALERA						Fecha Suspensión		
AÑO	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE	
1973	0,112	0,105	0,046	0,18	0,744	1,807	2,193	0,385	0,395	0,277	0,182		0,15
1974	0,507	0,18	0,309	0,862	1,294	1,584	3,466	1,941	1,084	0,516	0,428		0,041
1975	0,131	0,131	0,208	0,336	0,795	1,564	0,23	1,577	0,935	0,85	0,987		1,098
1976	0,643	0,317	0,777	2,396	3,157	5,053	7,969	1,157	1,169	0,881	1,272		0,971
1977	0,076	0,281	0,166	0,9	1,205	1,671	2,43	1,142	1,508	0,703	0,498		0,06
1978	0,054	0,127	0,195	0,879	1,687	2,459	1,864	1,391	1,297	1,049	0,373		0,389
1979	0,029	0,103	0,543	1,466	0,922	2,547	1,329	1,357	0,867	1,918	2,109		0,993
1980	0,33	0,17	0,28	2,16	1,6	3,3	2,35	1,09	1,82	1,34	0,43		0,09
1981	0,12	0,11	0,29	1,69	1,47	1,44	1,65	1,26	1,49	1	0,74		0,16
1982	0,18	0,56	1,21	0,61	1,14	1,93	2,58	1,74	1,22	0,86	0,49		0,17
1983	0,37	0,85	0,57	1,53	1,01	1,33	1,74	1,32	1,11	0,44	0,25		0,06
1984	0,31				0,83	1,35	1,11	1,31	1,03	0,45	1,43		0,31
1985	1,5	0,15	0,14	0,57	1,28	2,87	1,63	1,14	0,91	1,61	0,93		0,54
1986	1,1	0,33	0,61	0,23	1,29	2,84	2,96	1,55	0,81	1,93	2,05		1,03
1987	0,13	0,39	0,43	0,53	0,73	1,01	2,46	0,3	0,21	0,51	0,12		0,01
1990	0,17	0,44	1,05	0,7	2,54	2,54	1,5	2,43	0,57	0,52	0,48		0,6
1991	0,078		0,169	0,366	0,345	0,787	3,443	3,767	1,122	0,678	0,814		0,258
1992	0,092	0,047	0,054	0,454	0,646	1,197	2,75	1,313	0,556	0,505	0,601		0,421
1993	0,045	0,026	0,414	0,801	1,781	1,883	2,682	1,894	1,476	0,393	0,732		0,373
1994	0,147	0,182	0,436	0,439	2,225	2,137	2,878	4,432	5,924				
1995			0,035	1,087	2,535	2,481	2,738	2,237	0,813	0,581	0,092		0,048
1996	0,06	0,65	0,91	0,42	3,54	3,1	2,13	0,14	0,08	0,12	0,07		0,08
1997	0,17	0,158	0,025	0,025	0,221	0,276	2,834	1,575	0,091	0,025	0,832		0,69
1998	0,065	0,049	0,057	0,048	0,966	1,472	2,058	1,343	0,189	0,337	0,159		0,782
1999		0,235	0,198	0,424	0,372	0,5	0,145	0,223	0,365	1,649	1,19		0,208
2000	0,033	0,025	0,123	0,11	1,459	3,537	3,769	2,915	1,95	0,511	0,49		0,473
2001	0,17	0,225	0,148	0,275	0,335	0,908	0,896	1,008	1,122	0,321	0,884		0,392
2002	0,201	0,11	0,197	0,717	1,097	2,031	1,248	1,38	0,432	0,174	0,088		0,039
2003							1,408	0,402	0,272	0,291	0,143		0,113
2004	0,001	0,098	0,453	0,307	0,405	1,467	0,524	0,763	0,353	0,065			
2005				0,393	1,038	0,533	0,436	0,489	0,537	0,588	0,865		0,33
2006									0,042	0,038	0,012		0,01
2007	0,009	0,012	0,019	0,207	0,319	0,88	0,802	0,374	0,961	1,393	0,727		0,468
2008	0,551	0,477	0,277	0,063	0,128	0,548	1,307		0,903	1,213			
2009		0,19	0,197	0,684	0,297	0,61	2,517		0,494	0,542	0,459		0,166
2010	0,006	0,098	0,111	0,529	0,582	0,755	0,675	0,58	0,547	0,478	0,579		0,298
2011	0,166	0,181	0,577	0,884	0,465	0,494	0,362	0,253	0,24	0,33	0,18		0,21
2012	0,055	0,109	0,228	1,53	0,862	2,054	2,017	1,334	0,904	0,194	0,287		
2013	0,026	0,101	0,168	0,245	0,924	1,044	1,243	0,563	0,128	0,028	0,681		0,157
2014	0,027	0,02	0,12	0,2	0,493	4,505	4,409	1,514	1,513	0,219			






7.1.1.3 Q MINIMOS MEDIOS MENSUALES.

C A R - CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA													
SICLICA - Sistema de Información Climatológica e Hidrológica													
VALORES MÍNIMOS MENSUALES DE CAUDALES (m³/s)													
ESTACIÓN : 2120799 STO DOMINGO													
Latitud	0451 N	X=N=1028800	Departamento		CUNDINAMARCA			Corriente	R. CHIPATÁ	Categoría		LM	
Longitud	7353 W	Y=E=1021300	Municipio		GUASCA			Cuenca	R. SIECHA	Fecha Instalación		10/01/1956	
Elevación	2652 m.s.n.m		Oficina Provincial		1 BOGOTÁ - LA CALERA					Fecha Suspensión			
AÑO	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE	
1959	0,010	0,000	0,000	0,000	0,060	0,180	1,000	0,540	0,540	0,360	0,360	0,100	
1960	0,040	0,050	0,000	0,030	0,140	0,500	0,680	0,180	0,180	0,130	0,130	0,070	
1961	0,020	0,000	0,000	0,210	0,150	0,260	0,360	0,200	0,320	0,260	0,120	0,020	
1962	0,000	0,000	0,000	0,000	0,210	0,280	0,620	0,960	0,350	0,240	0,290	0,120	
1963	0,060	0,040	0,020	0,240	0,400	0,450	0,690	0,200	0,160	0,080	0,090	0,080	
1964	0,020	0,010	0,000	0,000	0,050	0,560	0,320	0,200	0,160	0,110	0,080	0,080	
1965	0,030	0,010	0,010	0,020	0,400	0,360	0,360	0,830	0,110	0,090	0,080	0,060	
1966	0,040	0,040	0,080	0,010	0,030	0,000	0,340	0,270	0,130	0,050	0,050	0,060	
1967	0,100	0,050	0,050	0,170	0,050	0,690	0,490	0,690	0,270	0,170	0,240	0,110	
1968	0,030	0,030	0,000	0,100	0,160	0,270	0,790	0,250	0,120	0,130	0,070	0,040	
1969	0,970	0,600	0,240	0,250	0,820	0,600	0,360	0,290	0,210	0,220	0,290	0,220	
1971	0,030	0,030	0,020	0,010	0,140	0,330	0,450	0,200	0,230	0,090	0,050	0,020	
1973	0,030	0,020	0,020	0,030	0,090	0,090	0,090	0,060	0,080	0,030	0,020	0,030	
1974	0,340	0,090	0,060	0,100	0,150	0,110	0,460	0,270	0,300	0,090	0,090	0,100	
1975	0,010	0,010	0,020	0,010	0,050	0,190	0,010	0,060	0,180	0,290	0,220	0,210	
1976	0,110	0,010	0,010	0,170	0,300	0,400	1,350	0,210	0,110	0,190	0,150	0,130	
1977	0,000	0,010	0,000	0,010	0,210	0,210	0,750	0,300	0,210	0,260	0,130	0,010	
1978	0,010	0,010	0,010	0,210	0,350	0,490	0,150	0,170	0,590	0,210	0,110	0,150	
1979	0,000	0,000	0,010	0,070	0,100	0,160	0,210	0,160	0,090	0,090	0,540	0,320	
1980	0,180	0,050	0,060	0,270	0,820	0,880	0,540	0,100	0,320	0,240	0,210	0,040	
1981	0,000	0,000	0,060	0,030	0,380	0,490	0,540	0,240	0,440	0,180	0,160	0,050	
1982	0,070	0,050	0,100	0,100	0,130	0,820	1,340	0,380	0,160	0,100	0,050	0,080	
1983	0,070	0,040	0,060	0,090	0,440	0,490	0,600	0,540	0,490	0,210	0,100	0,030	
1984	0,020				0,260	0,380	0,380	0,490	0,380	0,100	0,320	0,120	
1985	0,100	0,120	0,090	0,150	0,240	0,820	0,930	0,870	0,260	0,490	0,600	0,150	
1986	0,070	0,100	0,180	0,100	0,260	0,260	0,930	0,290	0,210	0,870	0,260	0,100	
1987	0,080	0,080	0,080	0,100	0,240	0,380	0,070	0,100	0,000	0,080	0,000	0,000	
1990	0,020	0,140	0,150	0,280	0,750	0,720	0,720	0,790	0,230	0,230	0,280	0,260	
1991	0,010	0,010	0,050	0,050	0,050	0,176	1,250	1,810	0,340	0,190	0,390	0,148	
1992	0,034	0,042	0,034	0,078	0,19	0,29	1,25	0,79	0,19	0,19	0,148	0,078	
1993	0,026	0,01	0,01	0,44	1,25	1,066	1,25	1,25	0,34	0,24	0,44	0,078	
1994	0,01	0,12	0,24	0,176	0,79	0,79	0,19	0,79	4,36				
1995			0,01	0,014	0,79	1,204	0,79	0,44	0,162	0,046	0,018	0,01	
1996	0,01	0,01	0,01	0,01	0,09	0,05	0,06	0,03	0,04	0,05	0,03	0,03	
1997	0,064	0,078	0,01	0,01	0,046	0,162	1,47	0,365	0,01	0,01	0,755	0,134	
1998	0,047	0,044	0,044	0,013	0,013	0,252	0,943	0,318	0,109	0,179	0,091	0,072	
1999		0,118	0,027	0,07	0,27	0,178	0,099	0,112	0,094	0,45	0,29	0,062	
2000	0,006	0,001	0,001	0,017	0,061	2,239	2,057	1,879	0,306	0,269	0,269	0,282	
2001	0,034	0,035	0,04	0,013	0,074	0,248	0,47	0,456	0,183	0,137	0,347	0,229	
2002	0,08	0,004	0,004	0,157	0,135	0,726	0,535	0,561	0,208	0,031	0,042	0,026	
2003							0,49	0,212	0,134	0,094	0,035	0,004	
2004	0	0	0	0,05	0,101	0,533	0,289	0,289	0,101	0,004			
2005				0,035	0,674	0,382	0,382	0,405	0,358	0,456	0,645	0,134	
2006									0,009	0,009	0,009	0,009	
2007	0,009	0,009	0,009	0,046	0,222	0,273	0,118	0,092	0,772	1,291	0,351	0,351	
2008	0,498	0,351	0,055	0,036	0,032	0,247	0,26		0,73	0,945			
2009		0,072	0,072	0,157	0,101	0,247	1,737		0,481	0,268	0,134	0,017	
2010	0,004	0,004	0,017	0,101	0,035	0,495	0,439	0,208	0,247	0,289	0,289	0,247	
2011	0,087	0,072	0,289	0,247	0,268	0,456	0,289	0,168	0,101	0,101	0,101	0,072	
2012	0,017	0,017	0,041	0,277	0,458	0,158	0,085	0,277	0,158	0,143	0,085		
2013	0,009	0,002	0,017	0	0,067	0,229	0,205	0,181	0,017	0,017	0,017	0,013	
2014	0,013	0	0,013	0,009	0,045	0,055	0,855	0,109	0,079	0,058			

C A R - CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA													
SICLICA - Sistema de Información Climatológica e Hidrológica													
VALORES MÍNIMOS MENSUALES DE CAUDALES (m³/s)													
ESTACIÓN : 2120798 SAN ISIDRO													
Latitud	0451 N	X=N=1028040	Departamento		CUNDINAMARCA		Corriente	R. SIECHA		Categoría		LM	
Longitud	7354 W	Y=E=1020000	Municipio		GUASCA		Cuenca	R. SIECHA		Fecha Instalación		12/01/1958	
Elevación	2680 m.s.n.m		Oficina Provincial		1 BOGOTÁ - LA CALERA						Fecha Suspensión		
AÑO	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE	
1970	0,100	0,070	0,140	0,090	0,190	0,750	0,810	0,410	0,250	0,410	0,600	0,160	
1971	0,098	0,054	0,092	0,123	0,344	0,409	0,566	0,396	0,357	0,086	0,357	0,266	
1972	0,290	0,090	0,090	0,390	1,130	1,800	0,770	0,570	0,490	0,220	0,380	0,240	
1973	0,060	0,110	0,110	0,100	0,380	0,600	0,750	1,170	1,370	1,170	0,570	1,430	
1974	0,060	0,310	0,140	0,700	1,170	0,800	1,070	0,110	0,140	0,340	0,600	0,050	
1975	0,010	0,010	0,240	0,130	0,320	1,030	0,580	0,560	0,700	0,610	0,420	0,630	
1976	0,410	0,090	0,180	0,480	0,990	1,250	2,270	0,870	0,570	0,460	0,390	0,270	
1977	0,010		0,030	0,020	0,040	0,600	1,490	0,630	0,600	0,480	0,990	0,330	
1978	0,440	0,600	0,090	0,810	0,630	1,190	0,690	0,750	0,600	0,010	0,010	0,000	
1979	0,060	0,020	0,020	0,020	0,300	0,710	0,930	0,780	0,670	0,670	2,140	1,310	
1980	0,670	0,330	0,330	0,670	0,800	1,050	1,480	0,990	0,990	0,670	0,670	0,150	
1981	0,130	0,150	0,220	0,170	1,480	1,310	1,400	1,310	1,480	1,310	0,540	0,500	
1982	0,280	0,220	0,410	0,990	0,730	0,670	1,310	1,400	0,860	0,670	0,670	0,670	
1983	0,460	0,330	0,540	0,630	1,310	1,310	1,120	1,310	0,930	0,630	0,240	0,200	
1984	0,010	0,060	0,180	0,010	0,240	0,790	0,240	0,290	0,240	0,010	0,060	0,010	
1985					0,010	0,370	0,420	0,330	0,040	0,060	0,060		
1986	0,070	0,050	0,310	0,110	0,090	1,150	1,640	0,730	0,660	0,800	0,310	0,060	
1987	0,040	0,040	0,040	0,040	0,090	0,660	0,800	0,940	0,380	0,660	0,170	0,080	
1988							0,100	0,550	0,240	0,180	0,180	0,290	0,020
1989	0,080	0,050	0,050	0,060	0,060	1,080	0,800	0,450	0,240	0,240	0,240	0,050	
1990	0,000	0,000	0,040	0,210	1,090	1,030	0,700	0,810	0,130	0,270	0,420	0,160	
1991	0,092	0,078	0,050	0,290	0,320	0,452	1,640	1,112	0,383	0,186	0,208	0,164	
1992	0,064	0,077	0,050	0,034	0,164	0,230	0,383	0,560	0,365	0,230	0,186	0,208	
1993	0,050	0,050	0,034	0,050	0,888	0,560	1,710	0,758	0,452	0,230	0,230	0,077	
1994	0,040	0,022	0,040	0,037	0,460	0,460	0,700	0,604	0,676	0,700	0,508	0,221	
1995	0,039	0,009	0,009	0,009	0,460	0,699	0,939	0,699	0,319	0,259	0,120	0,039	
1996	0,034	0,129	0,208	0,048	0,259	0,699	1,215	0,759	0,460	0,418	0,280	0,059	
1997	0,020	0,140	0,068	0,140	0,372	0,349	0,666	0,330	0,262	0,015	0,008	0,000	
1998	0,000	0,000	0,000	0,004	0,160	2,330	2,810	1,910	0,570	0,378	0,262	0,160	
1999	0,140	0,060	0,330	0,330	0,517	0,882	0,689	1,190	0,805	1,489	0,805	0,517	
2000	0,294	0,253	0,071	0,475	0,517	0,747	0,718	0,545	0,689	0,310	0,168	0,081	
2001	0,070	0,061	0,151	0,061	0,031	0,473	0,517	0,607	0,517	0,070	0,044	0,114	
2002	0,057	0,025	0,003	0,037	0,146	3,183	0,607	0,562	0,312	0,037	0,179	0,070	
2003	0,049	0,025	0,003	0,161	0,291	0,434	0,804	0,914	0,981	0,784	0,534	0,283	
2004	0,086	0,005	0,274	0,319	1,348	2,347	1,654	0,935	0,300	0,283	0,347	0,161	
2005	0,060	0,057	0,003	0,003	0,607	0,607	0,607	0,607	0,635	0,651	0,623	0,274	
2006	0,294	0,070	0,138	0,080	0,817	0,817	0,915	0,935	0,640	0,836	0,817	0,347	
2007	0,070	0,022	0,005	0,347	0,640	0,935	0,817	0,817	0,817	0,817	0,719	0,640	
2008	0,303	0,294	0,181	0,225	0,582	0,817	1,799	0,797	0,719	0,640	0,836	0,739	
2009	0,450	0,356	0,356	0,561	0,356	0,356	0,812	0,356	0,450	0,264	0,133	0,008	
2010	0,000	0,000	0,000	0,039	0,498	0,637	0,702	0,658	0,529	0,593	0,813	0,702	
2011	0,216	0,161	0,637	0,561	3,817	2,648	2,552	1,304	1,157	0,637	1,894	1,216	
2012	0,419	0,356	0,053	0,192	1,035	0,546	0,676	0,816	0,471	0,393	0,212	0,159	
2013	0,081	0,045	0,131	0,075	0,225	0,245	0,212	0,393	0,245	0,086	0,139	0,232	
2014	0,078	0,061	0,084	0,053	0,1	0,126	0,851	0,781	0,458	0,419			

7.1.2. Datos CORPOGUAVIO

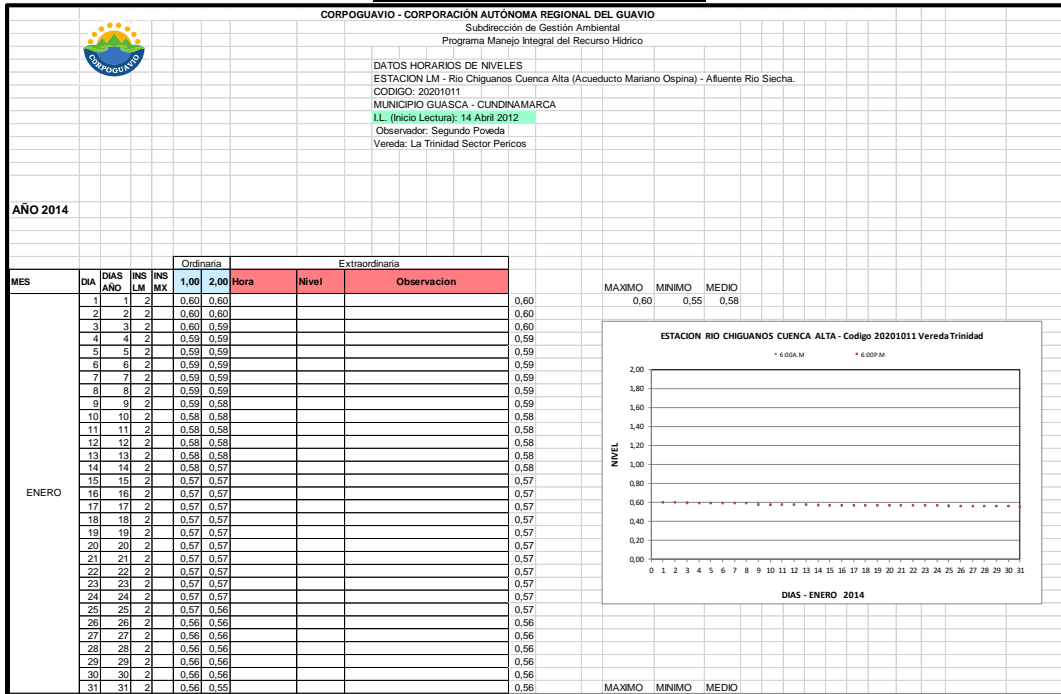
7.1.2.1. Niveles Siecha - Chipatá

Nombre	Tamaño	Tamaño comp...	Modificado
 NIVINCO DIARIO 2014.xlsx	529 061	463 930	2017-05-20 10:45
 NIVINCO DIARIO 2013.xlsx	279 969	239 044	2017-05-20 10:45
 NIVINCO DIARIO 2015.xlsx	451 740	385 847	2017-05-20 10:45
 NIVINCO DIARIO 2016.xlsx	437 060	363 725	2017-05-20 10:45
 NIVINCO DIARIO 2017.xlsx	425 418	337 732	2017-05-20 10:45

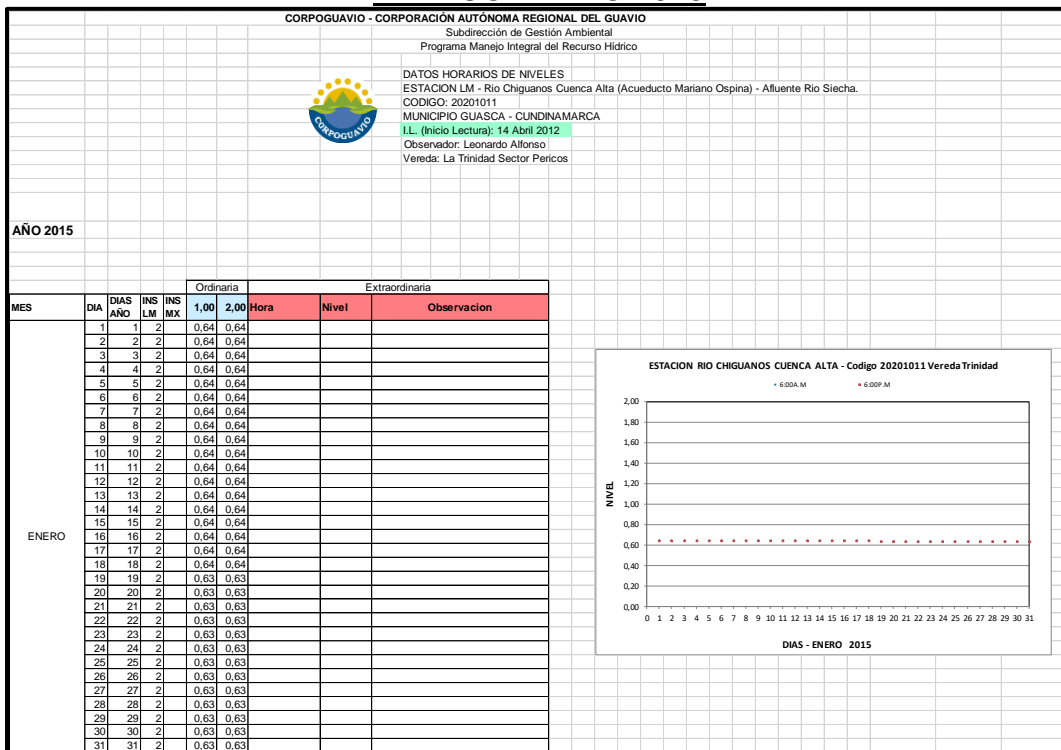
NIVINCO DIARIO 2013

CORPOGUAVIO - CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL GUAVIO										
Subdirección de Gestión Ambiental Programa Manejo Integral del Recurso Hídrico										
DATOS HORARIOS DE NIVELES										
ESTACION LM - Rio Chiguanos Cuenca Alta (Acueducto Mariano Ospina) - Afluente Rio Siecha.										
CODIGO: 20201011										
MUNICIPIO GUASCA - CLUNDINAMARCA										
I.L. (Inicio Lectura): 14 Abril 2012										
Observador: Segundo Poveda										
Vereda: La Trinidad Sector Pericos										
AÑO: 2013										
MES	DIA	DIAS AÑO	INS LM	INS MX	Ordinaria		Extraordinaria			
					1,00	2,00	Hora	Nivel	Observacion	
ENERO	1	1	2		0,61	0,59				
	2	2	2		0,60	0,60				
	3	3	2		0,61	0,60				
	4	4	2		0,60	0,59				
	5	5	2		0,59	0,58				
	6	6	2		0,60	0,59				
	7	7	2		0,59	0,58				
	8	8	2		0,59	0,57				
	9	9	2		0,56	0,55				
	10	10	2		0,57	0,56				
	11	11	2		0,58	0,57				
	12	12	2		0,56	0,55				
	13	13	2		0,56	0,54				
	14	14	2		0,55	0,55				
	15	15	2		0,57	0,56				
	16	16	2		0,55	0,57				
	17	17	2		0,56	0,54				
	18	18	2		0,54	0,54				
	19	19	2		0,55	0,55				
	20	20	2		0,55	0,54				
	21	21	2		0,54	0,53				
	22	22	2		0,54	0,53				
	23	23	2		0,55	0,56	05:01 p.m	0,55		
	24	24	2		0,57	0,56				
	25	25	2		0,56	0,55				
	26	26	2		0,55	0,54				
	27	27	2		0,54	0,54				
	28	28	2		0,55	0,55				
	29	29	2		0,56	0,55				
	30	30	2		0,55	0,54	03:50 p.m	0,54		
	31	31	2		0,56	0,55				

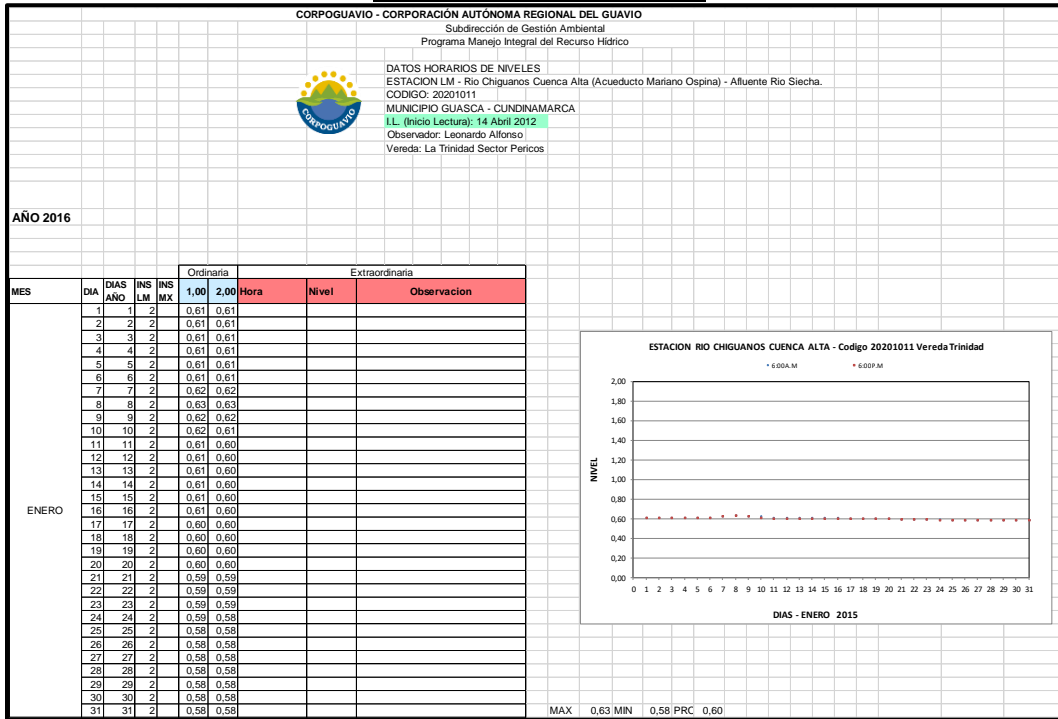
NIVINCO DIARIO 2014



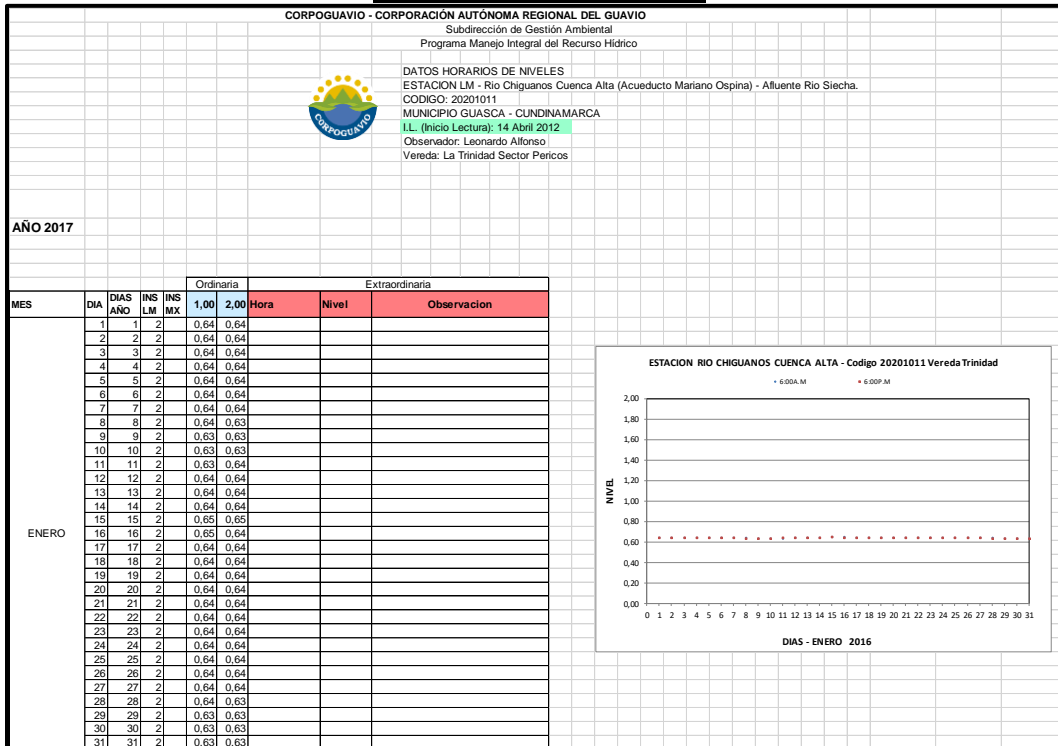
NIVINCO DIARIO 2015



NIVINCO DIARIO 2016



NIVINCO DIARIO 2017



7.1.2.2. Aforos Líquidos

3. Relación Aforos Nivel-Q

2012



CORPOGUAVIO - CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL GUAVIO
Subdirección de Gestión Ambiental
Programa Gestión Integral del Recurso Hídrico

RESUMEN DE AFOROS LIQUIDOS m³/seg- RED HIDROMETRICA GUASCA - NIVEL (m)

CODIGO	ESTACION	TE	ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO		JULIO		AGOSTO		SEPTIEMBRE		OCTUBRE		NOVIEMBRE		DICIEMBRE	
			H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q
20201011	Rio Siecha Cuenca Alta	LM																								
20201012	Rio Siecha Cuenca Media	LM																								
20201031	Q. Salitre Cuenca Alta	LM							0,34	0,19													0,40	0,04		
20201081	Rio Chipata Cuenca Alta	LM																				0,25	0,27			
20201082	Rio Chipata Cuenca Baja	LM																								
20201084	Quebrada Uval	LM							0,18	0,10														0,00		

2012_Resultados

2013



CORPOGUAVIO - CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL GUAVIO
Subdirección de Gestión Ambiental
Programa Gestión Integral del Recurso Hídrico

RESUMEN DE AFOROS LIQUIDOS m³/seg- RED HIDROMETRICA GUASCA - NIVEL (m)

CODIGO	ESTACION	TE	ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO		JULIO		AGOSTO		SEPTIEMBRE		OCTUBRE		NOVIEMBRE		DICIEMBRE	
			H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q
20201011	Rio Siecha Cuenca Alta	LM											0,64	0,23												
20201012	Rio Siecha Cuenca Media	LM											0,89	0,18												
20201031	Q. Salitre Cuenca Alta	LM							0,40	0,042			0,44	0,23												
20201081	Rio Chipata Cuenca Alta	LM					0,34	0,10									0,68	0,85								
20201082	Rio Chipata Cuenca Baja	LM											0,25	0,52			0,37	1,66								
20201084	Quebrada Uval	LM			0,10	0,01							0,19	0,12	0,41	0,078										

2013_Resultados

2014



CORPOGUAVIO - CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL GUAVIO
Subdirección de Gestión Ambiental
Programa Gestión Integral del Recurso Hídrico

RESUMEN DE AFOROS LIQUIDOS m³/seg- RED HIDROMETRICA GUASCA - NIVEL (m)

CODIGO	ESTACION	TE	ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO		JULIO		AGOSTO		SEPTIEMBRE		OCTUBRE		NOVIEMBRE		DICIEMBRE	
			H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q
20201011	Rio Siecha Cuenca Alta	LM			0,53	0,07																				
20201012	Rio Siecha Cuenca Media	LM			0,80	0,07																				
20201031	Q. Salitre Cuenca Alta	LM																						0,42	0,09	
20201081	Rio Chipata Cuenca Alta	LM			0,35	0,05	0,41	0,06																		
20201082	Rio Chipata Cuenca Baja	LM			0,13	0,04																				
20201084	Quebrada Uval	LM			0,06	0,01																				

2014_Resultados

2015



CORPOGUAVIO - CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL GUAVIO
Subdirección de Gestión Ambiental
Programa Gestión Integral del Recurso Hídrico

RESUMEN DE AFOROS LIQUIDOS m³/seg- RED HIDROMETRICA GUASCA - NIVEL (m)

CODIGO	ESTACION	TE	ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO		JULIO		AGOSTO		SEPTIEMBRE		OCTUBRE		NOVIEMBRE		DICIEMBRE	
			H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q
20201011	Rio Siecha Cuenca Alta	LM																0,66	0,11			0,63	0,09			
20201012	Rio Siecha Cuenca Media	LM																1,00	0,24					0,81	0,19	
20201031	Q. Salitre Cuenca Alta	LM																								
20201081	Rio Chipata Cuenca Alta	LM																			0,41	0,06				
20201082	Rio Chipata Cuenca Baja	LM																0,26	0,08	0,18	0,07	0,17	0,04			
20201084	Quebrada Uval	LM																0,16	0,05	0,11	0,03					

2015_Resultados

4. Relación Cartera de Aforos

CODIGO	FECHA	Aforo - ENTREGA 1		ENTREGA 2 Cartera de Aforos		Registros absolutos		
		Metodo Grafico		N	Q	FECHA	Min	Max
20201011	sep-15	0,66	0,11					
	nov-15	0,63	0,09					
	feb-14	0,53	0,07	0,53	0,07	0,5	1,4	
	jun-13	0,64	0,23	0,64	0,23			
20201012	sep-15	1	0,24					
	nov-15	0,81	0,19					
	feb-14	0,8	0,07	0,8	0,07	0,51	1,58	
	jun-13	0,89	0,18	0,89	0,18			
20201031	nov-14	0,42	0,09					
	jul-13			0,47	0,054			
	jun-13	0,44	0,23	0,44	0,23			
	abr-13	0,4	0,042	0,4	0,042	0,3	0,82	
	nov-12	0,4	0,04	0,4	0,04			
	abr-12	0,44	0,19	Sin lectura	0,19			
20201081	oct-15	0,41	0,06					
	mar-14	0,41	0,06	0,41	0,06			
	feb-14	0,35	0,05	0,35	0,05	0,22	1,3	
	ago-13	0,68	0,85	0,68	0,85			
	mar-13	0,34	0,1	0,34	0,1			
20201082	nov-15	0,17	0,04					
	oct-15	0,18	0,07					
	sep-15	0,26	0,08					
	feb-14	0,13	0,04	0,13	0,04	0,06	1,7	
	ago-13			0,37	1,66			
	jun-13	0,25	0,52	0,25	0,52			
20201084	oct-12	0,25	0,27	0,25	0,27			
	sep-15	0,16	0,05					
	oct-15	0,11	0,03					
	feb-14	0,06	0,01	0,06	0,01			
	jul-13	0,41	0,078	0,41	0,078	0,02	0,64	
	jun-13	0,19	0,12	0,19	0,12			
	feb-13	0,1	0,01	0,1	0,01			
	abr-12	0,18	0,1	Sin lectura	0,1			

Fecha Aforo	Nivel (m)	Caudal Aforo (m³/s)	Caudal Teorico m³/s)
nov-14	0,42	0,09	0,21
jul-13	0,47	0,054	0,30
jun-13	0,44	0,23	0,20
abr-13	0,4	0,042	0,18
nov-12	0,4	0,04	0,18
abr-12	0,44	0,19	0,24

presencia de rocas

bocatomas aguas debajo de la estacion

7.2. Escorrentía Red Ref. Gral. Método Q Grafico.

7.2.4. Coeficiente Variación

ESTACION	CODIGO	Escorrentia Promedio (Ymax) (mm/año)	S max (mm/año)	CV max	Escorrentia Promedio (Ymed) (mm/año)	S med (mm/año)	CV med	Escorrentia Promedio (Ymin) (mm/año)	S min (mm/año)	CV min
*SAN ISIDRO	2120798	12106,01	8335,48	0,69	643,04	373,33	0,58	19,91	34,19	1,72
AREA DRENAJE RIO CHIGUAMOS (Acueducto Mariano Ospina)	20201011	660,72	544,14	0,82	204,53	31,24	0,15	156,87	29,86	0,19
AREA DRENAJE PASO HONDO (Acueducto Salitre y Santa Lucia)	20201012	1855,60	619,10	0,33	756,94	214,61	0,28	439,31	81,30	0,19
QUEBRADA SALITRE BOCATOMA 1 ACUEDUCTO SAN JOIS	20201031	745,21	522,13	0,70	477,35	157,21	0,33	332,10	56,23	0,17
*SANTO DOMINGO	2120799	19634,67	13056,10	0,66	999,08	712,63	0,71	5,46	11,40	2,09
RIO CHIPATA CUENCA ALTA UNION QUEBRADA PIÑUELA Y ARBOLETA	20201081	5075,54	6679,57	1,32	661,86	462,11	0,70	257,50	73,43	0,29
RIO CHIPATA CUENCA BAJA ANTES UNION RIO SIECHA	20201082	14308,58	14437,32	1,01	668,93	735,73	1,10	96,25	133,58	1,39
QUEBRADA UVAL BOCATOMA 1 ACUEDUCTO	20201084	13424,63	14500,91	1,08	393,84	291,94	0,74	88,67	47,14	0,53

* Estaciones monitoreadas por la CAR de Cundinamarca

CUENCA	SUBCUENCA	SECTOR	CV max	CV med	CV min
RIO SIECHA	Alta y Media	Rio Siecha	0,64	0,34	0,57
		Rio Chipata	1,02	0,81	1,07
	Alta, Media y Baja		0,83	0,57	0,82

7.4. Registros Históricos CORPOGUAVIO.

- Chiguanos CA.

VALORES NIVELES MENSUALES (m)												
										ESTACIÓN : 20201011 Chiguanos CA		
Latitud			Departamento	CUNDINAMARCA		Corriente			Categoría	LM		
Longitud			Municipio	GUASCA		Cuenca	R. SIECHA		Fecha Instalación	10/01/1956		
Elevación			Oficina Provincial							Fecha Suspensión		
AÑO	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE
2013	0,56	0,55	0,54	0,57	0,72	0,68	0,69					
2014	0,58	0,53	0,60	0,59	0,60	0,76	0,75	0,73	0,67	0,71	0,70	0,66
2015	0,64	0,63	0,62	0,63	0,63	0,71	0,72	0,74	0,71	0,64	0,64	0,62
2016	0,60	0,57										
2017	0,64	0,63	0,68	0,78								
MEDIOS	0,60	0,58	0,61	0,64	0,65	0,72	0,72	0,73	0,69	0,67	0,67	0,64
MAXIMOS	0,64	0,63	0,68	0,78	0,72	0,76	0,75	0,74	0,71	0,71	0,70	0,66
MINIMOS	0,56	0,53	0,54	0,57	0,60	0,68	0,69	0,73	0,67	0,64	0,64	0,62

- Chiguanos CM.

VALORES NIVELES MENSUALES DE CAUDALES (m)												
										ESTACIÓN : 20201012 Chiguanos CM		
Latitud			Departamento	CUNDINAMARCA		Corriente			Categoría	LM		
Longitud			Municipio	GUASCA		Cuenca	R. SIECHA		Fecha Instalación	10/01/1956		
Elevación			Oficina Provincial							Fecha Suspensión		
AÑO	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE
2013	0,83	0,81	0,79	0,90	1,10	0,94	0,88					
2014	0,88	0,80	0,83	0,80	0,88	1,13	0,99	1,00	1,01	1,02	0,88	0,88
2015	0,78	0,75	0,68	0,71	0,72	1,18	1,16	1,15	1,02	0,80	0,81	0,81
2016	0,78	0,75	0,68	0,71	0,72	1,18	1,16	1,15	1,02	0,80	0,81	0,81
2017	0,87	0,91	1,04	0,94								
MEDIOS	0,83	0,80	0,80	0,81	0,85	1,10	1,05	1,10	1,01	0,87	0,83	0,83
MAXIMOS	0,88	0,91	1,04	0,94	1,10	1,18	1,16	1,15	1,02	1,02	0,88	0,88
MINIMOS	0,78	0,75	0,68	0,71	0,72	0,94	0,88	1,00	1,01	0,80	0,81	0,81

- Q. Salitre.

VALORES NIVELES MENSUALES DE CAUDALES (m)													
										ESTACIÓN : 20201031 Salitre			
Latitud				Departamento	CUNDINAMARCA			Corriente				Categoría	LM
Longitud				Municipio	GUASCA			Cuenca	R. SIECHA	Fecha Instalación		10/01/1956	
Elevación				Oficina Provincial						Fecha Suspensión			
AÑO	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE	
2013	0,36	0,37	0,44	0,40	0,45	0,50	0,43						
2014	0,37	0,33	0,40	0,42	0,49	0,67	0,51	0,46	0,43	0,36	0,41	0,40	
2015	0,36	0,39	0,38	0,42	0,50	0,59	0,52	0,55	0,41	0,39	0,40	0,40	
2016	0,38												
2017	0,34	0,39	0,43	0,48									
MEDIOS	0,36	0,37	0,41	0,43	0,48	0,59	0,49	0,50	0,42	0,37	0,41	0,40	
MAXIMOS	0,38	0,39	0,44	0,48	0,50	0,67	0,52	0,55	0,43	0,39	0,41	0,40	
MINIMOS	0,34	0,33	0,38	0,40	0,45	0,50	0,43	0,46	0,41	0,36	0,40	0,40	

- Chipatá CA.

VALORES NIVELES MENSUALES DE CAUDALES (m)												
										ESTACIÓN : 20201081 Chipata CA		
Latitud				Departamento	CUNDINAMARCA			Corriente	R. CHIPATÁ	Categoría		LM
Longitud				Municipio	GUASCA			Cuenca	R. SIECHA	Fecha Instalación		10/01/1956
Elevación				Oficina Provincial						Fecha Suspensión		
AÑO	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE
2013		0,33	0,40	0,40	0,53	0,51	0,67					
2014	0,36	0,33	0,44	0,54	0,54	0,81	0,76	0,63	0,59	0,50	0,41	0,43
2015	0,33	0,40	0,36	0,48	0,55	0,80	0,66		0,52	0,43	0,45	0,45
2016												
2017	0,31	0,35	0,43	0,37								
MEDIOS	0,33	0,35	0,41	0,45	0,54	0,71	0,70	0,63	0,56	0,46	0,43	0,44
MAXIMOS	0,36	0,40	0,44	0,54	0,55	0,81	0,76	0,63	0,59	0,50	0,45	0,45
MINIMOS	0,31	0,33	0,36	0,37	0,53	0,51	0,66	0,63	0,52	0,43	0,41	0,43

- Chipatá CB.

VALORES NIVELES MENSUALES DE CAUDALES (m)													
										ESTACIÓN : 20201082 Chipata CB			
Latitud				Departamento	CUNDINAMARCA			Corriente	R. CHIPATÁ		Categoría	LM	
Longitud				Municipio	GUASCA			Cuenca	R. SIECHA		Fecha Instalación	10/01/1956	
Elevación				Oficina Provincial						Fecha Suspensión			
AÑO	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE	
2013	0,16	0,14	0,24	0,22	0,36	0,31	0,38						
2014	0,10	0,11	0,21	0,26	0,26	0,61	0,59	0,46	0,39	0,32	0,27	0,25	
2015	0,17	0,23	0,18	0,31	0,33	0,69	0,53	0,54	0,36	0,22	0,25	0,24	
2016	0,17	0,23	0,18	0,31	0,33	0,69	0,53	0,54	0,36	0,22	0,25	0,24	
2017	0,27	0,29	0,46	0,49									
MEDIOS	0,17	0,20	0,25	0,32	0,32	0,57	0,51	0,51	0,37	0,25	0,26	0,24	
MAXIMOS	0,27	0,29	0,46	0,49	0,36	0,69	0,59	0,54	0,39	0,32	0,27	0,25	
MINIMOS	0,10	0,11	0,18	0,22	0,26	0,31	0,38	0,46	0,36	0,22	0,25	0,24	

- Q. Uval.

VALORES NIVELES MENSUALES DE CAUDALES (m)													
										ESTACIÓN : 20201084 Q. uval			
Latitud				Departamento	CUNDINAMARCA			Corriente			Categoría	LM	
Longitud				Municipio	GUASCA			Cuenca	R. SIECHA		Fecha Instalación	10/01/1956	
Elevación				Oficina Provincial						Fecha Suspensión			
AÑO	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE	
2013	0,09	0,09	0,18	0,17	0,27	0,24	0,27						
2014	0,06	0,06	0,10	0,16	0,15	0,32	0,30	0,25	0,19	0,16	0,12	0,10	
2015	0,05	0,10	0,07	0,18	0,23	0,33	0,23	0,26	0,19	0,14	0,16	0,16	
2016	0,05	0,10	0,07	0,18	0,23	0,33	0,23	0,26	0,19	0,14	0,16	0,16	
2017	0,26	0,25	0,30	0,25									
MEDIOS	0,10	0,12	0,15	0,19	0,22	0,30	0,26	0,25	0,19	0,15	0,14	0,14	
MAXIMOS	0,26	0,25	0,30	0,25	0,27	0,33	0,30	0,26	0,19	0,16	0,16	0,16	
MINIMOS	0,05	0,06	0,07	0,16	0,15	0,24	0,23	0,25	0,19	0,14	0,12	0,10	

