



UNIVERSIDAD DE TALCA
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES
ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL

**ANÁLISIS DE LAS ESCORRENTÍAS MENSUALES Y ANUALES
DE LA CUENCA DEL ELQUI Y LA POTENCIAL INFLUENCIA
GLACIAR EN LA PRODUCCIÓN DE AGUA**

FERNANDO ANTONIO URBINA FUENTES

**Memoria para optar al título de:
INGENIERO FORESTAL**

Profesor Guía: Dr. Ing. ROBERTO PIZARRO TAPIA

TALCA – CHILE

2012



UNIVERSIDAD DE TALCA
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES
ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL

El Sr. Fernando Antonio Urbina Fuentes, ha realizado la Memoria: **“Análisis de las escorrentías mensuales y anuales de la cuenca del Elqui y la potencial influencia glaciar en la producción de agua”**, como uno de los requisitos para optar al Título de Ingeniero Forestal. El Profesor Guía es el Dr. Ing. Roberto Pizarro Tapia.

La comisión de calificación constituida por los profesores Dr. Ing. Roberto Pizarro Tapia y la Dra. Ursula María Doll, han evaluado con nota 7,0 (siete, cero)

IVÁN CHACÓN CONTRERAS
DIRECTOR
ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL

Talca, Enero de 2012

*“¿Hemos vencido a un enemigo? A ninguno, excepto a nosotros mismos.
¿Hemos ganado un reino? No, y no obstante sí.
Hemos logrado una satisfacción completa, hemos materializado un objetivo.
Luchar y comprender, nunca el uno sin el otro, esta es la ley.”
(George Herbert Leigh Mallory)*

Especialmente a mi madre, quien me ha sacado adelante con infinito esfuerzo y amor incondicional. Enseñándome a vivir y disfrutar cada segundo al máximo. Entregándome valores como humildad, perseverancia, respeto, lealtad y disciplina entre tantos otros.

AGRADECIMIENTOS

Sinceros y cordiales agradecimientos a todas aquellas personas e instituciones que hicieron posible la realización de este documento y que prestaron de forma desinteresada su ayuda. Agradezco a:

A mi madre y familia principalmente, que me han apoyado siempre y después de estos 24 años alcanzan este gran objetivo que hicieron propio.

Al Dr. Ing. Roberto Pizarro, quien se encargó de orientarme en este último y complejo proceso de la vida universitaria, siendo además de un guía, un gran amigo.

A todo el personal de la Dirección General de Aguas (D.G.A., Región de Coquimbo), especialmente a Carlos Galleguillos, Gustavo Freixas y Gerardo Torres.

A M^o Eliana quien siempre fue un apoyo desde que entre a la carrera, gracias por su disposición constante a solucionar nuestros problemas como estudiantes. A Rodrigo, Francisco y todo el equipo de personas que conforman el grupo de Estándares de Ingeniería para Aguas y Suelos (EIAS), quienes siempre me apoyaron, dispusieron de su tiempo para aclarar mis dudas y ayudarme en lo que necesitara. A los profesores Dr. Oscar Vallejos y M.S. Yony Ormazábal.

A Paz por siempre estar dispuesta a escuchar mis problemas. A todos mis amigos escaladores y montañistas (Vicho, Waraco, Wlady, Moreno, Mono, Comadreja, Sherpa y a toda la manada que involuntariamente no alcanzo a mencionar), a mis amigos y compañeros de generación y de carrera, a David y a Javiera especialmente, quien sin duda ha sido una gran amiga y lo seguirá siendo.

Y por último, quisiera agradecer a Daniela, quien rápidamente se ha integrado a mi vida y ha sido un apoyo constante día a día.

RESUMEN

La presente memoria pretende inferir acerca de la potencial influencia glaciar en el comportamiento de los caudales en las últimas cuatro décadas, para cuatro subcuencas del Río Elqui, a saber, Río Turbio (3.572 Km²), Río Cochiguaz (589 Km²), Río La Laguna (222 Km²) y Río Toro (616 km²); ubicadas en la Región de Coquimbo, Chile, las que poseen un régimen marcadamente pluvio-nivo-glacial.

Se consideraron cuatro estaciones pluviométricas con registros mensuales y anuales (mm) para el periodo 1970-2009, donde luego de completar datos faltantes de cada estación, se estimaron precipitaciones medias areales mediante el método de polígonos de Thiessen. Por su parte, los caudales medios mensuales y anuales fueron extraídos de los registros de cuatro estaciones fluviométricas. Cabe señalar que los datos de ambas variables fueron facilitados por la Dirección General de Aguas, Región de Coquimbo.

El análisis del comportamiento temporal de las variables precipitación y caudal se llevó a cabo mediante el ajuste de las funciones de distribución de probabilidad de Gumbel, Goodrich y Log-Normal; asimismo, se analizó el comportamiento de los datos en función del tiempo y del coeficiente PP/Q, el cual expresa la proporcionalidad existente entre la precipitación y el caudal.

Así, fue posible determinar que en la cuenca del Río Elqui se observa en las últimas cuatro décadas una tendencia al aumento de las precipitaciones invernales, una disminución de las precipitaciones en verano, y la mantención o incremento de los caudales en periodos estivales, lo cual es atribuible a un aporte extra de volúmenes de agua, por efecto del derretimiento glaciar.

SUMMARY

This report intends to infer the potential glacier influence on the behavior of flows over the past four decades, concerning four sub-basins of the Elqui River, namely the Turbio River (3.572 km²), the Cochiguaz River (589 km²), La Laguna River (222 km²) and the Toro River (616 km²) which are located in the Coquimbo Region, Chile, and have a strongly pluvio-nivo-glacial system.

The monthly and annual records (mm) of four rainfall stations were considered during the period 1970-2009, where, after completing the missing data from each station, average areal rainfall was estimated using the method of Thiessen polygons. Meanwhile, monthly and annual average flows were extracted from the records of four gaging stations. Note that data on both variables were provided by the General Directorate of Water, Coquimbo Region.

The analysis of the temporal behavior of precipitation and flow variables was carried out by adjusting the function of probability distribution of Gumbel, Goodrich and Log-Normal; in the same way the behavior of the data in terms of time and the PP/Q ratio, which express the proportionality between precipitation and flow, was also analyzed.

Thus, it was possible to determine that in the Elqui River basin, in the last four decades, experienced an increasing trend of winter precipitation, a decrease in summer rainfall, and a continuation or increase of flows in summer periods, attributable to an increase in the volume of water caused by glacial melt.

ÍNDICE

| | |
|--|----|
| 1. INTRODUCCIÓN | 1 |
| 2. OBJETIVOS | 3 |
| 2.1. Objetivo General | 3 |
| 2.2. Objetivo Específico | 3 |
| 3. ANTECEDENTES GENERALES DE LA REGIÓN DE COQUIMBO | 4 |
| 4. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA | 7 |
| 4.1. Retroceso Glaciar | 7 |
| 4.1.1. Cambio climático | 9 |
| 4.1.2. Fenómeno de El Niño y La Niña | 10 |
| 4.2. Análisis Estadístico de Variables Hidrológicas | 11 |
| 4.2.1. Pruebas de bondad de ajuste | 12 |
| 4.2.1.1. Kolmogorov – Smirnov | 12 |
| 4.2.1.2. Coeficiente de Determinación R^2 | 13 |
| 4.3. Breve Análisis de Algunos Estudios Relacionados | 13 |
| 4.3.1. Cambios de altura de superficie en el glaciar El Tapado, en la parte superior del Valle del Elqui, Norte Chico (Chile), usando los datos de MDE | 13 |
| 4.3.2. Los glaciares y las interacciones hidroclimáticas en la elevada altitud de la región semiárida del Norte Chico de Chile: progresos y desafíos | 14 |
| 4.3.3. Variación temporal de las precipitaciones y caudales en la cuenca del Maipo, y la potencial influencia glaciar en la producción de agua (1963-2006) ... | 15 |

| | |
|---|----|
| 5. METODOLOGÍA | 16 |
| 5.1. Materiales..... | 16 |
| 5.2. Pasos Metodológicos..... | 16 |
| 5.2.1. Revisión bibliográfica..... | 16 |
| 5.2.2. Captura de datos | 17 |
| 5.2.3. Completación de datos faltantes | 19 |
| 5.2.4. Estimación de precipitaciones areales medias | 20 |
| 5.2.5. Periodos a estudiar | 21 |
| 5.2.6. Comparación interperiodos de valores medios, mensuales y anuales | 22 |
| 5.2.7. Cálculo de las funciones de distribución de probabilidad | 22 |
| 5.2.8. Análisis del comportamiento de las precipitaciones y de los caudales | 27 |
| 5.2.9. Presentación de resultados..... | 27 |
| 5.2.10. Análisis y discusión de resultados | 27 |
| | |
| 6. RESULTADOS..... | 28 |
| 6.1. Completación de Datos Faltantes..... | 28 |
| 6.1.1. Completación de caudales mensuales..... | 28 |
| 6.1.2. Completación de precipitaciones mensuales | 30 |
| 6.2. Estimación de Precipitaciones Medias Areales a través del Método de los Polígonos de Thiessen..... | 31 |
| 6.3. Comparación Interperiodos de Valores Medios, Mensuales y Anuales, para Caudales y Precipitaciones..... | 34 |
| 6.3.1. Comparación de caudales | 34 |
| 6.3.1.1. Subcuenca Río Turbio..... | 34 |
| 6.3.1.2. Subcuenca Río Cochiguaz..... | 36 |
| 6.3.1.3. Subcuenca Río La Laguna..... | 37 |
| 6.3.1.4. Subcuenca Río Toro | 39 |
| 6.3.2. Comparación de precipitaciones | 40 |
| 6.3.2.1. Subcuenca Río Turbio..... | 40 |
| 6.3.2.2. Subcuenca Río Cochiguaz..... | 42 |

| | |
|---|----|
| 6.3.2.3. Subcuenca Río La Laguna..... | 43 |
| 6.3.2.4. Subcuenca Río Toro..... | 45 |
| 6.4. Ajuste de la Función de Distribución de Probabilidad de Gumbel, Goodrich y Log-Normal; para las Precipitaciones y Caudales a Nivel Mensual y Anual..... | 46 |
| 6.4.1. Ajuste de Log-Normal y Goodrich para los caudales..... | 46 |
| 6.4.1.1. Probabilidad de Caudales Mensuales para la Subcuenca Río Turbio..... | 47 |
| 6.4.1.2. Probabilidad de Caudales Mensuales para la Subcuenca Río Cochiguaz..... | 48 |
| 6.4.1.3. Probabilidad de Caudales Mensuales para la Subcuenca Río La Laguna..... | 49 |
| 6.4.1.4. Probabilidad de Caudales Mensuales para la Subcuenca Río Toro..... | 50 |
| 6.4.2. Ajuste de Gumbel, Goodrich y Log-Normal para las precipitaciones..... | 51 |
| 6.4.2.1. Probabilidad de las Precipitaciones Medias Mensuales para la Subcuenca Río Turbio..... | 52 |
| 6.4.2.2. Probabilidad de las Precipitaciones Medias Mensuales para la Subcuenca Río Cochiguaz..... | 53 |
| 6.4.2.3. Probabilidad de las Precipitaciones Medias Mensuales para la Subcuenca Río La Laguna..... | 54 |
| 6.5. Comportamiento de las Precipitaciones y los Caudales en Función del Tiempo..... | 56 |
| | |
| 7. ANÁLISIS DE RESULTADOS..... | 60 |
| 7.1. Completación de Datos Faltantes..... | 60 |
| 7.2. Estimación de Precipitaciones Medias Areales por Polígonos de Thiessen.... | 61 |
| 7.3. Ajuste de las Funciones de Distribución de Probabilidad de Gumbel, Goodrich y Log-Normal, para las Variables Precipitación y Caudal a Nivel Mensual y Anual..... | 62 |
| 7.4. Análisis del Comportamiento de las Precipitaciones y de los Caudales..... | 63 |
| 7.4.1. Coeficiente PP/Q a nivel anual..... | 63 |

| | |
|--|----|
| 7.4.2. Coeficiente PP/Q a nivel mensual..... | 65 |
| 7.4.3. Comportamiento de las precipitaciones y los caudales a nivel mensual | 68 |
| | |
| 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 70 |
| 8.1. Conclusiones..... | 70 |
| 8.2. Recomendaciones | 72 |
| | |
| 9. BIBLIOGRAFÍA | 74 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Caudales mensuales (m^3/s) estación Río Turbio en Varillar..... | 29 |
| Tabla 2. Precipitaciones mensuales (mm) estación Rivadavia. | 30 |
| Tabla 3. Superficies definidas por el método de los polígonos de Thiessen para la subcuenca Río Turbio en Varillar..... | 32 |
| Tabla 4. Superficies definidas por el método de los polígonos de Thiessen para la subcuenca Río Cochiguaz en el Peñón. | 32 |
| Tabla 5. Superficies definidas por el método de los polígonos de Thiessen para la subcuenca Río La Laguna en salida embalse La Laguna. | 32 |
| Tabla 6. Superficies definidas por el método de los polígonos de Thiessen para la subcuenca Río Toro antes Junta Río La Laguna. | 32 |
| Tabla 7. Precipitaciones medias areales (mm) para la subcuenca Río Turbio..... | 33 |
| Tabla 8. Valores promedio de caudales para los distintos periodos de análisis en la subcuenca Río Turbio. | 34 |
| Tabla 9. Comparación de los valores medios de caudal en proporción, y con respecto al periodo 1970 – 1980 en la subcuenca Río Turbio. ($\Delta P=(P_i-P)/P$) | 35 |
| Tabla 10. Valores promedio de caudales para los distintos periodos de análisis en la subcuenca Río Cochiguaz..... | 36 |
| Tabla 11. Comparación de los valores medios de caudal en proporción, y con respecto al periodo 1970 – 1980 en la subcuenca Río Cochiguaz. ($\Delta P=(P_i-P)/P$) | 36 |
| Tabla 12. Valores promedio de caudales para los distintos periodos de análisis en la subcuenca Río La Laguna..... | 37 |
| Tabla 13. Comparación de los valores medios de caudal en proporción, y con respecto al periodo 1970 – 1980 en la subcuenca Río La Laguna. ($\Delta P=(P_i-P)/P$) | 38 |
| Tabla 14. Valores promedio de caudales para los distintos periodos de análisis en la subcuenca Río Toro. | 39 |
| Tabla 15. Comparación de los valores medios de caudal en proporción, y con respecto al periodo 1970 – 1980 en la subcuenca Río Toro. ($\Delta P=(P_i-P)/P$) | 39 |

| | |
|---|----|
| Tabla 16. Valores promedio de precipitación media areal para los distintos periodos de análisis en la subcuenca Río Turbio. | 40 |
| Tabla 17. Comparación de los valores de precipitación media areal en proporción, y con respecto al periodo 1970 – 1980 en la subcuenca Río Turbio. ($\Delta P=(P_i-P)/P$)..... | 41 |
| Tabla 18. Valores promedio de precipitación media areal para los distintos periodos de análisis en la subcuenca Río Cochiguaz. | 42 |
| Tabla 19. Comparación de los valores de precipitación media areal en proporción, y con respecto al periodo 1970 – 1980 en la subcuenca Río Cochiguaz. ($\Delta P=(P_i-P)/P$).42 | |
| Tabla 20. Valores promedio de precipitación media areal para los distintos periodos de análisis en la subcuenca Río La Laguna. | 43 |
| Tabla 21. Comparación de los valores medios de precipitación en proporción, y con respecto al periodo 1970 – 1980 en la subcuenca Río La Laguna. ($\Delta P=(P_i-P)/P$).44 | |
| Tabla 22. Valores promedio de precipitación media areal para los distintos periodos de análisis en la subcuenca Río Toro. | 45 |
| Tabla 23. Comparación de los valores medios de precipitación media areal en proporción, y con respecto al periodo 1970 – 1980 en la subcuenca Río Toro. ($\Delta P=(P_i-P)/P$) | 45 |
| Tabla 24. Función de distribución de probabilidad para los caudales de la subcuenca Río Turbio, T = 50 años. | 47 |
| Tabla 25. Función de distribución de probabilidad para los caudales de la subcuenca Río Cochiguaz, T = 50 años. | 48 |
| Tabla 26. Función de distribución de probabilidad para los caudales de la subcuenca Río La Laguna, T = 50 años. | 49 |
| Tabla 27. Función de distribución de probabilidad para los caudales de la subcuenca Río Toro, T = 50 años. | 50 |
| Tabla 28. Funciones de distribución de probabilidad para las precipitaciones de la subcuenca Río Turbio, T = 50 años. | 52 |
| Tabla 29. Funciones de distribución de probabilidad para las precipitaciones de la subcuenca Río Cochiguaz, T = 50 años..... | 53 |
| Tabla 30. Funciones de distribución de probabilidad para las precipitaciones de la subcuenca Río La Laguna, T =50 años..... | 54 |

| | |
|---|----|
| Tabla 31. Funciones de distribución de probabilidad para las precipitaciones de la subcuenca Río Toro, T = 50 años. | 55 |
| Tabla 32. Pendientes de las líneas de tendencia de las precipitaciones (m PP) y de los caudales (m Q), además de la relación entre precipitación y caudal (mayor que (>) o menor que (<). | 68 |
| Tabla 33. Caudales mensuales (m ³ /s) estación Río Cochiguaz en el Peñón. | 80 |
| Tabla 34. Caudales mensuales (m ³ /s) estación Río La Laguna en salida embalse La Laguna. | 81 |
| Tabla 35. Caudales mensuales (m ³ /s) estación Río Toro antes Junta Río La Laguna. ... | 82 |
| Tabla 36. Precipitaciones mensuales (mm) estación Los Nichos. | 83 |
| Tabla 37. Precipitaciones mensuales (mm) estación La Laguna Embalse. | 84 |
| Tabla 38. Precipitaciones mensuales (mm) estación Juntas. | 85 |
| Tabla 39. Precipitaciones medias areales (mm) para la subcuenca Río Cochiguaz. | 87 |
| Tabla 40. Precipitaciones medias areales (mm) para la subcuenca Río La Laguna. | 88 |
| Tabla 41. Precipitaciones medias areales (mm) para la subcuenca Río Toro. | 89 |
| Tabla 42. Valores de los parámetros de la función Gumbel para los caudales de la subcuenca Río Turbio, evaluada por el test Kolmogorov-Smirnov (K-S), con un 95% de confiabilidad, además del coeficiente de determinación R ² | 90 |
| Tabla 43. Valores de los parámetros de la función Goodrich para los caudales de la subcuenca Río Turbio, evaluada por el test Kolmogorov-Smirnov (K-S), con un 95% de confiabilidad, además del coeficiente de determinación R ² | 91 |
| Tabla 44. Valores de los parámetros de la función Log-Normal para los caudales de la subcuenca Río Turbio, evaluada por el test Kolmogorov-Smirnov (K-S), con un 95% de confiabilidad, además del coeficiente de determinación R ² | 92 |
| Tabla 45. Función de distribución de probabilidad Log-Normal para los caudales de la subcuenca Río Turbio, T = 20 y 75 años. | 93 |
| Tabla 46. Valores de los parámetros de la función Gumbel para los caudales de la subcuenca Río Cochiguaz, evaluada por el test Kolmogorov-Smirnov (K-S), con un 95% de confiabilidad, además del coeficiente de determinación R ² | 94 |

| | |
|---|-----|
| Tabla 47. Valores de los parámetros de la función Goodrich para los caudales de la subcuena Río Cochiguaz, evaluada por el test Kolmogorov-Smirnov (K-S), con un 95% de confiabilidad, además del coeficiente de determinación R^2 | 95 |
| Tabla 48. Valores de los parámetros de la función Log-Normal para los caudales de la subcuena Río Cochiguaz, evaluada por el test Kolmogorov-Smirnov (K-S), con un 95% de confiabilidad, además del coeficiente de determinación R^2 | 96 |
| Tabla 49. Función de distribución de probabilidad para Log-Normal los caudales de la subcuena Río Cochiguaz, T = 20 y 75 años..... | 97 |
| Tabla 50. Valores de los parámetros de la función Gumbel para los caudales de la subcuena Río La Laguna, evaluada por el test Kolmogorov-Smirnov (K-S), con un 95% de confiabilidad, además del coeficiente de determinación R^2 | 98 |
| Tabla 51. Valores de los parámetros de la función Goodrich para los caudales de la subcuena Río La Laguna, evaluada por el test Kolmogorov-Smirnov (K-S), con un 95% de confiabilidad, además del coeficiente de determinación R^2 | 99 |
| Tabla 52. Valores de los parámetros de la función Log-Normal para los caudales de la subcuena Río La Laguna, evaluada por el test Kolmogorov-Smirnov (K-S), con un 95% de confiabilidad, además del coeficiente de determinación R^2 | 100 |
| Tabla 53. Función de distribución de probabilidad Goodrich para los caudales de la subcuena Río La Laguna, T = 20 y 75 años..... | 101 |
| Tabla 54. Valores de los parámetros de la función Gumbel para los caudales de la subcuena Río Toro, evaluada por el test Kolmogorov-Smirnov (K-S), con un 95% de confiabilidad, además del coeficiente de determinación R^2 | 102 |
| Tabla 55. Valores de los parámetros de la función Goodrich para los caudales de la subcuena Río Toro, evaluada por el test Kolmogorov-Smirnov (K-S), con un 95% de confiabilidad, además del coeficiente de determinación R^2 | 103 |
| Tabla 56. Valores de los parámetros de la función Log-Normal para los caudales de la subcuena Río Toro, evaluada por el test Kolmogorov-Smirnov (K-S), con un 95% de confiabilidad, además del coeficiente de determinación R^2 | 104 |
| Tabla 57. Funciones de distribución de probabilidad Goodrich y Gumbel para los caudales de la subcuena Río Toro, T = 20 y 75 años..... | 105 |

| | |
|--|-----|
| Tabla 58. Valores de los parámetros de la función Gumbel para las precipitaciones de la subcuena Río Turbio, evaluada por el test Kolmogorov-Smirnov (K-S), con un 95% de confiabilidad, además del coeficiente de determinación R^2 | 106 |
| Tabla 59. Valores de los parámetros de la función Goodrich para las precipitaciones de la subcuena Río Turbio, evaluada por el test Kolmogorov-Smirnov (K-S), con un 95% de confiabilidad, además del coeficiente de determinación R^2 | 107 |
| Tabla 60. Valores de los parámetros de la función Log-Normal para las precipitaciones de la subcuena Río Turbio, evaluada por el test Kolmogorov-Smirnov (K-S), con un 95% de confiabilidad, además del coeficiente de determinación R^2 | 108 |
| Tabla 61. Función de distribución de probabilidad Gumbel, Goodrich y Log-Normal para las precipitaciones de la subcuena Río Turbio, T = 20 y 75 años..... | 109 |
| Tabla 62. Valores de los parámetros de la función Gumbel para las precipitaciones de la subcuena Río Cochiguaz, evaluada por el test Kolmogorov-Smirnov (K-S), con un 95% de confiabilidad, además del coeficiente de determinación R^2 | 110 |
| Tabla 63. Valores de los parámetros de la función Goodrich para las precipitaciones de la subcuena Río Cochiguaz, evaluada por el test Kolmogorov-Smirnov (K-S), con un 95% de confiabilidad, además del coeficiente de determinación R^2 | 111 |
| Tabla 64. Valores de los parámetros de la función Log-Normal para las precipitaciones de la subcuena Río Cochiguaz, evaluada por el test Kolmogorov-Smirnov (K-S), con un 95% de confiabilidad, además del coeficiente de determinación R^2 | 112 |
| Tabla 65. Función de distribución de probabilidad Gumbel y Log-Normal para las precipitaciones de la subcuena Río Cochiguaz, T = 20 y 75 años..... | 113 |
| Tabla 66. Valores de los parámetros de la función Gumbel para las precipitaciones de la subcuena Río La Laguna, evaluada por el test Kolmogorov-Smirnov (K-S), con un 95% de confiabilidad, además del coeficiente de determinación R^2 | 114 |
| Tabla 67. Valores de los parámetros de la función Goodrich para las precipitaciones de la subcuena Río La Laguna, evaluada por el test Kolmogorov-Smirnov (K-S), con un 95% de confiabilidad, además del coeficiente de determinación R^2 | 115 |
| Tabla 68. Valores de los parámetros de la función Log-Normal para las precipitaciones de la subcuena Río La Laguna, evaluada por el test Kolmogorov-Smirnov (K-S), con un 95% de confiabilidad, además del coeficiente de determinación R^2 | 116 |

| | |
|---|-----|
| Tabla 69. Función de distribución de probabilidad Gumbel y Log-Normal para las precipitaciones de la subcuenca Río La Laguna, T = 20 y 75 años. | 117 |
| Tabla 70. Valores de los parámetros de la función Gumbel para las precipitaciones de la subcuenca Río Toro, evaluada por el test Kolmogorov-Smirnov (K-S), con un 95% de confiabilidad, además del coeficiente de determinación R^2 | 118 |
| Tabla 71. Valores de los parámetros de la función Goodrich para las precipitaciones de la subcuenca Río Toro, evaluada por el test Kolmogorov-Smirnov (K-S), con un 95% de confiabilidad, además del coeficiente de determinación R^2 | 119 |
| Tabla 72. Valores de los parámetros de la función Log-Normal para las precipitaciones de la subcuenca Río Toro, evaluada por el test Kolmogorov-Smirnov (K-S), con un 95% de confiabilidad, además del coeficiente de determinación R^2 | 120 |
| Tabla 73. Función de distribución de probabilidad Gumbel y Log-Normal para las precipitaciones de la subcuenca Río Toro, T = 20 y 75 años. | 121 |
| Tabla A1. Valores de la Función $P(p)$ auxiliar de Goodrich | 131 |
| Tabla A2. Valores de la Función Gamma | 132 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Mapa de ubicación de la cuenca del Elqui. | 6 |
| Figura 2. Mapa de ubicación de las estaciones pluviométricas (1, 2, 3 y 4) y fluviométricas (A, B, C y D). | 18 |
| Figura 3. Gráfica de la variación temporal de la subcuenca Río Turbio. | 56 |
| Figura 4. Gráfica de la variación temporal de la subcuenca Río Cochiguaz. | 57 |
| Figura 5. Gráfica de la variación temporal de la subcuenca Río La Laguna. | 58 |
| Figura 6. Gráfica de la variación temporal de la subcuenca Río Toro..... | 59 |
| Figura 7. Gráfica del comportamiento del coeficiente PP/Q anual en las subcuencas Río Turbio, Río Cochiguaz, Río La Laguna y Río Toro. | 64 |
| Figura 8. Gráfica del comportamiento del coeficiente PP/Q para el mes de Diciembre en las subcuencas Río Turbio, Río Cochiguaz, Río La Laguna y Río Toro..... | 65 |
| Figura 9. Gráfica del comportamiento del coeficiente PP/Q para el mes de Enero en las subcuencas Río Turbio, Río Cochiguaz, Río La Laguna y Río Toro. | 66 |
| Figura 10. Gráfica del comportamiento del coeficiente PP/Q para el mes de Junio en las subcuencas Río Turbio, Río Cochiguaz, Río La Laguna y Río Toro. | 67 |
| Figura 11. Gráfica del comportamiento del coeficiente PP/Q para el mes de Julio en las subcuencas Río Turbio, Río Cochiguaz, Río La Laguna y Río Toro. | 67 |

ÍNDICE DE APÉNDICES

| | |
|---|-----|
| I. Completación de Datos Faltantes | 80 |
| I.i. Completación de caudales mensuales | 80 |
| I.ii. Completación de precipitaciones mensuales..... | 83 |
| I.iii. Bondad de ajuste de otras relaciones fallidas y de menor calidad para completar los datos de las estaciones Fluviométricas y Pluviométricas..... | 86 |
| II. Estimación de Precipitaciones Medias Areales | 87 |
| II.i. Método de los polígonos de Thiessen..... | 87 |
| III. Ajuste de la Función de Distribución de Probabilidad de Gumbel, Goodrich y Log-Normal; para las Precipitaciones y Caudales a Nivel Mensual y Anual | 90 |
| III.i. Ajuste de Gumbel, Goodrich y Log-Normal; para los caudales..... | 90 |
| III.ii. Ajuste de Gumbel, Goodrich y Log-Normal; para las precipitaciones | 106 |
| IV. Comportamiento de las Precipitaciones y los Caudales a Nivel Mensual | 122 |
| IV.i. Subcuenca Río Turbio | 122 |
| IV.ii. Subcuenca Río Cochiguaz..... | 124 |
| IV.iii. Subcuenca Río La Laguna | 126 |
| IV.iv. Subcuenca Río Toro | 128 |

1. INTRODUCCIÓN

El agua dulce es uno de los recursos naturales más escasos. Así a nivel mundial se estima que la demanda de agua dulce aumentará en los próximos decenios, principalmente debido al aumento de la población y al incremento del poder adquisitivo de la población, especialmente en los países en desarrollo. A nivel regional, es probable que el cambio climático provoque grandes cambios en la demanda de agua para regadío. Para mediados del siglo XXI, se prevé un incremento de entre el 10% y el 40% del promedio de la esorrentía fluvial anual y de la disponibilidad de agua en latitudes altas y en algunas zonas tropicales húmedas, y un descenso de entre el 10% y el 30% en algunas regiones secas en latitudes medias y en las zonas tropicales secas, algunas de las cuales son en la actualidad, zonas con estrés hídrico (Neuenschwander, 2010).

Chile manifiesta un severo déficit de agua en el norte del país, a pesar de ser considerado en América Latina, uno de los países con altos volúmenes de agua disponible (DGA, 1999). Según la Universidad de Chile (2010), la disponibilidad promedio del recurso agua en Chile es de 9.250 m³/hab/año, mientras que la disponibilidad mundial es de 6.500 m³/hab/año aproximadamente, y desde Santiago hacia el norte, en general la disponibilidad es inferior a los 1.000 m³/hab/año.

Por otra parte, existe un creciente interés mundial en los diferentes tipos de reservas hídricas, y en particular en aquellas más vulnerables a los procesos de cambio climático como lo son las enmarcadas en los cuerpos de hielo. Estas reservas hídricas son muy importantes por el hecho de que raramente se encuentran contaminadas por las actividades humanas. En particular, las zonas áridas y semiáridas con cuencas hídricas en las laderas de altas montañas, tienen en los cuerpos de hielo las únicas reservas hídricas de carácter permanente, dado que el resto del agua que no es retenida en forma de hielo, escurre o percola rápidamente, debido a las altas pendientes de estas zonas y a la ausencia de reservorios hidrogeológicos de mediana a gran envergadura. Las características mencionadas se encuentran justamente en las cuencas hídricas de los

Andes áridos, cuyas reservas hídricas naturales durante los momentos de escasez de nieves estacionales, las constituyen los cuerpos de hielo (Milana & Maturano, 1999).

En el mismo contexto, las investigaciones científicas han demostrado que la velocidad del derretimiento glaciar se ha incrementado en las últimas décadas. La mayor parte de los glaciares en Chile meridional, han mostrado importantes retrocesos en las décadas recientes, teóricamente en respuesta al cambio climático. Este proceso ha generado un aumento en la magnitud de los caudales en diferentes niveles, los cuales no han sido aprovechados adecuadamente por la falta de información, haciendo cada vez más importante el estudio de la potencial influencia glaciar en las diferentes cuencas del país y particularmente en la producción de agua (Rivera *et al.*, 2000; Rignot *et al.*, 2003).

El cambio climático que está ocurriendo a nivel mundial representa amenazas y oportunidades para el sector silvoagropecuario chileno, donde lo importante es identificar y localizar geográficamente las amenazas para tomar medidas de prevención, mitigación y adaptación frente a los nuevos escenarios. Lo mismo debe hacerse con respecto a las oportunidades que se puedan presentar, teniendo presente que Chile está inmerso en una economía global y que los cultivos de productos de exportación deben competir con muchos otros países (Neuenschwander, 2010).

En este contexto, el presente estudio pretende establecer si el retroceso glaciar ha influido en las últimas décadas en la producción de escorrentía, mediante un análisis del comportamiento de las relaciones precipitación-escorrentía en la cuenca del río Elqui, ubicada en la zona norte de la Región de Coquimbo de Chile. Esto se realizará a partir del análisis de las variables caudal y precipitación, bajo criterios estadísticos y matemáticos.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Establecer el nivel de influencia del retroceso glaciar en la producción de agua de la cuenca del Elqui.

2.2. Objetivo Específico

Caracterizar y contrastar el comportamiento temporal de las precipitaciones y de los caudales promedio mensuales y sus probabilidades de excedencia.

3. ANTECEDENTES GENERALES DE LA REGIÓN DE COQUIMBO

La zona de estudio que aborda esta memoria, se encuentra ubicada en la Región de Coquimbo, específicamente en la parte alta de la cuenca del río Elqui (Figura 1).

La hoya hidrográfica del Río Elqui ocupa el sector septentrional de la Región de Coquimbo. Esta región del territorio chileno se extiende desde los 29° 02' sur a los 32° 16' sur; limita al norte con la Región de Atacama, al este con Argentina, al oeste con el Océano Pacífico y al sur con la Región de Valparaíso. Se reconocen en la Región de Coquimbo, cuatro grandes unidades geográfico-físicas. En sentido oeste-este, estas unidades son la franja litoral o costera, los valles fluviales transversales, la media montaña y la alta montaña. De norte a sur, los valles fluviales transversales son conocidos como Valle de Elqui, Limarí y Choapa. La morfología de estos valles permite el desarrollo de la actividad agrícola, el poblamiento y la penetración humana hacia la cordillera de los Andes (Cabezas *et al.*, 2007).

La cuenca del Elqui, tiene una longitud en línea recta de aproximadamente 170 km y una superficie de 9.657 Km²; responde a un régimen de escurrimiento mixto pluvio-nival. Climáticamente se encuentra en el límite entre el clima desértico del norte de Chile y el clima semiárido de Chile central (Cabezas *et al.*, 2007).

En el sector norte de la cuenca, se encuentra el río Turbio con una superficie de 3.895 Km², que drena la parte septentrional de la porción cordillerana del río Elqui. Se forma por la unión de los ríos Ingaguaz y del Toro; este último, a su vez está formado por el río Vacas Heladas y La Laguna, en cuyo curso superior está ubicado el embalse La Laguna (3.200 msnm.), de 40 millones de m³. Este embalse posee un régimen típicamente nival y el máximo caudal lo presenta en el mes de enero con 9,5 m³/s y el mínimo se produce en agosto con 4,32 m³/s. Así mismo, regula 530 Km² del curso superior del río La Laguna, lo que constituye alrededor de un 25% de las aguas disponibles en la primera sección del río Elqui. El caudal conjunto de los ríos Turbio y

Claro, controlado en la estación fluviométrica de Algarrobal, tiene un gasto medio de 7,2 m³/s equivalente a 227 millones de m³ anuales (Cabezas *et al.*, 2007).

El río Claro, que conforma la zona sur de la cuenca, nace de la confluencia de los ríos Cochiguaz y Derecho; ellos presentan características hidrológicas mixtas y poseen una hoya conjunta de 1.515 Km². El caudal medio del río Claro es de 3,9 m³/s y el máximo se presenta en noviembre con 5,2 m³/s; su mínimo es en septiembre con 2,6 m³/s (Cabezas *et al.*, 2007).

En el conjunto de la hoya hidrográfica existen 22 localidades pobladas, de las cuales cuatro son ciudades y el resto, corresponden a entidades rurales (aldeas). Las ciudades emplazadas en la cuenca son La Serena con 147.815 habitantes, Vicuña 2.910 habitantes, Andacollo 10.288 habitantes y Paihuano con 4.168 habitantes, lo que genera una población aproximada para la cuenca que supera los 170.000 habitantes, según datos obtenidos del censo de población y vivienda, realizado por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE), 2002.

La Región de Coquimbo cuenta con una superficie cubierta por glaciares de 7.02 Km², entre los que destaca el glaciar El Tapado ubicado a 30°08'sur, 69°55'oeste y a una altitud aproximada de 5.200 msnm. Posee una superficie de 3.6 Km² que representa parte importante de la totalidad de la superficie cubierta por glaciares en la región y se encuentra en el paso internacional de Aguas Negras, que une las ciudades de La Serena y San Juan de Argentina (Garín, 1987; Rivera *et al.*, 2000).

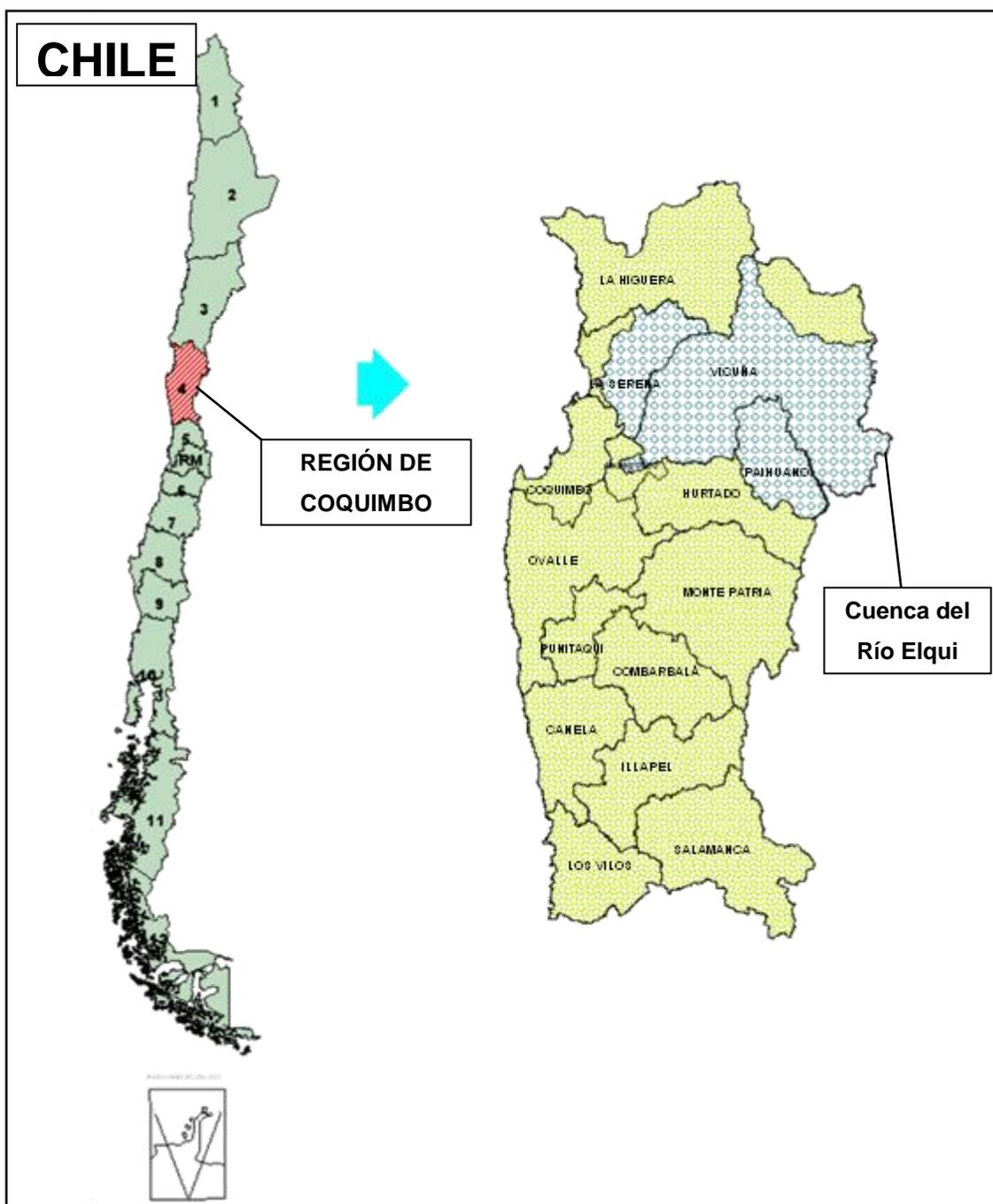


Figura 1. Mapa de ubicación de la cuenca del Elqui.

Fuente: Cabezas *et al.*, 2007

4. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

4.1. Retroceso Glaciar

El retroceso glaciar se conoce como el ascenso de la línea inferior de las nieves persistentes de alta montaña, hecho que se verifica cada vez a una mayor altitud, hasta que dicha línea desaparece por completo en muchos casos, como consecuencia del deshielo total o fusión glaciar. El retroceso glaciar generalizado se debe aparentemente a un balance de masa negativo, controlado en primer lugar por el aumento de las temperaturas y, en segundo lugar, por la distribución espacial y temporal de las precipitaciones (Pillaca, 1995).

En los últimos años, grandes trozos de hielo se han desprendido de los continentes ártico y antártico, y existen registros de la disminución de la masa de los glaciares, principalmente en la cordillera de los Andes, los Alpes y los Himalayas. También se ha comprobado el incremento y expansión de los lagos glaciares y la desestabilización de los restos glaciares que actúan como represas para estos lagos que, al derretirse, aumentan el riesgo de inundaciones imprevistas (Neuenschwander, 2010).

Los Campos de Hielo Norte (CHN), ubicados entre los 47° 00' latitud sur y 73° 30' longitud oeste, con una superficie aproximada de 4000 Km² de hielo, distribuidos principalmente en 70 glaciares (Aniya *et al.*, 1996; Rivera *et al.*, 2007), muestran una marcada tendencia de retroceso desde el año 1945, cuando fueron tomadas las primeras fotografías aéreas de estas latitudes. En particular destacan los retrocesos de los glaciares San Rafael y San Quintín.

Se estima que el retroceso de la mayoría de los glaciares de Chile, se debe a las tendencias del calentamiento global de la atmósfera que también se han verificado en numerosas estaciones del país. Para los últimos cien años, se ha calculado un calentamiento que varía entre 1,3 a 2,0°C, mientras que para las últimas tres décadas el calentamiento sería el doble. No obstante, esta tendencia no es general para todo el país, ya que en la latitud correspondiente a la ciudad de Puerto Montt (41° sur) se observa un enfriamiento de aproximadamente -2,3°C (Rosemblüth *et al.*, 1997).

Bown (2004), plantea la variación glaciaria y su relación con el cambio climático. Así, con el fin de estimar la tendencia de las precipitaciones y temperaturas, analizó datos de la atmósfera superficial y superior de la Región de Los Lagos. Luego y a partir de esta investigación, la autora concluye que durante la segunda mitad del último siglo, las temperaturas y las precipitaciones de la Región experimentaron una variación; un aumento, en el caso de las temperaturas; y una reducción, en el caso de las precipitaciones. A su vez, determina que las precipitaciones fueron afectadas de forma negativa por el fenómeno del Niño-Oscilación del Sur.

Así mismo, Ribstein & Francou (1991), en un estudio que analizó una serie de veinte años de escurrimiento glaciario, observaron que los escurrimientos más fuertes se asocian a la corriente del Niño, hecho que se verificó principalmente en los años 1982, 1987 y 1991, tendiendo a vincular fuertemente el retroceso glaciario a la presencia de esta corriente.

A pesar de la importancia de las montañas en las zonas semiáridas en términos de los recursos hídricos, el ciclo del agua en estas áreas es generalmente mal entendido, por el desconocimiento y falta de datos en los procesos en juego, tales como sublimación de la nieve y las heladas estacionales. Así, Gascoín *et al.*, (2010), abordan estos temas en la cuenca del Huasco (29,3° sur, 70,1° oeste), planteando como necesaria una combinación de hidrología, sensores de datos glaciológicos, meteorológicos y de control remoto, para investigar las principales vías de agua y estimar la contribución del deshielo de los glaciares para el régimen hidrológico de la zona.

Ginot *et al.*, (2002) realizaron un estudio en el glaciar El Tapado, con el fin de reconstruir mediante la extracción de un testigo de hielo, las condiciones paleoclimáticas de los últimos cientos de años, especialmente en relación con la presencia del evento El Niño-Oscilación del Sur (ENOS). El testigo extraído tuvo un largo total de 36 m y permitió determinar características glacio-químicas del hielo por un periodo de cerca de 100 años. En este periodo se detectó una alta variabilidad interanual de la acumulación de nieve, debido a la frecuencia del fenómeno ENOS, que afectó el glaciar con valores positivos de acumulación durante años con periodos El Niño, o fase negativa de la Oscilación del Sur. El glaciar es frío, con temperaturas de -8.5 °C en superficie y -12.5 °C en la base del glaciar, a 36 m de profundidad. Las mediciones de topografía superficial llevadas a cabo con GPS de calidad topográfica, permitieron localizar los perfiles de radar y determinar la topografía superficial del glaciar; sin embargo, al comparar las alturas obtenidas en 1999 con las alturas de las curvas de nivel de la carta del IGM generada con fotos aéreas de 1955, no fue posible detectar ninguna señal significativa de adelgazamiento o engrosamiento del glaciar.

4.1.1. Cambio climático

Según el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC), el “cambio climático” es la variación del estado del clima identificable (por ejemplo, mediante pruebas estadísticas) en las variaciones del valor medio y/o en la variabilidad de sus propiedades, que persiste durante largos periodos de tiempo, generalmente decenios o periodos más largos (Neuenschwander, 2010).

En el mismo marco, el artículo 1 de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), define el cambio climático como “un cambio del clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana, que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante periodos de tiempo comparables” (Neuenschwander, 2010).

La vulnerabilidad de Chile en relación al cambio climático y a los recursos hídricos se evidencia en eventos extremos; en particular, se espera un alto impacto en la disponibilidad energética del país por anomalías asociadas a El Niño y La Niña, y restricciones a la disponibilidad hídrica y demandas de irrigación en Chile central, por los mismos fenómenos. En relación a los glaciares, se espera una disminución dramática del volumen que los mismos han presentado en décadas pasadas, siendo el sur del país una de las zonas más afectadas (CONAMA, 2008).

4.1.2. Fenómeno de El Niño y La Niña

Los fenómenos del Niño y La Niña corresponden a alteraciones climáticas caracterizadas por valores extremos de precipitaciones, temperatura del aire y del mar, vientos, nubosidad y caudales de ríos, entre otros parámetros. El Niño es la fase cálida del fenómeno, porque la temperatura superficial del mar aumenta; también aumentan las precipitaciones en la zona central de Chile. En La Niña ocurre lo contrario; se reducen las precipitaciones (hasta un 79% entre la Región de Valparaíso y la Región del Maule), aumentando los periodos de sequía y creando grandes dificultades para la generación hidroeléctrica, para la agricultura de secano, para la ganadería y para la minería (CONAMA, 2008).

4.2. Análisis Estadístico de Variables Hidrológicas

Para estudiar las variables precipitación y caudal, es adecuado usar una ley de distribución de probabilidades; de esta manera se puede conocer la probabilidad de que se produzcan determinados valores cada cierto tiempo.

Pizarro (1986) señala que la ley de distribución de Gumbel ha demostrado poseer una adecuada capacidad de ajuste a valores máximos de precipitación y caudal, aunque existen otras funciones de distribución de probabilidades de probada calidad, como Goodrich, Log-Normal y Pearson III.

Según Morales (2006), para determinar la probabilidad implícita es necesario definir dos conceptos: periodo de retorno y probabilidad de excedencia. El periodo de retorno se considera como el tiempo que transcurre entre dos sucesos iguales. Sea ese tiempo **T**. En tanto, la probabilidad de excedencia es la probabilidad de que la variable aleatoria tome un valor mayor a un cierto número **X**, dada por la función de distribución de probabilidad **F(X)**. Por tanto:

$$P(x) = 1/T = P(x \geq X)$$

$$P(x \leq X) = \int_{-\infty}^x f(x) dx = 1 - (1/T)$$

Como una manera de probar la calidad de ajuste presentado por una función de distribución de probabilidades, en general se aplican las pruebas de bondad de ajuste de Kolmogorov-Smirnov y el coeficiente de determinación R^2 , propuestos por Pizarro (1986).

4.2.1. Pruebas de bondad de ajuste

4.2.1.1. Kolmogorov – Smirnov

De acuerdo a Canavos (1995), esta prueba de bondad de ajuste es apropiada cuando $F_n(X)$ es continua y es factible para muestras pequeñas; no requiere de datos agrupados.

Kolmogorov – Smirnov se caracteriza por comparar la desviación de la frecuencia observada acumulada $F_n(X)_i$ con relación a la frecuencia teórica acumulada $F(X)_i$, de tal manera de obtener el supremo de las diferencias D_c entre ambas frecuencias, que se ubica en la iésima posición y se calcula de la siguiente forma:

$$D = \text{Sup}|F_n(X)_i - F(X)_i|$$

Luego, utilizando un 95% de confianza, se procede a comparar los valores obtenidos para D_c , con los valores obtenidos en la tabla de valores críticos de D_t , del test de bondad de ajuste de Kolmogorov – Smirnov. De acuerdo a lo anterior, se establece lo siguiente:

H₀: $D_c < D_t$ (el ajuste es adecuado)

H_a: $D_c \geq D_t$ (el ajuste no es adecuado)

4.2.1.2. Coeficiente de Determinación R^2

Pizarro (1986), señala que el Coeficiente de Determinación R^2 indica qué proporción de la variación total de los datos, es representada por el modelo. Este coeficiente está definido matemáticamente por la siguiente expresión:

$$R^2 = 1 - \frac{\sum(Fn(X)i - F(X)i)^2}{\sum(Fn(X)i - \overline{Fn(X)})^2}$$

donde:

$Fn(X)i$ = Frecuencia observada acumulada.

$F(X)i$ = Frecuencia teórica acumulada.

$\overline{Fn(X)}$ = Media de las frecuencias observadas acumuladas.

4.3. Breve Análisis de Algunos Estudios Relacionados

4.3.1. Cambios de altura de superficie en el glaciar El Tapado, en la parte superior del Valle del Elqui, Norte Chico (Chile), usando los datos de MDE

El glaciar El Tapado, se expone a condiciones climáticas marcadas por la estacionalidad de acumulación y estaciones secas de ablación, formando un sistema complejo de alta montaña que juega un papel fundamental en la cuenca superior del Elqui, con hielo que al derretirse contribuye significativamente a las corrientes de agua durante el verano seco. Los cambios en la altura del glaciar han sido medidos por Marín *et al.*, (2010) mediante tres conjuntos de datos topográficas diferentes: mapas topográficos de Chile escala 1:50.000 creados a partir de fotografías aéreas de 1950 (Instituto Geográfico Militar, IGM); (2) un Modelo Digital de Elevación (MDE) desde imágenes de 90 m de resolución (*Shuttle Radar Topography Mission*, SRTM) en el año

2000; y (3) un MDE derivado de imágenes de 30 m de resolución del año 2009 (satélite ASTER). Estos tres conjuntos de datos se procesaron con un Sistema de Información Geográfica (SIG) para determinar las variaciones de altura del glaciar en los últimos 50 años. Los resultados preliminares muestran un área de valores positivos que alcanza los 20 m. y por otra parte un área de valores negativos que alcanza los 30 m. Lo anterior puede ser visto como un posible balance de masa negativo, pero se hace necesario el estudio glaciar mediante otras técnicas.

4.3.2. Los glaciares y las interacciones hidroclimáticas en la elevada altitud de la región semiárida del Norte Chico de Chile: progresos y desafíos

Kinnard *et al.*, (2010) estudiaron glaciares en las altas sierras de la región semiárida del Norte Chico de Chile, en el área de Pascua-Lama (29° sur), determinando glaciares de tipo frío con una distribución dictada principalmente por condiciones topográficas, con glaciares orientados hacia el sur, en laderas a la sombra y sotavento. Así, las mediciones de seis glaciares en los últimos 5 años muestran valores negativos, a excepción de los años 2002 y 2003, donde se presenta el fenómeno El Niño. La acumulación de la nieve y la ablación muestran poca relación con la altitud, por tanto no se muestran zonas claras de ablación y acumulación; las tasas de sublimación, la morfología y la ablación como penitentes ejercen controles importantes sobre los procesos de ablación, que plantea retos para los futuros modelos de fusión.

4.3.3. Variación temporal de las precipitaciones y caudales en la cuenca del Maipo, y la potencial influencia glaciar en la producción de agua (1963-2006)

Pizarro *et al.*, (2011) estudiaron la tendencia del comportamiento de las variables precipitación y caudal en las últimas cuatro décadas para dos subcuencas del río Maipo: El Colorado (1.710 km²) y la del Maipo Alto (3.541,52 km²). Las dos subcuencas están ubicadas en la Región Metropolitana de Chile y poseen un régimen marcadamente nival. Se consideraron cinco estaciones pluviométricas con registros mensuales y anuales (mm) para el periodo 1963-2006, donde luego de completar los datos faltantes en cada estación, se estimaron las precipitaciones medias areales mediante el método de polígonos de Thiessen. Por su parte, los caudales medios mensuales y anuales fueron extraídos de los registros de dos estaciones fluviométricas. El análisis del comportamiento temporal de las variables precipitación y caudal se llevó a cabo mediante el ajuste de la función de distribución de probabilidad de Gumbel, el cálculo de promedios móviles y el coeficiente PP/E (el cual expresa la proporcionalidad existente entre la precipitación y la escorrentía superficial). Así fue posible determinar que en la cuenca del río Maipo se observa en las últimas cuatro décadas una tendencia al aumento de las precipitaciones invernales, una disminución de las precipitaciones en verano y otoño, y el incremento de los caudales en periodos estivales, por lo que se puede inferir que el crecimiento de tales caudales está influenciado por el derretimiento glaciar.

5. METODOLOGÍA

5.1. Materiales

Los materiales requeridos para este estudio, fueron los siguientes: Datos de precipitaciones medias y caudales medios mensuales; Cartas Topográficas Digitales (Escala 1:250.000, facilitadas por el Centro de Geomática CENGEO de la Universidad de Talca) de la cuenca del Elqui, ubicada en la Región de Coquimbo de Chile; Software Arc Gis, Software Microsoft Office Word y Software Microsoft Office Excel.

5.2. Pasos Metodológicos

5.2.1. Revisión bibliográfica

En esta etapa se recopiló información específica referida a la influencia glaciaria sobre los caudales, así como los métodos de análisis para variables hídricas a considerar, en este caso, precipitación y escurrimiento. Para ello, se utilizaron diversas fuentes de información, tales como libros, revistas especializadas, información disponible en internet y la experiencia obtenida de una práctica profesional realizada en el Centro de Estudios Científicos (CECS), donde tuvo lugar la Conferencia Glaciológica Internacional, “Hielo y Cambio Climático: Una visión desde el Sur” (VICC 2010), y se generó la oportunidad de compartir con científicos y expertos de diversas nacionalidades, muchos de los cuales se citan en la presente investigación.

5.2.2. Captura de datos

La información requerida de precipitación y escorrentía fue obtenida de estaciones pluviométricas y fluviométricas, ubicadas en la cuenca del río Elqui, a cargo de la Dirección General de Aguas (DGA) de la Región de Coquimbo, institución que facilitó la información.

Los datos corresponden a valores medios mensuales y anuales de caudales y precipitaciones, registrados de forma periódica por las estaciones pluviométricas y fluviométricas de los últimos 39 años (Figura 2). Los datos, de precipitaciones anuales y mensuales fueron obtenidos de las estaciones Rivadavia, Los Nichos, La Laguna embalse y Juntas. A su vez, los datos de caudales mensuales y anuales fueron obtenidos de las estaciones Río turbio en Varillar, Río Cochiguaz en el Peñón, Río La Laguna en salida embalse La Laguna y Río Toro antes Junta Río La Laguna.



Figura 2. Mapa de ubicación de las estaciones pluviométricas (1, 2, 3 y 4) y fluviométricas (A, B, C y D).

Fuente: Cabezas *et al.*, 2007

5.2.3. Completación de datos faltantes

Los datos proporcionados por la Dirección General de Aguas (DGA), con frecuencia presentan discontinuidades, lo que se traduce en datos faltantes de precipitaciones o caudales. Por ello fue necesario completar los datos por medio de los métodos propuestos por UNESCO para el balance hídrico de América del Sur (1982) y los alcances hechos por Ausensi (2005).

Las formas para la completación de datos faltantes de este estudio se refieren a regresiones lineales simples y algunos promedios históricos. Sin embargo, hay que mencionar que de igual forma se probaron regresiones múltiples con resultados no superiores a las regresiones simples, anteriormente mencionadas.

Entre las estaciones pluviométricas, la estación que presentaba sus registros completos fue Rivadavia, por lo cual ésta fue considerada como estación base para la completación de otras estaciones. Así, a través de regresiones lineales se completó la estación Los Nichos y ésta fue la utilizada como variable independiente para la completación de los datos faltantes de las estaciones La Laguna embalse y Juntas, ya que presentó regresiones simples con menor error estándar de estimación.

En el caso de los caudales, la estación Río Turbio en Varillar presentaba la mayor cantidad de información; no obstante se debieron completar algunos datos mediante promedios históricos, ya que no se poseía ninguna otra fuente de información. A partir de la estación Río Turbio se realizaron regresiones lineales para la completación de las estaciones Río Cochiguaz en el Peñón y Río La Laguna en salida embalse La Laguna. Por su parte, la estación Río Toro antes Junta Río La Laguna fue completada a partir de la estación Río Cochiguaz, ya que presentó una regresión lineal con un menor error estándar de estimación.

5.2.4. Estimación de precipitaciones areales medias

Una vez completados los datos faltantes de la cuenca del Elqui, fue necesario definir la superficie de influencia de cada estación, para la estimación de las precipitaciones medias areales mediante el método de los polígonos de Thiessen, el cual pondera de forma representativa las precipitaciones en función de la superficie.

Las precipitaciones medias areales son necesarias para realizar los análisis y cálculos contemplados en este estudio, ante lo cual, el método de los Polígonos de Thiessen se propuso como un buen método ya validado por Ramírez (1998) para la Región del Maule.

El método de los Polígonos de Thiessen, según Aparicio (2003), consiste en:

- i. Unir, mediante líneas rectas dibujadas en un plano de la cuenca, las estaciones más próximas entre sí. Con ello se forman triángulos en cuyos vértices están las estaciones pluviométricas.
- ii. Trazar líneas rectas que bisectan los lados de los triángulos. Por geometría elemental, las líneas correspondientes convergerán en un solo punto.
- iii. Cada estación pluviométrica quedará rodeada por las líneas rectas del paso 2, que forman los llamados polígonos de Thiessen.
- iv. La lluvia media se calcula entonces como un promedio ponderado de las precipitaciones registradas en cada estación, usando como peso el área de influencia correspondiente:

Así,

$$\bar{h}_p = (\sum_{i=1}^n A_i h_{pi}) / A_T$$

donde;

\bar{h}_p = Altura de la precipitación media.

h_{pi} = Altura registrada en la estación i.

A_i = Área de influencia de la estación i.

A_T = Área total de la cuenca.

5.2.5. Periodos a estudiar

Los datos de precipitación y caudal fueron agrupados en cuatro periodos de tiempo, a partir del año 1970, periodos en los que se fue adicionando una década cada vez. Ello, con el fin de observar las tendencias experimentadas por los datos en función del tiempo. Así los periodos determinados para las precipitaciones y caudales se estructuraron de la siguiente manera:

Periodo 1: 1970 – 1980

Periodo 2: 1970 – 1990

Periodo 3: 1970 – 2000

Periodo 4: 1970 – 2009

5.2.6. Comparación interperiodos de valores medios, mensuales y anuales

Los periodos anteriormente mencionados, fueron comparados proporcionalmente con el primer periodo (1970 – 1980), esto para tener una primera aproximación de la tendencia de los valores medios, mensuales y anuales.

La comparación de interperiodos fue calculada mediante la fórmula,

$$\Delta P = (P_i - P) / P$$

donde,

ΔP = Diferencia proporcional con el primer periodo (1970 – 1980).

P_i = Valor promedio en el periodo i.

P = Valor promedio del primer periodo (1970 – 1980).

5.2.7. Cálculo de las funciones de distribución de probabilidad

Los datos de precipitación media areal y caudal en series mensuales y anuales, fueron ajustados a las funciones de distribución de probabilidad de Gumbel, Goodrich y Log-Normal. A pesar de que Gumbel es la función que ha presentado la mejor calidad de ajuste para estos casos y ello según Cabrera (2008), en este estudio no consiguió ajustar más series de datos que Goodrich o Log-Normal y por ende se prefirió aquella función que ajustase la mayor cantidad de series de datos en cada subcuenca.

La función de distribución de probabilidad Pearson III también fue considerada una opción para el ajuste de los datos, aunque los ajustes no mostraron una calidad aceptable en gran parte de las series de datos, por lo que se descartó su utilización.

Según Chow (1998), la expresión asociada a la función de distribución de probabilidad de Gumbel es:

$$F(\mathbf{X}) = P[\varepsilon \leq \mathbf{X}] = e^{-e^{-d(\mathbf{X}-\mu)}} \quad \text{con; } -\infty \leq \mathbf{X} \leq \infty$$

donde;

\mathbf{X} = Valor a asumir por la variable aleatoria.

d y μ = Parámetros a estimar en función de los valores de la muestra.

Para determinar los parámetros d y μ se utilizan las siguientes expresiones:

$$\mu = \bar{X} - 0,450047 * S \quad \text{y} \quad d = \frac{1}{(0,779696 * S)}$$

donde;

S = Desviación estándar de la muestra.

\bar{X} = Media de la muestra.

Por otra parte, Pizarro *et al.* (1988) señalan que una variable aleatoria ε sigue una distribución de probabilidad de Goodrich, si:

$$F(\mathbf{X}) = P[\varepsilon \leq \mathbf{X}] = 1 - e^{-a(\mathbf{X}-\mathbf{X}_1)^{(1/p)}} \quad \text{con; } \mathbf{X}_1 \leq \mathbf{X} \leq \infty$$

donde;

\mathbf{X} = Valor a asumir por la variable aleatoria.

a , p y \mathbf{X}_1 = Parámetros a estimar en función de los valores de la muestra.

Es preciso que $X \geq X_1$, para que la función matemática tenga sentido, toda vez que el mínimo de ésta, se encuentra cuando $X = X_1$.

Es decir
$$\frac{d F(X)}{d X} = 0 \rightarrow X = X_1$$

Por otra parte, para determinar los parámetros a , p y X_1 se utiliza el siguiente sistema de ecuaciones:

$$\frac{m_3}{S^3} = P(p) \quad (1)$$

$$a^{2p} = \frac{1}{S^2} \left[\Gamma(2p+1) - \Gamma^2(p+1) \right] \quad (2)$$

$$X_1 = \bar{X} - \frac{\Gamma(p+1)}{a^p} \quad (3)$$

donde;

m_3 = Momento central de orden tres.

S^3 = Desviación típica al cubo.

$P(p)$ = Función auxiliar de Goodrich.

S^2 = Varianza muestral.

Γ = Función Gamma.

\bar{X} = media de la muestra.

El momento central de orden tres se define como la sumatoria de los desvíos de la serie de datos, con respecto a su media elevados al cubo, y cuya sumatoria se divide por el número de datos.

$$m_3 = \frac{\sum (X_i - \bar{X})^3}{n}$$

La función auxiliar de Goodrich permite asimilar para este caso, la expresión, $\mathbf{m}_3/\mathbf{S}^3$, y a través de la cual es posible determinar \mathbf{p} . En el Anexo de este documento, se presenta la Tabla_{A1} con los valores a asumir por la función \mathbf{P} , auxiliar de Goodrich.

Al observar el sistema de ecuaciones, se advierte que éste considera para su resolución, la utilización de la función Gamma. La Tabla_{A2}, entrega los valores de la función Gamma, a la cual se debe entrar por la parte izquierda, y ubicando el segundo decimal, se determina la fila y columna que expresa el valor a asumir por la función.

Se debe tener presente, que:

$$\Gamma(\mathbf{p}) = (\mathbf{p} - 1)!$$

$$\Gamma(\mathbf{p} + 1) = \mathbf{p}! = \mathbf{p} \Gamma(\mathbf{p})$$

$$\Gamma(\mathbf{p} - 1) = (\mathbf{p} - 2) \Gamma(\mathbf{p} - 2)$$

En algunas ocasiones no es posible aplicar la tabla directamente, por lo que se debe hacer una transformación, que en términos generales se plantea como:

$$\Gamma(\mathbf{p} + \mathbf{m}) = (\mathbf{p} + \mathbf{m} - 1)(\mathbf{p} + \mathbf{m} - 2)(\mathbf{p} + \mathbf{m} - 3)\dots(\mathbf{p} + \mathbf{m} - \mathbf{m}) \Gamma(\mathbf{p})$$

$$\text{con; } 1 \leq \mathbf{p} \leq 1,99$$

Por otra parte y según Aparicio (2003), en la función de distribución de probabilidad Log-Normal, los logaritmos naturales de la variable aleatoria se distribuyen normalmente. La función de distribución de probabilidad es definida como:

$$\mathbf{F}(\mathbf{X}) = \mathbf{P}[\varepsilon \leq \mathbf{X}] = \int_0^{\mathbf{x}} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \frac{1}{\mathbf{X}\beta} e^{-\left[\frac{1}{2}\right]\left[\frac{\ln-\alpha}{\beta}\right]^2}$$

donde;

\mathbf{X} = Valor a asumir por la variable aleatoria.

α y β = Parámetros, respectivamente la media y la desviación estándar de los logaritmos de la variable aleatoria.

Los valores de la función de distribución de probabilidad se obtienen mediante la fórmula:

$$\left. \begin{aligned} F(z) &= H(z), z > 0 \\ F(z) &= 1 - H(z), z < 0 \end{aligned} \right\}$$

donde;

$$H(z) = 1 - \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{(-z^2/2)} (b_1 q + b_2 q^2 + b_3 q^3)$$

siendo:

$$q = \frac{1}{1 + b_0|z|}$$

$$b_0 = 0,33267$$

$$b_1 = 0,43618$$

$$b_2 = -0,12017$$

$$b_3 = 0,93730$$

Así, la variable estandarizada se define como:

$$z = \frac{\ln X - \alpha}{\beta}$$

Por otra parte, el ajuste de las funciones de Gumbel, Goodrich y Log-Normal se realizó a cuatro periodos o series de tiempo iguales, tanto para las precipitaciones como para los caudales. Además, estos valores se asociaron a tres periodos de retorno, a saber, 20, 50 y 75 años.

Por lo tanto, el ajuste de las funciones se realizó a nivel mensual y anual, para cada estación de precipitación y de caudal, y para cada periodo de tiempo considerado.

5.2.8. Análisis del comportamiento de las precipitaciones y de los caudales

El comportamiento de las precipitaciones y de los caudales a través del tiempo se evaluó por medio de un análisis gráfico, así como su tendencia a lo largo del tiempo a nivel mensual y anual.

5.2.9. Presentación de resultados

Los resultados se presentaron a través de tablas resúmenes y gráficos, con el fin de inferir de los mismos el comportamiento de las variables precipitación y escurrimiento.

5.2.10. Análisis y discusión de resultados

Finalmente se analizaron y discutieron los resultados obtenidos en el presente estudio. Adicionalmente, las variables precipitación y caudal fueron evaluadas por medio del coeficiente Precipitación/Caudal (PP/Q), que define cuántas veces es superior el valor de la precipitación con respecto al caudal, el cual permitió analizar el comportamiento de la variable construida en función del tiempo.

Lo anterior, con el fin de generar conclusiones y recomendaciones acordes a los objetivos presentados anteriormente.

6. RESULTADOS

6.1. Completación de Datos Faltantes

La completación de datos se realizó tanto para los datos mensuales de los caudales, como para las precipitaciones, probando en ambos casos regresiones lineales y regresiones múltiples, optándose por aquella que presentaba el menor error estándar de estimación (EEE), además de determinar la relación EEE/μ , donde μ es la media muestral, relación que indica cuál es el error como proporción del caudal medio o precipitación media. En algunos casos se utilizaron promedios históricos, cuando no se tenía información de estaciones cercanas y en el periodo correspondiente a la carencia de datos.

6.1.1. Completación de caudales mensuales

Los datos completados de la estación Río Turbio en Varillar se presentan a continuación a modo de ejemplo, en tanto las demás estaciones, a saber, Río Cochiguaz en el Peñón, Río La Laguna en salida embalse La Laguna y Río Toro antes Junta Río La Laguna, se muestran en el Apéndice I.i de este documento.

La estación Río Turbio en Varillar (Tabla 1) es la que contaba con una mayor cantidad de datos; sin embargo se debió completar el 1,7% de ellos mediante promedios históricos, resultando así la siguiente tabla con valores fluviométricos.

Tabla 1. Caudales mensuales (m³/s) estación Río Turbio en Varillar.

| Años | Abr | Mayo | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | Ene | Feb | Mar | Total |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| 70/71 | 2,3 | 1,9 | 2,0 | 1,8 | 1,8 | 2,2 | 3,0 | 2,9 | 2,7 | 2,3 | 2,1 | *7,4 | 2,7 |
| 71/72 | 1,9 | *4,8 | *4,4 | *4,6 | *4,6 | *5,2 | *7,0 | *9,5 | 2,2 | 2,2 | 2,7 | 2,6 | 4,3 |
| 72/73 | 1,5 | 1,3 | 2,4 | 2,7 | 2,8 | 4,7 | 7,4 | 10,6 | 30,9 | 43,5 | 47,6 | 32,7 | 15,7 |
| 73/74 | 18,4 | 16,4 | 15,1 | 14,4 | 13,0 | 10,0 | 7,9 | 10,5 | 10,6 | 9,3 | 9,4 | 7,6 | 11,9 |
| 74/75 | 6,5 | 5,7 | 3,0 | 2,5 | 2,5 | 4,0 | 5,8 | 5,8 | 6,2 | 5,5 | 4,9 | 3,7 | 4,7 |
| 75/76 | 2,7 | 2,4 | 2,3 | 2,5 | 2,6 | 3,1 | 3,5 | 3,1 | 3,6 | 3,5 | 3,3 | 2,9 | 3,0 |
| 76/77 | 3,3 | 2,3 | 2,2 | 2,0 | 1,7 | 1,7 | 1,8 | 4,9 | 3,9 | 3,6 | 3,8 | 2,7 | 2,8 |
| 77/78 | 2,2 | 1,6 | 1,9 | 2,1 | 2,3 | 3,5 | 5,4 | 5,8 | 9,9 | 9,9 | 7,3 | 7,6 | 5,0 |
| 78/79 | 6,3 | 3,9 | 3,6 | 5,9 | 6,4 | 9,2 | 23,4 | 32,4 | 30,8 | 22,0 | 16,4 | 13,5 | 14,5 |
| 79/80 | 10,1 | 6,2 | 5,8 | 5,1 | 4,5 | 3,9 | 4,3 | 5,3 | 4,2 | 4,6 | 4,8 | 5,3 | 5,3 |
| 80/81 | 5,8 | 4,7 | 3,9 | 3,7 | 4,9 | 4,9 | 5,3 | 5,9 | 11,9 | 13,3 | 12,6 | 10,2 | 7,3 |
| 81/82 | 8,1 | 4,6 | 4,5 | 4,2 | 4,1 | 3,6 | 4,1 | 4,0 | 3,9 | 3,4 | 3,8 | 3,9 | 4,4 |
| 82/83 | 3,1 | 2,5 | 2,6 | 3,3 | 3,6 | 4,0 | 5,7 | 8,3 | 17,6 | 17,2 | 12,6 | 8,5 | 7,4 |
| 83/84 | 7,3 | 6,3 | 5,7 | 5,6 | 5,4 | 5,7 | 10,0 | 10,9 | 12,1 | 9,5 | 6,7 | 5,7 | 7,6 |
| 84/85 | 4,7 | 3,9 | 4,0 | 11,8 | 11,0 | 15,7 | 30,3 | 46,0 | 44,9 | 24,2 | 17,0 | 12,9 | 18,9 |
| 85/86 | 10,9 | 8,1 | 8,0 | 7,1 | 6,7 | 5,5 | 5,3 | 6,5 | 6,3 | 6,4 | 6,6 | 5,3 | 6,9 |
| 86/87 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 5,2 | 6,1 | 7,0 | 6,8 | 10,0 | 8,4 | 7,6 | 5,7 |
| 87/88 | 3,9 | 4,6 | 4,7 | 4,9 | 7,0 | 10,2 | 12,3 | 26,2 | 50,2 | 41,6 | 26,3 | 15,1 | 17,2 |
| 88/89 | 14,3 | 13,8 | 10,6 | 8,3 | 6,4 | 5,5 | 5,6 | 5,8 | 5,7 | 5,7 | 5,8 | 5,2 | 7,7 |
| 89/90 | 4,4 | 3,8 | 3,3 | 3,1 | 3,1 | 3,6 | 5,3 | 5,4 | 4,8 | 4,7 | 4,8 | 4,5 | 4,2 |
| 90/91 | 3,9 | 2,9 | 2,7 | 2,8 | 2,8 | 3,0 | 4,7 | 4,6 | 4,1 | 3,7 | 3,5 | 3,2 | 3,5 |
| 91/92 | 2,6 | 2,2 | 2,6 | 2,9 | 2,8 | 3,4 | 4,9 | 5,4 | 4,8 | 5,8 | 6,8 | 6,0 | 4,2 |
| 92/93 | 5,7 | 5,3 | 5,6 | 5,2 | 5,1 | 5,9 | 8,4 | 11,6 | 14,9 | 16,8 | 11,4 | 8,9 | 8,7 |
| 93/94 | 7,5 | 7,0 | 6,6 | 6,0 | 5,4 | 4,6 | 4,4 | 5,0 | 6,0 | 5,9 | 4,9 | 4,6 | 5,7 |
| 94/95 | 3,5 | 2,4 | 2,2 | 2,4 | 2,7 | 3,4 | 5,0 | 5,0 | 5,1 | 5,7 | 6,3 | 5,7 | 4,1 |
| 95/96 | 4,4 | 2,7 | 2,5 | 2,5 | 2,3 | 2,6 | 3,5 | 3,4 | 3,8 | 3,7 | 4,2 | 4,4 | 3,3 |
| 96/97 | 3,2 | 2,0 | 1,9 | 1,8 | 2,1 | 2,6 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 2,6 | 2,7 | 3,0 | 2,6 |
| 97/98 | 2,5 | 1,9 | 2,6 | 2,9 | 7,1 | 12,6 | 14,2 | 26,9 | 48,2 | 53,1 | 35,1 | 19,2 | 18,9 |
| 98/99 | 15,1 | 13,1 | 8,6 | 8,8 | 8,3 | 7,5 | 7,0 | 6,5 | 6,7 | 6,9 | 6,3 | 6,8 | 8,5 |
| 99/00 | 7,2 | 4,0 | 4,0 | 3,8 | 3,8 | 4,1 | 6,1 | 5,5 | 6,8 | 7,0 | 5,5 | 5,4 | 5,3 |
| 00/01 | 3,5 | 3,5 | 3,6 | 3,8 | 3,6 | 3,5 | 3,9 | 4,0 | 4,5 | 4,8 | 5,2 | 5,1 | 4,1 |
| 01/02 | 8,1 | 5,5 | 3,8 | 3,8 | 3,7 | 3,8 | 3,6 | 4,9 | 7,3 | 7,2 | 7,7 | 4,3 | 5,3 |
| 02/03 | 3,4 | 3,6 | 4,2 | 4,5 | 6,6 | 8,2 | 12,9 | 20,3 | 28,3 | 25,4 | 17,3 | 12,1 | 12,2 |
| 03/04 | 10,2 | 9,1 | 8,8 | 7,6 | 6,1 | 5,5 | 6,5 | 8,1 | 8,1 | 7,6 | 6,4 | 5,3 | 7,4 |
| 04/05 | 4,7 | 4,1 | 3,9 | 4,1 | 4,0 | 3,7 | 3,3 | 4,2 | 4,0 | 3,8 | 3,8 | 3,4 | 3,9 |
| 05/06 | 3,1 | 3,2 | 3,0 | 2,7 | 2,8 | 2,8 | 4,3 | 9,2 | 13,3 | 13,2 | 10,7 | 8,1 | 6,4 |
| 06/07 | 3,7 | 4,5 | 4,9 | 5,1 | 5,2 | 4,7 | 5,4 | 8,0 | 8,3 | 7,7 | 7,0 | 5,0 | 5,8 |
| 07/08 | 3,9 | 3,8 | 4,0 | 4,2 | 4,2 | 5,6 | 7,3 | 8,5 | 8,7 | 8,5 | 6,9 | 5,5 | 5,9 |
| 08/09 | 4,4 | 3,6 | 3,6 | 3,9 | 4,6 | 4,7 | 5,4 | 9,1 | 10,5 | 8,0 | 7,2 | 6,8 | 6,0 |

* Datos de caudal completados mediante promedios históricos

6.1.2. Completación de precipitaciones mensuales

Los datos de la estación Rivadavia se presentan a continuación a modo de ejemplo, en tanto las demás estaciones, a saber, Los Nichos, Río La Laguna Embalse y Juntas, se muestran en el Apéndice I.ii de este documento.

En la Tabla 2 se muestran los datos de la estación Rivadavia, la cual mantuvo sus registros originales, ya que contaba con la totalidad de sus datos, por lo que fue definida como estación patrón.

Tabla 2. Precipitaciones mensuales (mm) estación Rivadavia.

| Años | Abr | Mayo | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | Ene | Feb | Mar | Total |
|-------|------|------|-------|-------|-------|------|------|------|-----|-----|-----|------|-------|
| 70/71 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 16,5 | 0,0 | 0,0 | 1,5 | 0,0 | 0,0 | 1,5 | 0,0 | 0,0 | 19,5 |
| 71/72 | 0,0 | 0,0 | 25,0 | 4,5 | 20,0 | 32,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 82,0 |
| 72/73 | 0,0 | 4,5 | 78,5 | 22,5 | 21,0 | 11,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 138,0 |
| 73/74 | 6,0 | 0,0 | 37,9 | 17,0 | 0,0 | 0,5 | 13,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 74,9 |
| 74/75 | 0,0 | 0,0 | 37,0 | 0,0 | 2,5 | 2,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 42,0 |
| 75/76 | 0,0 | 46,0 | 4,0 | 9,0 | 15,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,0 | 75,0 |
| 76/77 | 0,0 | 39,5 | 0,0 | 1,0 | 48,0 | 0,0 | 1,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 89,5 |
| 77/78 | 1,5 | 6,0 | 9,1 | 38,0 | 14,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 68,6 |
| 78/79 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 83,0 | 0,0 | 10,6 | 0,0 | 10,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 103,6 |
| 79/80 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 4,5 | 5,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 4,0 | 0,0 | 14,0 |
| 80/81 | 64,9 | 0,0 | 20,0 | 70,8 | 1,5 | 0,5 | 11,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 168,7 |
| 81/82 | 0,0 | 12,5 | 0,0 | 6,5 | 21,8 | 13,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 53,8 |
| 82/83 | 0,0 | 17,3 | 25,3 | 61,5 | 11,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 115,1 |
| 83/84 | 0,0 | 3,1 | 29,1 | 125,3 | 30,0 | 5,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 13,6 | 206,6 |
| 84/85 | 0,0 | 0,0 | 15,0 | 318,9 | 1,0 | 2,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 337,0 |
| 85/86 | 0,0 | 0,0 | 0,1 | 44,1 | 0,9 | 0,0 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 9,5 | 0,0 | 54,7 |
| 86/87 | 0,0 | 17,6 | 9,5 | 6,4 | 25,0 | 0,9 | 11,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 70,4 |
| 87/88 | 0,9 | 7,0 | 0,3 | 168,4 | 21,3 | 1,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 198,9 |
| 88/89 | 0,0 | 6,8 | 0,0 | 0,0 | 1,0 | 12,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 19,8 |
| 89/90 | 1,2 | 8,2 | 0,2 | 0,0 | 42,3 | 0,2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 52,1 |
| 90/91 | 0,0 | 0,0 | 2,0 | 40,0 | 2,0 | 3,3 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 47,3 |
| 91/92 | 0,0 | 0,0 | 151,5 | 41,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 3,0 | 0,0 | 0,0 | 29,5 | 225,5 |
| 92/93 | 15,0 | 20,0 | 96,0 | 7,5 | 9,5 | 0,0 | 0,0 | 0,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 148,5 |
| 93/94 | 9,0 | 3,4 | 0,0 | 0,0 | 12,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 24,9 |
| 94/95 | 0,0 | 0,0 | 7,0 | 46,5 | 2,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 56,0 |
| 95/96 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,0 | 0,0 | 1,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 2,0 |
| 96/97 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 19,2 | 25,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 5,0 | 49,7 |
| 97/98 | 0,0 | 2,5 | 149,0 | 13,5 | 159,0 | 1,5 | 2,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 328,0 |
| 98/99 | 2,0 | 1,0 | 20,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 23,5 |
| 99/00 | 3,5 | 2,0 | 2,9 | 0,0 | 1,5 | 43,6 | 4,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 58,0 |
| 00/01 | 3,5 | 10,5 | 93,5 | 34,5 | 0,0 | 27,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,0 | 170,0 |

Continuación Tabla 2.

| | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| 01/02 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 21,0 | 36,0 | 0,4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,2 | 57,6 |
| 02/03 | 15,1 | 81,5 | 57,5 | 81,5 | 26,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 262,1 |
| 03/04 | 0,0 | 30,0 | 2,0 | 13,3 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,5 | 0,0 | 4,0 | 50,8 |
| 04/05 | 14,0 | 0,5 | 0,0 | 55,0 | 4,0 | 0,0 | 0,0 | 1,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 3,0 | 78,0 |
| 05/06 | 8,0 | 35,0 | 0,0 | 6,5 | 22,5 | 11,9 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 83,9 |
| 06/07 | 0,0 | 1,8 | 4,0 | 35,8 | 1,5 | 0,0 | 0,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 43,6 |
| 07/08 | 0,0 | 0,0 | 7,0 | 6,5 | 12,0 | 0,0 | 0,0 | 0,3 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,5 | 26,3 |
| 08/09 | 0,0 | 13,5 | 47,5 | 14,5 | 45,0 | 1,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 121,5 |

6.2. Estimación de Precipitaciones Medias Areales a través del Método de los Polígonos de Thiessen

Como se ha mencionado en la metodología, se aplicó el método de los polígonos de Thiessen a la cuenca de estudio (Figura 2, Item 5), separando así la superficie de influencia de cada estación pluviométrica. Lo anterior fue realizado por medio del software Arc Gis y cartografía digital 1:250.000, en el Centro de Geomática de la Universidad de Talca.

Cada área de influencia de las estaciones pluviométricas fue asociada a las subcuencas definidas por las estaciones pluviométricas de Río Turbio en Varillar, Río Cochiguaz en el Peñón, Río La Laguna en salida embalse La Laguna y Río Toro antes Junta Río La Laguna, las cuales se muestran en las siguientes tablas. Sin embargo, las subcuencas Río La Laguna en salida embalse La Laguna y Río Toro antes Junta Río La Laguna, debieron ser estimadas en su precipitación areal por una sola estación, dado que no se cuenta con mayor información de otras estaciones.

Tabla 3. Superficies definidas por el método de los polígonos de Thiessen para la subcuenca Río Turbio en Varillar.

| Estaciones Pluviométricas | Superficie representada (Km²) |
|----------------------------------|---|
| Rivadavia | 1290,6959 |
| Los Nichos | 37,7941 |
| La Laguna Embalse | 631,3946 |
| Juntas | 1611,7806 |
| Superficie Total Cuenca | 3571,6652 |

Tabla 4. Superficies definidas por el método de los polígonos de Thiessen para la subcuenca Río Cochiguaz en el Peñón.

| Estaciones Pluviométricas | Superficie representada (Km²) |
|----------------------------------|---|
| Los Nichos | 361,0911 |
| La Laguna Embalse | 197,7601 |
| Superficie Total Cuenca | 558,8512 |

Tabla 5. Superficies definidas por el método de los polígonos de Thiessen para la subcuenca Río La Laguna en salida embalse La Laguna.

| Estaciones Pluviométricas | Superficie representada (Km²) |
|----------------------------------|---|
| La Laguna Embalse | 221,8748 |
| Superficie Total Cuenca | 221,8748 |

Tabla 6. Superficies definidas por el método de los polígonos de Thiessen para la subcuenca Río Toro antes Junta Río La Laguna.

| Estaciones Pluviométricas | Superficie representada (Km²) |
|----------------------------------|---|
| Juntas | 615,7333 |
| Superficie Total Cuenca | 615,7333 |

Luego, las precipitaciones medias areales para las subcuencas Río Turbio en Varillar, Río Cochiguaz en el Peñón, Río La Laguna en salida embalse La Laguna y Río Toro antes Junta Río La Laguna, se determinaron mediante promedios ponderados en función de las superficies, cuando ello fue posible, resultando la información que se muestra en la siguiente tabla para la Subcuenca Río Turbio en Varillar.

Tabla 7. Precipitaciones medias areales (mm) para la subcuenca Río Turbio.

| Años | Abr | Mayo | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | Ene | Feb | Mar | Total |
|-------|------|------|-------|-------|-------|------|------|------|-----|-----|------|------|-------|
| 70/71 | 1,1 | 2,5 | 1,1 | 18,9 | 1,1 | 2,9 | 2,2 | 1,1 | 1,1 | 5,7 | 4,3 | 1,1 | 42,9 |
| 71/72 | 1,3 | 1,1 | 32,9 | 4,8 | 16,1 | 25,5 | 2,6 | 1,1 | 1,1 | 2,2 | 1,1 | 1,1 | 90,9 |
| 72/73 | 1,1 | 6,5 | 73,8 | 18,0 | 16,8 | 9,7 | 1,1 | 2,2 | 1,1 | 1,1 | 2,8 | 1,1 | 135,2 |
| 73/74 | 6,7 | 1,1 | 29,5 | 14,6 | 1,1 | 1,5 | 11,2 | 1,1 | 1,3 | 1,1 | 2,4 | 1,1 | 72,6 |
| 74/75 | 1,1 | 4,6 | 48,5 | 2,7 | 10,9 | 8,7 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 2,1 | 1,1 | 1,3 | 84,2 |
| 75/76 | 1,1 | 42,9 | 5,3 | 10,7 | 14,8 | 1,6 | 2,0 | 1,1 | 1,1 | 6,0 | 2,8 | 1,8 | 91,1 |
| 76/77 | 1,1 | 46,6 | 2,9 | 8,2 | 38,7 | 1,1 | 6,3 | 1,1 | 1,1 | 1,2 | 1,1 | 1,3 | 110,6 |
| 77/78 | 1,7 | 14,5 | 18,0 | 59,9 | 26,1 | 2,5 | 2,3 | 1,1 | 1,2 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 130,6 |
| 78/79 | 1,1 | 2,9 | 18,4 | 127,0 | 2,2 | 11,9 | 2,1 | 9,7 | 1,9 | 1,1 | 1,1 | 1,3 | 180,8 |
| 79/80 | 1,1 | 2,2 | 2,3 | 3,3 | 6,5 | 7,1 | 4,5 | 1,1 | 1,5 | 3,1 | 5,2 | 1,1 | 39,0 |
| 80/81 | 81,2 | 12,3 | 16,3 | 70,7 | 4,0 | 1,3 | 10,3 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 3,2 | 1,1 | 203,6 |
| 81/82 | 3,2 | 8,1 | 2,7 | 6,2 | 20,8 | 5,8 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,2 | 1,1 | 3,5 | 55,9 |
| 82/83 | 1,1 | 22,1 | 33,4 | 92,0 | 7,8 | 3,8 | 1,1 | 1,1 | 3,2 | 1,1 | 1,6 | 2,0 | 170,2 |
| 83/84 | 6,8 | 2,5 | 23,1 | 96,9 | 30,2 | 3,1 | 1,1 | 1,1 | 1,9 | 1,5 | 1,1 | 12,6 | 181,8 |
| 84/85 | 1,1 | 1,1 | 19,3 | 298,5 | 3,0 | 4,0 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 3,9 | 336,2 |
| 85/86 | 1,1 | 3,5 | 4,2 | 37,1 | 1,4 | 1,6 | 8,5 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 7,7 | 1,4 | 69,8 |
| 86/87 | 1,9 | 18,7 | 11,6 | 9,6 | 27,4 | 1,9 | 12,0 | 1,1 | 1,1 | 2,7 | 3,5 | 3,8 | 95,3 |
| 87/88 | 2,1 | 9,5 | 4,6 | 150,7 | 69,5 | 2,5 | 2,0 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,4 | 1,1 | 246,5 |
| 88/89 | 1,1 | 11,7 | 1,3 | 1,4 | 2,6 | 5,9 | 1,1 | 1,1 | 1,4 | 2,0 | 1,1 | 1,1 | 31,6 |
| 89/90 | 1,5 | 11,2 | 2,6 | 3,1 | 42,7 | 1,9 | 1,1 | 1,6 | 2,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 67,6 |
| 90/91 | 2,0 | 0,0 | 1,0 | 25,5 | 4,6 | 19,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 52,2 |
| 91/92 | 0,0 | 22,1 | 115,0 | 58,3 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 5,6 | 1,9 | 0,5 | 36,8 | 240,2 |
| 92/93 | 22,9 | 18,9 | 61,6 | 8,7 | 4,1 | 0,0 | 7,1 | 6,1 | 0,0 | 0,0 | 1,0 | 0,0 | 130,3 |
| 93/94 | 7,7 | 22,3 | 0,0 | 0,5 | 6,6 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 4,4 | 41,5 |
| 94/95 | 0,2 | 1,1 | 4,0 | 63,7 | 14,7 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 4,3 | 0,0 | 0,0 | 88,0 |
| 95/96 | 1,5 | 0,0 | 0,0 | 1,3 | 0,0 | 1,8 | 1,6 | 0,0 | 9,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 15,2 |
| 96/97 | 0,0 | 0,0 | 1,4 | 8,4 | 27,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,4 | 0,0 | 4,5 | 41,8 |
| 97/98 | 0,0 | 5,6 | 170,3 | 19,2 | 127,7 | 15,9 | 1,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 14,4 | 5,6 | 359,6 |
| 98/99 | 5,0 | 0,4 | 22,7 | 6,3 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 7,2 | 41,5 |
| 99/00 | 2,4 | 14,4 | 2,1 | 0,0 | 0,5 | 36,8 | 2,1 | 0,0 | 0,0 | 1,1 | 0,0 | 0,0 | 59,5 |
| 00/01 | 10,5 | 6,5 | 74,5 | 36,9 | 0,0 | 27,2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,5 | 4,9 | 5,6 | 167,7 |
| 01/02 | 5,1 | 5,4 | 1,5 | 39,3 | 27,9 | 0,1 | 4,7 | 0,0 | 3,6 | 1,0 | 0,0 | 0,1 | 88,8 |
| 02/03 | 10,7 | 77,4 | 34,5 | 125,2 | 30,1 | 5,6 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,1 | 0,0 | 0,0 | 284,5 |
| 03/04 | 0,0 | 34,2 | 7,7 | 22,9 | 0,0 | 0,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,5 | 2,8 | 1,4 | 70,2 |
| 04/05 | 5,3 | 0,2 | 6,5 | 33,1 | 2,5 | 0,0 | 0,0 | 10,2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 2,4 | 60,2 |
| 05/06 | 12,5 | 17,7 | 27,8 | 2,4 | 30,3 | 9,1 | 0,6 | 1,1 | 0,0 | 0,9 | 3,9 | 0,0 | 106,2 |
| 06/07 | 0,0 | 13,1 | 5,0 | 44,6 | 2,3 | 1,1 | 0,9 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 67,1 |
| 07/08 | 0,4 | 18,5 | 41,8 | 35,9 | 5,7 | 1,1 | 0,0 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,2 | 103,6 |
| 08/09 | 0,0 | 19,4 | 47,0 | 16,1 | 36,6 | 0,4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 5,4 | 1,9 | 0,0 | 126,8 |

La información correspondiente a las subcuencas Río Cochiguaz en el Peñón, Río La Laguna en salida embalse La Laguna y Río Toro antes Junta Río La Laguna, se presentan en el Apéndice II de este documento.

6.3. Comparación Interperiodos de Valores Medios, Mensuales y Anuales, para Caudales y Precipitaciones

6.3.1. Comparación de caudales

6.3.1.1. Subcuenca Río Turbio

Tabla 8. Valores promedio de caudales para los distintos periodos de análisis en la subcuenca Río Turbio.

| Meses | Periodos | | | |
|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 1970-1980 | 1970-1990 | 1970-2000 | 1970-2009 |
| Abr | 5,51 | 6,05 | 5,88 | 5,68 |
| Mayo | 4,63 | 5,11 | 4,86 | 4,79 |
| Jun | 4,27 | 4,68 | 4,43 | 4,43 |
| Jul | 4,34 | 4,94 | 4,60 | 4,56 |
| Ago | 4,22 | 4,90 | 4,68 | 4,65 |
| Sep | 4,74 | 5,56 | 5,37 | 5,22 |
| Oct | 6,96 | 7,97 | 7,35 | 7,00 |
| Nov | 9,06 | 10,84 | 9,79 | 9,48 |
| Dic | 10,52 | 13,47 | 12,42 | 11,94 |
| Ene | 10,65 | 12,12 | 11,79 | 11,28 |
| Feb | 10,23 | 10,35 | 9,79 | 9,38 |
| Mar | 8,61 | 8,25 | 7,74 | 7,38 |
| Total | 6,98 | 7,85 | 7,39 | 7,15 |

Tabla 9. Comparación de los valores medios de caudal en proporción, y con respecto al periodo 1970 – 1980 en la subcuenca Río Turbio. ($\Delta P=(P_i-P)/P$)

| Meses | Diferencias de proporción con respecto al periodo 1970-1980 | | |
|--------------|---|-----------|-----------|
| | 1970-1990 | 1970-2000 | 1970-2009 |
| Abr | 0,10 | 0,07 | 0,03 |
| Mayo | 0,10 | 0,05 | 0,03 |
| Jun | 0,10 | 0,04 | 0,04 |
| Jul | 0,14 | 0,06 | 0,05 |
| Ago | 0,16 | 0,11 | 0,10 |
| Sep | 0,17 | 0,13 | 0,10 |
| Oct | 0,15 | 0,06 | 0,01 |
| Nov | 0,20 | 0,08 | 0,05 |
| Dic | 0,28 | 0,18 | 0,14 |
| Ene | 0,14 | 0,11 | 0,06 |
| Feb | 0,01 | -0,04 | -0,08 |
| Mar | -0,04 | -0,10 | -0,14 |
| Total | 0,13 | 0,06 | 0,02 |

Según los resultados presentados en la Tabla 9, al comparar proporcionalmente el periodo 1970 – 1980 con el resto de los periodos considerados, todos muestran mayores valores de caudal en casi todos los meses y en el total, excepto Febrero y Marzo, que son los meses de término del periodo estival y en donde los caudales manifiestan en su mayoría, un decrecimiento en sus valores promedio.

6.3.1.2. Subcuenca Río Cochiguaz

Tabla 10. Valores promedio de caudales para los distintos periodos de análisis en la subcuenca Río Cochiguaz.

| Meses | Periodos | | | |
|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 1970-1980 | 1970-1990 | 1970-2000 | 1970-2009 |
| Abr | 2,22 | 2,48 | 2,32 | 2,21 |
| Mayo | 1,78 | 2,03 | 2,00 | 1,96 |
| Jun | 1,60 | 1,82 | 1,85 | 1,87 |
| Jul | 1,63 | 1,84 | 1,85 | 1,89 |
| Ago | 1,57 | 1,91 | 1,89 | 1,93 |
| Sep | 1,83 | 2,12 | 2,16 | 2,18 |
| Oct | 2,94 | 3,17 | 2,97 | 3,01 |
| Nov | 4,00 | 4,77 | 4,47 | 4,43 |
| Dic | 4,73 | 6,57 | 6,18 | 5,84 |
| Ene | 4,79 | 5,40 | 5,00 | 4,67 |
| Feb | 4,59 | 4,37 | 3,86 | 3,62 |
| Mar | 3,77 | 3,49 | 3,07 | 2,88 |
| Total | 2,95 | 3,33 | 3,13 | 3,04 |

Tabla 11. Comparación de los valores medios de caudal en proporción, y con respecto al periodo 1970 – 1980 en la subcuenca Río Cochiguaz. ($\Delta P=(P_i-P)/P$)

| Meses | Diferencias de proporción con respecto al periodo 1970-1980 | | |
|--------------|---|-----------|-----------|
| | 1970-1990 | 1970-2000 | 1970-2009 |
| Abr | 0,12 | 0,05 | 0,00 |
| Mayo | 0,14 | 0,12 | 0,10 |
| Jun | 0,14 | 0,16 | 0,17 |
| Jul | 0,13 | 0,13 | 0,16 |
| Ago | 0,21 | 0,20 | 0,23 |
| Sep | 0,15 | 0,18 | 0,19 |
| Oct | 0,08 | 0,01 | 0,02 |
| Nov | 0,19 | 0,12 | 0,11 |
| Dic | 0,39 | 0,31 | 0,24 |
| Ene | 0,13 | 0,04 | -0,02 |
| Feb | -0,05 | -0,16 | -0,21 |
| Mar | -0,08 | -0,19 | -0,24 |
| Total | 0,13 | 0,06 | 0,03 |

Según los resultados presentados en la Tabla 11, al comparar el periodo 1970 – 1980 con el resto de los periodos considerados, todos muestran mayores valores de caudal en casi todos los meses y en el total, excepto Enero, Febrero y Marzo, que son los meses de término del periodo estival y en donde los caudales manifiestan en su mayoría, un decrecimiento en sus valores promedio.

6.3.1.3. Subcuenca Río La Laguna

Tabla 12. Valores promedio de caudales para los distintos periodos de análisis en la subcuenca Río La Laguna.

| Meses | Periodos | | | |
|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 1970-1980 | 1970-1990 | 1970-2000 | 1970-2009 |
| Abr | 2,02 | 1,97 | 1,92 | 1,84 |
| Mayo | 0,93 | 1,10 | 1,02 | 1,03 |
| Jun | 0,60 | 0,84 | 0,75 | 0,78 |
| Jul | 0,75 | 0,83 | 0,78 | 0,80 |
| Ago | 0,76 | 0,87 | 0,85 | 0,88 |
| Sep | 1,82 | 2,00 | 1,63 | 1,51 |
| Oct | 2,81 | 3,11 | 2,76 | 2,50 |
| Nov | 3,33 | 3,65 | 3,26 | 3,19 |
| Dic | 4,34 | 4,99 | 4,44 | 4,38 |
| Ene | 4,60 | 5,35 | 5,05 | 4,86 |
| Feb | 4,07 | 4,58 | 4,41 | 4,22 |
| Mar | 3,57 | 3,38 | 3,22 | 3,02 |
| Total | 2,47 | 2,72 | 2,51 | 2,42 |

Tabla 13. Comparación de los valores medios de caudal en proporción, y con respecto al periodo 1970 – 1980 en la subcuenca Río La Laguna. ($\Delta P=(P_i-P)/P$)

| Meses | Diferencias de proporción con respecto al periodo 1970-1980 | | |
|--------------|---|-----------|-----------|
| | 1970-1990 | 1970-2000 | 1970-2009 |
| Abr | -0,03 | -0,05 | -0,09 |
| Mayo | 0,18 | 0,10 | 0,11 |
| Jun | 0,42 | 0,26 | 0,31 |
| Jul | 0,10 | 0,03 | 0,07 |
| Ago | 0,15 | 0,13 | 0,16 |
| Sep | 0,10 | -0,10 | -0,17 |
| Oct | 0,11 | -0,02 | -0,11 |
| Nov | 0,10 | -0,02 | -0,04 |
| Dic | 0,15 | 0,02 | 0,01 |
| Ene | 0,16 | 0,10 | 0,06 |
| Feb | 0,13 | 0,08 | 0,04 |
| Mar | -0,05 | -0,10 | -0,15 |
| Total | 0,10 | 0,02 | -0,02 |

Según los resultados presentados en la Tabla 13, al comparar el periodo 1970 – 1980 con el resto de los periodos considerados, todos muestran mayores valores de caudal en casi todos los meses, excepto Marzo y Abril, que son los meses de término del periodo estival y en donde los caudales manifiestan un decrecimiento en sus valores promedio. Así mismo, los meses de Septiembre, Octubre y Noviembre también manifiestan un decrecimiento en sus valores promedio en los periodos 1970 – 2000 y 1970 – 2009.

6.3.1.4. Subcuenca Río Toro

Tabla 14. Valores promedio de caudales para los distintos periodos de análisis en la subcuenca Río Toro.

| Meses | Periodos | | | |
|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 1970-1980 | 1970-1990 | 1970-2000 | 1970-2009 |
| Abr | 0,64 | 0,66 | 0,64 | 0,63 |
| Mayo | 0,59 | 0,62 | 0,61 | 0,61 |
| Jun | 0,56 | 0,59 | 0,58 | 0,58 |
| Jul | 0,57 | 0,59 | 0,58 | 0,58 |
| Ago | 0,56 | 0,59 | 0,59 | 0,59 |
| Sep | 0,59 | 0,63 | 0,63 | 0,63 |
| Oct | 0,73 | 0,76 | 0,74 | 0,76 |
| Nov | 0,86 | 0,98 | 0,96 | 0,95 |
| Dic | 1,00 | 1,30 | 1,17 | 1,10 |
| Ene | 0,96 | 1,01 | 1,00 | 0,95 |
| Feb | 0,93 | 0,90 | 0,84 | 0,80 |
| Mar | 0,83 | 0,78 | 0,74 | 0,71 |
| Total | 0,73 | 0,78 | 0,76 | 0,74 |

Tabla 15. Comparación de los valores medios de caudal en proporción, y con respecto al periodo 1970 – 1980 en la subcuenca Río Toro. ($\Delta P=(P_i-P)/P$)

| Meses | Diferencias de proporción con respecto al periodo 1970-1980 | | |
|--------------|---|-----------|-----------|
| | 1970-1990 | 1970-2000 | 1970-2009 |
| Abr | 0,03 | 0,00 | -0,01 |
| Mayo | 0,06 | 0,04 | 0,04 |
| Jun | 0,04 | 0,03 | 0,04 |
| Jul | 0,04 | 0,02 | 0,03 |
| Ago | 0,05 | 0,06 | 0,06 |
| Sep | 0,07 | 0,07 | 0,06 |
| Oct | 0,05 | 0,02 | 0,04 |
| Nov | 0,14 | 0,12 | 0,10 |
| Dic | 0,32 | 0,23 | 0,16 |
| Ene | 0,05 | 0,04 | -0,01 |
| Feb | -0,04 | -0,11 | -0,14 |
| Mar | -0,06 | -0,11 | -0,14 |
| Total | 0,07 | 0,03 | 0,01 |

Según los resultados presentados en la Tabla 15, al comparar el periodo 1970 – 1980 con el resto de los periodos considerados, todos muestran mayores valores de caudal en casi todos los meses y en el total, excepto Febrero y Marzo, que son los meses de término del periodo estival y en donde los caudales manifiestan en su mayoría, un decrecimiento en sus valores promedio.

En general, los meses estivales muestran menores valores de caudal; los meses invernales principalmente muestran mayor caudal. Así mismo y en general, a nivel anual los caudales tienden a un leve aumento.

6.3.2. Comparación de precipitaciones

6.3.2.1. Subcuenca Río Turbio

Tabla 16. Valores promedio de precipitación media areal para los distintos periodos de análisis en la subcuenca Río Turbio.

| Meses | Periodos | | | |
|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 1970-1980 | 1970-1990 | 1970-2000 | 1970-2009 |
| Abr | 1,74 | 5,92 | 5,34 | 5,25 |
| Mayo | 12,50 | 11,29 | 10,35 | 12,89 |
| Jun | 23,28 | 17,59 | 24,33 | 25,03 |
| Jul | 26,79 | 51,71 | 40,87 | 40,58 |
| Ago | 13,44 | 17,20 | 17,64 | 17,04 |
| Sep | 7,24 | 5,20 | 5,91 | 5,71 |
| Oct | 3,54 | 3,73 | 2,88 | 2,37 |
| Nov | 2,05 | 1,59 | 1,26 | 1,26 |
| Dic | 1,24 | 1,36 | 1,40 | 1,17 |
| Ene | 2,48 | 1,88 | 1,51 | 1,43 |
| Feb | 2,28 | 2,23 | 2,01 | 1,90 |
| Mar | 1,23 | 2,14 | 3,38 | 2,85 |
| Total | 97,80 | 121,82 | 116,87 | 117,47 |

Tabla 17. Comparación de los valores de precipitación media areal en proporción, y con respecto al periodo 1970 – 1980 en la subcuenca Río Turbio. ($\Delta P=(P_i-P)/P$)

| Meses | Diferencias de proporción con respecto al periodo 1970-1980 | | |
|--------------|---|-----------|-----------|
| | 1970-1990 | 1970-2000 | 1970-2009 |
| Abr | 2,41 | 2,07 | 2,02 |
| Mayo | -0,10 | -0,17 | 0,03 |
| Jun | -0,24 | 0,05 | 0,08 |
| Jul | 0,93 | 0,53 | 0,51 |
| Ago | 0,28 | 0,31 | 0,27 |
| Sep | -0,28 | -0,18 | -0,21 |
| Oct | 0,05 | -0,19 | -0,33 |
| Nov | -0,23 | -0,39 | -0,39 |
| Dic | 0,10 | 0,13 | -0,06 |
| Ene | -0,24 | -0,39 | -0,42 |
| Feb | -0,02 | -0,12 | -0,17 |
| Mar | 0,74 | 1,75 | 1,32 |
| Total | 0,25 | 0,20 | 0,20 |

Según los resultados presentados en la Tabla 17, al comparar el periodo 1970 – 1980 con el resto de los periodos considerados, entre marzo y agosto se muestran mayores valores de precipitación en casi todos los meses y en el total; en cambio, entre los meses de septiembre y febrero, en su mayoría se muestran valores menores de precipitación en casi todos los meses, que son los meses del periodo estival y en donde se manifiesta un decrecimiento en las precipitaciones promedio.

6.3.2.2. Subcuenca Río Cochiguaz

Tabla 18. Valores promedio de precipitación media areal para los distintos periodos de análisis en la subcuenca Río Cochiguaz.

| Meses | Periodos | | | |
|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 1970-1980 | 1970-1990 | 1970-2000 | 1970-2009 |
| Abr | 0,84 | 7,41 | 6,83 | 6,80 |
| Mayo | 16,72 | 15,02 | 12,77 | 17,11 |
| Jun | 32,09 | 23,63 | 32,72 | 32,86 |
| Jul | 39,23 | 69,49 | 52,53 | 50,81 |
| Ago | 16,76 | 23,35 | 22,02 | 22,35 |
| Sep | 8,27 | 4,95 | 6,73 | 6,14 |
| Oct | 3,91 | 4,05 | 2,98 | 2,54 |
| Nov | 1,32 | 0,71 | 0,78 | 0,91 |
| Dic | 0,33 | 0,58 | 0,68 | 0,67 |
| Ene | 2,71 | 1,68 | 1,57 | 1,66 |
| Feb | 2,14 | 1,97 | 1,68 | 1,73 |
| Mar | 0,25 | 1,76 | 2,73 | 2,23 |
| Total | 124,56 | 154,61 | 144,01 | 145,82 |

Tabla 19. Comparación de los valores de precipitación media areal en proporción, y con respecto al periodo 1970 – 1980 en la subcuenca Río Cochiguaz. ($\Delta P=(P_i-P)/P$)

| Meses | Diferencias de proporción con respecto al periodo 1970-1980 | | |
|--------------|---|-----------|-----------|
| | 1970-1990 | 1970-2000 | 1970-2009 |
| Abr | 7,85 | 7,16 | 7,13 |
| Mayo | -0,10 | -0,24 | 0,02 |
| Jun | -0,26 | 0,02 | 0,02 |
| Jul | 0,77 | 0,34 | 0,30 |
| Ago | 0,39 | 0,31 | 0,33 |
| Sep | -0,40 | -0,19 | -0,26 |
| Oct | 0,04 | -0,24 | -0,35 |
| Nov | -0,46 | -0,41 | -0,31 |
| Dic | 0,76 | 1,07 | 1,04 |
| Ene | -0,38 | -0,42 | -0,39 |
| Feb | -0,08 | -0,21 | -0,19 |
| Mar | 6,12 | 10,07 | 8,02 |
| Total | 0,24 | 0,16 | 0,17 |

Según los resultados presentados en la Tabla 19, al comparar el periodo 1970 – 1980 con el resto de los periodos considerados, entre marzo y agosto se muestran mayores valores de precipitación en casi todos los meses, al igual que en diciembre y en el total; en cambio entre los meses de septiembre y febrero, se muestran valores menores de precipitación en casi todos los meses, excepto diciembre, que son los meses del periodo estival y en donde se manifiesta un decrecimiento en las precipitaciones promedio.

6.3.2.3. Subcuenca Río La Laguna

Tabla 20. Valores promedio de precipitación media areal para los distintos periodos de análisis en la subcuenca Río La Laguna.

| Meses | Periodos | | | |
|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 1970-1980 | 1970-1990 | 1970-2000 | 1970-2009 |
| Abr | 0,85 | 8,43 | 7,42 | 8,03 |
| Mayo | 22,65 | 21,68 | 19,55 | 22,44 |
| Jun | 43,99 | 32,70 | 32,54 | 34,77 |
| Jul | 61,20 | 70,20 | 52,82 | 53,32 |
| Ago | 15,11 | 27,81 | 27,02 | 26,73 |
| Sep | 8,03 | 6,31 | 7,63 | 6,94 |
| Oct | 7,10 | 7,80 | 5,57 | 4,92 |
| Nov | 1,24 | 0,77 | 0,93 | 1,42 |
| Dic | 0,87 | 1,61 | 1,91 | 1,89 |
| Ene | 7,25 | 4,05 | 3,97 | 4,32 |
| Feb | 5,90 | 4,53 | 4,07 | 4,27 |
| Mar | 0,40 | 3,45 | 4,35 | 3,63 |
| Total | 174,59 | 189,33 | 167,75 | 172,68 |

Tabla 21. Comparación de los valores medios de precipitación en proporción, y con respecto al periodo 1970 – 1980 en la subcuenca Río La Laguna. ($\Delta P=(P_i-P)/P$)

| Meses | Diferencias de proporción con respecto al periodo 1970-1980 | | |
|--------------|---|-----------|-----------|
| | 1970-1990 | 1970-2000 | 1970-2009 |
| Abr | 8,91 | 7,73 | 8,44 |
| Mayo | -0,04 | -0,14 | -0,01 |
| Jun | -0,26 | -0,26 | -0,21 |
| Jul | 0,15 | -0,14 | -0,13 |
| Ago | 0,84 | 0,79 | 0,77 |
| Sep | -0,21 | -0,05 | -0,14 |
| Oct | 0,10 | -0,22 | -0,31 |
| Nov | -0,38 | -0,25 | 0,15 |
| Dic | 0,85 | 1,19 | 1,17 |
| Ene | -0,44 | -0,45 | -0,40 |
| Feb | -0,23 | -0,31 | -0,28 |
| Mar | 7,63 | 9,88 | 8,07 |
| Total | 0,08 | -0,04 | -0,01 |

Según los resultados presentados en la Tabla 21, al comparar el periodo 1970 – 1980 con el resto de los periodos considerados, los meses de marzo, abril, agosto y diciembre muestran mayores valores de precipitación; en cambio, los meses de mayo, junio, julio, septiembre, octubre, enero, febrero y en el total, muestran en su mayoría, valores menores de precipitación y en donde se manifiesta un decrecimiento en las precipitaciones promedio.

6.3.2.4. Subcuenca Río Toro

Tabla 22. Valores promedio de precipitación media areal para los distintos periodos de análisis en la subcuenca Río Toro.

| Meses | Periodos | | | |
|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 1970-1980 | 1970-1990 | 1970-2000 | 1970-2009 |
| Abr | 2,90 | 6,67 | 5,99 | 5,37 |
| Mayo | 10,82 | 9,51 | 9,79 | 11,85 |
| Jun | 18,41 | 14,08 | 21,18 | 21,97 |
| Jul | 19,42 | 45,69 | 37,62 | 38,49 |
| Ago | 13,44 | 15,48 | 14,88 | 13,65 |
| Sep | 7,65 | 5,01 | 6,03 | 5,94 |
| Oct | 3,73 | 3,63 | 2,96 | 2,36 |
| Nov | 3,23 | 2,80 | 2,14 | 1,97 |
| Dic | 2,40 | 2,39 | 2,27 | 1,78 |
| Ene | 2,52 | 2,50 | 1,75 | 1,41 |
| Feb | 2,43 | 2,61 | 2,50 | 2,25 |
| Mar | 2,48 | 2,78 | 4,43 | 3,67 |
| Total | 89,43 | 113,16 | 111,52 | 110,71 |

Tabla 23. Comparación de los valores medios de precipitación media areal en proporción, y con respecto al periodo 1970 – 1980 en la subcuenca Río Toro.
($\Delta P = (P_i - P) / P$)

| Meses | Diferencias de proporción con respecto al periodo 1970-1980 | | |
|--------------|---|-----------|-----------|
| | 1970-1990 | 1970-2000 | 1970-2009 |
| Abr | 1,30 | 1,07 | 0,85 |
| Mayo | -0,12 | -0,10 | 0,09 |
| Jun | -0,24 | 0,15 | 0,19 |
| Jul | 1,35 | 0,94 | 0,98 |
| Ago | 0,15 | 0,11 | 0,02 |
| Sep | -0,34 | -0,21 | -0,22 |
| Oct | -0,03 | -0,21 | -0,37 |
| Nov | -0,13 | -0,34 | -0,39 |
| Dic | 0,00 | -0,06 | -0,26 |
| Ene | -0,01 | -0,31 | -0,44 |
| Feb | 0,08 | 0,03 | -0,08 |
| Mar | 0,12 | 0,79 | 0,48 |
| Total | 0,27 | 0,25 | 0,24 |

Según los resultados presentados en la Tabla 23, al comparar el periodo 1970 – 1980 con el resto de los periodos considerados, se observa que los meses entre septiembre y febrero, en su mayoría presentan un descenso en los valores de precipitación media areal, abarcando la totalidad de la temporada estival. Por otra parte, los meses de invierno presentan un incremento en los valores de precipitación media areal. Finalmente, a nivel anual se puede percibir un aumento en las precipitaciones.

En general, los meses estivales muestran un decremento de los valores de precipitación media areal; los meses invernales principalmente muestran una mayor precipitación media areal. Así mismo y en general, a nivel anual las precipitaciones medias areales tienden al aumento.

6.4. Ajuste de la Función de Distribución de Probabilidad de Gumbel, Goodrich y Log-Normal; para las Precipitaciones y Caudales a Nivel Mensual y Anual

6.4.1. Ajuste de Gumbel, Goodrich y Log-Normal para los caudales

Como se mencionó en la metodología, la función de Gumbel no ajusta a la totalidad de los periodos en las cuatro subcuencas de estudio, por lo que se recurrió a la función de Log-Normal y Goodrich para el ajuste de los datos. Además se calculó el ajuste de la función Pearson III, pero no presentó mejores ajustes a los de Log-Normal o Goodrich, por lo que la siguiente presentación de resultados, no considera a Pearson III.

La información que se entrega a continuación a través de tablas, expresa la función de distribución de probabilidad que fue utilizada para un periodo de retorno $T = 50$ años. Así mismo en el Apéndice III, se encuentran los parámetros alcanzados para cada función de distribución de probabilidad y los estimadores de bondad de ajuste respectivos, destacando la función que fue finalmente utilizada en base

a la calidad de ajuste, además de los ajustes fallidos. Al mismo tiempo se encuentra la totalidad de la información para los periodos de retorno 20 y 75 años.

6.4.1.1. Probabilidad de Caudales Mensuales para la Subcuenca Río Turbio

A continuación se presentan los caudales mensuales y anuales de los cuatro periodos, ajustados con la función de distribución de probabilidad Log-Normal (Tabla 24).

Tabla 24. Función de distribución de probabilidad para los caudales de la subcuenca Río Turbio, T = 50 años.

| Meses | Periodos | | | |
|--------------|------------|------------|------------|------------|
| | 1970-1980 | 1970-1990 | 1970-2000 | 1970-2009 |
| | Log-Normal | Log-Normal | Log-Normal | Log-Normal |
| Abr | 21,19 | 19,88 | 17,86 | 15,97 |
| Mayo | 16,69 | 15,76 | 14,52 | 13,14 |
| Jun | 12,55 | 12,35 | 11,40 | 10,65 |
| Jul | 13,22 | 13,66 | 12,11 | 11,11 |
| Ago | 12,58 | 13,18 | 11,99 | 11,04 |
| Sep | 12,98 | 14,32 | 13,44 | 12,24 |
| Oct | 22,45 | 23,71 | 19,95 | 18,06 |
| Nov | 29,71 | 35,58 | 30,70 | 28,10 |
| Dic | 47,13 | 58,24 | 49,26 | 43,90 |
| Ene | 48,03 | 50,46 | 46,22 | 40,66 |
| Feb | 42,80 | 37,34 | 33,31 | 29,28 |
| Mar | 31,87 | 24,72 | 21,80 | 19,35 |
| Total | 22,39 | 22,51 | 20,83 | 18,59 |

Se puede observar que en todas las comparaciones de los periodos con su periodo inmediatamente anterior, en éstas se verifica una disminución del caudal conforme se incrementa el periodo temporal, con la excepción de los meses que van de Julio a Enero, y para el periodo 1970 – 1990, donde se puede observar un aumento.

6.4.1.2. Probabilidad de Caudales Mensuales para la Subcuenca Río Cochiguaz

A continuación se presentan los caudales mensuales y anuales de los cuatro periodos, ajustados con la función de distribución de probabilidad Log-Normal (Tabla 25).

Tabla 25. Función de distribución de probabilidad para los caudales de la subcuenca Río Cochiguaz, T = 50 años.

| Meses | Periodos | | | |
|--------------|------------|------------|------------|------------|
| | 1970-1980 | 1970-1990 | 1970-2000 | 1970-2009 |
| | Log-Normal | Log-Normal | Log-Normal | Log-Normal |
| Abr | 8,93 | 8,32 | 7,30 | 6,28 |
| Mayo | 6,28 | 5,85 | 5,54 | 4,91 |
| Jun | 5,22 | 5,01 | 4,74 | 4,45 |
| Jul | 5,43 | 5,07 | 4,60 | 4,37 |
| Ago | 5,09 | 5,17 | 4,69 | 4,49 |
| Sep | 5,21 | 5,38 | 5,35 | 5,06 |
| Oct | 10,08 | 9,93 | 9,04 | 8,75 |
| Nov | 15,36 | 18,70 | 17,80 | 16,81 |
| Dic | 23,80 | 33,99 | 31,02 | 27,17 |
| Ene | 23,64 | 26,41 | 23,62 | 20,12 |
| Feb | 21,02 | 18,53 | 15,66 | 13,39 |
| Mar | 16,04 | 12,51 | 10,67 | 9,08 |
| Total | 11,18 | 11,18 | 10,33 | 9,16 |

De forma similar a lo observado en la Tabla 24, en todas las comparaciones de los periodos con su periodo inmediatamente anterior, en éstas se verifica una disminución del caudal conforme se incrementa el periodo temporal, con la excepción de los meses de Agosto, Septiembre, Noviembre, Diciembre y Enero, y en el periodo 1970 – 1990, donde se observa un aumento. Éste, estaría influenciado por la década de los ochenta, que tiende a incrementar los valores de caudal en los meses estivales, producto de la mayor reserva de agua en forma de hielo y nieve que se verificó en el periodo 1980 – 1990.

6.4.1.3. Probabilidad de Caudales Mensuales para la Subcuenca Río La Laguna

A continuación se presentan los caudales mensuales y anuales de los cuatro periodos, ajustados con la función de distribución de probabilidad Goodrich (Tabla 26).

Tabla 26. Función de distribución de probabilidad para los caudales de la subcuenca Río La Laguna, T = 50 años.

| Meses | Periodos | | | |
|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 1970-1980 | 1970-1990 | 1970-2000 | 1970-2009 |
| | Goodrich | Goodrich | Goodrich | Goodrich |
| Abr | 5,34 | 5,28 | 4,99 | 5,05 |
| Mayo | 4,04 | 4,71 | 4,30 | 4,01 |
| Jun | 3,05 | 3,15 | 2,88 | 2,82 |
| Jul | 2,89 | 2,59 | 2,46 | - |
| Ago | 2,86 | 2,93 | 2,87 | 2,71 |
| Sep | 7,56 | 8,08 | 7,13 | 6,55 |
| Oct | 8,40 | 8,31 | 7,57 | 7,13 |
| Nov | 8,85 | 10,67 | 9,67 | 9,18 |
| Dic | 11,12 | 15,95 | 14,78 | 14,21 |
| Ene | 13,71 | 15,54 | 16,18 | 15,37 |
| Feb | 11,69 | 11,50 | 12,71 | 12,00 |
| Mar | 8,63 | 7,44 | 7,11 | 6,82 |
| Total | 5,53 | 6,08 | 5,87 | 5,61 |

- Periodo/mes donde se rechaza el ajuste como válido y no fue posible ajustar alguna función de distribución de probabilidad.

Se puede observar que los periodos 1970 – 2000 y 1970 – 2009 tienden mayoritariamente a la disminución de caudal en distintas proporciones y con respecto al periodo 1970 – 1980. La comparación del periodo 1970 – 1980 con respecto al periodo 1970 – 1990, tiende en su mayoría al incremento, pero esto sería función de la componente de la década del ochenta que definió una mayor acumulación de hielo y nieve en la alta cordillera.

6.4.1.4. Probabilidad de Caudales Mensuales para la Subcuenca Río Toro

Luego, se presentan los caudales mensuales y anuales de los cuatro periodos, ajustados con las funciones de distribución de probabilidad Goodrich y Gumbel (Tabla 27).

Tabla 27. Función de distribución de probabilidad para los caudales de la subcuenca Río Toro, T = 50 años.

| Meses | Periodos | | | |
|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 1970-1980 | 1970-1990 | 1970-2000 | 1970-2009 |
| | Goodrich | Goodrich | Gumbel | Goodrich |
| Abr | 1,53 | 1,35 | 1,26 | 1,23 |
| Mayo | 1,37 | 1,22 | 1,12 | 1,11 |
| Jun | 1,28 | 1,13 | 1,01 | 1,03 |
| Jul | 1,24 | 1,09 | 0,99 | 0,99 |
| Ago | 1,15 | 1,05 | 0,98 | 0,96 |
| Sep | 1,02 | 1,04 | 1,05 | 0,97 |
| Oct | 1,82 | 1,74 | 1,55 | 1,58 |
| Nov | 2,41 | 2,81 | 2,88 | 2,97 |
| Dic | 2,73 | 4,57 | 4,02 | - |
| Ene | 3,20 | 2,92 | 3,06 | 3,09 |
| Feb | 3,41 | 2,46 | 2,32 | 2,38 |
| Mar | 2,45 | 2,07 | 1,77 | 1,80 |
| Total | 1,49 | 1,54 | 1,55 | 1,50 |

- Periodo/mes donde se rechaza el ajuste como válido y no fue posible ajustar alguna función de distribución de probabilidad.

Se puede observar que en la mayoría de las comparaciones de los periodos con su periodo inmediatamente anterior, en éstas se verifica una disminución del caudal conforme se incrementa el periodo temporal. Contrariamente, el único periodo en que más del 50% de los meses del año tienden al incremento es el periodo 1970 – 2009 y también con el periodo inmediatamente anterior, aunque el aumento es leve.

6.4.2. Ajuste de Gumbel, Goodrich y Log-Normal para las precipitaciones

La variabilidad de los datos de precipitación no permitió el ajuste por periodos como fue el caso de los datos de caudales; por ende, el ajuste se hizo de manera mensual, con las funciones de distribución de probabilidad Gumbel, Goodrich y Log-Normal. Sin embargo, existen meses donde no se pudo realizar el ajuste con ninguna de las funciones anteriormente mencionadas.

La información que se entrega a continuación a través de tablas, expresa la función de distribución de probabilidad que fue utilizada para un periodo de retorno $T = 50$ años. Así mismo en el Apéndice III, se encuentran los parámetros alcanzados para cada función de distribución de probabilidad y los estimadores de bondad de ajuste respectivos, destacando la función que fue finalmente utilizada en base a la calidad de ajuste, además de los ajustes fallidos. Al mismo tiempo se encuentra la totalidad de la información para los periodos de retorno 20 y 75 años.

6.4.2.1. Probabilidad de las Precipitaciones Medias Mensuales para la Subcuenca Río Turbio

A continuación se presentan las precipitaciones mensuales y anuales de los cuatro periodos, ajustados con las funciones de distribución de probabilidad Gumbel, Goodrich y Log-Normal a nivel mensual (Tabla 28).

Tabla 28. Funciones de distribución de probabilidad para las precipitaciones de la subcuenca Río Turbio, T = 50 años.

| Meses | Periodos | | | | | | | |
|--------------|----------|-----------|------|-----------|------|-----------|------|-----------|
| | F(X) | 1970-1980 | F(X) | 1970-1990 | F(X) | 1970-2000 | F(X) | 1970-2009 |
| Abr | Gum | 6,32 | L-N | 16,75 | L-N | 17,77 | - | - |
| Mayo | Gum | 57,79 | L-N | 68,02 | Gum | 41,20 | Goo | 61,52 |
| Jun | Gum | 84,62 | L-N | 125,50 | L-N | 210,01 | Goo | 129,21 |
| Jul | Gum | 127,76 | L-N | 460,30 | Gum | 204,52 | Goo | 213,89 |
| Ago | Gum | 44,66 | L-N | 131,04 | Gum | 85,65 | Goo | 90,88 |
| Sep | Gum | 26,71 | L-N | 20,34 | Gum | 27,85 | L-N | 29,70 |
| Oct | Gum | 11,64 | L-N | 15,49 | Gum | 11,96 | Gum | 10,86 |
| Nov | Gum | 9,03 | - | - | - | - | - | - |
| Dic | Gum | 1,93 | L-N | 2,40 | Gum | 6,13 | Goo | 6,50 |
| Ene | Gum | 7,47 | L-N | 5,13 | Gum | 5,56 | Goo | 5,83 |
| Feb | Gum | 6,18 | L-N | 6,90 | Gum | 9,62 | Goo | 10,18 |
| Mar | Gum | 1,85 | L-N | 6,27 | - | - | - | - |
| Total | Gum | 210,14 | L-N | 372,25 | Gum | 345,78 | Goo | 341,41 |

- Periodo/mes donde se rechaza el ajuste como válido y no fue posible ajustar alguna función de distribución de probabilidad.

Se puede observar que la precipitación es mayor y crece en el periodo 1970 – 1990 con respecto al periodo 1970 – 1980 especialmente en los meses invernales. El periodo 1970 – 2000 baja en algunos meses con respecto al periodo inmediatamente anterior, pero la baja en monto es baja y existen meses más lluviosos. El periodo 1970 – 2009 con respecto al periodo inmediatamente anterior, más bien tiende a mantenerse.

6.4.2.2. Probabilidad de las Precipitaciones Medias Mensuales para la Subcuenca Río Cochiguaz

A continuación se presentan las precipitaciones mensuales y anuales de los cuatro periodos, ajustados con las funciones de distribución de probabilidad Gumbel y Log-Normal a nivel mensual (Tabla 29).

Tabla 29. Funciones de distribución de probabilidad para las precipitaciones de la subcuenca Río Cochiguaz, T = 50 años.

| Meses | Periodos | | | | | | | |
|--------------|----------|-----------|------|-----------|------|-----------|------|-----------|
| | F(X) | 1970-1980 | F(X) | 1970-1990 | F(X) | 1970-2000 | F(X) | 1970-2009 |
| Abr | Gum | 6,89 | - | - | - | - | - | - |
| Mayo | Gum | 78,61 | Gum | 61,86 | L-N | 102,21 | L-N | 147,71 |
| Jun | Gum | 114,62 | Gum | 90,25 | L-N | 298,28 | L-N | 289,13 |
| Jul | Gum | 199,90 | Gum | 326,50 | L-N | 510,22 | L-N | 508,89 |
| Ago | Gum | 57,61 | Gum | 100,80 | L-N | 201,70 | L-N | 214,18 |
| Sep | Gum | 31,01 | Gum | 23,22 | L-N | 34,63 | - | - |
| Oct | Gum | 14,47 | Gum | 17,72 | Gum | 14,93 | - | - |
| Nov | Gum | 10,08 | - | - | - | - | - | - |
| Dic | Gum | 1,71 | Gum | 3,31 | - | - | - | - |
| Ene | Gum | 12,26 | Gum | 9,10 | - | - | - | - |
| Feb | Gum | 8,55 | Gum | 8,35 | - | - | - | - |
| Mar | Gum | 1,07 | Gum | 10,76 | - | - | - | - |
| Total | Gum | 303,83 | Gum | 439,37 | L-N | 602,28 | L-N | 555,45 |

- Periodo/mes donde se rechaza el ajuste como válido y no fue posible ajustar alguna función de distribución de probabilidad.

Se puede observar que la precipitación es mayor y crece en los periodos 1970 – 1990 y 1970 – 2000 con respecto al periodo inmediatamente anterior, especialmente en los meses invernales y anualmente. En los meses estivales no fue posible hacer mayores comparaciones porque no se logró ajustar los datos a las funciones de distribución de probabilidad. En el periodo 1970 – 2009 se evidencia una baja en algunos meses, aunque el monto es bajo y las lluvias más bien tienden a mantenerse.

6.4.2.3. Probabilidad de las Precipitaciones Medias Mensuales para la Subcuenca Río La Laguna

A continuación se presentan las precipitaciones mensuales y anuales de los cuatro periodos, ajustados con las funciones de distribución de probabilidad Gumbel y Log-Normal a nivel mensual (Tabla 30).

Tabla 30. Funciones de distribución de probabilidad para las precipitaciones de la subcuenca Río La Laguna, T =50 años.

| Meses | Periodos | | | | | | | |
|--------------|----------|-----------|------|-----------|------|-----------|------|-----------|
| | F(X) | 1970-1980 | F(X) | 1970-1990 | F(X) | 1970-2000 | F(X) | 1970-2009 |
| Abr | Gum | 6,14 | - | - | - | - | - | - |
| Mayo | Gum | 94,53 | Gum | 82,16 | L-N | 211,79 | L-N | 240,50 |
| Jun | Gum | 157,78 | Gum | 123,88 | L-N | 355,38 | L-N | 363,37 |
| Jul | Gum | 354,29 | Gum | 333,20 | L-N | 468,40 | L-N | 527,10 |
| Ago | Gum | 72,56 | Gum | 140,40 | L-N | 272,18 | L-N | 276,17 |
| Sep | Gum | 34,80 | Gum | 27,49 | - | - | - | - |
| Oct | Gum | 29,69 | Gum | 35,69 | - | - | - | - |
| Nov | Gum | 8,02 | - | - | - | - | - | - |
| Dic | Gum | 4,77 | Gum | 9,35 | - | - | - | - |
| Ene | Gum | 32,72 | Gum | 23,76 | - | - | - | - |
| Feb | Gum | 23,67 | Gum | 19,56 | - | - | - | - |
| Mar | Gum | 2,11 | Gum | 18,55 | - | - | - | - |
| Total | Gum | 548,50 | Gum | 530,75 | L-N | 666,00 | L-N | 628,53 |

- Periodo/mes donde se rechaza el ajuste como válido y no fue posible ajustar alguna función de distribución de probabilidad.

Se puede observar que en las comparaciones de los periodos con su periodo inmediatamente anterior, el periodo 1970 – 1990 baja, pero es mayor y crece en el periodo 1970 – 2000; en el periodo 1970 – 2009 aumenta en los meses invernales, pero el alza en monto es baja y anualmente las lluvias más bien tienden a mantenerse o mermar levemente. En los meses estivales no fue posible hacer mayores comparaciones porque no se logró ajustar los datos a las funciones de distribución de probabilidad.

6.4.2.4. Probabilidad de las Precipitaciones Medias Mensuales para la Subcuenca Río Toro

A continuación se presentan las precipitaciones mensuales y anuales de los cuatro periodos, ajustados con las funciones de distribución de probabilidad Gumbel y Log-Normal a nivel mensual (Tabla 31).

Tabla 31. Funciones de distribución de probabilidad para las precipitaciones de la subcuenca Río Toro, T = 50 años.

| Meses | Periodos | | | | | | | |
|--------------|----------|-----------|------|-----------|------|-----------|------|-----------|
| | F(X) | 1970-1980 | F(X) | 1970-1990 | F(X) | 1970-2000 | F(X) | 1970-2009 |
| Abr | Gum | 6,99 | - | - | - | - | - | - |
| Mayo | Gum | 48,83 | Gum | 38,66 | L-N | 60,53 | L-N | 82,61 |
| Jun | Gum | 74,08 | Gum | 56,48 | L-N | 166,72 | L-N | 183,91 |
| Jul | Gum | 77,31 | Gum | 222,64 | L-N | 365,87 | L-N | 374,81 |
| Ago | Gum | 46,44 | Gum | 57,28 | L-N | 115,46 | L-N | 111,81 |
| Sep | Gum | 29,67 | - | - | - | - | - | - |
| Oct | Gum | 12,82 | - | - | L-N | 10,57 | Gum | 10,62 |
| Nov | Gum | 10,05 | - | - | - | - | - | - |
| Dic | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Ene | Gum | 3,55 | - | - | - | - | - | - |
| Feb | Gum | 2,67 | - | - | - | - | - | - |
| Mar | Gum | 3,17 | - | - | - | - | - | - |
| Total | Gum | 173,60 | Gum | 301,35 | L-N | 394,95 | L-N | 374,27 |

- Periodo/mes donde se rechaza el ajuste como válido y no fue posible ajustar alguna función de distribución de probabilidad.

Se puede observar que la precipitación es mayor y crece en los periodos 1970 – 1990 y 1970 – 2000 con respecto al periodo inmediatamente anterior, especialmente en los meses invernales y anualmente. En los meses estivales no fue posible hacer mayores comparaciones porque no se ajustaron los datos a las funciones de distribución de probabilidad. En el periodo 1970 – 2009 se verifica una baja en algunos meses, pero ésta es pequeña en monto y las lluvias más bien tienden a mantenerse.

6.5. Comportamiento de las Precipitaciones y los Caudales en Función del Tiempo

Para interpretar el comportamiento de las precipitaciones y los caudales de las últimas décadas, se presentan a continuación gráficas resultantes de la variación temporal y la propensión de los datos es representada mediante una línea de tendencia con su correspondiente ecuación de recta, para los datos de ambas variables a nivel anual.

En la Figura 3 se grafican los datos de precipitación y caudal anual de la subcuenca Río Turbio, mostrándose en su mayoría las precipitaciones mayores en altura a los caudales, situación lógica si se toma como hipótesis que los caudales se originan a partir de las precipitaciones. Además, existe una variabilidad mayor en los datos de precipitación que en los datos de caudal; ésto se puede ratificar al calcular el coeficiente de variación (C_V) de ambas variables. En el caso de los datos de precipitación el C_V corresponde a un 71,20% y en el caso de los datos de caudal el C_V corresponde a un 62,32%, existiendo una tendencia de los caudales a la baja, aunque con una alta variabilidad.

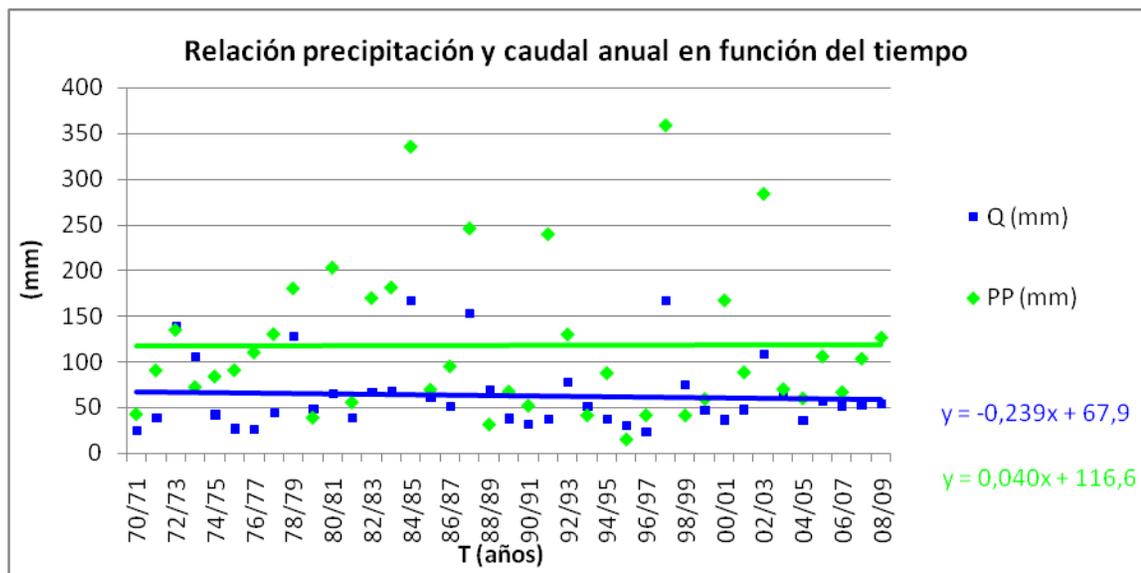


Figura 3. Gráfica de la variación temporal de la subcuenca Río Turbio.

Por otra parte, en la Figura 4 se muestra el conjunto de datos de la subcuenca Río Cochiguaz y al contrario de la subcuenca Río Turbio, las alturas de precipitación no superan las alturas de los caudales en su mayoría, donde estos últimos tienen una tendencia a la baja.

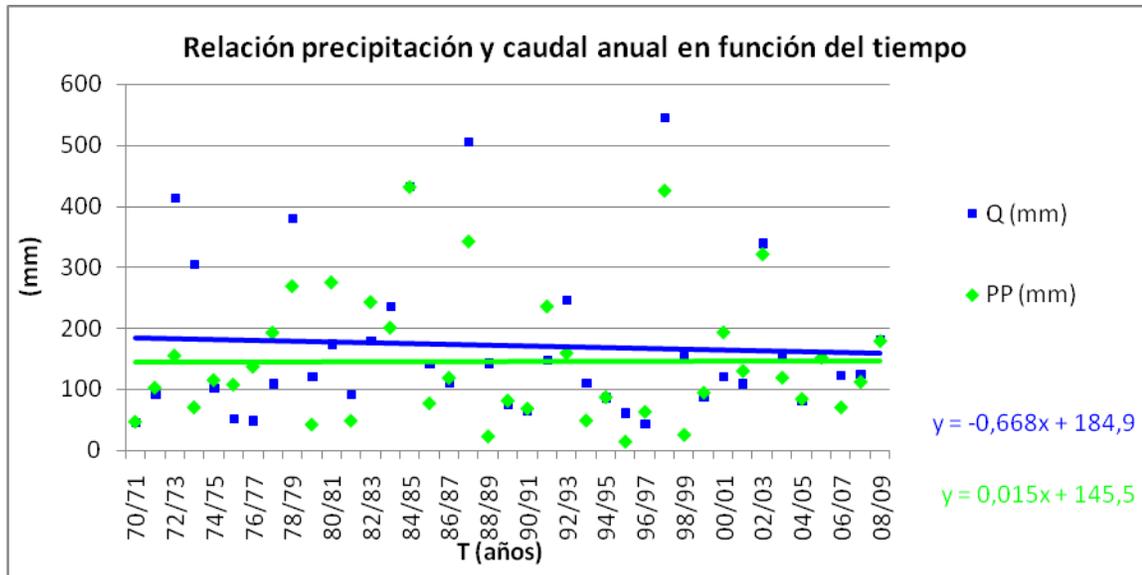


Figura 4. Gráfica de la variación temporal de la subcuenca Río Cochiguaz.

En la Figura 5, se muestra el conjunto de datos de la subcuenca Río La Laguna y al igual que la subcuenca Río Cochiguaz y al contrario de la subcuenca Río Turbio, las alturas de precipitación no superan las alturas de los caudales en su mayoría; esto implicaría que al parecer existen aportes extras a los caudales, donde estos últimos además tienen una tendencia a la baja. Lo anterior podría deberse a una baja en las reservas de agua en forma de hielo y nieve de la cuenca.

Por otra parte, existe una variabilidad mayor en los datos de precipitación que en los datos de caudal, lo que se puede verificar al calcular el coeficiente de variación (C_V) de ambas variables; en el caso de los datos de precipitación el C_V corresponde a un 67,49% y en el caso de los datos de caudal el C_V corresponde a un 51,23%.

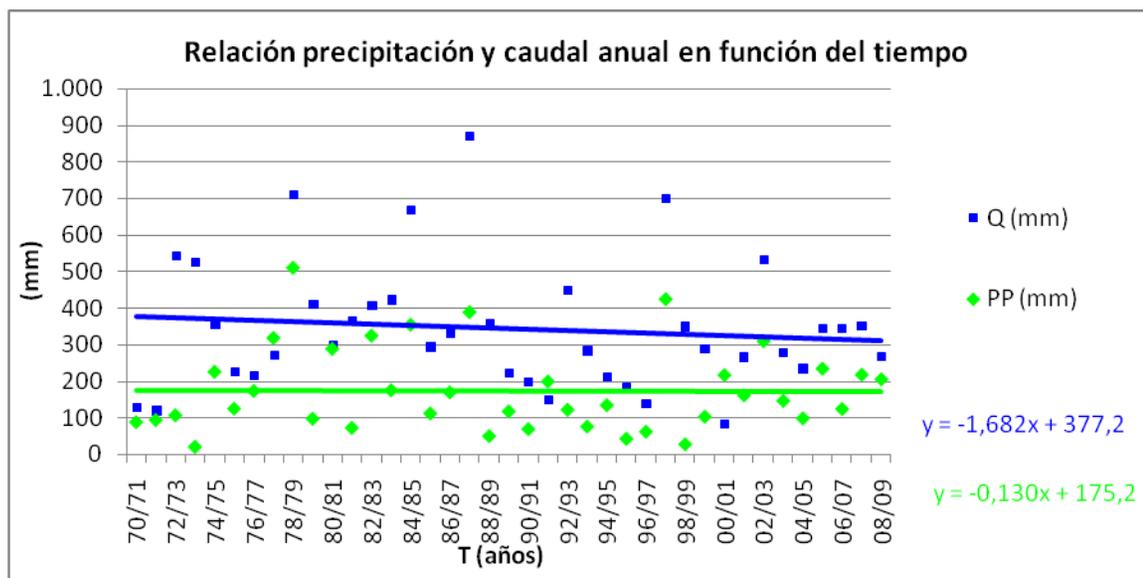


Figura 5. Gráfica de la variación temporal de la subcuenca Río La Laguna.

En la Figura 6 se gráficán los datos de precipitación y caudal de la subcuenca Río Toro y al igual que la subcuenca Río Turbio, se muestran las precipitaciones mayores en altura a los caudales en su mayoría. Asimismo, las tendencias de ambas variables se presentan relativamente estables. Además existe una variabilidad mayor en los datos de precipitación que en los datos de caudal, lo que se corrobora al calcular el coeficiente de variación (C_V) de ambas variables; en el caso de los datos de precipitación el C_V corresponde a un 75,53% y en el caso de los datos de caudal el C_V corresponde a un 37,25%.

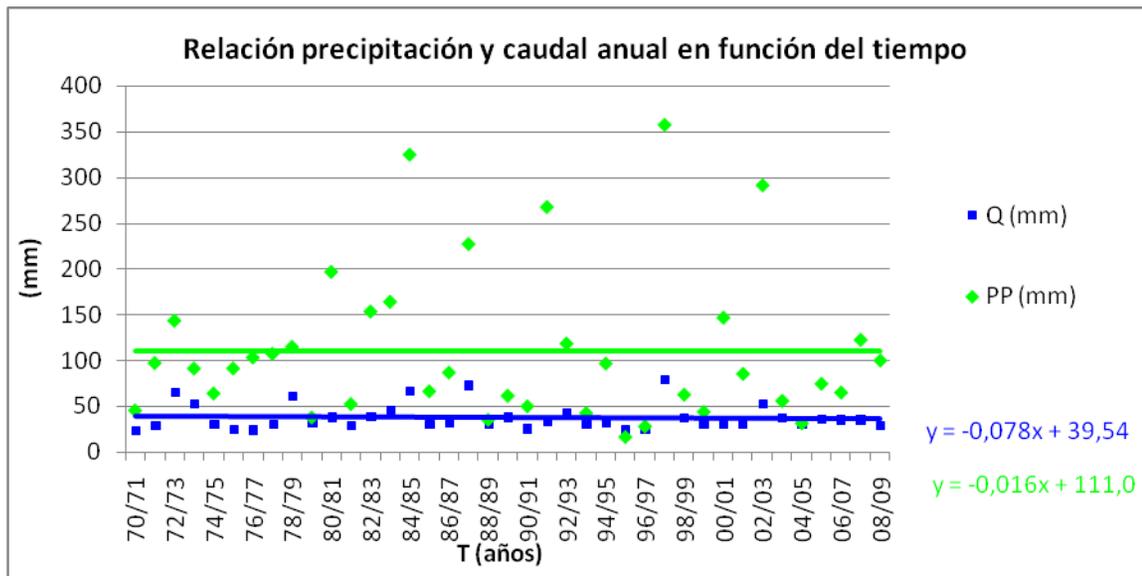


Figura 6. Gráfica de la variación temporal de la subcuenca Río Toro.

7. ANÁLISIS DE RESULTADOS

7.1. Completación de Datos Faltantes

Los datos facilitados por la Dirección General de Aguas, de caudales y precipitaciones, no abarcan la totalidad de los años de interés para este estudio, pues se encuentran incompletos, por lo que fue necesario recurrir a métodos de completación de datos tales como promedios históricos y regresiones lineales simples.

A partir del año 1970 hasta el año 2009, se tiene un total de 468 datos por estación, tanto para estaciones fluviométricas como para estaciones pluviométricas.

En el caso de las estaciones fluviométricas, se completó un 1,7% de datos de la estación Río Turbio por medio de promedios históricos; el 34,2% de los datos de la estación Río Cochiguaz fue completada en base a una regresión lineal simple que tuvo un error sobre la media de un 39,8%; un 2,1% de los datos de la estación Río La Laguna fueron completados mediante una regresión lineal simple, que tuvo un error sobre la media de 51,8%; y finalmente, un 38,9% de los datos de la estación Río Toro fueron completados mediante regresión simple con un error sobre la media de 21,7%

Por otra parte, las estaciones pluviométricas completadas mediante regresión lineal fueron la estación Los Nichos, completando un 22,25 de sus datos con un error sobre la media de 55,9%; la estación La Laguna Embalse, completando un 0,6% de sus datos con un error sobre la media de 64,7%; y la estación Junas, completando un 51,5% de sus datos con un error sobre la media de 68,9%.

Así, la estación Río La Laguna fue la que presentó el mayor error estándar de estimación en los valores de caudal, el cual ascendió a los 1,25 m³/s; asimismo, la estación La Laguna Embalse fue la que presentó el mayor error estándar de estimación en los valores de precipitación, el cual ascendió a los 17,15 mm.

7.2. Estimación de Precipitaciones Medias Areales por Polígonos de Thiessen

Como ya se ha dicho, en este estudio se distinguen cuatro subcuencas, a saber, Río Turbio, Río Cochiguaz, Río La Laguna y Río Toro, asociadas a cuatro estaciones pluviométricas que son Rivadavia, Los Nichos, La Laguna y Juntas.

Río Turbio se posiciona como una gran cuenca de 3571 Km², con una precipitación máxima anual de 359,6 mm y un caudal máximo medio anual de 166,6 mm; Río Cochiguaz es una subcuenca paralela a Río Turbio, con una superficie de 558 Km², una precipitación máxima anual que alcanzó los 431,4 mm y un caudal máximo medio anual de 544,1 mm; Río La Laguna y Río Toro son dos subcuencas de altura que están contenidas en la subcuenca Río Turbio y que abarcan superficies de 221 y 615 Km² respectivamente, con precipitaciones máximas anuales de 509,4 y 358,3 mm y caudales máximos medios anuales que alcanzan los 869,9 y 79,4 mm respectivamente.

Si los valores de los caudales fuesen mayores a las precipitaciones se podría sospechar de aportes realizados por deshielos.

Dicho lo anterior, se tienen dos subcuencas donde se aprecia que el caudal máximo medio anual supera a la precipitación máxima media anual; la subcuenca Río Cochiguaz y la subcuenca Río La Laguna.

Las alturas de los caudales de la subcuenca Río Cochiguaz superan por más de 110 mm las alturas de las precipitaciones. A su vez, las alturas de los caudales de la subcuenca Río La Laguna superan por 360 mm aproximadamente las alturas de las precipitaciones.

Por ende, en ambas subcuencas se puede inferir que se está en presencia de retroceso glaciario o de precipitaciones subestimadas.

7.3. Ajuste de las Funciones de Distribución de Probabilidad de Gumbel, Goodrich y Log-Normal, para las Variables Precipitación y Caudal a Nivel Mensual y Anual

Como se mencionó en los resultados, los caudales y las precipitaciones no se ajustaron solamente con la función de Gumbel, por lo que se complementó el ajuste con las funciones Goodrich y Log-Normal, para así ajustar la mayor cantidad de meses en los periodos en análisis.

De esta forma, los ajustes hechos para las precipitaciones y los diversos periodos considerados, permitieron inferir que la probabilidad de encontrar precipitaciones de mayor monto asociadas a un determinado periodo de retorno es más alta cuando se incorpora la información correspondiente a los periodos más recientes y en los meses húmedos (Mayo-Agosto). Sin embargo, no se puede inferir cuál es la situación para los meses secos (Septiembre-Abril), donde la mayoría de las series de datos no pudieron ser ajustadas a las funciones planteadas en este documento. Al considerar que las precipitaciones anuales han aumentado en general, se desprende que las lluvias están tendiendo a concentrarse en los meses invernales.

Por otra parte, el comportamiento de los caudales denota un decremento en los valores de probabilidad entre los meses de Enero y Octubre en la mayoría de las subcuencas de estudio. Sin embargo, los meses de Noviembre y Diciembre tienden a un

incremento en sus valores de probabilidad en las subcuencas Río Cochiguaz, Río La Laguna y Río Toro, no así en la subcuenca Río Turbio, en la cual todos los meses denotan un decremento.

7.4. Análisis del Comportamiento de las Precipitaciones y de los Caudales

Para complementar el análisis de las variables hidrológicas en estudio, se hace necesario plantear la relación existente entre las precipitaciones y los caudales; PP/Q es el coeficiente que indica cuántas veces la magnitud de las precipitaciones supera a la magnitud de los caudales.

7.4.1. Coeficiente PP/Q a nivel anual

El coeficiente PP/Q a nivel anual de caudal medio y precipitación media areal en las subcuencas Río Turbio, Río Cochiguaz y Río Toro (Figura 7) se muestra variable a través de los años de estudio, donde en general las precipitaciones anuales superan a los caudales; no obstante existen momentos en los cuales esto no ocurre y en donde PP/Q es menor a 1 y los caudales superan en proporción a las precipitaciones, situación que llama la atención; esto podría deberse a la carencia de estaciones en la zona alta de las cuencas, que permitiesen hacer una mejor estimación de los aportes de precipitación en forma líquida o sólida. Sin embargo, ello sólo ocurre algunos años.

La subcuenca Río La Laguna (Figura 7), muestra que en general los caudales anuales superan a las precipitaciones, pero hay años donde esto no ocurre. El año 2000-2001 en particular llama la atención pues alcanza un valor de 2,6 producto de un caudal promedio anual muy bajo en ese año; si se saca este dato de la gráfica, el coeficiente PP/Q tendría una tendencia a la baja al igual que en las subcuencas anteriores.

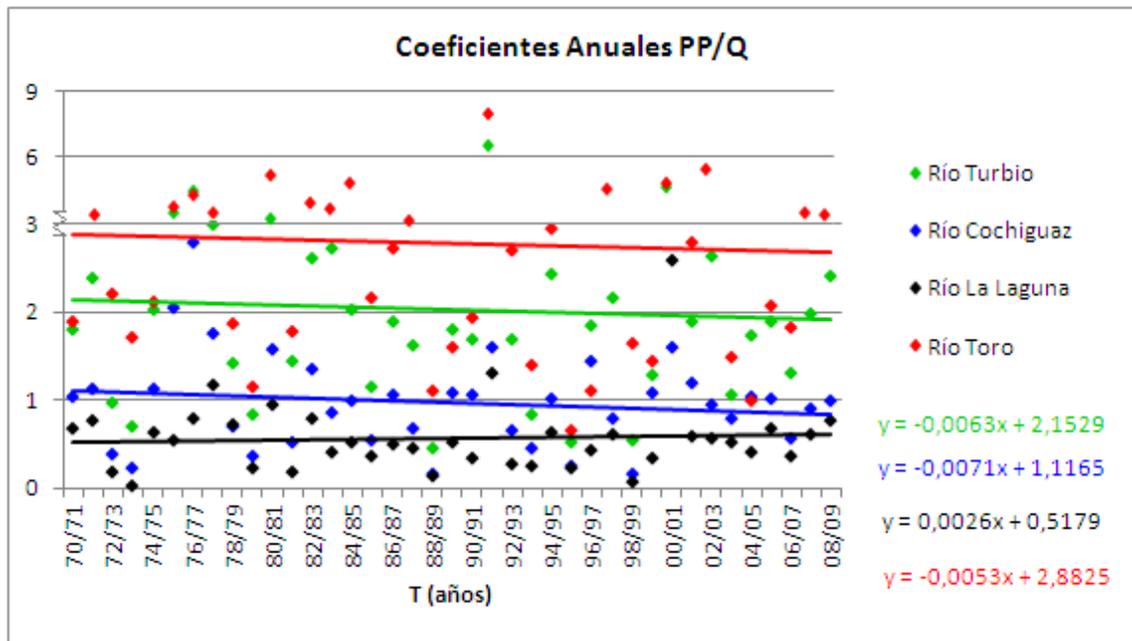


Figura 7. Gráfica del comportamiento del coeficiente PP/Q anual en las subcuencas Río Turbio, Río Cochiguaz, Río La Laguna y Río Toro.

En el año hidrológico 1995-1996, el coeficiente PP/Q es menor a 1 en las cuatro subcuencas y los caudales superan en proporción a las precipitaciones; esta situación implica que se está frente a un año de sequía donde los glaciares suplen el déficit de agua o lo aminoran, (Río Turbio, Río Cochiguaz y Río Toro no superan los 16 mm medios anuales de precipitación). Esta situación se repite en los años 1973-1974, 1979-1980, 1988-1989, 1993-1994, 1995-1996 y 1998-1999 en las subcuencas Río Turbio, Río Cochiguaz y Río La Laguna. En la subcuenca Río Cochiguaz se agregan más años y posteriormente en Río La Laguna la mayoría de los años se encuentran con un coeficiente PP/Q menor a 1.

Lo que es claro es que hay una tendencia a la disminución del coeficiente PP/Q, lo que se puede deber a dos motivos. Primero, las precipitaciones han disminuido y los caudales se han mantenido o por otra parte, las precipitaciones se han mantenido y los caudales han aumentado. En ambos casos se puede especular que existen aportes provenientes de retroceso glaciar.

7.4.2. Coeficiente PP/Q a nivel mensual

Por la alta variabilidad del coeficiente PP/Q, se hace pertinente realizar un análisis puntual en dos meses de estiaje y dos meses de invierno, para las cuatro subcuencas en estudio, especialmente para observar las tendencias a través de los años, las cuales se presentan posteriormente.

En primer lugar, en los meses secos (Figuras 8 y 9) se aprecia que los valores del coeficiente PP/Q en muy pocas oportunidades supera el valor 1, de lo cual se infiere que las precipitaciones pocas veces han superado el valor de los caudales. Asimismo, es importante destacar la tendencia en los meses de estiaje de la relación PP/Q, que es en su mayoría negativa en el tiempo, lo que indicaría que los caudales han tendido a crecer más que las precipitaciones, pudiendo atribuirse a un cambio en las temperaturas y una mayor incidencia de éstas en el proceso de derretimiento glaciar.

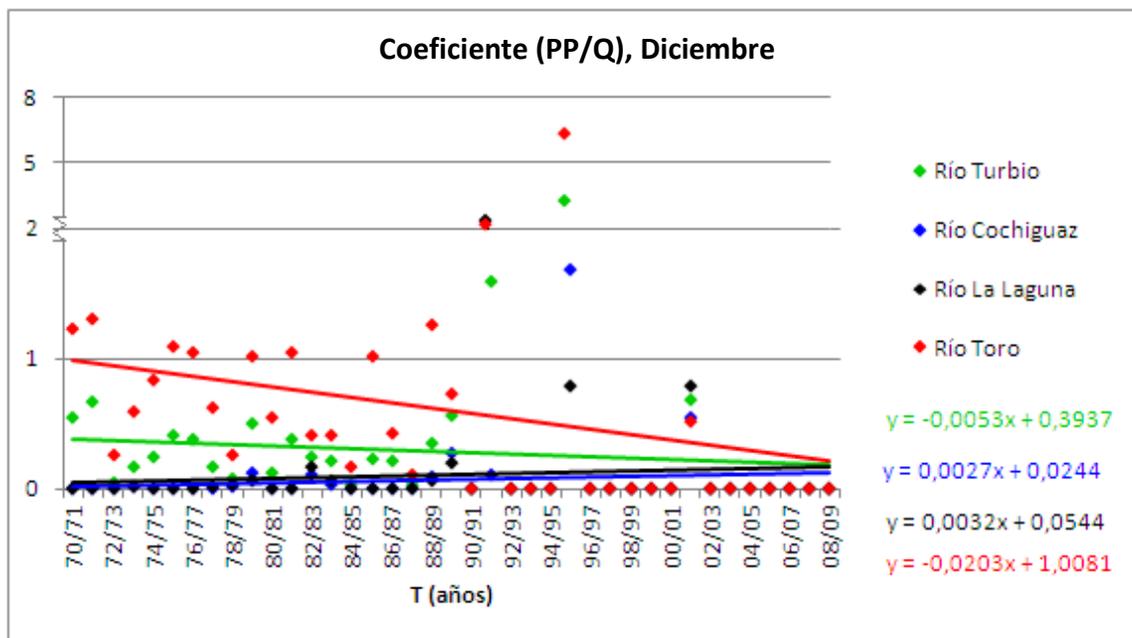


Figura 8. Gráfica del comportamiento del coeficiente PP/Q para el mes de Diciembre en las subcuencas Río Turbio, Río Cochiguaz, Río La Laguna y Río Toro.

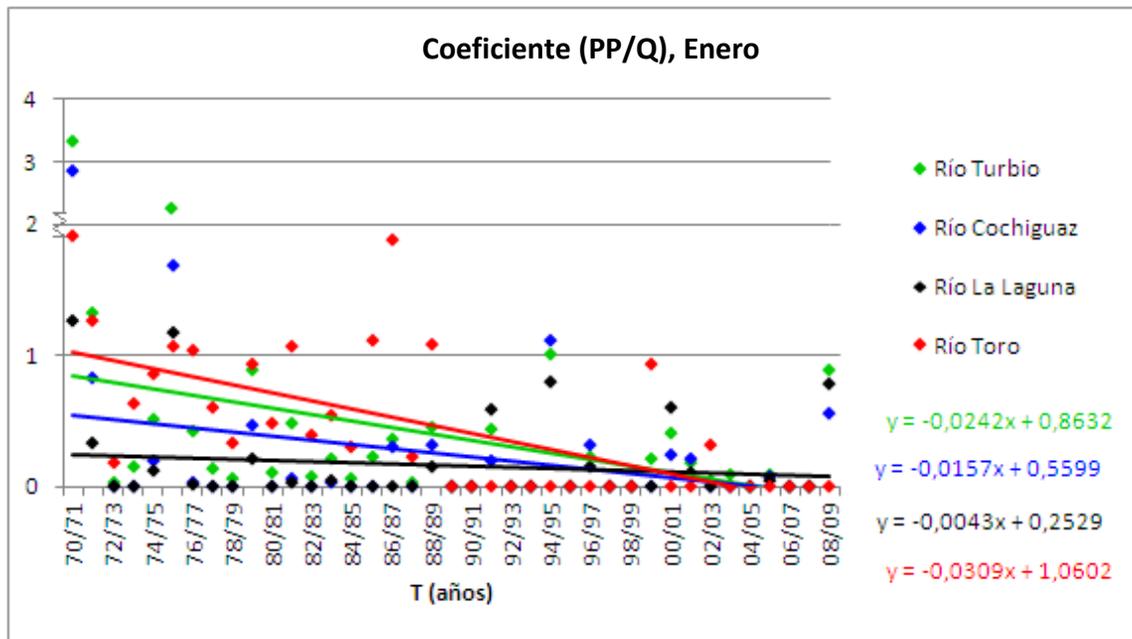


Figura 9. Gráfica del comportamiento del coeficiente PP/Q para el mes de Enero en las subcuencas Río Turbio, Río Cochiguaz, Río La Laguna y Río Toro.

Por otra parte, el coeficiente PP/Q para los meses húmedos (Figuras 10 y 11) presenta valores que en su mayoría denotan montos superiores a 1, lo que se traduce en que las precipitaciones fueron mayores que los caudales. También se observan valores que no sobrepasaron el valor 1, lo que se podría asociar con años secos; por tanto, en esos periodos el deshielo aumenta considerablemente los caudales, lo que contrasta con precipitaciones escasas.

En terminos generales se puede mencionar que existen diferencias entre el comportamiento de los meses estivales y los meses de invierno, ya que en los meses estivales parecen expresarse en el último tiempo precipitaciones menores a las normales, lo que desencadenaría una aceleración en los procesos de derretimiento glaciar, procesos que suplirían el déficit hídrico en las subcuencas en estudio.

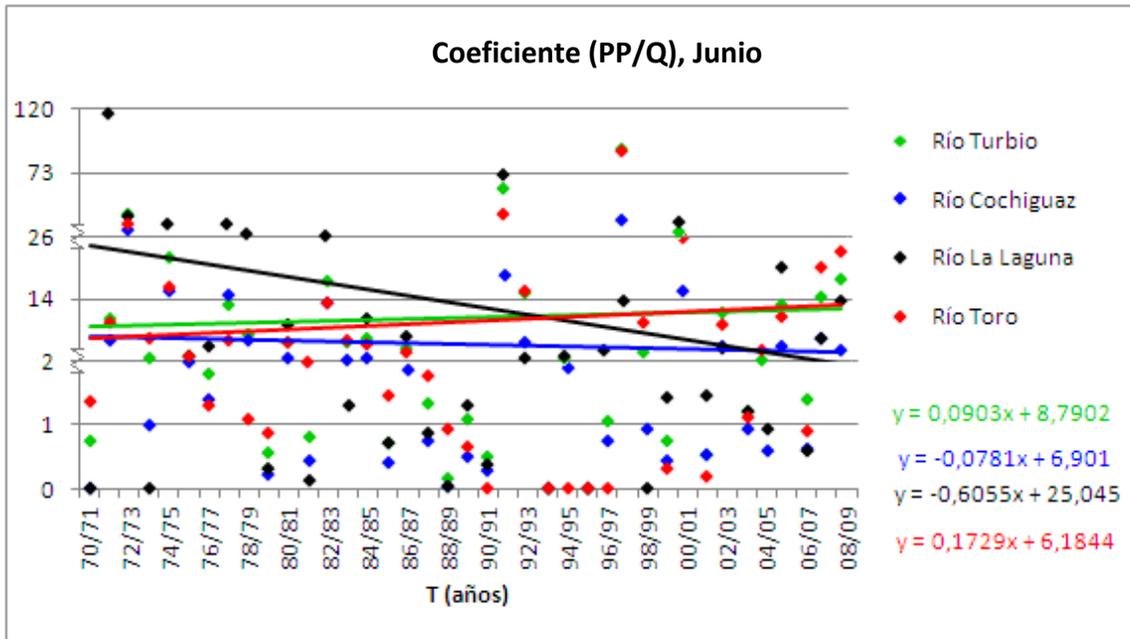


Figura 10. Gráfica del comportamiento del coeficiente PP/Q para el mes de Junio en las subcuencas Río Turbio, Río Cochiguaz, Río La Laguna y Río Toro.

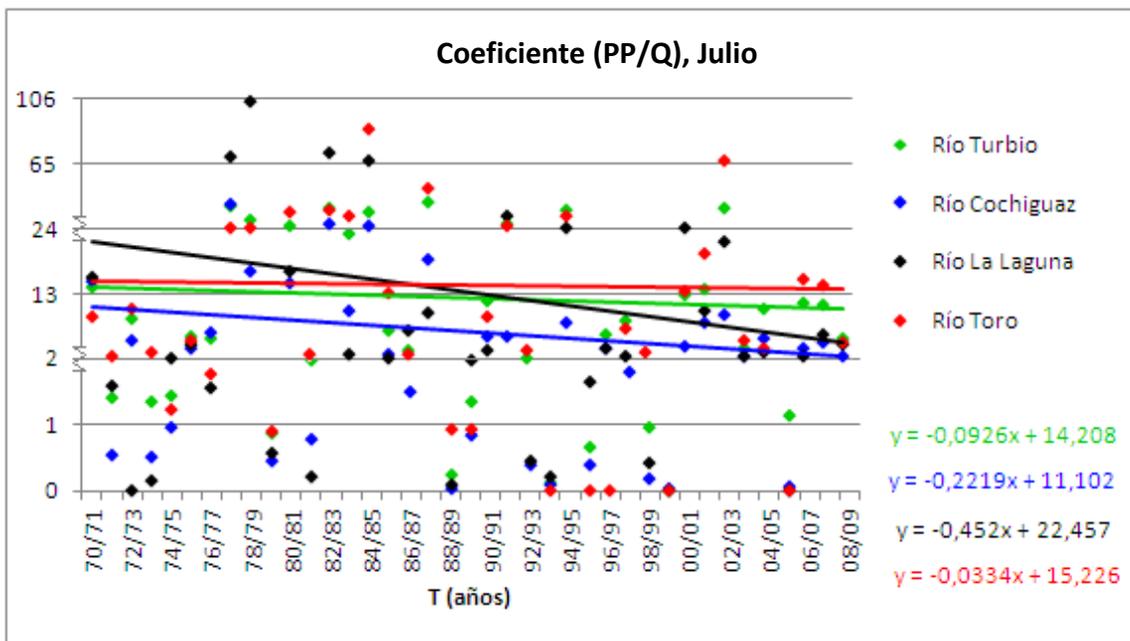


Figura 11. Gráfica del comportamiento del coeficiente PP/Q para el mes de Julio en las subcuencas Río Turbio, Río Cochiguaz, Río La Laguna y Río Toro.

7.4.3. Comportamiento de las precipitaciones y los caudales a nivel mensual

Los datos de precipitación media areal y de caudal medio a nivel mensual son presentados en el Apéndice IV, de donde se puede desprender la siguiente tabla, a modo de resumen de las pendientes de las líneas de tendencia, y desde donde se puede establecer, en general, si las precipitaciones superan o no a los caudales. Así, la Tabla 32 es una tabla resumen del comportamiento de las tendencias de precipitación y caudal.

Tabla 32. Pendientes de las líneas de tendencia de las precipitaciones (m PP) y de los caudales (m Q), además de la relación entre precipitación y caudal (mayor que (>) o menor que (<)).

| Meses | Subcuencas | | | | | | | | | | | |
|--------------|------------|--------|-------------------|---------------|--------|-------------------|---------------|--------|-------------------|----------|--------|-------------------|
| | Río Turbio | | | Río Cochiguaz | | | Río La Laguna | | | Río Toro | | |
| | m PP | m Q | Relación PP v/s Q | m PP | m Q | Relación PP v/s Q | m PP | m Q | Relación PP v/s Q | m PP | m Q | Relación PP v/s Q |
| Abr | -0,061 | -0,006 | PP>Q | -0,057 | -0,056 | PP<Q | 0,010 | -0,064 | PP<Q | -0,139 | -0,004 | PP>Q |
| Mayo | 0,216 | -0,004 | PP>Q | 0,342 | 0,005 | PP>Q | 0,213 | 0,041 | PP>Q | 0,231 | 0,003 | PP>Q |
| Jun | 0,279 | -0,002 | PP>Q | 0,266 | 0,049 | PP>Q | 0,015 | 0,068 | PP>Q | 0,411 | 0,005 | PP>Q |
| Jul | -0,298 | -0,007 | PP>Q | -0,718 | 0,051 | PP>Q | -0,635 | 0,060 | PP>Q | -0,050 | 0,004 | PP>Q |
| Ago | 0,171 | 0,002 | PP>Q | 0,309 | 0,055 | PP>Q | 0,437 | 0,109 | PP>Q | -0,039 | 0,005 | PP>Q |
| Sep | -0,030 | -0,002 | PP>Q | -0,007 | 0,066 | PP<Q | -0,011 | -0,284 | PP<Q | -0,030 | 0,006 | PP>Q |
| Oct | -0,114 | -0,031 | PP<Q | -0,113 | 0,012 | PP<Q | -0,187 | -0,453 | PP<Q | -0,126 | 0,009 | PP<Q |
| Nov | -0,026 | -0,026 | PP<Q | 0,010 | 0,027 | PP<Q | 0,056 | -0,233 | PP<Q | -0,066 | 0,009 | PP<Q |
| Dic | -0,027 | -0,020 | PP<Q | 0,007 | -0,053 | PP<Q | 0,022 | -0,192 | PP<Q | -0,070 | -0,021 | PP<Q |
| Ene | -0,046 | -0,023 | PP<Q | -0,018 | -0,225 | PP<Q | -0,030 | -0,187 | PP<Q | -0,088 | 0,019 | PP<Q |
| Feb | -0,026 | -0,054 | PP<Q | -0,016 | -0,303 | PP<Q | -0,040 | -0,166 | PP<Q | -0,029 | -0,037 | PP<Q |
| Mar | 0,002 | -0,006 | PP<Q | 0,011 | -0,277 | PP<Q | 0,021 | -0,378 | PP<Q | -0,023 | -0,034 | PP>Q |
| Total | 0,040 | -0,239 | PP>Q | 0,015 | -0,668 | PP<Q | -0,130 | -1,682 | PP<Q | -0,016 | -0,078 | PP>Q |

En primera instancia se puede observar que los caudales superan a las precipitaciones en los meses estivales, vale decir, entre Septiembre y Marzo, por lo tanto en dichos meses los caudales no provienen de las precipitaciones, sino que tendrían su origen en los deshielos.

A nivel anual, se aprecia que los caudales tienden a decrecer más fuertemente que las precipitaciones en todas las subcuencas. Sin embargo, en las subcuencas Río Turbio y Río Cochiguaz las precipitaciones a nivel anual manifiestan una leve tendencia al alza.

Se puede apreciar en todas las subcuencas que en el caso de los caudales, éstos tienden a decrecer en su mayoría entre los meses de Diciembre y Abril; tienden a incrementarse en el mes de Agosto; y entre Mayo y Julio las alturas de los caudales también tienden a incrementarse, pero sólo en las subcuencas Río Cochiguaz, Río La Laguna y Río Toro, no así, en la subcuenca Río Turbio, en la que ocurre lo contrario.

Por otra parte, los datos de precipitación se comportan de manera distinta a los datos de caudal. Se muestra que las alturas de precipitación en todas las subcuencas tienen una tendencia a la merma en los meses de Julio, Septiembre, Octubre, Enero y Febrero; las alturas de precipitación tienden a incrementarse en los meses de Mayo y Junio. En Marzo y Agosto también las alturas de precipitación tienden al alza, pero sólo en las subcuencas Río Turbio, Río Cochiguaz y Río La Laguna, no así, en la subcuenca Río Toro, en la que ocurre lo contrario.

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1. Conclusiones

En base a las hipótesis planteadas, los resultados y el respectivo análisis, es posible concluir lo siguiente:

- A partir de los datos de precipitación, se puede concluir que en todas las subcuencas (Río Turbio, Río Cochiguaz, Río La Laguna y Río Toro) en el periodo estudiado, tienden a aumentar entre 20% a 150% en los meses de Mayo y Junio. Por otra parte, en los meses de Julio, Septiembre, Octubre, Enero y Febrero, las precipitaciones tienden a disminuir entre 5% a 20%.
- A nivel anual los valores de las precipitaciones se manifiestan de forma variable en las distintas subcuencas; en su mayoría tienden a mantenerse, según el comportamiento grafico de los datos y, según las funciones de distribución de probabilidad, las precipitaciones se incrementan en montos que bordean el 60% para periodos de retorno de $T = 50$ años, comparando el periodo 1970 – 2009 con el periodo 1970 – 2000.
- Por su parte, todos los meses presentan comportamientos variables en los valores de caudal y en su mayoría tienden a mermar en todas las subcuencas; entre Febrero y Abril, los caudales decrecen en montos que fluctúan entre 5% a 20%. Por otra parte, los meses de Agosto y Noviembre en todas las subcuencas tiende a mantener o incrementar levemente sus valores de caudal, entre 5% y 15%.
- A nivel anual los valores de los caudales en su mayoría tienden a mantenerse o mermar levemente en todas las subcuencas en montos entre 5% y 15%, según el análisis de los datos en función del tiempo.

- En las subcuencas Río Turbio y Río Toro se registraron valores de caudal medio anual inferiores a los valores de precipitación media areal, por lo que a nivel anual se asume que los caudales se originan a partir de las precipitaciones; no obstante, en las subcuencas Río Cochiguaz y Río La Laguna se registraron valores de caudal medio anual superiores a los valores de precipitación media areal, por lo que se podría plantear que dichos caudales se originan a partir de los glaciares presentes en las zonas altas de las subcuencas, aunque podría atribuirse este hecho a subestimaciones de precipitación.
- El coeficiente PP/Q manifiesta una alta variabilidad en todas las subcuencas en análisis, alcanzando valores sobre 100% y hasta 500% en el coeficiente de variación. Asimismo, se puede señalar que el comportamiento de este coeficiente, manifiesta una clara tendencia a la disminución, en los meses de estiaje y se hace visible que las precipitaciones han disminuido y los caudales se han mantenido, por lo que se puede pensar que existen aportes provenientes del retroceso glaciar, aportes que se hacen evidentes en la época de deshielo.
- De las subcuencas analizadas, la que manifiesta una tendencia más fuerte al decrecimiento del coeficiente PP/Q, es la subcuenca Río La Laguna, que a la vez es la que cuenta con la estación fluviométrica y pluviométrica a mayor altura (3.130 m.s.n.m.), lo que se verifica entre Abril y Julio, donde la tendencia a la merma alcanza el 30% en promedio. De igual forma la subcuenca Río Cochiguaz (1.360 m.s.n.m.) presenta tendencias decrementales relevantes del coeficiente PP/Q por sobre el 10% en promedio entre Mayo y Julio. Finalmente las subcuencas Río Turbio (860 m.s.n.m.) y Río Toro (2.150 m.s.n.m.) manifiestan tendencias bastante estables.

- Mensualmente existe un claro incremento de las precipitaciones en los meses invernales, que superan a los caudales; en tanto en los meses secos se evidencia una mantención de los caudales en relación con la merma de las precipitaciones, lo cual sería sólo atribuible a un mayor derretimiento glaciar, como aporte de agua a los cauces.
- Finalmente, se concluye que en los periodos secos existe un aporte de aguas a la escorrentía que no proviene de las precipitaciones, ya que éstas han declinado en sus magnitudes en las últimas décadas en dichos periodos, en tanto que en los mismos periodos, los caudales se han mantenido o incrementado, lo cual es atribuible a un aporte extra de volúmenes de agua por efecto del derretimiento glaciar.

8.2. Recomendaciones

Es posible recomendar lo siguiente, para estudios posteriores en la misma línea de la presente memoria:

- Debido a la gran variabilidad de los datos fluviométricos y pluviométricos y a la necesidad de contar con información más completa en las zonas de estudio, se hace necesario el establecimiento de un mayor número de estaciones hidrometeorológicas en las zonas cordilleranas a fin de corregir dicha variabilidad y obtener datos que entreguen una mayor precisión y confiabilidad.
- Se plantea seguir estudiando el comportamiento de los caudales y de las precipitaciones y la potencial influencia glaciar en el resto del país, ya sea por los métodos planteados en esta memoria o por otros, los cuales puedan estimar con mayor precisión la dinámica hidro-nivo-glacial.

- Se recomienda actualizar periódicamente los inventarios nacionales de glaciares por medio de métodos estándar cada vez más certeros y eficaces, que relacionados con este tipo de estudios, puedan dar cuenta de los cambios en las relaciones precipitación-escorrentía que presentan las cuencas con presencia glaciar.
- Finalmente, es recomendable un uso eficiente de los recursos hídricos en los procesos industriales, silvoagropecuarios, hidroeléctricos, domiciliarios y en todos los usos, toda vez que al parecer se enfrenta un nuevo escenario climático, en donde las reservas de agua que representan los glaciares, se estarían viendo gravemente afectadas.

9. BIBLIOGRAFÍA

Aniya, M.; Sato, H; Naruse, R.; Skvarca, P; Casassa, G. 1996. The use of satellite and airborne imagery to inventory outlet glacier of the Southern Patagonia ice field. South America. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing 62: 1361-1369.

Aparicio, F. 2003. Fundamentos de hidrología de superficie. México. Editorial Limusa, S.A. 303 p.

Ausensi, P. 2005. Evaluación de métodos hidrológicos para la completación de datos faltantes. Tesis Ing. Forestal. Talca, Chile. Universidad de Talca, Facultad de Ciencias Forestales. 111 p.

Bown, F.; Rivera, A.; Acuña, C.; 2008. Recent glaciers variations at the Aconcagua basin, central Chilean Andes. Annals of Glaciology 48: 43-48.

Cabezas, R.; Cepeda, J.; Bodini, A. 2007. Descripción cartográfica de la hoya hidrográfica del río Elqui. Universidad de la Serena. (en línea). La Serena, Chile. Consultado 25 mayo 2009. Disponible en http://www.parc.ca/mcri/pdfs/geospatial/cabezas_etal_2008.pdf.

Cabrera, C. 2008. Análisis de las escorrentías mensuales y anuales de la cuenca del Maipo y la potencial influencia glaciaria en la producción de agua. Tesis Ing. Forestal. Talca, Chile. Universidad de Talca, Facultad de Ciencias Forestales. 161 p.

Canavos, G. 1995. Probabilidad y estadística. Aplicaciones y métodos. Editorial Mc Graw-Hill Interamericana. México. 319 p.

Chow, V. 1998. Hidrología aplicada. Fundamentos de hidrología de superficie. Bogotá. Editorial McGraw-Hill. 583 p.

CONAMA (Comisión Nacional del Medio Ambiente, Chile). 2008. Plan de acción nacional de cambio climático 2008 - 2012. Chile. 76 p.

DGA (Dirección General de Aguas, Chile). 1999. Política nacional de recursos hídricos. (en línea). Santiago, Chile. Consultado 15 jun. 2009. Disponible en <http://www.dga.cl/otros/publicacioneslinea/archivos/politicarecursoshidricos.pdf>.

Gascoin, S.; Ponce, R.; Lhermitte, S.; Kinnard, C. 2010. High-altitude, semi-arid catchments in North-Central Chile: key hydrological processes and relative glacier contribution to stream flow. *In* International Glaciological Conference VVIC (2010, Valdivia, Chile). Ice and Climate Change: A view from the South. Abstract Book, Santiago, Chile. p. 22.

Garín, C. 1987. Inventario de glaciares de los Andes Chilenos desde los 18° a los 32° de latitud sur. *Revista de Geografía Norte Grande* 14: 35-48.

Ginot, P.; Schwikowski, M.; Gaggeler, H.; Schotterer, U.; Kull, C.; Funk, M.; Rivera, A.; Stampfli, F.; Stichler, W. 2002. First results of a paleoatmospheric chemistry and climate study of Cerro Tapado glacier, Chile. *In* Casassa, G.; Sepulveda, F.; Sinclair, R. The Patagonian Icefields. A unique natural laboratory for environmental and climate change studies. (en línea). Kluwer Academic/Plenum Publishers. Consultado 16 jun. 2009. Disponible en <http://lch.web.psi.ch/files/Publikationen/analytic/patagonian%20icefields%202001.pdf>.

INE (Instituto Nacional de Estadísticas, Chile). 2002. Censo de Población y Vivienda. Síntesis de resultados (en línea). Consultado 28 abr 2010. Disponible en <http://www.ine.cl/cd2002/sintesiscensal.pdf>.

Kinnard, C.; MacDonell, S.; Gascoin, S.; Marín, J.; Araos, J.; Garrido, R.; Ponce, R.; Castro, J.; Rabatel, A.; Nicholson, L. (2010). Glacier and hydroclimate interactions in the high-altitude, semi-arid Chilean Norte Chico region: progresses and changes. *In* International Glaciological Conference VVIC (2010, Valdivia, Chile). Ice and Climate Change: A view from the South. Abstract Book, Santiago, Chile. p. 23.

Marín, J.; Araos, J.; MacDonell, S.; Kinnard, C. (2010). Surface height changes on Tapado Glacier, upper Elqui valley, Norte Chico (Chile) using DEM data. *In* International Glaciological Conference VVIC (2010, Valdivia, Chile). Ice and Climate Change: A view from the South. Abstract Book, Santiago, Chile. p. 21.

Milana, J.; Maturano, A. 1999. Application of radio echo sounding at the arid Andes of Argentina: The Agua Negra glacier. *Global and Planetary Change, Special Issue: Glaciers of the Southern Hemisphere* 22: 179-191.

Morales, C. 2006. Análisis de las escorrentías mensuales y anuales de la cuenca del Lontué y la potencial influencia glaciaria en la producción de agua. Tesis Ing. Forestal. Talca, Chile. Universidad de Talca, Facultad de Ciencias Forestales. 114 p.

Neuenschwander, A. 2010. El cambio climático en el sector silvoagropecuario de Chile. Chile. FIA (Fundación para la Innovación Agraria, Chile). 123 p.

Pillaca, J. 1995. Geografía general del Perú. Nuevos enfoques. Editorial Universitaria de la Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle. (en línea). Chosica. Consultado 30 jun. 2008. Disponible en <http://membres.lycos.fr/runapacha/nouvelle.pdf>.

Pizarro, R. 1986. Elementos técnicos de Hidrología. La Serena, Chile. CONAF (Corporación Nacional Forestal, Chile). 57 p.

Pizarro, R.; Hernández, I.; Muñoz, J.; Torres, H.; Torres, G. 1988. Elementos técnicos de Hidrología II. La Serena, Chile. CONAF (Corporación Nacional Forestal, Chile). 109 p.

Pizarro, R.; Cabrera, C.; Morales, C. 2011. Variación temporal de las precipitaciones y caudales en la cuenca de Maipo, y la potencial influencia glaciaria en la producción de agua (1963-2006). *In* Tecnología y Ciencias del Agua, antes Ingeniería hidráulica en México, vol. II, núm. 3. México. Ed. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. p. 5-19.

Ramírez, C. 1998. Análisis comparativo de los modelos para la estimación de precipitaciones areales anuales en periodos extremos. Tesis Ing. Forestal. Talca, Chile. Universidad de Talca, Facultad de Ciencias Forestales. 78 p.

Ribstein, P.; Francou, B. 1991. Glaciología e hidrología de glaciares en la Cordillera Real de Bolivia. (en línea). Consultado 16 jun. 2009. Disponible en http://mazinger.sisib.uchile.cl/repositorio/lb/ciencias_veterinarias_y_pecuarias/simposio_1993/02areaclimayrecurso/21.html.

Rignot, E.; Rivera, A.; Casassa, G. 2003 Contribution of the Patagonia Icefields of South America to Global Sea Level Rise. *Science*, 302: 434-437.

Rivera, A.; Casassa, G.; Acuña C.; Lange, H. 2000. Variaciones recientes de glaciares en Chile. *Investigaciones Geográficas* 34: 25-52.

Rivera, A.; Benham, T.; Casassa, G.; Bamber, J.; Dowdeswell, J. 2007. Ice elevation and areal changes of glaciers from the Northern Patagonia icefield, Chile. (en línea). *Global and Planetary Change* 59: 126-137. Consultado 16 jun. 2009. Disponible en http://www.sciencedirect.com/science?_ob=MIimg&_imagekey=B6VF0-4MV19XH-2-9&_cdi=5996&_user=96647.

Rosemblüth, B.; Fuenzalida, H.; Aceituno, P. 1997. Recent temperatur variations in southern South America. *International Journal of Climatology* 17: 67-85.

UNESCO (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, Chile). 1982. Guía para la elaboración del balance hídrico para América del Sur. Oficina regional de ciencia y tecnología para América Latina y el Caribe, Rostlac. Montevideo. Uruguay. 130 p.

Universidad de Chile. 2010. Aguas Continentales. *In* Informe País: estado del medio ambiente en Chile 2008. Centro de Análisis de Políticas Públicas. Santiago, Chile. 75-123.

APÉNDICES

I. Completación de Datos Faltantes

I.i. Completación de caudales mensuales

Tabla 33. Caudales mensuales (m³/s) estación Río Cochiguaz en el Peñón.

| Estación | Modelo | | | | | | EEE | R ² | EEE/μ | Datos Completados | | | |
|---------------|-------------------------------|------|------|------|------|------|--------|----------------|--------|-------------------|-------|-------|-------|
| Río Cochiguaz | -0,5432 + 0,5013 * Río Turbio | | | | | | 1,2097 | 1,2097 | 0,3979 | 34,2% | | | |
| Años | Abr | Mayo | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | Ene | Feb | Mar | Total |
| 70/71 | *0,6 | *0,4 | *0,5 | *0,3 | *0,4 | *0,6 | *1,0 | *0,9 | *0,8 | *0,6 | *0,5 | *3,2 | 0,8 |
| 71/72 | *0,4 | *1,9 | *1,7 | *1,7 | *1,8 | *2,1 | *3,0 | *4,2 | *0,6 | *0,6 | *0,8 | *0,7 | 1,6 |
| 72/73 | *0,2 | *0,1 | *0,7 | *0,8 | *0,8 | *1,8 | *3,2 | *4,8 | *15,0 | *21,2 | *23,3 | *15,9 | 7,3 |
| 73/74 | *8,7 | *7,7 | *7,0 | *6,7 | *6,0 | *4,5 | *3,4 | *4,7 | *4,8 | *4,1 | *4,2 | *3,2 | 5,4 |
| 74/75 | *2,7 | *2,3 | *1,0 | *0,7 | *0,7 | *1,5 | *2,4 | *2,4 | *2,6 | *2,2 | *1,9 | *1,3 | 1,8 |
| 75/76 | *0,8 | *0,7 | *0,6 | *0,7 | *0,8 | *1,0 | *1,2 | *1,0 | *1,3 | *1,2 | *1,1 | *0,9 | 0,9 |
| 76/77 | *1,1 | *0,6 | *0,5 | *0,4 | *0,3 | *0,3 | *0,4 | *1,9 | *1,4 | *1,3 | *1,4 | *0,8 | 0,9 |
| 77/78 | *0,5 | *0,3 | *0,4 | *0,5 | *0,6 | *1,2 | *2,2 | *2,3 | *4,4 | *4,4 | *3,1 | *3,3 | 1,9 |
| 78/79 | *2,6 | *1,4 | *1,3 | *2,4 | *2,7 | *4,1 | *11,2 | *15,7 | *14,9 | *10,5 | *7,7 | *6,2 | 6,7 |
| 79/80 | *4,5 | *2,5 | *2,3 | *2,0 | *1,7 | *1,4 | *1,6 | *2,1 | *1,6 | *1,8 | *1,9 | *2,1 | 2,1 |
| 80/81 | *2,3 | *1,8 | *1,4 | *1,3 | *1,9 | *1,9 | *2,1 | *2,4 | *5,4 | *6,1 | *5,8 | *4,6 | 3,1 |
| 81/82 | *3,5 | *1,8 | *1,7 | *1,6 | *1,5 | *1,3 | *1,5 | *1,5 | *1,4 | *1,2 | *1,4 | *1,4 | 1,6 |
| 82/83 | *1,0 | *0,7 | *0,8 | *1,1 | *1,2 | *1,5 | *2,3 | *3,6 | *8,3 | *8,1 | *5,8 | *3,7 | 3,2 |
| 83/84 | *3,1 | *2,6 | *2,3 | *2,2 | 3,1 | 3,0 | 5,3 | 7,8 | 8,2 | 5,1 | 4,0 | 3,4 | 4,2 |
| 84/85 | 2,9 | 2,4 | 2,3 | 3,2 | 3,1 | 4,6 | 9,3 | 17,2 | 22,9 | 11,5 | 7,2 | 5,3 | 7,7 |
| 85/86 | 4,2 | 3,6 | 3,3 | 3,1 | 2,5 | 2,1 | 2,0 | 2,2 | 2,0 | 1,9 | 1,6 | 1,6 | 2,5 |
| 86/87 | 1,7 | 1,8 | 1,7 | 1,8 | 1,7 | 1,8 | 1,7 | 2,0 | 2,6 | 2,4 | 2,3 | 2,2 | 2,0 |
| 87/88 | 2,2 | 2,2 | 2,0 | 2,1 | 3,3 | 3,8 | 5,9 | 15,2 | 30,4 | 21,3 | 11,4 | 7,4 | 8,9 |
| 88/89 | 5,3 | 4,4 | 3,7 | 3,1 | 2,8 | 2,5 | 2,0 | 1,7 | 1,5 | 1,1 | 1,0 | 1,2 | 2,5 |
| 89/90 | 1,2 | 1,5 | 1,2 | 1,0 | 1,3 | 1,6 | 1,7 | 1,7 | 1,4 | 1,3 | 1,2 | 1,2 | 1,4 |
| 90/91 | 1,3 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,3 | 1,4 | 1,4 | 1,1 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,7 | 1,1 |
| 91/92 | 1,0 | 1,3 | 1,6 | 1,7 | 1,8 | 2,5 | 2,4 | 3,9 | 5,1 | 4,2 | 3,3 | 2,8 | 2,6 |
| 92/93 | 2,7 | 2,9 | 3,1 | 2,8 | 2,4 | 2,8 | 4,6 | 7,5 | 8,6 | 6,9 | 4,7 | 3,5 | 4,4 |
| 93/94 | 3,2 | 3,0 | 2,7 | 2,2 | 1,8 | 1,8 | 1,8 | 1,6 | 1,5 | 1,4 | 1,3 | 1,4 | 2,0 |
| 94/95 | 1,5 | 1,2 | 1,2 | 1,3 | 1,4 | 1,8 | 1,8 | 1,9 | 1,6 | 1,6 | 1,6 | 1,6 | 1,5 |
| 95/96 | 1,4 | 1,3 | 1,3 | 1,2 | 1,1 | 1,1 | 1,0 | 0,9 | 0,8 | 0,9 | 0,9 | 1,0 | 1,1 |
| 96/97 | 0,9 | 0,8 | 0,8 | 0,9 | 1,0 | 0,9 | 0,8 | 0,7 | 0,8 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,8 |
| 97/98 | 0,7 | 0,7 | 1,4 | 2,0 | 3,5 | 5,9 | 7,8 | 17,6 | 32,1 | 23,3 | 12,6 | 8,1 | 9,6 |
| 98/99 | 5,7 | 5,0 | 3,9 | 3,4 | 2,8 | 2,3 | 2,0 | 1,8 | 1,5 | 1,4 | 1,5 | 1,5 | 2,7 |
| 99/00 | 1,6 | 1,7 | 1,7 | 1,6 | 1,4 | 1,8 | 2,2 | 1,8 | 1,3 | 1,1 | 1,1 | 1,2 | 1,5 |
| 00/01 | 1,2 | 1,3 | 1,4 | 1,6 | 2,0 | 2,1 | 3,3 | 3,1 | 3,1 | 2,5 | 2,1 | 2,0 | 2,1 |
| 01/02 | 1,9 | 1,8 | 1,6 | 1,6 | 1,6 | 1,8 | 2,5 | 2,9 | 2,3 | 1,9 | 1,7 | 1,6 | 1,9 |
| 02/03 | 1,6 | 1,9 | 2,4 | 2,7 | 3,4 | 3,6 | 6,7 | 11,5 | 16,1 | 10,9 | 7,2 | 4,1 | 6,0 |
| 03/04 | 2,4 | 2,3 | 3,1 | 3,2 | 2,7 | 2,5 | 2,8 | 3,1 | 2,9 | 2,6 | 2,4 | 2,4 | 2,7 |
| 04/05 | 2,3 | 2,2 | 1,9 | 1,8 | 1,6 | 1,3 | 1,2 | 1,1 | 0,9 | 0,9 | 1,0 | 1,0 | 1,4 |
| 05/06 | 1,0 | 1,2 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 2,0 | 2,4 | 4,3 | 6,3 | 4,7 | 3,4 | 2,7 | 2,7 |
| 06/07 | 2,5 | 2,3 | 2,2 | 2,2 | 2,1 | 2,2 | 2,2 | 2,5 | 2,3 | 2,1 | 1,8 | 1,8 | 2,2 |
| 07/08 | 1,6 | 1,6 | 1,6 | 1,7 | 1,5 | 1,8 | 3,1 | 3,8 | 3,1 | 2,5 | 2,2 | 2,0 | 2,2 |
| 08/09 | 1,8 | 1,7 | 2,0 | 2,0 | 2,3 | 2,9 | 4,1 | 6,4 | 5,3 | 4,0 | 3,3 | 2,9 | 3,2 |

* Datos de caudal completados mediante regresión lineal

Tabla 34. Caudales mensuales (m³/s) estación Río La Laguna en salida embalse La Laguna.

| Estación | Modelo | | | | | | | | | | | EEE | R ² | EEE/μ | Datos Completados |
|---------------|------------------------------|------|------|------|------|-----|------|------|------|------|------|--------|----------------|--------|-------------------|
| Río La Laguna | 0,3303 + 0,2954 * Río Turbio | | | | | | | | | | | 1,2513 | 0,7551 | 0,5176 | 2,1% |
| Años | Abr | Mayo | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | Ene | Feb | Mar | Total | | |
| 70/71 | 0,4 | 0,1 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 1,0 | 2,1 | 2,0 | 1,9 | 1,3 | 0,8 | 0,7 | 0,9 | | |
| 71/72 | 0,8 | *1,7 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 1,1 | 1,3 | 1,2 | 1,6 | 1,2 | 0,8 | 0,8 | | |
| 72/73 | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 1,1 | 2,4 | 2,7 | 7,5 | 12,8 | 11,0 | 7,8 | 3,8 | | |
| 73/74 | 4,0 | 3,7 | 2,7 | 2,3 | 2,0 | 2,0 | 2,6 | 5,3 | 6,0 | 5,0 | 5,0 | 3,7 | 3,7 | | |
| 74/75 | 3,2 | 1,1 | 0,3 | 0,3 | 0,4 | 2,4 | *2,0 | 4,4 | 5,3 | 3,8 | 3,4 | 3,2 | 2,5 | | |
| 75/76 | 1,1 | 0,2 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 1,3 | 3,8 | 3,7 | 2,4 | 2,0 | 1,8 | 1,9 | 1,6 | | |
| 76/77 | 1,5 | 0,2 | 0,2 | 1,9 | 0,2 | 1,1 | 2,1 | 2,6 | 2,1 | 2,2 | 2,4 | 1,8 | 1,5 | | |
| 77/78 | 1,4 | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 1,9 | 0,5 | 3,9 | 5,4 | 4,0 | 4,9 | 1,9 | | |
| 78/79 | 3,6 | 0,2 | 0,3 | 0,3 | *2,2 | 7,2 | 8,0 | 8,3 | 10,1 | 7,5 | 6,5 | 5,9 | 5,0 | | |
| 79/80 | 4,2 | 1,8 | 1,8 | 1,8 | *1,7 | 1,7 | 2,0 | 2,6 | 3,0 | 4,4 | 4,6 | 5,0 | 2,9 | | |
| 80/81 | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 1,5 | 0,9 | 4,4 | 7,4 | 5,8 | 4,3 | 2,1 | | |
| 81/82 | 3,0 | 2,3 | 1,7 | 1,6 | 1,4 | 1,4 | 2,7 | 3,5 | 3,5 | 2,6 | 3,6 | 3,5 | 2,6 | | |
| 82/83 | 1,5 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,3 | 3,1 | 3,7 | 5,8 | 8,6 | 6,3 | 4,1 | 2,9 | | |
| 83/84 | 2,9 | 2,2 | 1,7 | 1,7 | 1,6 | 1,9 | 4,1 | 4,1 | 5,4 | 4,4 | 3,3 | 2,5 | 3,0 | | |
| 84/85 | 1,3 | 0,4 | 0,3 | 0,3 | 1,0 | 5,7 | 6,9 | 11,3 | 14,2 | 6,4 | 5,5 | 3,0 | 4,7 | | |
| 85/86 | 3,0 | 0,9 | 1,7 | 1,4 | 1,4 | 1,2 | 1,4 | 1,4 | *2,2 | 4,1 | 4,1 | 2,1 | 2,1 | | |
| 86/87 | 0,5 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 2,2 | 3,5 | 3,5 | 1,0 | 6,3 | 5,5 | 4,5 | 2,3 | | |
| 87/88 | 0,5 | 1,1 | 1,5 | 1,3 | 2,8 | 7,5 | 6,7 | 6,4 | 15,4 | 16,1 | 11,0 | 3,1 | 6,1 | | |
| 88/89 | 4,9 | 4,9 | 2,9 | 1,6 | 0,6 | 0,6 | 1,5 | 2,2 | 2,5 | 2,7 | 3,3 | 2,5 | 2,5 | | |
| 89/90 | 1,5 | 0,5 | 0,5 | 0,4 | 0,3 | 0,8 | 2,7 | 2,8 | 2,1 | 2,3 | 2,6 | 2,2 | 1,6 | | |
| 90/91 | 1,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,5 | 0,8 | 3,0 | 3,0 | 2,1 | 1,9 | 1,7 | 1,3 | 1,4 | | |
| 91/92 | 0,5 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,5 | 2,2 | 1,6 | 0,3 | 1,6 | 3,3 | 2,4 | 1,1 | | |
| 92/93 | 1,9 | 1,6 | 1,4 | 1,5 | 1,4 | 1,8 | 3,1 | 4,4 | 5,5 | 7,1 | 4,9 | 3,3 | 3,1 | | |
| 93/94 | 2,4 | 1,6 | 1,4 | 1,1 | 1,0 | 1,0 | 1,2 | 2,5 | 3,3 | 3,3 | 2,7 | 2,3 | 2,0 | | |
| 94/95 | 1,2 | 0,3 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,6 | 1,8 | 1,8 | 1,8 | 2,5 | 4,0 | 3,2 | 1,5 | | |
| 95/96 | 1,8 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,5 | 1,5 | 1,8 | 2,0 | 2,1 | 2,5 | 2,5 | 1,3 | | |
| 96/97 | 1,1 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 1,0 | 1,4 | 1,5 | 1,4 | 1,4 | 1,7 | 1,7 | 1,0 | | |
| 97/98 | 0,8 | 0,3 | *1,1 | *1,2 | *2,4 | 0,5 | 2,1 | 4,1 | 10,2 | 16,5 | 13,9 | *6,0 | 4,9 | | |
| 98/99 | 3,8 | 2,6 | 0,3 | 1,7 | 1,9 | 1,7 | 1,8 | 2,2 | 2,7 | 4,1 | 3,1 | 3,7 | 2,5 | | |
| 99/00 | 3,4 | 1,4 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,6 | 2,5 | *2,0 | 4,1 | 4,1 | 3,0 | 2,6 | 2,0 | | |
| 00/01 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,4 | 1,2 | 1,8 | 1,8 | 0,6 | | |
| 01/02 | 4,8 | 1,6 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 1,8 | 1,8 | 4,0 | 4,9 | 1,5 | 1,9 | | |
| 02/03 | 0,6 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 1,0 | 2,2 | 2,5 | 5,5 | 11,4 | 9,9 | 7,2 | 3,7 | 3,8 | | |
| 03/04 | 2,2 | 2,2 | 2,2 | 1,9 | 1,5 | 1,5 | 2,4 | 3,0 | 3,5 | 1,9 | 0,3 | 1,1 | 2,0 | | |
| 04/05 | 1,8 | 1,6 | 1,4 | 1,3 | 1,2 | 1,2 | 1,1 | 2,0 | 2,1 | 2,1 | 2,1 | 2,0 | 1,7 | | |
| 05/06 | 1,3 | 1,3 | 0,4 | 0,3 | 0,2 | 0,2 | 0,5 | 2,0 | 5,9 | 7,4 | 5,9 | 3,8 | 2,4 | | |
| 06/07 | 0,3 | 1,2 | 1,8 | 1,8 | 1,8 | 1,3 | 1,7 | 3,4 | 4,3 | 4,4 | 4,3 | 2,8 | 2,4 | | |
| 07/08 | 1,6 | 1,1 | 1,1 | 1,2 | 1,3 | 2,0 | 3,6 | 4,2 | 4,0 | 3,8 | 3,5 | 2,4 | 2,5 | | |
| 08/09 | 1,3 | 0,2 | 0,2 | 0,6 | 1,2 | 1,2 | 2,2 | 4,1 | 4,3 | 3,2 | 2,4 | 1,8 | 1,9 | | |

* Datos de caudal completados mediante regresión lineal

Tabla 35. Caudales mensuales (m³/s) estación Río Toro antes Junta Río La Laguna.

| Estación | Modelo | | | | | | | | | | EEE | R ² | EEE/μ | Datos Completados |
|----------|---------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|----------------|--------|-------------------|
| Río Toro | 0,3641 + 0,1242 * Río Cochiguaz | | | | | | | | | | 0,1612 | 0,8903 | 0,2173 | 38,9% |
| Años | Abr | Mayo | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | Ene | Feb | Mar | Total | |
| 70/71 | *0,4 | *0,4 | *0,4 | *0,4 | *0,4 | *0,4 | *0,5 | *0,5 | *0,5 | *0,4 | *0,4 | *0,8 | 0,5 | |
| 71/72 | *0,4 | *0,6 | *0,6 | *0,6 | *0,6 | *0,6 | *0,7 | *0,9 | *0,4 | *0,4 | *0,5 | *0,5 | 0,6 | |
| 72/73 | *0,4 | *0,4 | *0,4 | *0,5 | *0,5 | *0,6 | *0,8 | *1,0 | *2,2 | *3,0 | *3,3 | *2,3 | 1,3 | |
| 73/74 | *1,4 | *1,3 | *1,2 | *1,2 | *1,1 | *0,9 | *0,8 | *1,0 | *1,0 | *0,9 | *0,9 | *0,8 | 1,0 | |
| 74/75 | *0,7 | *0,6 | *0,5 | *0,5 | *0,4 | *0,5 | *0,7 | *0,7 | *0,7 | *0,6 | *0,6 | *0,5 | 0,6 | |
| 75/76 | *0,5 | *0,4 | *0,4 | *0,5 | *0,5 | *0,5 | *0,5 | *0,5 | *0,5 | *0,5 | *0,5 | *0,5 | 0,5 | |
| 76/77 | *0,5 | *0,4 | *0,4 | *0,4 | *0,4 | *0,4 | *0,4 | *0,6 | *0,5 | *0,5 | *0,5 | *0,5 | 0,5 | |
| 77/78 | *0,4 | *0,4 | *0,4 | *0,4 | *0,4 | *0,5 | *0,6 | *0,7 | *0,9 | *0,9 | *0,7 | *0,8 | 0,6 | |
| 78/79 | *0,7 | *0,5 | *0,5 | *0,7 | *0,7 | *0,9 | *1,8 | *2,3 | *2,2 | *1,7 | *1,3 | *1,1 | 1,2 | |
| 79/80 | *0,9 | *0,7 | *0,7 | *0,6 | *0,6 | *0,5 | *0,6 | *0,6 | *0,6 | *0,6 | *0,6 | *0,6 | 0,6 | |
| 80/81 | *0,7 | *0,6 | *0,5 | *0,5 | *0,6 | *0,6 | *0,6 | *0,7 | *1,0 | *1,1 | *1,1 | *0,9 | 0,7 | |
| 81/82 | *0,8 | *0,6 | *0,6 | *0,6 | *0,6 | *0,5 | *0,6 | *0,5 | *0,5 | *0,5 | *0,5 | *0,5 | 0,6 | |
| 82/83 | *0,5 | *0,5 | *0,5 | *0,5 | *0,5 | *0,5 | *0,7 | *0,8 | *1,4 | *1,4 | *1,1 | *0,8 | 0,8 | |
| 83/84 | *0,8 | *0,7 | *0,7 | *0,6 | *0,8 | *0,7 | *1,0 | *1,3 | *1,4 | *1,0 | *0,9 | *0,8 | 0,9 | |
| 84/85 | *0,7 | *0,7 | *0,6 | *0,8 | *0,7 | *0,9 | *1,5 | *2,5 | *3,2 | *1,8 | *1,3 | *1,0 | 1,3 | |
| 85/86 | *0,9 | *0,8 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,5 | 0,5 | 0,6 | 0,6 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,6 | |
| 86/87 | 0,5 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,4 | 0,5 | 0,5 | 0,6 | 1,3 | 0,7 | 0,6 | 0,5 | 0,6 | |
| 87/88 | 0,4 | 0,5 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 1,0 | 2,5 | 5,0 | 2,3 | 1,6 | 1,2 | 1,4 | |
| 88/89 | 1,0 | 0,8 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,5 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | |
| 89/90 | 0,6 | 0,8 | 0,8 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,8 | 0,7 | 0,5 | 0,5 | 0,7 | |
| 90/91 | 0,5 | 0,5 | 0,4 | 0,4 | 0,5 | 0,5 | 0,6 | 0,5 | 0,6 | 0,5 | 0,5 | 0,6 | 0,5 | |
| 91/92 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,7 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | |
| 92/93 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 1,0 | 1,0 | 1,3 | 1,4 | 1,0 | 0,7 | 0,9 | |
| 93/94 | 0,6 | 0,6 | 0,5 | 0,3 | 0,7 | 0,5 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,6 | 0,6 | |
| 94/95 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,6 | 0,7 | 0,9 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,6 | |
| 95/96 | 0,5 | 0,5 | 0,4 | 0,4 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,4 | 0,5 | 0,5 | |
| 96/97 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,4 | 0,5 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,5 | |
| 97/98 | 0,4 | 0,4 | 0,5 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 1,2 | 3,5 | 3,8 | 3,7 | 1,7 | 1,5 | 1,6 | |
| 98/99 | 1,1 | 1,0 | 0,8 | 0,7 | 0,8 | 0,8 | 0,7 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,7 | |
| 99/00 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,7 | 0,6 | 0,6 | 0,5 | 0,6 | 0,6 | 0,5 | 0,6 | |
| 00/01 | 0,6 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,7 | 0,7 | 0,8 | 0,7 | 0,7 | 0,6 | 0,6 | |
| 01/02 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,7 | 0,6 | 0,7 | 0,5 | 0,5 | 0,6 | 0,6 | |
| 02/03 | 0,5 | 0,6 | 0,5 | 0,6 | 0,6 | 0,7 | 1,4 | 2,2 | 1,9 | 1,7 | 1,0 | 0,8 | 1,0 | |
| 03/04 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,8 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,8 | 0,7 | 0,8 | 0,7 | 0,7 | |
| 04/05 | 0,6 | 0,5 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | |
| 05/06 | 0,5 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,7 | 0,9 | 1,1 | 1,0 | 0,7 | 0,5 | 0,7 | |
| 06/07 | 0,7 | 0,7 | 0,8 | 0,7 | 0,6 | 0,6 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,6 | 0,7 | |
| 07/08 | 0,7 | 0,7 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 1,1 | *0,8 | 0,7 | 0,7 | 0,6 | *0,6 | 0,7 | |
| 08/09 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,6 | 0,5 | 0,5 | 0,6 | |

* Datos de caudal completados mediante regresión lineal

I.ii. Completación de precipitaciones mensuales

Tabla 36. Precipitaciones mensuales (mm) estación Los Nichos.

| Estación | Modelo | | | | | | EEE | R ² | EEE/μ | Datos Completados | | | |
|------------|-----------------------------|-------|--------|--------|-------|-------|---------|----------------|--------|-------------------|------|------|-------|
| Los Nichos | 0,0379 + 1,3265 * Rivadavia | | | | | | 11,2788 | 0,9132 | 0,5592 | 22,2% | | | |
| Años | Abr | Mayo | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | Ene | Feb | Mar | Total |
| 70/71 | *0,0 | *0,0 | *0,0 | *21,9 | *0,0 | *0,0 | *2,0 | *0,0 | *0,0 | *2,0 | *0,0 | *0,0 | 26,3 |
| 71/72 | *0,0 | *0,0 | *33,2 | *6,0 | *26,6 | *43,1 | *0,0 | *0,0 | *0,0 | *0,0 | *0,0 | *0,0 | 109,2 |
| 72/73 | *0,0 | *6,0 | *104,2 | *29,9 | *27,9 | *15,3 | *0,0 | *0,0 | *0,0 | *0,0 | *0,0 | *0,0 | 183,5 |
| 73/74 | *8,0 | *0,0 | *50,3 | *22,6 | *0,0 | *0,7 | *17,9 | *0,0 | *0,0 | *0,0 | *0,0 | *0,0 | 99,8 |
| 74/75 | *0,0 | *0,0 | *49,1 | *0,0 | *3,4 | *3,4 | *0,0 | *0,0 | *0,0 | *0,0 | *0,0 | *0,0 | 56,2 |
| 75/76 | *0,0 | *61,1 | *5,3 | *12,0 | *19,9 | *0,0 | *0,0 | *0,0 | *0,0 | *0,0 | *0,0 | *1,4 | 99,9 |
| 76/77 | *0,0 | *52,4 | *0,0 | *1,4 | *63,7 | *0,0 | *1,4 | *0,0 | *0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 119,1 |
| 77/78 | 0,0 | 15,0 | 13,5 | 68,0 | 29,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | *0,0 | *0,0 | *0,0 | 125,6 |
| 78/79 | *0,0 | 0,0 | *0,0 | *110,1 | 0,0 | *14,1 | *0,0 | *13,3 | *0,0 | *0,0 | *0,0 | *0,0 | 137,8 |
| 79/80 | *0,0 | *0,0 | *0,0 | *0,0 | *6,0 | *7,3 | *0,0 | *0,0 | *0,0 | 0,0 | 0,5 | 0,0 | 14,1 |
| 80/81 | 124,8 | 0,0 | 16,5 | 123,6 | 0,0 | 0,0 | 4,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 268,9 |
| 81/82 | 0,0 | 8,0 | 4,0 | 7,0 | 18,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 37,5 |
| 82/83 | 0,0 | 33,0 | 38,0 | 121,5 | 7,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 199,5 |
| 83/84 | 4,0 | 1,0 | 23,5 | 135,0 | 38,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 15,0 | 216,5 |
| 84/85 | 0,0 | 0,0 | 19,0 | 455,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 474,0 |
| 85/86 | 0,0 | 0,0 | 2,0 | 47,9 | 0,0 | 0,0 | 5,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 5,0 | 0,0 | 59,9 |
| 86/87 | 0,0 | 23,5 | 12,0 | *8,5 | 28,2 | 0,0 | 9,5 | 0,0 | 0,0 | 5,5 | 5,5 | 0,0 | 92,7 |
| 87/88 | 0,0 | 11,1 | 2,5 | 210,5 | 93,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 317,6 |
| 88/89 | 0,0 | 9,6 | 0,0 | 0,0 | 0,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 10,1 |
| 89/90 | 0,0 | 6,7 | 0,0 | 1,0 | 55,8 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 63,5 |
| 90/91 | 0,0 | 0,0 | 2,0 | 54,4 | 1,4 | 12,3 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 70,1 |
| 91/92 | 0,0 | 3,0 | 166,5 | 52,5 | 0,0 | 4,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 30,5 | 257,0 |
| 92/93 | 36,0 | 23,0 | 102,0 | 4,0 | 9,0 | 0,0 | 0,0 | 7,4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 181,4 |
| 93/94 | 22,0 | 10,0 | 0,0 | 0,0 | 4,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 36,0 |
| 94/95 | 0,0 | 0,0 | 11,5 | 48,4 | 3,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 62,9 |
| 95/96 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,0 |
| 96/97 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 21,9 | 35,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 8,3 | 65,7 |
| 97/98 | 0,0 | 0,0 | 299,5 | 6,5 | 107,3 | 6,3 | 6,8 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 426,4 |
| 98/99 | 0,0 | 0,0 | 26,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 26,5 |
| 99/00 | 0,0 | 8,0 | 3,2 | 0,4 | 0,0 | 80,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 91,6 |
| 00/01 | 7,7 | 18,0 | 108,0 | 20,8 | 0,0 | 27,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 182,0 |
| 01/02 | 0,0 | 0,0 | 2,5 | 68,0 | 42,5 | 0,0 | 1,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 114,5 |
| 02/03 | 8,5 | 90,5 | 71,0 | 131,0 | 27,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 328,5 |
| 03/04 | 0,0 | 77,0 | 4,0 | 25,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 106,0 |
| 04/05 | 23,0 | 0,0 | 0,0 | 50,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 3,8 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,5 | 78,3 |
| 05/06 | 5,0 | 64,5 | 0,0 | 0,5 | 28,5 | 7,9 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 2,0 | 0,0 | 108,4 |
| 06/07 | 0,0 | 9,0 | 3,0 | 31,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 43,0 |
| 07/08 | 0,0 | 4,5 | 29,0 | 12,5 | 10,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 56,0 |
| 08/09 | 0,0 | 18,3 | 38,8 | 18,0 | 91,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 166,2 |

* Datos de precipitación completados mediante regresión lineal

Tabla 37. Precipitaciones mensuales (mm) estación La Laguna Embalse.

| Estación | Modelo | | | | | EEE | R ² | EEE/μ | Datos Completados | | | | |
|-----------|------------------------------|-------|-------|-------|-------|---------|----------------|--------|-------------------|------|------|------|-------|
| La Laguna | 6,6387 + 0,6841 * Los Nichos | | | | | 17,1566 | 0,6999 | 0,6468 | 0,64% | | | | |
| Años | Abr | Mayo | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | Ene | Feb | Mar | Total |
| 70/71 | 0,0 | 8,0 | 0,0 | 30,5 | 0,0 | 10,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 20,0 | 18,0 | 0,0 | 86,5 |
| 71/72 | 1,5 | 0,0 | 74,0 | 2,0 | 0,0 | 0,0 | 8,5 | 0,0 | 0,0 | 6,5 | 0,0 | 0,0 | 92,5 |
| 72/73 | 0,0 | 11,5 | *77,9 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 6,4 | 0,0 | 0,0 | 9,5 | 0,0 | 105,3 |
| 73/74 | 6,5 | 0,0 | 0,0 | 4,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,0 | 0,0 | 7,5 | 0,0 | 19,0 |
| 74/75 | 0,0 | 20,0 | 111,0 | 9,0 | 45,0 | 32,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 6,0 | 0,0 | 1,0 | 224,5 |
| 75/76 | 0,0 | 41,0 | 7,0 | 16,0 | 14,0 | 3,0 | 5,0 | 0,0 | 0,0 | 28,0 | 9,5 | 0,0 | 123,5 |
| 76/77 | 0,0 | 90,0 | 10,0 | 36,0 | 9,0 | 0,0 | 25,0 | 0,0 | 0,0 | 0,5 | 0,0 | 1,5 | 172,0 |
| 77/78 | 0,5 | 39,0 | 55,0 | 142,0 | 65,0 | 8,0 | 7,0 | 0,0 | 0,7 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 317,2 |
| 78/79 | 0,0 | 10,5 | 98,0 | 360,0 | *6,6 | *16,3 | 6,0 | 6,0 | 4,5 | 0,0 | 0,0 | 1,5 | 509,4 |
| 79/80 | 0,0 | 6,5 | 7,0 | 12,5 | 11,5 | 10,5 | 19,5 | 0,0 | 2,5 | 11,5 | 14,5 | 0,0 | 96,0 |
| 80/81 | 113,5 | 63,5 | 18,0 | 44,0 | 13,5 | 0,0 | 23,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 12,0 | 0,0 | 287,5 |
| 81/82 | 12,0 | 1,0 | 2,5 | 4,0 | 36,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,0 | 0,0 | 14,0 | 71,0 |
| 82/83 | 0,0 | 29,0 | 68,0 | 187,0 | 4,0 | 15,5 | 0,0 | 0,0 | 12,0 | 0,0 | 3,0 | 5,0 | 323,5 |
| 83/84 | 26,0 | 0,0 | 26,0 | 62,0 | 40,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 4,5 | 2,5 | 0,0 | 12,5 | 174,0 |
| 84/85 | 0,0 | 0,0 | 41,0 | 275,5 | 9,0 | 12,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 16,0 | 353,5 |
| 85/86 | 0,0 | 14,0 | 14,0 | 34,0 | 0,0 | 3,0 | 33,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 10,0 | 2,0 | 110,5 |
| 86/87 | 4,5 | 25,0 | 20,2 | 21,0 | 51,0 | 3,0 | 23,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 4,5 | 15,5 | 168,2 |
| 87/88 | 4,0 | 15,0 | 15,0 | 152,5 | 188,5 | 6,0 | 5,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 2,0 | 0,0 | 388,0 |
| 88/89 | 0,0 | 30,0 | 1,5 | 2,0 | 5,5 | 2,5 | 0,0 | 0,0 | 2,0 | 5,0 | 0,0 | 0,0 | 48,5 |
| 89/90 | 0,0 | 29,5 | 8,0 | 10,0 | 56,5 | 4,0 | 0,0 | 3,0 | 5,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 116,0 |
| 90/91 | 7,0 | 0,0 | 1,5 | 14,5 | 9,0 | 35,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 67,5 |
| 91/92 | 0,0 | 40,5 | 83,0 | 39,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 7,0 | 11,0 | 3,0 | 14,5 | 198,0 |
| 92/93 | 21,5 | 19,5 | 43,5 | 8,0 | 3,0 | 0,0 | 7,0 | 12,5 | 0,0 | 0,0 | 5,5 | 0,0 | 120,5 |
| 93/94 | 6,0 | 48,0 | 0,0 | 3,0 | 11,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 6,0 | 74,5 |
| 94/95 | 1,0 | 6,0 | 7,5 | 58,0 | 36,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 24,5 | 0,0 | 0,0 | 133,0 |
| 95/96 | 8,5 | 0,0 | 0,0 | 5,0 | 0,0 | 8,0 | 1,5 | 0,0 | 18,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 41,0 |
| 96/97 | 0,0 | 0,0 | 8,0 | 7,0 | 28,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 2,5 | 0,0 | 15,0 | 60,5 |
| 97/98 | 0,0 | 8,0 | 174,5 | 37,0 | 167,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 23,0 | 14,0 | 423,5 |
| 98/99 | 5,0 | 0,0 | 0,0 | 9,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 12,0 | 26,0 |
| 99/00 | 5,0 | 31,0 | 4,0 | 0,0 | 0,0 | 59,0 | 2,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 101,5 |
| 00/01 | 29,5 | 10,5 | 84,5 | 58,0 | 0,0 | 10,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 8,5 | 6,0 | 8,0 | 215,5 |
| 01/02 | 6,0 | 9,0 | 7,0 | 51,0 | 47,5 | 0,0 | 17,5 | 0,0 | 16,5 | 5,5 | 0,0 | 0,0 | 160,0 |
| 02/03 | 16,0 | 106,0 | 22,0 | 105,5 | 45,0 | 14,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 308,5 |
| 03/04 | 0,0 | 38,0 | 30,5 | 57,5 | 0,0 | 3,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 16,0 | 0,0 | 145,0 |
| 04/05 | 0,0 | 0,0 | 15,0 | 47,5 | 4,0 | 0,0 | 0,0 | 27,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 3,0 | 97,0 |
| 05/06 | 37,0 | 25,0 | 89,5 | 0,0 | 53,5 | 8,0 | 3,5 | 0,0 | 0,0 | 5,0 | 11,5 | 0,0 | 233,0 |
| 06/07 | 0,0 | 34,0 | 12,5 | 55,5 | 10,0 | 6,5 | 4,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 122,5 |
| 07/08 | 2,0 | 34,0 | 84,5 | 89,0 | 7,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 216,5 |
| 08/09 | 0,0 | 32,0 | 34,5 | 31,0 | 65,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 30,5 | 11,0 | 0,0 | 204,0 |

* Datos de precipitación completados mediante regresión lineal

Tabla 38. Precipitaciones mensuales (mm) estación Juntas.

| Estación | Modelo | | | | | | EEE | R ² | EEE/μ | Datos Completados | | | |
|----------|------------------------------|-------|-------|--------|-------|-------|---------|----------------|--------|-------------------|------|-------|-------|
| Juntas | 2,3776 + 0,6268 * Los Nichos | | | | | | 11,7395 | 0,7287 | 0,6892 | 51,5% | | | |
| Años | Abr | Mayo | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | Ene | Feb | Mar | Total |
| 70/71 | *2,4 | *2,4 | *2,4 | *16,1 | *2,4 | *2,4 | *3,6 | *2,4 | *2,4 | *3,6 | *2,4 | *2,4 | 45,0 |
| 71/72 | *2,4 | *2,4 | *23,2 | *6,1 | *19,0 | *29,4 | *2,4 | *2,4 | *2,4 | *2,4 | *2,4 | *2,4 | 97,0 |
| 72/73 | *2,4 | *6,1 | *67,7 | *21,1 | *19,9 | *12,0 | *2,4 | *2,4 | *2,4 | *2,4 | *2,4 | *2,4 | 143,6 |
| 73/74 | *7,4 | *2,4 | *33,9 | *16,5 | *2,4 | *2,8 | *13,6 | *2,4 | *2,4 | *2,4 | *2,4 | *2,4 | 91,1 |
| 74/75 | *2,4 | *2,4 | *33,2 | *2,4 | *4,5 | *4,5 | *2,4 | *2,4 | *2,4 | *2,4 | *2,4 | *2,4 | 63,7 |
| 75/76 | *2,4 | *40,6 | *5,7 | *9,9 | *14,9 | *2,4 | *2,4 | *2,4 | *2,4 | *2,4 | *2,4 | *3,2 | 91,2 |
| 76/77 | *2,4 | *35,2 | *2,4 | *3,2 | *42,3 | *2,4 | *3,2 | *2,4 | *2,4 | *2,4 | *2,4 | *2,4 | 103,2 |
| 77/78 | *2,4 | *11,8 | *10,8 | *45,0 | *20,6 | *2,4 | *2,4 | *2,4 | *2,4 | *2,4 | *2,4 | *2,4 | 107,3 |
| 78/79 | *2,4 | *2,4 | *2,4 | *71,4 | *2,4 | *11,2 | *2,4 | *10,7 | *2,4 | *2,4 | *2,4 | *2,4 | 114,9 |
| 79/80 | *2,4 | *2,4 | *2,4 | *2,4 | *6,1 | *7,0 | *2,4 | *2,4 | *2,4 | *2,4 | *2,7 | *2,4 | 37,4 |
| 80/81 | *80,6 | *2,4 | *12,7 | *79,8 | *2,4 | *2,4 | *4,9 | *2,4 | *2,4 | *2,4 | *2,4 | *2,4 | 197,1 |
| 81/82 | *2,4 | *7,4 | *4,9 | *6,8 | *14,0 | *2,4 | *2,4 | *2,4 | *2,4 | *2,4 | *2,4 | *2,4 | 52,0 |
| 82/83 | *2,4 | *23,1 | *26,2 | *78,5 | *6,8 | *2,4 | *2,4 | *2,4 | *2,4 | *2,4 | *2,4 | *2,4 | 153,6 |
| 83/84 | *4,9 | *3,0 | *17,1 | *87,0 | *26,2 | *2,4 | *2,4 | *2,4 | *2,4 | *2,4 | *2,4 | *11,8 | 164,2 |
| 84/85 | *2,4 | *2,4 | *14,3 | *287,6 | *2,4 | *2,4 | *2,4 | *2,4 | *2,4 | *2,4 | *2,4 | *2,4 | 325,6 |
| 85/86 | *2,4 | *2,4 | *3,6 | *32,4 | *2,4 | *2,4 | *5,5 | *2,4 | *2,4 | *2,4 | *5,5 | *2,4 | 66,1 |
| 86/87 | *2,4 | *17,1 | *9,9 | *7,7 | *20,1 | *2,4 | *8,3 | *2,4 | *2,4 | *5,8 | *5,8 | *2,4 | 86,7 |
| 87/88 | *2,4 | *9,3 | *3,9 | *134,3 | *61,0 | *2,4 | *2,4 | *2,4 | *2,4 | *2,4 | *2,4 | *2,4 | 227,6 |
| 88/89 | *2,4 | *8,4 | *2,4 | *2,4 | *2,7 | *2,4 | *2,4 | *2,4 | *2,4 | *2,4 | *2,4 | *2,4 | 34,9 |
| 89/90 | *2,4 | *6,6 | *2,4 | *3,0 | *37,4 | *2,4 | *2,4 | *2,4 | *2,4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 61,2 |
| 90/91 | 1,8 | 0,0 | 0,0 | 17,6 | 5,0 | 25,2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 49,6 |
| 91/92 | 0,0 | 33,0 | 97,0 | 79,4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 7,2 | 0,0 | 0,0 | 51,6 | 268,2 |
| 92/93 | 29,5 | 17,6 | 40,3 | 10,0 | 0,0 | 0,0 | 13,0 | 8,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 118,4 |
| 93/94 | 7,0 | 27,6 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 7,5 | 42,1 |
| 94/95 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 80,0 | 16,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 96,5 |
| 95/96 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 3,0 | 0,0 | 13,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 16,0 |
| 96/97 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 27,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 27,5 |
| 97/98 | 0,0 | 7,2 | 182,6 | 17,2 | 87,7 | 33,8 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 22,8 | 7,0 | 358,3 |
| 98/99 | 7,5 | 0,0 | 33,2 | 10,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 11,2 | 62,4 |
| 99/00 | 0,5 | 18,0 | 0,8 | 0,0 | 0,0 | 21,7 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 2,5 | 0,0 | 0,0 | 43,5 |
| 00/01 | 8,8 | 1,5 | 54,5 | 31,0 | 0,0 | 34,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 8,5 | 8,5 | 146,8 |
| 01/02 | 9,0 | 8,5 | 0,5 | 48,8 | 13,4 | 0,0 | 3,5 | 0,0 | 1,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 85,2 |
| 02/03 | 5,1 | 62,5 | 20,1 | 167,8 | 27,1 | 7,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | *2,4 | 0,0 | 0,0 | 292,0 |
| 03/04 | 0,0 | 35,1 | 3,5 | 17,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 55,6 |
| 04/05 | 0,0 | 0,0 | 8,5 | 9,5 | 0,7 | 0,0 | 0,0 | 10,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,8 | 31,0 |
| 05/06 | 6,7 | 0,0 | 26,5 | 0,0 | 27,5 | *7,3 | 0,0 | *2,4 | 0,0 | 0,0 | 4,0 | 0,0 | 74,4 |
| 06/07 | 0,0 | 14,0 | 3,0 | 47,7 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 64,7 |
| 07/08 | 0,0 | 27,6 | 53,2 | 39,3 | 0,0 | *2,4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 122,5 |
| 08/09 | 0,0 | 19,2 | 51,6 | 11,5 | 17,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 99,8 |

* Datos de precipitación completados mediante regresión lineal

I.iii. Bondad de ajuste de otras relaciones fallidas y de menor calidad para completar los datos de las estaciones Fluviométricas y Pluviométricas

| Tipo de estaciones | | Modelo | EEE | R ² | EEE/μ |
|--------------------|------------|---|---------|----------------|--------|
| Fluviométricas | Cochiguaz | 0,2229+1,2152*La Laguna | 2,3776 | 0,6328 | 0,7820 |
| | La Laguna | 0,3021+0,2958*Turbio | 1,2580 | 0,7510 | 0,5204 |
| | La Laguna | 0,7583+0,5217*Cochiguaz | 1,5579 | 0,6328 | 0,6445 |
| | Toro | 0,2734+0,660*Turbio | 0,2055 | 0,8216 | 0,2771 |
| | Toro | 0,4011+0,1421*La Laguna | 0,3433 | 0,5065 | 0,4629 |
| Pluviométricas | Los Nichos | -3,2889+1,0244*La Laguna | 20,9947 | 0,6999 | 1,0409 |
| | La Laguna | 6,3978*0,9751*Rivadavia | 22,5985 | 0,5409 | 0,8506 |
| | La Laguna | 6,6509-0,0165*Rivadavia+0,6954*Los Nichos | 17,1899 | 0,6991 | 0,6471 |
| | Juntas | 2,5097+0,7968*Rivadavia | 13,2951 | 0,6520 | 0,7806 |
| | Juntas | -0,6613+0,7449*La Laguna | 12,2534 | 0,7044 | 0,7194 |

II. Estimación de Precipitaciones Medias Areales

II.i. Método de los polígonos de Thiessen

Tabla 39. Precipitaciones medias areales (mm) para la subcuenca Río Cochiguaz.

| Años | Abr | Mayo | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | Ene | Feb | Mar | Total |
|-------|-------|------|-------|-------|-------|------|------|------|-----|------|-----|------|-------|
| 70/71 | 0,0 | 2,9 | 0,0 | 25,0 | 0,0 | 3,6 | 1,3 | 0,0 | 0,0 | 8,4 | 6,4 | 0,0 | 47,6 |
| 71/72 | 0,6 | 0,0 | 47,6 | 4,6 | 17,2 | 27,9 | 3,0 | 0,0 | 0,0 | 2,3 | 0,0 | 0,0 | 103,3 |
| 72/73 | 0,0 | 8,0 | 94,9 | 19,3 | 18,0 | 9,9 | 0,0 | 2,3 | 0,0 | 0,0 | 3,4 | 0,0 | 155,8 |
| 73/74 | 7,5 | 0,0 | 32,5 | 16,0 | 0,0 | 0,5 | 11,6 | 0,0 | 0,4 | 0,0 | 2,7 | 0,0 | 71,2 |
| 74/75 | 0,0 | 7,1 | 71,0 | 3,2 | 18,1 | 13,7 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 2,1 | 0,0 | 0,4 | 115,7 |
| 75/76 | 0,0 | 54,0 | 5,9 | 13,4 | 17,8 | 1,1 | 1,8 | 0,0 | 0,0 | 9,9 | 3,4 | 0,9 | 108,3 |
| 76/77 | 0,0 | 65,7 | 3,6 | 13,6 | 44,3 | 0,0 | 9,7 | 0,0 | 0,0 | 0,2 | 0,0 | 0,5 | 137,8 |
| 77/78 | 0,2 | 23,5 | 28,2 | 94,2 | 41,7 | 2,8 | 2,5 | 0,0 | 0,2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 193,4 |
| 78/79 | 0,0 | 3,7 | 34,7 | 198,6 | 2,3 | 14,9 | 2,1 | 10,7 | 1,6 | 0,0 | 0,0 | 0,6 | 269,3 |
| 79/80 | 0,0 | 2,3 | 2,5 | 4,4 | 8,0 | 8,5 | 6,9 | 0,0 | 0,9 | 4,1 | 5,5 | 0,0 | 43,1 |
| 80/81 | 120,8 | 22,5 | 17,0 | 95,4 | 4,8 | 0,0 | 10,7 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 4,2 | 0,0 | 275,5 |
| 81/82 | 4,2 | 5,5 | 3,5 | 5,9 | 24,9 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,4 | 0,0 | 5,0 | 49,4 |
| 82/83 | 0,0 | 31,6 | 48,6 | 144,7 | 5,9 | 5,5 | 0,0 | 0,0 | 4,2 | 0,0 | 1,1 | 1,8 | 243,4 |
| 83/84 | 11,8 | 0,6 | 24,4 | 109,2 | 38,9 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,6 | 0,9 | 0,0 | 14,1 | 201,5 |
| 84/85 | 0,0 | 0,0 | 26,8 | 391,5 | 3,2 | 4,2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 5,7 | 431,4 |
| 85/86 | 0,0 | 5,0 | 6,2 | 43,0 | 0,0 | 1,1 | 15,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 6,8 | 0,7 | 77,8 |
| 86/87 | 1,6 | 24,0 | 14,9 | 12,9 | 36,3 | 1,1 | 14,5 | 0,0 | 0,0 | 3,6 | 5,1 | 5,5 | 119,4 |
| 87/88 | 1,4 | 12,5 | 6,9 | 190,0 | 127,1 | 2,1 | 1,8 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,7 | 0,0 | 342,5 |
| 88/89 | 0,0 | 16,8 | 0,5 | 0,7 | 2,3 | 0,9 | 0,0 | 0,0 | 0,7 | 1,8 | 0,0 | 0,0 | 23,7 |
| 89/90 | 0,0 | 14,8 | 2,8 | 4,2 | 56,0 | 1,4 | 0,0 | 1,1 | 1,8 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 82,1 |
| 90/91 | 2,5 | 0,0 | 1,8 | 40,3 | 4,1 | 20,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 69,2 |
| 91/92 | 0,0 | 16,3 | 137,0 | 47,7 | 0,0 | 2,9 | 0,0 | 0,0 | 2,5 | 3,9 | 1,1 | 24,8 | 236,1 |
| 92/93 | 30,9 | 21,8 | 81,3 | 5,4 | 6,9 | 0,0 | 2,5 | 9,2 | 0,0 | 0,0 | 1,9 | 0,0 | 159,8 |
| 93/94 | 16,3 | 23,4 | 0,0 | 1,1 | 6,7 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 2,1 | 49,6 |
| 94/95 | 0,4 | 2,1 | 10,1 | 51,8 | 14,7 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 8,7 | 0,0 | 0,0 | 87,7 |
| 95/96 | 3,0 | 0,0 | 0,0 | 2,4 | 0,0 | 2,8 | 0,5 | 0,0 | 6,4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 15,2 |
| 96/97 | 0,0 | 0,0 | 2,8 | 16,6 | 32,8 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,9 | 0,0 | 10,7 | 63,9 |
| 97/98 | 0,0 | 2,8 | 255,3 | 17,3 | 128,4 | 4,1 | 4,4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 8,1 | 5,0 | 425,4 |
| 98/99 | 1,8 | 0,0 | 17,1 | 3,2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 4,2 | 26,3 |
| 99/00 | 1,8 | 16,1 | 3,5 | 0,3 | 0,0 | 72,6 | 0,9 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 95,1 |
| 00/01 | 15,4 | 15,3 | 99,7 | 34,0 | 0,0 | 21,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 3,0 | 2,1 | 2,8 | 193,9 |
| 01/02 | 2,1 | 3,2 | 4,1 | 62,0 | 44,3 | 0,0 | 7,2 | 0,0 | 5,8 | 1,9 | 0,0 | 0,0 | 130,6 |
| 02/03 | 11,2 | 96,0 | 53,7 | 122,0 | 33,7 | 5,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 321,4 |
| 03/04 | 0,0 | 63,2 | 13,4 | 36,5 | 0,0 | 1,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 5,7 | 0,0 | 119,8 |
| 04/05 | 14,9 | 0,0 | 5,3 | 49,1 | 1,4 | 0,0 | 0,0 | 12,2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 2,0 | 84,9 |
| 05/06 | 16,3 | 50,5 | 31,7 | 0,3 | 37,3 | 7,9 | 1,2 | 0,0 | 0,0 | 1,8 | 5,4 | 0,0 | 152,5 |
| 06/07 | 0,0 | 17,8 | 6,4 | 39,7 | 3,5 | 2,3 | 1,4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 71,1 |
| 07/08 | 0,7 | 14,9 | 48,6 | 39,6 | 8,9 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 112,8 |
| 08/09 | 0,0 | 23,1 | 37,3 | 22,6 | 81,9 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 10,8 | 3,9 | 0,0 | 179,6 |

Tabla 40. Precipitaciones medias areales (mm) para la subcuenca Río La Laguna.

| Años | Abr | Mayo | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | Ene | Feb | Mar | Total |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| 70/71 | 0,0 | 8,0 | 0,0 | 30,5 | 0,0 | 10,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 20,0 | 18,0 | 0,0 | 86,5 |
| 71/72 | 1,5 | 0,0 | 74,0 | 2,0 | 0,0 | 0,0 | 8,5 | 0,0 | 0,0 | 6,5 | 0,0 | 0,0 | 92,5 |
| 72/73 | 0,0 | 11,5 | 77,9 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 6,4 | 0,0 | 0,0 | 9,5 | 0,0 | 105,3 |
| 73/74 | 6,5 | 0,0 | 0,0 | 4,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,0 | 0,0 | 7,5 | 0,0 | 19,0 |
| 74/75 | 0,0 | 20,0 | 111,0 | 9,0 | 45,0 | 32,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 6,0 | 0,0 | 1,0 | 224,5 |
| 75/76 | 0,0 | 41,0 | 7,0 | 16,0 | 14,0 | 3,0 | 5,0 | 0,0 | 0,0 | 28,0 | 9,5 | 0,0 | 123,5 |
| 76/77 | 0,0 | 90,0 | 10,0 | 36,0 | 9,0 | 0,0 | 25,0 | 0,0 | 0,0 | 0,5 | 0,0 | 1,5 | 172,0 |
| 77/78 | 0,5 | 39,0 | 55,0 | 142,0 | 65,0 | 8,0 | 7,0 | 0,0 | 0,7 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 317,2 |
| 78/79 | 0,0 | 10,5 | 98,0 | 360,0 | 6,6 | 16,3 | 6,0 | 6,0 | 4,5 | 0,0 | 0,0 | 1,5 | 509,4 |
| 79/80 | 0,0 | 6,5 | 7,0 | 12,5 | 11,5 | 10,5 | 19,5 | 0,0 | 2,5 | 11,5 | 14,5 | 0,0 | 96,0 |
| 80/81 | 113,5 | 63,5 | 18,0 | 44,0 | 13,5 | 0,0 | 23,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 12,0 | 0,0 | 287,5 |
| 81/82 | 12,0 | 1,0 | 2,5 | 4,0 | 36,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,0 | 0,0 | 14,0 | 71,0 |
| 82/83 | 0,0 | 29,0 | 68,0 | 187,0 | 4,0 | 15,5 | 0,0 | 0,0 | 12,0 | 0,0 | 3,0 | 5,0 | 323,5 |
| 83/84 | 26,0 | 0,0 | 26,0 | 62,0 | 40,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 4,5 | 2,5 | 0,0 | 12,5 | 174,0 |
| 84/85 | 0,0 | 0,0 | 41,0 | 275,5 | 9,0 | 12,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 16,0 | 353,5 |
| 85/86 | 0,0 | 14,0 | 14,0 | 34,0 | 0,0 | 3,0 | 33,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 10,0 | 2,0 | 110,5 |
| 86/87 | 4,5 | 25,0 | 20,2 | 21,0 | 51,0 | 3,0 | 23,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 4,5 | 15,5 | 168,2 |
| 87/88 | 4,0 | 15,0 | 15,0 | 152,5 | 188,5 | 6,0 | 5,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 2,0 | 0,0 | 388,0 |
| 88/89 | 0,0 | 30,0 | 1,5 | 2,0 | 5,5 | 2,5 | 0,0 | 0,0 | 2,0 | 5,0 | 0,0 | 0,0 | 48,5 |
| 89/90 | 0,0 | 29,5 | 8,0 | 10,0 | 56,5 | 4,0 | 0,0 | 3,0 | 5,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 116,0 |
| 90/91 | 7,0 | 0,0 | 1,5 | 14,5 | 9,0 | 35,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 67,5 |
| 91/92 | 0,0 | 40,5 | 83,0 | 39,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 7,0 | 11,0 | 3,0 | 14,5 | 198,0 |
| 92/93 | 21,5 | 19,5 | 43,5 | 8,0 | 3,0 | 0,0 | 7,0 | 12,5 | 0,0 | 0,0 | 5,5 | 0,0 | 120,5 |
| 93/94 | 6,0 | 48,0 | 0,0 | 3,0 | 11,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 6,0 | 74,5 |
| 94/95 | 1,0 | 6,0 | 7,5 | 58,0 | 36,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 24,5 | 0,0 | 0,0 | 133,0 |
| 95/96 | 8,5 | 0,0 | 0,0 | 5,0 | 0,0 | 8,0 | 1,5 | 0,0 | 18,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 41,0 |
| 96/97 | 0,0 | 0,0 | 8,0 | 7,0 | 28,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 2,5 | 0,0 | 15,0 | 60,5 |
| 97/98 | 0,0 | 8,0 | 174,5 | 37,0 | 167,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 23,0 | 14,0 | 423,5 |
| 98/99 | 5,0 | 0,0 | 0,0 | 9,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 12,0 | 26,0 |
| 99/00 | 5,0 | 31,0 | 4,0 | 0,0 | 0,0 | 59,0 | 2,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 101,5 |
| 00/01 | 29,5 | 10,5 | 84,5 | 58,0 | 0,0 | 10,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 8,5 | 6,0 | 8,0 | 215,5 |
| 01/02 | 6,0 | 9,0 | 7,0 | 51,0 | 47,5 | 0,0 | 17,5 | 0,0 | 16,5 | 5,5 | 0,0 | 0,0 | 160,0 |
| 02/03 | 16,0 | 106,0 | 22,0 | 105,5 | 45,0 | 14,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 308,5 |
| 03/04 | 0,0 | 38,0 | 30,5 | 57,5 | 0,0 | 3,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 16,0 | 0,0 | 145,0 |
| 04/05 | 0,0 | 0,0 | 15,0 | 47,5 | 4,0 | 0,0 | 0,0 | 27,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 3,0 | 97,0 |
| 05/06 | 37,0 | 25,0 | 89,5 | 0,0 | 53,5 | 8,0 | 3,5 | 0,0 | 0,0 | 5,0 | 11,5 | 0,0 | 233,0 |
| 06/07 | 0,0 | 34,0 | 12,5 | 55,5 | 10,0 | 6,5 | 4,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 122,5 |
| 07/08 | 2,0 | 34,0 | 84,5 | 89,0 | 7,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 216,5 |
| 08/09 | 0,0 | 32,0 | 34,5 | 31,0 | 65,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 30,5 | 11,0 | 0,0 | 204,0 |

Tabla 41. Precipitaciones medias areales (mm) para la subcuenca Río Toro.

| Años | Abr | Mayo | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | Ene | Feb | Mar | Total |
|-------|------|------|-------|-------|------|------|------|------|------|-----|------|------|-------|
| 70/71 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 16,1 | 2,4 | 2,4 | 3,6 | 2,4 | 2,4 | 3,6 | 2,4 | 2,4 | 45,0 |
| 71/72 | 2,4 | 2,4 | 23,2 | 6,1 | 19,0 | 29,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 97,0 |
| 72/73 | 2,4 | 6,1 | 67,7 | 21,1 | 19,9 | 12,0 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 143,6 |
| 73/74 | 7,4 | 2,4 | 33,9 | 16,5 | 2,4 | 2,8 | 13,6 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 91,1 |
| 74/75 | 2,4 | 2,4 | 33,2 | 2,4 | 4,5 | 4,5 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 63,7 |
| 75/76 | 2,4 | 40,6 | 5,7 | 9,9 | 14,9 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 3,2 | 91,2 |
| 76/77 | 2,4 | 35,2 | 2,4 | 3,2 | 42,3 | 2,4 | 3,2 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 103,2 |
| 77/78 | 2,4 | 11,8 | 10,8 | 45,0 | 20,6 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 107,3 |
| 78/79 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 71,4 | 2,4 | 11,2 | 2,4 | 10,7 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 114,9 |
| 79/80 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 6,1 | 7,0 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,7 | 2,4 | 37,4 |
| 80/81 | 80,6 | 2,4 | 12,7 | 79,8 | 2,4 | 2,4 | 4,9 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 197,1 |
| 81/82 | 2,4 | 7,4 | 4,9 | 6,8 | 14,0 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 52,0 |
| 82/83 | 2,4 | 23,1 | 26,2 | 78,5 | 6,8 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 153,6 |
| 83/84 | 4,9 | 3,0 | 17,1 | 87,0 | 26,2 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 11,8 | 164,2 |
| 84/85 | 2,4 | 2,4 | 14,3 | 287,6 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 325,6 |
| 85/86 | 2,4 | 2,4 | 3,6 | 32,4 | 2,4 | 2,4 | 5,5 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 5,5 | 2,4 | 66,1 |
| 86/87 | 2,4 | 17,1 | 9,9 | 7,7 | 20,1 | 2,4 | 8,3 | 2,4 | 2,4 | 5,8 | 5,8 | 2,4 | 86,7 |
| 87/88 | 2,4 | 9,3 | 3,9 | 134,3 | 61,0 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 227,6 |
| 88/89 | 2,4 | 8,4 | 2,4 | 2,4 | 2,7 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 34,9 |
| 89/90 | 2,4 | 6,6 | 2,4 | 3,0 | 37,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 61,2 |
| 90/91 | 1,8 | 0,0 | 0,0 | 17,6 | 5,0 | 25,2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 49,6 |
| 91/92 | 0,0 | 33,0 | 97,0 | 79,4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 7,2 | 0,0 | 0,0 | 51,6 | 268,2 |
| 92/93 | 29,5 | 17,6 | 40,3 | 10,0 | 0,0 | 0,0 | 13,0 | 8,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 118,4 |
| 93/94 | 7,0 | 27,6 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 7,5 | 42,1 |
| 94/95 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 80,0 | 16,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 96,5 |
| 95/96 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 3,0 | 0,0 | 13,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 16,0 |
| 96/97 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 27,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 27,5 |
| 97/98 | 0,0 | 7,2 | 182,6 | 17,2 | 87,7 | 33,8 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 22,8 | 7,0 | 358,3 |
| 98/99 | 7,5 | 0,0 | 33,2 | 10,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 11,2 | 62,4 |
| 99/00 | 0,5 | 18,0 | 0,8 | 0,0 | 0,0 | 21,7 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 2,5 | 0,0 | 0,0 | 43,5 |
| 00/01 | 8,8 | 1,5 | 54,5 | 31,0 | 0,0 | 34,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 8,5 | 8,5 | 146,8 |
| 01/02 | 9,0 | 8,5 | 0,5 | 48,8 | 13,4 | 0,0 | 3,5 | 0,0 | 1,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 85,2 |
| 02/03 | 5,1 | 62,5 | 20,1 | 167,8 | 27,1 | 7,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 2,4 | 0,0 | 0,0 | 292,0 |
| 03/04 | 0,0 | 35,1 | 3,5 | 17,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 55,6 |
| 04/05 | 0,0 | 0,0 | 8,5 | 9,5 | 0,7 | 0,0 | 0,0 | 10,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,8 | 31,0 |
| 05/06 | 6,7 | 0,0 | 26,5 | 0,0 | 27,5 | 7,3 | 0,0 | 2,4 | 0,0 | 0,0 | 4,0 | 0,0 | 74,4 |
| 06/07 | 0,0 | 14,0 | 3,0 | 47,7 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 64,7 |
| 07/08 | 0,0 | 27,6 | 53,2 | 39,3 | 0,0 | 2,4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 122,5 |
| 08/09 | 0,0 | 19,2 | 51,6 | 11,5 | 17,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 99,8 |

III. Ajuste de la Función de Distribución de Probabilidad de Gumbel, Goodrich y Log-Normal; para las Precipitaciones y Caudales a Nivel Mensual y Anual

III.i. Ajuste de Gumbel, Goodrich y Log-Normal; para los caudales

Tabla 42. Valores de los parámetros de la función Gumbel para los caudales de la subcuenca Río Turbio, evaluada por el test Kolmogorov-Smirnov (K-S), con un 95% de confiabilidad, además del coeficiente de determinación R^2 .

| Meses | Periodos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|------------------|------|------|------|----|----------------|------------------|------|------|------|----|----------------|------------------|------|------|------|----|----------------|------------------|------|------|------|----|----------------|
| | 1970-1980 (n=10) | | | | | | 1970-1990 (n=20) | | | | | | 1970-2000 (n=30) | | | | | | 1970-2009 (n=39) | | | | | |
| | Parámetros | | K-S | | | R ² | Parámetros | | K-S | | | R ² | Parámetros | | K-S | | | R ² | Parámetros | | K-S | | | R ² |
| | μ | d | Dc | Dt | Ca | | μ | d | Dc | Dt | Ca | | μ | d | Dc | Dt | Ca | | μ | d | Dc | Dt | Ca | |
| Abr | 3,13 | 0,24 | 0,16 | 0,41 | A | 0,87 | 4,05 | 0,29 | 0,09 | 0,29 | A | 0,97 | 4,00 | 0,31 | 0,11 | 0,24 | A | 0,96 | 3,95 | 0,33 | 0,14 | 0,22 | A | 0,94 |
| Mayo | 2,61 | 0,29 | 0,14 | 0,41 | A | 0,86 | 3,37 | 0,33 | 0,13 | 0,29 | A | 0,92 | 3,20 | 0,35 | 0,11 | 0,24 | A | 0,92 | 3,29 | 0,38 | 0,13 | 0,22 | A | 0,92 |
| Jun | 2,47 | 0,32 | 0,21 | 0,41 | A | 0,67 | 3,22 | 0,39 | 0,14 | 0,29 | A | 0,90 | 3,10 | 0,44 | 0,15 | 0,24 | A | 0,92 | 3,22 | 0,48 | 0,12 | 0,22 | A | 0,93 |
| Jul | 2,62 | 0,34 | 0,17 | 0,41 | A | 0,79 | 3,45 | 0,39 | 0,10 | 0,29 | A | 0,96 | 3,26 | 0,43 | 0,12 | 0,24 | A | 0,95 | 3,36 | 0,48 | 0,09 | 0,22 | A | 0,96 |
| Ago | 2,68 | 0,37 | 0,17 | 0,41 | A | 0,85 | 3,57 | 0,43 | 0,06 | 0,29 | A | 0,98 | 3,47 | 0,48 | 0,09 | 0,24 | A | 0,98 | 3,56 | 0,53 | 0,07 | 0,22 | A | 0,99 |
| Sep | 3,49 | 0,46 | 0,11 | 0,41 | A | 0,95 | 4,06 | 0,39 | 0,18 | 0,29 | A | 0,91 | 3,92 | 0,40 | 0,14 | 0,24 | A | 0,93 | 3,91 | 0,44 | 0,14 | 0,22 | A | 0,93 |
| Oct | 4,21 | 0,21 | 0,19 | 0,41 | A | 0,81 | 4,84 | 0,18 | 0,20 | 0,29 | A | 0,69 | 4,66 | 0,21 | 0,17 | 0,24 | A | 0,71 | 4,56 | 0,24 | 0,19 | 0,22 | A | 0,72 |
| Nov | 5,16 | 0,15 | 0,18 | 0,41 | A | 0,76 | 5,84 | 0,12 | 0,24 | 0,29 | A | 0,64 | 5,31 | 0,13 | 0,22 | 0,24 | A | 0,60 | 5,43 | 0,14 | 0,21 | 0,22 | A | 0,66 |
| Dic | 5,52 | 0,12 | 0,16 | 0,41 | A | 0,82 | 7,03 | 0,09 | 0,18 | 0,29 | A | 0,82 | 6,15 | 0,09 | 0,22 | 0,24 | A | 0,72 | 6,24 | 0,10 | 0,20 | 0,22 | A | 0,74 |
| Ene | 4,82 | 0,10 | 0,18 | 0,41 | A | 0,76 | 6,67 | 0,11 | 0,17 | 0,29 | A | 0,88 | 5,94 | 0,10 | 0,20 | 0,24 | A | 0,77 | 5,98 | 0,11 | 0,20 | 0,22 | A | 0,77 |
| Feb | 4,02 | 0,09 | 0,21 | 0,41 | A | 0,60 | 5,56 | 0,12 | 0,17 | 0,29 | A | 0,82 | 5,22 | 0,13 | 0,19 | 0,24 | A | 0,74 | 5,29 | 0,14 | 0,19 | 0,22 | A | 0,73 |
| Mar | 4,51 | 0,14 | 0,20 | 0,41 | A | 0,78 | 5,19 | 0,19 | 0,15 | 0,29 | A | 0,89 | 4,97 | 0,21 | 0,16 | 0,24 | A | 0,87 | 4,89 | 0,23 | 0,15 | 0,22 | A | 0,85 |
| Total | 4,72 | 0,26 | 0,21 | 0,41 | A | 0,86 | 5,60 | 0,26 | 0,15 | 0,29 | A | 0,94 | 5,18 | 0,26 | 0,13 | 0,24 | A | 0,93 | 5,14 | 0,29 | 0,13 | 0,22 | A | 0,93 |

Ca = Calidad de ajuste

A = Se acepta el ajuste como válido

R = Se rechaza el ajuste como válido

Tabla 43. Valores de los parámetros de la función Goodrich para los caudales de la subcuenca Río Turbio, evaluada por el test Kolmogorov-Smirnov (K-S), con un 95% de confiabilidad, además del coeficiente de determinación R^2 .

| Meses | Periodos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|------------------|------|-------|------|------|----|-------|------------------|------|-------|------|------|----|-------|------------------|------|-------|------|------|----|-------|------------------|------|-------|------|------|----|-------|
| | 1970-1980 (n=10) | | | | | | | 1970-1990 (n=20) | | | | | | | 1970-2000 (n=30) | | | | | | | 1970-2009 (n=39) | | | | | | |
| | Parámetros | | | K-S | | | R^2 | Parámetros | | | K-S | | | R^2 | Parámetros | | | K-S | | | R^2 | Parámetros | | | K-S | | | R^2 |
| | p | a | X1 | Dc | Dt | Ca | | p | a | X1 | Dc | Dt | Ca | | p | a | X1 | Dc | Dt | Ca | | p | a | X1 | Dc | Dt | Ca | |
| Abr | 0,77 | 0,08 | -1,24 | 0,16 | 0,41 | A | 0,88 | 0,74 | 0,08 | 0,04 | 0,08 | 0,29 | A | 0,98 | 0,79 | 0,11 | 0,61 | 0,08 | 0,24 | A | 0,97 | 0,84 | 0,16 | 1,16 | 0,10 | 0,22 | A | 0,97 |
| Mayo | 0,89 | 0,16 | -0,35 | 0,15 | 0,41 | A | 0,89 | 0,89 | 0,18 | 0,79 | 0,10 | 0,29 | A | 0,95 | 0,91 | 0,21 | 0,81 | 0,10 | 0,24 | A | 0,96 | 0,97 | 0,28 | 1,35 | 0,10 | 0,22 | A | 0,96 |
| Jun | 0,97 | 0,23 | 0,15 | 0,24 | 0,41 | A | 0,67 | 0,95 | 0,27 | 1,25 | 0,11 | 0,29 | A | 0,95 | 0,97 | 0,31 | 1,39 | 0,10 | 0,24 | A | 0,97 | 1,01 | 0,38 | 1,76 | 0,08 | 0,22 | A | 0,98 |
| Jul | 0,91 | 0,20 | 0,11 | 0,20 | 0,41 | A | 0,80 | 0,82 | 0,17 | 0,93 | 0,08 | 0,29 | A | 0,98 | 0,88 | 0,23 | 1,20 | 0,10 | 0,24 | A | 0,98 | 0,94 | 0,32 | 1,69 | 0,08 | 0,22 | A | 0,99 |
| Ago | 0,85 | 0,19 | 0,24 | 0,16 | 0,41 | A | 0,86 | 0,74 | 0,14 | 0,98 | 0,06 | 0,29 | A | 0,99 | 0,76 | 0,17 | 1,18 | 0,07 | 0,24 | A | 0,99 | 0,81 | 0,24 | 1,66 | 0,05 | 0,22 | A | 0,99 |
| Sep | 0,58 | 0,06 | 0,12 | 0,11 | 0,41 | A | 0,94 | 0,83 | 0,18 | 1,60 | 0,14 | 0,29 | A | 0,93 | 0,85 | 0,20 | 1,64 | 0,11 | 0,24 | A | 0,96 | 0,92 | 0,28 | 2,05 | 0,11 | 0,22 | A | 0,96 |
| Oct | 0,94 | 0,14 | 0,52 | 0,14 | 0,41 | A | 0,86 | 1,04 | 0,16 | 1,29 | 0,17 | 0,29 | A | 0,77 | 1,16 | 0,26 | 2,21 | 0,17 | 0,24 | A | 0,79 | 1,23 | 0,33 | 2,61 | 0,15 | 0,22 | A | 0,85 |
| Nov | 0,95 | 0,10 | -0,06 | 0,17 | 0,41 | A | 0,79 | 1,00 | 0,09 | -0,38 | 0,21 | 0,29 | A | 0,68 | 1,07 | 0,13 | 0,49 | 0,22 | 0,24 | A | 0,67 | 1,14 | 0,17 | 1,62 | 0,18 | 0,22 | A | 0,79 |
| Dic | 0,67 | 0,01 | -5,58 | 0,16 | 0,41 | A | 0,81 | 0,80 | 0,02 | -4,45 | 0,19 | 0,29 | A | 0,84 | 0,89 | 0,04 | -3,06 | 0,22 | 0,24 | A | 0,76 | 0,96 | 0,07 | -1,26 | 0,20 | 0,22 | A | 0,80 |
| Ene | 0,86 | 0,04 | -4,37 | 0,21 | 0,41 | A | 0,77 | 0,83 | 0,04 | -2,41 | 0,16 | 0,29 | A | 0,90 | 0,96 | 0,07 | -1,63 | 0,21 | 0,24 | A | 0,82 | 1,04 | 0,10 | -0,13 | 0,18 | 0,22 | A | 0,84 |
| Feb | 0,97 | 0,07 | -3,87 | 0,24 | 0,41 | A | 0,60 | 1,08 | 0,12 | 0,42 | 0,14 | 0,29 | A | 0,90 | 1,10 | 0,14 | 0,57 | 0,17 | 0,24 | A | 0,84 | 1,19 | 0,20 | 1,78 | 0,15 | 0,22 | A | 0,88 |
| Mar | 0,92 | 0,08 | -1,28 | 0,20 | 0,41 | A | 0,80 | 1,09 | 0,20 | 2,09 | 0,10 | 0,29 | A | 0,97 | 1,14 | 0,24 | 2,37 | 0,10 | 0,24 | A | 0,97 | 1,23 | 0,32 | 2,87 | 0,13 | 0,22 | A | 0,94 |
| Total | 0,54 | 0,01 | -1,97 | 0,21 | 0,41 | A | 0,85 | 0,62 | 0,03 | 0,05 | 0,16 | 0,29 | A | 0,93 | 0,72 | 0,06 | 0,59 | 0,11 | 0,24 | A | 0,94 | 0,79 | 0,10 | 1,54 | 0,11 | 0,22 | A | 0,95 |

Ca = Calidad de ajuste

A = Se acepta el ajuste como válido

R = Se rechaza el ajuste como válido

Tabla 44. Valores de los parámetros de la función Log-Normal para los caudales de la subcuenca Río Turbio, evaluada por el test Kolmogorov-Smirnov (K-S), con un 95% de confiabilidad, además del coeficiente de determinación R^2 .

| Meses | Periodos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|------------------|---------|------|------|----|-------|------------------|---------|------|------|----|-------|------------------|---------|------|------|----|-------|------------------|---------|------|------|----|-------|
| | 1970-1980 (n=10) | | | | | | 1970-1990 (n=20) | | | | | | 1970-2000 (n=30) | | | | | | 1970-2009 (n=39) | | | | | |
| | Parámetros | | K-S | | | R^2 | Parámetros | | K-S | | | R^2 | Parámetros | | K-S | | | R^2 | Parámetros | | K-S | | | R^2 |
| | α | β | Dc | Dt | Ca | | α | β | Dc | Dt | Ca | | α | β | Dc | Dt | Ca | | α | β | Dc | Dt | Ca | |
| Abr | 1,38 | 0,82 | 0,14 | 0,41 | A | 0,92 | 1,57 | 0,69 | 0,06 | 0,29 | A | 0,99 | 1,57 | 0,64 | 0,08 | 0,24 | A | 0,99 | 1,56 | 0,59 | 0,11 | 0,22 | A | 0,98 |
| Mayo | 1,23 | 0,77 | 0,14 | 0,41 | A | 0,96 | 1,42 | 0,65 | 0,08 | 0,29 | A | 0,98 | 1,37 | 0,64 | 0,08 | 0,24 | A | 0,98 | 1,39 | 0,58 | 0,08 | 0,22 | A | 0,98 |
| Jun | 1,22 | 0,64 | 0,15 | 0,41 | A | 0,89 | 1,38 | 0,55 | 0,09 | 0,29 | A | 0,97 | 1,33 | 0,54 | 0,12 | 0,24 | A | 0,97 | 1,36 | 0,49 | 0,10 | 0,22 | A | 0,98 |
| Jul | 1,24 | 0,66 | 0,20 | 0,41 | A | 0,90 | 1,43 | 0,58 | 0,06 | 0,29 | A | 0,99 | 1,37 | 0,55 | 0,09 | 0,24 | A | 0,98 | 1,39 | 0,50 | 0,06 | 0,22 | A | 0,99 |
| Ago | 1,23 | 0,63 | 0,18 | 0,41 | A | 0,92 | 1,44 | 0,56 | 0,06 | 0,29 | A | 0,99 | 1,41 | 0,53 | 0,11 | 0,24 | A | 0,98 | 1,42 | 0,48 | 0,08 | 0,22 | A | 0,99 |
| Sep | 1,41 | 0,56 | 0,11 | 0,41 | A | 0,97 | 1,58 | 0,53 | 0,14 | 0,29 | A | 0,95 | 1,54 | 0,51 | 0,10 | 0,24 | A | 0,97 | 1,53 | 0,47 | 0,11 | 0,22 | A | 0,97 |
| Oct | 1,70 | 0,69 | 0,12 | 0,41 | A | 0,96 | 1,85 | 0,64 | 0,15 | 0,29 | A | 0,91 | 1,80 | 0,58 | 0,14 | 0,24 | A | 0,93 | 1,77 | 0,55 | 0,13 | 0,22 | A | 0,94 |
| Nov | 1,94 | 0,71 | 0,14 | 0,41 | A | 0,94 | 2,07 | 0,73 | 0,14 | 0,29 | A | 0,90 | 1,98 | 0,70 | 0,17 | 0,24 | A | 0,90 | 1,99 | 0,65 | 0,13 | 0,22 | A | 0,94 |
| Dic | 1,92 | 0,94 | 0,15 | 0,41 | A | 0,93 | 2,16 | 0,93 | 0,13 | 0,29 | A | 0,96 | 2,08 | 0,88 | 0,19 | 0,24 | A | 0,93 | 2,10 | 0,82 | 0,11 | 0,22 | A | 0,96 |
| Ene | 1,88 | 0,97 | 0,12 | 0,41 | A | 0,94 | 2,10 | 0,88 | 0,09 | 0,29 | A | 0,97 | 2,05 | 0,87 | 0,13 | 0,24 | A | 0,96 | 2,07 | 0,80 | 0,11 | 0,22 | A | 0,97 |
| Feb | 1,83 | 0,94 | 0,15 | 0,41 | A | 0,94 | 2,00 | 0,79 | 0,08 | 0,29 | A | 0,98 | 1,96 | 0,75 | 0,13 | 0,24 | A | 0,96 | 1,96 | 0,69 | 0,14 | 0,22 | A | 0,96 |
| Mar | 1,82 | 0,80 | 0,12 | 0,41 | A | 0,94 | 1,89 | 0,64 | 0,08 | 0,29 | A | 0,98 | 1,85 | 0,60 | 0,09 | 0,24 | A | 0,98 | 1,83 | 0,55 | 0,11 | 0,22 | A | 0,97 |
| Total | 1,73 | 0,67 | 0,17 | 0,41 | A | 0,90 | 1,89 | 0,60 | 0,11 | 0,29 | A | 0,96 | 1,82 | 0,59 | 0,10 | 0,24 | A | 0,97 | 1,81 | 0,54 | 0,09 | 0,22 | A | 0,97 |

Ca = Calidad de ajuste

A = Se acepta el ajuste como válido

R = Se rechaza el ajuste como válido

Tabla 45. Función de distribución de probabilidad Log-Normal para los caudales de la subcuenca Río Turbio, T = 20 y 75 años.

| Meses | T = 20 años | | | | T = 75 años | | | |
|--------------|-------------|------------|------------|------------|-------------|------------|------------|------------|
| | Periodos | | | | Periodos | | | |
| | 1970-1980 | 1970-1990 | 1970-2000 | 1970-2009 | 1970-1980 | 1970-1990 | 1970-2000 | 1970-2009 |
| | Log-Normal | Log-Normal | Log-Normal | Log-Normal | Log-Normal | Log-Normal | Log-Normal | Log-Normal |
| Abr | 15,17 | 14,98 | 13,74 | 12,53 | 24,20 | 22,25 | 19,82 | 17,58 |
| Mayo | 12,18 | 12,07 | 11,19 | 10,37 | 18,91 | 17,52 | 16,11 | 14,43 |
| Jun | 9,66 | 9,85 | 9,15 | 8,71 | 13,93 | 13,51 | 12,44 | 11,54 |
| Jul | 10,11 | 10,78 | 9,68 | 9,06 | 14,71 | 15,00 | 13,24 | 12,04 |
| Ago | 9,71 | 10,50 | 9,67 | 9,09 | 13,94 | 14,43 | 13,06 | 11,93 |
| Sep | 10,33 | 11,54 | 10,89 | 10,09 | 14,22 | 15,60 | 14,61 | 13,22 |
| Oct | 16,96 | 18,23 | 15,73 | 14,45 | 25,10 | 26,33 | 21,92 | 19,74 |
| Nov | 22,25 | 26,39 | 23,04 | 21,50 | 33,34 | 40,07 | 34,42 | 31,26 |
| Dic | 32,09 | 39,86 | 34,31 | 31,41 | 54,91 | 67,72 | 56,88 | 50,15 |
| Ene | 32,32 | 35,15 | 32,43 | 29,34 | 56,22 | 58,27 | 53,22 | 46,29 |
| Feb | 29,18 | 27,07 | 24,46 | 22,10 | 49,85 | 42,44 | 37,66 | 32,75 |
| Mar | 22,96 | 19,03 | 17,04 | 15,43 | 36,31 | 27,44 | 24,04 | 21,18 |
| Total | 17,01 | 17,63 | 16,35 | 14,91 | 24,97 | 24,81 | 22,94 | 20,30 |

Tabla 46. Valores de los parámetros de la función Gumbel para los caudales de la subcuenca Río Cochiguaz, evaluada por el test Kolmogorov-Smirnov (K-S), con un 95% de confiabilidad, además del coeficiente de determinación R^2 .

| Meses | Periodos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|------------------|------|------|------|----|-------|------------------|------------|------|------|-----|-------|------------------|-------|------------|------|----|-------|------------------|------|-------|------------|----|-------|-----|----|----|-------|
| | 1970-1980 (n=10) | | | | | | 1970-1990 (n=20) | | | | | | 1970-2000 (n=30) | | | | | | 1970-2009 (n=39) | | | | | | | | | |
| | Parámetros | | | K-S | | | R^2 | Parámetros | | | K-S | | | R^2 | Parámetros | | | K-S | | | R^2 | Parámetros | | | K-S | | | R^2 |
| | μ | d | Dc | Dt | Ca | μ | | d | Dc | Dt | Ca | μ | d | | Dc | Dt | Ca | μ | d | Dc | | Dt | Ca | μ | d | Dc | Dt | |
| Abr | 1,03 | 0,48 | 0,16 | 0,41 | A | 0,87 | 1,55 | 0,62 | 0,10 | 0,29 | A | 0,98 | 1,47 | 0,68 | 0,10 | 0,24 | A | 0,98 | 1,45 | 0,76 | 0,08 | 0,22 | A | 0,98 | | | | |
| Mayo | 0,77 | 0,57 | 0,14 | 0,41 | A | 0,86 | 1,25 | 0,74 | 0,11 | 0,29 | A | 0,96 | 1,28 | 0,81 | 0,08 | 0,24 | A | 0,98 | 1,32 | 0,91 | 0,09 | 0,22 | A | 0,96 | | | | |
| Jun | 0,70 | 0,64 | 0,21 | 0,41 | A | 0,67 | 1,13 | 0,84 | 0,11 | 0,29 | A | 0,96 | 1,24 | 0,95 | 0,11 | 0,24 | A | 0,97 | 1,33 | 1,06 | 0,08 | 0,22 | A | 0,97 | | | | |
| Jul | 0,77 | 0,67 | 0,17 | 0,41 | A | 0,79 | 1,19 | 0,88 | 0,07 | 0,29 | A | 0,98 | 1,29 | 1,03 | 0,05 | 0,24 | A | 0,99 | 1,38 | 1,14 | 0,07 | 0,22 | A | 0,98 | | | | |
| Ago | 0,80 | 0,75 | 0,17 | 0,41 | A | 0,85 | 1,30 | 0,95 | 0,07 | 0,29 | A | 0,98 | 1,36 | 1,09 | 0,07 | 0,24 | A | 0,99 | 1,45 | 1,19 | 0,05 | 0,22 | A | 0,99 | | | | |
| Sep | 1,21 | 0,92 | 0,11 | 0,41 | A | 0,95 | 1,55 | 1,02 | 0,10 | 0,29 | A | 0,97 | 1,58 | 0,99 | 0,10 | 0,24 | A | 0,97 | 1,65 | 1,10 | 0,08 | 0,22 | A | 0,98 | | | | |
| Oct | 1,57 | 0,42 | 0,19 | 0,41 | A | 0,81 | 1,92 | 0,46 | 0,18 | 0,29 | A | 0,84 | 1,82 | 0,50 | 0,21 | 0,24 | A | 0,83 | 1,95 | 0,55 | 0,15 | 0,22 | A | 0,89 | | | | |
| Nov | 2,04 | 0,30 | 0,18 | 0,41 | A | 0,76 | 2,46 | 0,25 | 0,21 | 0,29 | A | 0,75 | 2,18 | 0,25 | 0,22 | 0,24 | A | 0,72 | 2,33 | 0,28 | 0,18 | 0,22 | A | 0,79 | | | | |
| Dic | 2,23 | 0,23 | 0,16 | 0,41 | A | 0,82 | 2,89 | 0,16 | 0,19 | 0,29 | A | 0,81 | 2,33 | 0,15 | 0,24 | 0,24 | A | 0,69 | 2,33 | 0,16 | 0,24 | 0,22 | R | 0,70 | | | | |
| Ene | 1,87 | 0,20 | 0,18 | 0,41 | A | 0,76 | 2,56 | 0,20 | 0,18 | 0,29 | A | 0,85 | 2,11 | 0,20 | 0,23 | 0,24 | A | 0,76 | 2,06 | 0,22 | 0,23 | 0,22 | R | 0,75 | | | | |
| Feb | 1,47 | 0,19 | 0,21 | 0,41 | A | 0,60 | 1,98 | 0,24 | 0,19 | 0,29 | A | 0,81 | 1,70 | 0,27 | 0,22 | 0,24 | A | 0,76 | 1,68 | 0,30 | 0,22 | 0,22 | A | 0,75 | | | | |
| Mar | 1,72 | 0,28 | 0,20 | 0,41 | A | 0,78 | 1,93 | 0,37 | 0,16 | 0,29 | A | 0,89 | 1,66 | 0,41 | 0,19 | 0,24 | A | 0,86 | 1,63 | 0,46 | 0,18 | 0,22 | A | 0,86 | | | | |
| Total | 1,82 | 0,51 | 0,21 | 0,41 | A | 0,86 | 2,20 | 0,51 | 0,14 | 0,29 | A | 0,93 | 2,00 | 0,51 | 0,14 | 0,24 | A | 0,91 | 2,01 | 0,56 | 0,16 | 0,22 | A | 0,91 | | | | |

Ca = Calidad de ajuste

A = Se acepta el ajuste como válido

R = Se rechaza el ajuste como válido

Tabla 47. Valores de los parámetros de la función Goodrich para los caudales de la subcuenca Río Cochiguaz, evaluada por el test Kolmogorov-Smirnov (K-S), con un 95% de confiabilidad, además del coeficiente de determinación R^2 .

| Meses | Periodos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|------------------|------|-------|------|------|----|-------|------------------|------|-------|------|------|----|-------|------------------|------|-------|------|------|----|-------|------------------|------|-------|------|------|----|-------|---|---|
| | 1970-1980 (n=10) | | | | | | | 1970-1990 (n=20) | | | | | | | 1970-2000 (n=30) | | | | | | | 1970-2009 (n=39) | | | | | | | | |
| | Parámetros | | | K-S | | | R^2 | Parámetros | | | K-S | | | R^2 | Parámetros | | | K-S | | | R^2 | Parámetros | | | K-S | | | R^2 | | |
| | p | a | X1 | Dc | Dt | Ca | | p | a | X1 | Dc | Dt | Ca | | p | a | X1 | Dc | Dt | Ca | | p | a | X1 | Dc | Dt | Ca | | p | a |
| Abr | 0,77 | 0,19 | -1,16 | 0,16 | 0,41 | A | 0,88 | 0,74 | 0,23 | -0,25 | 0,07 | 0,29 | A | 0,99 | 0,80 | 0,32 | -0,03 | 0,06 | 0,24 | A | 0,99 | 0,91 | 0,49 | 0,36 | 0,05 | 0,22 | A | 0,99 | | |
| Mayo | 0,89 | 0,34 | -0,72 | 0,15 | 0,41 | A | 0,89 | 0,89 | 0,45 | 0,09 | 0,12 | 0,29 | A | 0,96 | 0,89 | 0,50 | 0,24 | 0,11 | 0,24 | A | 0,98 | 0,99 | 0,70 | 0,54 | 0,14 | 0,22 | A | 0,92 | | |
| Jun | 0,97 | 0,47 | -0,47 | 0,24 | 0,41 | A | 0,67 | 0,98 | 0,62 | 0,24 | 0,07 | 0,29 | A | 0,98 | 0,98 | 0,71 | 0,46 | 0,10 | 0,24 | A | 0,98 | 1,02 | 0,84 | 0,67 | 0,13 | 0,22 | A | 0,93 | | |
| Jul | 0,91 | 0,42 | -0,49 | 0,20 | 0,41 | A | 0,80 | 0,90 | 0,56 | 0,23 | 0,07 | 0,29 | A | 0,99 | 0,95 | 0,73 | 0,52 | 0,08 | 0,24 | A | 0,97 | 0,96 | 0,83 | 0,72 | 0,13 | 0,22 | A | 0,92 | | |
| Ago | 0,85 | 0,42 | -0,42 | 0,16 | 0,41 | A | 0,86 | 0,72 | 0,37 | 0,04 | 0,06 | 0,29 | A | 0,98 | 0,75 | 0,50 | 0,35 | 0,06 | 0,24 | A | 0,99 | 0,75 | 0,55 | 0,49 | 0,09 | 0,22 | A | 0,98 | | |
| Sep | 0,58 | 0,19 | -0,49 | 0,11 | 0,41 | A | 0,94 | 0,52 | 0,16 | -0,17 | 0,11 | 0,29 | A | 0,96 | 0,70 | 0,37 | 0,34 | 0,08 | 0,24 | A | 0,96 | 0,71 | 0,44 | 0,55 | 0,09 | 0,22 | A | 0,97 | | |
| Oct | 0,94 | 0,28 | -0,28 | 0,14 | 0,41 | A | 0,86 | 0,89 | 0,27 | 0,06 | 0,14 | 0,29 | A | 0,88 | 0,93 | 0,33 | 0,23 | 0,15 | 0,24 | A | 0,88 | 0,94 | 0,37 | 0,54 | 0,11 | 0,22 | A | 0,93 | | |
| Nov | 0,95 | 0,20 | -0,61 | 0,17 | 0,41 | A | 0,79 | 0,83 | 0,10 | -1,38 | 0,20 | 0,29 | A | 0,76 | 0,89 | 0,13 | -1,28 | 0,22 | 0,24 | A | 0,75 | 0,92 | 0,17 | -0,63 | 0,18 | 0,22 | A | 0,84 | | |
| Dic | 0,67 | 0,04 | -3,34 | 0,16 | 0,41 | A | 0,81 | 0,87 | 0,07 | -2,90 | 0,21 | 0,29 | A | 0,82 | 0,96 | 0,10 | -2,66 | 0,26 | 0,24 | R | 0,72 | 1,03 | 0,14 | -1,73 | 0,25 | 0,22 | R | 0,76 | | |
| Ene | 0,86 | 0,09 | -2,73 | 0,21 | 0,41 | A | 0,77 | 0,83 | 0,08 | -2,10 | 0,19 | 0,29 | A | 0,87 | 0,92 | 0,12 | -1,93 | 0,24 | 0,24 | A | 0,79 | 1,01 | 0,17 | -1,14 | 0,23 | 0,22 | R | 0,81 | | |
| Feb | 0,97 | 0,13 | -2,48 | 0,24 | 0,41 | A | 0,60 | 1,10 | 0,25 | -0,44 | 0,17 | 0,29 | A | 0,88 | 1,15 | 0,31 | -0,31 | 0,19 | 0,24 | A | 0,85 | 1,25 | 0,41 | 0,17 | 0,16 | 0,22 | A | 0,89 | | |
| Mar | 0,92 | 0,17 | -1,19 | 0,20 | 0,41 | A | 0,80 | 1,08 | 0,35 | 0,28 | 0,11 | 0,29 | A | 0,96 | 1,13 | 0,43 | 0,33 | 0,11 | 0,24 | A | 0,96 | 1,25 | 0,59 | 0,67 | 0,09 | 0,22 | A | 0,98 | | |
| Total | 0,54 | 0,05 | -1,53 | 0,21 | 0,41 | A | 0,85 | 0,62 | 0,09 | -0,65 | 0,13 | 0,29 | A | 0,93 | 0,73 | 0,17 | -0,25 | 0,13 | 0,24 | A | 0,93 | 0,80 | 0,25 | 0,20 | 0,13 | 0,22 | A | 0,94 | | |

Ca = Calidad de ajuste

A = Se acepta el ajuste como válido

R = Se rechaza el ajuste como válido

Tabla 48. Valores de los parámetros de la función Log-Normal para los caudales de la subcuenca Río Cochiguaz, evaluada por el test Kolmogorov-Smirnov (K-S), con un 95% de confiabilidad, además del coeficiente de determinación R^2 .

| Meses | Periodos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|------------------|---------|------|------|----|-------|------------------|---------|------|------|----|-------|------------------|---------|------|------|----|-------|------------------|---------|------|------|----|-------|
| | 1970-1980 (n=10) | | | | | | 1970-1990 (n=20) | | | | | | 1970-2000 (n=30) | | | | | | 1970-2009 (n=39) | | | | | |
| | Parámetros | | K-S | | | R^2 | Parámetros | | K-S | | | R^2 | Parámetros | | K-S | | | R^2 | Parámetros | | K-S | | | R^2 |
| | α | β | Dc | Dt | Ca | | α | β | Dc | Dt | Ca | | α | β | Dc | Dt | Ca | | α | β | Dc | Dt | Ca | |
| Abr | 0,57 | 0,79 | 0,27 | 0,41 | A | 0,79 | 0,73 | 0,68 | 0,18 | 0,29 | A | 0,94 | 0,67 | 0,64 | 0,14 | 0,24 | A | 0,94 | 0,64 | 0,58 | 0,11 | 0,22 | A | 0,96 |
| Mayo | 0,48 | 0,66 | 0,22 | 0,41 | A | 0,83 | 0,61 | 0,56 | 0,15 | 0,29 | A | 0,96 | 0,59 | 0,55 | 0,12 | 0,24 | A | 0,96 | 0,58 | 0,49 | 0,09 | 0,22 | A | 0,98 |
| Jun | 0,35 | 0,63 | 0,26 | 0,41 | A | 0,62 | 0,50 | 0,54 | 0,16 | 0,29 | A | 0,93 | 0,52 | 0,51 | 0,12 | 0,24 | A | 0,95 | 0,55 | 0,46 | 0,09 | 0,22 | A | 0,97 |
| Jul | 0,40 | 0,63 | 0,29 | 0,41 | A | 0,74 | 0,52 | 0,54 | 0,16 | 0,29 | A | 0,94 | 0,54 | 0,48 | 0,11 | 0,24 | A | 0,97 | 0,57 | 0,44 | 0,08 | 0,22 | A | 0,98 |
| Ago | 0,39 | 0,60 | 0,29 | 0,41 | A | 0,74 | 0,57 | 0,52 | 0,15 | 0,29 | A | 0,95 | 0,56 | 0,48 | 0,10 | 0,24 | A | 0,96 | 0,59 | 0,44 | 0,08 | 0,22 | A | 0,98 |
| Sep | 0,51 | 0,55 | 0,14 | 0,41 | A | 0,90 | 0,65 | 0,50 | 0,11 | 0,29 | A | 0,96 | 0,66 | 0,50 | 0,10 | 0,24 | A | 0,97 | 0,68 | 0,46 | 0,07 | 0,22 | A | 0,98 |
| Oct | 0,82 | 0,73 | 0,11 | 0,41 | A | 0,95 | 0,92 | 0,67 | 0,15 | 0,29 | A | 0,94 | 0,86 | 0,65 | 0,18 | 0,24 | A | 0,94 | 0,90 | 0,62 | 0,12 | 0,22 | A | 0,97 |
| Nov | 1,04 | 0,82 | 0,13 | 0,41 | A | 0,95 | 1,16 | 0,86 | 0,20 | 0,29 | A | 0,92 | 1,06 | 0,89 | 0,19 | 0,24 | A | 0,92 | 1,11 | 0,84 | 0,12 | 0,22 | A | 0,96 |
| Dic | 1,05 | 1,03 | 0,17 | 0,41 | A | 0,91 | 1,28 | 1,09 | 0,16 | 0,29 | A | 0,93 | 1,15 | 1,11 | 0,21 | 0,24 | A | 0,90 | 1,17 | 1,04 | 0,15 | 0,22 | A | 0,94 |
| Ene | 1,01 | 1,05 | 0,13 | 0,41 | A | 0,92 | 1,16 | 1,03 | 0,15 | 0,29 | A | 0,94 | 1,03 | 1,04 | 0,17 | 0,24 | A | 0,91 | 1,04 | 0,96 | 0,13 | 0,22 | A | 0,94 |
| Feb | 0,94 | 1,02 | 0,16 | 0,41 | A | 0,92 | 1,03 | 0,92 | 0,13 | 0,29 | A | 0,95 | 0,90 | 0,90 | 0,18 | 0,24 | A | 0,92 | 0,90 | 0,83 | 0,12 | 0,22 | A | 0,95 |
| Mar | 0,92 | 0,91 | 0,12 | 0,41 | A | 0,93 | 0,94 | 0,77 | 0,12 | 0,29 | A | 0,97 | 0,82 | 0,75 | 0,16 | 0,24 | A | 0,94 | 0,80 | 0,68 | 0,11 | 0,22 | A | 0,97 |
| Total | 0,81 | 0,78 | 0,16 | 0,41 | A | 0,89 | 0,97 | 0,70 | 0,10 | 0,29 | A | 0,96 | 0,89 | 0,70 | 0,10 | 0,24 | A | 0,96 | 0,90 | 0,64 | 0,11 | 0,22 | A | 0,97 |

Ca = Calidad de ajuste

A = Se acepta el ajuste como válido

R = Se rechaza el ajuste como válido

Tabla 49. Función de distribución de probabilidad para Log-Normal los caudales de la subcuenca Río Cochiguaz, T = 20 y 75 años.

| Meses | T = 20 años | | | | T = 75 años | | | |
|--------------|-------------|------------|------------|------------|-------------|------------|------------|------------|
| | Periodos | | | | Periodos | | | |
| | 1970-1980 | 1970-1990 | 1970-2000 | 1970-2009 | 1970-1980 | 1970-1990 | 1970-2000 | 1970-2009 |
| | Log-Normal | Log-Normal | Log-Normal | Log-Normal | Log-Normal | Log-Normal | Log-Normal | Log-Normal |
| Abr | 6,47 | 6,31 | 5,61 | 4,95 | 10,15 | 9,29 | 8,11 | 6,90 |
| Mayo | 4,79 | 4,65 | 4,43 | 4,02 | 6,99 | 6,41 | 6,06 | 5,32 |
| Jun | 4,03 | 4,02 | 3,86 | 3,68 | 5,78 | 5,48 | 5,15 | 4,79 |
| Jul | 4,20 | 4,07 | 3,77 | 3,65 | 6,02 | 5,53 | 4,97 | 4,69 |
| Ago | 3,98 | 4,17 | 3,85 | 3,74 | 5,62 | 5,63 | 5,07 | 4,82 |
| Sep | 4,15 | 4,38 | 4,37 | 4,20 | 5,70 | 5,84 | 5,80 | 5,45 |
| Oct | 7,49 | 7,55 | 6,92 | 6,80 | 11,34 | 11,07 | 10,06 | 9,67 |
| Nov | 10,96 | 13,14 | 12,39 | 11,94 | 17,56 | 21,52 | 20,57 | 19,25 |
| Dic | 15,59 | 21,74 | 19,67 | 17,78 | 28,16 | 40,61 | 37,19 | 32,17 |
| Ene | 15,41 | 17,34 | 15,46 | 13,61 | 28,02 | 31,22 | 27,96 | 23,50 |
| Feb | 13,83 | 12,71 | 10,84 | 9,55 | 24,83 | 21,52 | 18,13 | 15,31 |
| Mar | 11,07 | 9,13 | 7,84 | 6,87 | 18,58 | 14,19 | 12,06 | 10,15 |
| Total | 8,12 | 8,38 | 7,75 | 7,05 | 12,70 | 12,54 | 11,58 | 10,16 |

Tabla 50. Valores de los parámetros de la función Gumbel para los caudales de la subcuenca Río La Laguna, evaluada por el test Kolmogorov-Smirnov (K-S), con un 95% de confiabilidad, además del coeficiente de determinación R^2 .

| Meses | Periodos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|------------------|------|------|------|----|-------|------------------|------|------|------|----|-------|------------------|------|------|------|----|-------|------------------|------|------|------|----|-------|
| | 1970-1980 (n=10) | | | | | | 1970-1990 (n=20) | | | | | | 1970-2000 (n=30) | | | | | | 1970-2009 (n=39) | | | | | |
| | Parámetros | | K-S | | | R^2 | Parámetros | | K-S | | | R^2 | Parámetros | | K-S | | | R^2 | Parámetros | | K-S | | | R^2 |
| | μ | d | Dc | Dt | Ca | | μ | d | Dc | Dt | Ca | | μ | d | Dc | Dt | Ca | | μ | d | Dc | Dt | Ca | |
| Abr | 1,32 | 0,82 | 0,17 | 0,41 | A | 0,91 | 1,30 | 0,86 | 0,16 | 0,29 | A | 0,94 | 1,32 | 0,95 | 0,12 | 0,24 | A | 0,97 | 1,23 | 0,95 | 0,10 | 0,22 | A | 0,98 |
| Mayo | 0,40 | 1,09 | 0,25 | 0,41 | A | 0,81 | 0,51 | 0,97 | 0,19 | 0,29 | A | 0,88 | 0,49 | 1,09 | 0,20 | 0,24 | A | 0,87 | 0,55 | 1,19 | 0,19 | 0,22 | A | 0,92 |
| Jun | 0,19 | 1,42 | 0,30 | 0,41 | A | 0,51 | 0,43 | 1,39 | 0,25 | 0,29 | A | 0,82 | 0,38 | 1,57 | 0,27 | 0,24 | R | 0,81 | 0,43 | 1,62 | 0,24 | 0,22 | R | 0,85 |
| Jul | 0,36 | 1,46 | 0,27 | 0,41 | A | 0,75 | 0,49 | 1,68 | 0,25 | 0,29 | A | 0,84 | 0,46 | 1,80 | 0,25 | 0,24 | R | 0,85 | 0,49 | 1,85 | 0,23 | 0,22 | R | 0,88 |
| Ago | 0,37 | 1,50 | 0,26 | 0,41 | A | 0,78 | 0,50 | 1,53 | 0,21 | 0,29 | A | 0,88 | 0,49 | 1,57 | 0,20 | 0,24 | A | 0,89 | 0,53 | 1,68 | 0,18 | 0,22 | A | 0,92 |
| Sep | 0,90 | 0,63 | 0,13 | 0,41 | A | 0,83 | 1,01 | 0,58 | 0,16 | 0,29 | A | 0,85 | 0,79 | 0,68 | 0,17 | 0,24 | A | 0,77 | 0,75 | 0,76 | 0,17 | 0,22 | A | 0,81 |
| Oct | 1,94 | 0,66 | 0,20 | 0,41 | A | 0,66 | 2,24 | 0,66 | 0,14 | 0,29 | A | 0,92 | 2,00 | 0,76 | 0,12 | 0,24 | A | 0,91 | 1,76 | 0,78 | 0,10 | 0,22 | A | 0,95 |
| Nov | 2,32 | 0,57 | 0,09 | 0,41 | A | 0,97 | 2,48 | 0,49 | 0,09 | 0,29 | A | 0,97 | 2,25 | 0,57 | 0,09 | 0,24 | A | 0,97 | 2,24 | 0,61 | 0,08 | 0,22 | A | 0,98 |
| Dic | 3,05 | 0,45 | 0,10 | 0,41 | A | 0,96 | 3,16 | 0,32 | 0,10 | 0,29 | A | 0,94 | 2,76 | 0,34 | 0,10 | 0,24 | A | 0,94 | 2,77 | 0,36 | 0,11 | 0,22 | A | 0,95 |
| Ene | 3,04 | 0,37 | 0,11 | 0,41 | A | 0,96 | 3,64 | 0,34 | 0,08 | 0,29 | A | 0,98 | 3,25 | 0,32 | 0,12 | 0,24 | A | 0,95 | 3,17 | 0,34 | 0,13 | 0,22 | A | 0,95 |
| Feb | 2,71 | 0,43 | 0,06 | 0,41 | A | 0,99 | 3,36 | 0,47 | 0,07 | 0,29 | A | 0,99 | 3,07 | 0,43 | 0,09 | 0,24 | A | 0,96 | 2,96 | 0,46 | 0,06 | 0,22 | A | 0,98 |
| Mar | 2,52 | 0,55 | 0,13 | 0,41 | A | 0,94 | 2,60 | 0,74 | 0,08 | 0,29 | A | 0,99 | 2,50 | 0,81 | 0,07 | 0,24 | A | 0,99 | 2,34 | 0,85 | 0,06 | 0,22 | A | 1,00 |
| Total | 1,85 | 0,93 | 0,11 | 0,41 | A | 0,96 | 2,11 | 0,94 | 0,07 | 0,29 | A | 0,99 | 1,91 | 0,96 | 0,06 | 0,24 | A | 0,99 | 1,86 | 1,04 | 0,08 | 0,22 | A | 0,99 |

Ca = Calidad de ajuste

A = Se acepta el ajuste como válido

R = Se rechaza el ajuste como válido

Tabla 51. Valores de los parámetros de la función Goodrich para los caudales de la subcuenca Río La Laguna, evaluada por el test Kolmogorov-Smirnov (K-S), con un 95% de confiabilidad, además del coeficiente de determinación R^2 .

| Meses | Periodos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|------------------|------|-------|------|------|----|-------|------------------|------|-------|------|------|----|-------|------------------|------|-------|------|------|----|-------|------------------|------|-------|------|------|----|-------|---|---|
| | 1970-1980 (n=10) | | | | | | | 1970-1990 (n=20) | | | | | | | 1970-2000 (n=30) | | | | | | | 1970-2009 (n=39) | | | | | | | | |
| | Parámetros | | | K-S | | | R^2 | Parámetros | | | K-S | | | R^2 | Parámetros | | | K-S | | | R^2 | Parámetros | | | K-S | | | R^2 | | |
| | p | a | X1 | Dc | Dt | Ca | | p | a | X1 | Dc | Dt | Ca | | p | a | X1 | Dc | Dt | Ca | | p | a | X1 | Dc | Dt | Ca | | p | a |
| Abr | 0,36 | 0,01 | -2,00 | 0,16 | 0,41 | A | 0,91 | 0,41 | 0,04 | -1,39 | 0,16 | 0,29 | A | 0,95 | 0,45 | 0,08 | -0,88 | 0,13 | 0,24 | A | 0,96 | 0,52 | 0,14 | -0,62 | 0,11 | 0,22 | A | 0,97 | | |
| Mayo | 0,71 | 0,43 | -0,73 | 0,22 | 0,41 | A | 0,81 | 0,81 | 0,50 | -0,53 | 0,21 | 0,29 | A | 0,89 | 0,84 | 0,62 | -0,39 | 0,21 | 0,24 | A | 0,89 | 0,83 | 0,68 | -0,26 | 0,17 | 0,22 | A | 0,93 | | |
| Jun | 0,80 | 0,80 | -0,52 | 0,26 | 0,41 | A | 0,48 | 0,61 | 0,44 | -0,63 | 0,23 | 0,29 | A | 0,82 | 0,70 | 0,71 | -0,40 | 0,24 | 0,24 | A | 0,82 | 0,66 | 0,65 | -0,41 | 0,22 | 0,22 | A | 0,85 | | |
| Jul | 0,56 | 0,38 | -0,76 | 0,27 | 0,41 | A | 0,74 | 0,47 | 0,30 | -0,72 | 0,24 | 0,29 | A | 0,84 | 0,49 | 0,40 | -0,61 | 0,24 | 0,24 | A | 0,85 | 0,48 | 0,40 | -0,57 | 0,23 | 0,22 | R | 0,88 | | |
| Ago | 0,56 | 0,39 | -0,74 | 0,25 | 0,41 | A | 0,77 | 0,58 | 0,46 | -0,52 | 0,20 | 0,29 | A | 0,89 | 0,58 | 0,49 | -0,50 | 0,19 | 0,24 | A | 0,89 | 0,54 | 0,46 | -0,47 | 0,17 | 0,22 | A | 0,93 | | |
| Sep | 0,92 | 0,41 | -0,38 | 0,17 | 0,41 | A | 0,86 | 0,84 | 0,30 | -0,60 | 0,14 | 0,29 | A | 0,89 | 1,04 | 0,58 | -0,16 | 0,16 | 0,24 | A | 0,87 | 1,13 | 0,75 | 0,04 | 0,11 | 0,22 | A | 0,93 | | |
| Oct | 0,94 | 0,44 | 0,73 | 0,23 | 0,41 | A | 0,68 | 0,75 | 0,26 | 0,57 | 0,11 | 0,29 | A | 0,94 | 0,92 | 0,50 | 0,94 | 0,09 | 0,24 | A | 0,95 | 0,90 | 0,50 | 0,70 | 0,11 | 0,22 | A | 0,92 | | |
| Nov | 0,57 | 0,08 | -0,48 | 0,09 | 0,41 | A | 0,97 | 0,78 | 0,20 | 0,37 | 0,09 | 0,29 | A | 0,97 | 0,93 | 0,38 | 0,86 | 0,07 | 0,24 | A | 0,98 | 0,92 | 0,39 | 0,90 | 0,09 | 0,22 | A | 0,97 | | |
| Dic | 0,52 | 0,03 | -0,87 | 0,09 | 0,41 | A | 0,96 | 0,77 | 0,11 | -0,24 | 0,11 | 0,29 | A | 0,96 | 0,83 | 0,15 | -0,04 | 0,11 | 0,24 | A | 0,96 | 0,83 | 0,16 | 0,12 | 0,11 | 0,22 | A | 0,97 | | |
| Ene | 0,69 | 0,08 | -0,41 | 0,08 | 0,41 | A | 0,97 | 0,76 | 0,11 | 0,41 | 0,05 | 0,29 | A | 0,99 | 0,85 | 0,15 | 0,36 | 0,10 | 0,24 | A | 0,97 | 0,87 | 0,18 | 0,56 | 0,08 | 0,22 | A | 0,98 | | |
| Feb | 0,63 | 0,08 | -0,55 | 0,06 | 0,41 | A | 0,99 | 0,64 | 0,09 | 0,46 | 0,09 | 0,29 | A | 0,98 | 0,86 | 0,23 | 0,99 | 0,09 | 0,24 | A | 0,97 | 0,85 | 0,23 | 0,96 | 0,08 | 0,22 | A | 0,98 | | |
| Mar | 0,37 | 0,01 | -2,23 | 0,11 | 0,41 | A | 0,97 | 0,49 | 0,06 | -0,02 | 0,06 | 0,29 | A | 0,99 | 0,57 | 0,14 | 0,52 | 0,06 | 0,24 | A | 0,99 | 0,63 | 0,22 | 0,68 | 0,05 | 0,22 | A | 0,99 | | |
| Total | 0,42 | 0,05 | -0,57 | 0,09 | 0,41 | A | 0,97 | 0,57 | 0,19 | 0,42 | 0,09 | 0,29 | A | 0,98 | 0,63 | 0,26 | 0,44 | 0,06 | 0,24 | A | 0,99 | 0,66 | 0,34 | 0,58 | 0,08 | 0,22 | A | 0,98 | | |

Ca = Calidad de ajuste

A = Se acepta el ajuste como válido

R = Se rechaza el ajuste como válido

Tabla 52. Valores de los parámetros de la función Log-Normal para los caudales de la subcuenca Río La Laguna, evaluada por el test Kolmogorov-Smirnov (K-S), con un 95% de confiabilidad, además del coeficiente de determinación R^2 .

| Meses | Periodos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|------------------|---------|------|------|----|-------|------------------|---------|------|------|----|-------|------------------|---------|------|------|----|-------|------------------|---------|------|------|----|-------|
| | 1970-1980 (n=10) | | | | | | 1970-1990 (n=20) | | | | | | 1970-2000 (n=30) | | | | | | 1970-2009 (n=39) | | | | | |
| | Parámetros | | K-S | | | R^2 | Parámetros | | K-S | | | R^2 | Parámetros | | K-S | | | R^2 | Parámetros | | K-S | | | R^2 |
| | α | β | Dc | Dt | Ca | | α | β | Dc | Dt | Ca | | α | β | Dc | Dt | Ca | | α | β | Dc | Dt | Ca | |
| Abr | 0,61 | 0,63 | 0,18 | 0,41 | A | 0,86 | 0,60 | 0,59 | 0,19 | 0,29 | A | 0,89 | 0,57 | 0,55 | 0,16 | 0,24 | A | 0,91 | 0,54 | 0,54 | 0,15 | 0,22 | A | 0,92 |
| Mayo | 0,25 | 0,44 | 0,30 | 0,41 | A | 0,63 | 0,29 | 0,48 | 0,33 | 0,29 | R | 0,62 | 0,27 | 0,43 | 0,31 | 0,24 | R | 0,66 | 0,26 | 0,40 | 0,27 | 0,22 | R | 0,73 |
| Jun | 0,16 | 0,35 | 0,40 | 0,41 | A | 0,32 | 0,23 | 0,35 | 0,36 | 0,29 | R | 0,69 | 0,18 | 0,31 | 0,37 | 0,24 | R | 0,60 | 0,18 | 0,30 | 0,36 | 0,22 | R | 0,64 |
| Jul | 0,21 | 0,34 | 0,37 | 0,41 | A | 0,63 | 0,21 | 0,28 | 0,34 | 0,29 | R | 0,77 | 0,18 | 0,26 | 0,34 | 0,24 | R | 0,74 | 0,18 | 0,25 | 0,33 | 0,22 | R | 0,75 |
| Ago | 0,20 | 0,33 | 0,36 | 0,41 | A | 0,63 | 0,21 | 0,33 | 0,36 | 0,29 | R | 0,69 | 0,20 | 0,32 | 0,37 | 0,24 | R | 0,66 | 0,19 | 0,30 | 0,33 | 0,22 | R | 0,71 |
| Sep | 0,45 | 0,62 | 0,18 | 0,41 | A | 0,83 | 0,51 | 0,67 | 0,18 | 0,29 | A | 0,82 | 0,38 | 0,59 | 0,24 | 0,24 | A | 0,70 | 0,35 | 0,54 | 0,23 | 0,22 | R | 0,73 |
| Oct | 0,89 | 0,51 | 0,18 | 0,41 | A | 0,80 | 0,99 | 0,54 | 0,11 | 0,29 | A | 0,96 | 0,88 | 0,50 | 0,09 | 0,24 | A | 0,97 | 0,79 | 0,51 | 0,07 | 0,22 | A | 0,99 |
| Nov | 1,04 | 0,64 | 0,08 | 0,41 | A | 0,97 | 1,10 | 0,65 | 0,07 | 0,29 | A | 0,98 | 1,01 | 0,59 | 0,05 | 0,24 | A | 0,99 | 1,01 | 0,57 | 0,06 | 0,22 | A | 0,99 |
| Dic | 1,27 | 0,68 | 0,09 | 0,41 | A | 0,97 | 1,33 | 0,75 | 0,10 | 0,29 | A | 0,98 | 1,22 | 0,74 | 0,08 | 0,24 | A | 0,98 | 1,22 | 0,72 | 0,08 | 0,22 | A | 0,99 |
| Ene | 1,29 | 0,73 | 0,12 | 0,41 | A | 0,96 | 1,46 | 0,68 | 0,08 | 0,29 | A | 0,98 | 1,37 | 0,70 | 0,08 | 0,24 | A | 0,98 | 1,34 | 0,69 | 0,07 | 0,22 | A | 0,99 |
| Feb | 1,17 | 0,75 | 0,08 | 0,41 | A | 0,97 | 1,36 | 0,62 | 0,10 | 0,29 | A | 0,97 | 1,30 | 0,61 | 0,06 | 0,24 | A | 0,99 | 1,26 | 0,61 | 0,05 | 0,22 | A | 0,99 |
| Mar | 1,07 | 0,73 | 0,13 | 0,41 | A | 0,94 | 1,10 | 0,54 | 0,08 | 0,29 | A | 0,98 | 1,06 | 0,50 | 0,06 | 0,24 | A | 0,99 | 0,99 | 0,49 | 0,05 | 0,22 | A | 0,99 |
| Total | 0,78 | 0,56 | 0,14 | 0,41 | A | 0,94 | 0,89 | 0,49 | 0,06 | 0,29 | A | 0,99 | 0,80 | 0,51 | 0,07 | 0,24 | A | 0,99 | 0,78 | 0,47 | 0,07 | 0,22 | A | 0,99 |

Ca = Calidad de ajuste

A = Se acepta el ajuste como válido

R = Se rechaza el ajuste como válido

Tabla 53. Función de distribución de probabilidad Goodrich para los caudales de la subcuenca Río La Laguna, T = 20 y 75 años.

| Meses | T = 20 años | | | | T = 75 años | | | |
|--------------|-------------|-----------|-----------|-----------|-------------|-----------|-----------|-----------|
| | Periodos | | | | Periodos | | | |
| | 1970-1980 | 1970-1990 | 1970-2000 | 1970-2009 | 1970-1980 | 1970-1990 | 1970-2000 | 1970-2009 |
| | Goodrich | Goodrich | Goodrich | Goodrich | Goodrich | Goodrich | Goodrich | Goodrich |
| Abr | 4,68 | 4,58 | 4,33 | 4,31 | 5,60 | 5,56 | 5,26 | 5,36 |
| Mayo | 3,22 | 3,70 | 3,36 | 3,16 | 4,38 | 5,15 | 4,70 | 4,38 |
| Jun | 2,36 | 2,59 | 2,32 | 2,30 | 3,34 | 3,39 | 3,11 | 3,04 |
| Jul | 2,38 | 2,20 | 2,08 | - | 3,09 | 2,75 | 2,61 | - |
| Ago | 2,36 | 2,43 | 2,38 | 2,28 | 3,06 | 3,13 | 3,07 | 2,89 |
| Sep | 5,84 | 6,34 | 5,36 | 4,85 | 8,32 | 8,83 | 7,92 | 7,32 |
| Oct | 6,70 | 6,90 | 6,12 | 5,75 | 9,15 | 8,91 | 8,20 | 7,73 |
| Nov | 7,53 | 8,73 | 7,73 | 7,38 | 9,39 | 11,50 | 10,52 | 9,97 |
| Dic | 9,56 | 12,94 | 11,83 | 11,41 | 11,75 | 17,22 | 16,05 | 15,42 |
| Ene | 11,34 | 12,76 | 12,97 | 12,30 | 14,70 | 16,72 | 17,57 | 16,70 |
| Feb | 9,78 | 9,75 | 10,30 | 9,76 | 12,48 | 12,22 | 13,75 | 12,97 |
| Mar | 7,60 | 6,53 | 6,18 | 5,87 | 9,04 | 7,81 | 7,49 | 7,22 |
| Total | 4,88 | 5,28 | 5,04 | 4,80 | 5,79 | 6,41 | 6,22 | 5,95 |

- Periodo/mes donde se rechaza el ajuste como válido y no fue posible ajustar alguna función de distribución de probabilidad.

Tabla 54. Valores de los parámetros de la función Gumbel para los caudales de la subcuenca Río Toro, evaluada por el test Kolmogorov-Smirnov (K-S), con un 95% de confiabilidad, además del coeficiente de determinación R^2 .

| Meses | Periodos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|------------------|------|------|------|----|-------|------------------|------|------|------|----|-------|------------------|------|------|------|----|-------|------------------|------|------|------|----|-------|
| | 1970-1980 (n=10) | | | | | | 1970-1990 (n=20) | | | | | | 1970-2000 (n=30) | | | | | | 1970-2009 (n=39) | | | | | |
| | Parámetros | | K-S | | | R^2 | Parámetros | | K-S | | | R^2 | Parámetros | | K-S | | | R^2 | Parámetros | | K-S | | | R^2 |
| | μ | d | Dc | Dt | Ca | | μ | d | Dc | Dt | Ca | | μ | d | Dc | Dt | Ca | | μ | d | Dc | Dt | Ca | |
| Abr | 0,49 | 3,90 | 0,16 | 0,41 | A | 0,87 | 0,54 | 4,91 | 0,13 | 0,29 | A | 0,97 | 0,53 | 5,35 | 0,10 | 0,24 | A | 0,98 | 0,54 | 6,02 | 0,07 | 0,22 | A | 0,98 |
| Mayo | 0,46 | 4,59 | 0,14 | 0,41 | A | 0,86 | 0,52 | 5,93 | 0,07 | 0,29 | A | 0,98 | 0,52 | 6,48 | 0,09 | 0,24 | A | 0,98 | 0,53 | 7,16 | 0,09 | 0,22 | A | 0,98 |
| Jun | 0,45 | 5,15 | 0,21 | 0,41 | A | 0,67 | 0,50 | 6,87 | 0,15 | 0,29 | A | 0,93 | 0,51 | 7,72 | 0,11 | 0,24 | A | 0,96 | 0,51 | 8,39 | 0,09 | 0,22 | A | 0,98 |
| Jul | 0,46 | 5,40 | 0,17 | 0,41 | A | 0,79 | 0,51 | 7,32 | 0,08 | 0,29 | A | 0,97 | 0,50 | 8,01 | 0,09 | 0,24 | A | 0,98 | 0,52 | 8,84 | 0,13 | 0,22 | A | 0,96 |
| Ago | 0,46 | 6,02 | 0,17 | 0,41 | A | 0,85 | 0,51 | 7,50 | 0,08 | 0,29 | A | 0,98 | 0,52 | 8,46 | 0,08 | 0,24 | A | 0,98 | 0,53 | 9,44 | 0,07 | 0,22 | A | 0,99 |
| Sep | 0,51 | 7,43 | 0,11 | 0,41 | A | 0,95 | 0,55 | 7,44 | 0,13 | 0,29 | A | 0,94 | 0,56 | 8,05 | 0,13 | 0,24 | A | 0,97 | 0,57 | 8,99 | 0,08 | 0,22 | A | 0,98 |
| Oct | 0,56 | 3,37 | 0,19 | 0,41 | A | 0,81 | 0,61 | 3,70 | 0,14 | 0,29 | A | 0,92 | 0,60 | 4,12 | 0,12 | 0,24 | A | 0,94 | 0,62 | 4,33 | 0,15 | 0,22 | A | 0,94 |
| Nov | 0,62 | 2,38 | 0,18 | 0,41 | A | 0,76 | 0,68 | 1,93 | 0,21 | 0,29 | A | 0,77 | 0,63 | 1,74 | 0,23 | 0,24 | A | 0,64 | 0,64 | 1,88 | 0,23 | 0,22 | R | 0,62 |
| Dic | 0,64 | 1,86 | 0,16 | 0,41 | A | 0,82 | 0,74 | 1,11 | 0,20 | 0,29 | A | 0,83 | 0,67 | 1,17 | 0,23 | 0,24 | A | 0,73 | 0,66 | 1,30 | 0,24 | 0,22 | R | 0,68 |
| Ene | 0,60 | 1,59 | 0,18 | 0,41 | A | 0,76 | 0,69 | 1,83 | 0,16 | 0,29 | A | 0,90 | 0,64 | 1,61 | 0,21 | 0,24 | A | 0,79 | 0,63 | 1,78 | 0,21 | 0,22 | A | 0,76 |
| Feb | 0,55 | 1,49 | 0,21 | 0,41 | A | 0,60 | 0,61 | 1,99 | 0,19 | 0,29 | A | 0,80 | 0,58 | 2,23 | 0,20 | 0,24 | A | 0,78 | 0,57 | 2,51 | 0,20 | 0,22 | A | 0,76 |
| Mar | 0,58 | 2,26 | 0,20 | 0,41 | A | 0,78 | 0,59 | 2,97 | 0,18 | 0,29 | A | 0,90 | 0,57 | 3,24 | 0,19 | 0,24 | A | 0,85 | 0,55 | 3,62 | 0,19 | 0,22 | A | 0,81 |
| Total | 0,59 | 4,10 | 0,21 | 0,41 | A | 0,86 | 0,64 | 4,21 | 0,18 | 0,29 | A | 0,92 | 0,62 | 4,20 | 0,15 | 0,24 | A | 0,91 | 0,62 | 4,64 | 0,16 | 0,22 | A | 0,90 |

Ca = Calidad de ajuste

A = Se acepta el ajuste como válido

R = Se rechaza el ajuste como válido

Tabla 55. Valores de los parámetros de la función Goodrich para los caudales de la subcuenca Río Toro, evaluada por el test Kolmogorov-Smirnov (K-S), con un 95% de confiabilidad, además del coeficiente de determinación R^2 .

| Meses | Periodos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|------------------|------|-------|------|------|----|------|------------------|------------|------|------|------|----|------|------------------|-------|------------|------|------|-----|------|------------------|-------|------------|------|------|-----|------|--|-------|
| | 1970-1980 (n=10) | | | | | | | 1970-1990 (n=20) | | | | | | | 1970-2000 (n=30) | | | | | | | 1970-2009 (n=39) | | | | | | | | |
| | Parámetros | | | K-S | | | | R^2 | Parámetros | | | K-S | | | | R^2 | Parámetros | | | K-S | | | R^2 | Parámetros | | | K-S | | | R^2 |
| | p | a | X1 | Dc | Dt | Ca | p | | a | X1 | Dc | Dt | Ca | p | a | | X1 | Dc | Dt | Ca | p | a | | X1 | Dc | Dt | Ca | | | |
| Abr | 0,77 | 2,77 | 0,22 | 0,16 | 0,41 | A | 0,88 | 0,74 | 3,68 | 0,31 | 0,10 | 0,29 | A | 0,98 | 0,81 | 4,18 | 0,35 | 0,07 | 0,24 | A | 0,99 | 0,90 | 4,77 | 0,40 | 0,06 | 0,22 | A | 0,99 | | |
| Mayo | 0,89 | 3,53 | 0,28 | 0,15 | 0,41 | A | 0,89 | 0,85 | 4,71 | 0,36 | 0,12 | 0,29 | A | 0,98 | 0,88 | 5,21 | 0,38 | 0,12 | 0,24 | A | 0,97 | 0,91 | 5,75 | 0,41 | 0,14 | 0,22 | A | 0,96 | | |
| Jun | 0,97 | 4,01 | 0,31 | 0,24 | 0,41 | A | 0,67 | 1,03 | 5,33 | 0,41 | 0,11 | 0,29 | A | 0,96 | 1,04 | 5,93 | 0,42 | 0,10 | 0,24 | A | 0,95 | 1,04 | 6,42 | 0,43 | 0,11 | 0,22 | A | 0,95 | | |
| Jul | 0,91 | 4,20 | 0,30 | 0,20 | 0,41 | A | 0,80 | 0,97 | 5,76 | 0,41 | 0,13 | 0,29 | A | 0,95 | 0,90 | 6,56 | 0,40 | 0,14 | 0,24 | A | 0,95 | 0,90 | 7,30 | 0,42 | 0,18 | 0,22 | A | 0,88 | | |
| Ago | 0,85 | 4,80 | 0,31 | 0,16 | 0,41 | A | 0,86 | 0,76 | 6,44 | 0,36 | 0,08 | 0,29 | A | 0,98 | 0,73 | 7,72 | 0,39 | 0,07 | 0,24 | A | 0,99 | 0,76 | 8,72 | 0,41 | 0,10 | 0,22 | A | 0,97 | | |
| Sep | 0,58 | 6,98 | 0,30 | 0,11 | 0,41 | A | 0,94 | 0,51 | 7,17 | 0,31 | 0,14 | 0,29 | A | 0,93 | 0,48 | 8,53 | 0,32 | 0,12 | 0,24 | A | 0,96 | 0,51 | 10,33 | 0,36 | 0,10 | 0,22 | A | 0,98 | | |
| Oct | 0,94 | 2,56 | 0,33 | 0,14 | 0,41 | A | 0,86 | 0,85 | 2,65 | 0,35 | 0,13 | 0,29 | A | 0,94 | 0,88 | 3,09 | 0,39 | 0,09 | 0,24 | A | 0,97 | 0,86 | 3,28 | 0,42 | 0,11 | 0,22 | A | 0,96 | | |
| Nov | 0,95 | 1,78 | 0,29 | 0,17 | 0,41 | A | 0,79 | 0,83 | 1,22 | 0,18 | 0,20 | 0,29 | A | 0,80 | 1,01 | 1,36 | 0,22 | 0,24 | 0,24 | A | 0,69 | 1,05 | 1,54 | 0,30 | 0,21 | 0,22 | A | 0,70 | | |
| Dic | 0,67 | 0,86 | -0,05 | 0,16 | 0,41 | A | 0,81 | 0,97 | 0,84 | 0,08 | 0,20 | 0,29 | A | 0,88 | 1,02 | 0,94 | 0,09 | 0,25 | 0,24 | R | 0,78 | 1,12 | 1,19 | 0,23 | 0,23 | 0,22 | R | 0,78 | | |
| Ene | 0,86 | 1,02 | 0,02 | 0,21 | 0,41 | A | 0,77 | 0,80 | 1,10 | 0,14 | 0,17 | 0,29 | A | 0,92 | 0,99 | 1,24 | 0,19 | 0,21 | 0,24 | A | 0,85 | 1,07 | 1,50 | 0,29 | 0,18 | 0,22 | A | 0,86 | | |
| Feb | 0,97 | 1,13 | 0,06 | 0,24 | 0,41 | A | 0,60 | 1,14 | 2,12 | 0,44 | 0,18 | 0,29 | A | 0,95 | 1,20 | 2,02 | 0,36 | 0,14 | 0,24 | A | 0,91 | 1,32 | 2,35 | 0,42 | 0,14 | 0,22 | A | 0,93 | | |
| Mar | 0,92 | 1,64 | 0,22 | 0,20 | 0,41 | A | 0,80 | 1,08 | 2,41 | 0,38 | 0,14 | 0,29 | A | 0,96 | 1,13 | 2,65 | 0,39 | 0,14 | 0,24 | A | 0,94 | 1,25 | 3,05 | 0,43 | 0,12 | 0,22 | A | 0,96 | | |
| Total | 0,54 | 2,37 | 0,17 | 0,21 | 0,41 | A | 0,85 | 0,60 | 2,68 | 0,28 | 0,16 | 0,29 | A | 0,92 | 0,73 | 2,96 | 0,34 | 0,12 | 0,24 | A | 0,93 | 0,81 | 3,49 | 0,40 | 0,14 | 0,22 | A | 0,93 | | |

Ca = Calidad de ajuste

A = Se acepta el ajuste como válido

R = Se rechaza el ajuste como válido

Tabla 56. Valores de los parámetros de la función Log-Normal para los caudales de la subcuenca Río Toro, evaluada por el test Kolmogorov-Smirnov (K-S), con un 95% de confiabilidad, además del coeficiente de determinación R^2 .

| Meses | Periodos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|------------------|---------|------|------|----|-------|------------------|---------|------|------|----|-------|------------------|---------|------|------|----|-------|------------------|---------|------|------|----|-------|
| | 1970-1980 (n=10) | | | | | | 1970-1990 (n=20) | | | | | | 1970-2000 (n=30) | | | | | | 1970-2009 (n=39) | | | | | |
| | Parámetros | | K-S | | | R^2 | Parámetros | | K-S | | | R^2 | Parámetros | | K-S | | | R^2 | Parámetros | | K-S | | | R^2 |
| | α | β | Dc | Dt | Ca | | α | β | Dc | Dt | Ca | | α | β | Dc | Dt | Ca | | α | β | Dc | Dt | Ca | |
| Abr | 0,04 | 0,12 | 0,44 | 0,41 | A | -0,61 | 0,02 | 0,08 | 0,49 | 0,29 | A | -3,18 | 0,02 | 0,07 | 0,50 | 0,24 | A | -2,42 | 0,01 | 0,06 | 0,51 | 0,22 | A | -3,59 |
| Mayo | 0,03 | 0,09 | 0,44 | 0,41 | A | -0,61 | 0,01 | 0,06 | 0,49 | 0,29 | A | -3,18 | 0,01 | 0,05 | 0,51 | 0,24 | A | -5,96 | 0,01 | 0,04 | 0,51 | 0,22 | A | -8,55 |
| Jun | 0,02 | 0,07 | 0,44 | 0,41 | A | -0,61 | 0,01 | 0,05 | 0,49 | 0,29 | A | -3,18 | 0,01 | 0,04 | 0,51 | 0,24 | A | -5,96 | 0,01 | 0,03 | 0,51 | 0,22 | A | -8,55 |
| Jul | 0,02 | 0,06 | 0,44 | 0,41 | A | -0,61 | 0,01 | 0,04 | 0,49 | 0,29 | A | -3,18 | 0,01 | 0,03 | 0,51 | 0,24 | A | -5,96 | 0,00 | 0,03 | 0,51 | 0,22 | A | -8,55 |
| Ago | 0,01 | 0,03 | 0,44 | 0,41 | A | -0,61 | 0,00 | 0,02 | 0,49 | 0,29 | A | -3,18 | 0,00 | 0,02 | 0,51 | 0,24 | A | -5,96 | 0,00 | 0,02 | 0,51 | 0,22 | A | -8,55 |
| Sep | 0,00 | 0,00 | | 0,41 | R | | 0,00 | 0,00 | | 0,29 | R | | 0,00 | 0,00 | | 0,24 | R | | 0,00 | 0,00 | | 0,22 | R | |
| Oct | 0,06 | 0,18 | 0,44 | 0,41 | A | -0,61 | 0,05 | 0,15 | 0,40 | 0,29 | A | -0,55 | 0,04 | 0,13 | 0,43 | 0,24 | A | -0,89 | 0,04 | 0,12 | 0,43 | 0,22 | A | -0,60 |
| Nov | 0,08 | 0,27 | 0,44 | 0,41 | A | -0,61 | 0,15 | 0,33 | 0,44 | 0,29 | A | 0,21 | 0,14 | 0,34 | 0,43 | 0,24 | A | -0,02 | 0,13 | 0,32 | 0,45 | 0,22 | A | -0,12 |
| Dic | 0,16 | 0,34 | 0,41 | 0,41 | A | 0,35 | 0,27 | 0,46 | 0,31 | 0,29 | A | 0,59 | 0,23 | 0,45 | 0,35 | 0,24 | A | 0,43 | 0,20 | 0,41 | 0,36 | 0,22 | R | 0,31 |
| Ene | 0,16 | 0,37 | 0,40 | 0,41 | A | 0,27 | 0,17 | 0,33 | 0,37 | 0,29 | A | 0,49 | 0,17 | 0,35 | 0,40 | 0,24 | A | 0,33 | 0,14 | 0,32 | 0,43 | 0,22 | A | 0,20 |
| Feb | 0,15 | 0,37 | 0,38 | 0,41 | A | 0,00 | 0,11 | 0,28 | 0,33 | 0,29 | A | 0,05 | 0,09 | 0,25 | 0,39 | 0,24 | A | -0,11 | 0,07 | 0,22 | 0,41 | 0,22 | A | -0,52 |
| Mar | 0,10 | 0,27 | 0,37 | 0,41 | A | -0,19 | 0,06 | 0,19 | 0,40 | 0,29 | A | -0,94 | 0,05 | 0,17 | 0,43 | 0,24 | A | -0,84 | 0,04 | 0,15 | 0,46 | 0,22 | A | -1,51 |
| Total | 0,05 | 0,09 | 0,33 | 0,41 | A | 0,48 | 0,05 | 0,11 | 0,40 | 0,29 | A | 0,35 | 0,05 | 0,12 | 0,44 | 0,24 | A | 0,09 | 0,04 | 0,11 | 0,45 | 0,22 | R | -0,23 |

Ca = Calidad de ajuste

A = Se acepta el ajuste como válido

R = Se rechaza el ajuste como válido

Tabla 57. Funciones de distribución de probabilidad Goodrich y Gumbel para los caudales de la subcuenca Río Toro, T = 20 y 75 años.

| Meses | T = 20 años | | | | T = 75 años | | | |
|--------------|-------------|-----------|-----------|-----------|-------------|-----------|-----------|-----------|
| | Periodos | | | | Periodos | | | |
| | 1970-1980 | 1970-1990 | 1970-2000 | 1970-2009 | 1970-1980 | 1970-1990 | 1970-2000 | 1970-2009 |
| | Goodrich | Goodrich | Gumbel | Goodrich | Goodrich | Goodrich | Gumbel | Goodrich |
| Abr | 1,28 | 1,17 | 1,09 | 1,05 | 1,63 | 1,43 | 1,34 | 1,31 |
| Mayo | 1,14 | 1,05 | 0,98 | 0,96 | 1,47 | 1,29 | 1,18 | 1,18 |
| Jun | 1,06 | 0,96 | 0,89 | 0,89 | 1,38 | 1,21 | 1,06 | 1,10 |
| Jul | 1,04 | 0,94 | 0,87 | 0,87 | 1,33 | 1,16 | 1,04 | 1,05 |
| Ago | 0,98 | 0,92 | 0,87 | 0,86 | 1,22 | 1,10 | 1,03 | 1,00 |
| Sep | 0,92 | 0,95 | 0,93 | 0,89 | 1,06 | 1,08 | 1,10 | 1,00 |
| Oct | 1,49 | 1,46 | 1,32 | 1,34 | 1,96 | 1,86 | 1,65 | 1,69 |
| Nov | 1,94 | 2,29 | 2,34 | 2,31 | 2,62 | 3,03 | 3,11 | 3,26 |
| Dic | 2,27 | 3,54 | 3,22 | - | 2,92 | 5,02 | 4,37 | - |
| Ene | 2,55 | 2,38 | 2,48 | 2,39 | 3,48 | 3,15 | 3,32 | 3,40 |
| Feb | 2,64 | 1,93 | 1,91 | 1,79 | 3,75 | 2,70 | 2,51 | 2,65 |
| Mar | 1,96 | 1,65 | 1,48 | 1,41 | 2,66 | 2,26 | 1,90 | 1,97 |
| Total | 1,31 | 1,35 | 1,33 | 1,29 | 1,56 | 1,62 | 1,65 | 1,59 |

- Periodo/mes donde se rechaza el ajuste como válido y no fue posible ajustar alguna función de distribución de probabilidad.

III.ii. Ajuste de Gumbel, Goodrich y Log-Normal; para las precipitaciones

Tabla 58. Valores de los parámetros de la función Gumbel para las precipitaciones de la subcuenca Río Turbio, evaluada por el test Kolmogorov-Smirnov (K-S), con un 95% de confiabilidad, además del coeficiente de determinación R^2 .

| Meses | Periodos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|------------------|------|------|------|----|-------|------------------|------------|------|------|-----|-------|------------------|-------|------------|------|----|-------|------------------|------|-------|------------|---|-------|-----|----|----|-------|
| | 1970-1980 (n=10) | | | | | | 1970-1990 (n=20) | | | | | | 1970-2000 (n=30) | | | | | | 1970-2009 (n=39) | | | | | | | | | |
| | Parámetros | | | K-S | | | R^2 | Parámetros | | | K-S | | | R^2 | Parámetros | | | K-S | | | R^2 | Parámetros | | | K-S | | | R^2 |
| | μ | d | Ca | Dc | Dt | Ca | | μ | d | Ca | Dc | Dt | Ca | | μ | d | Ca | Dc | Dt | Ca | | μ | d | Ca | Dc | Dt | Ca | |
| Abr | 0,94 | 0,73 | 0,31 | 0,41 | A | -0,26 | -2,09 | 0,07 | 0,40 | 0,29 | R | -2,49 | -1,40 | 0,09 | 0,38 | 0,24 | R | -1,53 | -0,73 | 0,10 | 0,37 | 0,22 | R | -0,68 | | | | |
| Mayo | 4,63 | 0,07 | 0,22 | 0,41 | A | 0,73 | 5,46 | 0,10 | 0,17 | 0,29 | A | 0,90 | 4,99 | 0,11 | 0,15 | 0,24 | A | 0,94 | 5,86 | 0,08 | 0,17 | 0,22 | A | 0,93 | | | | |
| Jun | 12,63 | 0,05 | 0,14 | 0,41 | A | 0,95 | 9,11 | 0,07 | 0,15 | 0,29 | A | 0,94 | 7,26 | 0,03 | 0,25 | 0,24 | R | 0,73 | 9,26 | 0,04 | 0,22 | 0,22 | A | 0,84 | | | | |
| Jul | 9,26 | 0,03 | 0,24 | 0,41 | A | 0,67 | 18,48 | 0,02 | 0,21 | 0,29 | A | 0,81 | 12,46 | 0,02 | 0,24 | 0,24 | A | 0,74 | 14,74 | 0,02 | 0,22 | 0,22 | A | 0,81 | | | | |
| Ago | 8,02 | 0,11 | 0,12 | 0,41 | A | 0,96 | 9,16 | 0,07 | 0,12 | 0,29 | A | 0,96 | 5,83 | 0,05 | 0,23 | 0,24 | A | 0,80 | 5,30 | 0,05 | 0,24 | 0,22 | R | 0,80 | | | | |
| Sep | 3,86 | 0,17 | 0,15 | 0,41 | A | 0,92 | 2,64 | 0,23 | 0,19 | 0,29 | A | 0,83 | 2,11 | 0,15 | 0,22 | 0,24 | A | 0,78 | 1,91 | 0,15 | 0,24 | 0,22 | R | 0,76 | | | | |
| Oct | 2,13 | 0,41 | 0,20 | 0,41 | A | 0,84 | 2,04 | 0,34 | 0,23 | 0,29 | A | 0,80 | 1,30 | 0,37 | 0,21 | 0,24 | A | 0,82 | 0,90 | 0,39 | 0,22 | 0,22 | A | 0,80 | | | | |
| Nov | 0,84 | 0,48 | 0,32 | 0,41 | A | -0,31 | 0,73 | 0,67 | 0,40 | 0,29 | R | -2,24 | 0,39 | 0,66 | 0,31 | 0,24 | R | 0,29 | 0,23 | 0,56 | 0,31 | 0,22 | R | 0,25 | | | | |
| Dic | 1,12 | 4,81 | 0,24 | 0,41 | A | 0,69 | 1,13 | 2,44 | 0,27 | 0,29 | A | 0,62 | 0,57 | 0,70 | 0,20 | 0,24 | A | 0,66 | 0,38 | 0,74 | 0,24 | 0,22 | R | 0,74 | | | | |
| Ene | 1,61 | 0,67 | 0,19 | 0,41 | A | 0,85 | 1,18 | 0,83 | 0,24 | 0,29 | A | 0,76 | 0,81 | 0,82 | 0,16 | 0,24 | A | 0,91 | 0,72 | 0,81 | 0,15 | 0,22 | A | 0,90 | | | | |
| Feb | 1,61 | 0,85 | 0,25 | 0,41 | A | 0,86 | 1,40 | 0,70 | 0,19 | 0,29 | A | 0,87 | 0,69 | 0,44 | 0,23 | 0,24 | A | 0,75 | 0,67 | 0,47 | 0,23 | 0,22 | R | 0,84 | | | | |
| Mar | 1,12 | 5,32 | 0,25 | 0,41 | A | 0,75 | 0,94 | 0,48 | 0,30 | 0,29 | R | 0,29 | 0,29 | 0,19 | 0,32 | 0,24 | R | 0,01 | 0,09 | 0,21 | 0,34 | 0,22 | R | 0,01 | | | | |
| Total | 78,30 | 0,03 | 0,12 | 0,41 | A | 0,96 | 86,71 | 0,02 | 0,10 | 0,29 | A | 0,98 | 77,13 | 0,01 | 0,12 | 0,24 | A | 0,96 | 79,83 | 0,02 | 0,10 | 0,22 | A | 0,97 | | | | |

Ca = Calidad de ajuste

A = Se acepta el ajuste como válido

R = Se rechaza el ajuste como válido

Tabla 59. Valores de los parámetros de la función Goodrich para las precipitaciones de la subcuenca Río Turbio, evaluada por el test Kolmogorov-Smirnov (K-S), con un 95% de confiabilidad, además del coeficiente de determinación R^2 .

| Meses | Periodos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|------------------|------|--------|------|------|----|-------|------------------|------------|--------|------|------|----|-------|------------------|-------|------------|------|------|-----|-------|------------------|------|-------|------------|------|----|-------|---|----|----|-------|
| | 1970-1980 (n=10) | | | | | | | 1970-1990 (n=20) | | | | | | | 1970-2000 (n=30) | | | | | | | 1970-2009 (n=39) | | | | | | | | | | |
| | Parámetros | | | K-S | | | | R^2 | Parámetros | | | K-S | | | | R^2 | Parámetros | | | K-S | | | | R^2 | Parámetros | | | K-S | | | | R^2 |
| | p | a | X1 | Dc | Dt | Ca | p | | a | X1 | Dc | Dt | Ca | p | a | | X1 | Dc | Dt | Ca | p | a | X1 | | Dc | Dt | Ca | p | a | X1 | Dc | |
| Abr | 1,07 | 0,65 | 0,10 | 0,38 | 0,41 | A | -0,65 | 1,49 | 0,23 | -5,67 | 0,52 | 0,29 | R | -5,59 | 1,63 | 0,33 | -3,49 | 0,48 | 0,24 | R | -3,41 | 1,72 | 0,41 | -2,02 | 0,44 | 0,22 | R | -1,09 | | | | |
| Mayo | 0,69 | 0,01 | -12,20 | 0,21 | 0,41 | A | 0,72 | 0,87 | 0,04 | -3,57 | 0,17 | 0,29 | A | 0,93 | 0,84 | 0,04 | -3,64 | 0,14 | 0,24 | A | 0,96 | 1,48 | 0,25 | 2,64 | 0,22 | 0,22 | A | 0,90 | | | | |
| Jun | 0,58 | 0,00 | -16,23 | 0,11 | 0,41 | A | 0,95 | 0,79 | 0,02 | -6,13 | 0,13 | 0,29 | A | 0,95 | 1,12 | 0,05 | -9,48 | 0,25 | 0,24 | R | 0,80 | 1,10 | 0,05 | -6,45 | 0,19 | 0,22 | A | 0,92 | | | | |
| Jul | 0,89 | 0,01 | -16,86 | 0,23 | 0,41 | A | 0,67 | 0,98 | 0,01 | -23,64 | 0,23 | 0,29 | A | 0,84 | 1,15 | 0,03 | -13,88 | 0,24 | 0,24 | A | 0,81 | 1,19 | 0,04 | -7,00 | 0,17 | 0,22 | A | 0,94 | | | | |
| Ago | 0,54 | 0,00 | -8,25 | 0,09 | 0,41 | A | 0,97 | 0,75 | 0,01 | -6,37 | 0,13 | 0,29 | A | 0,97 | 1,21 | 0,09 | -3,94 | 0,20 | 0,24 | A | 0,91 | 1,25 | 0,10 | -3,07 | 0,20 | 0,22 | A | 0,93 | | | | |
| Sep | 0,74 | 0,04 | -2,80 | 0,13 | 0,41 | A | 0,93 | 1,09 | 0,23 | -0,06 | 0,18 | 0,29 | A | 0,90 | 1,04 | 0,14 | -2,09 | 0,21 | 0,24 | A | 0,87 | 1,08 | 0,15 | -2,19 | 0,24 | 0,22 | R | 0,87 | | | | |
| Oct | 0,79 | 0,16 | -0,36 | 0,16 | 0,41 | A | 0,86 | 0,70 | 0,08 | -1,61 | 0,23 | 0,29 | A | 0,79 | 0,80 | 0,15 | -1,47 | 0,18 | 0,24 | A | 0,85 | -0,07 | | | | 0,22 | R | | | | | |
| Nov | 1,07 | 0,43 | -0,48 | 0,39 | 0,41 | A | -0,78 | 1,48 | 1,02 | 0,32 | 0,52 | 0,29 | R | -5,12 | 1,33 | 0,87 | -0,18 | 0,32 | 0,24 | R | 0,64 | 1,28 | 0,72 | -0,50 | 0,32 | 0,22 | R | 0,45 | | | | |
| Dic | 0,80 | 3,62 | 0,90 | 0,25 | 0,41 | A | 0,66 | 1,06 | 1,97 | 0,86 | 0,32 | 0,29 | R | 0,59 | 1,23 | 0,81 | -0,07 | 0,30 | 0,24 | R | 0,81 | 1,24 | 0,84 | -0,23 | 0,22 | 0,22 | A | 0,84 | | | | |
| Ene | 0,62 | 0,14 | -0,59 | 0,18 | 0,41 | A | 0,84 | 0,88 | 0,50 | 0,13 | 0,28 | 0,29 | A | 0,68 | 0,82 | 0,43 | -0,37 | 0,20 | 0,24 | A | 0,92 | 0,86 | 0,46 | -0,41 | 0,14 | 0,22 | A | 0,92 | | | | |
| Feb | 0,54 | 0,13 | -0,39 | 0,22 | 0,41 | A | 0,87 | 0,80 | 0,33 | -0,04 | 0,22 | 0,29 | A | 0,87 | 1,22 | 0,53 | -0,40 | 0,19 | 0,24 | A | 0,87 | 1,22 | 0,57 | -0,32 | 0,17 | 0,22 | A | 0,93 | | | | |
| Mar | 0,82 | 4,13 | 0,93 | 0,22 | 0,41 | A | 0,74 | 1,30 | 0,66 | 0,13 | 0,37 | 0,29 | R | 0,00 | 1,53 | 0,47 | -0,99 | 0,34 | 0,24 | R | 0,06 | 1,36 | 0,39 | -1,54 | 0,39 | 0,22 | R | -0,09 | | | | |
| Total | 0,39 | 0,00 | -5,99 | 0,08 | 0,41 | A | 0,97 | 0,67 | 0,00 | 7,51 | 0,08 | 0,29 | A | 0,98 | 0,72 | 0,00 | -3,16 | 0,09 | 0,24 | A | 0,97 | 0,75 | 0,00 | 6,01 | 0,09 | 0,22 | A | 0,98 | | | | |

Ca = Calidad de ajuste

A = Se acepta el ajuste como válido

R = Se rechaza el ajuste como válido

Tabla 60. Valores de los parámetros de la función Log-Normal para las precipitaciones de la subcuenca Río Turbio, evaluada por el test Kolmogorov-Smirnov (K-S), con un 95% de confiabilidad, además del coeficiente de determinación R^2 .

| Meses | Periodos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|------------------|---------|------|------|----|-------|------------------|---------|------|------|----|-------|------------------|---------|------|------|----|-------|------------------|---------|------|------|----|-------|
| | 1970-1980 (n=10) | | | | | | 1970-1990 (n=20) | | | | | | 1970-2000 (n=30) | | | | | | 1970-2009 (n=39) | | | | | |
| | Parámetros | | K-S | | | R^2 | Parámetros | | K-S | | | R^2 | Parámetros | | K-S | | | R^2 | Parámetros | | K-S | | | R^2 |
| | α | β | Dc | Dt | Ca | | α | β | Dc | Dt | Ca | | α | β | Dc | Dt | Ca | | α | β | Dc | Dt | Ca | |
| Abr | 0,33 | 0,57 | 0,30 | 0,41 | A | 0,21 | 0,64 | 1,06 | 0,25 | 0,29 | A | 0,52 | 0,72 | 1,05 | 0,21 | 0,24 | A | 0,71 | 0,82 | 1,08 | 0,23 | 0,22 | R | 0,81 |
| Mayo | 1,66 | 1,37 | 0,12 | 0,41 | A | 0,94 | 1,83 | 1,16 | 0,08 | 0,29 | A | 0,98 | 1,67 | 1,27 | 0,15 | 0,24 | A | 0,96 | 1,87 | 1,30 | 0,14 | 0,22 | A | 0,96 |
| Jun | 2,45 | 1,44 | 0,17 | 0,41 | A | 0,93 | 2,23 | 1,27 | 0,15 | 0,29 | A | 0,94 | 2,14 | 1,56 | 0,11 | 0,24 | A | 0,96 | 2,28 | 1,51 | 0,11 | 0,22 | A | 0,97 |
| Jul | 2,57 | 1,22 | 0,11 | 0,41 | A | 0,96 | 2,95 | 1,55 | 0,10 | 0,29 | A | 0,97 | 2,66 | 1,59 | 0,10 | 0,24 | A | 0,98 | 2,81 | 1,50 | 0,08 | 0,22 | A | 0,99 |
| Ago | 2,04 | 1,29 | 0,15 | 0,41 | A | 0,91 | 2,20 | 1,30 | 0,12 | 0,29 | A | 0,96 | 1,99 | 1,44 | 0,11 | 0,24 | A | 0,97 | 1,90 | 1,45 | 0,15 | 0,22 | A | 0,96 |
| Sep | 1,50 | 1,06 | 0,12 | 0,41 | A | 0,94 | 1,26 | 0,85 | 0,09 | 0,29 | A | 0,97 | 1,17 | 1,09 | 0,13 | 0,24 | A | 0,95 | 1,09 | 1,12 | 0,15 | 0,22 | A | 0,92 |
| Oct | 0,99 | 0,74 | 0,16 | 0,41 | A | 0,92 | 0,90 | 0,90 | 0,20 | 0,29 | A | 0,89 | 0,71 | 0,85 | 0,25 | 0,24 | R | 0,84 | 0,58 | 0,81 | 0,31 | 0,22 | R | 0,76 |
| Nov | 0,37 | 0,70 | 0,39 | 0,41 | A | 0,16 | 0,24 | 0,51 | 0,43 | 0,29 | R | -0,59 | 0,22 | 0,52 | 0,44 | 0,24 | R | -0,40 | 0,23 | 0,58 | 0,45 | 0,22 | R | -0,44 |
| Dic | 0,19 | 0,19 | 0,27 | 0,41 | A | 0,68 | 0,26 | 0,30 | 0,29 | 0,29 | A | 0,69 | 0,30 | 0,53 | 0,31 | 0,24 | R | 0,47 | 0,27 | 0,51 | 0,34 | 0,22 | R | 0,39 |
| Ene | 0,67 | 0,69 | 0,23 | 0,41 | A | 0,87 | 0,47 | 0,57 | 0,24 | 0,29 | A | 0,79 | 0,39 | 0,55 | 0,28 | 0,24 | R | 0,73 | 0,35 | 0,54 | 0,30 | 0,22 | R | 0,66 |
| Feb | 0,64 | 0,63 | 0,27 | 0,41 | A | 0,85 | 0,60 | 0,65 | 0,26 | 0,29 | A | 0,85 | 0,49 | 0,72 | 0,33 | 0,24 | R | 0,71 | 0,49 | 0,70 | 0,32 | 0,22 | R | 0,75 |
| Mar | 0,19 | 0,17 | 0,28 | 0,41 | A | 0,75 | 0,48 | 0,66 | 0,24 | 0,29 | A | 0,70 | 0,67 | 0,91 | 0,25 | 0,24 | R | 0,77 | 0,59 | 0,85 | 0,25 | 0,22 | R | 0,74 |
| Total | 4,48 | 0,49 | 0,11 | 0,41 | A | 0,95 | 4,62 | 0,63 | 0,08 | 0,29 | A | 0,99 | 4,50 | 0,75 | 0,06 | 0,24 | A | 0,99 | 4,54 | 0,70 | 0,05 | 0,22 | A | 0,99 |

Ca = Calidad de ajuste

A = Se acepta el ajuste como válido

R = Se rechaza el ajuste como válido

Tabla 61. Función de distribución de probabilidad Gumbel, Goodrich y Log-Normal para las precipitaciones de la subcuenca Río Turbio, T = 20 y 75 años.

| Meses | T = 20 años | | | | | | | | T = 75 años | | | | | | | |
|--------------|-------------|-----------|------|-----------|------|-----------|------|-----------|-------------|-----------|------|-----------|------|-----------|------|-----------|
| | Periodos | | | | | | | | Periodos | | | | | | | |
| | F(X) | 1970-1980 | F(X) | 1970-1990 | F(X) | 1970-2000 | F(X) | 1970-2009 | F(X) | 1970-1980 | F(X) | 1970-1990 | F(X) | 1970-2000 | F(X) | 1970-2009 |
| Abr | Gum | 5,04 | L-N | 10,86 | L-N | 11,57 | - | - | Gum | 6,88 | L-N | 19,89 | L-N | 21,08 | - | - |
| Mayo | Gum | 45,10 | L-N | 42,28 | Gum | 32,55 | Goo | 42,30 | Gum | 63,36 | L-N | 82,18 | Gum | 44,99 | Goo | 70,77 |
| Jun | Gum | 67,43 | L-N | 74,70 | L-N | 110,86 | Goo | 94,59 | Gum | 92,16 | L-N | 154,26 | L-N | 270,77 | Goo | 144,81 |
| Jul | Gum | 99,46 | L-N | 244,08 | Gum | 158,66 | Goo | 153,67 | Gum | 140,17 | L-N | 592,40 | Gum | 224,64 | Goo | 241,46 |
| Ago | Gum | 35,91 | L-N | 76,94 | Gum | 66,59 | Goo | 64,25 | Gum | 48,50 | L-N | 161,95 | Gum | 94,01 | Goo | 103,19 |
| Sep | Gum | 21,25 | L-N | 14,35 | Gum | 21,71 | L-N | 18,79 | Gum | 29,10 | L-N | 23,36 | Gum | 30,55 | L-N | 35,63 |
| Oct | Gum | 9,37 | L-N | 10,73 | Gum | 9,41 | Gum | 8,48 | Gum | 12,64 | L-N | 17,92 | Gum | 13,07 | Gum | 11,91 |
| Nov | Gum | 7,08 | - | - | - | - | - | - | Gum | 9,89 | - | - | - | - | - | - |
| Dic | Gum | 1,73 | L-N | 2,12 | Gum | 4,81 | Goo | 4,61 | Gum | 2,01 | L-N | 2,52 | Gum | 6,72 | Goo | 7,38 |
| Ene | Gum | 6,07 | L-N | 4,07 | Gum | 4,43 | Goo | 4,55 | Gum | 8,08 | L-N | 5,63 | Gum | 6,06 | Goo | 6,37 |
| Feb | Gum | 5,09 | L-N | 5,29 | Gum | 7,49 | Goo | 7,26 | Gum | 6,66 | L-N | 7,67 | Gum | 10,55 | Goo | 11,52 |
| Mar | Gum | 1,68 | L-N | 4,79 | - | - | - | - | Gum | 1,93 | L-N | 6,98 | - | - | - | - |
| Total | Gum | 178,66 | L-N | 287,15 | Gum | 281,63 | Goo | 280,89 | Gum | 223,95 | L-N | 412,74 | Gum | 373,93 | Goo | 367,01 |

- Periodo/mes donde se rechaza el ajuste como válido y no fue posible ajustar alguna función de distribución de probabilidad.

Tabla 62. Valores de los parámetros de la función Gumbel para las precipitaciones de la subcuenca Río Cochiguaz, evaluada por el test Kolmogorov-Smirnov (K-S), con un 95% de confiabilidad, además del coeficiente de determinación R^2 .

| Meses | Periodos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|------------------|------|------|------|----|-------|------------------|------------|------|------|-----|-------|------------------|-------|------------|------|----|-------|------------------|------|-------|------------|---|-------|-----|----|----|-------|
| | 1970-1980 (n=10) | | | | | | 1970-1990 (n=20) | | | | | | 1970-2000 (n=30) | | | | | | 1970-2009 (n=39) | | | | | | | | | |
| | Parámetros | | | K-S | | | R^2 | Parámetros | | | K-S | | | R^2 | Parámetros | | | K-S | | | R^2 | Parámetros | | | K-S | | | R^2 |
| | μ | d | Ca | Dc | Dt | Ca | | μ | d | Ca | Dc | Dt | Ca | | μ | d | Ca | Dc | Dt | Ca | | μ | d | Ca | Dc | Dt | Ca | |
| Abr | -0,21 | 0,55 | 0,33 | 0,41 | A | -0,48 | -4,68 | 0,05 | 0,40 | 0,29 | R | -2,30 | -3,29 | 0,06 | 0,40 | 0,24 | R | -1,47 | -2,17 | 0,06 | 0,39 | 0,22 | R | -0,74 | | | | |
| Mayo | 5,97 | 0,05 | 0,23 | 0,41 | A | 0,78 | 6,89 | 0,07 | 0,15 | 0,29 | A | 0,93 | 5,58 | 0,08 | 0,18 | 0,24 | A | 0,92 | 7,33 | 0,06 | 0,19 | 0,22 | A | 0,90 | | | | |
| Jun | 17,77 | 0,04 | 0,16 | 0,41 | A | 0,94 | 12,07 | 0,05 | 0,15 | 0,29 | A | 0,94 | 8,71 | 0,02 | 0,26 | 0,24 | R | 0,69 | 10,91 | 0,03 | 0,24 | 0,22 | R | 0,79 | | | | |
| Jul | 11,33 | 0,02 | 0,26 | 0,41 | A | 0,58 | 24,87 | 0,01 | 0,21 | 0,29 | A | 0,80 | 14,43 | 0,02 | 0,26 | 0,24 | R | 0,68 | 16,79 | 0,02 | 0,24 | 0,22 | R | 0,76 | | | | |
| Ago | 9,66 | 0,08 | 0,13 | 0,41 | A | 0,92 | 9,90 | 0,04 | 0,17 | 0,29 | A | 0,91 | 7,25 | 0,04 | 0,23 | 0,24 | A | 0,80 | 8,20 | 0,04 | 0,22 | 0,22 | A | 0,85 | | | | |
| Sep | 4,32 | 0,15 | 0,13 | 0,41 | A | 0,95 | 1,78 | 0,18 | 0,20 | 0,29 | A | 0,83 | 0,37 | 0,09 | 0,32 | 0,24 | R | 0,29 | 0,38 | 0,10 | 0,33 | 0,22 | R | 0,33 | | | | |
| Oct | 2,07 | 0,31 | 0,16 | 0,41 | A | 0,91 | 1,68 | 0,24 | 0,18 | 0,29 | A | 0,84 | 0,90 | 0,28 | 0,24 | 0,24 | A | 0,74 | 0,63 | 0,30 | 0,27 | 0,22 | R | 0,67 | | | | |
| Nov | -0,20 | 0,38 | 0,33 | 0,41 | A | -0,07 | -0,38 | 0,53 | 0,39 | 0,29 | R | -1,46 | -0,36 | 0,50 | 0,40 | 0,24 | R | -1,35 | -0,40 | 0,44 | 0,41 | 0,22 | R | -1,29 | | | | |
| Dic | 0,09 | 2,40 | 0,24 | 0,41 | A | 0,69 | 0,11 | 1,22 | 0,27 | 0,29 | A | 0,62 | 0,03 | 0,89 | 0,33 | 0,24 | R | 0,34 | -0,02 | 0,83 | 0,35 | 0,22 | R | 0,12 | | | | |
| Ene | 1,06 | 0,35 | 0,20 | 0,41 | A | 0,86 | 0,40 | 0,45 | 0,26 | 0,29 | A | 0,69 | 0,31 | 0,46 | 0,28 | 0,24 | R | 0,60 | 0,33 | 0,44 | 0,29 | 0,22 | R | 0,61 | | | | |
| Feb | 1,03 | 0,52 | 0,27 | 0,41 | A | 0,85 | 0,86 | 0,52 | 0,26 | 0,29 | A | 0,84 | 0,56 | 0,52 | 0,28 | 0,24 | R | 0,76 | 0,63 | 0,52 | 0,30 | 0,22 | R | 0,78 | | | | |
| Mar | 0,10 | 4,05 | 0,29 | 0,41 | A | 0,79 | 0,19 | 0,37 | 0,29 | 0,29 | A | 0,47 | 0,30 | 0,24 | 0,31 | 0,24 | R | 0,48 | 0,05 | 0,27 | 0,34 | 0,22 | R | 0,30 | | | | |
| Total | 93,43 | 0,02 | 0,09 | 0,41 | A | 0,98 | 105,17 | 0,01 | 0,09 | 0,29 | A | 0,98 | 92,74 | 0,01 | 0,10 | 0,24 | A | 0,97 | 98,39 | 0,01 | 0,09 | 0,22 | A | 0,98 | | | | |

Ca = Calidad de ajuste

A = Se acepta el ajuste como válido

R = Se rechaza el ajuste como válido

Tabla 63. Valores de los parámetros de la función Goodrich para las precipitaciones de la subcuena Río Cochiguaz, evaluada por el test Kolmogorov-Smirnov (K-S), con un 95% de confiabilidad, además del coeficiente de determinación R^2 .

| Meses | Periodos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|------------------|------|--------|------|------|----|-------|------------------|------------|--------|------|------|----|---------|------------------|-------|------------|------|------|-----|-------|------------------|------|--------|------------|------|----|-------|---|----|----|-------|
| | 1970-1980 (n=10) | | | | | | | 1970-1990 (n=20) | | | | | | | 1970-2000 (n=30) | | | | | | | 1970-2009 (n=39) | | | | | | | | | | |
| | Parámetros | | | K-S | | | | R^2 | Parámetros | | | K-S | | | | R^2 | Parámetros | | | K-S | | | | R^2 | Parámetros | | | K-S | | | | R^2 |
| | p | a | X1 | Dc | Dt | Ca | p | | a | X1 | Dc | Dt | Ca | p | a | | X1 | Dc | Dt | Ca | p | a | X1 | | Dc | Dt | Ca | p | a | X1 | Dc | |
| Abr | 1,08 | 0,53 | -1,22 | 0,39 | 0,41 | A | -0,89 | 1,49 | 0,17 | -10,24 | 0,52 | 0,29 | R | -5,19 | 1,62 | 0,26 | -6,30 | 0,52 | 0,24 | R | -3,32 | 1,72 | 0,32 | -4,10 | 0,50 | 0,22 | R | -1,52 | | | | |
| Mayo | 0,68 | 0,00 | -17,82 | 0,21 | 0,41 | A | 0,78 | 0,82 | 0,02 | -6,90 | 0,15 | 0,29 | A | 0,95 | 0,90 | 0,04 | -4,96 | 0,18 | 0,24 | A | 0,95 | 1,38 | 0,16 | 1,63 | 0,16 | 0,22 | A | 0,91 | | | | |
| Jun | 0,51 | 0,00 | -28,50 | 0,14 | 0,41 | A | 0,95 | 0,73 | 0,01 | -11,17 | 0,12 | 0,29 | A | 0,95 | 1,21 | 0,05 | -11,16 | 0,26 | 0,24 | R | 0,79 | 1,23 | 0,05 | -6,87 | 0,21 | 0,22 | A | 0,91 | | | | |
| Jul | 0,89 | 0,01 | -29,56 | 0,25 | 0,41 | A | 0,56 | 0,93 | 0,01 | -35,94 | 0,22 | 0,29 | A | 0,83 | 1,13 | 0,02 | -21,50 | 0,27 | 0,24 | R | 0,75 | 1,21 | 0,04 | -10,78 | 0,21 | 0,22 | A | 0,90 | | | | |
| Ago | 0,49 | 0,00 | -13,93 | 0,15 | 0,41 | A | 0,92 | 1,02 | 0,04 | -6,21 | 0,15 | 0,29 | A | 0,95 | 1,06 | 0,04 | -8,92 | 0,24 | 0,24 | A | 0,87 | 1,01 | 0,03 | -8,76 | 0,22 | 0,22 | A | 0,90 | | | | |
| Sep | 0,62 | 0,01 | -5,67 | 0,11 | 0,41 | A | 0,96 | 0,95 | 0,12 | -2,47 | 0,22 | 0,29 | A | 0,87 | 1,42 | 0,24 | -3,00 | 0,37 | 0,24 | R | 0,31 | 1,45 | 0,27 | -2,47 | 0,37 | 0,22 | R | 0,43 | | | | |
| Oct | 0,56 | 0,02 | -3,22 | 0,16 | 0,41 | A | 0,91 | 0,62 | 0,03 | -4,17 | 0,20 | 0,29 | A | 0,84 | 0,82 | 0,11 | -2,62 | 0,27 | 0,24 | R | 0,75 | -0,19 | | | | 0,22 | R | | | | | |
| Nov | 1,04 | 0,32 | -1,96 | 0,37 | 0,41 | A | -0,41 | 1,44 | 0,83 | -0,94 | 0,50 | 0,29 | R | -3,39 | 1,35 | 0,73 | -1,07 | 0,50 | 0,24 | R | -2,86 | 1,31 | 0,62 | -1,28 | 0,50 | 0,22 | R | -2,66 | | | | |
| Dic | 0,80 | 1,52 | -0,34 | 0,26 | 0,41 | A | 0,66 | 1,06 | 1,02 | -0,42 | 0,32 | 0,29 | R | 0,60 | 1,18 | 0,90 | -0,55 | 0,39 | 0,24 | R | 0,22 | 1,17 | 0,85 | -0,63 | 0,41 | 0,22 | R | -0,08 | | | | |
| Ene | 0,62 | 0,05 | -3,14 | 0,17 | 0,41 | A | 0,85 | 0,92 | 0,28 | -1,42 | 0,29 | 0,29 | A | 0,68 | 0,94 | 0,31 | -1,39 | 0,32 | 0,24 | R | 0,58 | 0,97 | 0,32 | -1,35 | 0,33 | 0,22 | R | 0,60 | | | | |
| Feb | 0,44 | 0,02 | -3,17 | 0,24 | 0,41 | A | 0,86 | 0,53 | 0,05 | -2,51 | 0,24 | 0,29 | A | 0,84 | 0,71 | 0,15 | -1,78 | 0,26 | 0,24 | R | 0,76 | 0,67 | 0,12 | -1,89 | 0,27 | 0,22 | R | 0,78 | | | | |
| Mar | 0,55 | 2,31 | -0,32 | 0,27 | 0,41 | A | 0,79 | 1,11 | 0,38 | -1,33 | 0,34 | 0,29 | R | 0,43 | 1,20 | 0,31 | -1,74 | 0,36 | 0,24 | R | 0,46 | 0,13 | 0,00 | -29,58 | 0,31 | 0,22 | R | 0,55 | | | | |
| Total | 0,52 | 0,00 | -4,26 | 0,06 | 0,41 | A | 0,98 | 0,61 | 1,11 | 153,77 | 0,36 | 0,29 | R | -778,65 | 0,68 | 0,00 | -22,40 | 0,09 | 0,24 | A | 0,98 | 0,69 | 0,00 | -4,54 | 0,07 | 0,22 | A | 0,99 | | | | |

Ca = Calidad de ajuste

A = Se acepta el ajuste como válido

R = Se rechaza el ajuste como válido

Tabla 64. Valores de los parámetros de la función Log-Normal para las precipitaciones de la subcuenca Río Cochiguaz, evaluada por el test Kolmogorov-Smirnov (K-S), con un 95% de confiabilidad, además del coeficiente de determinación R^2 .

| Meses | Periodos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|------------------|---------|------|------|----|-------|------------------|---------|------|------|----|-------|------------------|---------|------|------|----|-------|------------------|---------|------|------|----|-------|
| | 1970-1980 (n=10) | | | | | | 1970-1990 (n=20) | | | | | | 1970-2000 (n=30) | | | | | | 1970-2009 (n=39) | | | | | |
| | Parámetros | | K-S | | | R^2 | Parámetros | | K-S | | | R^2 | Parámetros | | K-S | | | R^2 | Parámetros | | K-S | | | R^2 |
| | α | β | Dc | Dt | Ca | | α | β | Dc | Dt | Ca | | α | β | Dc | Dt | Ca | | α | β | Dc | Dt | Ca | |
| Abr | 0,20 | 0,64 | 0,44 | 0,41 | R | -0,61 | 0,58 | 1,23 | 0,35 | 0,29 | R | 0,32 | 0,70 | 1,22 | 0,30 | 0,24 | R | 0,58 | 0,83 | 1,26 | 0,30 | 0,22 | R | 0,70 |
| Mayo | 1,86 | 1,51 | 0,10 | 0,41 | A | 0,95 | 1,98 | 1,36 | 0,12 | 0,29 | A | 0,97 | 1,78 | 1,39 | 0,16 | 0,24 | A | 0,95 | 2,01 | 1,45 | 0,16 | 0,22 | A | 0,95 |
| Jun | 2,70 | 1,57 | 0,20 | 0,41 | A | 0,90 | 2,45 | 1,39 | 0,13 | 0,29 | A | 0,96 | 2,40 | 1,61 | 0,11 | 0,24 | A | 0,98 | 2,54 | 1,52 | 0,09 | 0,22 | A | 0,98 |
| Jul | 2,82 | 1,31 | 0,11 | 0,41 | A | 0,93 | 3,16 | 1,66 | 0,13 | 0,29 | A | 0,96 | 2,80 | 1,67 | 0,08 | 0,24 | A | 0,98 | 2,94 | 1,60 | 0,09 | 0,22 | A | 0,98 |
| Ago | 2,20 | 1,42 | 0,22 | 0,41 | A | 0,87 | 2,33 | 1,48 | 0,16 | 0,29 | A | 0,95 | 2,10 | 1,56 | 0,14 | 0,24 | A | 0,97 | 2,10 | 1,59 | 0,13 | 0,22 | A | 0,96 |
| Sep | 1,55 | 1,24 | 0,15 | 0,41 | A | 0,93 | 0,99 | 1,12 | 0,22 | 0,29 | A | 0,89 | 1,02 | 1,23 | 0,23 | 0,24 | A | 0,87 | 0,98 | 1,20 | 0,25 | 0,22 | R | 0,86 |
| Oct | 1,03 | 0,91 | 0,11 | 0,41 | A | 0,93 | 0,93 | 1,05 | 0,19 | 0,29 | A | 0,86 | 0,70 | 0,96 | 0,28 | 0,24 | R | 0,78 | 0,60 | 0,91 | 0,30 | 0,22 | R | 0,71 |
| Nov | 0,32 | 0,77 | 0,39 | 0,41 | A | 0,18 | 0,16 | 0,55 | 0,43 | 0,29 | R | -1,03 | 0,18 | 0,59 | 0,46 | 0,24 | R | -1,02 | 0,20 | 0,65 | 0,47 | 0,22 | R | -0,95 |
| Dic | 0,05 | 0,15 | 0,44 | 0,41 | R | -0,61 | 0,15 | 0,36 | 0,42 | 0,29 | R | 0,12 | 0,19 | 0,46 | 0,44 | 0,24 | R | 0,07 | 0,19 | 0,48 | 0,46 | 0,22 | R | -0,09 |
| Ene | 0,74 | 0,91 | 0,25 | 0,41 | A | 0,85 | 0,46 | 0,75 | 0,35 | 0,29 | R | 0,66 | 0,43 | 0,74 | 0,39 | 0,24 | R | 0,56 | 0,45 | 0,75 | 0,38 | 0,22 | R | 0,61 |
| Feb | 0,70 | 0,77 | 0,27 | 0,41 | A | 0,85 | 0,60 | 0,78 | 0,33 | 0,29 | R | 0,77 | 0,50 | 0,75 | 0,37 | 0,24 | R | 0,68 | 0,52 | 0,75 | 0,36 | 0,22 | R | 0,72 |
| Mar | 0,00 | 0,00 | | 0,41 | R | | 0,41 | 0,81 | 0,41 | 0,29 | R | 0,42 | 0,59 | 0,96 | 0,38 | 0,24 | R | 0,63 | 0,50 | 0,87 | 0,39 | 0,22 | R | 0,56 |
| Total | 4,68 | 0,58 | 0,11 | 0,41 | A | 0,97 | 4,79 | 0,77 | 0,07 | 0,29 | A | 0,99 | 4,65 | 0,85 | 0,06 | 0,24 | A | 0,99 | 4,72 | 0,78 | 0,04 | 0,22 | A | 0,99 |

Ca = Calidad de ajuste

A = Se acepta el ajuste como válido

R = Se rechaza el ajuste como válido

Tabla 65. Función de distribución de probabilidad Gumbel y Log-Normal para las precipitaciones de la subcuenca Río Cochiguaz, T = 20 y 75 años.

| Meses | T = 20 años | | | | | | | | T = 75 años | | | | | | | |
|--------------|-------------|-----------|------|-----------|------|-----------|------|-----------|-------------|-----------|------|-----------|------|-----------|------|-----------|
| | Periodos | | | | | | | | Periodos | | | | | | | |
| | F(X) | 1970-1980 | F(X) | 1970-1990 | F(X) | 1970-2000 | F(X) | 1970-2009 | F(X) | 1970-1980 | F(X) | 1970-1990 | F(X) | 1970-2000 | F(X) | 1970-2009 |
| Abr | Gum | 5,19 | - | - | - | - | - | - | Gum | 7,64 | - | - | - | - | - | - |
| Mayo | Gum | 61,26 | Gum | 48,74 | L-N | 57,93 | L-N | 81,57 | Gum | 86,22 | Gum | 67,62 | L-N | 128,10 | L-N | 187,06 |
| Jun | Gum | 91,50 | Gum | 71,58 | L-N | 154,54 | L-N | 155,03 | Gum | 124,77 | Gum | 98,44 | L-N | 387,44 | L-N | 370,47 |
| Jul | Gum | 154,87 | Gum | 254,47 | L-N | 257,66 | L-N | 264,03 | Gum | 219,66 | Gum | 358,10 | L-N | 669,52 | L-N | 660,65 |
| Ago | Gum | 46,16 | Gum | 79,09 | L-N | 106,43 | L-N | 111,82 | Gum | 62,63 | Gum | 110,32 | L-N | 260,09 | L-N | 277,35 |
| Sep | Gum | 24,64 | Gum | 18,10 | L-N | 20,95 | - | - | Gum | 33,80 | Gum | 25,47 | L-N | 42,29 | - | - |
| Oct | Gum | 11,51 | Gum | 13,89 | Gum | 11,58 | - | - | Gum | 15,76 | Gum | 19,40 | Gum | 16,40 | - | - |
| Nov | Gum | 7,62 | - | - | - | - | - | - | Gum | 11,15 | - | - | - | - | - | - |
| Dic | Gum | 1,33 | Gum | 2,55 | - | - | - | - | Gum | 1,88 | Gum | 3,65 | - | - | - | - |
| Ene | Gum | 9,58 | Gum | 7,02 | - | - | - | - | Gum | 13,43 | Gum | 10,01 | - | - | - | - |
| Feb | Gum | 6,75 | Gum | 6,56 | - | - | - | - | Gum | 9,33 | Gum | 9,14 | - | - | - | - |
| Mar | Gum | 0,84 | Gum | 8,24 | - | - | - | - | Gum | 1,17 | Gum | 11,87 | - | - | - | - |
| Total | Gum | 253,59 | Gum | 359,57 | L-N | 425,40 | L-N | 403,73 | Gum | 325,88 | Gum | 474,39 | L-N | 691,60 | L-N | 630,59 |

- Periodo/mes donde se rechaza el ajuste como válido y no fue posible ajustar alguna función de distribución de probabilidad.

Tabla 66. Valores de los parámetros de la función Gumbel para las precipitaciones de la subcuenca Río La Laguna, evaluada por el test Kolmogorov-Smirnov (K-S), con un 95% de confiabilidad, además del coeficiente de determinación R^2 .

| Meses | Periodos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|------------------|------|------|------|----|-------|------------------|------|------|------|----|-------|------------------|------|------|------|----|-------|------------------|------|------|------|----|-------|
| | 1970-1980 (n=10) | | | | | | 1970-1990 (n=20) | | | | | | 1970-2000 (n=30) | | | | | | 1970-2009 (n=39) | | | | | |
| | Parámetros | | K-S | | | R^2 | Parámetros | | K-S | | | R^2 | Parámetros | | K-S | | | R^2 | Parámetros | | K-S | | | R^2 |
| | μ | d | Dc | Dt | Ca | | μ | d | Dc | Dt | Ca | | μ | d | Dc | Dt | Ca | | μ | d | Dc | Dt | Ca | |
| Abr | -0,07 | 0,63 | 0,29 | 0,41 | A | 0,14 | -3,06 | 0,05 | 0,38 | 0,29 | R | -0,92 | -2,04 | 0,06 | 0,38 | 0,24 | R | -0,74 | -0,76 | 0,07 | 0,36 | 0,22 | R | 0,00 |
| Mayo | 10,17 | 0,05 | 0,15 | 0,41 | A | 0,90 | 11,17 | 0,05 | 0,11 | 0,29 | A | 0,97 | 9,78 | 0,06 | 0,14 | 0,24 | A | 0,96 | 11,53 | 0,05 | 0,13 | 0,22 | A | 0,97 |
| Jun | 24,23 | 0,03 | 0,23 | 0,41 | A | 0,86 | 16,88 | 0,04 | 0,16 | 0,29 | A | 0,91 | 13,39 | 0,03 | 0,19 | 0,24 | A | 0,86 | 16,53 | 0,03 | 0,16 | 0,22 | A | 0,91 |
| Jul | 10,32 | 0,01 | 0,25 | 0,41 | A | 0,52 | 24,54 | 0,01 | 0,21 | 0,29 | A | 0,77 | 13,87 | 0,01 | 0,26 | 0,24 | R | 0,61 | 18,72 | 0,02 | 0,23 | 0,22 | R | 0,77 |
| Ago | 5,14 | 0,06 | 0,18 | 0,41 | A | 0,81 | 8,26 | 0,03 | 0,23 | 0,29 | A | 0,77 | 6,62 | 0,03 | 0,27 | 0,24 | R | 0,68 | 8,10 | 0,03 | 0,25 | 0,22 | R | 0,77 |
| Sep | 3,38 | 0,12 | 0,15 | 0,41 | A | 0,91 | 2,64 | 0,16 | 0,17 | 0,29 | A | 0,91 | 1,64 | 0,10 | 0,28 | 0,24 | R | 0,66 | 1,57 | 0,11 | 0,28 | 0,22 | R | 0,69 |
| Oct | 3,18 | 0,15 | 0,16 | 0,41 | A | 0,91 | 2,96 | 0,12 | 0,24 | 0,29 | A | 0,82 | 1,35 | 0,14 | 0,27 | 0,24 | R | 0,66 | 1,02 | 0,15 | 0,29 | 0,22 | R | 0,60 |
| Nov | 0,06 | 0,49 | 0,37 | 0,41 | A | 0,32 | -0,12 | 0,65 | 0,41 | 0,29 | R | -0,21 | -0,30 | 0,47 | 0,42 | 0,24 | R | -0,67 | -0,79 | 0,26 | 0,42 | 0,22 | R | -1,43 |
| Dic | 0,19 | 0,85 | 0,24 | 0,41 | A | 0,70 | 0,27 | 0,43 | 0,28 | 0,29 | A | 0,60 | 0,07 | 0,31 | 0,33 | 0,24 | R | 0,32 | -0,08 | 0,29 | 0,35 | 0,22 | R | 0,10 |
| Ene | 2,83 | 0,13 | 0,20 | 0,41 | A | 0,87 | 0,63 | 0,17 | 0,28 | 0,29 | A | 0,56 | 0,54 | 0,17 | 0,30 | 0,24 | R | 0,49 | 0,68 | 0,16 | 0,30 | 0,22 | R | 0,53 |
| Feb | 2,81 | 0,19 | 0,27 | 0,41 | A | 0,84 | 1,92 | 0,22 | 0,26 | 0,29 | A | 0,85 | 1,27 | 0,21 | 0,28 | 0,24 | R | 0,76 | 1,49 | 0,21 | 0,29 | 0,22 | R | 0,78 |
| Mar | 0,10 | 1,95 | 0,34 | 0,41 | A | 0,63 | 0,83 | 0,22 | 0,25 | 0,29 | A | 0,62 | 1,54 | 0,21 | 0,26 | 0,24 | R | 0,74 | 1,04 | 0,22 | 0,29 | 0,22 | R | 0,67 |
| Total | 109,68 | 0,01 | 0,13 | 0,41 | A | 0,92 | 130,06 | 0,01 | 0,13 | 0,29 | A | 0,96 | 109,89 | 0,01 | 0,13 | 0,24 | A | 0,95 | 120,23 | 0,01 | 0,09 | 0,22 | A | 0,98 |

Ca = Calidad de ajuste

A = Se acepta el ajuste como válido

R = Se rechaza el ajuste como válido

Tabla 67. Valores de los parámetros de la función Goodrich para las precipitaciones de la subcuenca Río La Laguna, evaluada por el test Kolmogorov-Smirnov (K-S), con un 95% de confiabilidad, además del coeficiente de determinación R^2 .

| Meses | Periodos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|------------------|------|--------|------|------|----|-------|------------------|------------|--------|------|------|----|-------|------------------|-------|------------|------|------|-----|-------|------------------|------|--------|------------|------|----|-------|--|--|-------|
| | 1970-1980 (n=10) | | | | | | | 1970-1990 (n=20) | | | | | | | 1970-2000 (n=30) | | | | | | | 1970-2009 (n=39) | | | | | | | | | |
| | Parámetros | | | K-S | | | | R^2 | Parámetros | | | K-S | | | | R^2 | Parámetros | | | K-S | | | | R^2 | Parámetros | | | K-S | | | R^2 |
| | p | a | X1 | Dc | Dt | Ca | p | | a | X1 | Dc | Dt | Ca | p | a | | X1 | Dc | Dt | Ca | p | a | X1 | | Dc | Dt | Ca | | | | |
| Abr | 1,02 | 0,52 | -1,13 | 0,35 | 0,41 | A | -0,05 | 1,43 | 0,16 | -9,15 | 0,48 | 0,29 | R | -2,12 | 1,61 | 0,26 | -5,17 | 0,48 | 0,24 | R | -1,55 | 1,58 | 0,26 | -3,82 | 0,43 | 0,22 | R | -0,11 | | | |
| Mayo | 0,76 | 0,01 | -13,47 | 0,13 | 0,41 | A | 0,91 | 0,78 | 0,01 | -8,28 | 0,11 | 0,29 | A | 0,98 | 0,77 | 0,01 | -8,43 | 0,14 | 0,24 | A | 0,97 | 1,43 | 0,17 | 5,88 | 0,24 | 0,22 | R | 0,88 | | | |
| Jun | 0,36 | 0,00 | -67,45 | 0,22 | 0,41 | A | 0,89 | 0,60 | 0,00 | -25,02 | 0,15 | 0,29 | A | 0,91 | 0,84 | 0,01 | -17,48 | 0,20 | 0,24 | A | 0,89 | 0,78 | 0,01 | -16,32 | 0,17 | 0,22 | A | 0,93 | | | |
| Jul | 0,94 | 0,01 | -60,10 | 0,28 | 0,41 | A | 0,47 | 0,85 | 0,00 | -48,81 | 0,23 | 0,29 | A | 0,78 | 1,06 | 0,02 | -28,78 | 0,29 | 0,24 | R | 0,65 | 1,12 | 0,02 | -15,20 | 0,22 | 0,22 | A | 0,88 | | | |
| Ago | 0,73 | 0,01 | -14,61 | 0,20 | 0,41 | A | 0,81 | 1,16 | 0,05 | -9,86 | 0,24 | 0,29 | A | 0,84 | 1,14 | 0,04 | -12,59 | 0,29 | 0,24 | R | 0,74 | 1,15 | 0,05 | -8,84 | 0,25 | 0,22 | R | 0,86 | | | |
| Sep | 0,71 | 0,02 | -6,35 | 0,15 | 0,41 | A | 0,91 | 0,88 | 0,08 | -2,86 | 0,18 | 0,29 | A | 0,93 | 1,12 | 0,12 | -4,22 | 0,31 | 0,24 | R | 0,70 | 1,13 | 0,13 | -3,60 | 0,31 | 0,22 | R | 0,74 | | | |
| Oct | 0,62 | 0,01 | -6,75 | 0,14 | 0,41 | A | 0,90 | 0,66 | 0,01 | -8,20 | 0,22 | 0,29 | A | 0,82 | 0,87 | 0,06 | -5,17 | 0,30 | 0,24 | R | 0,65 | 0,53 | 0,00 | -10,86 | 0,30 | 0,22 | R | 0,62 | | | |
| Nov | 0,75 | 0,17 | -2,25 | 0,34 | 0,41 | A | 0,26 | 1,04 | 0,54 | -1,14 | 0,41 | 0,29 | R | -0,58 | 1,30 | 0,64 | -1,14 | 0,48 | 0,24 | R | -1,60 | 1,57 | 0,62 | -1,56 | 0,53 | 0,22 | R | -3,57 | | | |
| Dic | 0,79 | 0,41 | -1,01 | 0,25 | 0,41 | A | 0,68 | 1,06 | 0,39 | -1,21 | 0,32 | 0,29 | R | 0,58 | 1,18 | 0,37 | -1,58 | 0,39 | 0,24 | R | 0,18 | 1,17 | 0,35 | -1,80 | 0,42 | 0,22 | R | -0,12 | | | |
| Ene | 0,63 | 0,01 | -7,99 | 0,17 | 0,41 | A | 0,86 | 0,99 | 0,13 | -3,56 | 0,32 | 0,29 | R | 0,54 | 0,99 | 0,13 | -3,66 | 0,35 | 0,24 | R | 0,45 | 1,01 | 0,13 | -3,68 | 0,35 | 0,22 | R | 0,49 | | | |
| Feb | 0,44 | 0,00 | -8,96 | 0,24 | 0,41 | A | 0,86 | 0,59 | 0,02 | -5,10 | 0,23 | 0,29 | A | 0,85 | 0,81 | 0,08 | -3,49 | 0,27 | 0,24 | R | 0,76 | 0,74 | 0,05 | -3,92 | 0,27 | 0,22 | R | 0,78 | | | |
| Mar | 0,58 | 0,71 | -0,69 | 0,32 | 0,41 | A | 0,62 | 0,75 | 0,06 | -4,16 | 0,28 | 0,29 | A | 0,61 | 0,60 | 0,02 | -5,67 | 0,24 | 0,24 | R | 0,74 | -0,06 | | | | 0,22 | R | | | | |
| Total | 0,70 | 0,00 | -30,66 | 0,14 | 0,41 | A | 0,92 | 0,56 | 0,00 | -36,21 | 0,12 | 0,29 | A | 0,96 | 0,66 | 0,00 | -25,50 | 0,11 | 0,24 | A | 0,96 | 0,64 | 0,00 | -5,68 | 0,07 | 0,22 | A | 0,99 | | | |

Ca = Calidad de ajuste

A = Se acepta el ajuste como válido

R = Se rechaza el ajuste como válido

Tabla 68. Valores de los parámetros de la función Log-Normal para las precipitaciones de la subcuenca Río La Laguna, evaluada por el test Kolmogorov-Smirnov (K-S), con un 95% de confiabilidad, además del coeficiente de determinación R^2 .

| Meses | Periodos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|------------------|---------|------|------|----|-------|------------------|---------|------|------|----|-------|------------------|---------|------|------|----|-------|------------------|---------|------|------|----|-------|
| | 1970-1980 (n=10) | | | | | | 1970-1990 (n=20) | | | | | | 1970-2000 (n=30) | | | | | | 1970-2009 (n=39) | | | | | |
| | Parámetros | | K-S | | | R^2 | Parámetros | | K-S | | | R^2 | Parámetros | | K-S | | | R^2 | Parámetros | | K-S | | | R^2 |
| | α | β | Dc | Dt | Ca | | α | β | Dc | Dt | Ca | | α | β | Dc | Dt | Ca | | α | β | Dc | Dt | Ca | |
| Abr | 0,23 | 0,59 | 0,38 | 0,41 | A | -0,04 | 0,78 | 1,35 | 0,34 | 0,29 | R | 0,61 | 0,93 | 1,28 | 0,31 | 0,24 | R | 0,78 | 1,03 | 1,34 | 0,30 | 0,22 | R | 0,81 |
| Mayo | 2,36 | 1,49 | 0,13 | 0,41 | A | 0,95 | 2,32 | 1,52 | 0,17 | 0,29 | A | 0,92 | 2,14 | 1,56 | 0,21 | 0,24 | A | 0,92 | 2,33 | 1,53 | 0,19 | 0,22 | A | 0,91 |
| Jun | 2,82 | 1,84 | 0,20 | 0,41 | A | 0,90 | 2,70 | 1,51 | 0,09 | 0,29 | A | 0,97 | 2,44 | 1,67 | 0,11 | 0,24 | A | 0,97 | 2,66 | 1,57 | 0,10 | 0,22 | A | 0,97 |
| Jul | 2,74 | 1,82 | 0,07 | 0,41 | A | 0,98 | 3,11 | 1,73 | 0,10 | 0,29 | A | 0,98 | 2,84 | 1,61 | 0,07 | 0,24 | A | 0,99 | 3,02 | 1,58 | 0,13 | 0,22 | A | 0,98 |
| Ago | 1,72 | 1,63 | 0,22 | 0,41 | A | 0,90 | 2,28 | 1,65 | 0,15 | 0,29 | A | 0,96 | 2,11 | 1,70 | 0,18 | 0,24 | A | 0,96 | 2,17 | 1,68 | 0,18 | 0,22 | A | 0,95 |
| Sep | 1,41 | 1,35 | 0,22 | 0,41 | A | 0,89 | 1,28 | 1,16 | 0,20 | 0,29 | A | 0,94 | 1,18 | 1,32 | 0,27 | 0,24 | R | 0,88 | 1,16 | 1,26 | 0,27 | 0,22 | R | 0,89 |
| Oct | 1,37 | 1,28 | 0,22 | 0,41 | A | 0,90 | 1,25 | 1,39 | 0,29 | 0,29 | A | 0,86 | 0,95 | 1,26 | 0,32 | 0,24 | R | 0,78 | 0,87 | 1,20 | 0,34 | 0,22 | R | 0,76 |
| Nov | 0,36 | 0,77 | 0,41 | 0,41 | A | 0,35 | 0,24 | 0,60 | 0,46 | 0,29 | R | -0,05 | 0,24 | 0,66 | 0,48 | 0,24 | R | -0,29 | 0,27 | 0,77 | 0,49 | 0,22 | R | -0,42 |
| Dic | 0,24 | 0,53 | 0,40 | 0,41 | A | 0,33 | 0,44 | 0,75 | 0,38 | 0,29 | R | 0,58 | 0,45 | 0,84 | 0,41 | 0,24 | R | 0,48 | 0,42 | 0,85 | 0,44 | 0,22 | R | 0,34 |
| Ene | 1,24 | 1,39 | 0,27 | 0,41 | A | 0,85 | 0,75 | 1,15 | 0,36 | 0,29 | R | 0,69 | 0,72 | 1,14 | 0,38 | 0,24 | R | 0,65 | 0,78 | 1,16 | 0,37 | 0,22 | R | 0,70 |
| Feb | 1,21 | 1,30 | 0,28 | 0,41 | A | 0,81 | 1,01 | 1,14 | 0,29 | 0,29 | A | 0,84 | 0,87 | 1,12 | 0,33 | 0,24 | R | 0,80 | 0,91 | 1,14 | 0,34 | 0,22 | R | 0,80 |
| Mar | 0,08 | 0,17 | 0,41 | 0,41 | A | 0,35 | 0,69 | 1,09 | 0,31 | 0,29 | R | 0,66 | 0,87 | 1,18 | 0,32 | 0,24 | R | 0,74 | 0,75 | 1,10 | 0,35 | 0,22 | R | 0,69 |
| Total | 4,85 | 0,89 | 0,15 | 0,41 | A | 0,94 | 4,98 | 0,80 | 0,09 | 0,29 | A | 0,98 | 4,83 | 0,81 | 0,07 | 0,24 | A | 0,99 | 4,91 | 0,75 | 0,05 | 0,22 | A | 0,99 |

Ca = Calidad de ajuste

A = Se acepta el ajuste como válido

R = Se rechaza el ajuste como válido

Tabla 69. Función de distribución de probabilidad Gumbel y Log-Normal para las precipitaciones de la subcuenca Río La Laguna, T = 20 y 75 años.

| Meses | T = 20 años | | | | | | | | T = 75 años | | | | | | | |
|--------------|-------------|-----------|------|-----------|------|-----------|------|-----------|-------------|-----------|------|-----------|------|-----------|------|-----------|
| | Periodos | | | | | | | | Periodos | | | | | | | |
| | F(X) | 1970-1980 | F(X) | 1970-1990 | F(X) | 1970-2000 | F(X) | 1970-2009 | F(X) | 1970-1980 | F(X) | 1970-1990 | F(X) | 1970-2000 | F(X) | 1970-2009 |
| Abr | Gum | 4,66 | - | - | - | - | - | - | Gum | 6,79 | - | - | - | - | - | - |
| Mayo | Gum | 74,39 | Gum | 65,21 | L-N | 111,74 | L-N | 128,41 | Gum | 103,37 | Gum | 89,60 | L-N | 273,11 | L-N | 308,68 |
| Jun | Gum | 125,89 | Gum | 98,33 | L-N | 179,43 | L-N | 190,88 | Gum | 171,77 | Gum | 135,10 | L-N | 466,38 | L-N | 469,41 |
| Jul | Gum | 272,15 | Gum | 259,49 | L-N | 242,18 | L-N | 275,85 | Gum | 390,33 | Gum | 365,54 | L-N | 608,91 | L-N | 681,94 |
| Ago | Gum | 56,46 | Gum | 108,85 | L-N | 135,69 | L-N | 139,02 | Gum | 79,62 | Gum | 154,25 | L-N | 359,00 | L-N | 362,87 |
| Sep | Gum | 27,30 | Gum | 21,55 | - | - | - | - | Gum | 38,10 | Gum | 30,09 | - | - | - | - |
| Oct | Gum | 23,36 | Gum | 27,87 | - | - | - | - | Gum | 32,47 | Gum | 39,12 | - | - | - | - |
| Nov | Gum | 6,12 | - | - | - | - | - | - | Gum | 8,85 | - | - | - | - | - | - |
| Dic | Gum | 3,68 | Gum | 7,18 | - | - | - | - | Gum | 5,25 | Gum | 10,30 | - | - | - | - |
| Ene | Gum | 25,59 | Gum | 18,24 | - | - | - | - | Gum | 35,86 | Gum | 26,19 | - | - | - | - |
| Feb | Gum | 18,69 | Gum | 15,34 | - | - | - | - | Gum | 25,85 | Gum | 21,40 | - | - | - | - |
| Mar | Gum | 1,63 | Gum | 14,32 | - | - | - | - | Gum | 2,32 | Gum | 20,41 | - | - | - | - |
| Total | Gum | 443,71 | Gum | 435,07 | L-N | 477,52 | L-N | 463,42 | Gum | 594,48 | Gum | 572,73 | L-N | 760,22 | L-N | 709,53 |

- Periodo/mes donde se rechaza el ajuste como válido y no fue posible ajustar alguna función de distribución de probabilidad.

Tabla 70. Valores de los parámetros de la función Gumbel para las precipitaciones de la subcuenca Río Toro, evaluada por el test Kolmogorov-Smirnov (K-S), con un 95% de confiabilidad, además del coeficiente de determinación R^2 .

| Meses | Periodos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|------------------|--------|------|------|----|-------|------------------|--------|------|------|----|-------|------------------|------|------|------|----|-------|------------------|------|------|------|----|-------|
| | 1970-1980 (n=10) | | | | | | 1970-1990 (n=20) | | | | | | 1970-2000 (n=30) | | | | | | 1970-2009 (n=39) | | | | | |
| | Parámetros | | K-S | | | R^2 | Parámetros | | K-S | | | R^2 | Parámetros | | K-S | | | R^2 | Parámetros | | K-S | | | R^2 |
| | μ | d | Dc | Dt | Ca | | μ | d | Dc | Dt | Ca | | μ | d | Dc | Dt | Ca | | μ | d | Dc | Dt | Ca | |
| Abr | 2,19 | 0,81 | 0,39 | 0,41 | A | -0,81 | -1,18 | 0,07 | 0,42 | 0,29 | R | -3,14 | -0,78 | 0,09 | 0,36 | 0,24 | R | -1,33 | -0,63 | 0,10 | 0,37 | 0,22 | R | -0,98 |
| Mayo | 4,22 | 0,09 | 0,24 | 0,41 | A | 0,65 | 4,45 | 0,11 | 0,23 | 0,29 | A | 0,76 | 4,58 | 0,11 | 0,18 | 0,24 | A | 0,88 | 5,39 | 0,09 | 0,17 | 0,22 | A | 0,90 |
| Jun | 8,75 | 0,06 | 0,15 | 0,41 | A | 0,88 | 6,71 | 0,08 | 0,20 | 0,29 | A | 0,88 | 4,25 | 0,03 | 0,28 | 0,24 | R | 0,58 | 6,42 | 0,04 | 0,26 | 0,22 | R | 0,75 |
| Jul | 9,37 | 0,06 | 0,13 | 0,41 | A | 0,89 | 14,97 | 0,02 | 0,23 | 0,29 | A | 0,78 | 11,01 | 0,02 | 0,25 | 0,24 | R | 0,73 | 13,00 | 0,02 | 0,24 | 0,22 | R | 0,79 |
| Ago | 7,71 | 0,10 | 0,14 | 0,41 | A | 0,91 | 8,22 | 0,08 | 0,16 | 0,29 | A | 0,92 | 5,78 | 0,06 | 0,20 | 0,24 | A | 0,86 | 5,27 | 0,07 | 0,21 | 0,22 | A | 0,88 |
| Sep | 3,82 | 0,15 | 0,20 | 0,41 | A | 0,79 | 2,11 | 0,20 | 0,34 | 0,29 | R | 0,05 | 1,90 | 0,14 | 0,29 | 0,24 | R | 0,57 | 1,67 | 0,14 | 0,28 | 0,22 | R | 0,59 |
| Oct | 2,15 | 0,37 | 0,31 | 0,41 | A | -0,17 | 2,37 | 0,46 | 0,32 | 0,29 | R | 0,26 | 1,44 | 0,38 | 0,21 | 0,24 | A | 0,78 | 0,93 | 0,40 | 0,21 | 0,22 | A | 0,81 |
| Nov | 2,05 | 0,49 | 0,39 | 0,41 | A | -0,82 | 1,97 | 0,69 | 0,43 | 0,29 | R | -3,86 | 1,11 | 0,56 | 0,29 | 0,24 | R | 0,64 | 0,82 | 0,50 | 0,26 | 0,22 | R | 0,72 |
| Dic | 2,40 | 170,92 | 0,51 | 0,41 | R | -0,61 | 2,38 | 105,89 | 0,35 | 0,29 | R | 0,74 | 1,14 | 0,51 | 0,31 | 0,24 | R | 0,52 | 0,71 | 0,54 | 0,26 | 0,22 | R | 0,71 |
| Ene | 2,34 | 3,24 | 0,38 | 0,41 | A | -0,70 | 2,05 | 1,29 | 0,42 | 0,29 | R | -0,51 | 1,11 | 0,90 | 0,37 | 0,24 | R | 0,73 | 0,76 | 0,89 | 0,31 | 0,22 | R | 0,78 |
| Feb | 2,39 | 13,83 | 0,37 | 0,41 | A | -0,49 | 2,08 | 1,09 | 0,39 | 0,29 | R | -0,18 | 0,64 | 0,31 | 0,28 | 0,24 | R | 0,24 | 0,50 | 0,33 | 0,28 | 0,22 | R | 0,51 |
| Mar | 2,36 | 4,84 | 0,38 | 0,41 | A | -0,63 | 1,79 | 0,58 | 0,40 | 0,29 | R | -1,11 | 0,21 | 0,14 | 0,33 | 0,24 | R | -0,54 | -0,11 | 0,15 | 0,35 | 0,22 | R | -0,37 |
| Total | 74,81 | 0,04 | 0,23 | 0,41 | A | 0,87 | 80,49 | 0,02 | 0,09 | 0,29 | A | 0,98 | 72,52 | 0,01 | 0,11 | 0,24 | A | 0,96 | 73,08 | 0,02 | 0,10 | 0,22 | A | 0,96 |

Ca = Calidad de ajuste

A = Se acepta el ajuste como válido

R = Se rechaza el ajuste como válido

Tabla 71. Valores de los parámetros de la función Goodrich para las precipitaciones de la subcuenca Río Toro, evaluada por el test Kolmogorov-Smirnov (K-S), con un 95% de confiabilidad, además del coeficiente de determinación R^2 .

| Meses | Periodos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|------------------|-------|--------|------|------|----|----------------|------------------|----------|--------|------|------|----|----------------|------------------|------|--------|------|------|----|----------------|------------------|------|-------|------|------|----|----------------|
| | 1970-1980 (n=10) | | | | | | | 1970-1990 (n=20) | | | | | | | 1970-2000 (n=30) | | | | | | | 1970-2009 (n=39) | | | | | | |
| | Parámetros | | | K-S | | | R ² | Parámetros | | | K-S | | | R ² | Parámetros | | | K-S | | | R ² | Parámetros | | | K-S | | | R ² |
| | p | a | X1 | Dc | Dt | Ca | | p | a | X1 | Dc | Dt | Ca | | p | a | X1 | Dc | Dt | Ca | | p | a | X1 | Dc | Dt | Ca | |
| Abr | 1,09 | 0,74 | 1,45 | 0,41 | 0,41 | A | -1,58 | 1,50 | 0,24 | -4,59 | 0,54 | 0,29 | R | -7,35 | 1,58 | 0,31 | -3,14 | 0,44 | 0,24 | R | -2,52 | 1,70 | 0,40 | -2,04 | 0,43 | 0,22 | R | -1,25 |
| Mayo | 0,71 | 0,01 | -9,59 | 0,25 | 0,41 | A | 0,63 | 0,88 | 0,05 | -3,36 | 0,27 | 0,29 | A | 0,77 | 0,74 | 0,02 | -5,52 | 0,17 | 0,24 | A | 0,90 | 1,29 | 0,17 | 0,85 | 0,21 | 0,22 | A | 0,92 |
| Jun | 0,67 | 0,01 | -13,05 | 0,17 | 0,41 | A | 0,88 | 0,93 | 0,05 | -3,32 | 0,21 | 0,29 | A | 0,91 | 1,27 | 0,08 | -7,92 | 0,30 | 0,24 | R | 0,68 | 1,26 | 0,08 | -4,93 | 0,23 | 0,22 | R | 0,89 |
| Jul | 0,74 | 0,01 | -10,72 | 0,16 | 0,41 | A | 0,90 | 1,08 | 0,02 | -17,48 | 0,25 | 0,29 | A | 0,82 | 1,20 | 0,04 | -11,38 | 0,24 | 0,24 | A | 0,83 | 1,18 | 0,04 | -9,75 | 0,22 | 0,22 | A | 0,89 |
| Ago | 0,62 | 0,01 | -6,58 | 0,12 | 0,41 | A | 0,92 | 0,74 | 0,01 | -5,88 | 0,17 | 0,29 | A | 0,92 | 0,98 | 0,05 | -5,56 | 0,20 | 0,24 | A | 0,91 | 1,02 | 0,06 | -4,62 | 0,21 | 0,22 | A | 0,92 |
| Sep | 0,86 | 0,06 | -2,30 | 0,23 | 0,41 | A | 0,78 | 1,24 | 0,29 | -0,15 | 0,41 | 0,29 | R | -0,27 | 0,95 | 0,09 | -3,64 | 0,26 | 0,24 | R | 0,58 | 1,04 | 0,12 | -3,18 | 0,28 | 0,22 | R | 0,71 |
| Oct | 1,07 | 0,34 | 0,45 | 0,37 | 0,41 | A | -0,53 | 1,15 | 0,49 | 1,21 | 0,38 | 0,29 | R | 0,09 | 0,97 | 0,28 | -0,49 | 0,27 | 0,24 | R | 0,82 | -0,06 | | | | 0,22 | R | |
| Nov | 1,09 | 0,46 | 0,82 | 0,41 | 0,41 | A | -1,59 | 1,50 | 1,07 | 1,61 | 0,55 | 0,29 | R | -9,42 | 1,04 | 0,47 | -0,07 | 0,35 | 0,24 | R | 0,71 | 1,03 | 0,42 | -0,52 | 0,27 | 0,22 | R | 0,78 |
| Dic | -0,20 | | | | 0,41 | R | | 0,34 | 16997,95 | 2,36 | 0,32 | 0,29 | R | 0,74 | 1,22 | 0,61 | 0,23 | 0,39 | 0,24 | R | -4,41 | 1,26 | 0,68 | -0,06 | 0,33 | 0,22 | R | 0,77 |
| Ene | 1,09 | 2,63 | 2,16 | 0,39 | 0,41 | A | -1,38 | 0,69 | 0,52 | 1,08 | 0,44 | 0,29 | R | -2,33 | 0,38 | 0,03 | -1,74 | 0,32 | 0,24 | R | 0,74 | 0,47 | 0,08 | -1,48 | 0,28 | 0,22 | R | 0,78 |
| Feb | 1,08 | 10,03 | 2,34 | 0,34 | 0,41 | A | -0,93 | 0,72 | 0,45 | 1,00 | 0,41 | 0,29 | R | -1,22 | 1,52 | 0,65 | -0,10 | 0,34 | 0,24 | R | 0,74 | 1,51 | 0,66 | -0,25 | 0,27 | 0,22 | R | 0,79 |
| Mar | 1,09 | 3,82 | 2,24 | 0,38 | 0,41 | A | -1,26 | 1,39 | 0,85 | 1,23 | 0,51 | 0,29 | R | -7,24 | 1,60 | 0,42 | -1,23 | 0,35 | 0,24 | R | -0,50 | 1,58 | 0,44 | -1,43 | 0,40 | 0,22 | R | -0,35 |
| Total | 0,22 | 0,00 | -40,05 | 0,14 | 0,41 | A | 0,95 | 0,76 | 0,00 | 17,76 | 0,07 | 0,29 | A | 0,99 | 0,78 | 0,00 | 1,39 | 0,09 | 0,24 | A | 0,97 | 0,80 | 0,00 | 7,02 | 0,08 | 0,22 | A | 0,98 |

Ca = Calidad de ajuste

A = Se acepta el ajuste como válido

R = Se rechaza el ajuste como válido

Tabla 72. Valores de los parámetros de la función Log-Normal para las precipitaciones de la subcuenca Río Toro, evaluada por el test Kolmogorov-Smirnov (K-S), con un 95% de confiabilidad, además del coeficiente de determinación R^2 .

| Meses | Periodos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|------------------|---------|------|------|----|-------|------------------|---------|------|------|----|-------|------------------|---------|------|------|----|-------|------------------|---------|------|------|----|-------|
| | 1970-1980 (n=10) | | | | | | 1970-1990 (n=20) | | | | | | 1970-2000 (n=30) | | | | | | 1970-2009 (n=39) | | | | | |
| | Parámetros | | K-S | | | R^2 | Parámetros | | K-S | | | R^2 | Parámetros | | K-S | | | R^2 | Parámetros | | K-S | | | R^2 |
| | α | β | Dc | Dt | Ca | | α | β | Dc | Dt | Ca | | α | β | Dc | Dt | Ca | | α | β | Dc | Dt | Ca | |
| Abr | 0,99 | 0,36 | 0,44 | 0,41 | R | -0,59 | 1,14 | 0,82 | 0,44 | 0,29 | R | -0,56 | 1,02 | 0,96 | 0,34 | 0,24 | R | 0,67 | 0,99 | 0,97 | 0,27 | 0,22 | R | 0,85 |
| Mayo | 1,68 | 1,16 | 0,30 | 0,41 | A | 0,76 | 1,74 | 0,99 | 0,24 | 0,29 | A | 0,88 | 1,64 | 1,20 | 0,19 | 0,24 | A | 0,94 | 1,75 | 1,29 | 0,18 | 0,22 | A | 0,95 |
| Jun | 2,20 | 1,32 | 0,21 | 0,41 | A | 0,90 | 2,08 | 1,09 | 0,15 | 0,29 | A | 0,94 | 1,95 | 1,54 | 0,14 | 0,24 | A | 0,96 | 2,08 | 1,52 | 0,11 | 0,22 | A | 0,96 |
| Jul | 2,37 | 1,19 | 0,12 | 0,41 | A | 0,96 | 2,85 | 1,51 | 0,11 | 0,29 | A | 0,96 | 2,53 | 1,64 | 0,11 | 0,24 | A | 0,98 | 2,65 | 1,59 | 0,08 | 0,22 | A | 0,98 |
| Ago | 2,13 | 1,07 | 0,16 | 0,41 | A | 0,91 | 2,17 | 1,15 | 0,18 | 0,29 | A | 0,92 | 1,86 | 1,41 | 0,15 | 0,24 | A | 0,95 | 1,74 | 1,45 | 0,16 | 0,22 | A | 0,93 |
| Sep | 1,63 | 0,89 | 0,20 | 0,41 | A | 0,88 | 1,25 | 0,73 | 0,36 | 0,29 | R | 0,47 | 1,16 | 1,07 | 0,28 | 0,24 | R | 0,81 | 1,10 | 1,11 | 0,26 | 0,22 | R | 0,86 |
| Oct | 1,12 | 0,55 | 0,31 | 0,41 | A | 0,28 | 1,13 | 0,50 | 0,36 | 0,29 | R | 0,52 | 0,88 | 0,72 | 0,21 | 0,24 | A | 0,86 | 0,71 | 0,73 | 0,23 | 0,22 | R | 0,87 |
| Nov | 1,02 | 0,47 | 0,44 | 0,41 | R | -0,59 | 0,95 | 0,34 | 0,49 | 0,29 | R | -3,03 | 0,70 | 0,58 | 0,29 | 0,24 | R | 0,68 | 0,62 | 0,64 | 0,25 | 0,22 | R | 0,78 |
| Dic | 0,88 | 0,00 | 0,44 | 0,41 | R | -0,61 | 0,87 | 0,01 | 0,33 | 0,29 | R | 0,74 | 0,73 | 0,57 | 0,30 | 0,24 | R | 0,62 | 0,57 | 0,58 | 0,24 | 0,22 | R | 0,79 |
| Ene | 0,92 | 0,13 | 0,44 | 0,41 | R | -0,50 | 0,89 | 0,30 | 0,38 | 0,29 | R | -0,31 | 0,63 | 0,48 | 0,34 | 0,24 | R | 0,74 | 0,50 | 0,50 | 0,29 | 0,22 | R | 0,79 |
| Feb | 0,89 | 0,04 | 0,43 | 0,41 | R | -0,39 | 0,92 | 0,34 | 0,36 | 0,29 | R | -0,05 | 0,72 | 0,68 | 0,25 | 0,24 | R | 0,76 | 0,64 | 0,71 | 0,24 | 0,22 | R | 0,82 |
| Mar | 0,90 | 0,09 | 0,43 | 0,41 | R | -0,46 | 0,92 | 0,42 | 0,40 | 0,29 | R | -0,68 | 0,96 | 0,87 | 0,31 | 0,24 | R | 0,71 | 0,81 | 0,87 | 0,27 | 0,22 | R | 0,81 |
| Total | 4,42 | 0,43 | 0,22 | 0,41 | A | 0,88 | 4,56 | 0,60 | 0,06 | 0,29 | A | 0,99 | 4,45 | 0,74 | 0,06 | 0,24 | A | 0,99 | 4,46 | 0,71 | 0,05 | 0,22 | A | 0,99 |

Ca = Calidad de ajuste

A = Se acepta el ajuste como válido

R = Se rechaza el ajuste como válido

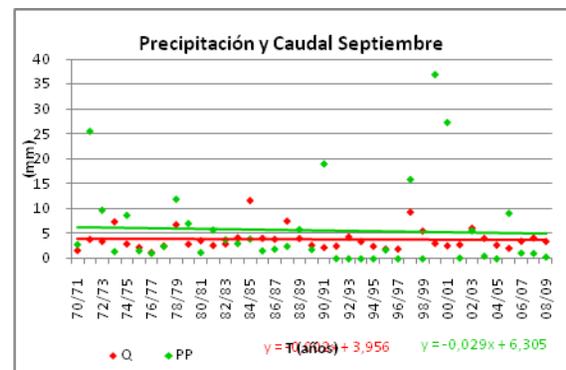
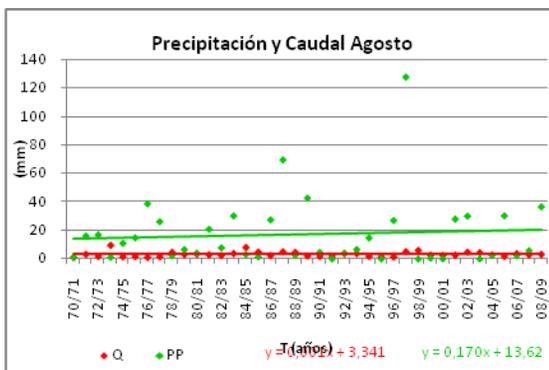
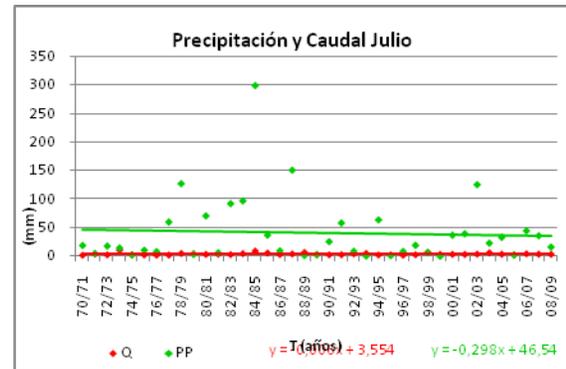
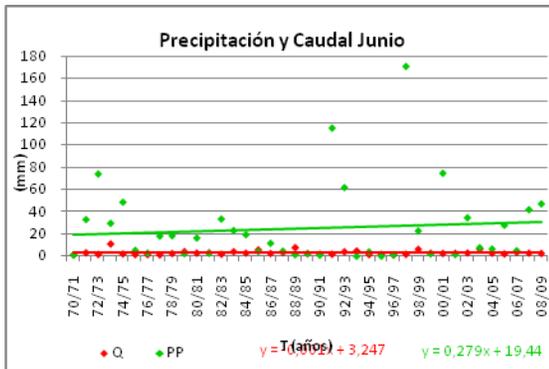
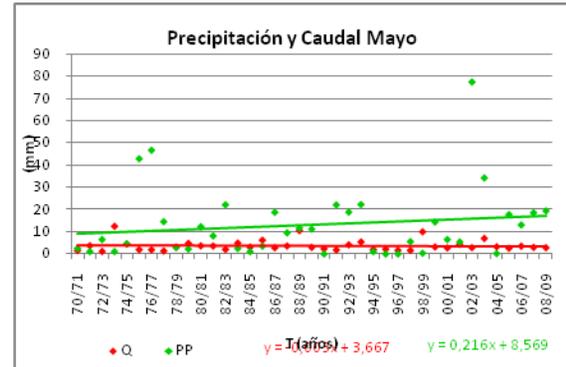
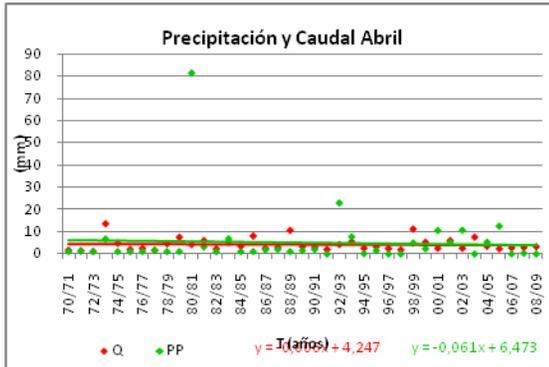
Tabla 73. Función de distribución de probabilidad Gumbel y Log-Normal para las precipitaciones de la subcuenca Río Toro, T = 20 y 75 años.

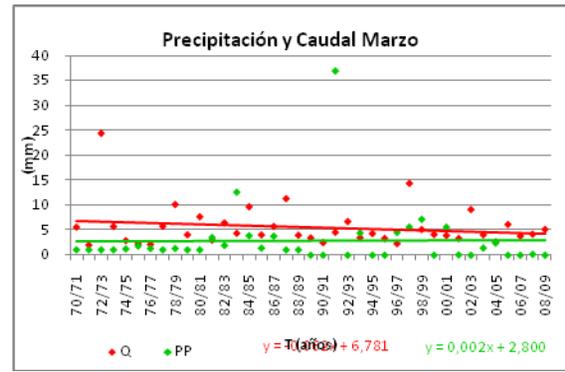
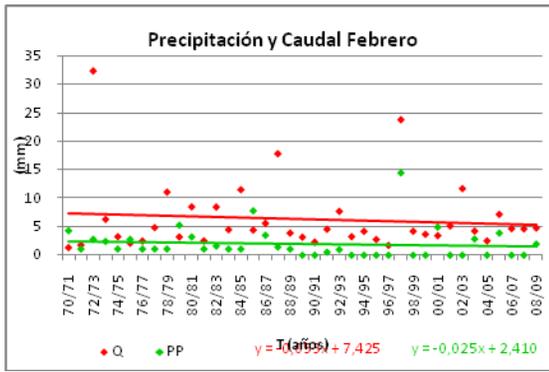
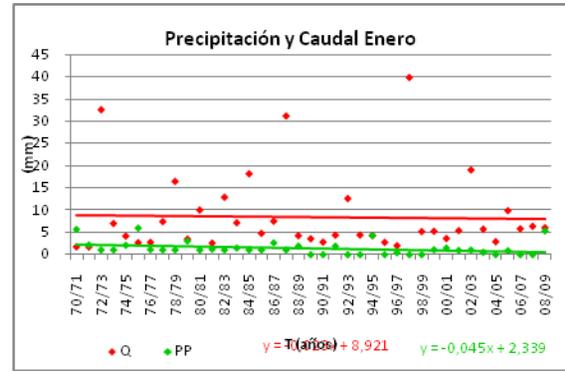
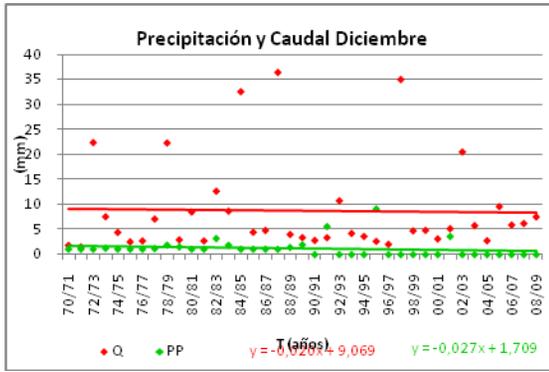
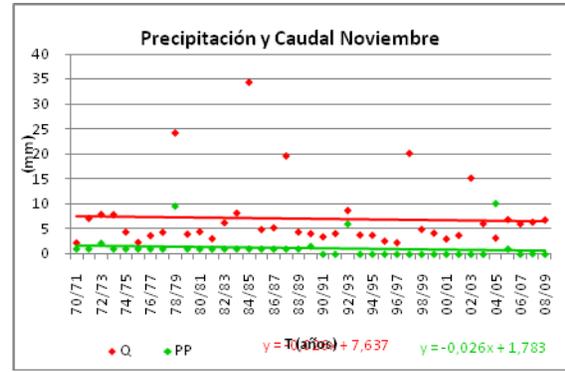
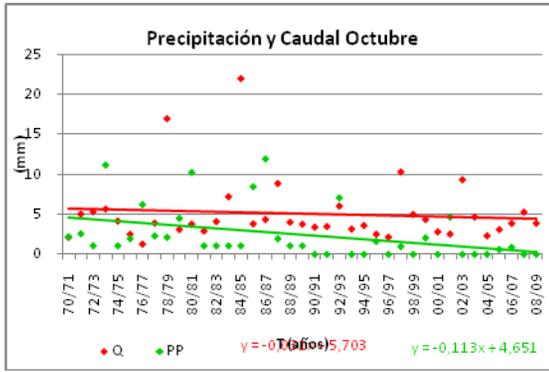
| Meses | T = 20 años | | | | | | | | T = 75 años | | | | | | | |
|--------------|-------------|-----------|------|-----------|------|-----------|------|-----------|-------------|-----------|------|-----------|------|-----------|------|-----------|
| | Periodos | | | | | | | | Periodos | | | | | | | |
| | F(X) | 1970-1980 | F(X) | 1970-1990 | F(X) | 1970-2000 | F(X) | 1970-2009 | F(X) | 1970-1980 | F(X) | 1970-1990 | F(X) | 1970-2000 | F(X) | 1970-2009 |
| Abr | Gum | 5,84 | - | - | - | - | - | - | Gum | 7,49 | - | - | - | - | - | - |
| Mayo | Gum | 38,17 | Gum | 30,49 | L-N | 37,08 | L-N | 48,64 | Gum | 53,50 | Gum | 42,24 | L-N | 73,56 | L-N | 101,98 |
| Jun | Gum | 58,48 | Gum | 44,60 | L-N | 88,79 | L-N | 98,59 | Gum | 80,93 | Gum | 61,69 | L-N | 214,18 | L-N | 235,66 |
| Jul | Gum | 61,09 | Gum | 173,05 | L-N | 187,11 | L-N | 195,39 | Gum | 84,43 | Gum | 244,40 | L-N | 477,70 | L-N | 485,66 |
| Ago | Gum | 37,19 | Gum | 45,57 | L-N | 64,89 | L-N | 61,77 | Gum | 50,50 | Gum | 62,42 | L-N | 145,19 | L-N | 141,57 |
| Sep | Gum | 23,50 | - | - | - | - | - | - | Gum | 32,38 | - | - | - | - | - | - |
| Oct | Gum | 10,27 | - | - | L-N | 7,87 | Gum | 8,30 | Gum | 13,93 | - | - | L-N | 11,89 | Gum | 11,63 |
| Nov | Gum | 8,14 | - | - | - | - | - | - | Gum | 10,89 | - | - | - | - | - | - |
| Dic | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Ene | Gum | 3,26 | - | - | - | - | - | - | Gum | 3,67 | - | - | - | - | - | - |
| Feb | Gum | 2,60 | - | - | - | - | - | - | Gum | 2,70 | - | - | - | - | - | - |
| Mar | Gum | 2,97 | - | - | - | - | - | - | Gum | 3,25 | - | - | - | - | - | - |
| Total | Gum | 150,01 | Gum | 248,61 | L-N | 291,42 | L-N | 279,68 | Gum | 183,95 | Gum | 324,49 | L-N | 445,71 | L-N | 420,25 |

- Periodo/mes donde se rechaza el ajuste como válido y no fue posible ajustar alguna función de distribución de probabilidad.

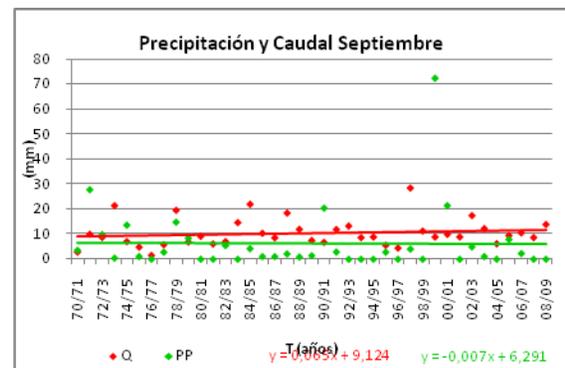
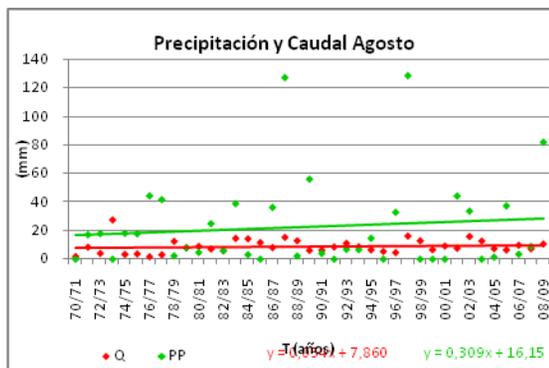
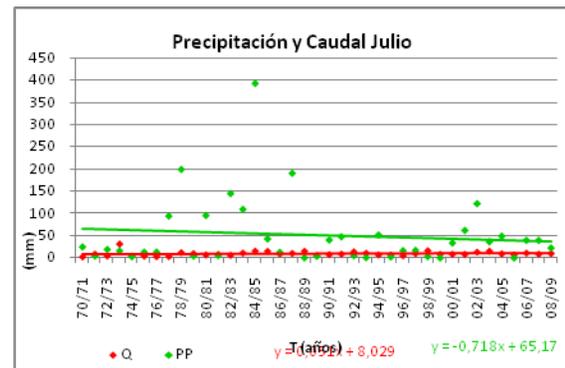
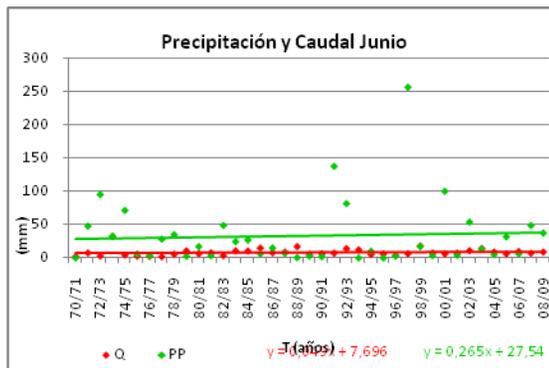
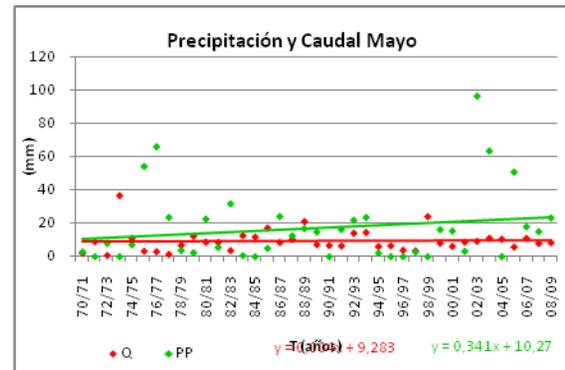
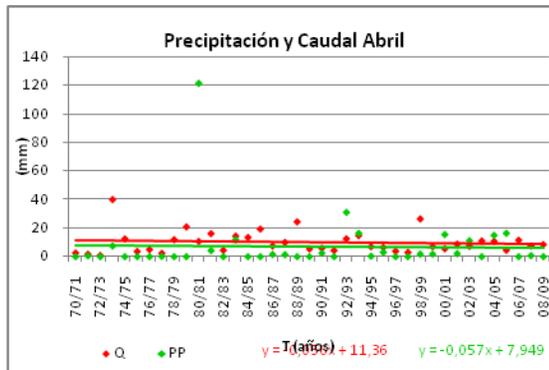
IV. Comportamiento de las Precipitaciones y los Caudales a Nivel Mensual

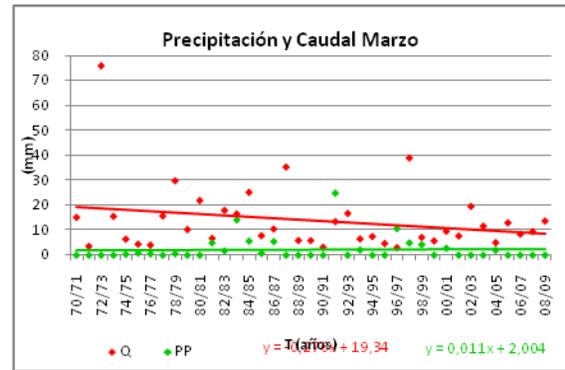
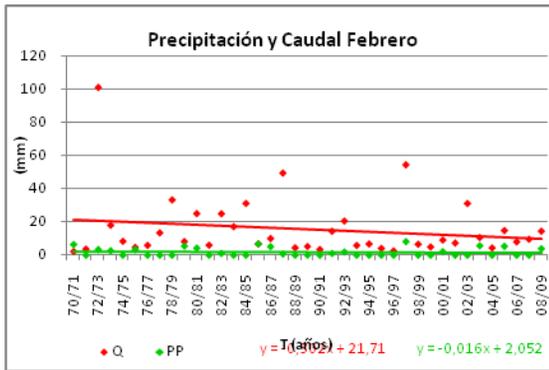
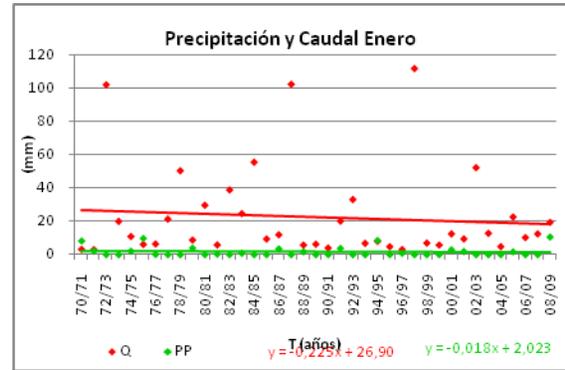
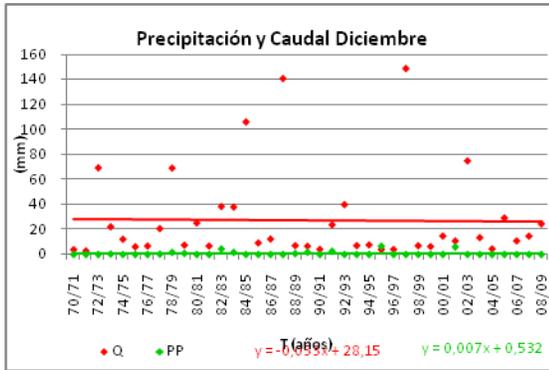
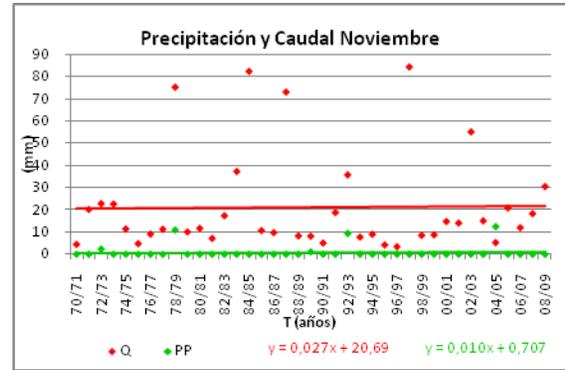
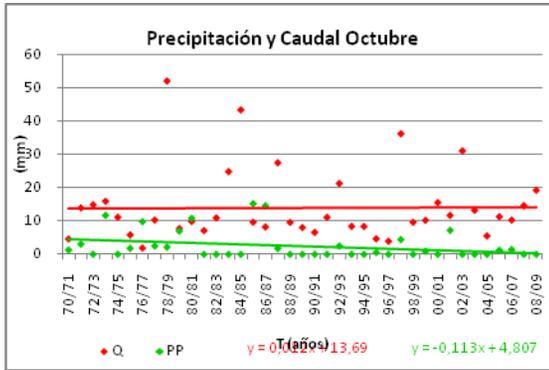
IV.i. Subcuenca Río Turbio



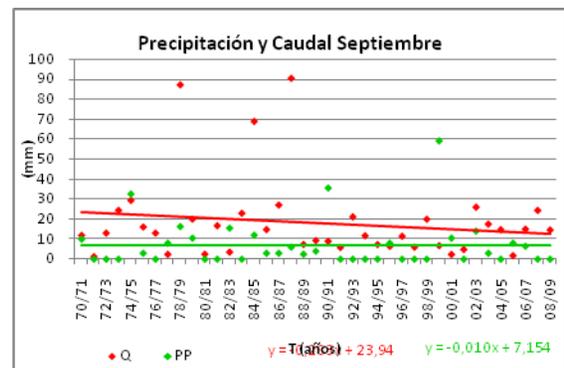
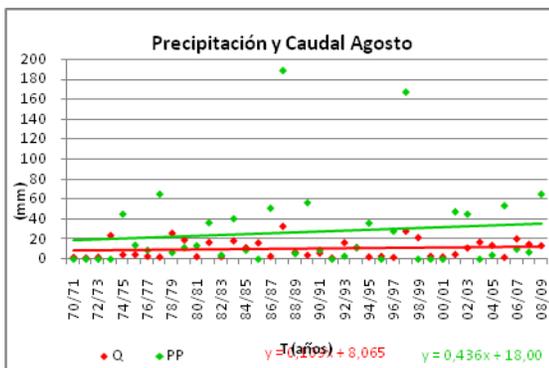
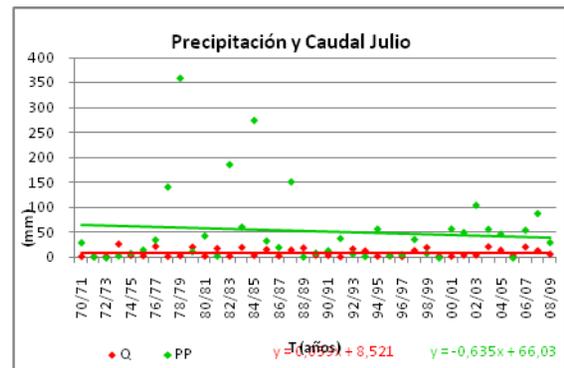
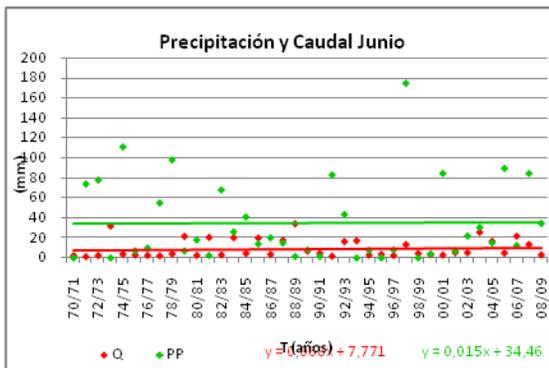
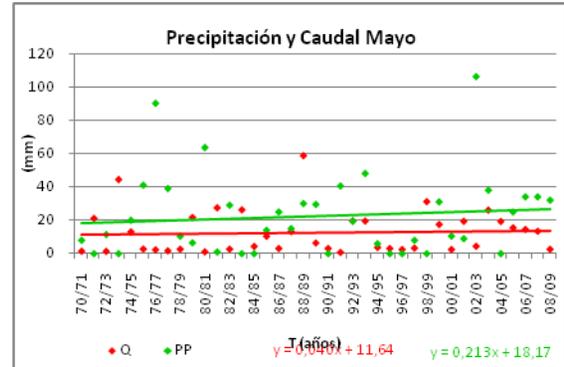
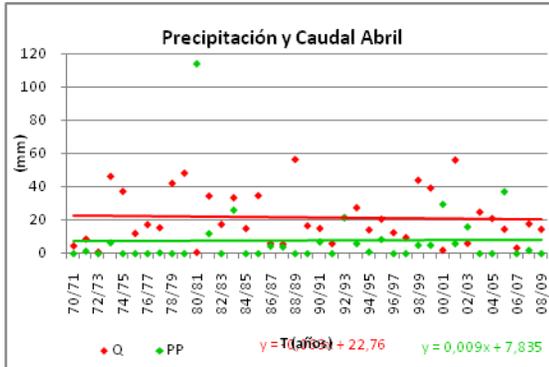


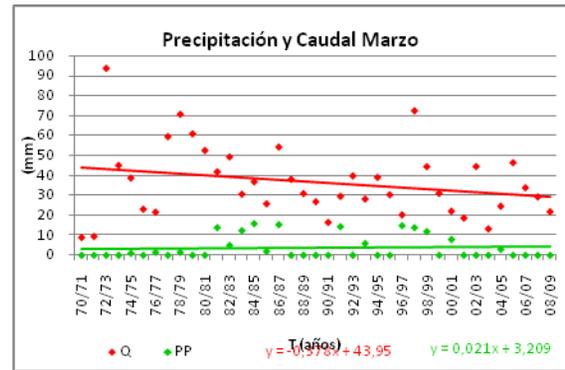
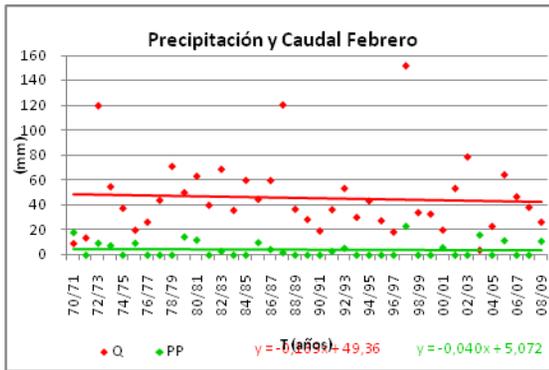
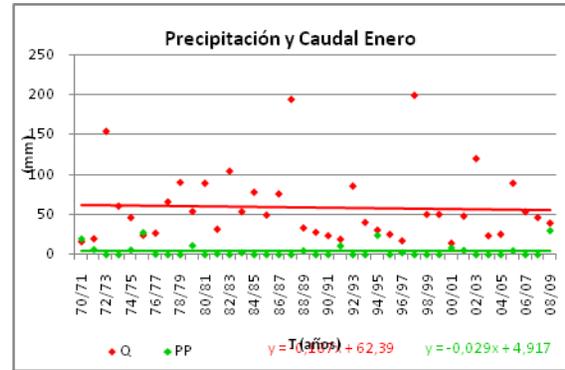
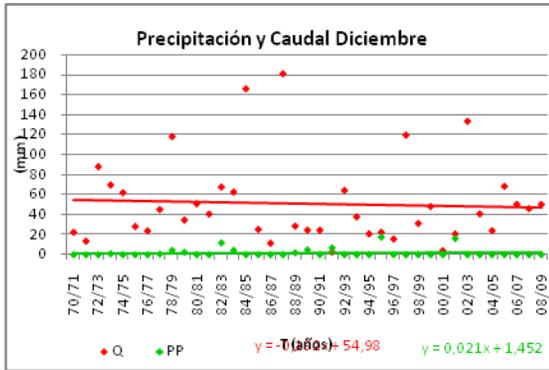
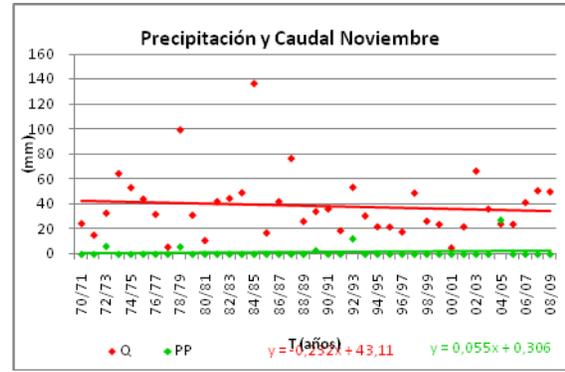
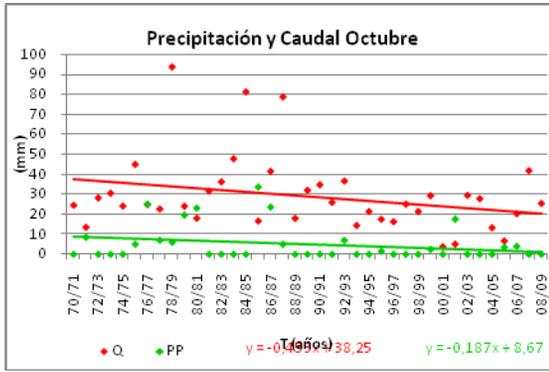
IV.ii. Subcuenca Río Cochiguaz



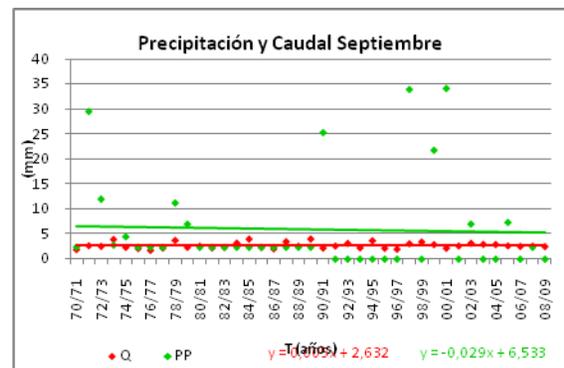
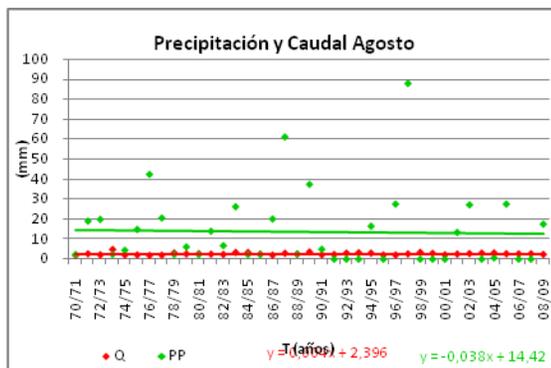
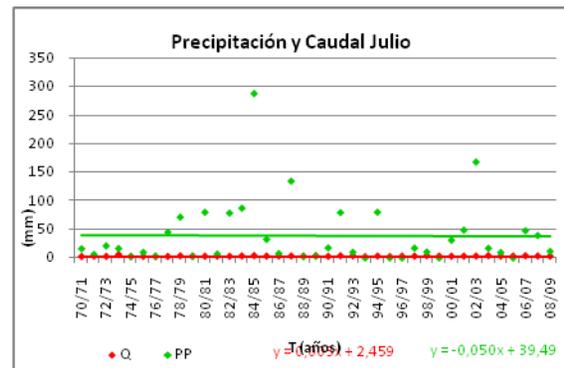
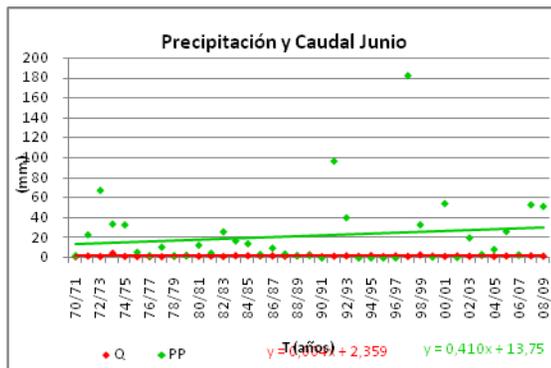
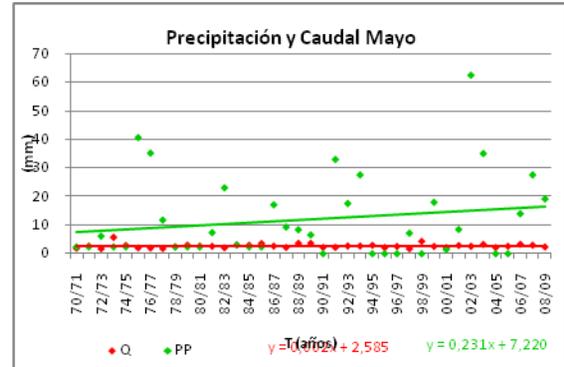
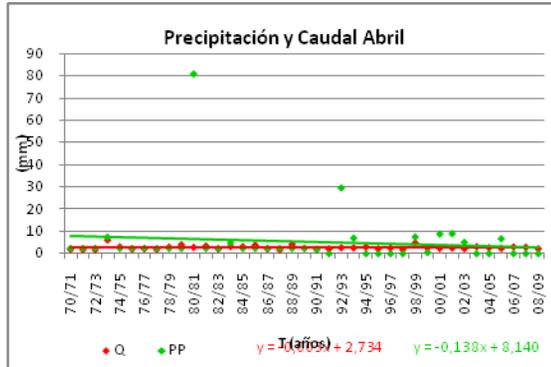


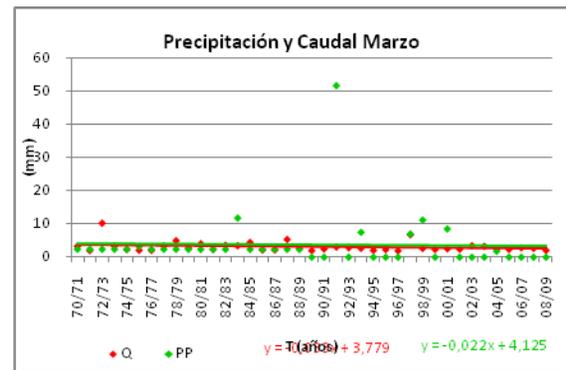
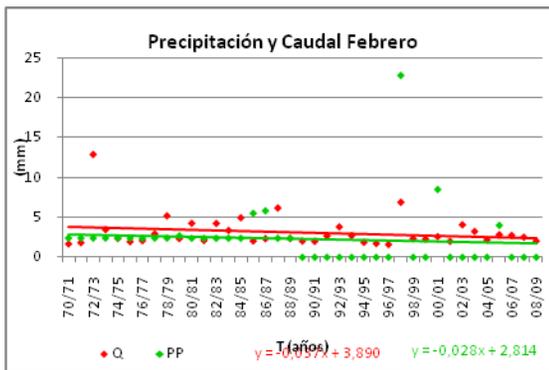
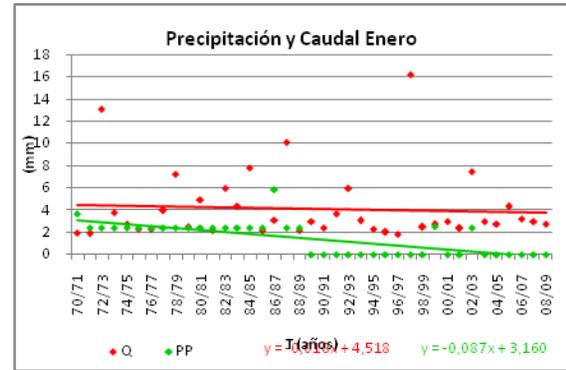
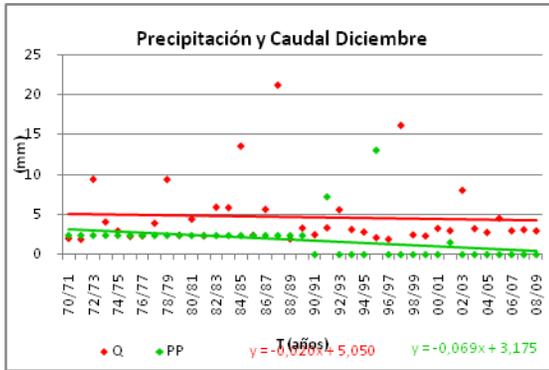
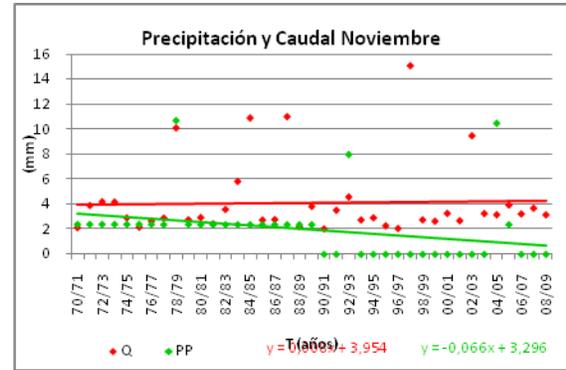
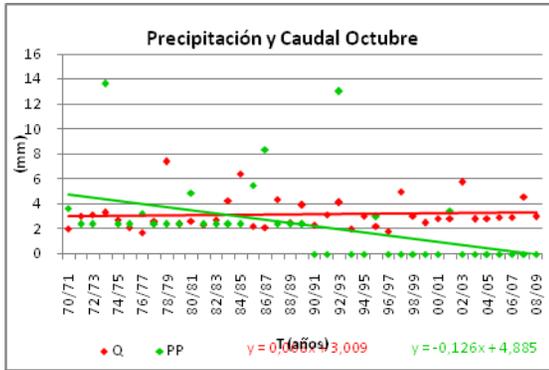
IV.iii. Subcuenca Río La Laguna





IV.iv. Subcuenca Río Toro





ANEXOS

Tabla A1. Valores de la Función **P(p)** auxiliar de Goodrich

| p | P(p) | p | P(p) | p | P(p) | p | P(p) |
|------|-----------|------|----------|------|----------|------|----------|
| 0,01 | -1,081073 | 0,41 | 0,386468 | 0,81 | 1,456904 | 1,21 | 2,674452 |
| 0,02 | -1,024852 | 0,42 | 0,414146 | 0,82 | 1,484261 | 1,22 | 2,709088 |
| 0,03 | -0,970701 | 0,43 | 0,441677 | 0,83 | 1,511921 | 1,23 | 2,744007 |
| 0,04 | -0,918454 | 0,44 | 0,469072 | 0,84 | 1,539586 | 1,24 | 2,779192 |
| 0,05 | -0,867965 | 0,45 | 0,496340 | 0,85 | 1,567363 | 1,25 | 2,814648 |
| 0,06 | -0,819099 | 0,46 | 0,523491 | 0,86 | 1,595254 | 1,26 | 2,850379 |
| 0,07 | -0,771738 | 0,47 | 0,550535 | 0,87 | 1,623263 | 1,27 | 2,88639 |
| 0,08 | -0,725772 | 0,48 | 0,577480 | 0,88 | 1,651396 | 1,28 | 2,922686 |
| 0,09 | -0,681101 | 0,49 | 0,604336 | 0,89 | 1,679655 | 1,29 | 2,959269 |
| 0,10 | -0,637637 | 0,50 | 0,631110 | 0,90 | 1,708044 | 1,30 | 2,996145 |
| 0,11 | -0,595295 | 0,51 | 0,657811 | 0,91 | 1,736569 | 1,31 | 3,033319 |
| 0,12 | -0,554002 | 0,52 | 0,684447 | 0,92 | 1,765232 | 1,32 | 3,070794 |
| 0,13 | -0,513687 | 0,53 | 0,711025 | 0,93 | 1,794037 | 1,33 | 3,108576 |
| 0,14 | -0,474287 | 0,54 | 0,737553 | 0,94 | 1,822990 | 1,34 | 3,146668 |
| 0,15 | -0,435743 | 0,55 | 0,764037 | 0,95 | 1,852092 | 1,35 | 3,185076 |
| 0,16 | -0,398001 | 0,56 | 0,790485 | 0,96 | 1,881349 | 1,36 | 3,223804 |
| 0,17 | -0,361012 | 0,57 | 0,816904 | 0,97 | 1,910765 | 1,37 | 3,262857 |
| 0,18 | -0,324728 | 0,58 | 0,843299 | 0,98 | 1,940342 | 1,38 | 3,30224 |
| 0,19 | -0,289107 | 0,59 | 0,869677 | 0,99 | 1,970086 | 1,39 | 3,341856 |
| 0,20 | -0,254109 | 0,60 | 0,896450 | 1,00 | 2,000000 | 1,40 | 3,382012 |
| 0,21 | -0,219696 | 0,61 | 0,922408 | 1,01 | 2,030087 | 1,41 | 3,422412 |
| 0,22 | -0,185834 | 0,62 | 0,948772 | 1,02 | 2,060353 | 1,42 | 3,463161 |
| 0,23 | -0,152490 | 0,63 | 0,975143 | 1,03 | 2,090800 | 1,43 | 3,504263 |
| 0,24 | -0,119634 | 0,64 | 1,001527 | 1,04 | 2,121433 | 1,44 | 3,545725 |
| 0,25 | -0,087236 | 0,65 | 1,027928 | 1,05 | 2,152255 | 1,45 | 3,58755 |
| 0,26 | -0,055272 | 0,66 | 1,054354 | 1,06 | 2,183271 | 1,46 | 3,629743 |
| 0,27 | -0,023715 | 0,67 | 1,080808 | 1,07 | 2,214484 | 1,47 | 3,672311 |
| 0,28 | 0,007458 | 0,68 | 1,107295 | 1,08 | 2,245899 | 1,48 | 3,715251 |
| 0,29 | 0,038270 | 0,69 | 1,133822 | 1,09 | 2,277519 | 1,49 | 3,75859 |
| 0,30 | 0,068742 | 0,70 | 1,160392 | 1,10 | 2,309348 | 1,50 | 3,80231 |
| 0,31 | 0,098893 | 0,71 | 1,187011 | 1,11 | 2,341390 | 1,51 | 3,846426 |
| 0,32 | 0,128742 | 0,72 | 1,213684 | 1,12 | 2,373650 | 1,52 | 3,890942 |
| 0,33 | 0,158307 | 0,73 | 1,240415 | 1,13 | 2,406131 | 1,53 | 3,935861 |
| 0,34 | 0,187606 | 0,74 | 1,267209 | 1,14 | 2,438838 | 1,54 | 3,981187 |
| 0,35 | 0,216653 | 0,75 | 1,294070 | 1,15 | 2,471773 | 1,55 | 4,026946 |
| 0,36 | 0,245464 | 0,76 | 1,321003 | 1,16 | 2,504942 | 1,56 | 4,073118 |
| 0,37 | 0,274054 | 0,77 | 1,348013 | 1,17 | 2,538349 | 1,57 | 4,119718 |
| 0,38 | 0,302437 | 0,78 | 1,375104 | 1,18 | 2,571997 | 1,58 | 4,166751 |
| 0,39 | 0,330625 | 0,79 | 1,402279 | 1,19 | 2,605891 | 1,59 | 4,214224 |
| 0,40 | 0,358631 | 0,80 | 1,429545 | 1,20 | 2,640035 | 1,60 | 4,262142 |

Fuente: Pizarro *et al.* (1988)

Tabla A2. Valores de la Función Gamma

| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1,0 | 1,000 | 0,994 | 0,989 | 0,984 | 0,978 | 0,974 | 0,969 | 0,964 | 0,960 | 0,955 |
| 1,1 | 0,951 | 0,947 | 0,944 | 0,940 | 0,936 | 0,933 | 0,930 | 0,927 | 0,924 | 0,921 |
| 1,2 | 0,918 | 0,916 | 0,913 | 0,911 | 0,909 | 0,906 | 0,904 | 0,903 | 0,901 | 0,899 |
| 1,3 | 0,897 | 0,896 | 0,895 | 0,893 | 0,892 | 0,891 | 0,890 | 0,889 | 0,889 | 0,888 |
| 1,4 | 0,887 | 0,887 | 0,886 | 0,886 | 0,886 | 0,886 | 0,886 | 0,886 | 0,886 | 0,886 |
| 1,5 | 0,886 | 0,887 | 0,887 | 0,888 | 0,888 | 0,889 | 0,890 | 0,890 | 0,891 | 0,892 |
| 1,6 | 0,894 | 0,895 | 0,896 | 0,897 | 0,899 | 0,900 | 0,902 | 0,903 | 0,905 | 0,907 |
| 1,7 | 0,909 | 0,911 | 0,913 | 0,915 | 0,917 | 0,919 | 0,921 | 0,924 | 0,926 | 0,929 |
| 1,8 | 0,931 | 0,934 | 0,937 | 0,940 | 0,943 | 0,946 | 0,949 | 0,952 | 0,955 | 0,958 |
| 1,9 | 0,962 | 0,965 | 0,969 | 0,972 | 0,976 | 0,980 | 0,984 | 0,988 | 0,992 | 0,996 |

Fuente: Pizarro *et al.* (1988)