



UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL

**EVALUACIÓN DE INTERCONEXIÓN HIDROGEOLÓGICA DE
CUENCAS ENDORREICAS EN EL ALTIPLANO CHILENO**

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

SEBASTIAN FRANCISCO RIVADENEIRA SIMPSON

PROFESOR GUÍA:

LEONEL ARTURO BARRA ORTEGA

MIEMBROS DE LA COMISIÓN:

XIMENA VARGAS MESA

CARLOS ESPINOZA CONTRERAS

SANTIAGO DE CHILE

2011

EVALUACIÓN DE INTERCONEXIÓN HIDROGEOLÓGICA DE CUENCAS ENDORREICAS EN EL ALTIPLANO CHILENO

La determinación de flujos regionales subterráneos entre dos cuencas hidrográficamente separadas, resulta de gran interés para el balance y modelamiento hídrico de una determinada región, sin embargo, estos estudios pueden resultar extremadamente costosos, pues requieren de complejos estudios hidrogeológicos. El presente trabajo tiene como horizonte precisamente, estudiar la posible interconexión en el caso particular de cuencas endorreicas en el altiplano chileno, a través de metodologías de corto plazo. Se trata básicamente, de la aplicación de un análisis estocástico, conocido como funciones de transferencia, sobre registros de series de conductividad eléctrica medidos en las fuentes en estudio. Esta clase de análisis no es nuevo y se han registrado experiencias en que los procedimientos de corto plazo entregan los mismos resultados que los de largo plazo.

Para lograr los objetivos planteados, fue necesario instalar conductivímetros digitales en varios cursos de agua, superficiales y subterráneos, de diferentes cuencas pertenecientes a la zona de estudio, y entre las cuales se presumía la existencia de interconexión por los resultados obtenidos en trabajos previos, llevados a cabo en la misma región, con el mismo propósito, pero con distinta metodología.

Como resultado de los análisis, se obtuvo el nivel de interconexión entre cada cuenca, medido como porcentaje de explicación entre las variaciones de una serie de entrada con otra de salida. Se comprueba que en una de las cuencas (Laguna Tuyajto), en donde se han estudiado los caudales pasantes de salida, se obtienen los mismos resultados que los entregados por procedimientos clásicos. En el resto de los casos analizados, los resultados fueron acordes a lo esperado, sin embargo, no se cuenta con trabajos previos que los respalden.

Se calculó además el exponente de Hurst para medir la predictibilidad de las series y determinar si éstas poseen estructura fractal, implicando autosimilaridad estadística a distintas escalas de medición. A continuación, se planteó la inquietud de relacionar series de conductividades eléctricas con precipitaciones y caudales. Se señala, sin embargo, que estos procedimientos aplicados a series de distinta naturaleza y registradas a intervalos de tiempo diferentes, no cuenta con suficientes antecedentes y se hace imperioso realizar más trabajos en esta línea para validar los resultados aquí obtenidos.

A modo de complemento, se entrega una breve metodología de aplicación que recoge los procedimientos desarrollados en este trabajo y que permitiría determinar la existencia de flujos regionales intercuenas en otras zonas del país.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, por el sacrificio enorme que les significó educarme y por el inmenso amor y los sólidos valores entregados. Especialmente a mi madre, quien ha soportado un difícil proceso y se ha convertido en el mejor ejemplo de valentía y tenacidad. Gracias por enseñarme el valor de las cosas, por estar presente en cada momento de necesidad y por último, pero no menos importante, soportar mi carácter en estos 25 años.

A mi profesor guía, señor Leonel Barra, por transmitirme su experiencia, brindarme su apoyo, y sobre todo por su preocupación constante y desinteresada en el plano académico, profesional y humano.

A Geo-Aguas Consultores, por el financiamiento y por facilitarme los equipos de medición requeridos para este trabajo. A Mauricio Claría y Miguel Muñoz, por la colaboración en el terreno en San Pedro de Atacama.

A la Facultad de Ingeniería por la formación y a la Universidad de Chile por la oportunidad de conocer y compartir con gente valiosa, pluralista y socialmente consciente.

A mis compañeros y amigos incondicionales de la escuela, Víctor Gálvez, Miguel Muñoz S., Víctor Núñez, Rafael Sánchez, Carlos Schaaf y Gino Sturla, por tantos buenos momentos. Gracias también a todos quienes hicieron más grato mi paso por la Facultad.

A todas aquellas personas que me han enseñado algo valioso y que han sido importantes en mi crecimiento personal. A mis hermanos, mis compañeros del Instituto Nacional y mi buen amigo Aaron Cáceres.

Finalmente, a la mujer que ha acompañado mis pasos durante este tiempo, gracias por la inspiración.

ÍNDICE Y CONTENIDOS

CAPITULO 1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 PRESENTACIÓN	1
1.2 OBJETIVOS	3
1.3 ESTRUCTURA DE LA MEMORIA	4
CAPÍTULO 2. BASE CONCEPTUAL Y MARCO TEÓRICO	6
2.1 RELLENO Y EXTENSIÓN DE ESTADÍSTICA POR NORMALIZACIÓN	6
2.1.1 Verificación de normalidad	6
2.1.2 Normalización de series.....	8
2.2 ANÁLISIS CLÁSICO DE PRECIPITACIÓN Y ESCORRENTÍA.....	10
2.3 TEST DE HOMOGENEIDAD DE ESTACIONES PLUVIOMÉTRICAS	11
2.4 MODELACIÓN MEDIANTE FUNCIONES DE TRANSFERENCIA	13
2.4.1 Auto-correlograma y correlograma cruzado.....	13
2.4.2 Generalidades sobre funciones de transferencia.....	14
2.4.3 Estacionariedad de las series	15
2.4.4 Matemática de los modelos de función de transferencia.....	17
2.5 ANÁLISIS FRACTAL DE SERIES DE TIEMPO	20
2.5.1 Generalidades	20
2.5.2 Coeficiente de Hurst	20
2.5.3 Interpretación del coeficiente de hurst y su relación con la dimensión fractal.....	22
CAPÍTULO 3. TRABAJOS DE CAMPO.....	23
3.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA GENERAL DE ESTUDIO.....	23
3.1.1 Clima de la zona	26
3.1.2 Hidrogeología.....	28
3.1.3 Límites de la cuenca hidrogeológica del salar de Atacama	29
3.1.4 Subdivisión administrativa de la cuenca del salar de Atacama	29
3.2 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA PARTICULAR DE ESTUDIO	31
3.2.1 Estudios anteriores realizados en el sistema Tuyajto	35
3.3 TRABAJOS EN EL SISTEMA PARTICULAR DE ESTUDIO.....	36
3.3.1 Elección de puntos de Instalación	36
3.3.2 Descripción e instalación de los Instrumentos	39
3.1.3 Datos Obtenidos	41

CAPITULO 4. ESTUDIOS PREVIOS.....	43
4.1 ESTACIONES DE CONTROL	43
4.1.1 Estaciones fluviométricas	43
4.1.2 Estaciones pluviométricas	45
4.2 DETERMINACIÓN DE CUENCAS	46
4.3 ANÁLISIS Y RELLENO DE ESTADÍSTICA	48
4.4 GENERACIÓN DEL PERFIL DE PRACIPITACIONES	49
4.5 GENERACIÓN SINTÉTICA DE PRECIPITACIONES	49
4.6 ANÁLISIS CLÁSICO DE PRECIPITACIÓN Y CAUDAL	51
4.7 FUNCION DE TRANSFERENCIA PRECIPITACIONES V/S CAUDALES MEDIOS	53
4.7.1 Correlogramas	53
4.7.2 Resultado de los estudios previos.....	58
CAPITULO 5. RESULTADOS.....	61
5.1 PROCESAMIENTO DE LOS DATOS DE CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	61
5.2 RELACIONES MEDIANTE MODELOS DE FUNCIÓN DE TRANSFERENCIA.....	63
5.2.1 Tuyajto sur-Salida Tuyajto	65
5.2.2 Salida Tuyajto-Caput.....	66
5.2.3 Capur-Pozo Salar.....	67
5.2.4 Salida Tuyajto-Pozo Salar	68
5.4 OBTENCIÓN DEL COEFICIENTE DE HURST	69
5.5 RELACIÓN DE CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA CON CAUDAL Y PRECIPITACIÓN	73
CAPITULO 6. METODOLOGÍA PROPUESTA	77
7.1 ANTECEDENTES	77
7.2 IDENTIFICACIÓN Y TRABAJOS DE CAMPO	78
7.3 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN GENERADA	79
CAPITULO 7. CONCLUSIONES.....	81
7.1 CONCLUSIONES GENERALES	81
7.2 CONCLUSIONES ESPECÍFICAS.....	82
7.3 COMENTARIOS FINALES.....	84
BIBLIOGRAFÍA.....	85
ANEXOS	
A: CARTAS IGM Y OTRAS FIGURAS RELEVANTES	89
B: PROCESAMIENTO DE ESTADÍSTICAS HIDROLÓGICAS	93
C: REGISTROS DE CONDUCTIVIDADES ELÉCTRICAS Y CALIBRACIÓN DE FUNCIONES DE TRANSFERENCIA.....	104

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 3.1: Límites del sistema general de estudio	23
Tabla N° 3.2: Conductivímetros instalados	37
Tabla N° 4.1: Datos estaciones fluviométricas	43
Tabla N° 4.2: Información estaciones fluviométricas.....	44
Tabla N° 4.3: Estaciones pluviométricas analizadas.....	46
Tabla N° 4.4: Áreas de las cuencas en estudio.....	48
Tabla N° 4.5: Propiedades de las zonas	50
Tabla N° 5.1: Entradas y salidas de funciones de transferencia generadas.....	64
Tabla N° 5.2: Resultados FT Tuyajto Sur-Salida Tuyajto	65
Tabla N° 5.3: Resultados FT Salida Tuyajto-Capur	66
Tabla N° 5.4: Resultados FT Capur-Pozo Salar.....	67
Tabla N° 5.5: Resultados FT Salida Tuyajto-Pozo Salar	68
Tabla N° 5.6: Resultado de aplicar el análisis de Hurst.....	73
Tabla N° 5.7: Resultados FT precipitación en Peine-Pozo Salar.....	74
Tabla N° 5.8: Resultados FT caudal en canal Cuno-Pozo Salar	75

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 3.1: Sistema general de estudio.....	23
Figura N° 3.2: Hoya del Salar de Atacama con Hidrografía principal	24
Figura N° 3.3: Diagrama de altitudes	27
Figura N° 3.4: Zonificación según minuta N° 60.....	30
Figura N° 3.5: Sistema general y particular de estudio	32
Figura N° 3.6: Cuencas endorreicas y cuenca del Canal Cuno.....	33
Figura N° 3.7: Columna estratigráfica generalizada del sistema particular de estudio	34
Figura N° 3.8: Esquema de perfiles geofísicos en Tuyajto.....	35
Figura N° 3.9: Perfil geofísico A-B	36
Figura N° 3.10: Distribución de conductivímetros	37
Figura N° 3.11: Instrumentación en la Laguna Tuyajto	38
Figura N° 3.12: Fotografía de conductivímetro instalado en Tuyajto Norte	39
Figura N° 3.13: Conductivímetros utilizados	40
Figura N° 3.14: Conductividad eléctrica medida in situ.....	41
Figura N° 4.1: Cuencas y estaciones fluviométricas	44
Figura N° 4.2: Ubicación de estaciones pluviométricas analizadas.....	45
Figura N° 4.3: Cuencas de los ríos San Pedro (izquierda) y Vilama (derecha).....	47
Figura N° 4.4: Cuenca del Canal Cuno.....	47
Figura N° 4.5: Variación de caudales medios en el año.....	49
Figura N° 4.6: Variación de precipitación media en el año	50
Figura N° 4.7: Comparación de caudales río San Pedro.....	51
Figura N° 4.8: Comparación de caudales río Vilama	52
Figura N° 4.9: Comparación de caudales canal Cuno	52
Figura N° 4.10: Autocorrelograma río San Pedro	53
Figura N° 4.11: Autocorrelograma río Vilama.....	54
Figura N° 4.12: Autocorrelograma Pp Zona 1	54
Figura N° 4.13: Correlograma cruzado caudales río San Pedro v/s Pp Zona 1	55
Figura N° 4.14: Correlograma cruzado caudales río Vilama v/s Pp Zona 1.....	55
Figura N° 4.15: Autocorrelograma caudales canal Cuno	56
Figura N° 4.16: Autocorrelograma precipitaciones Zona 3.....	57
Figura N° 4.17: Correlograma cruzado caudales Canal Cuno v/s Pp Zona 3.....	57
Figura N° 4.18: Conceptualización de flujos en Cuenca del Canal Cuno	60
Figura N° 5.1: Series de Conductividad eléctrica definitivas	61

Figura N° 5.2: Serie estacionaria de CE en Tuyajto sur	62
Figura N° 5.3: Serie estacionaria de CE en Salida Tuyajto	62
Figura N° 5.4: Serie estacionaria de CE en Capur	63
Figura N° 5.5: Serie estacionaria de CE en Pozo Salar	63
Figura N° 5.6: Esquema de construcción de funciones de transferencia	64
Figura N° 5.7: Método de reescalado conductividad en Tuyajto Sur	70
Figura N° 5.8: Método de reescalado conductividad en Salida Tuyajto.....	70
Figura N° 5.9: Método de reescalado conductividad en Capur	70
Figura N° 5.10: Método de reescalado conductividad en Pozo Salar.....	71
Figura N° 5.11: Método de reescalado caudal en canal Cuno	71
Figura N° 5.12: Método de reescalado caudal en río Vilama	71
Figura N° 5.13: Método de reescalado caudal en río San Pedro	72
Figura N° 5.14: Método de reescalado precipitación en Socaire.....	72
Figura N° 5.15: Método de reescalado precipitación en Peine.....	72
Figura N° 5.16: Ubicación de conductímetro Pozo Salar y est. fluviométrica canal Cuno	76

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1.- Presentación

Al evaluar la disponibilidad de recursos hídricos subterráneos en cuencas endorreicas de la zona sur del altiplano chileno en la II Región, se confrontan dos visiones que entregan resultados muy discordantes, la diferencia radica en la consideración de cuenca endorreica, como limitante del escurrimiento subterráneo. Este trabajo tiene como horizonte precisamente, estudiar los posibles flujos intercuenas, mediante herramientas estocásticas, aplicadas a todos los tipos de series disponibles.

La zona de análisis está ubicada en el margen sur occidental del Gran Altiplano Sudamericano. Se considera como sistema terminal, el sector suroriente del Salar de Atacama, a partir del cual se analizarán las cuencas (cuasi) endorreicas hacia aguas arriba (en dirección nor-poniente), en un supuesto flujo regional.

Las particularidades de estas cuencas, que presentan alturas superiores a los 4.000 m.s.n.m., y su condición de (cuasi) endorreicas, con sistemas terminales de descarga de recursos hídricos, obligan a utilizar técnicas no habituales en la evaluación de disponibilidad de sus recursos. Por ejemplo, la precisión en la estimación de la evaporación en estos sistemas se convierte en la principal variable de trabajo, a diferencia de sistemas abiertos y de menor cota, donde lo es la infiltración.

La metodología para abordar este trabajo consistió primero, en generar series de conductividades eléctricas en varios puntos establecidos a priori, que permitieron establecer conexión entre cuencas, con intervalos de tiempo constantes y en una longitud considerable de datos.

A continuación, y mediante el uso de herramientas hidrológicas que correlacionan series de tiempo, y a diversas escalas, se estableció en qué medida las fuentes explican las salidas. Estas herramientas corresponden a funciones de transferencia, las cuales permiten cuantificar cómo las variaciones de las fuentes explican las variaciones de las salidas.

Posteriormente se estimó el nivel de caoticidad de las series mediante la obtención del coeficiente de Hurst, el cual es una medida del grado de predictibilidad de un grupo de datos. Dicho coeficiente está estrechamente relacionado con la dimensión fractal, y obtenerlo permite concluir acerca del grado de autosimilaridad de una serie.

La hipótesis de interconexión surge del conocimiento de la existencia de límites hidrográficos establecidos sobre rocas volcánicas fracturadas que genera transmisividades que permiten el movimiento del agua entre estos sistemas. Además esta memoria incluye los estudios realizados en 3 cuencas exorreicas (Capítulo 4) que se encuentran cercanas a la zona de estudio en las que se detectaron aportes subterráneos externos a las cuencas hidrográficas consideradas.

Como revisión de antecedentes, se han consultado estudios en que las explicaciones asociadas a funciones de transferencia entre conductividades eléctricas (metodología de corto plazo) entregan los mismos resultados que las asociadas a caudales (metodología de largo plazo). Este hecho resulta más o menos intuitivo considerando que a mayor caudal, mayor es el arrastre de sedimentos y sales, que aumentan la conductividad del agua.

Aún más, este trabajo pretende ir un paso más allá y relacionar en forma cruzada las series de caudales y conductividades. Para ello, y como ya se hizo mención, se debió demostrar el comportamiento autosimilar de las series y por consiguiente, la invarianza estadística con respecto a cambios en la escala de tiempo. Este hecho vendría a reafirmar, por un lado, la posibilidad de utilizar conductividad eléctrica como medida alternativa del caudal, y por otro, abre una puerta a la factibilidad de aplicar este tipo de relaciones cruzadas a series de distinta naturaleza y de distinta escala de tiempo.

Entre las ventajas de utilizar conductividad eléctrica como medida alternativa del caudal, existen dos que pueden destacarse. En primer lugar está la simplicidad de instalar un instrumento como el conductivímetro por sobre una estación de control fluviométrico y en segundo lugar la escala de medición se reduce significativamente. Si para analizar una serie de registros fluviométricos se necesitan intervalos considerables de tiempo para el registro de los datos (meses o años), las series de conductividades eléctricas pueden trabajarse a nivel de semanas, días, horas e incluso minutos.

Los resultados que se obtuvieron fueron la determinación de flujos regionales entre una cuenca y otra, además del error asociado a considerar estos sistemas como independientes y cerrados. Por otro lado se desarrolló una metodología que permite, al menos, comprobar la existencia de flujos entre cuencas endorreicas.

Se utilizaron dos fuentes de información:

- ✓ Estaciones administradas por la Autoridad (precipitaciones y caudales)
- ✓ Instrumentación instalada a propósito de este trabajo (exclusivamente conductivímetros)

1.2.- Objetivos

El objetivo principal de este trabajo de título es realizar una evaluación hidrológica de las cuencas en estudio en la cual se busca establecer las interconexiones entre sistemas hidrográficos independientes y cuantificar el error del supuesto de cuencas hidrogeológicas cerradas.

Como objetivos específicos, y a partir de lo anterior, se puede mencionar:

- Revisión bibliográfica de la aplicación de funciones de transferencia en series hidrológicas y de la aplicación de la conductividad eléctrica como medida alternativa del caudal.
- Realizar un estudio previo en cuencas exorreicas de la región altiplánica que fundamente la hipótesis de aportes externos a sistemas hidrográficamente cerrados.
- Determinar en porcentajes, el nivel de interconexión de cuencas, a través de un análisis estocástico de conductividades, registradas en lapso de tiempo reducido.
- Determinar la autosimilaridad de las series de conductividades eléctricas y caudales y evaluar la posibilidad de relacionar estas series medidas en escalas de tiempo diferentes.
- Desarrollar una metodología que permita la verificación de existencia de flujos regionales.

1.3.- Estructura de la Memoria

A continuación se presenta una descripción general de cada capítulo, que permite entender aún más el procedimiento aplicado en este trabajo.

En el **capítulo 2** se describe el marco teórico utilizado para la ejecución de cada una de las metodologías propuestas en el presente trabajo de título.

Desde el relleno y extensión de estadística con procedimientos estocásticos hasta la metodología para comprobar la autosimilaridad de las series de conductividades, en este capítulo se describen procedimientos encontrados en la literatura relacionados al tema de esta memoria. En particular se explican los modelos de función de transferencia en el marco de las regresiones dinámicas y la posibilidad que entregan estas herramientas para determinar la explicación de dos procesos, por ejemplo caudal y precipitación.

Posteriormente, en el **capítulo 3**, se describe detalladamente toda la zona de estudio. En primer término se presenta el sistema general que incluye, además del grupo de cuencas endorreicas de interés, el salar de Atacama como sistema hídrico, y las cuencas de los ríos San Pedro y Vilama y del canal Cuno, las cuales se analizan en el capítulo 4 como antecedente y base argumentativa para el desarrollo del análisis final, presentado en el capítulo 5. Se incluye dentro de esta descripción las características más relevantes de la zona del punto de vista climático, geológico e hidrológico.

A continuación se describe el sistema particular de estudio, que corresponde al grupo de cuencas endorreicas del sector suroriental del Salar de Atacama en las cuales se pretende determinar la interconexión de flujos subterráneos.

Finalmente, se presentan los trabajos en terreno realizados que permiten aplicar las metodologías correspondientes. Éstos se refieren a la instalación de conductivímetros en puntos considerados estratégicos.

Los trabajos que permiten sostener la hipótesis de la existencia de flujos subterráneos intercuenas en la zona de interés, se presentan en el **capítulo 4**. Estos estudios corresponden al

análisis de las cuencas de los ríos San Pedro, Vilama y Canal Cuno que se encuentran dentro del sistema general de estudio y muy cercanas al grupo de cuencas endorreicas.

En síntesis, lo que se demuestra en este capítulo es que las lluvias registradas no son suficientes para explicar los escurrimientos medidos en las estaciones fluviométricas, dando paso a la hipótesis de que existen aportes externos (seguramente subterráneos) a las cuencas hidrográficamente consideradas. En primer lugar se aplica una metodología clásica de propiedades medias para relacionar las precipitaciones con los caudales. Este enfoque, aunque grueso y poco preciso, permite obtener una primera aproximación a la conclusión final. Luego, se construyen funciones de transferencia entre las series de datos pluvio y fluviométricos para, a través de la herramienta estadística explicación, conocer en qué medida estas series se encuentran relacionadas.

En el **capítulo 5** se muestra lo obtenido luego de aplicar los modelos estocásticos de funciones de transferencia, a las series de conductividades eléctricas registradas por los equipos instalados en los puntos estratégicos de la zona de estudio. Al igual que en el capítulo anterior, se obtiene la explicación entre las series de entrada y de salida consideradas.

A continuación se comprueba la autosimilaridad de todas las series registradas, tanto de conductividades como de caudales y precipitaciones, y se evalúa la posibilidad de construir funciones de transferencia entre series medidas en distintas escalas de tiempo.

En el **capítulo 6**, se entrega una breve metodología que permite determinar la interconexión de sistemas hidrográficos independientes en otras zonas del país, estructurando los procedimientos utilizados en esta memoria.

Finalmente, en el **capítulo 7**, se presenta un resumen de los principales resultados obtenidos, se realizan comentarios, conclusiones y recomendaciones para los trabajos y análisis efectuados en el presente trabajo de título.

En relación a los anexos, éstos se han estructurado de tal forma de que cada uno de ellos coincide íntegramente con un capítulo de esta memoria, cuando corresponde. De esta manera los anexos A, B y C están vinculados a los capítulos 3, 4 y 5, respectivamente.

CAPÍTULO 2. BASE CONCEPTUAL Y MARCO TEÓRICO

2.1.- Relleno y extensión de estadística por Normalización

Es necesario para el desarrollo de esta memoria el relleno y extensión de estadística, en particular de precipitación y caudal. Se recurre a la metodología de normalización, la cual se explica a continuación:

2.1.1.- Verificación de normalidad

Existen varios criterios para verificar la normalidad de una serie, en este caso se mencionan dos, siendo el segundo más poderoso y el que se aplica en definitiva en estos trabajos.

Método gráfico

Dada una serie de datos dispersos de una variable, inicialmente éstos parecen no decir nada por sí mismos. En cambio si se dividen estos mismos datos en clases ordenadamente puede aclararse la dispersión y seguir un cierto patrón. Esta forma de la distribución de los datos inherente a su variabilidad se denomina distribución de frecuencias.

Generalmente, se puede apreciar la forma de una distribución si se obtiene una cantidad razonable de 100 o más datos y se conforma una tabla de frecuencias con 10 o 20 clases. Sin embargo, se puede ver la forma de la distribución con mayor claridad representándola gráficamente mediante un histograma de frecuencias. El histograma es una representación visual de los datos en la que se pueden observar más fácilmente las propiedades esenciales de una distribución que son la forma, la tendencia central (acumulación) y la dispersión (variabilidad). Podría decirse entonces, que el histograma da una idea general del proceso, lo que un simple examen de los datos tabulados no hace (Nava, 2002).

Si la distribución de frecuencias no presenta la forma típica de campana de Gauss, entonces la serie no presenta una distribución normal.

Método de verificación de los momentos

Como ya se hizo mención en el método gráfico, son tres las propiedades de las distribuciones de frecuencias: posición, dispersión y forma. Cada una de estas propiedades cuenta con momentos estadísticos representativos. La posición puede ser representada por el promedio, la dispersión por la desviación estándar, y la forma por los momentos: Kurtosis y Asimetría.

La Kurtosis estudia la distribución de frecuencias en la zona central de la misma. La mayor o menor concentración de frecuencias alrededor de la media y en la zona central de la distribución significa una distribución más o menos apuntada. Por esta razón a las medidas de Kurtosis se les llama también de apuntamiento o concentración central. Tomando la normal como referencia, se dirá que una distribución puede ser más apuntada que la normal (leptocúrtica) Kurtosis > 0 , o menos apuntada (platicúrtica) Kurtosis < 0 . A la distribución normal, desde el punto de vista de la Kurtosis $= 0$, se le llama mesocúrtica (Canavos, 1988).

Las medidas de Asimetría de una serie permiten obtener un indicador que, sin necesidad de representarla gráficamente, ayudan a establecer su grado de simetría o asimetría. Si se traza una perpendicular al eje de abscisas por \bar{x} y si se toma esta perpendicular como eje de simetría, se dice entonces que una distribución es simétrica si existe el mismo número de valores a ambos lados de dicho eje, equidistantes de \bar{x} dos a dos y tales que cada par de valores equidistantes a \bar{x} tengan la misma frecuencia. En caso contrario, las distribuciones serán asimétricas. Si el Coeficiente de Asimetría es $= 0$, entonces la distribución es simétrica, si el coeficiente es > 0 , la distribución es asimétrica positiva (a la derecha), y si el coeficiente es < 0 , la distribución es asimétrica negativa (a la izquierda).

En resumen, una serie presenta una distribución de frecuencias normal, cuando el Coeficiente de Asimetría y la Kurtosis presentan valores nulos.

- ✓ Kurtosis = 0
- ✓ Coeficiente de Asimetría = 0

2.1.2.- Normalización de series

Si al verificar la condición de normalidad la serie no cumple, entonces se debe aplicar una transformación de tipo lineal, es decir, que sea invertible y también uno a uno.

Básicamente lo que se busca, es encontrar los parámetros de la función de transformación, de tal forma que se cumplan las condiciones de normalidad (valores ya establecidos para el Coeficiente de Asimetría y Kurtosis ambos nulos).

A continuación se presentan una serie de transformaciones, en donde X_t representa la serie natural sin normalizar e Y_t la función que convierte a la serie natural en normal (Box & Cox, 1982; Barra, 2010):

a) Barra
$$Y_t = A.e^{B.X_t+C} + D \quad (2.1)$$

b) Box – Cox
$$Y_t = \frac{X_t^\lambda}{\lambda} \quad (2.2)$$

c) Exponencial
$$Y_t = e^{A.X_t+B} \quad (2.3)$$

d) Recíproco – Y
$$Y_t = \frac{1}{A + B.X_t} \quad (2.4)$$

e) Recíproco – X
$$Y_t = A + \frac{B}{X_t} \quad (2.4)$$

e) Recíproco – Doble
$$\frac{1}{Y_t} = A + \frac{B}{X_t} \quad (2.6)$$

f) Logaritmo – X
$$Y_t = A + B.Ln(X_t) \quad (2.7)$$

g) Multiplicativo
$$Y_t = A.X_t^B \quad (2.8)$$

h) Raíz Cuadrada – X
$$Y_t = A + B.\sqrt{X_t} \quad (2.9)$$

i) Raíz Cuadrada – Y
$$\sqrt{Y_t} = A + B.X_t \quad (2.10)$$

j) Curva en S
$$Y_t = e^{\left(A + \frac{B}{X_t}\right)} \quad (2.11)$$

En donde

A, B, C, D y λ : Parámetros de ajuste de cada transformación.

Para asegurar la normalidad de una serie se requiere ajustar los parámetros A, B, C y D para que tanto la Kurtosis como el coeficiente de Asimetría de las series transformadas tengan valores nulos.

Kurtosis:

$$K = \frac{n \cdot (n+1)}{(n-1) \cdot (n-2) \cdot (n-3)} \sum \left(\frac{Y_t - \bar{Y}_t}{s} \right)^4 - \frac{3 \cdot (n-1)^2}{(n-2) \cdot (n-3)} \quad (2.12)$$

Coeficiente de Asimetría:

$$A = \frac{n}{(n-1) \cdot (n-2)} \sum \left(\frac{Y_t - \bar{Y}_t}{s} \right)^3 \quad (2.13)$$

En donde

Y_t : Serie transformada

\bar{Y}_t : Promedio simple de la serie transformada.

n : Número de datos de la serie transformada.

s : Desviación estándar de la serie transformada.

No se debe confundir normalización con estandarización de una serie, ya que una serie, sin importar cual sea su distribución, se dice que se encuentra estandarizada si cumple con que el promedio sea igual a 0 y la desviación estándar igual a 1. Esto se logra siempre sólo con restarle a cada componente de la serie su promedio, y dividirlo por su desviación estándar.

Ya ajustados los parámetros de la o las transformaciones escogidas, se procede entonces a estandarizar la serie normalizada, aplicando el procedimiento anteriormente descrito.

Estandarización:

$$Y'_t = \frac{Y_t - \bar{Y}_t}{s} \quad (2.14)$$

En donde

Y'_t : Serie normalizada y estandarizada.

Y_t : Serie normalizada.

\bar{Y}_t : Promedio simple de la serie normalizada.

s : Desviación estándar de la serie normalizada.

2.2.- Análisis clásico de precipitación y escorrentía

En el desarrollo de los estudios presentados en el capítulo 4 y que motivan este trabajo de título, se requiere aplicar el enfoque clásico de hidrología para explicar los caudales medios mensuales con las precipitaciones representativas de ciertas cuencas. En otras palabras, se quiere aplicar una ecuación que relacione el caudal con las precipitaciones, ponderando estas últimas por el área de la cuenca y un cierto coeficiente de escorrentía. El coeficiente de escorrentía corresponde al cociente entre el caudal de agua que escurre por una sección de una cuenca a raíz de un evento lluvioso (lluvia neta), y el volumen de agua que ha precipitado sobre la misma (lluvia total). Es decir, se trata de la proporción de lluvia real que produce escorrentía superficial.

Por lo tanto, la relación que se usará es del tipo:

$$Q_m = P_m \cdot A_t \cdot C \quad (2.15)$$

En que,

Q_m : Caudal medio

P_m : Precipitación media

A_t : Área total de la cuenca (área pluvial)

C : Coeficiente de escorrentía

La aplicación de este tipo de relaciones es ampliamente utilizada en hidrología para comparar volúmenes de escorrentía con precipitación caída o cuando se quiere estudiar los eventos de crecidas en una cuenca utilizando datos de precipitación máxima, a través del método racional, en que P_m se reemplaza por i (intensidad de lluvia). En este caso, lo que se pretende es comparar los datos de caudales medios mensuales registrados con los que se obtienen mediante la ecuación 2.15, conocida la serie de precipitación media y el área de la cuenca de interés.

2.3.- Test de homogeneidad de estaciones pluviométricas

Se explica a continuación el procedimiento habitual para determinar que estaciones pluviométricas resultan homogéneas dentro de un grupo de ellas. Este método se aplica en el desarrollo de los estudios del capítulo 4 y complementa lo que se expondrá en la metodología propuesta del capítulo 6.

Generalmente, en un estudio hidrológico, se construye el gradiente de alguna variable, y a partir de ello se estima el valor medio de aquella en algún punto de interés y de cota conocida. Esto requiere contar con estaciones que delimiten zonas hidrológicamente homogéneas. Con este fin se aplica el test de homogeneidad de Gumbel, que evalúa si la curva de frecuencia puntual (en cada estación) no se aleja de la curva de frecuencia regional compuesta por todas las estaciones analizadas.

El procedimiento es el siguiente (Elmoujahid, 1997):

- Determinación de los límites de confianza en términos de períodos de retorno inferior (T_i) y superior (T_s).

$$T_i = \frac{1}{1 - e^{-e^{-Y_i}}} \quad (2.16)$$

$$T_s = \frac{1}{1 - e^{-e^{-Y_s}}} \quad (2.17)$$

Donde Y_i e Y_s , se expresan como sigue:

$$Y_i = Y_t - t_\alpha \cdot \left(\frac{e^{Y_t}}{\sqrt{N(T-1)}} \right) \quad (2.18)$$

$$Y_s = Y_t + t_\alpha \cdot \left(\frac{e^{Y_t}}{\sqrt{N(T-1)}} \right) \quad (2.19)$$

Donde:

$$Y_t = -\ln\left(-\ln\left(1 - \left(1/T\right)\right)\right)$$

t_α : Valor de la variable aleatoria con una distribución normal estándar

α : Nivel de confianza del intervalo

N : Número de años de registro

T : Período de retorno

- Ajuste de la distribución Gumbel de frecuencia puntual para cada estación.
- Evaluación de los valores $P_{p_{2,33}}$ y $P_{p_{10}}$ (caudales para períodos de retorno de 2,33 y 10 años respectivamente), de la curva de frecuencia puntual para cada estación y cálculo del factor de uniformidad para la región, definido como:

$$K = \left(\frac{1}{m}\right) \cdot \sum_1^m \frac{P_{p_{10}}}{P_{p_{2,33}}} \quad (2.20)$$

- Determinación de caudales uniformes

$$P_{p_K} = K \cdot P_{p_{2,33}} \quad (2.21)$$

- Para cada estación se determina el valor del período de retorno Tr , correspondiente a P_{p_K} , a partir de su curva de frecuencia.
- Si el período de retorno Tr (asociado a P_{p_K}) en cualquiera de las estaciones, se encuentra fuera de los límites de confianza respectivos, se descarta la estación y se repite el proceso, hasta que cada uno de los Tr de las estaciones se encuentre dentro de los límites de confianza.

2.4.- Modelación mediante Funciones de Transferencia

2.4.1.- Auto- correlograma y correlograma cruzado

Para dos variables x e y la correlación entre ambas queda definida por:

$$\text{corr}(x, y) = \frac{\sigma_{xy}}{\sigma_x \sigma_y} \quad (2.22)$$

Donde σ_{xy} representa la covarianza ($\text{cov}(x, y)$).

La correlación trata de establecer la dependencia que existe entre las dos variables que intervienen en una distribución bidimensional, es decir, determinar si los cambios en una de las variables influyen en los cambios de la otra. En caso de que suceda, diremos que las variables están correlacionadas o que hay correlación entre ellas.

Tanto la correlación como la covarianza son medidas de la asociación lineal entre dos variables aleatorias. Sin embargo, la correlación entrega información más fácil de interpretar, principalmente porque $\text{corr}(x, y)$ adopta valores dentro del intervalo $[-1, 1]$, mientras que la covarianza entre las mismas dos variables aleatorias, puede tomar cualquier valor. Además $\text{corr}(x, y)$ es una herramienta muy útil a la hora de detectar patrones y periodicidades.

Un proceso interesante para estudiar el comportamiento de una serie es calcular el valor de $\text{corr}(x, x)$ en los distintos instantes de tiempo. Para ello se toma la serie de valores y se va comparando esta serie con valores de ella misma, pero desplazados en el tiempo. Esta forma de calcular el coeficiente de correlación permite obtener la función de auto-correlación de dicha serie. Así, se define la autocorrelación de desfase k , como:

$$\rho(k) = \text{corr}(x, x-k) = \frac{\text{cov}(x, x-k)}{\sigma_x \sigma_{x-k}} \quad (2.23)$$

Al hacer variar $k=0, 1, 2, \dots$ se obtiene la función de autocorrelación simple (FACS). Esta función, presenta cuatro propiedades importantes:

- $\rho(0) = 1$
- $-1 \leq \rho(k) \leq 1$
- $\rho(k) = \rho(-k)$
- k varía desde 1 hasta un máximo que no puede exceder la mitad de los valores observados

Un autocorrelograma, por lo tanto, no es más que un gráfico que refleja los valores que toma la función de autocorrelación para los distintos desfases.

La forma que toma la curva en un autocorrelograma puede ser muy útil para inferir la naturaleza del proceso que ha generado la serie de tiempo en cuestión. En el caso de un proceso estrictamente aleatorio, los valores de la función de autocorrelación serán iguales a cero a partir del primer desplazamiento. Para un proceso periódico la morfología presentará oscilaciones sin amortiguamiento. En un proceso de medias móviles, es de esperar una caída rápida del coeficiente r a cero, con breves oscilaciones de pequeña amplitud y luego valores cercanos a cero hasta el final del autocorrelograma. Finalmente, en un proceso autoregresivo, se obtiene una curva con oscilaciones periódicas que se van amortiguando pero sin reducirse del todo a cero (Pulido et al, 2004).

Si se calculan los coeficientes de $corr(x, y)$ (las dos series corresponden a procesos diferentes), para distintos instantes de tiempo y se grafican los resultados, lo que se obtiene es un correlograma cruzado.

2.4.2.- Generalidades sobre Funciones de Transferencia

El objetivo de un modelo de función de transferencia es relacionar dos ó más series temporales elaborando modelos causales de predicción. Se busca explicar una serie temporal de entrada o *output*, en función de una u otras series temporales de salida o *inputs*. En estas relaciones se considera a priori que existe una causalidad unidireccional desde los *inputs* hacia el *output*, y no en la otra dirección.

Las razones de aplicar este tipo de modelo en lugar de uno lineal general son diversas. En primer lugar en el modelo lineal general, la relación suele ser instantánea y viene establecida de

antemano. Además, la relación va desde la variable entrada a la variable salida, pero esta última no influye sobre la primera. Finalmente, en el modelo lineal general, la parte de variable respuesta no explicada por la variable independiente x_t es un proceso u_t de variables independientes (De Juan Fernández, 1988).

Estos modelos son ampliamente utilizados en casi todos los campos científicos para evaluar respuestas dinámicas. Si pueden controlarse las variables de entrada, entonces estos modelos permiten simular y evaluar políticas alternativas. Si no lo son, ofrecen la posibilidad de estudiar cómo ciertos "escenarios", definidos por posibles evoluciones de la variable explicativa, afectan a la variable respuesta. Aún más, estos modelos son muy útiles para elaborar predicciones, aunque dependerá del intervalo que se tenga entre observaciones.

Desde la introducción de los modelos de función de transferencia y de los modelos ARIMA, (Box y Jenkins, 1970) su uso en hidrología se ha expandido rápidamente no solo porque representa una forma sistemática de modelamiento estocástico, sino también porque tiene un gran sentido físico con respecto a la representación del proceso precipitación-escorrentía.

2.4.3.- Estacionariedad de las series

Una de las propiedades que debe cumplir una serie temporal para que la aplicación de los modelos de función de transferencia obtenga una estimación con propiedades estadísticas razonables, es que el proceso estocástico subyacente sea estacionario.

Se dice que un proceso estocástico es estacionario si sus propiedades estadísticas no se ven afectadas por cambios de origen temporal, o matemáticamente si las funciones de distribución conjunta (F) son invariantes con respecto a un desplazamiento en el tiempo (Pulido et al, 2004).

Es decir, el proceso será estacionario en sentido estricto si se cumple que:

$$F(Y_{t_1}, Y_{t_2}, \dots, Y_{t_k}) = F(Y_{t_1+m}, Y_{t_2+m}, \dots, Y_{t_k+m}) \quad (2.24)$$

para cualquier t , k y m .

Esta definición se conoce como estacionariedad en sentido estricto o fuerte y tiene la desventaja de suponer conocida la función de distribución del proceso estocástico, lo cual es imposible. Es por esto que esta condición puede relajarse y el concepto que se acepta es de una estacionariedad en sentido débil o amplio, el cual se obtiene cuando la esperanza y la varianza son constantes e independientes del tiempo, y cuando la covarianza sólo depende del desfase y no del momento del tiempo (Ruiz, 1994).

Matemáticamente:

$$E[Y_t] = E[Y_{t+m}] \quad \forall m \quad (2.25)$$

$$Var[Y_t] = Var[Y_{t+m}] \neq \infty \quad \forall m \quad (2.26)$$

$$Cov(Y_t, Y_s) = Cov(Y_{t+m}, Y_{s+m}) \quad \forall m \quad (2.27)$$

para cualquier **t**, **s** y **m**.

De la última relación se desprende además que los coeficientes de correlación también dependen sólo del desfase y no del instante de tiempo, evidentemente.

Lógicamente si una serie es estacionaria en sentido estricto, lo será también en sentido débil. Por lo demás, cuando el proceso estacionario en sentido débil presenta distribución normal, entonces se puede demostrar que también será estacionario en sentido estricto.

A efectos prácticos, para aplicar los modelos de función de transferencia a series de tiempo, se requiere como mínimo que éstas sean estacionarias en sentido débil, es decir, si se dividen las muestras en varios sub-períodos (teóricamente infinitos períodos) la media y la varianza de ambas series debieran mantenerse constantes.

Una forma sencilla de detectar si una serie cumple o no con esta propiedad es mediante la representación gráfica, ya que una media constante implica la ausencia de tendencias en la serie, por lo que la forma de la curva de la serie graficada debería verse muy parecido a una línea paralela al eje de abscisas. De igual modo, cuando la varianza es constante implica que las

oscilaciones alrededor de tal media sean semejantes en cualquier instante de tiempo, lo que se conoce técnicamente como homocedasticidad.

La eliminación de tendencias puede obtenerse, en la mayoría de los casos, con la toma de una diferencia entre la serie y la recta de mejor ajuste. Si con esto se elimina la tendencia, entonces, la representación gráfica mostrará una línea oscilante sobre una línea horizontal al eje de abscisas. Si se mantiene la tendencia, se puede tomar una segunda diferencia.

El problema de que la serie no sea homocedástica, puede solucionarse de forma satisfactoria tomando logaritmos en la serie original. Efectivamente, la toma de logaritmos tiene la importante propiedad de disminuir la variabilidad de la serie, manteniendo el patrón de comportamiento. En la mayor parte de los casos, la toma de logaritmos ha de ser suficiente para que la heterocedasticidad deje de ser un problema.

Otra irregularidad que afecta la condición de estacionariedad son los saltos. La remoción de estos fenómenos es extremadamente sencilla y consiste solamente en restar la magnitud del salto a todos los datos del intervalo que se encuentra afectado.

También se puede lograr que una serie sea estacionaria con una simple diferencia entre la variable en el instante t con la variable en el instante $t-1$. Como en este estudio lo relevante de las series son las variaciones de éstas, con este sencillo procedimiento se obtiene una nueva serie representada sólo por las diferencias y que a su vez es estacionaria.

2.4.4.- Matemática de los modelos de función de transferencia

Sean X_t e Y_t dos series de tiempo, precipitación y caudal respectivamente, por ejemplo. Para correlacionar directamente ambas variables, cada una de ellas debe ser independiente, entonces si se pretende explicar la variable Y_t en función de otra X_t , se requiere verificar previamente tal condición. Una de las formas de obtener series independientes e idénticamente distribuidas es a través de transformaciones a series normales.

$$X_t \sim N(0, \sigma_X^2)$$

$$Y_t \sim N(0, \sigma_Y^2)$$

El procedimiento de normalización se realiza de la misma forma como se explicó en el punto 2.1. La función de transferencia entre X_t e Y_t se expresa como:

$$Y_t = \delta_1 Y_{t-1} + \delta_2 Y_{t-2} + \dots + \delta_r Y_{t-r} - \omega_0 X_{t-b-1} \dots - \omega_s X_{t-b-s} + \eta_t \quad (2.28)$$

En donde

b : Desfase entre la excitación y el inicio de la respuesta.

r : Número de términos autorregresivos de la variable respuesta.

s : Número de términos de excitación.

η_t : Representa la parte no explicada por la excitación ni la variable misma.

δ_i : Coeficientes de ajuste correspondiente a la respuesta. ($i= 1, \dots, t-r$)

ω_j : Coeficientes de ajuste correspondiente a la excitación. ($j= 0, \dots, t-b-s$)

Los modelos de Funciones de Transferencia poseen un desfase b entre la excitación y el inicio de la respuesta, r términos autorregresivos de la variable respuesta y $s + 1$ términos de excitación, de manera que en general se expresan como un modelo FT(r,s,b). El último término representa la parte no explicada por la excitación ni la variable misma y puede tener dependencia en sí mismo.

Una vez que se ajustan diferentes modelos candidatos es posible elegir el más adecuado según diferentes criterios, entre los que están su parsimonia y la mejor reproducción de la estructura de dependencia encontrada en los datos. Para escoger el mejor modelo se debe primero tener en cuenta que la razón entre el n° de datos/n° de parámetros, esté comprendida entre 10 y 100 (recomendable es 15). Además se debe construir un autocorrelograma y verificar hasta que desfase existe una dependencia importante.

Para dar mayor claridad en la elección del modelo, se ha utilizado el indicador AIC *Akaike's Information Criterion* (Akaike, 1973):

$$AIC = -\frac{2}{T} \cdot \ln(\text{verosimilitud}) + \frac{2}{T} \cdot d \quad (2.29)$$

Donde la función de verosimilitud es evaluada con estimaciones de máxima verosimilitud, d es el número de parámetros, y T es el tamaño de la muestra.

En el caso específico de funciones de transferencia del tipo **2.28** se convierte en:

$$AIC = n \cdot \ln \left(\sum \left(\frac{\varepsilon_t^2}{n-1} \right) \right) + (r + s) \quad (2.30)$$

En donde

ε_t : Serie de residuos.

n : Número de datos de la serie de residuos.

r : Número de términos autorregresivos de la variable respuesta.

s : Número de términos de excitación.

El procedimiento consiste en construir varios modelos con distintos números de parámetros, y se elige el de menor AIC. Una vez seleccionado el modelo, corresponde establecer en qué medida éste explica la variable de interés.

La incertidumbre de un modelo estocástico se mide en función de la varianza de la serie de residuos ($\sigma_{\varepsilon t}$), y se relaciona con la varianza de la serie original (σ_{Yt}), mediante el indicador “explicación”.

$$Explicación = \left(1 - \left(\frac{\sigma_{\varepsilon t}}{\sigma_{Yt}} \right)^2 \right) \quad (2.31)$$

Este indicador, cobra mucha relevancia en el caso de las funciones de transferencia. Por ejemplo, en qué medida las variaciones de las precipitaciones explican las variaciones de los caudales, cuando ambos registros se reportan en una misma cuenca hidrográfica, da indicios de la existencia de aportes regionales.

Se define además la ganancia que es la respuesta del sistema en régimen cuando la excitación es unitaria:

$$G = \frac{(\omega_0 + \omega_1 + \omega_2 + \dots + \omega_s)}{1 - (\delta_1 + \delta_2 + \dots + \delta_r)} \quad (2.32)$$

La ganancia indica que un aumento (o disminución) de la variable de excitación en una desviación estándar, puede significar un aumento a su vez en la serie de respuestas, en G veces la desviación típica de esta última serie (Barra, 2010).

2.5.- Análisis fractal de series de tiempo

2.5.1.- Generalidades

En su gran mayoría, las series temporales obtenidas de procesos naturales presentan una aparente aleatoriedad, sin embargo, detrás de muchos fenómenos de interés existen ciertos patrones de orden ocultos bajo un comportamiento azaroso aparente.

Encontrar una forma adecuada de modelar el comportamiento de los sistemas naturales en función del tiempo ha sido motivo de estudio durante siglos. Por ejemplo, sería deseable conocer si el comportamiento de un sistema durante un cierto periodo de tiempo puede ser extrapolado a intervalos de tiempo sustancialmente distintos. Si ello fuese cierto, el fenómeno en estudio podría considerarse como un fractal en el tiempo y podría aplicarse en su estudio, la metodología utilizada para el tratamiento de los objetos fractales (Mahamud, 2004).

Existen dos características fundamentales que posee un objeto fractal y que lo definen. La dimensión que poseen, que no es entera sino fraccionaria y su propiedad de autosimilaridad. Este último concepto supone que los detalles a cualquier escala que posee un objeto fractal tienen alguna relación estadística con sus propiedades globales. En el caso de series de tiempo, la escala queda definida por los intervalos de tiempo considerados entre medición y la hipótesis de fractalidad en ella, implica, por lo tanto, tal concepto: auto-similaridad, en el sentido de que las partes replican en una escala menor al total.

2.5.2.- Coeficiente de Hurst

Una de las pruebas más ampliamente utilizadas para determinar la dimensión fractal de una serie temporal es el análisis R/S introducido por el hidrólogo británico Harold Edwin Hurst (1900-1978), quien estudió entre los años 50 y 60, cómo la capacidad de reserva de las represas del río Nilo debía fluctuar a través del tiempo. Conociendo los estudios de Einstein acerca del

movimiento Browniano (camino errático que describe una partícula suspendida en un fluido), Hurst consideró que podía utilizar parte de esta teoría para analizar la supuesta aleatoriedad del río Nilo (Gutiérrez, 2008).

El estadístico R/S (R_n^{**} en la notación de este estudio) es el cociente entre el rango de las sumas parciales de las desviaciones de las medias de una serie de tiempo y la desviación estándar.

Considerando una serie x_i , con $i = 1, \dots, N$ y una sub-muestra x_1, \dots, x_n con $n \leq N$. Entonces el almacenamiento (S_i) es igual al volumen necesario de almacenar, o entregar, para poder satisfacer una demanda igual al promedio de la serie hasta el intervalo n , y se calcula como:

$$S_i = S_{i-1} + (x_i - \bar{x}_n) \quad i = 1, \dots, n \quad (2.33)$$

Donde $S_0 = 0$ y \bar{x}_n es la media de x_1, \dots, x_n .

Se definen el rango ajustado (R_n^*) y el rango normalizado (R_n^{**}) con las siguientes expresiones:

$$R_n^* = \max(S_0, S_1, \dots, S_n) - \min(S_0, S_1, \dots, S_n), \quad (2.34)$$

$$R_n^{**} = \frac{R_n^*}{s_n} \quad (2.35)$$

Siendo s_n la desviación típica de x_1, \dots, x_n , que se calcula como:

$$s_n = \sqrt{\sum_{r=1}^n \frac{(x_r - \bar{x}_n)^2}{n}} \quad (2.36)$$

El rango ajustado corresponde entonces, al volumen necesario que debe almacenarse para que en el periodo de n intervalos se pueda entregar un gasto constante igual al promedio. El rango normalizado es el mismo expresado en términos de la desviación típica (Barra, 2010). Finalmente el coeficiente de Hurst se calcula con la siguiente expresión:

$$H = \frac{\ln(R_n^{**})}{\ln(n/2)}, \quad n > 2 \quad (2.37)$$

Para la mayoría de los fenómenos naturales el valor de H es aproximadamente 0,73 con una desviación típica de 0,08 (Smith, 1983).

2.5.3.- Interpretación del coeficiente de Hurst y su relación con la dimensión fractal

El valor del coeficiente de Hurst $H = 0,5$ indica aleatoriedad del fenómeno o que la serie está formada por valores normales independientes. Valores de H mayores a 0,5 indican persistencia, es decir, la tendencia de la serie de tiempo es a continuar creciendo (o decreciendo). Teóricamente se habla de que los sucesos que ocurren hoy impactan los sucesos futuros por siempre o que la serie es sensible a las condiciones iniciales. Un coeficiente menor a 0,5 indica antipersistencia, es decir, la serie temporal posee una tendencia de regresar constantemente al lugar de procedencia y por ende difundirse más lentamente (Mandelbrot, 1977).

Mandelbrot (1924-2010), padre de la geometría fractal y principal responsable del auge de ésta en la década de los 70, define a un objeto fractal como aquel en que su dimensión de Hausdorff (D) es mayor que su dimensión topológica. El concepto de dimensión topológica responde a los grados de libertad que posee un objeto, así, la curva tiene una dimensión, la superficie tiene dos dimensiones y el volumen tiene tres dimensiones. En cambio la dimensión de Hausdorff o dimensión fractal, es la capacidad que tiene un objeto de rellenar el espacio que lo contiene, por lo que puede tomar valores continuos en el espacio de los números reales, entre 0 y 3.

Según Mandelbrot, si el coeficiente de Hurst está en el intervalo $[0,5; 1]$ se puede relacionar con la dimensión fractal mediante la expresión:

$$D = 2 - H \quad (2.38)$$

lo cual implica que D se encuentra en el intervalo $[1; 1,5]$. Obtener, para el caso de una serie de tiempo, un valor de D mayor a 1 es bastante significativo ya que implica que el fenómeno en cuestión es de naturaleza fractal dado que la dimensión de Hausdorff es mayor al valor establecido por la dimensión topológica (igual a 1). Y como fractalidad implica autosimilaridad, se puede establecer que la serie posee similaridad estadística a distintas escalas.

CAPÍTULO 3. TRABAJOS DE CAMPO

En esta sección se presentará una descripción detallada de la zona de estudio, tanto el sistema general como el particular y se describirán los trabajos en terreno realizados que permitirán aplicar las metodologías descritas en el capítulo 2.

3.1.- Descripción del sistema general de estudio

El sistema general está ubicado en la segunda región de Antofagasta e incluye al salar de Atacama, además de las cuencas del río San Pedro y Vilama en el norte, y el grupo de cuencas endorreicas en el suroriente. Esta zona, esquematizada en la **figura 3.1**, queda delimitada aproximadamente por las siguientes coordenadas:

Tabla N° 3.1: Límites del sistema general de estudio.

Límite	Norte	Sur	Oeste	Este
Coordenada sexagesimal	22° 24'	24° 12'	68° 45'	67° 15'
Coordenada UTM	7.528.190 S	7.322.490 S	525.380 E	673.810 E



Figura N° 3.1: Sistema general de estudio (Imagen: Google Maps).

La cuenca del Salar de Atacama se emplaza en el centro oriente de la II Región de Antofagasta y es la tercera en tamaño, después de la del Loa y de la pampa del Tamarugal. Posee una superficie aproximada de 15.620 km², con su mayor longitud en sentido N-S de 210 km. y un ancho máximo de 110 km. Esta cuenca posee un gran potencial de agua subterránea, la que aflora en esporádicas lagunas en la superficie. En el último tiempo, este reservorio ha adquirido especial importancia como fuente de agua industrial para distintos proyectos mineros que pueden materializarse en su entorno.

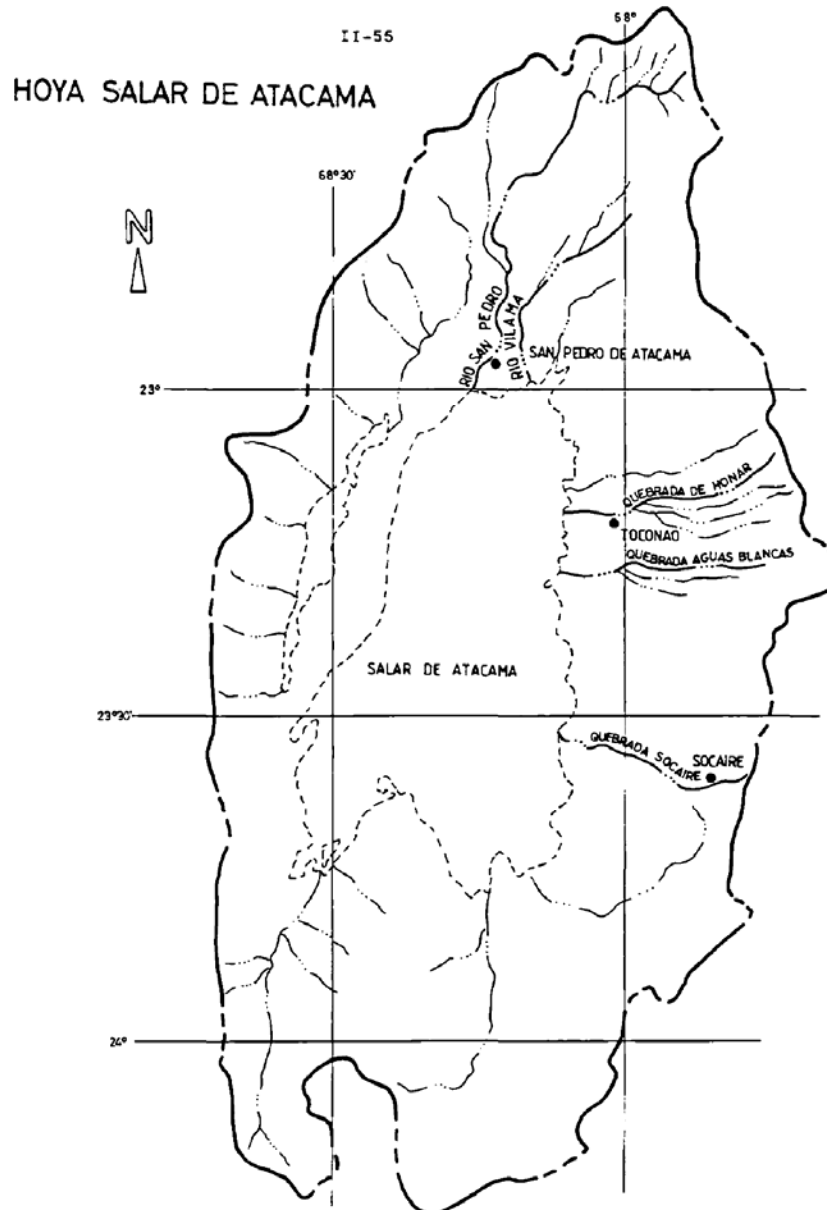


Figura N° 3.2: Hoya del Salar de Atacama con Hidrografía principal (Fuente: DGA, 1996).

El fondo de la cuenca de Atacama está ocupado por el salar propiamente tal, en el cual subsisten algunas lagunas remanentes. Se encuentra formado en una depresión sin salida de aguas y recibe los aportes de algunos ríos y múltiples quebradas por las cuales se filtra agua desde la cordillera. La extensión húmeda alcanza aproximadamente a 1.500 km², lo que representa un 1 de la superficie total, con una altitud media de 2.400 m s.n.m. Constituye la base de equilibrio de una profusa red de drenaje, cuyas principales vías de escurrimiento desembocan en la cabecera norte del salar a través de los ríos San Pedro y Vilama.

El río San Pedro se genera de la confluencia de los ríos Grande que viene del noreste y del Salado que proviene del Noroeste. Esta junta se produce a unos 12 km aguas arriba del pueblo de San Pedro de Atacama. A su vez, el río Grande proviene de la reunión en la alta cordillera de los ríos Jauna y Putana. El río San Pedro es el principal aporte superficial al salar y el que sustenta la mayor área regada alrededor del pueblo principal.

El segundo río importante es el Vilama, el cual presenta un cauce casi paralelo al anterior y desemboca unos 5 km al oriente de la desembocadura de aquél. Se origina en Guatín, a unos 22 km al norte del pueblo de San Pedro de Atacama, de la confluencia de los ríos Purifica y Puritana, a 3.370 metros de elevación.

Por el norte la línea divisoria oriental de las cuencas del río San Pedro y Vilama prácticamente coinciden con las altas cumbres de la frontera con Bolivia.

Una particularidad del Salar es que posee el 4 de las reservas mundiales de litio, además de potasio, bórax y otras sales que lo convierten en el depósito salino más grande de Chile. Desde su origen (Cretácico superior hace unos 40 millones de años) su sistema hidrológico ha ocupado la cuenca entre las cordilleras de los Andes y Domeyko. Su historia ha sido interrumpida por los movimientos tectónicos que hicieron plegarse la corteza teniendo como resultado la creación de la cordillera de la Sal hace aproximadamente 10 millones de años.

La Cordillera de los Andes, que limita esta cuenca por el Oriente, posee un intenso volcanismo, cuyas lavas y escorias colmaron las cumbres produciendo una planicie altiplánica y bajaron también hacia el Salar, cubriendo toda la topografía de los cerros y creando un faldeo homogéneo y de pendiente suave entre el altiplano y el salar. Ese material volcánico, muy permeable,

permite que el agua de las precipitaciones, nivales y pluviales, se filtre y parte de ellas aparezcan como vertientes en el piedemonte, donde están los poblados de Toconao, Camar, Peine y Socaire, entre otros.

Al sur oriente, la cuenca del salar de Atacama sigue en toda su extensión en territorio chileno coincidente con la línea de volcanes antepuestos de la Alta Puna, que la separa de cuencas endorreicas menores del altiplano chileno, algunas de las cuales comprenden el sistema particular de estudio de esta memoria.

En este sistema general ya descrito, se realizaron algunos trabajos que serán presentados en el capítulo 4 y que servirán como base y argumento para el análisis en la zona particular de estudio. Estos estudios corresponden principalmente a funciones de transferencia entre precipitación y caudal de los cursos de agua en río Vilama, río San Pedro y Canal Cuno.

3.1.1.- Clima de la zona

El clima predominante de la zona corresponde al tipo Desierto Marginal de Altura, el cual se manifiesta entre los 2.000 y los 3.000 m de altura y se caracteriza por bajas temperaturas, humedad relativa baja, aire muy seco y de baja densidad, en comparación a lo que ocurre a nivel del mar. Estos aspectos además condicionan una alta luminosidad y radiación solar. Los cielos son predominantemente despejados, diáfanos y limpios.

La humedad relativa es notablemente baja, implicando una capacidad casi nula por parte del aire para absorber y conservar el calor. Existen acentuadas diferencias de temperatura entre el día y la noche, por la escasa regulación que impone una atmósfera seca. Las temperaturas mínimas diarias son generalmente menores a los 0 °C, que pueden disminuir fácilmente bajo los -10 °C durante el invierno.

En este clima, el régimen de precipitaciones se presenta mezclado observándose precipitaciones estivales y también de origen ciclónico, aunque escasas en ambos casos. Las de origen ciclonal, se presentan con intervalos de varios años, cuando suceden inviernos pluviométricamente rigurosos en la zona central del país. En estos casos, suelen ser mayores a las del verano.

Debido a la altura, las temperaturas son más frías y la misma altura atenúa las oscilaciones térmicas anuales, pero aumenta las diarias. Calama presenta 6.5° C de diferencia entre las temperaturas medias del mes más cálido y el más frío y de sólo 3.8° C en las temperaturas máximas; en cambio presenta hasta 22° C de diferencia entre las máximas y las mínimas diarias y en días particulares pueden registrarse hasta 30° C de diferencia.

Además, en esta región se presenta el clima de estepa de altura. Este clima abarca la zona sobre los 3.000 m, comprendiendo la Puna de Atacama. Esta altura hace que las temperaturas sean muy frías, lo que provoca que muchas de las precipitaciones sean en forma de nieve. La línea de nieves eternas se ubica aproximadamente a los 5.700 metros, caracterizando los picachos más elevados de la Región. Las precipitaciones todavía responden al régimen estival y son mucho menores que en zonas con el mismo clima de la I Región, no logrando vencer el carácter de desierto y siguen disminuyendo hacia el sur. En Inacaliri superan los 110 mm anuales, pero en Socompa no alcanzan a los 40 mm.

En la **figura 3.3** se muestra un diagrama del sistema general de estudio en donde se puede observar la distribución de altitudes. En el centro de la figura se aprecia el salar de Atacama con su forma característica.

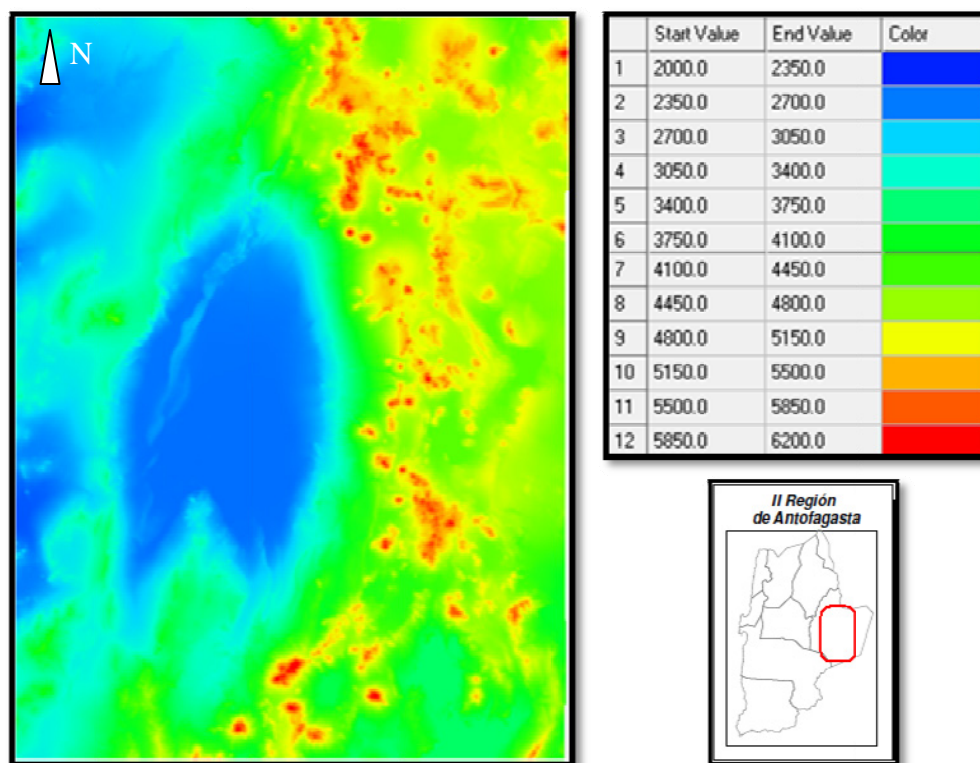


Figura N° 3.3: Diagrama de altitudes (Imagen: Watershed Modeling System).

3.1.2.- Hidrogeología

La cuenca del salar presenta rocas con edades desde el Paleozoico al Reciente. En todo su rango cronológico, las unidades representan principalmente facies sedimentarias, que colmatan esta gran cuenca desde el cretácico.

Desde el punto de vista geológico, el salar se encuentra cerrada por afloramientos cretácicos y Paleozoicos por el sur, por volcanitas del Terciario superior al Reciente por los flancos Este y Sur y depósitos sedimentarios cretácicos por el Oeste. Como rocas basamentales de esta cuenca se consideran las unidades desde el Paleozoico hasta el Terciario medio, las que afloran en distintas zonas del área estudiada.

Los acuíferos considerados en este estudio corresponden básicamente a rocas volcánicas y sedimentos asignados al Terciario superior Reciente. Es importante destacar que en el sector Sur oriental de la cuenca del Salar de Atacama (el más relevante del punto de vista de este estudio) se destacan afloramientos de volcanitas ignimbríticas del Plioceno, atravesadas por estructuras principales orientadas N-S. Estas rocas pueden encontrarse formando acuíferos de buena calidad en cuencas endorreicas de otras zonas del norte de Chile, como son Coposa, Michincha y Salar del Huasco en la I Región, zona de las nacientes del río Loa e incluso, en la misma cuenca del Salar de Atacama en la II Región, como son las cuencas descritas en la zona particular de estudio, descritas en el punto **3.2** de esta memoria. Por lo tanto, no se puede desconocer la importancia que pueden tener estas rocas para transportar escorrentías de agua subterránea desde sectores inmediatamente al Este de la cuenca hidrográfica del Salar de Atacama.

En el sector que ocupa actualmente el Salar de Atacama existe un vasto embalse de agua subterránea que es abastecido desde el norte por un acuífero procedente de un curso paralelo al río San Pedro, por el nororiente, que nace de las estribaciones occidentales del volcán Licancabur y por el sur de las faldas del cerro Pular.

Los principales aportes al acuífero del Salar de Atacama provienen del extremo este, específicamente, de la infiltración de la precipitación que se produce en el altiplano. Entre estos aportes se encuentran aquellos que se pretenden demostrar en este estudio, de las cuencas endorreicas del sector sureste.

Como la cuenca corresponde a un sistema cerrado, la descarga se produce por evaporación en el área del salar y en lagunas ubicadas en sus márgenes.

3.1.3.- Límites de la cuenca hidrogeológica del Salar de Atacama.

Cuando los límites de una cuenca hidrográfica lo constituyen unidades de sedimentos o rocas permeables, resulta evidente que no se puede pensar que los bordes superficiales de una cuenca se sobreponen físicamente también a los definidos por las escorrentías subterráneas. Este es el caso, por ejemplo, del extremo Sur-Este de la cuenca del Salar de Atacama, donde el límite de la cuenca hidrográfica está determinado por una divisoria de aguas establecida sobre rocas volcánicas fracturadas, lo que genera transmisividades que permiten el movimiento del agua. El sector Sur oriental de la cuenca del Salar de Atacama presenta afloramientos de volcanitas ignimbríticas del Plioceno, atravesadas por estructuras principales orientadas N-S, como ya se hizo mención. El presente estudio toma relevancia entonces, al establecer, con mayor certeza, la fuerte probabilidad de que exista un aporte desde el Este hacia la cuenca hidrográfica del salar y desligando los límites superficiales de los límites subterráneos de las cuencas.

3.1.4.- Subdivisión administrativa de la cuenca del Salar de Atacama

Otros trabajos realizados en la zona a la fecha, han permitido a la Dirección General de Aguas presentar un estudio sobre la disponibilidad del recurso hídrico subterránea en esta cuenca, divulgado como Minuta Técnica N° 60 (DGA, 1999), que entrega los criterios para otorgar o denegar derechos de agua en la zona.

La Minuta 60 establece una subdivisión administrativa donde los límites definidos dentro de la cuenca determinan distintos escenarios de disponibilidad del recurso. En ella, se adopta una zonificación de la cuenca, estableciendo para cada una de las zonas definidas, un valor en cuanto a los caudales subterráneos y superficiales disponibles. Tal subdivisión, está fundamentada en base a criterios geológicos, hidrogeológicos y de ubicación de pozos.

En función de los elementos mencionados, se definen seis zonas, incluyendo el salar mismo, que pueden apreciarse en la **figura N°3.4:**

DERECHOS DE APROVECHAMIENTO DE AGUAS SUBTERRANEAS Y SUPERFICIALES
SALAR DE ATACAMA II REGION

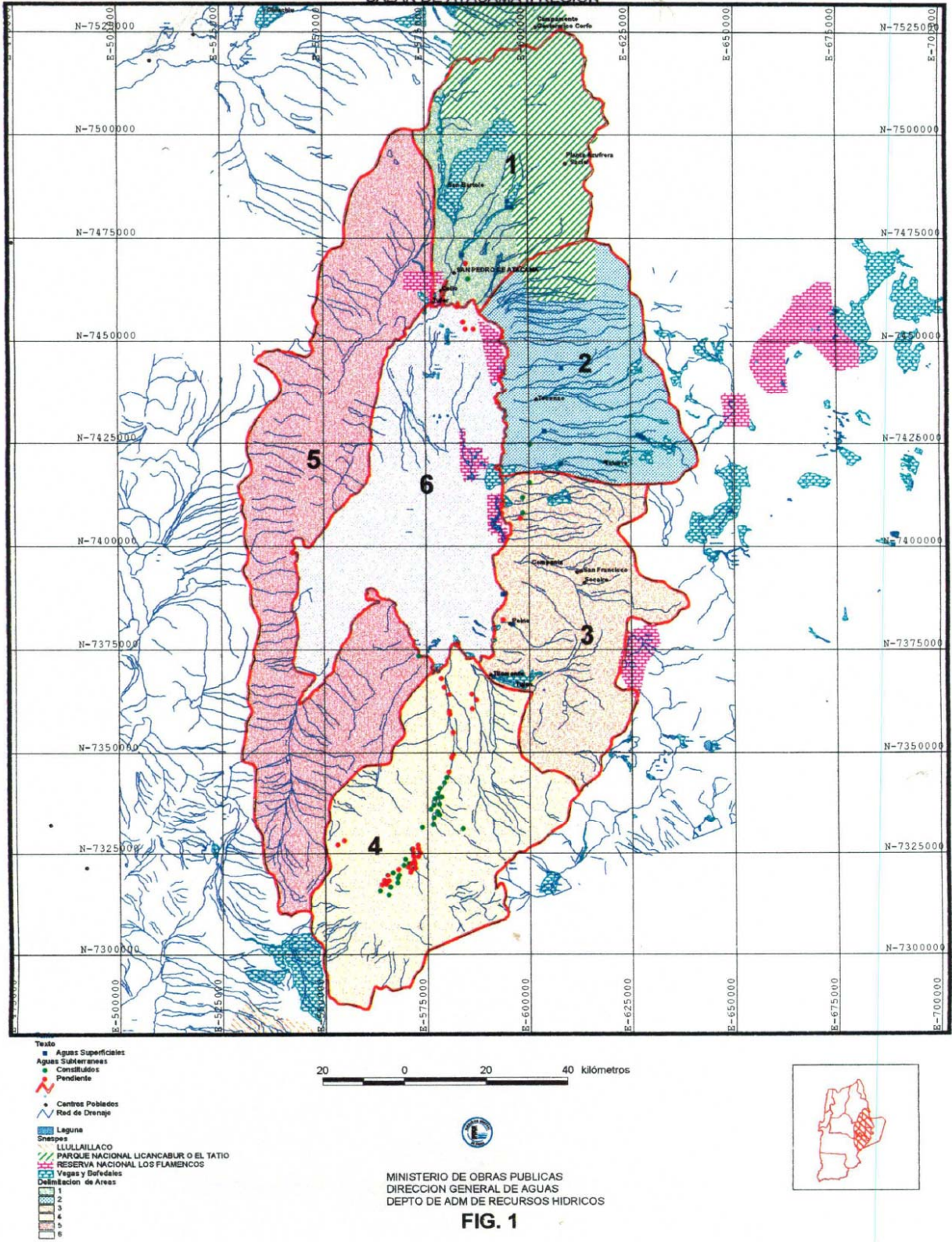


Figura N° 3.4.- Zonificación según minuta N° 60 (Fuente: DGA, 1999).

En esta figura, las zonas más relevantes del punto de vista de este estudio, corresponden a la zona 6 (Salar mismo), zona 1 (cuencas de los ríos Vilama y San Pedro), y zona 3 (zona de traspaso desde las cuencas endorreicas al Salar de Atacama y donde se ubica la cuenca del canal Cuno). Inmediatamente al oriente de la zona 3 se encuentra el grupo de cuencas endorreicas que será descrito en el siguiente punto.

Como existe información a la fecha que permitiría establecer distintos acuíferos, particularmente en el extremo Sur-Oriental, donde las prospecciones geofísicas muestran rocas volcánicas fracturadas, y estableciendo que en general los acuíferos presentes en la cuenca son genéticamente similares, se requiere de un estudio con más información para realizar esta división administrativa y técnicamente esta zonificación podría no ser del todo válida. Sin embargo, este estudio facilitará el trabajo en cuanto a establecer precipitaciones promedio en las zonas de los ríos San Pedro, Vilama y canal Cuno.

3.2.- Descripción del sistema particular de estudio

La zona particular de análisis considera como sistema terminal, el sector suroriente del Salar de Atacama conformado por un grupo de cuencas endorreicas, a partir del cual se efectúan los análisis hacia aguas arriba (dirección nor-poniente), en un supuesto y posible flujo regional.

Este grupo de cuencas se encuentran en la II Región de Antofagasta, aproximadamente 70 km. al sureste del poblado de Socaire, en el margen sur occidental del Gran Altiplano Sudamericano, también denominado como Puna de Atacama. El acceso desde la ciudad de Calama es a través de la ruta 23-CH, recorriendo aproximadamente 200 km. de carretera pavimentada hasta Socaire, y luego unos 70 km de camino sin pavimentar en buen estado.

En la **figura N° 3.5** se puede apreciar el sistema particular de estudio y su relación tanto con el sistema general como con el salar de Atacama.

La zona particular de estudio comprende varias cuencas endorreicas hidrográficamente separadas:

- Laguna Miscanti
- Laguna Tuyajto
- Pampa Colorada
- Pampa Las Tecas
- Aguas Calientes
- Salar de Capur

En la **figura N°3.6** se aprecia la distribución espacial de estas cuencas junto con la cuenca exorreica del canal Cuno.



Figura N° 3.6: Cuencas endorreicas y cuenca del Canal Cuno (Imagen: Google Earth).

Una cuenca endorreica es un área en la que el agua no tiene salida superficial a ríos o el mar. El término tiene raíces griegas, endo, "interior" y rhein, "fluir". Cualquier lluvia o precipitación que caiga en una cuenca endorreica permanecerá allí, abandonando el sistema únicamente por infiltración o evaporación, lo cual contribuye a la concentración de sales. En las cuencas

endorreicas en que la evaporación es potencialmente mayor que la alimentación, los lagos salados han desaparecido y se forman salares (Como el salar de Capur, por ejemplo). Las cuencas endorreicas también son denominados sistemas de drenaje interno. Si bien, en teoría, las cuencas endorreicas se pueden dar en cualquier clima, en la práctica son más comunes en zonas de desierto cálido.

Los materiales que forman estas cuencas son materiales volcánicos (ignimbritas, coladas y tobas) de edad Miocena a Pleistoceno, con rellenos sedimentarios generalmente lacustres, fluviales y aluviales, de edad Cuaternaria.

La columna estratigráfica generalizada para el sistema particular de estudio, se presenta en la **Figura N° 3.7**, en ella a cada una de las unidades geológicas se le asignó una letra.

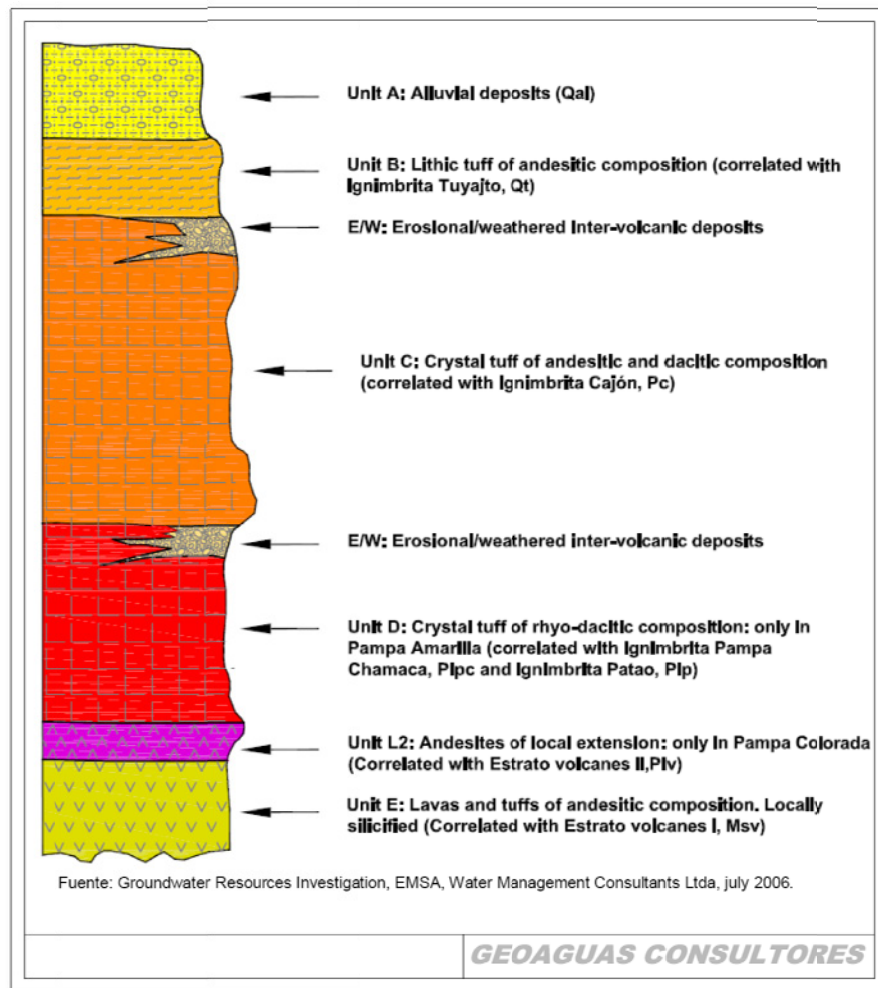


Figura N° 3.7: Columna estratigráfica generalizada del sistema particular de estudio (Fuente: Geoaguas Consultores).

Como ya se hizo mención en la presentación de este trabajo, las particularidades de estas cuencas, con elevadas alturas y condición de (cuasi) endorreicas, obligan a utilizar técnicas no habituales de evaluación de disponibilidad de sus recursos. En efecto, la precisión en la estimación de la evaporación en estos sistemas se convierte en la principal variable de trabajo, a diferencia de sistemas abiertos y de menor cota, donde se privilegia la infiltración para la evaluación de la recarga.

En mérito a lo anteriormente expuesto, se han realizado importantes esfuerzos para instalar, mantener y operar una red de monitoreo destinada a la obtención de datos relevantes para la realización del presente estudio y de varios otros en ejecución.

3.2.1.- Estudios anteriores realizados en el sistema Tuyajto

Una situación relevante en laguna Tuyajto, es que ya han sido estudiados los flujos intercuenas con anterioridad. En efecto, GeoAguas Consultores realizó un balance hidrológico el año 2009 en el cual se determinaron tanto las entradas como las salidas al sistema. Lo relevante desde el punto de vista de este análisis, es que, mediante prospección geofísica, se determinó que bajo los límites hidrográficos de la cuenca existen rocas volcánicas fracturadas, las cuales poseen transmisividades que permiten el movimiento del agua.

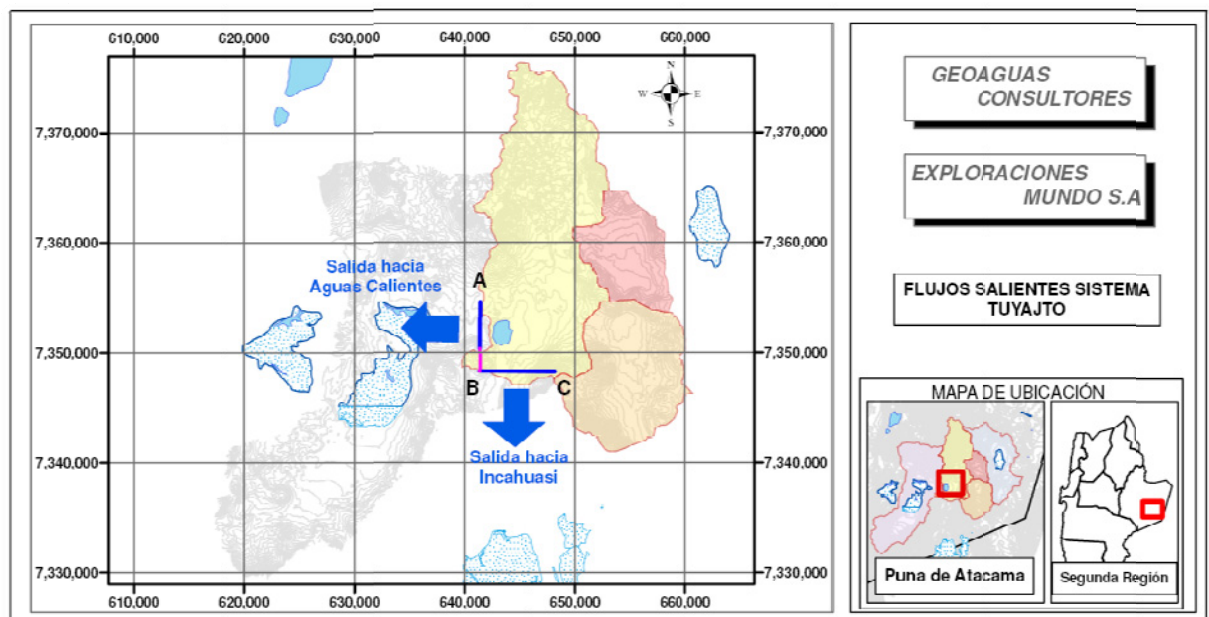


Figura N° 3.8: Esquema de perfiles geofísicos generados en Tuyajto (Fuente: GeoAguas Consultores).

En la **figura N° 3.8**, se muestran los perfiles geofísicos generados en los estudios señalados. No es una casualidad que se hayan realizado sondeos exclusivamente en los perfiles A-B y B-C; en efecto, estas dos zonas corresponden a las únicas salidas de flujo subterráneo del sistema Tuyajto según los estudios realizados por la consultora mencionada. En documento anexo se entrega una figura con los resultados obtenidos en la modelación matemática de los estudios citados.

Como se verá en el capítulo 5, el perfil relevante corresponde al A-B, el cual se aprecia en la **figura N° 3.9**.

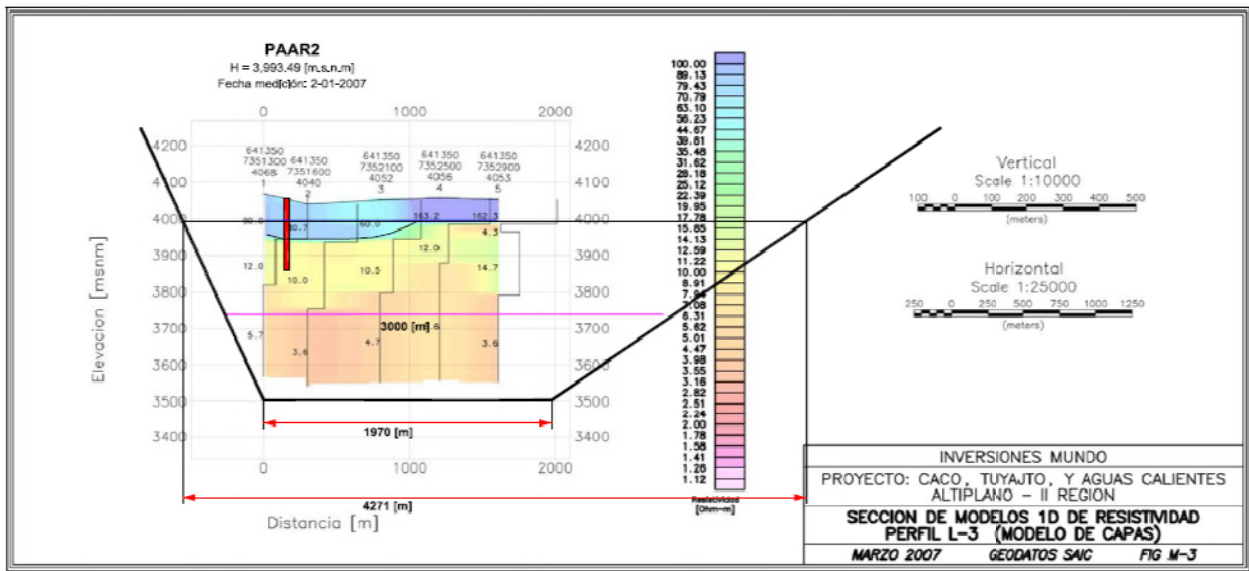


Figura N° 3.9: Perfil geofísico A – B (Fuente: GeoAguas Consultores).

3.3.- Trabajos en la zona particular de estudio

A continuación se presentan los trabajos en terreno en la zona particular de estudio requeridos para el desarrollo de esta memoria y que fueron realizados durante el mes de noviembre de 2010.

3.3.1.- Elección de puntos de Instalación

Con la finalidad de poder construir funciones de transferencia entre la conductividad eléctrica, caudal o precipitación de diversos puntos de la zona de interés, se instalaron conductivímetros en 6 puntos estratégicos. Básicamente, se midió la conductividad eléctrica conjuntamente en cada una de los puntos a intervalos de 1 hora desde el 7 de noviembre hasta el 9 de diciembre de 2010. De esta manera se cuenta con series de 750 datos, aproximadamente.

En la **tabla N° 3.2** se presentan las características más relevantes de los conductivímetros instalados, mientras que en la **figura N° 3.10** se puede apreciar la distribución espacial de tales instrumentos.

Tabla N° 3.2: Conductivímetros instalados.

Nombre	Altitud (m.s.n.m.)	UTM E	UTM N	Profundidad (m)	Tipo Conductivímetro
Tuyajto Norte	4.040	644.079	7.352.885	-	Mini Troll
Tuyajto Sur	4.038	643.775	7.350.578	-	Mini Troll
Salida Tuyajto	4.017	641.359	7.351.716	25,55	CTD Diver
Canal Cuno	4.284	618.130	7.388.241	-	Mini Troll
Capur	4.274	625.003	7.353.999	-	CTD Diver
Salar de Atacama	3.100	595.394	7.385.261	20,88	CTD Diver

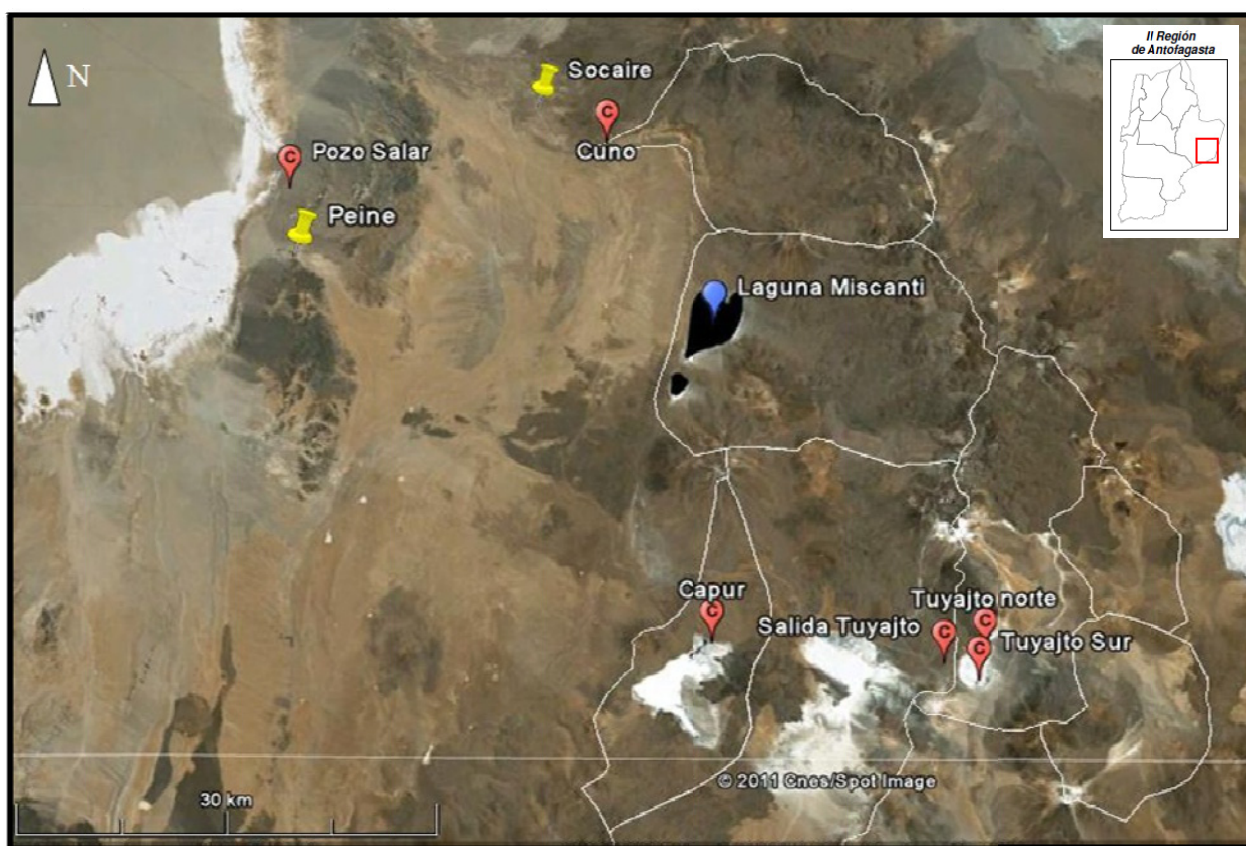


Figura N°3.10: Distribución de conductivímetros (Imagen: Google Earth).
C = Conductivímetro

La elección de estos puntos se efectuó, en primer lugar, de acuerdo a la hipótesis que se tiene de flujo de agua subterráneo desde el suroriente hasta el salar de Atacama, intentando cubrir toda la zona de interés. Luego se consideraron los recursos disponibles (se contaba con 6 instrumentos), la accesibilidad de los puntos y las restricciones de tipo ambiental (Por ejemplo, no es posible instalar instrumentos en la laguna Miscanti).

Finalmente, y como se desprende de la **tabla N° 3.2** y de la **figura N° 3.10**, dos de los conductivímetros se instalaron dentro de pozos, uno en el borde del salar de Atacama y otro en el borde occidental de la cuenca de la laguna Tuyajto. Otro instrumento se colocó en el curso de agua del canal Cuno muy cercano a la estación canal Cuno en Socaire de la DGA. En una de las vertientes en el salar de Capur se dejó otro equipo y, finalmente, dos instrumentos fueron instalados en las entradas norte y sur de la laguna Tuyajto, los que serán relacionados con el conductivímetro dejado en el pozo a la salida de esta cuenca. Un detalle del sistema Tuyajto con la ubicación de los conductivímetros se aprecia en la **figura N° 3.11**.



Figura N° 3.11: Instrumentación en la Laguna Tuyajto (Imagen: Google Earth).

Resulta relevante destacar que el pozo correspondiente a “Salida Tuyajto” (denominado PAAR2 por GeoAguas) es el mismo en el cual se realizó el perfil geofísico de la **figura N°3.9**.

A modo de ejemplo, se muestra el instrumento instalado en Tuyajto Norte en la **figura N° 3.12**.



Figura N° 3.12: Fotografía de conductivímetro instalado en Tuyajto Norte.

3.3.2 Descripción e Instalación de los Instrumentos

El Conductivímetro es un instrumento metálico alargado que posee un sensor, el cual permite medir, entre otros parámetros, la temperatura, salinidad, presión y principalmente la conductividad eléctrica del agua.

Los equipos utilizados son de dos tipos. Tres corresponden a instrumentos CTD-Diver de Schlumberger Water Services y tres Mini-Troll (Aqua TROLL® 200) de In Situ Inc., ambos capaces de medir en forma integrada los parámetros antes mencionados.



Figura N° 3.13: Conductivímetros utilizados.

El procedimiento de medición fue adoptado según las recomendaciones efectuadas por ambos fabricantes y descritas en los manuales de los productos, previa calibración del instrumento. Estos instrumentos son configurados a través de softwares, traspasando los datos al computador mediante cables especiales de conexión.

La instalación del instrumento requiere que el sensor quede completamente dentro del agua, ya sea en vertientes, cursos de agua superficial o pozos. En el caso de vertientes o cursos de agua el procedimiento de instalación es el siguiente:

- El conductivímetro se ubica dentro de un tubo de PVC.
- Los extremos del tubo son tapados con una malla fina que impida el ingreso de piedras y residuos en general. La malla es afirmada con huincha resistente al agua, de manera tal que no se despegue.
- Fuera del agua se ubica una estaca y se le amarra una cuerda que la una al conductivímetro. Esto permite que el instrumento no sea arrastrado por el agua.

En el caso de la instalación dentro de un pozo, el procedimiento es el siguiente:

- En primer lugar se debe medir la profundidad del agua dentro del pozo.
- Se amarra en un extremo del conductivímetro un cordel de extensión mayor a la profundidad del agua en el pozo.
- Se hace descender el conductivímetro dentro del pozo hasta alcanzar el agua.

- Se amarra firmemente el otro extremo del cordel en el borde del pozo.

3.3.3 Datos Obtenidos

Se presenta en la **figura 3.14** los resultados obtenidos de las mediciones realizadas.

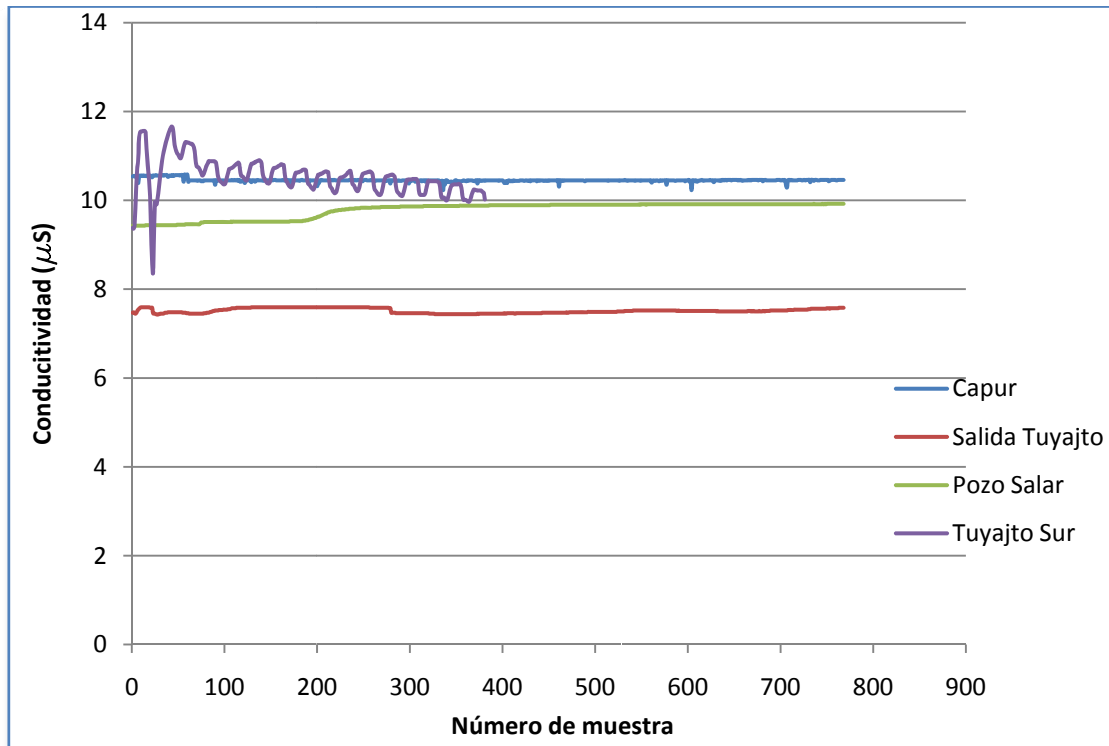


Figura N° 3.14: Conductividad eléctrica medida in situ.

En el caso de los equipos instalados en la vertiente en Capur, en el pozo en la Salida de Tuyajto y en el pozo en el Salar de Atacama se presentan los datos medidos desde las 0:00 horas del 5 de noviembre de 2010 hasta las 24:00 del 6 de diciembre de 2010, contabilizando un total de 768 datos.

Lamentablemente, dos de los conductivímetros arrojaron error al traspasar los datos y no hubo conexión, estos son el instalado en el canal Cuno y el instalado en la entrada Norte de la Laguna Tuyajto. De estos dos, el primero resultaba de mayor relevancia pues permitía relacionar directamente la conductividad eléctrica en el canal Cuno con los caudales en el mismo y con la precipitación en el sector, además de relacionarlo con los datos de conductividad obtenidos aguas abajo en el pozo del Salar.

Otro conductivímetro que presentó problemas fue el instalado en Tuyajto Sur, ya que a partir del 19 de noviembre la conductividad medida presentó valores anormales que resultan inexplicables, pero probablemente se haya debido a una falla del equipo. Sin embargo se cuenta con un amplio rango de 348 datos que pueden utilizarse en los cálculos.

Esto obliga a redefinir la longitud de las series y considerar para los cuatro conductivímetros, un rango de 348 valores, permitiendo de esta manera contar con series de igual tamaño. Esto no supone desventaja alguna y la cantidad de datos es suficiente para los propósitos de este trabajo. Las series consideradas en definitiva corresponden a los datos medidos entre las 0:00 horas del 5 de noviembre de 2010 hasta las 11:00 del 19 de noviembre de 2010.

CAPÍTULO 4. ESTUDIOS PREVIOS

En este capítulo se presentan los trabajos que sirven como base argumentativa para sustentar la idea de flujos subterráneos intercuenas en la zona de interés.

Los estudios aquí presentados corresponden al análisis de tres cuencas exorreicas que se encuentran dentro del sistema general de estudio. Estas cuencas son las del río San Pedro, el río Vilama y el Canal Cuno.

Lo que se pretende demostrar aquí, es que las precipitaciones registradas en la zona no logran explicar los caudales registrados en las estaciones de control de cada uno de los cursos de agua en cuestión, dando paso a la hipótesis que existen aportes externos (seguramente subterráneos) a las cuencas hidrográficamente consideradas. Además, con la utilización de funciones de transferencia, se puede determinar el porcentaje de explicación de los caudales por las lluvias registradas y complementariamente, el aporte externo.

4.1.- Estaciones de control

Se presentan a continuación las estaciones representativas de la zona de estudio, de las cuales interesa conocer su ubicación, las variables que se controlan y la longitud de los registros.

4.1.1.- Estaciones fluviométricas

Tabla N° 4.1: Datos estaciones fluviométricas.

Estación	Código BNA	Altitud (m.s.n.m)	UTM Norte	UTM Este
Río San Pedro en Cuchabrachi	02510001-8	2.585	7.480.209	58.212
Canal Vilama en Vilama	02500004-8	2.550	7.470.975	58.378
Canal Cuno en Socaire	02500005-6	3.600	7.389.551	617.336

Las tres estaciones presentadas en la tabla N° 4.1. registran caudales medios mensuales.

Tabla N° 4.2: Información estaciones fluviométricas.

Estación	Periodo	Longitud registro	Info. completa	Info. parcial	Sin registro
San Pedro Cuchabrachi	junio 1947 - nov 2004	654	443	133	78
Canal Vilama en Vilama	abril 1976 - nov 2004	332	273	39	20
Canal Cuno en Socaire	nov 1989 - nov 2004	181	154	17	10

Se presenta además en la **figura N° 4.1** la distribución planimétrica de las cuencas y las estaciones fluviométricas descritas.



Figura N° 4.1: Cuencas y estaciones fluviométricas (Imagen: Google Earth).
F = Estación fluviométrica

4.1.2.- Estaciones pluviométricas

Se considera una serie de estaciones que posicionalmente cubren en todo su entorno el área de estudio (ver **Figura N° 4.2**). Sobre ellas se aplica un test de homogeneidad, para seleccionar las estaciones que permitan inferir series sintéticas en la zona de estudio, cuyos resultados se entregan en los anexos del presente capítulo.

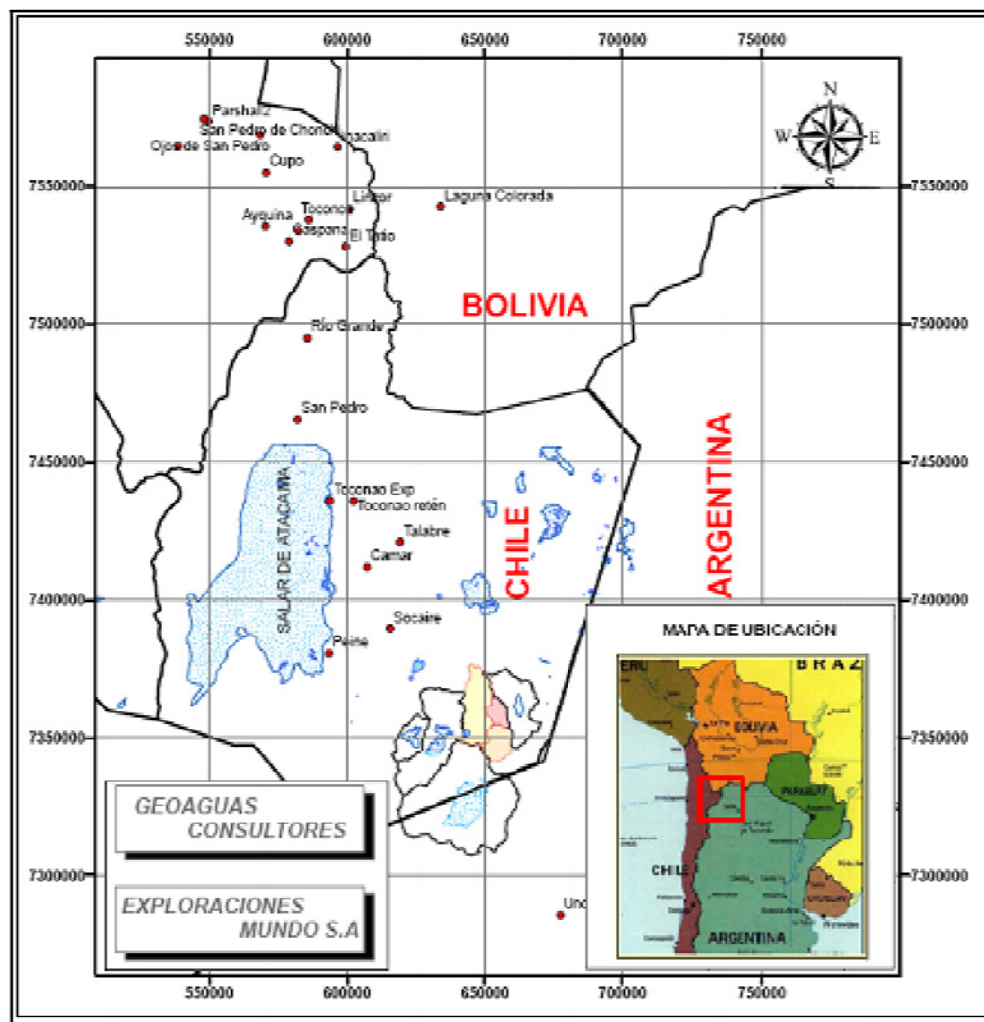


Figura N° 4.2: Ubicación de estaciones pluviométricas analizadas (Fuente: GeoAguas Consultores).

Tabla N° 4.3. Estaciones pluviométricas analizadas.

Estación	Coordenadas UTM			Longitud de registro	
	Este [m]	Norte [m]	Cota [m.s.n.m]	Inicio	Termino
Socaire	615.636	7.389.565	3.251	1.974	2.005
Peine	593.468	7.380.497	2.480	1.974	2.006
Camar	607.294	7.411.774	2.800	1.979	2.006
San Pedro	582.04	7.465.449	2.450	1.970	1.997
Talabre	619.291	7.420.909	3.600	1.995	2.006
Toconao Exp	593.82	7.435.855	2.430	1.975	2.006
Toconao retén	602.35	7.435.799	2.450	1.975	1.991
El Tatio	599.54	7.528.080	4.320	1.977	2.005
Linzor	600.916	7.541.756	4.096	1.973	2.006
Parshall2	549.798	7.573.489	3.318	1.970	2.006
Río Grande	585.625	7.494.951	3.250	1.977	2.006
Toconce	586.122	7.538.001	3.359	1.972	2.006
Ayquina	570.397	7.535.620	3.031	1.970	2.006
Salado Embalse	582.407	7.533.716	3.200	1.975	2.006
Cupo	570.627	7.554.899	3.600	1.978	2.006
Ojos de San Pedro	568.452	7.568.715	3.800	1.970	2.006
San Pedro de Chonchi	548.194	7.574.447	3.217	1.970	1.993
Inacaliri	596.588	7.564.201	4.100	1.970	2.006
Caspana	578.954	7.530.044	3.260	1.970	2.006
Chonchi en Embalse	538.989	7.564.480	3.010	1.970	2.006

4.2.- Determinación de cuencas

Una vez establecidas las estaciones pluviométricas, es posible determinar los límites de las cuencas asociadas, considerando la ubicación de éstas como puntos de salida. En la figura N° 4.3 se muestran conjuntamente las cuencas de los ríos San Pedro y Vilama, mientras que en la figura N° 4.4 se muestra la cuenca asociada al canal Cuno.

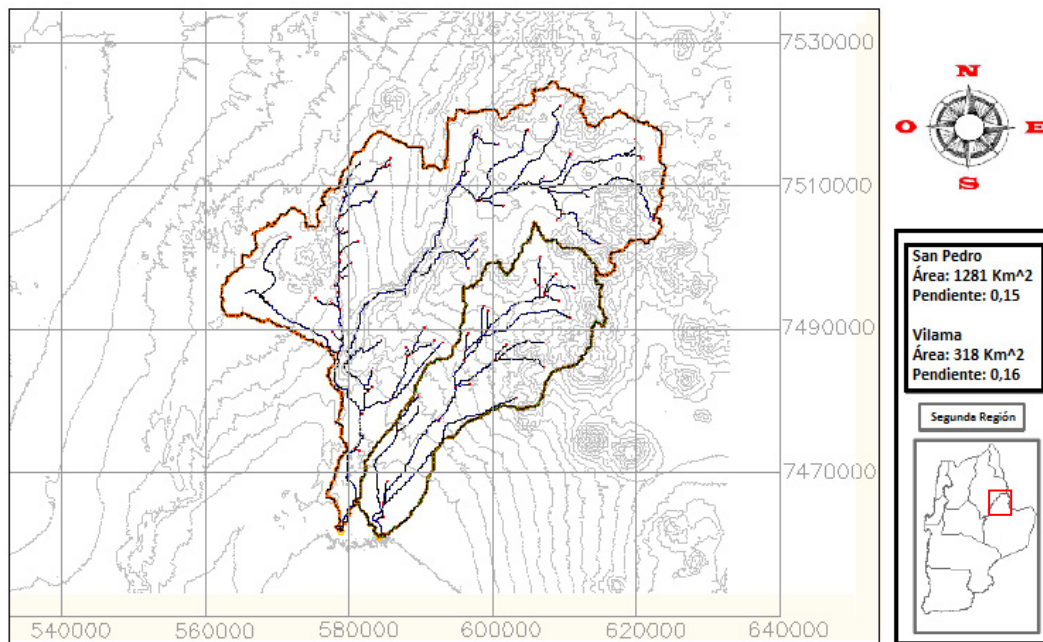


Figura N° 4.3: Cuencas de los ríos San Pedro (izquierda) y Vilama (derecha).

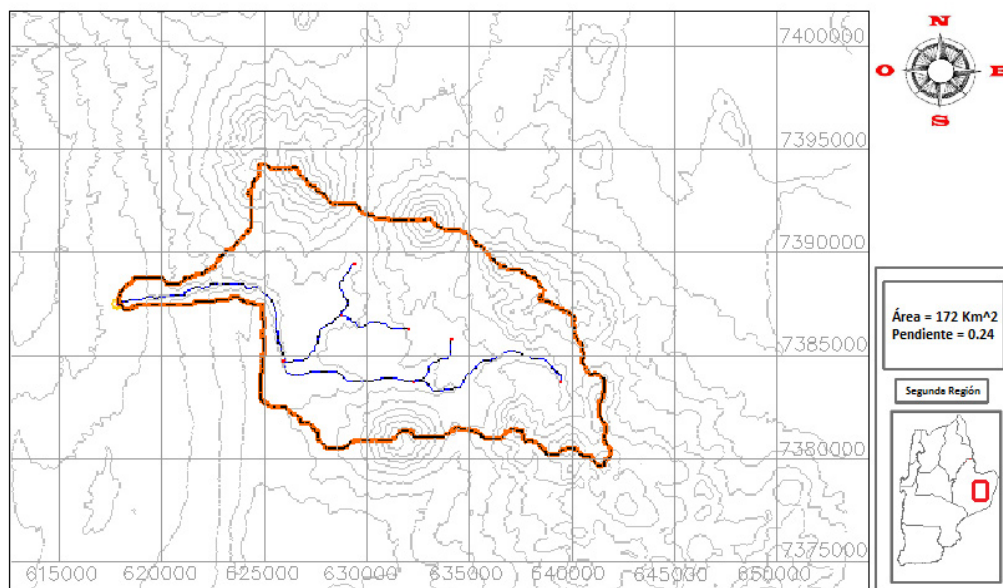


Figura N° 4.4: Cuenca del Canal Cuno.

La delimitación de estas cuencas se realizó con el software WMS, el cual permite obtener fácilmente las respectivas áreas. Los resultados se presentan en la **tabla N° 4.5**.

Tabla N° 4.4: Áreas de las cuencas en estudio.

Cuenca	Área (Km²)	Pendiente (m/m)
San Pedro	1.281	0.15
Vilama	318	0.16
Cuno	172	0.24

4.3.- Análisis y relleno de estadística

Para el relleno de la información fluviométrica se utilizó como longitud base para la prolongación de la estadística en las otras estaciones analizadas, la estación San Pedro por ser la de mayor extensión.

Como todas las estaciones presentan estadística incompleta, fue también necesario el relleno de las series. Tanto para la extensión como el relleno de estadística se utilizó un procedimiento estocástico de generación de información.

Siguiendo la metodología presentada en el capítulo 2 referente a normalización de series, el procedimiento consistió en transformar los datos registrados en una distribución normal. La transformación escogida es la de Box –Cox:

Si X_t es la serie de datos originales, la transformada de Box-Cox es la siguiente:

$$Y_t = \frac{X_t^\lambda}{\lambda} ; \lambda \neq 0 \quad (4.1)$$

El valor parámetro λ se calibra de tal modo que los momentos estadísticos, Kurtosis y Asimetría, sean aproximadamente nulos (condición de normalidad). Una vez normalizada cada una de las series, se generan series normales aleatorias y se selecciona la que coincida de la mejor forma con la serie normalizada Y_t . Estas series aleatorias se generan en forma continua y en una mayor extensión que las series observadas, con lo cual una vez seleccionada la que mejor se ajusta en cada caso, se rellena y extiende la estadística original. Todo este procedimiento se realiza tanto para los datos de caudal como para los de precipitación.

En documento anexo se presentan las tablas con las estadísticas fluviométricas y ya rellenas. Al graficar la información promedio mensual de estas estadísticas se observa como principal particularidad, que los caudales se mantienen casi constantes durante el año como se aprecia en la **Figura N° 4.5.**

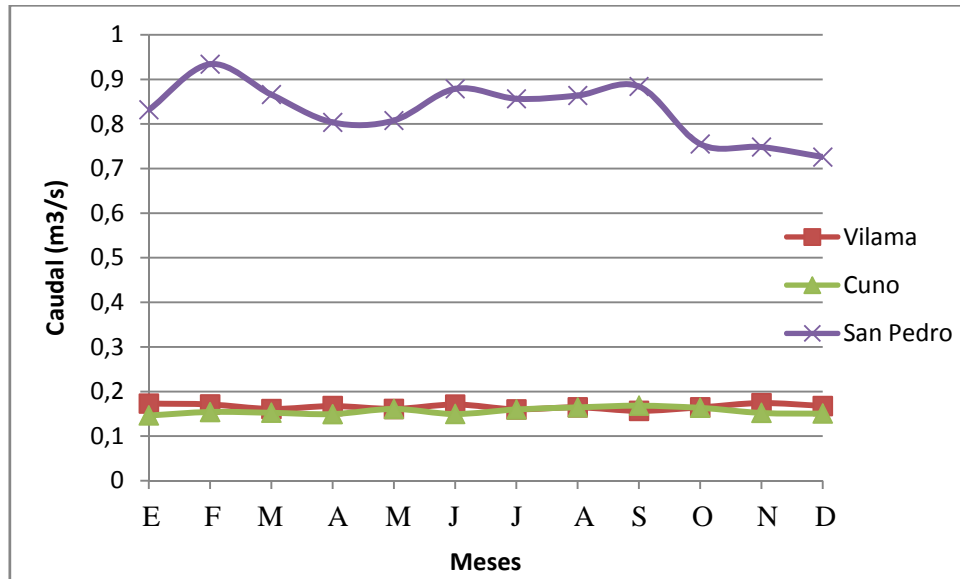


Figura N° 4.5. Variación de caudales medios en el año.

4.4.- Generación del perfil de precipitaciones

En los anexos del presente capítulo se muestra la gráfica de la relación obtenida para el perfil de precipitaciones en la zona de estudio, el cual presenta la tendencia mostrada en la **relación 4.2.**

$$P_p = 0,0537 \cdot cota - 107,19 \quad (4.2)$$

Donde P_p es la precipitación media anual en mm y cota es la altura en mts. sobre el nivel del mar.

4.5.- Generación sintética de precipitaciones

Se pueden identificar las tres cuencas en estudio con las zonas descritas en el **punto 3.1.4** de esta memoria, establecidas por la Minuta Técnica N° 60. En efecto las cuencas del río San Pedro y Vilama conforman la zona 1 y la cuenca del Canal Cuno es parte de la zona 3.

Como las cotas de estas zonas son conocidas (ver **tabla N° 4.5**) pueden generarse series sintéticas de precipitaciones con dichas cota y con la **relación 4.2**, utilizando como referencia la estación de Socaire (por su cercanía y por ser parte del grupo de estaciones homogéneas), ponderando cada registro mensual de Socaire por la razón de precipitaciones medias anuales en el punto de interés y en Socaire.

Tabla N° 4.5: Propiedades de las zonas (Minuta 60 DGA, en **punto 3.1.4** de este trabajo).

Zona	Área (km ²)	Cota media (m.s.n.m.)
Zona 1	2.049	3.949
Zona 3	2.469	3.597

Estas series sintéticas de precipitaciones (presentadas en los anexos) resultan ser entonces representativas de las cuencas en estudio. La serie de la zona 1 para San Pedro y Vilama y la serie de la zona 2 del canal Cuno.

De la misma forma de como se hizo con los caudales medios, se grafica la variación en el año de las precipitaciones medias en la **figura 4.6**. Se puede observar que en este caso si existe variación durante el año, contrastando con lo ocurrido con la fluviometría. Esto podría ser el primer indicio de que las precipitaciones no explican los caudales registrados.

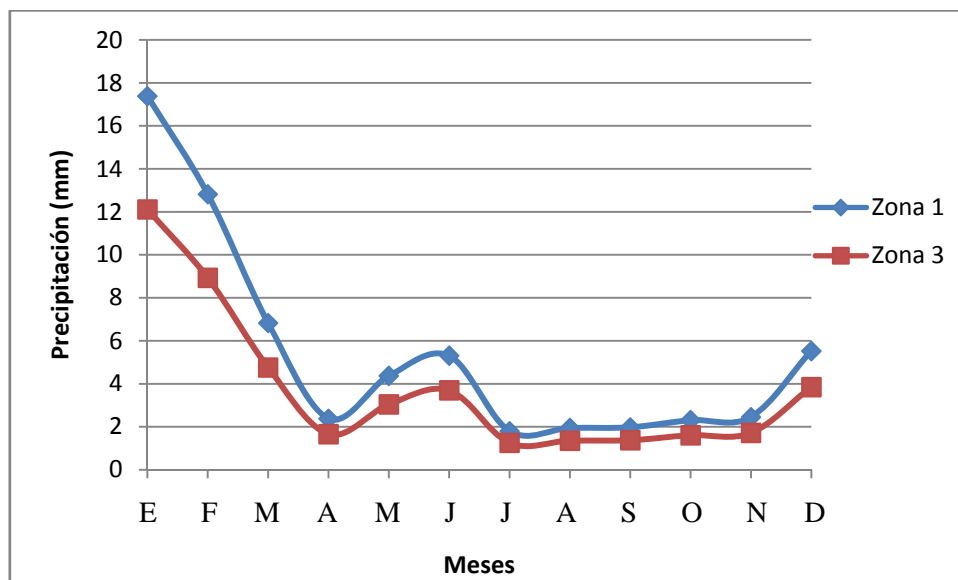


Figura N° 4.6: Variación de precipitación media en el año.

4.6.- Análisis Clásico de Precipitación y Caudal

Aplicando la **expresión 2.15** se busca, a través de un esquema clásico, conocer en qué medida los caudales medios mensuales de estas tres cuencas serían explicados por las precipitaciones registradas.

Aceptando que este es un método bastante grueso y aproximado, principalmente por lo difícil que resulta estimar correctamente el coeficiente de escorrentía C , se han tomado 3 valores representativos de este parámetro que cubren todo el rango posible que puede tomar en la zona de estudio, considerando los factores que lo determinan: tipo de suelo, vegetación, pendiente, etc. Estos valores son 0,2; 0,4 y 0,6. Se ha procurado no subestimar su valor, si no por el contrario sobrestimarlos y trabajar por el lado de la seguridad (0,6 es un valor muy alto de escorrentía, puede aplicarse en cuencas urbanas con cobertura asfáltica, por ejemplo).

A continuación se muestran gráficos para las tres cuencas en estudio en donde se compara el caudal real medido en la estación fluviométrica correspondiente con los caudales obtenidos mediante la **expresión 2.15** considerando los tres valores de C elegidos.

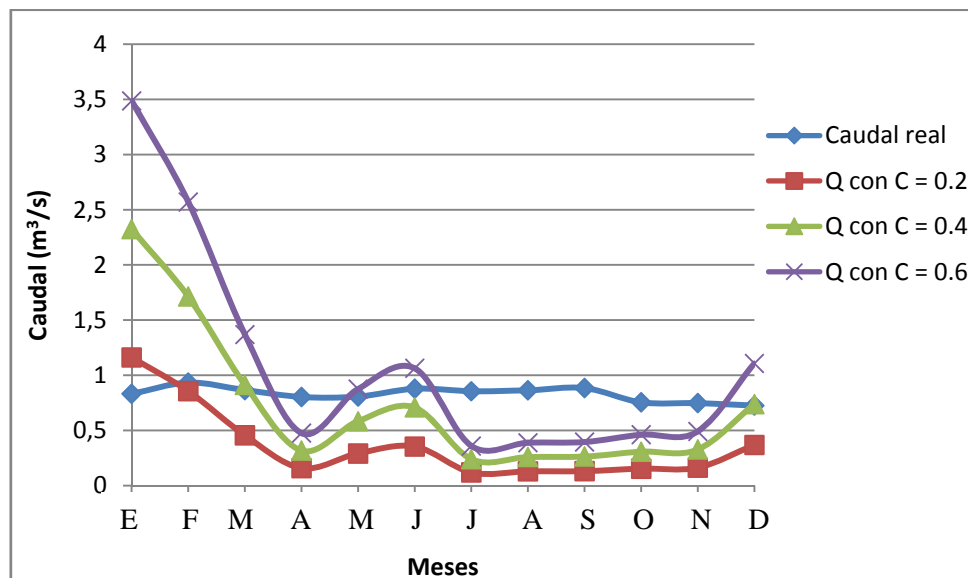


Figura N° 4.7: Comparación de caudales río San Pedro.

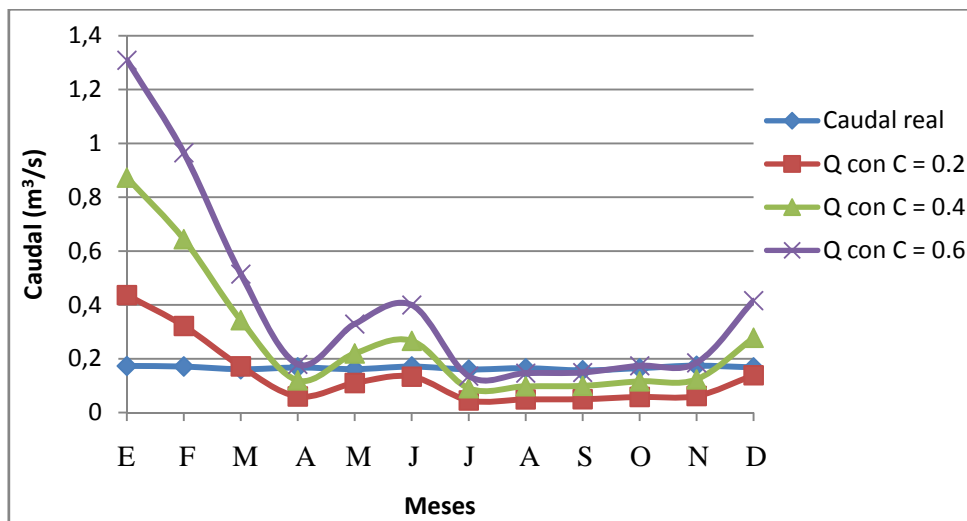


Figura N° 4.8: Comparación de caudales río Vilama.

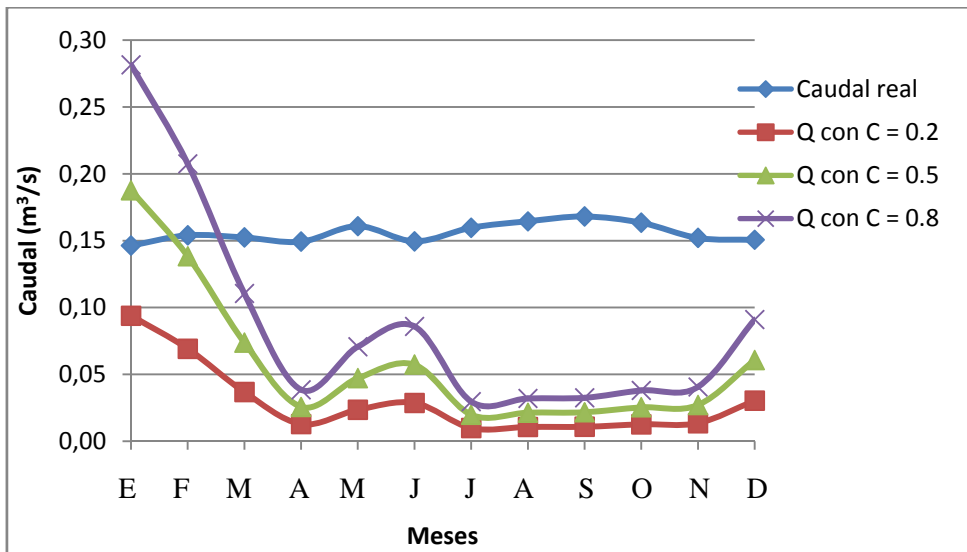


Figura N° 4.9: Comparación de caudales canal Cuno.

Varias conclusiones se pueden obtener de los gráficos mostrados. En primer lugar, se aprecia cómo responden los caudales obtenidos mediante fórmula, a las variaciones que tiene la precipitación durante el año y la casi nula variación del caudal real medido en las 3 estaciones. Podría pensarse que durante algunos meses del año (verano principalmente) las precipitaciones estarían explicando los caudales medidos, considerando valores exagerados de coeficiente de escorrentía (C), pero durante el resto del año, ni siquiera con un valor altísimo de C se explican los caudales medidos. Este hecho se observa con mayor claridad en la cuenca del Canal Cuno que, de entre las tres cuencas consideradas, es la más cercana a la zona particular de estudio.

Sin embargo, al infiltrarse la precipitación, el acuífero podría estar generando un efecto regulador sobre las escorrentías superficiales. Es por esto que se requiere de la aplicación de un modelo que considere, además de la dependencia con las precipitaciones, la “memoria” de las series de caudales. Esta característica la entregan las funciones de transferencia.

4.7.- Función de transferencia precipitaciones v/s caudales medios

En este punto se evaluará si los escurrimientos observados en las tres estaciones analizadas se explican satisfactoriamente por las precipitaciones registradas en la cuenca hidrográfica mediante funciones de transferencia.

4.7.1.- Correlogramas

Para analizar la dependencia de las series de datos disponibles se determinan los correlogramas de cada serie consigo misma (auto-correlogramas), y cruzados entre caudales y las precipitaciones en cada zona.

- Zona 1 (de minuta N°60 DGA, figura 3.4.): ríos San Pedro y Vilama

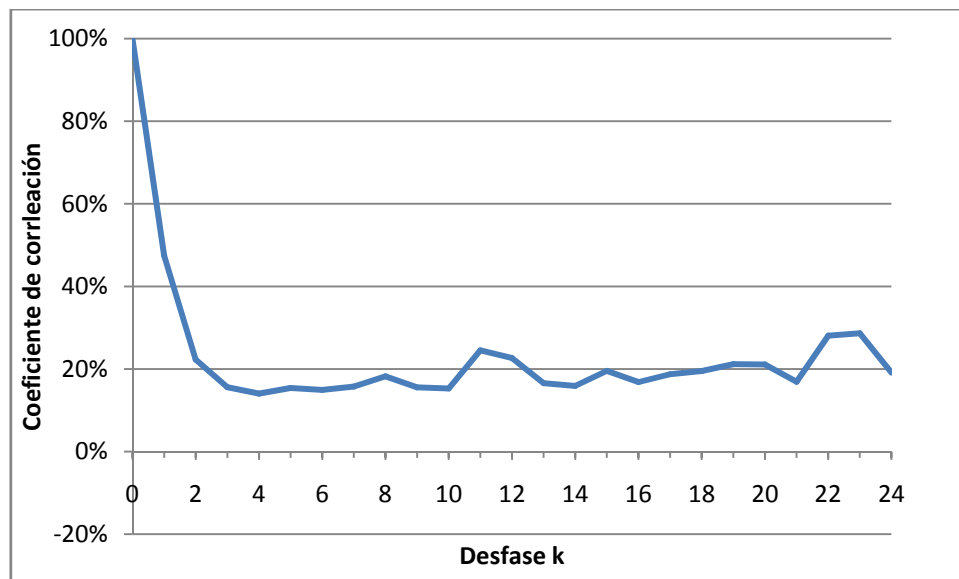


Figura N° 4.10: Autocorrelograma río San Pedro.

Se observa en la **figura N° 4.10** que ya para un desfase de 2 meses, la dependencia es estadísticamente nula.

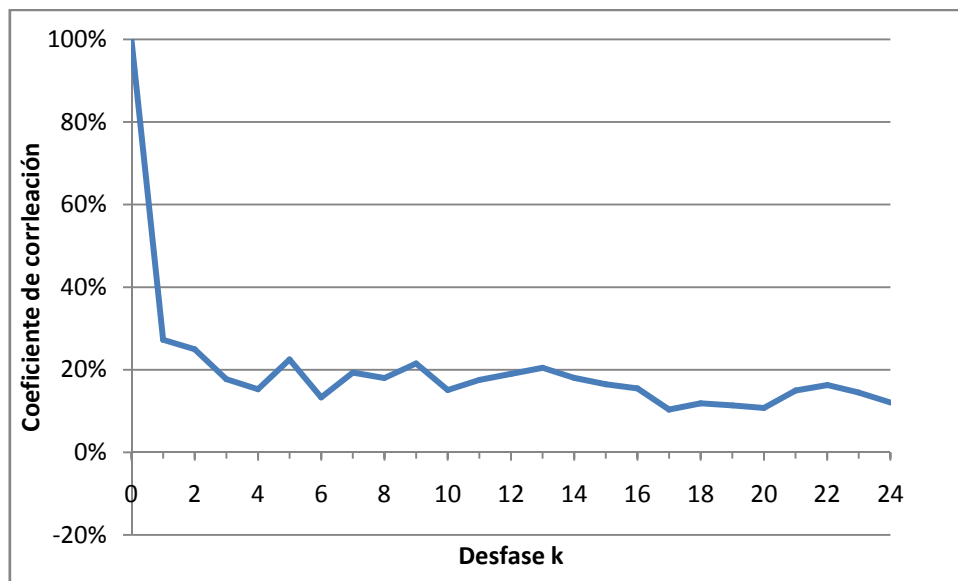


Figura N° 4.11: Autocorrelograma río Vilama.

En el caso de los caudales del Río Vilama (**figura N°4.11**) se observa un comportamiento similar al caso anterior.

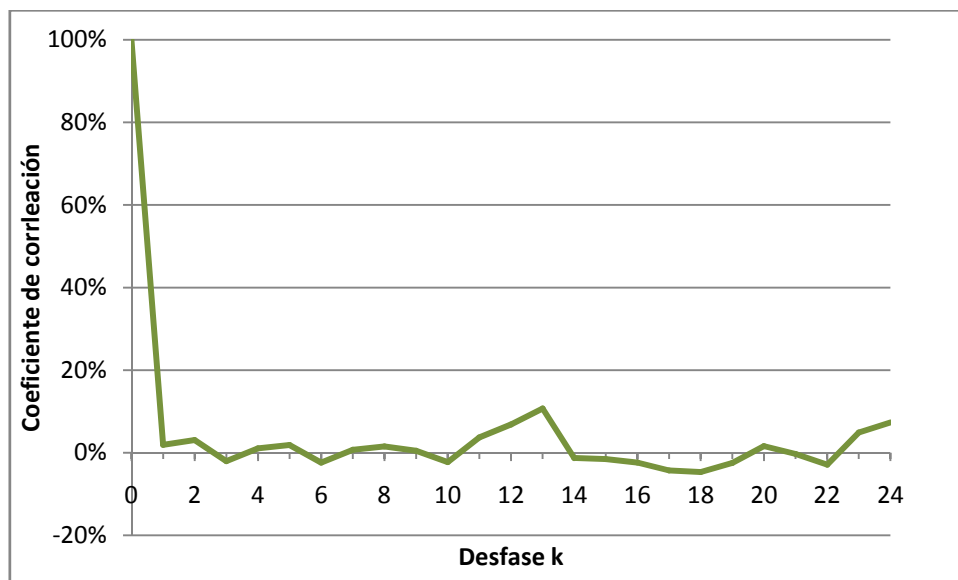


Figura N° 4.12. Autocorrelograma Pp Zona 1.

Las precipitaciones en la Zona 1 (**figura N° 4.12**), se independizan inmediatamente.

A continuación, en las **figuras N° 4.13 y 4.14** se evalúan los Correlogramas cruzados de ambos ríos, con las precipitaciones en la Zona 1.

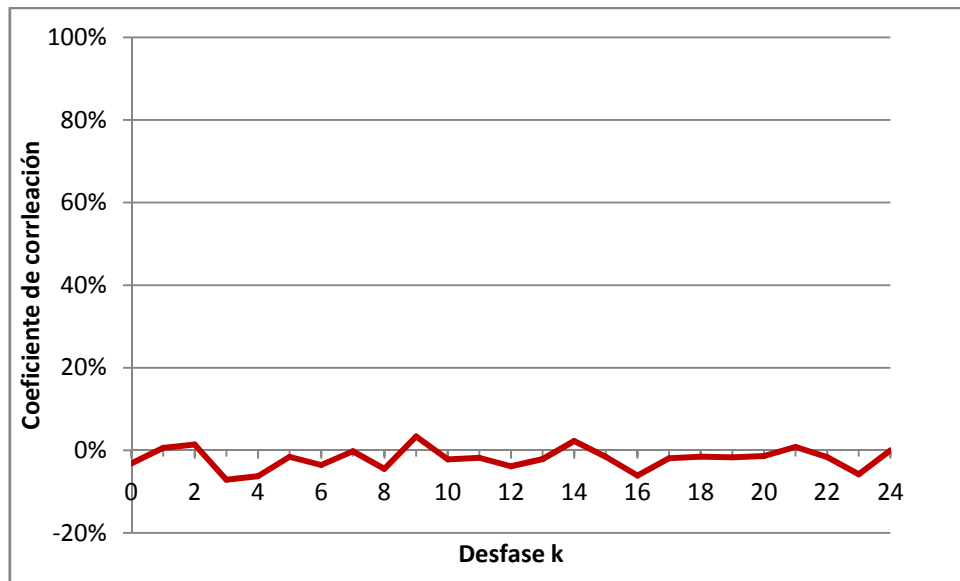


Figura N° 4.13: Correlograma cruzado caudales río San Pedro v/s Pp Zona 1.

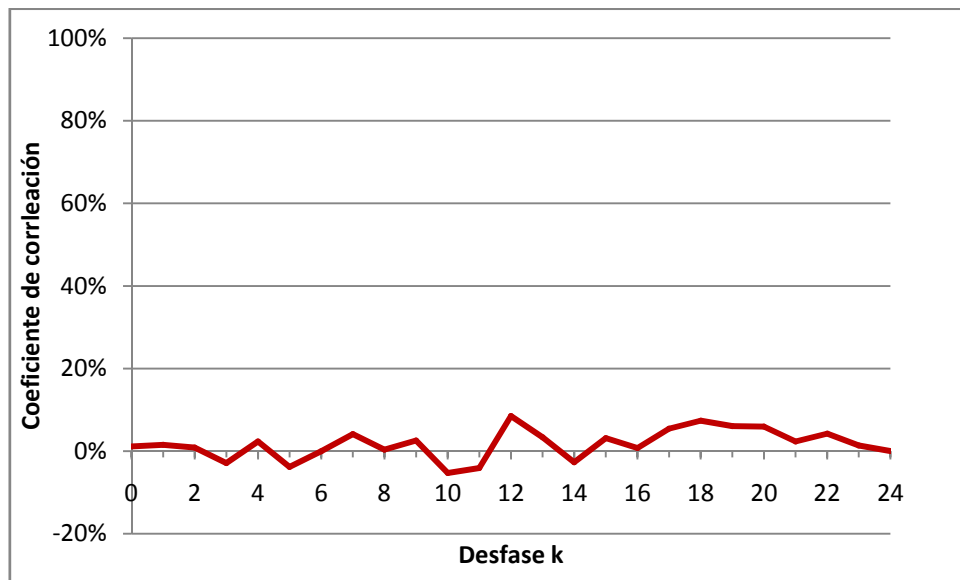


Figura N° 4.14: Correlograma cruzado caudales río Vilama v/s Pp Zona 1.

Se observa una casi total independencia entre las precipitaciones y los escurrimientos superficiales. En ambos casos el coeficiente de correlación no supera el 6%.

Zona 3 (de minuta N°60 DGA, figura 3.4.): Canal Cuno

Idéntico análisis se efectúa para la interacción de los registros en el canal Cuno en Socaire con las precipitaciones en la Zona 3.

En la **Figura N° 4.15** se observa que para un desfase de 12 meses, aún existe dependencia de caudales (correlación 11%), pero a partir del desfase 14 meses, prácticamente se amortigua completamente.

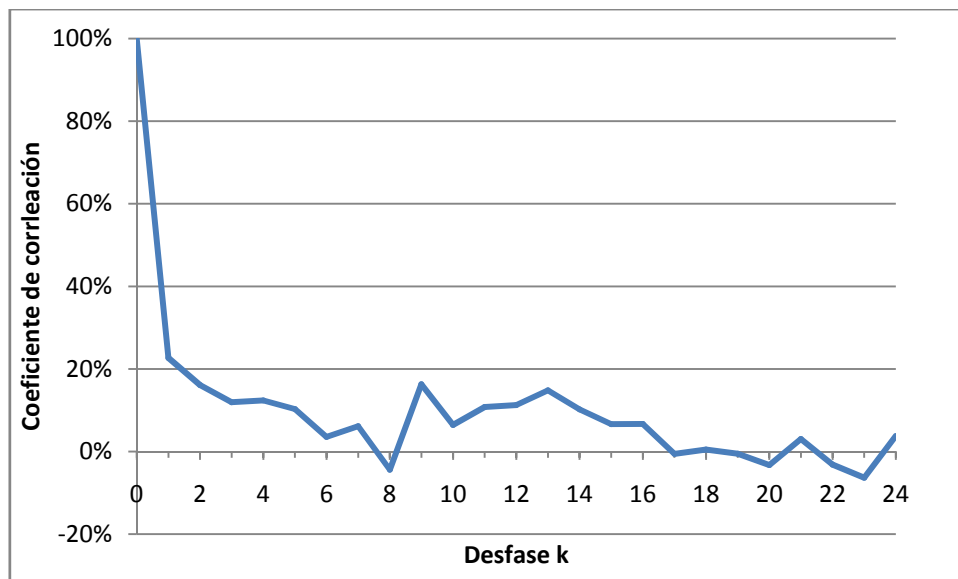


Figura N° 4.15: Autocorrelograma caudales canal Cuno.

El comportamiento del autocorrelograma de precipitaciones en la Zona 3 (**figura N°4.16**), es similar al de la Zona 1.

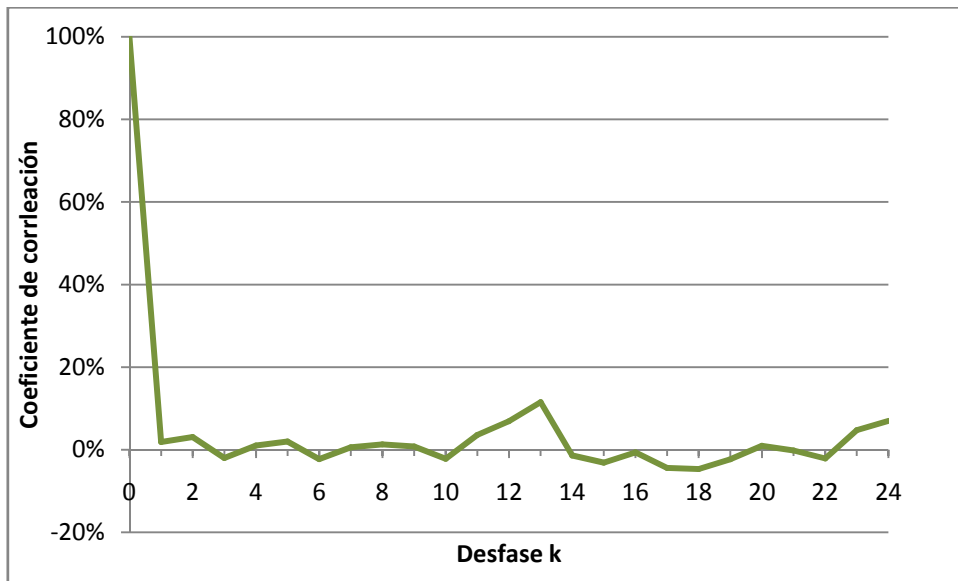


Figura N° 4.16: Autocorrelograma precipitaciones Zona 3.

La correlación cruzada entre la serie de caudales mensuales registrados en Cuno con las precipitaciones en la zona 3, presenta un bajo grado de dependencia, situación que se puede observar en la **Figura N° 4.17**.

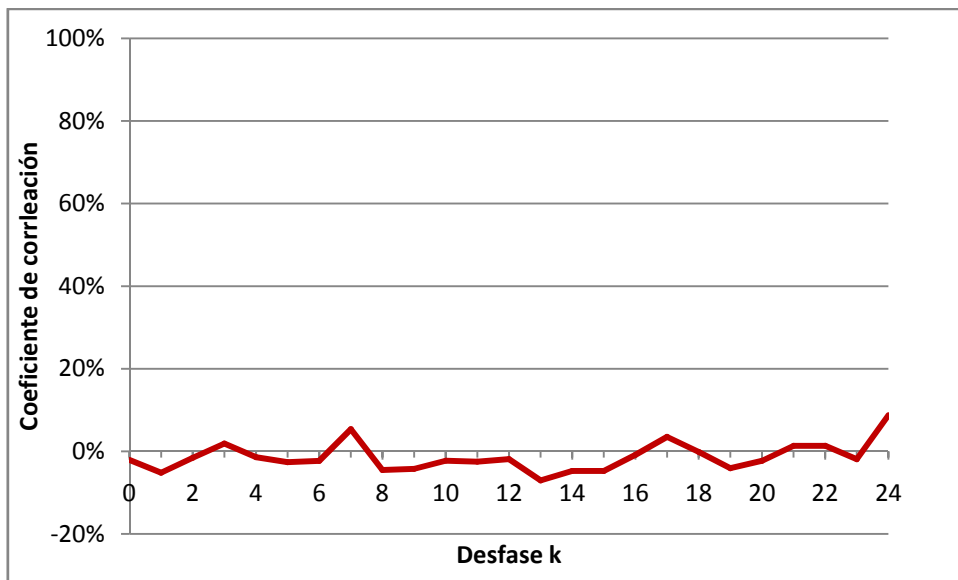


Figura N° 4.17: Correlograma cruzado caudales canal Cuno v/s Pp Zona 3.

4.7.2.- Resultado de los estudios previos

Utilizando la metodología presentada en el **capítulo 2**, se construyen las funciones de transferencia entre las precipitaciones y los escurrimientos medios. Luego se obtiene el valor del indicador explicación.

a) Modelo Precipitación Zona 1 – Caudal Río San Pedro

El modelo ajustado es del tipo FT(7,5,0). Los parámetros para el modelo de mejor ajuste son los siguientes:

$$\begin{array}{ll} \delta_1 = 0,284 & \omega_0 = 0,084 \\ \delta_2 = 0,125 & \omega_1 = -0,020 \\ \delta_3 = 0,060 & \omega_2 = -0,018 \\ \delta_4 = 0,029 & \omega_3 = 0,080 \\ \delta_5 = 0,075 & \omega_4 = 0,035 \\ \delta_6 = 0,136 & \omega_5 = -0,004 \\ \delta_7 = -0,004 & \end{array}$$

La explicación obtenida resulta ser de tan solo un 29%, es decir, un 71% del escurrimiento en el Río San Pedro proviene de otras fuentes distintas a las precipitaciones sobre la Zona 1.

b) Modelo Precipitación Zona 1 – Caudal Río Vilama

El modelo ajustado es del tipo FT(7,6,0). Los parámetros para el modelo de mejor ajuste son los siguientes son los siguientes:

$$\begin{array}{ll} \delta_1 = 0,204 & \omega_0 = 0,027 \\ \delta_2 = 0,076 & \omega_1 = 0,058 \\ \delta_3 = 0,053 & \omega_2 = 0,024 \\ \delta_4 = 0,119 & \omega_3 = 0,049 \\ \delta_5 = 0,132 & \omega_4 = -0,040 \\ \delta_6 = 0,021 & \omega_5 = 0,027 \\ \delta_7 = 0,092 & \omega_6 = -0,015 \end{array}$$

En este caso, el indicador explicación resulta ser de tan solo un 21%, es decir, un 79% del escurrimiento en el Río Vilama proviene de otras fuentes distintas a las precipitaciones sobre la Zona 1.

c) Modelo Precipitación Zona 3 – Caudal Cuno en Socaire

El modelo ajustado es del tipo FT(7,6,0). Los parámetros para el modelo de mejor ajuste son los siguientes son los siguientes:

$$\begin{array}{ll} \delta_1 = 0,152 & \omega_0 = -0,018 \\ \delta_2 = 0,127 & \omega_1 = 0,042 \\ \delta_3 = 0,043 & \omega_2 = 0,057 \\ \delta_4 = 0,031 & \omega_3 = -0,026 \\ \delta_5 = 0,036 & \omega_4 = 0,017 \\ \delta_6 = 0,037 & \omega_5 = 0,015 \\ \delta_7 = 0,008 & \omega_6 = -0,003 \end{array}$$

El indicador explicación resulta ser de tan solo un 7%, es decir, un 93% del escurrimiento en el canal Cuno en Socaire proviene de otras fuentes distintas a las precipitaciones sobre la Zona 3.

Tomando en cuenta que las precipitaciones explican en un bajo porcentaje las escorrentías superficiales, se concluye en este capítulo la existencia de una fuente adicional de aporte de caudal a los flujos superficiales analizados. Este aporte proviene desde fuera de las cuencas hidrográficas consideradas originalmente.

Para efecto de los objetivos de este trabajo, esta afirmación resulta fundamental, pues permite plantear con mayor fuerza la hipótesis de interconexión de cuencas en el caso de la zona particular de estudio, es decir, las cuencas endorreicas consideradas del sector sur oriente del Salar de Atacama.

En el esquema de la **figura N°4.18** se muestra el balance hídrico conceptualizado sobre la cuenca del Canal Cuno.

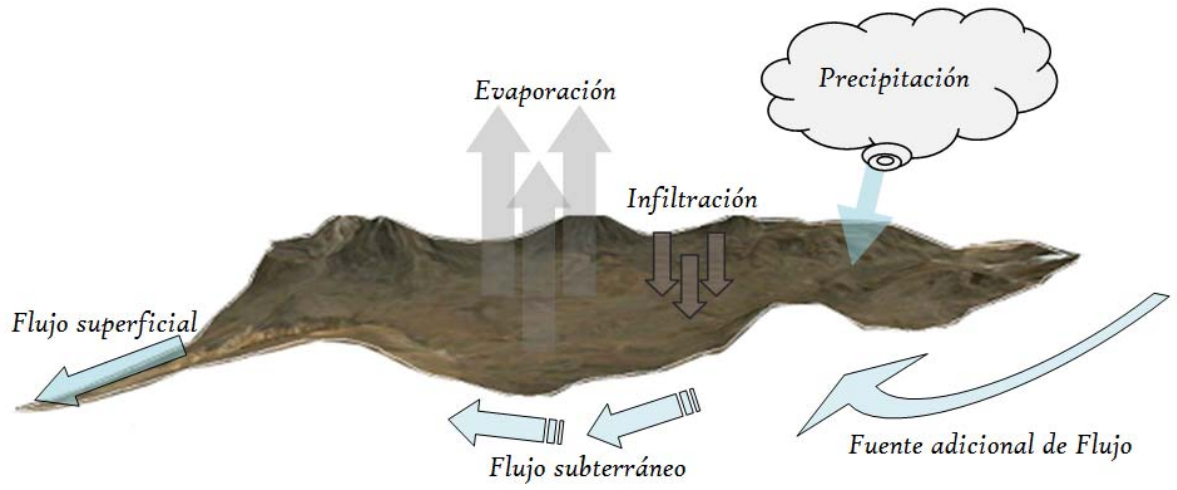


Figura N° 4.18: Conceptualización de Flujos en Cuenca del Canal Cuno.

5.- RESULTADOS

5.1.- Procesamiento de los datos de conductividad eléctrica (CE)

Como se hizo mención finalizado el capítulo 3, las series consideradas en definitiva corresponden a los datos medidos entre las 0:00 horas del 5 de noviembre de 2010 hasta las 11:00 del 19 de noviembre de 2010 (348 datos). En la **figura N° 5.1** se pueden observar estas series definitivas.

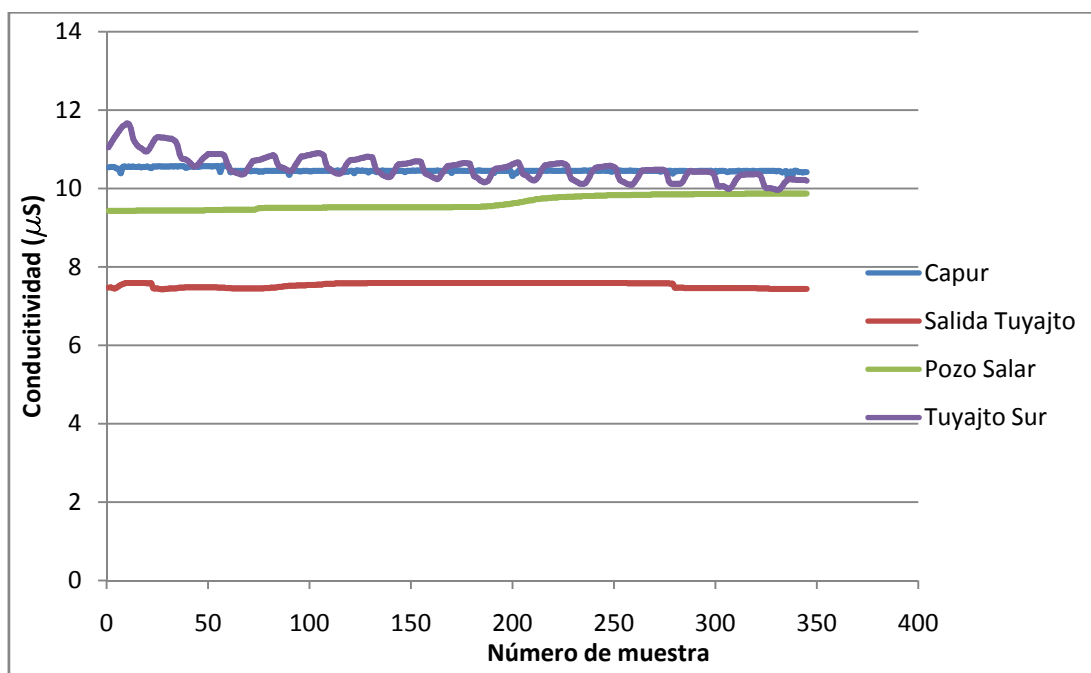


Figura N° 5.1: Series de conductividad eléctrica definitivas.

El primer paso antes de aplicar las funciones de transferencia (FT) es asegurar la estacionariedad de las series, tal como se explicó en el capítulo 2. Para ello, se aplican los procedimientos allí presentados para eliminar tendencias y saltos. En el caso de la serie correspondiente a CE en Tuyajto Sur se aplicó una diferencia entre los registros tal como fueron medidos y la recta de mejor ajuste de ellos, de modo de eliminar la tendencia descendente que presentan los datos. Para el resto de los conductivímetros, se aplicó una diferencia entre la variable en el instante t con la variable en el instante $t-1$. Este procedimiento permite obtener nuevas series que sí cumplen con la condición de estacionariedad.

Cabe señalar que el proceso de normalización habitualmente garantiza que las series sean estacionarias, sin embargo, en ninguno de los cuatro casos fue posible minimizar significativamente la Kurtosis ni el Coeficiente de Asimetría. Es por esta razón que se trabajó de la forma descrita en el párrafo anterior.

Para finalizar la preparación de los datos, se aplicó una estandarización a las series de modo de obtener promedio 0 y varianza 1 en cada una de ellas.

A continuación, en las **figuras 5.2 a 5.5**, se presentan los gráficos de los datos ya procesados a los cuales se les aplican los modelos FT.

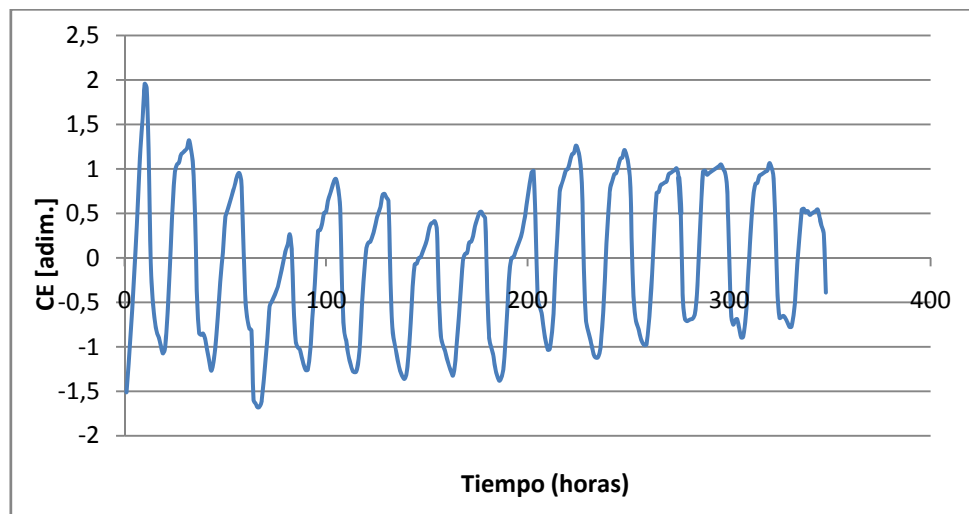


Figura N° 5.2: Serie estacionaria de CE en Tuyajto Sur.

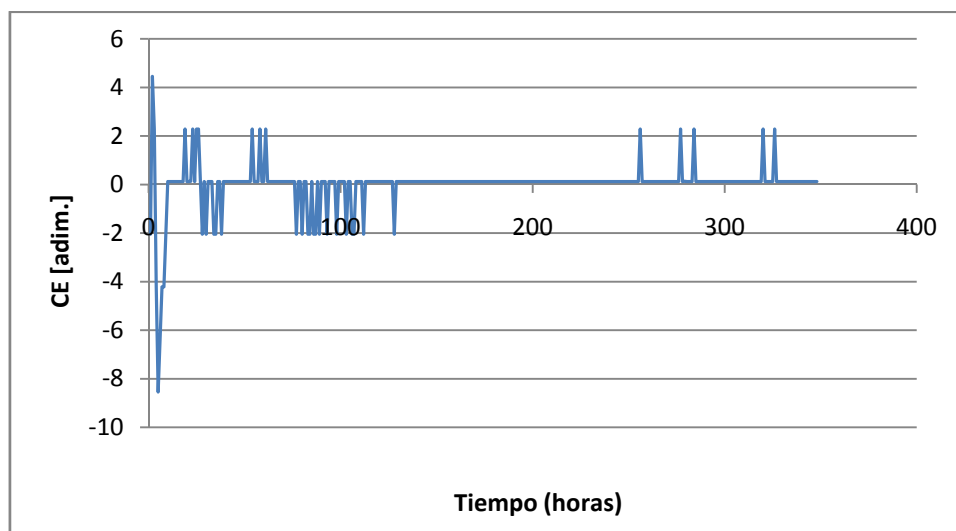


Figura N° 5.3: Serie estacionaria de CE en Salida Tuyajto.

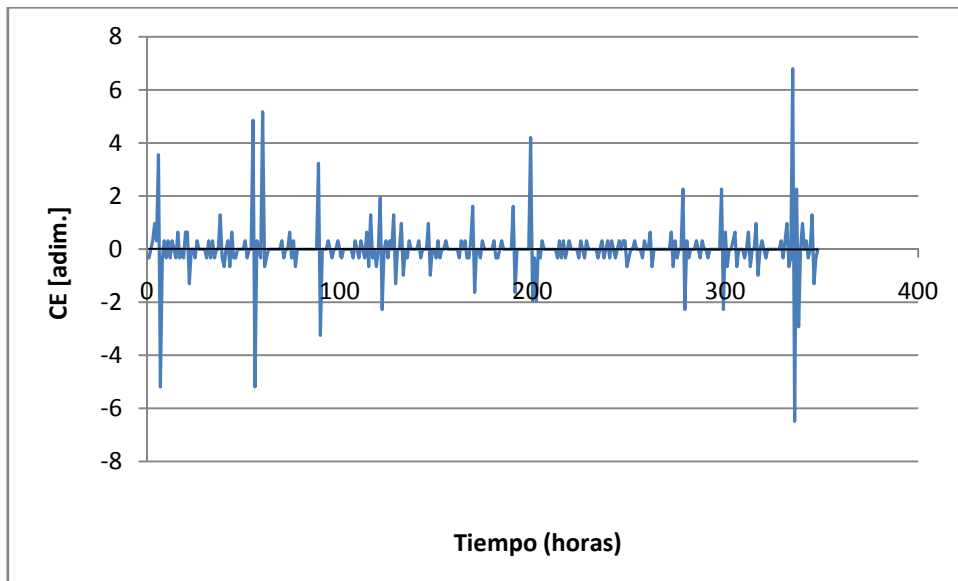


Figura N° 5.4: Serie estacionaria de CE en Capur.

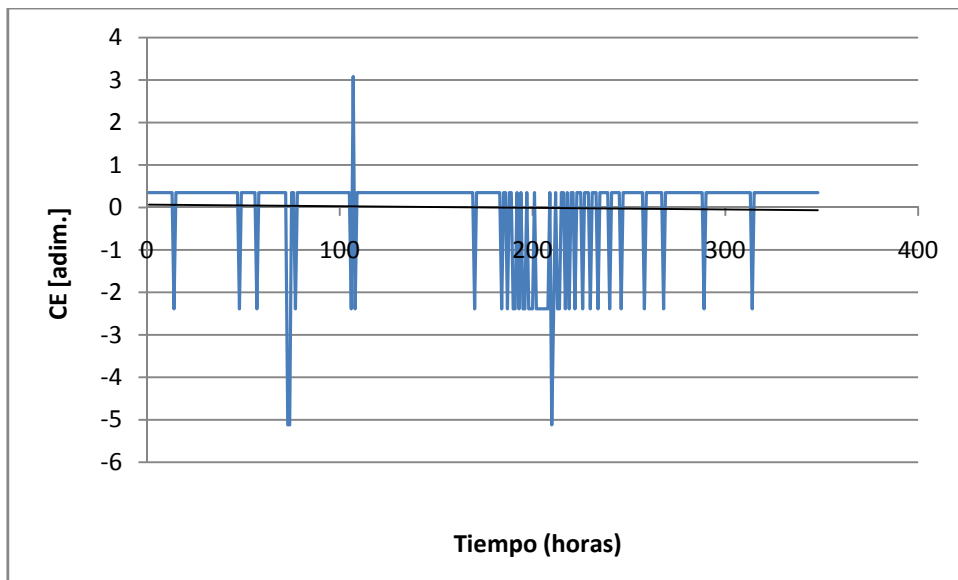


Figura N° 5.5: Serie estacionaria de CE en Pozo Salar.

5.2.- Relaciones mediante modelos de función de transferencia

En la **figura 5.5** se observa la distribución planimétrica de los conductivímetros, la cual permite identificar los pares de series que se correlacionan, señaladas mediante flechas, bajo la hipótesis de que el flujo de agua subterránea viaja con dirección nor-poniente desde la laguna Tuyajto hacia el Salar de Atacama.



Figura N° 5.6: Esquema de construcción de funciones de transferencia (Imagen: Google Earth).
C = Conductivímetros

Por lo tanto, se construyen los modelos de función de transferencia presentados en la **tabla N° 5.1**.

Tabla N° 5.1: Entradas y salidas de funciones de transferencia generadas.

Entrada (<i>Input</i>)	Salida (<i>Output</i>)
Tuyajto Sur	Salida Tuyajto
Salida Tuyajto	Capur
Capur	Pozo Salar
Salida Tuyajto	Pozo Salar

Entre cada par de series se construyeron 125 FT variando la cantidad de parámetros b , r y s , y posteriormente se selecciona aquella de menor AIC.

5.2.1.- Tuyajto Sur-Salida Tuyajto

A continuación, en la **tabla N° 5.2**, se presenta una tabla resumen con los resultados de 12 relaciones del total de 125.

Tabla N° 5.2: Resultados FT Tuyajto Sur- Salida Tuyajto.

FT	AIC	E (%)	G
FT(1,1,1)	-125,534	30,8	0,058
FT(1,2,1)	-123,808	30,8	0,094
FT(1,4,0)	-164,476	38,9	-0,004
FT(2,1,1)	-124,904	30,9	0,053
FT(2,4,1)	-250,705	52,8	0,013
FT(3,3,1)	-163,064	38,8	0,069
FT(3,4,0)	-257,703	53,9	0,032
FT(4,2,1)	-163,558	38,9	0,064
FT(4,5,1)	-291,582	58,7	0,024
FT(5,1,0)	-263,64	54,5	-0,024
FT(5,2,1)	-262,489	54,5	-0,007
FT(5,4,1)	-260,942	54,6	0,01
FT(5,5,1)	-301,723	60,0	0,02

Se escoge el modelo FT(5,5,1) por tener el menor AIC con lo que se obtiene una explicación del 60%. Es importante mencionar que la selección se realizó en base al total de modelos y no a los presentados en la tabla anterior, situación que es válida para el resto de los pares de series relacionadas.

Los parámetros para el modelo de mejor ajuste son los siguientes:

$$\begin{aligned}\delta_1 &= 0,168 & \omega_0 &= 0,110 \\ \delta_2 &= 0,090 & \omega_1 &= -0,283 \\ \delta_3 &= 0,219 & \omega_2 &= 0,313 \\ \delta_4 &= 0,069 & \omega_3 &= -0,063 \\ \delta_5 &= -0,137 & \omega_4 &= -0,253 \\ & & \omega_5 &= 0,188\end{aligned}$$

Este resultado toma relevancia si se relaciona con lo obtenido en trabajos previos (GeoAguas, 2008) en que se ha estimado que el caudal pasante desde el sistema Tuyajto hacia el salar de Aguas caliente, es decir, el mismo flujo que se está evaluando con esta función de transferencia, es del orden del 57% de la recarga total al sistema.

5.2.2.- Salida Tuyajto-Capur

Del mismo modo, se presenta en la **tabla N° 5.3** un resumen con los resultados de 12 relaciones del total de 125.

Tabla N° 5.3: Resultados FT Salida Tuyajto-Capur.

FT	AIC	E (%)	G
FT(1,1,1)	-98,351	25,1	0,008
FT(1,2,1)	-98,012	25,4	0,115
FT(2,1,0)	-111,636	28,2	-0,002
FT(2,1,1)	-109,815	27,8	0,068
FT(2,2,1)	-113,533	28,9	0,103
FT(3,2,1)	-119,212	30,2	0,088
FT(3,3,0)	-125,73	31,7	0,055
FT(4,2,1)	-144,672	35,5	0,063
FT(4,3,0)	-151,478	36,9	0,037
FT(4,4,1)	-144,53	35,9	0,057
FT(5,1,1)	-139,901	34,6	0,027
FT(5,2,1)	-147,908	36,3	0,052
FT(5,2,0)	-145,888	36,0	-0,001

Se escoge el modelo FT(4,3,0) por tener el menor AIC con lo que se obtiene una explicación del 36,9%.

Los parámetros para el modelo de mejor ajuste son los siguientes:

$$\begin{aligned}\delta_1 &= -0,676 & \omega_0 &= -0,155 \\ \delta_2 &= -0,392 & \omega_1 &= 0,076 \\ \delta_3 &= -0,302 & \omega_2 &= 0,004 \\ \delta_4 &= -0,274 & \omega_3 &= -0,063 \\ & & \omega_4 &= 0,173\end{aligned}$$

El valor de explicación obtenido se considera importante aun cuando no se supera el 50%, considerando que la distancia entre un punto y otro es de unos 20 km y que no se conocen plenamente las características del acuífero en cuestión ni las direcciones principales de flujo.

5.2.3.- Capur-Pozo Salar

La **tabla N° 5.4** resume los resultados obtenidos.

Tabla N° 5.4: Resultados FT Capur-Pozo Salar.

FT	AIC	E (%)	G
FT(1,2,1)	-9,128	3,5	0,074
FT(2,1,1)	-20,05	6,4	0,074
FT(3,1,1)	-51,925	15,0	0,075
FT(3,2,0)	-50,925	15,0	0,073
FT(3,2,1)	-50,925	15,0	0,073
FT(4,1,0)	-70,37	19,7	0,042
FT(4,1,1)	-70,652	19,7	0,141
FT(4,2,0)	-69,707	19,8	0,209
FT(4,2,1)	-69,652	19,7	0,144
FT(5,1,0)	-69,597	19,8	0,015
FT(5,1,1)	-69,945	19,9	0,154
FT(5,2,1)	-68,945	19,9	0,159
FT(5,3,0)	-67,973	19,9	0,218

Se escoge el modelo FT(4,1,1) por tener el menor AIC con lo que se obtiene una explicación del 19,7%.

Los parámetros para el modelo de mejor ajuste son los siguientes:

$$\begin{aligned}\delta_1 &= 0,043 & \omega_0 &= 0,019 \\ \delta_2 &= 0,088 & \omega_1 &= 0,030 \\ \delta_3 &= 0,277 \\ \delta_4 &= 0,243\end{aligned}$$

En este caso la explicación deja de ser estadísticamente considerable y esto puede entenderse como el escaso grado de conexión que existe entre los puntos considerados, al tomar en cuenta la distancia de separación y la caoticidad de los flujos de aguas subterráneos. Además al observar los parámetros de calibración se desprende que es la parte auto regresiva del modelo la que tiene mayor peso.

5.2.4.- Salida Tuyajto-Pozo Salar

Finalmente, se presenta en la **tabla N° 5.5** un resumen con los resultados de 12 relaciones del total de 125, para este caso.

Tabla N° 5.5: Resultados FT Salida Tuyajto-Pozo Salar.

FT	AIC	E (%)	G
FT(1,1,1)	-11,317	3,8	-0,058
FT(2,1,1)	-20,164	6,5	-0,061
FT(2,2,1)	-18,287	6,3	-0,079
FT(3,1,0)	-51,887	15,0	-0,065
FT(3,2,1)	-51,005	15,0	-0,087
FT(4,1,0)	-70,763	19,8	-0,101
FT(4,1,1)	-70,752	19,8	-0,095
FT(4,2,0)	-69,766	19,8	-0,105
FT(4,2,1)	-69,817	19,8	-0,115
FT(5,1,0)	-70,005	19,9	-0,104
FT(5,1,1)	-70,012	19,9	-0,108
FT(5,2,1)	-69,056	19,9	-0,125
FT(5,4,0)	-67,398	20,0	-0,176

Se escoge el modelo FT(4,1,0) por tener el menor AIC con lo que se obtiene una explicación del 19,8%.

Los parámetros para el modelo de mejor ajuste son los siguientes:

$$\begin{aligned}\delta_1 &= 0,042 & \omega_0 &= -0,007 \\ \delta_2 &= 0,087 & \omega_1 &= -0,028 \\ \delta_3 &= 0,277 \\ \delta_4 &= 0,243\end{aligned}$$

Las mismas conclusiones que en el caso anterior pueden inferirse de estos resultados.

5.3.- Obtención del Coeficiente de Hurst

Para verificar el grado de complejidad y predictibilidad de las series, se efectúa el análisis del coeficiente de Hurst a cada una de ellas, incluyendo las correspondientes a caudales y precipitaciones (en Socaire y Peine, por ser las estaciones pluviométricas más cercanas al sistema particular de estudio) trabajadas en el capítulo 4. El procedimiento, según el marco teórico presentado en el punto 2.5.2, es el siguiente (Soria y Zúñiga, 2010):

- 1.- Se particiona la muestra total de cada serie estacionaria en submuestras de similar tamaño, $n=348/i$, donde $i=1$ (inicialmente se trabaja con la muestra total, es decir, para $i=1$ se tiene que $n=N$). Para cada partición de tamaño n se calcula la media y desviación estándar.
- 2.- Se calculan las diferencias acumuladas de cada observación con respecto a la media de su grupo respectivo (Almacenamiento S_i). Se identifica el rango ajustado de cada grupo, es decir, la máxima y la mínima diferencia acumulada (R_n^*).
- 3.- Se divide el rango por la desviación estándar para obtener el rango normalizado (o reescalado) de cada partición (Rn^{**}). El promedio de tales rangos será el valor de Rn^{**} (o R/S como se conoce comúnmente). El logaritmo natural de este valor y el del tamaño de la partición (n), constituyen un par de datos para la regresión.
- 4.- Se hace $i=2$ y se vuelve al primer paso. Se repite este ciclo para $i=3, 4, 8$ y 16 .

Este procedimiento se conoce como método de reescalado y la pendiente de la recta obtenida en cada caso representa el valor del coeficiente de Hurst. Los resultados obtenidos se muestran en las **figuras 5.7-5.15**.

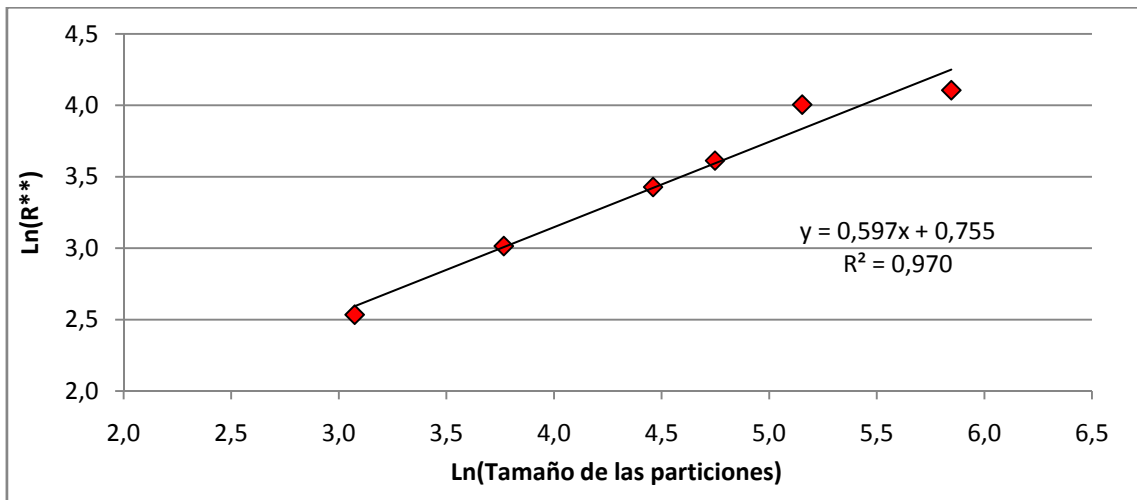


Figura N° 5.7: Método de reescalado conductividad en Tujayto Sur

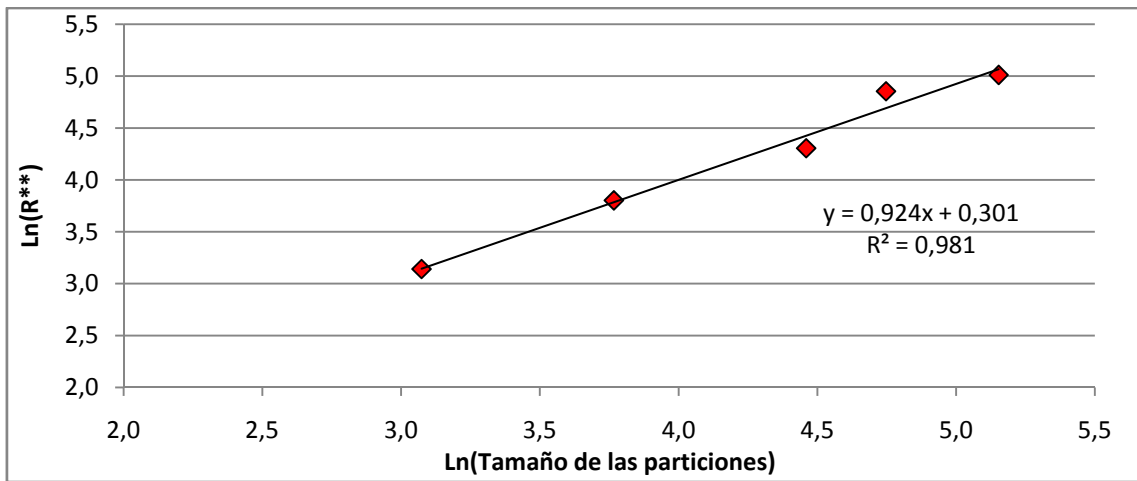


Figura N° 5.8: Método de reescalado conductividad en Salida Tujayto

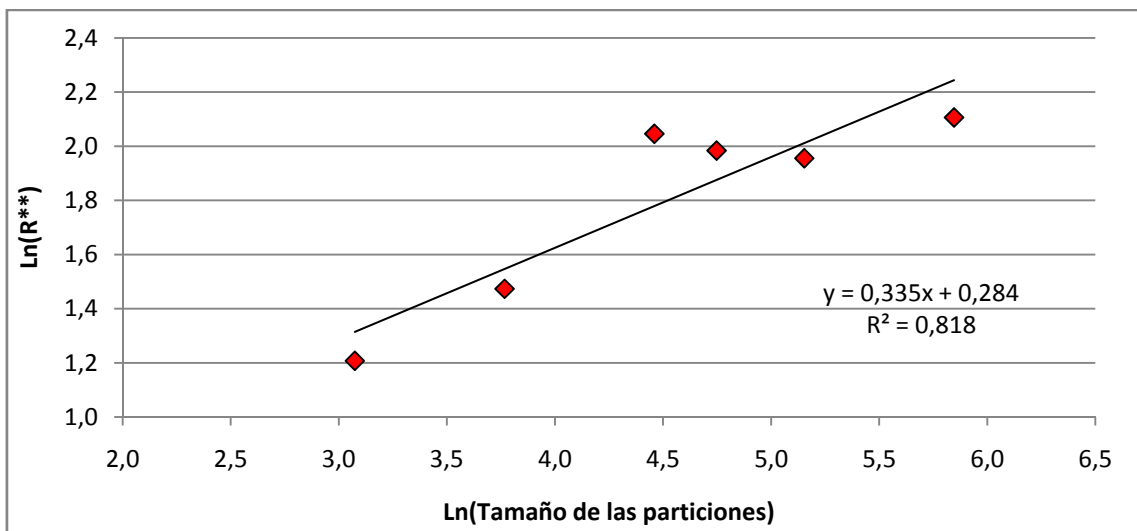


Figura N° 5.9: Método de reescalado conductividad en Capur

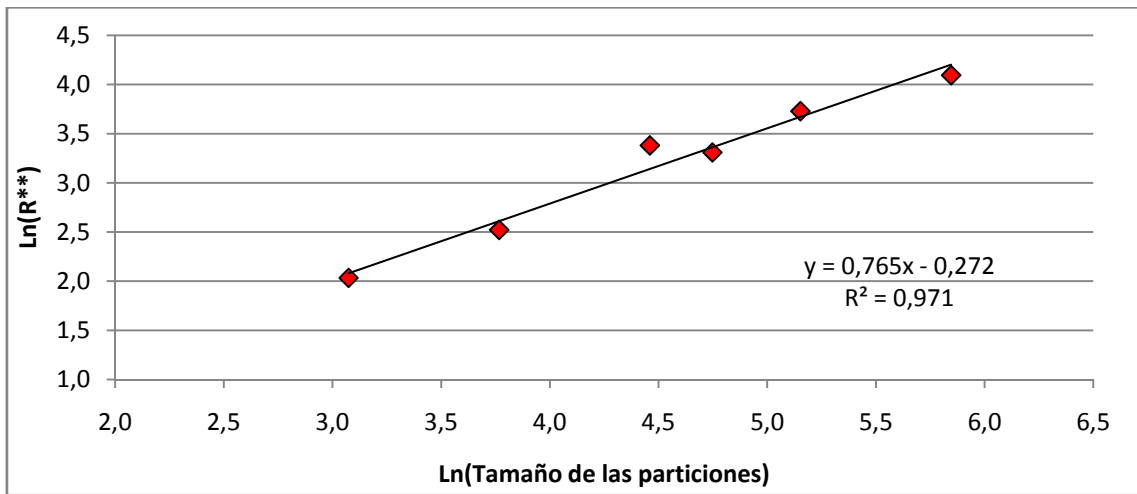


Figura N° 5.10: Método de reescalado conductividad en Pozo Salar.

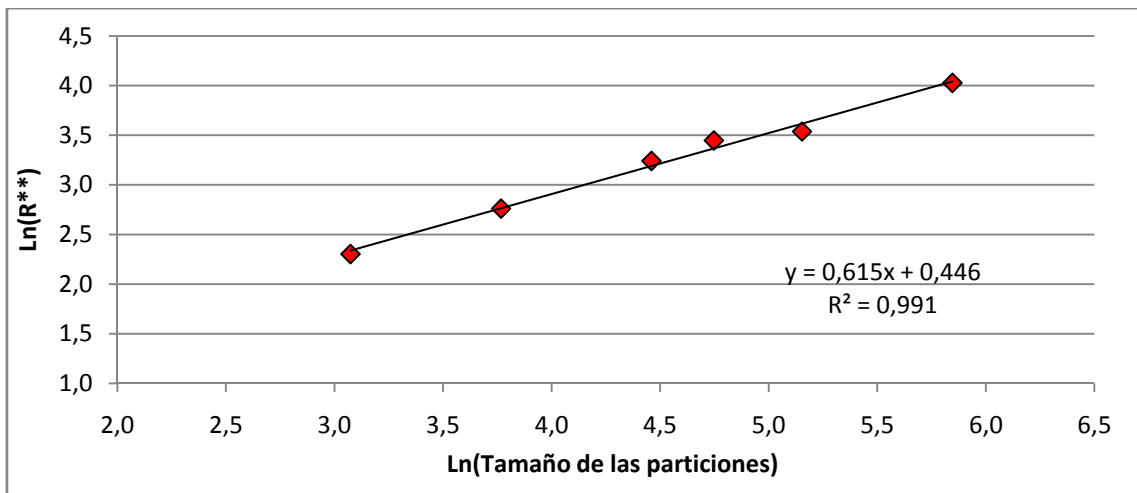


Figura N° 5.11: Método de reescalado caudal en canal Cuno.

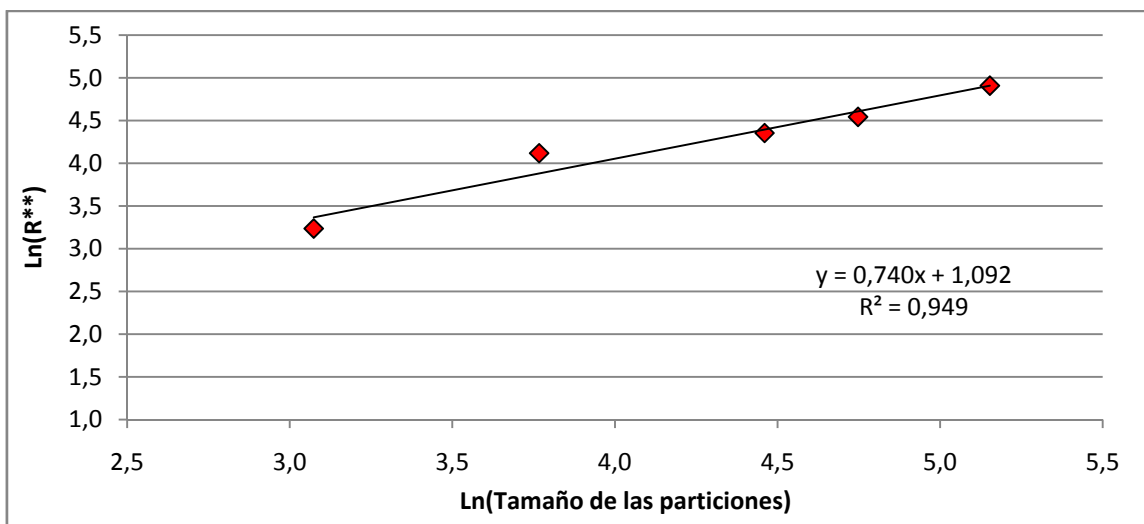


Figura N° 5.12: Método de reescalado caudal en río Vilama.

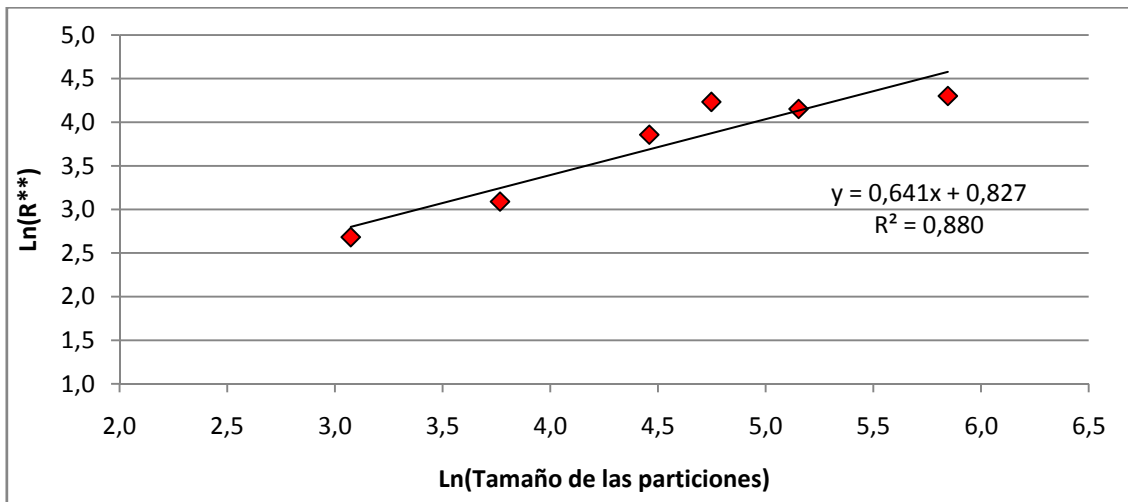


Figura N° 5.13: Método de reescalado caudal en río San Pedro.

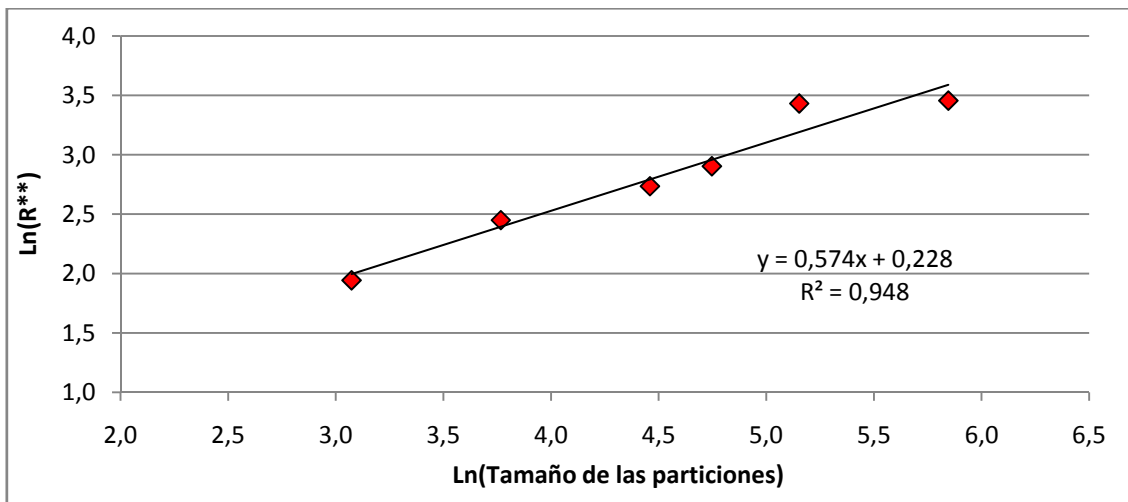


Figura N° 5.14: Método de reescalado precipitación en Socaire.

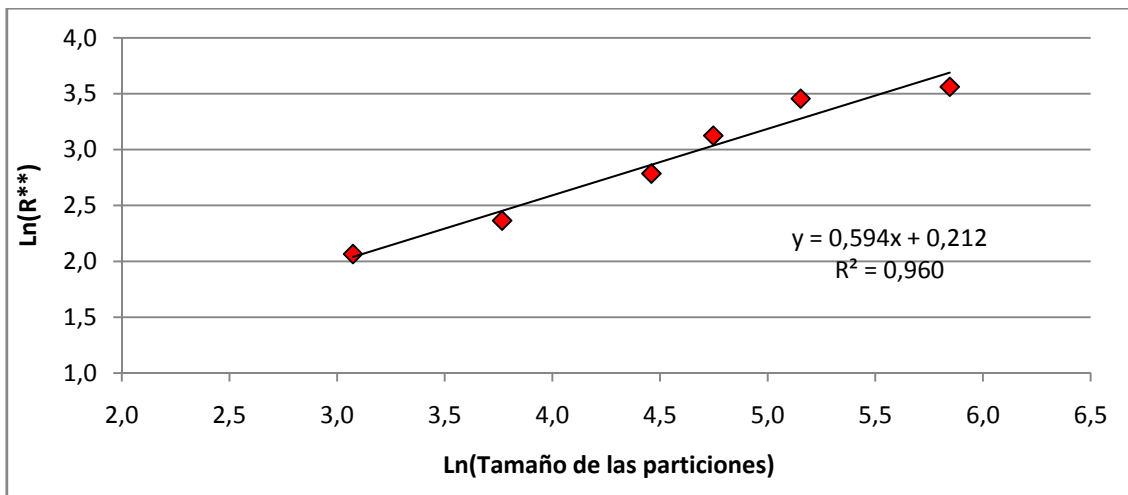


Figura N° 5.15: Método de reescalado precipitación en Peine.

En general, el método R/S se ajusta bien en cada una de las series individuales analizadas, aunque en el caso de Capur es posible apreciar cierta distorsión. En la **tabla N° 5.6** se muestran los resultados obtenidos. Además, se calcula la dimensión fractal con la **ecuación 2.38**, cuando corresponde.

Tabla N° 5.6: Resultado de aplicar el análisis de Hurst.

Serie	H	D
Cond. Tuyajto Sur	0,60	1,40
Cond. Salida tuyajto	0,92	1,08
Cond. Capur	0,34	-
Cond. Pozo Salar	0,77	1,24
Caudal Cuno	0,62	1,39
Caudal Vilama	0,74	1,26
Caudal San Pedro	0,64	1,36
Precipitación Socaire	0,59	1,41
Precipitación Peine	0,57	1,43

Se desprende de la tabla anterior que todas las series, salvo Capur, abarcan el rango de memoria larga, es decir, poseen características de objetos fractales pues la dimensión fractal calculada es mayor que la dimensión topológica (igual a 1). De este resultado se pueden obtener varias conclusiones importantes. Por un lado implica que las series poseen invariabilidad estadísticas al trabajar con ellas a distintas escalas y el hecho de haber considerados intervalos de una hora es válido. Por otro lado, abre la posibilidad a correlacionar series mediante funciones de transferencia que fueron medidas en distintas escalas, es decir, distintos intervalos de tiempo entre registros.

5.4.- Relación de Conductividad eléctrica con Caudal y Precipitación

Una vez determinado el coeficiente de Hurst y evaluado que las series presentan un comportamiento multiescala, se pretende construir funciones de transferencia con variables medidas a distintos intervalos, más específicamente, caudales y precipitaciones mensuales versus conductividades eléctricas horarias.

En este sentido, se presenta a continuación la relación mediante funciones de transferencia entre las conductividades eléctricas registradas en el Pozo en el Salar de Atacama (variable respuesta)

con los caudales en el canal Cuno y las precipitaciones en Peine (variables excitación). Se escogió la precipitación de Peine por ser la más cercana al lugar de ubicación del pozo.

Cabe señalar que lo ideal hubiese sido construir las funciones de transferencia utilizando como *output* la serie de conductividades eléctricas en el canal Cuno, pero, como ya se hizo mención, el equipo allí instalado presentó falla en la toma de datos.

El primer paso para este análisis es igualar las series en cantidad de datos para que cada una de ellas posea igual longitud. Por lo tanto, se cortan los registros de caudal y precipitación de manera que se tengan 348 datos, al igual que la serie del Pozo en el Salar de Atacama. Se presentan en la **tabla N° 5.7 y N° 5.8** un resumen con los resultados obtenidos.

Tabla N° 5.7: Resultados FT precipitación en Peine – Conductividad Pozo Salar.

FT	AIC	E (%)	G
FT(1,1,0)	-14,98	4,8	0,161
FT(1,1,1)	-12,90	4,2	0,134
FT(1,2,1)	-10,99	4,0	0,111
FT(1,3,0)	-12,30	4,3	0,214
FT(2,1,0)	-22,70	7,2	0,188
FT(2,1,1)	-21,75	6,9	0,155
FT(2,2,1)	-19,93	6,7	0,115
FT(2,2,0)	-22,61	7,4	0,260
FT(2,3,0)	-20,74	7,2	0,223
FT(3,1,0)	-33,25	9,1	0,226
FT(3,2,1)	-34,35	9,3	0,133
FT(3,3,1)	-31,54	8,9	0,155
FT(3,4,0)	-32,11	9,4	0,171

Se escoge el modelo FT(3,2,1) por tener el menor AIC con lo que se obtiene una explicación del 9,4%.

Los parámetros para el modelo de mejor ajuste son los siguientes son los siguientes:

$$\begin{aligned}
 \delta_1 &= 0,112 & \omega_0 &= 0,040 \\
 \delta_2 &= 0,116 & \omega_1 &= 0,064 \\
 \delta_3 &= 0,310 & \omega_2 &= -0,032 \\
 & & \omega_3 &= -0,007 \\
 & & \omega_4 &= -0,044
 \end{aligned}$$

Tabla N° 5.8: Resultados FT caudal en canal Cuno – Conductividad Pozo Salar.

FT	AIC	E (%)	G
FT(1,1,0)	-32,25	9,4	-0,315
FT(1,1,1)	-6,482	2,4	0,063
FT(1,2,1)	-4,503	2,2	0,064
FT(2,1,0)	-13,97	10,9	-0,324
FT(2,1,1)	-14,71	7,3	-0,171
FT(2,2,1)	-23,93	7,8	-0,248
FT(2,2,0)	-22,21	10,9	-0,332
FT(3,1,1)	-53,22	15,3	-0,133
FT(3,2,0)	-53,9	17,2	-0,303
FT(3,2,1)	-6,402	15,4	0,154
FT(3,2,2)	-52,97	15,5	-0,212
FT(3,3,1)	-53,02	15,8	-0,269
FT(3,4,0)	-59,25	17,5	-1,553

Se escoge el modelo FT(3,4,0) por tener el menor AIC con lo que se obtiene una explicación del 17,5%.

Los parámetros para el modelo de mejor ajuste son los siguientes son los siguientes:

$$\begin{aligned}
 \delta_1 &= 0,085 & \omega_0 &= -0,147 \\
 \delta_2 &= 0,101 & \omega_1 &= -0,020 \\
 \delta_3 &= 0,264 & \omega_2 &= -0,032 \\
 & & \omega_3 &= -0,007 \\
 & & \omega_4 &= -0,081
 \end{aligned}$$

Como del análisis con las series de larga data se obtuvo una explicación entre variaciones de precipitación sobre variaciones de caudal de un 7 % en la cuenca del canal Cuno (capítulo 4), al construir la FT de precipitación versus CE en Pozo Salar y la FT de caudales Cuno vs CE en el mismo pozo debiera resultar en explicaciones de aproximadamente 7% y 93%, respectivamente. El resultado que más se aproxima a lo descrito es el primero de ellos, entre precipitaciones en Peine y CE en el pozo. Sin embargo, se debe considerar que la quebrada Nacimiento (donde se emplaza el canal Cuno) no desemboca exactamente en las cercanías de Peine, sino más bien unos 10 km al norte, por lo cual no se tiene certeza de la conexión real de flujos subterráneos entre los puntos considerados. En la **figura N° 5.16** se aprecian los lugares relevantes en este análisis.



Figura N° 5.16: Ubicación de conductímetro Pozo Salar y est. fluviométrica canal Cuno (Imagen: Google Earth).

F= Estación Fluviométrica

C= Conductímetro

6.- METODOLOGÍA PROPUESTA

En este apartado se explicará de forma sencilla y práctica la forma de determinar interconexión de flujos subterráneos cuando se tiene la sospecha de que ésta existe en un sistema de cuencas endorreicas.

6.1.- Antecedentes

La forma de abordar el problema dependerá de la cantidad de antecedentes de los que se disponga. En el caso de que exista una cuenca vecina al sistema en estudio con control fluviométrico y con estaciones meteorológicas que registren precipitaciones representativas, se pueden relacionar ambos registros mediante funciones de transferencia que permitan determinar en qué medida las variaciones de las precipitaciones explican las variaciones en los caudales. Por lo tanto, resulta relevante recopilar toda la información disponible de estaciones hidrológicas cercanas al área de interés.

El procedimiento anteriormente descrito se denomina habitualmente metodología de largo plazo, pues requiere de variables que se miden en intervalos de tiempo extensos, como días, meses y años. Lo recomendable es contar con las series de caudales medios mensuales del curso principal de agua en la cuenca exorreica y los registros de precipitaciones medias mensuales de todas las estaciones cercanas.

Una vez que se dispone de estas series deben aplicarse sobre ellas los procedimientos básicos de la hidrología estadística para poder relacionarlas. Estos son:

- Test de homogeneidad sobre las estaciones pluviométricas. En el caso de contar con varias estaciones, se recomienda aplicar, por ejemplo, el test de homogeneidad de Gumbel, que evalúa si la curva de frecuencia puntual (en cada estación) no se aleja de la curva de frecuencia regional compuesta por todas las estaciones analizadas. Luego se construye el gradiente de precipitaciones (P_p v/s cota) y se estima el valor de ella en la cota media de la cuenca.
- Relleno y extensión de las series. Se recomienda que la longitud de éstas sea la máxima posible, con un mínimo de 50 datos.

- Normalización de las series. Es decir, se debe minimizar tanto la Kurtosis como el Coeficiente de Asimetría de ellas, mediante el ajuste de parámetros de transformaciones lineales. A continuación se debe estandarizar la serie, restándole el promedio y dividiendo por la desviación estándar.

Una vez aplicados estos procedimientos estadísticos, se deben construir varios modelos de función de transferencia entre la serie de precipitaciones, que será la variable de excitación o *input*, y la serie de caudales, correspondiente a la variable respuesta o *output*.

Ajustados los diferentes modelos candidatos, mediante minimización de la varianza y la calibración de parámetros de la función de transferencia, se elige el más adecuado según su parsimonia y criterio AIC.

Finalmente se calcula el indicador explicación, el cual señala en qué porcentaje las variaciones de las precipitaciones explican las variaciones en los caudales. De ser baja la explicación y evaluando la física del problema, es posible concluir que existen aportes de aguas subterráneas externos a la cuenca hidrográficamente considerada.

6.2.- Identificación y trabajos de campo

El primer paso a realizar corresponde a la recopilación de la mayor cantidad de información del sistema de cuencas endorreicas. Principalmente, esto se refiere a la identificación de cursos de agua, vertientes y pozos de observación en el interior de la zona hidrográficamente considerada y en las cercanías de ella, en los cuales se registrarán series de conductividad eléctrica. Una vez que se dispone de tales antecedentes, se procede a identificar puntos estratégicos que permitan medir la interconexión considerando la física del problema, es decir, puntos dentro del sistema que pudiesen estar relacionados mediante flujos regionales.

La cantidad de tales puntos estratégicos está sujeta al número de dispositivos con los que se cuente, pero resulta intuitivo pensar que mientras más sean, mejores resultados se obtendrán, contando con la posibilidad de que alguno de los instrumentos falle, pero con el cuidado de no transformar el análisis en un proceso caótico y engorroso.

El paso siguiente corresponde al trabajo en terreno de instalar los conductivímetros y con ello generar series de conductividad eléctrica en cada uno de los puntos determinados. Para esto se debe programar el instrumento de forma que tome datos, en forma continua y conjunta, en cada uno de los puntos de muestreo. La serie de datos requerida consta de un número mayor a 50 datos, durante intervalos de 1 hora.

Ahora bien, vale señalar las ventajas de utilizar conductivímetros para identificar la conexión. Resulta bastante sencillo instalar un instrumento pequeño como el conductivímetro en cualquier curso de agua o pozo de observación al contrario de una estación de control fluviométrico. Aún cuando la estación ya existiese, su ubicación limita a trabajar en ese punto específico y no posibilita la construcción de series en algún otro lugar del sistema que resulte más idóneo. Por otro lado, estos dispositivos entregan la opción de medir a distintos intervalos, por lo tanto, al ser estas series autosimilares, se puede trabajar en escalas de tiempo pequeñas, tales como meses, semanas o días.

6.3.- Procesamiento de la información generada

Una vez obtenidas las series de conductividad eléctrica correspondientes al mismo periodo y de igual cantidad de registros, éstas se deben normalizar, es decir, se debe minimizar tanto la Kurtosis como el Coeficiente de Asimetría mediante el ajuste de parámetros de transformaciones lineales. A continuación se debe estandarizar la serie restándole el promedio y dividiendo por la desviación estándar de ésta. Además se debe verificar la estacionariedad de las series para que el análisis estocástico entregue parámetros estadísticos razonables.

Luego, se construyen varios modelos de función de transferencia entre cada par de serie asociadas a puntos en los que se supone interconexión y pertenecientes a sistemas hidrográficos distintos.

Ajustados los diferentes modelos candidatos, mediante minimización de la varianza y la calibración de parámetros de la función de transferencia, se elige el más adecuado según su parsimonia y criterio AIC.

A continuación se calcula el indicador explicación, el cual señala en qué porcentaje las variaciones de los escurrimientos del punto considerado como *input* explica las variaciones en el *output*. De ser alta la explicación y evaluando la física del problema, es posible concluir que efectivamente existe interconexión.

Finalmente, y para complementar los estudios ya realizados, se puede obtener, mediante el método de reescalado, el valor del coeficiente de Hurst de cada una de las series de conductividades eléctricas, el cual es un indicador del nivel de predictibilidad y permite obtener la dimensión fractal de ellas, asegurando su autosimilaridad e invarianza de escala.

7.- CONCLUSIONES

7.1.- Conclusiones generales

A continuación se presentan las conclusiones generales del trabajo realizado, referentes a la teoría utilizada y la metodología propuesta.

- Los modelos de función de transferencia (FT) son una herramienta idónea y adecuada a la hora de relacionar series que no cumplen la condición de ser independientes e idénticamente distribuidas.
- Las metodologías propuestas en la presente memoria están orientadas a dar una solución rápida y precisa en la determinación cuantitativa de la interconexión hidrogeológica de cuencas. Para esto, y según los antecedentes que se disponga, se propone utilizar el análisis completo incluyendo estudios complementarios en cuencas exorreicas.
- En relación a lo anterior, el mismo análisis de interconexión en cuencas endorreicas es válido también en cuencas exorreicas y permite determinar la presencia de aportes subterráneos exteriores a la zona hidrográfica considerada.
- La utilización de conductividad eléctrica (CE), como medida alternativa del caudal, simplificaría de sobremanera los estudios en cuencas donde el control hidrológico es escaso, pues el dispositivo de medición es un instrumento bastante sencillo de operar y de instalar. Al respecto, se han registrado experiencias donde se ha verificado la equivalencia de aplicar FT construidas con variables de distinto tipo, por ejemplo precipitaciones-caudales versus CE-CE, es decir, metodología de largo plazo versus metodología de corto plazo (Provoste, 2005; Barra, 2010).
- El comportamiento multiescala de una serie o su autosimilitud, puede ser evaluado por el coeficiente de Hurst. Esto permitiría incluso construir FT con variables a distintos intervalos, por ejemplo caudales mensuales vs CE horarias.

- Si bien lo óptimo es trabajar con series medidas en la misma escala de tiempo, resulta interesante poder comparar los resultados cuando se efectúan relaciones entre series registradas a distintos intervalos de tiempo.

7.2.- Conclusiones específicas

- Referente a los estudios presentados en el capítulo 4, el análisis clásico permite obtener una primera imagen de que las variaciones en las precipitaciones no consiguen explicar las variaciones en los caudales medidos. Sin embargo, no se puede obtener una conclusión categórica con este procedimiento, pues el acuífero podría estar generando un efecto regulador sobre las escorrentías superficiales y se requiere de la aplicación de funciones de transferencia para considerar, además de la dependencia con las precipitaciones, un factor auto regresivo de las series de caudales.
- En relación al mismo capítulo, la aplicación de FT entre precipitación y caudal permite ratificar la hipótesis, y más aún, entrega el porcentaje de explicación entre las variaciones de ambas variables. Por lo tanto, se infiere que existen aportes de flujos subterráneos que vienen del exterior de las cuencas consideradas. Al respecto, existen trabajos desarrollados en el Salar de Atacama que concluyen que lo mayores aportes de recarga son externos a la cuenca (Jordan, 2002). Este hecho sirve como antecedente poderoso para justificar la hipótesis de interconexión en el sistema particular de estudio.
- Con respecto al análisis presentado en el capítulo 5 aplicado al sistema de cuencas endorreicas, los resultados obtenidos resultaron acordes a lo esperado, toda vez que en donde existe evidencia de interconexión, las explicaciones entre las variaciones de la serie de entrada y salida consideradas, resultaron ser importantes.
- Más en detalle, en el Sistema Tuyajto, base de los estudios de esta memoria, se obtuvo una alta explicación (60%) entre las variaciones de la entrada superficial a la laguna por el sur y la salida subterránea medida en un pozo fuera de la zona hidrógrafica (Salida Tuyajto).

- Ahora bien, entre la salida de Tuyajto y la vertiente en el salar de Capur la explicación no es muy significativa. Sin embargo, el valor de 37% obtenido puede ser relevante si se considera que la distancia entre un punto y otro es de unos 20 km y que no se conocen totalmente las direcciones principales de flujo ni las características del acuífero en cuestión.
- Las explicaciones entre Capur y el pozo en el Salar de Atacama y Salida Tuyajto y el mismo punto, dejan de ser estadísticamente considerables. Esto implicaría un escaso grado de conexión entre los puntos considerados, situación que se justifica al tomar en cuenta la distancia de separación y la imprevisibilidad que esto implica en las direcciones de los flujos subterráneos de agua. Además, al observar los parámetros de calibración, se desprende que es la parte auto regresiva del modelo la que tiene un mayor peso.
- Con respecto al análisis del coeficiente de Hurst, todas las series, salvo Capur, resultaron estar en el rango $[0,5; 1]$ lo que señala que el fenómeno estocástico subyacente presenta persistencia, es decir, que las series tienden en el tiempo a seguir creciendo o decreciendo según sea el caso.
- Obtener valores dentro de este rango resulta importante desde el punto de vista de la autosimilaridad estadística. Como el coeficiente de Hurst y la dimensión fractal están relacionados, es posible concluir que las series poseen esta propiedad y permitiría relacionarlas aún cuando estuviesen medidas en diferentes escalas.
- Los resultados de aplicar funciones de transferencia cruzada entre conductividad eléctrica con caudal y precipitación, sólo fueron acordes a lo pensado considerando que se esperaba encontrar mayor explicación con los registros fluviométricos, como variable excitación, que con los pluviométricos, situación que se obtuvo. Sin embargo, no existe evidencia de interconexión de flujos subterráneos en los puntos considerados y se requieren estudios más profundos para validar los resultados, razón por la cual éstos se consideran promisorios mas no concluyentes.

- Es importante destacar que esta clase de modelos, aplicados a series de variables de distinta naturaleza y medidas en distintas escalas de tiempo, no es habitual y no existe (o se desconoce) precedente o algún estudio similar. De todas formas, su aplicación sólo se utilizó para complementar las hipótesis y los resultados trascendentes corresponden a los obtenidos de las FT entre los pares de series de CE.
- Por último, se vuelve a recalcar lo lamentable de perder los registros del conductivímetro en el Canal Cuno. Con estos datos se podría haber verificado directamente la correspondencia entre resultados de funciones de transferencia con metodologías de largo y corto plazo (Caudal-Precipitación y CE-CE, respectivamente).

7.3.- Comentarios finales

Es importante destacar que este trabajo está enmarcado dentro de un proyecto global en la zona del Salar de Atacama realizado por GeoAguas Consultores para Inversiones Mundo S.A. Es por esta situación que la zona de análisis considerada venía establecida a priori según los requerimientos del proyecto. En este sentido, sería conveniente realizar un estudio de similares características en cuencas con mayor control hidrológico para verificar los resultados aquí obtenidos.

Por último, y más allá de las ventajas mencionadas de realizar un análisis fractal de las series de tiempo, al considerar intervalos de medición de 1 hora lo que se está suponiendo es que el flujo al interior del acuífero presenta cierta continuidad. Esta hipótesis tiene mayor probabilidad de ser válida en la relación establecida entre los conductivímetros instalados en Tuyajto y Capur, en donde las distancias involucradas son pequeñas, y se vuelve cada vez más improbable al establecer relaciones entre cursos de agua separados a distancias considerablemente mayores. Desde esta perspectiva, los resultados conseguidos en Tuyajto poseen mayor credibilidad y los restantes pueden considerarse bastante atractivos y promisorios, pero requieren de mayores estudios para ser validados.

BIBLIOGRAFÍA

Baeza S. Hernán. Escurrimientos en Medios Permeables, Universidad de Chile. Santiago, Chile, 1973.

Barra, Leonel. Recarga artificial zona drenes de Vitacura, Mapocho Alto. Santiago, Chile, 2010.

Barra, Leonel. Gestión Operacional de Aguas Subterráneas [Apuntes de Clases]. Universidad de Chile. Santiago, Chile, 2010.

Bidegain, Mario; Diaz, Álvaro; Barreiro, Marcelo. Análisis estadístico de datos climáticos. Tema: Series temporales [Diapositivas]. Universidad de la República. Montevideo, Uruguay, 2008.

Box, G. E. P. & Cox, D. R. An analysis of transformation revisited, rebutted. Journal of the American Statistical Association, 77, 209-210. 1982.

Caldwell, Joseph George. The Box-Jenkins Forecasting Technique. <<http://www.foundationwebsite.org/BoxJenkins.htm> >, 2006.

Canavos, George. Probabilidad y Estadística, aplicaciones y métodos. Editorial McGrawHill Interamericana. México, 1988.

Chatfield, C. The Analysis of Time Series. Chapman Hall/CRC, sixth edition. ISBN 1584883170. 2003.

Custodio Emilio y Llamas Manuel Ramón. Hidrología Subterránea. Editorial Omega. Barcelona, España, 1982.

Chow Ven Te; Maidment David R.; Mays Larry W. Hidrología Aplicada. Mc Graw-Hill Interamericana, Santa Fe de Bogotá, Colombia (1994).

De Juan Fernández, Aranzazú. Modelos de Función de Transferencia. Universidad Autónoma de Madrid. España, 2006.

Dirección General de Aguas (DGA). Evaluación de la disponibilidad de recursos hídricos para constituir derechos de aprovechamiento en las subcuencas afluentes al salar de Atacama. II región. Minuta Técnica N° 60. Santiago, Chile, 1999.

Dirección General de Aguas (DGA). Análisis uso actual y futuro de los recursos hídricos de Chile, Informe final, Volumen I. Santiago, Chile, 1996.

Elmoujahid, Ahmed. Aplicación del Análisis estadístico para la homogeneización climatológica e hidrológica en la cuenca del río Aragón aguas arriba del pantano de Yesa. Dpto. de Geografía y Ordenación del Territorio. Universidad de Zaragoza. España, 1997.

Espíldora Basilio; Brown Ernesto; Cabrera Guillermo; Isense Pablo. Elementos de hidrología. Centro de Recursos Hidráulicos. Departamento de Obras Civiles. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. Universidad de Chile. Santiago, Chile, 1975.

Espinoza, Carlos. Aguas Subterráneas [Apuntes de Clases]. Universidad de Chile. Santiago, Chile, 2008.

Fernández B. Modelos Estocásticos en Hidrología. Revista de la Sociedad Chilena de Ingeniería Hidráulica, Vol. 5 Núm. 2, 1990.

Fuller W. Introduction to Statistical Time Series. John Wiley-Sons. ISBN 0-471287156. 1976.

Geo-Aguas Consultores para Exploraciones Mundo S.A. Determinación del recurso subterráneo en el sistema Tuyajto. Santiago, Chile, 2009.

Gutiérrez, Humberto. Estudio de geometría fractal en roca fracturada y series de tiempo. Memoria (Ingeniería Civil, mención Hidráulica). Santiago, Chile. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. Santiago, Chile, 2008.

Hipel, Keith; McLeod a Ian. Time Series modeling of Water Resources and Environmental Systems. Elsevier. Amsterdam, Netherlands, 1994.

Isidro, Rafael; Demey, Johnny; Macchiavelli, Raúl. Aplicación del análisis R/S de Hurst para estudiar las propiedades fractales de la precipitación en Venezuela. Asociación Interciencia. Caracas, Venezuela, 2004.

Jordan, Teresa et al. Active faulting and folding without topographic expression in an evaporite basin. Geological Society of America Bulletin. Chile, 2002.

Katz, Richard; Parlange, Marc; Naveau, Philippe. Statistics of extremes in hydrology. Advances in Water Resources, Elsevier. 2002.

Mahamud, Manuel. Análisis fractal de caudales de ríos. Universidad de Oviedo, departamento de ingeniería Química y Tecnológica del Medio Ambiente. Oviedo, España, 2004.

Malliaris, A.G. Stochastic methods in economics and finance. Loyola University of Chicago. Elsevier Science, Volume 17. Amsterdam, Netherlands, 1982.

Mandelbrot, Benoit. La Geometría Fractal de la Naturaleza. Tusquets Editores S.A. Barcelona, 1997.

Mandelbrot, Benoit. Fractal geometry: what is it, and what does it do?. Physics Department, IBM, T. J. Watson Research Center, Yorktown Heights. New York, USA, 1989.

Mardones P., Leonardo. Características geológicas e hidrogeológicas del salar de Atacama. Universidad de Chile, Departamento de Ingeniería en Minas, Editorial Universitaria. Santiago, Chile, 1986.

Millen, Sara; Beard, Rodney. Estimation of the Hurst Exponent for the Burdekin River using the Hurst Mandelbrot Rescaled Range Statistic. School of Economics, The University of Queensland. Australia, 2003.

Ministerio de Obras Públicas (MOP). Cuenca del Salar de Atacama. Santiago, Chile, 2004.

Muñoz E., Kikut A., El filtro de Hodrick y Prescott: Una técnica para la extracción de la tendencia de una serie. Banco Central de Costa Rica, Departamento de Investigaciones Económicas, DIE-NT-03-94/R (1994).

Muñoz, José F. y Johnson, Juan E. La Evaporación en la Estimación de los Recursos Hídricos en Cuencas del Norte de Chile [Diapositivas]. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile, 2008.

Nava P. Alejandro, Procesamiento de series de tiempo. Fondo de Cultura Económica. México D.F., 2002.

Ortiz, Adausto; Álvarez Jesús. Cálculo del coeficiente de Hurst utilizando herramientas para cálculos complejos. Centro de Innovación y Desarrollo Tecnológico en Cómputo, Instituto politécnico Nacional. México, 2003.

Provoste, Joel. Metodologías alternativas para evaluar la interferencia río-acuífero. Memoria (Ingeniería Civil, mención Hidráulica). Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. Santiago, Chile, 2006.

Pulido, Antonio; López Ana María; Rodríguez, Jorge. Curso de Predicción Económica y Empresarial. Universidad Autónoma de Madrid. España, 2004.

Ruiz, Esther. Modelos para series temporales heterocedásticas. Departamento de Estadística y Econometría, Universidad Carlos III. Madrid, España, 1994.

Smith, Ricardo. Simulación de caudales con larga memoria. Centro Interamericano y Desarrollo integral de Aguas y Tierras. En the Tegucigalpa Hydromath Symposium, September. IAHS Publ.No.152. Mérida, Venezuela, 1983.

Soria, Karla y Zúñiga, Sergio. Algunas estimaciones del coeficiente de Hurst para el igpa chileno. Escuela de Ingeniería Comercial de la U. Católica del Norte. Coquimbo, Chile, 2010.

ANEXO A

Cartas IGM y otras figuras relevantes

(Complementos del Capítulo 3)

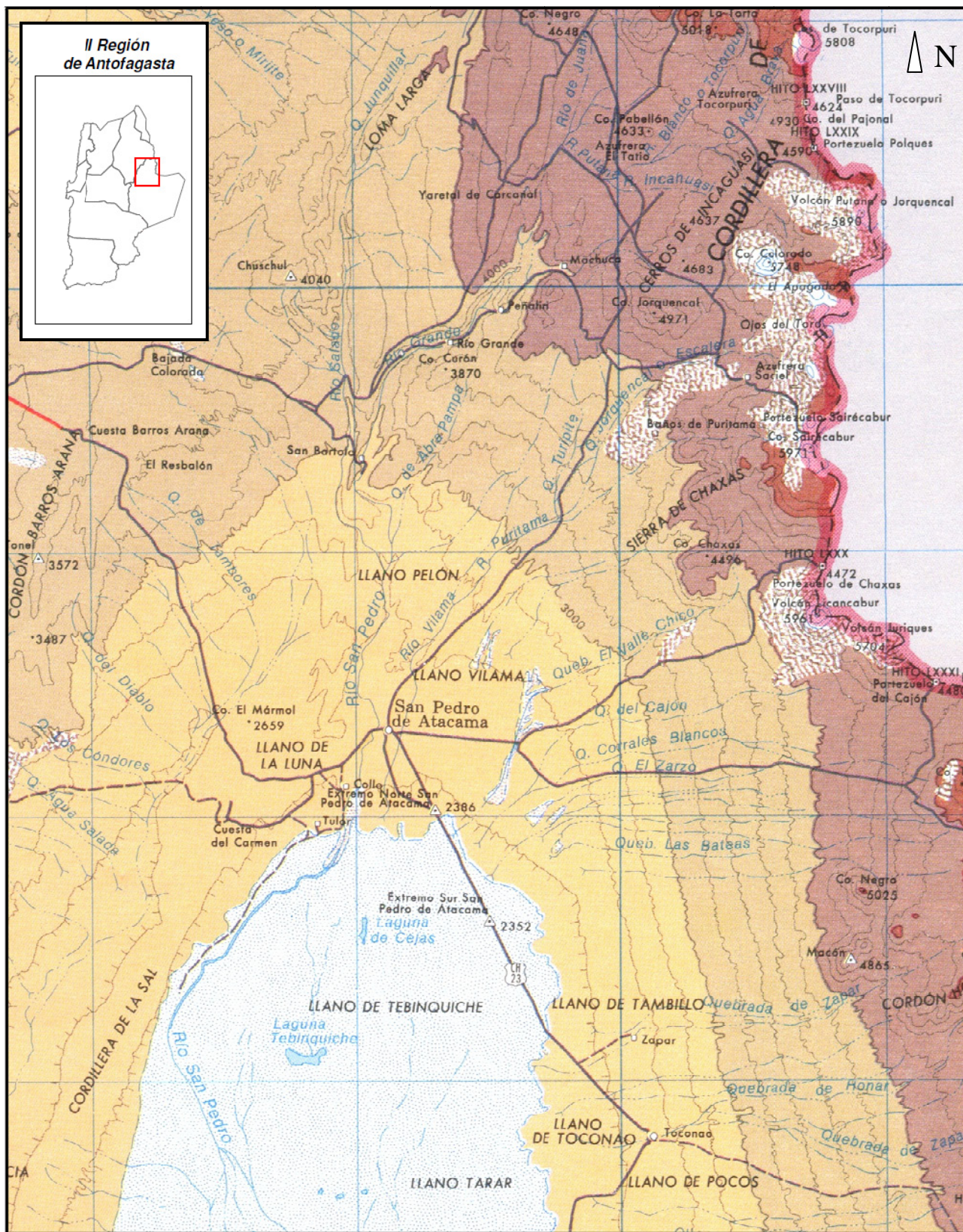


Figura A.1: Detalle de los ríos San Pedro y Vilama (Fuente: carta IGM escala 1:500.000)

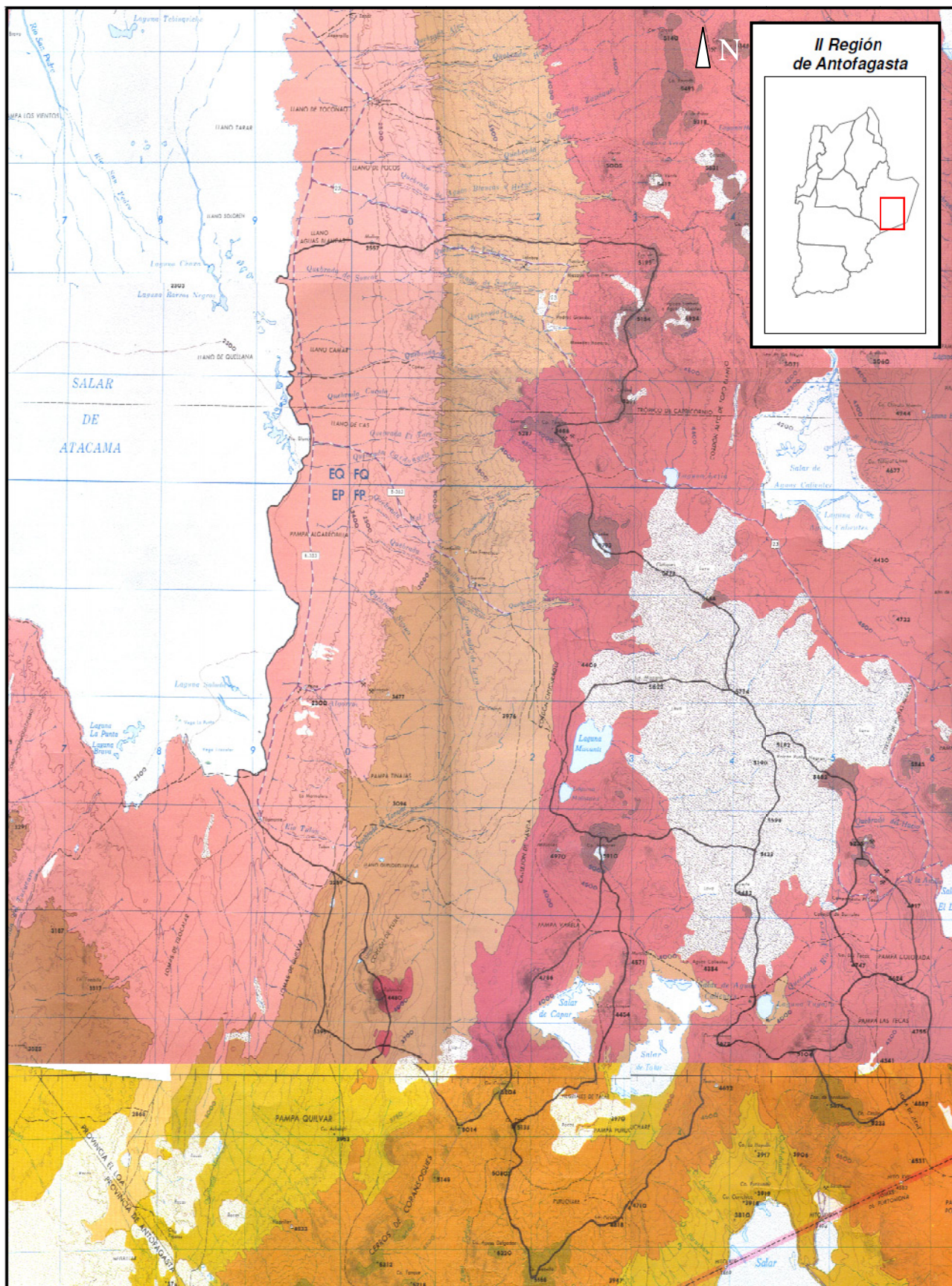


Figura A.2: Superposición de cartas IGM de la zona particular de estudio (Fuente: IGM escala 1:250.000)

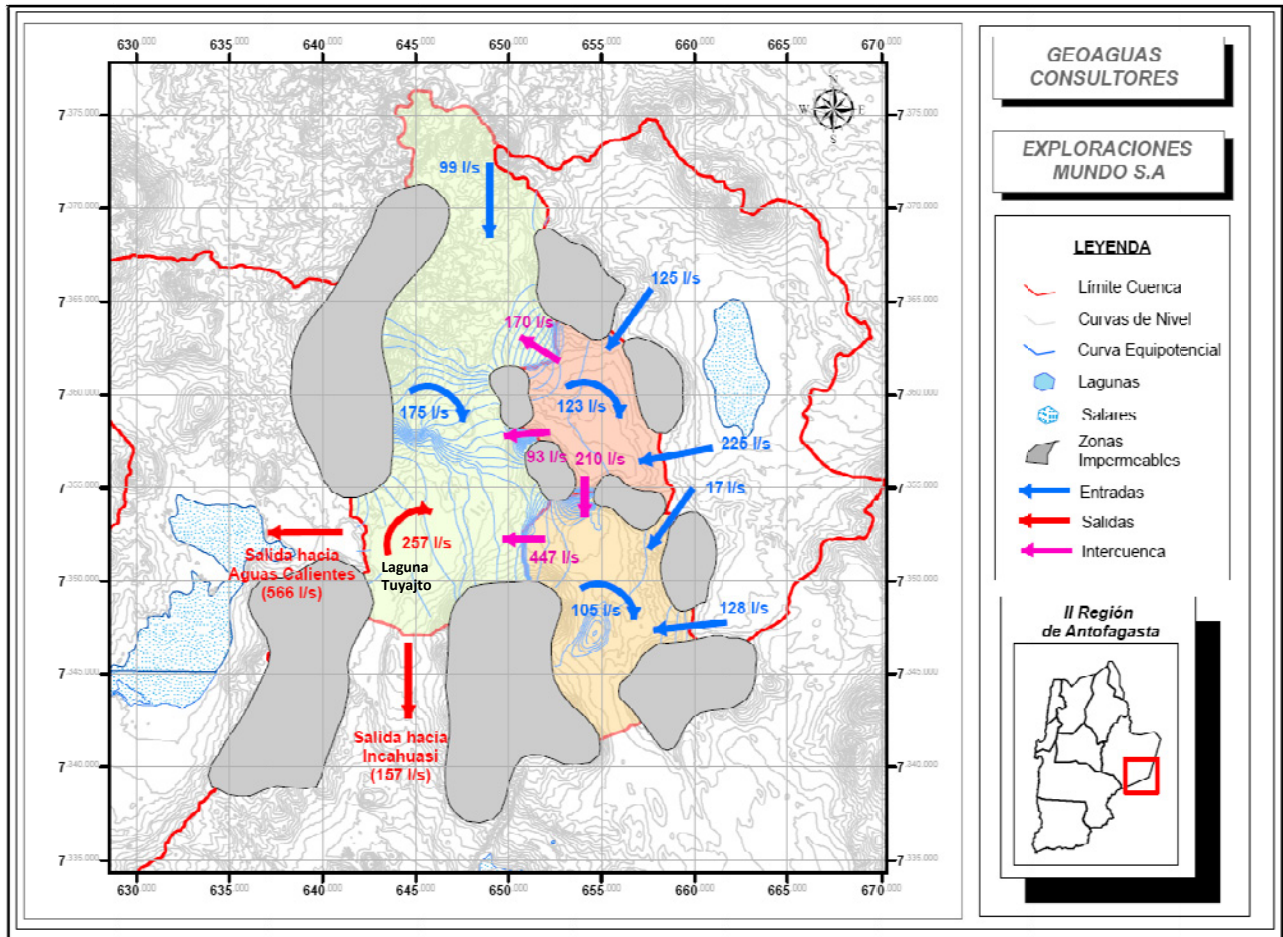


Figura N° A.3: Resultados de la modelación matemática en el sistema Tuyajto. Respuesta del acuífero en régimen natural incluidos caudales entre subcuencas (Fuente: GeoAguas Consultores)

ANEXO B

Procesamiento de Estadísticas Hidrológicas

(Complementos del Capítulo 4)

B.1.- Estaciones fluviométricas rellenadas y extendidas

Tabla N° B.1: Caudales medios mensuales (m³/s) Estación Río San Pedro en Cuchabrachi.

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1947							1,30	1,27	1,25	1,24	1,17	1,13
1948	1,04	0,65	0,94	0,83	1,24	1,27	1,18	1,09	1,15	1,04	0,95	0,97
1949	1,17	1,98	1,02	1,02	1,20	1,26	1,33	1,23	1,21	1,16	1,00	1,01
1950	1,14	1,20	1,32	1,26	1,36	1,49	1,35	1,01	1,00	1,05	1,00	1,88
1951	0,90	0,78	0,85	1,18	1,27	1,33	1,45	1,35	1,25	1,22	1,18	1,44
1952	0,62	1,00	0,99	0,93	0,52	0,98	0,95	0,93	0,94	0,89	0,58	0,88
1953	1,11	5,48	6,33	1,16	1,17	1,12	1,05	1,08	1,04	0,94	0,99	1,09
1954	1,19	2,01	1,23	1,05	1,02	0,96	0,67	0,99	1,00	0,90	1,44	0,63
1955	2,89	1,95	1,29	1,10	0,95	1,04	0,92	0,95	0,96	0,97	0,94	0,94
1956	1,29	0,66	0,68	0,49	1,26	1,26	1,12	0,82	1,14	0,51	1,05	0,49
1957	0,54	1,19	1,13	1,02	1,13	1,14	1,05	1,21	1,18	1,01	0,55	0,59
1958	0,60	0,57	0,68	0,69	0,73	0,82	0,76	0,70	0,72	0,94	1,21	0,60
1959	0,44	0,92	0,88	1,14	0,55	1,06	0,53	0,88	0,79	0,63	0,85	0,86
1960	1,35	0,77	0,83	0,66	0,73	0,97	0,73	0,95	2,74	0,52	0,94	0,74
1961	0,67	1,13	0,96	1,24	1,46	0,96	1,00	0,55	0,49	0,94	0,66	0,87
1962	0,73	0,97	0,99	1,01	0,45	0,56	1,02	0,97	0,98	0,45	0,83	1,28
1963	0,82	0,78	0,59	0,63	0,59	0,73	0,95	0,97	1,07	1,02	0,85	0,49
1964	0,25	0,94	0,77	0,81	0,84	0,86	0,85	0,98	0,63	0,71	0,78	0,81
1965	0,81	0,74	0,81	0,79	0,86	0,90	0,90	0,86	0,87	0,80	0,75	0,76
1966	0,75	0,70	0,76	0,79	0,86	0,60	0,70	0,92	0,71	0,73	0,74	0,61
1967	0,57	0,58	0,53	0,83	0,68	0,76	1,00	0,71	1,74	0,77	0,88	0,53
1968	0,88	0,63	1,22	0,97	0,88	0,90	1,01	0,97	0,52	0,92	0,79	0,51
1969	0,85	1,07	0,50	1,05	0,69	0,65	1,24	0,83	0,76	0,73	0,71	0,72
1970	0,72	0,77	0,65	0,69	0,58	0,95	1,07	0,97	0,57	1,30	0,69	0,72
1971	0,73	1,11	0,50	0,79	0,88	1,21	0,70	0,82	1,18	0,67	0,65	0,48
1972	2,22	1,60	1,31	1,03	0,71	1,08	0,83	0,97	1,00	1,02	0,45	0,70
1976	1,09	0,88	0,74	0,74	0,81	0,83	0,83	0,88	0,92	0,88	0,77	1,22
1977	0,95	0,65	0,40	0,78	0,53	0,76	0,87	2,04	0,64	1,04	0,79	0,55
1978	0,71	0,71	0,63	0,66	0,71	0,76	0,79	0,79	0,71	0,55	0,55	0,68
1979	0,84	0,58	0,69	0,68	0,75	0,79	0,85	0,87	1,20	0,55	0,63	0,67
1980	0,67	0,71	0,79	0,67	0,81	0,81	0,80	0,75	0,43	0,79	0,61	0,73
1981	0,75	0,69	0,69	0,74	0,80	1,05	0,80	1,12	0,91	0,43	0,59	0,57
1982	0,62	0,66	0,64	0,67	0,81	0,71	0,60	0,69	0,82	0,43	1,23	0,77
1983	1,13	0,82	0,67	0,66	0,77	0,76	0,91	0,78	0,71	0,67	0,68	0,64
1984	0,48	0,70	0,39	0,56	0,71	0,73	0,70	0,71	0,71	0,59	0,61	0,66
1985	0,62	0,92	0,76	0,85	0,79	0,85	0,72	0,78	1,83	0,72	0,51	0,58
1986	0,54	0,61	0,82	0,96	0,73	0,75	0,81	0,81	0,71	0,71	0,70	0,68
1987	1,07	0,67	0,90	0,73	0,78	0,98	0,83	0,82	0,81	0,70	0,72	0,70
1988	0,73	0,69	0,67	0,72	0,80	0,80	0,48	0,75	0,69	0,55	0,67	0,57
1989	0,56	0,71	0,52	0,63	0,63	1,07	0,72	0,44	0,63	1,02	0,57	0,56
1990	0,60	0,63	0,60	0,64	0,74	0,81	0,75	0,70	0,62	0,61	0,63	0,69
1991	0,67	0,60	0,66	0,65	0,70	0,89	0,73	0,74	0,64	0,55	0,55	0,57
1992	0,64	0,65	0,67	0,75	0,74	0,79	0,71	0,69	0,68	0,60	0,58	0,62
1993	0,69	0,57	0,59	0,63	0,68	0,70	0,72	0,70	0,63	0,58	0,57	0,55
1994	0,59	0,59	0,62	0,55	0,61	0,58	0,85	0,62	0,60	0,73	0,77	0,65
1995	0,74	0,60	0,50	0,51	0,57	0,59	0,57	0,58	0,53	0,53	0,51	0,47
1996	0,52	0,58	0,65	0,65	0,66	0,70	0,76	0,53	0,62	0,55	0,57	0,61
1997	0,74	0,90	0,79	0,75	0,66	0,69	0,69	0,69	0,60	0,63	0,58	0,55
1998	0,64	0,51	0,53	0,65	0,72	0,76	0,67	0,61	0,65	0,56	0,77	0,53
1999	0,54	0,45	0,60	0,60	0,61	0,67	0,73	0,97	1,33	0,59	0,55	0,52
2000	1,14	0,84	0,69	0,55	0,63	0,72	0,65	0,63	0,58	0,54	0,49	0,45
2001	0,56	1,98	0,85	0,98	1,15	0,79	0,64	0,66	0,57	0,51	0,45	0,38
2002	0,36	0,45	0,52	0,96	0,76	0,83	0,82	0,80	0,68	0,66	0,71	0,70
2003	0,71	0,46	0,53	0,75	0,70	0,70	0,75	0,68	0,68	0,60	0,62	0,60
2004	0,75	0,45	0,90	0,57	0,65	0,73	0,70	0,71	0,61	0,59	0,55	

■ : Dato registrado

■ : Dato interpolado

■ : Dato extrapolado

Tabla N° B.2: Caudales medios mensuales (m³/s) Estación Canal Vilama en Vilama.

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1947							0,09	0,13	0,17	0,26	0,19	0,23
1948	0,21	0,15	0,22	0,14	0,14	0,12	0,10	0,11	0,14	0,22	0,07	0,21
1949	0,14	0,15	0,18	0,20	0,19	0,13	0,11	0,06	0,16	0,20	0,16	0,18
1950	0,14	0,17	0,18	0,18	0,08	0,14	0,13	0,18	0,14	0,13	0,28	0,18
1951	0,25	0,09	0,16	0,24	0,23	0,22	0,12	0,21	0,14	0,21	0,17	0,10
1952	0,25	0,10	0,11	0,13	0,12	0,10	0,14	0,16	0,31	0,17	0,13	0,09
1953	0,12	0,22	0,11	0,20	0,14	0,09	0,13	0,28	0,15	0,08	0,20	0,19
1954	0,22	0,16	0,17	0,10	0,07	0,13	0,18	0,13	0,26	0,16	0,22	0,13
1955	0,20	0,13	0,17	0,08	0,28	0,15	0,10	0,09	0,12	0,15	0,15	0,18
1956	0,16	0,16	0,12	0,13	0,12	0,21	0,22	0,16	0,16	0,21	0,13	0,19
1957	0,18	0,15	0,18	0,13	0,03	0,15	0,18	0,13	0,31	0,14	0,22	0,18
1958	0,12	0,20	0,15	0,12	0,09	0,20	0,22	0,22	0,19	0,27	0,15	0,15
1959	0,18	0,16	0,15	0,18	0,17	0,17	0,15	0,05	0,14	0,22	0,22	0,19
1960	0,15	0,18	0,05	0,11	0,11	0,11	0,22	0,06	0,11	0,19	0,27	0,16
1961	0,12	0,19	0,18	0,18	0,21	0,22	0,11	0,17	0,14	0,15	0,18	0,17
1962	0,28	0,23	0,19	0,13	0,10	0,22	0,14	0,18	0,09	0,18	0,23	0,21
1963	0,16	0,27	0,17	0,29	0,22	0,21	0,29	0,15	0,22	0,16	0,16	0,24
1964	0,14	0,15	0,17	0,09	0,16	0,15	0,10	0,26	0,18	0,22	0,26	0,12
1965	0,17	0,20	0,11	0,14	0,17	0,08	0,12	0,21	0,16	0,19	0,23	0,25
1966	0,15	0,26	0,13	0,26	0,25	0,09	0,13	0,13	0,25	0,14	0,10	0,17
1967	0,26	0,19	0,06	0,15	0,06	0,21	0,10	0,07	0,14	0,10	0,24	0,17
1968	0,14	0,18	0,15	0,15	0,10	0,22	0,18	0,22	0,20	0,12	0,20	0,06
1969	0,08	0,28	0,23	0,08	0,19	0,12	0,24	0,14	0,22	0,13	0,17	0,16
1970	0,13	0,19	0,08	0,19	0,17	0,21	0,13	0,10	0,18	0,11	0,14	0,22
1971	0,27	0,18	0,17	0,22	0,18	0,15	0,17	0,32	0,15	0,18	0,24	0,19
1972	0,25	0,23	0,18	0,17	0,10	0,19	0,10	0,14	0,10	0,17	0,15	0,21
1973	0,15	0,24	0,20	0,16	0,22	0,15	0,09	0,17	0,14	0,20	0,22	0,24
1974	0,17	0,18	0,14	0,12	0,15	0,24	0,14	0,30	0,14	0,12	0,12	0,12
1975	0,31	0,05	0,17	0,11	0,13	0,17	0,13	0,21	0,23	0,27	0,23	0,11
1976	0,16	0,2	0,07	0,19	0,22	0,24	0,19	0,21	0,21	0,23	0,12	0,09
1977	0,1	0,29	0,16	0,18	0,20	0,21	0,25	0,14	0,23	0,21	0,27	0,29
1978	0,32	0,18	0,37	0,27	0,23	0,25	0,25	0,20	0,21	0,12	0,12	0,26
1979	0,22	0,22	0,20	0,24	0,15	0,26	0,20	0,19	0,11	0,18	0,20	0,21
1980	0,22	0,17	0,22	0,10	0,15	0,19	0,21	0,17	0,10	0,21	0,10	0,10
1981	0,21	0,25	0,28	0,27	0,08	0,21	0,26	0,24	0,16	0,16	0,17	0,16
1982	0,18	0,19	0,20	0,22	0,23	0,22	0,10	0,18	0,13	0,16	0,32	0,18
1983	0,18	0,09	0,18	0,19	0,19	0,20	0,19	0,20	0,12	0,17	0,18	0,17
1984	0,21	0,20	0,21	0,21	0,21	0,21	0,14	0,24	0,14	0,16	0,16	0,17
1985	0,17	0,18	0,19	0,21	0,21	0,20	0,19	0,18	0,13	0,15	0,16	0,16
1986	0,14	0,21	0,17	0,17	0,17	0,19	0,20	0,20	0,13	0,15	0,17	0,17
1987	0,18	0,19	0,20	0,20	0,21	0,21	0,21	0,21	0,15	0,18	0,19	0,19
1988	0,19	0,20	0,20	0,21	0,22	0,22	0,23	0,22	0,17	0,17	0,18	0,20
1989	0,20	0,18	0,21	0,22	0,23	0,24	0,24	0,24	0,15	0,17	0,17	0,17
1990	0,17	0,17	0,18	0,19	0,20	0,16	0,17	0,17	0,15	0,15	0,16	0,16
1991	0,17	0,18	0,18	0,19	0,19	0,19	0,19	0,17	0,16	0,18	0,18	0,18
1992	0,18	0,16	0,15	0,13	0,14	0,16	0,16	0,14	0,12	0,13	0,15	0,14
1993	0,15	0,15	0,14	0,13	0,16	0,16	0,16	0,17	0,10	0,13	0,14	0,15
1994	0,15	0,15	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,12	0,14	0,16	0,17
1995	0,16	0,16	0,16	0,19	0,12	0,11	0,15	0,07	0,10	0,12	0,12	0,11
1996	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,09	0,07	0,09	0,10	0,10
1997	0,10	0,08	0,07	0,09	0,13	0,13	0,12	0,15	0,13	0,11	0,13	0,16
1998	0,13	0,11	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,15	0,07	0,08	0,09	0,09
1999	0,10	0,09	0,10	0,11	0,09	0,02	0,07	0,09	0,12	0,11	0,12	0,12
2000	0,10	0,08	0,11	0,12	0,12	0,13	0,14	0,15	0,14	0,15	0,15	0,16
2001	0,14	0,12	0,11	0,17	0,23	0,26	0,15	0,08	0,12	0,15	0,11	0,12
2002	0,14	0,14	0,16	0,21	0,16	0,12	0,08	0,11	0,15	0,13	0,15	0,19
2003	0,10	0,08	0,08	0,16	0,15	0,14	0,17	0,17	0,16	0,20	0,17	0,18
2004	0,18	0,17	0,20	0,20	0,21	0,17	0,21	0,12	0,20	0,21	0,23	

■: Dato registrado

■: Dato interpolado

■: Dato extrapolado

Tabla N° B.3: Caudales medios mensuales (m³/s) Estación Canal Cuno en Socaire.

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1947							0,10	0,17	0,13	0,13	0,14	0,24
1948	0,14	0,20	0,17	0,11	0,21	0,18	0,16	0,11	0,12	0,17	0,15	0,10
1949	0,13	0,12	0,14	0,11	0,12	0,17	0,13	0,18	0,13	0,20	0,12	0,19
1950	0,17	0,10	0,12	0,12	0,11	0,13	0,22	0,13	0,19	0,10	0,13	0,16
1951	0,09	0,13	0,11	0,13	0,16	0,12	0,19	0,14	0,12	0,14	0,16	0,31
1952	0,12	0,17	0,22	0,18	0,22	0,09	0,11	0,23	0,17	0,10	0,14	0,19
1953	0,15	0,14	0,17	0,11	0,20	0,20	0,25	0,13	0,12	0,15	0,14	0,16
1954	0,14	0,13	0,10	0,13	0,17	0,13	0,12	0,16	0,21	0,13	0,14	0,16
1955	0,18	0,17	0,21	0,11	0,13	0,12	0,14	0,17	0,22	0,40	0,22	0,10
1956	0,15	0,20	0,13	0,15	0,14	0,12	0,16	0,15	0,16	0,10	0,35	0,11
1957	0,18	0,10	0,12	0,15	0,18	0,12	0,10	0,09	0,17	0,46	0,12	0,13
1958	0,16	0,13	0,20	0,17	0,10	0,10	0,16	0,33	0,19	0,17	0,19	0,14
1959	0,15	0,15	0,21	0,10	0,15	0,22	0,10	0,15	0,20	0,29	0,14	0,17
1960	0,11	0,16	0,15	0,11	0,12	0,11	0,13	0,11	0,15	0,13	0,11	0,17
1961	0,18	0,18	0,14	0,13	0,12	0,13	0,19	0,15	0,13	0,18	0,17	0,30
1962	0,16	0,18	0,10	0,43	0,18	0,15	0,14	0,10	0,36	0,19	0,20	0,13
1963	0,41	0,15	0,17	0,21	0,16	0,17	0,14	0,22	0,19	0,12	0,12	0,08
1964	0,17	0,14	0,14	0,12	0,17	0,16	0,20	0,16	0,23	0,24	0,08	0,16
1965	0,17	0,11	0,10	0,15	0,12	0,17	0,21	0,19	0,14	0,15	0,21	0,18
1966	0,12	0,13	0,20	0,12	0,17	0,13	0,20	0,12	0,18	0,25	0,15	0,21
1967	0,12	0,17	0,09	0,18	0,19	0,16	0,15	0,11	0,13	0,18	0,12	0,09
1968	0,17	0,10	0,10	0,23	0,27	0,12	0,23	0,15	0,15	0,14	0,15	0,09
1969	0,12	0,21	0,16	0,20	0,27	0,12	0,20	0,14	0,14	0,20	0,15	0,16
1970	0,11	0,34	0,11	0,14	0,19	0,12	0,14	0,10	0,12	0,12	0,65	0,15
1971	0,11	0,17	0,13	0,14	0,16	0,28	0,12	0,16	0,19	0,14	0,14	0,18
1972	0,13	0,20	0,20	0,13	0,13	0,18	0,18	0,31	0,19	0,14	0,13	0,16
1973	0,11	0,12	0,12	0,20	0,17	0,13	0,17	0,18	0,14	0,15	0,13	0,17
1974	0,20	0,15	0,20	0,11	0,13	0,12	0,18	0,13	0,14	0,17	0,12	0,15
1975	0,17	0,14	0,14	0,12	0,13	0,14	0,12	0,15	0,32	0,12	0,17	0,12
1976	0,11	0,14	0,14	0,13	0,27	0,10	0,22	0,13	0,10	0,16	0,14	0,11
1977	0,12	0,27	0,25	0,17	0,15	0,09	0,19	0,15	0,09	0,11	0,13	0,14
1978	0,13	0,15	0,13	0,11	0,14	0,11	0,11	0,09	0,10	0,14	0,16	0,16
1979	0,12	0,11	0,22	0,10	0,13	0,10	0,12	0,12	0,14	0,10	0,10	0,14
1980	0,12	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,12	0,17	0,18	0,13	0,09	0,12
1981	0,20	0,16	0,13	0,12	0,14	0,16	0,21	0,16	0,10	0,19	0,12	0,30
1982	0,13	0,16	0,14	0,20	0,11	0,10	0,17	0,12	0,13	0,10	0,16	0,15
1983	0,17	0,13	0,12	0,14	0,12	0,14	0,11	0,13	0,13	0,11	0,15	0,17
1984	0,13	0,17	0,17	0,19	0,17	0,11	0,11	0,15	0,11	0,09	0,17	0,16
1985	0,11	0,18	0,11	0,15	0,12	0,20	0,17	0,23	0,16	0,12	0,15	0,10
1986	0,12	0,16	0,22	0,11	0,11	0,22	0,10	0,16	0,19	0,14	0,13	0,16
1987	0,19	0,12	0,23	0,11	0,16	0,19	0,12	0,14	0,11	0,14	0,19	0,11
1988	0,11	0,17	0,09	0,11	0,13	0,18	0,26	0,27	0,10	0,18	0,15	0,17
1989	0,21	0,16	0,23	0,14	0,15	0,11	0,10	0,19	0,21	0,16	0,09	0,14
1990	0,14	0,15	0,14	0,17	0,27	0,14	0,16	0,19	0,19	0,11	0,10	0,13
1991	0,14	0,16	0,15	0,11	0,13	0,19	0,15	0,10	0,16	0,12	0,13	0,13
1992	0,13	0,17	0,16	0,20	0,23	0,22	0,23	0,24	0,27	0,23	0,13	0,13
1993	0,17	0,23	0,29	0,34	0,37	0,39	0,40	0,41	0,43	0,33	0,12	0,12
1994	0,13	0,14	0,14	0,16	0,19	0,13	0,13	0,26	0,29	0,30	0,13	0,13
1995	0,14	0,12	0,13	0,11	0,13	0,13	0,13	0,12	0,15	0,15	0,13	0,13
1996	0,13	0,13	0,12	0,13	0,15	0,17	0,18	0,18	0,15	0,15	0,13	0,12
1997	0,13	0,12	0,15	0,13	0,14	0,14	0,14	0,18	0,19	0,14	0,12	0,12
1998	0,14	0,15	0,16	0,17	0,15	0,15	0,15	0,16	0,18	0,12	0,14	0,14
1999	0,14	0,14	0,14	0,15	0,17	0,17	0,17	0,17	0,18	0,16	0,13	0,13
2000	0,14	0,14	0,14	0,13	0,14	0,14	0,14	0,14	0,15	0,16	0,14	0,14
2001	0,14	0,14	0,18	0,13	0,14	0,14	0,14	0,15	0,15	0,09	0,18	0,13
2002	0,13	0,13	0,08	0,14	0,15	0,16	0,18	0,18	0,18	0,16	0,12	0,12
2003	0,12	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
2004	0,13	0,13	0,12	0,11	0,08	0,09	0,08	0,10	0,07	0,10	0,12	

■: Dato registrado

■: Dato interpolado

■: Dato extrapolado

B.2.- Estaciones homogéneas

Siguiendo la metodología descrita en el **punto 2.3** del capítulo 2 del presente trabajo, se busca delimitar zonas hidrológicamente homogéneas, y a partir de ellas generar sintéticamente series de precipitaciones en el área de estudio.

Tabla N° B.4. Test de homogeneidad. Iteración N° 1.

Estación	N	Ti	Ts	Pp2,33	Pp10	Pp10/Pp2,33	K	KPp2,33	Tr
Socaire	31	3,6	29,4	26	120	4,52	3,8	102	8,9
Peine	29	3,5	30,5	14	59	4,13	3,8	55	9,7
Camar	27	3,4	31,8	23	101	4,42	3,8	87	9,1
San Pedro	17	2,6	43,2	18	92	4,99	3,8	71	8,1
Talabre	10	1,9	67,9	56	158	2,82	3,8	214	17,4
Toconao Exp	30	3,6	29,9	19	105	5,65	3,8	71	7,4
Toconao retén	15	2,5	47,5	36	90	2,51	3,8	137	22,9
El Tatio	35	3,9	27,6	162	355	2,20	3,8	622	31,7
Linzor	35	3,9	27,6	177	361	2,04	3,8	680	42,3
Parshall2	35	3,9	27,6	25	121	4,76	3,8	98	8,5
Río Grande	35	3,9	27,6	73	255	3,48	3,8	281	12,1
Toconce	35	3,9	27,6	106	323	3,04	3,8	408	15,1
Ayquina	35	3,9	27,6	35	115	3,25	3,8	136	13,4
Salado Embalse	35	3,9	27,6	60	218	3,66	3,8	229	11,3
Cupo	35	3,9	27,6	58	314	5,39	3,8	224	7,6
Ojos de San Pedro	35	3,9	27,6	69	335	4,85	3,8	265	8,3
San Pedro de Chonchi	35	3,9	27,6	26	106	4,14	3,8	98	9,7
Inacaliri	35	3,9	27,6	110	262	2,38	3,8	423	26,8
Caspana	35	3,9	27,6	66	228	3,48	3,8	252	12,1
Chonchi en Embalse	35	3,9	27,6	16	82	5,11	3,8	62	8,0

En la **Tabla N° B.4**, se observa claramente que los períodos de retorno para la precipitación uniforme de las estaciones El Tatio y Linzor, se encuentran fuera del rango de confianza. Se eliminan entonces estas estaciones y se aplica nuevamente el test de homogeneidad a las dieciocho (18) estaciones restantes.

Tabla N° B.5. Test de homogeneidad. Iteración N° 2.

Estación	N	Ti	Ts	Pp2,33	Pp10	Pp10/Pp2,33	K	KPp2,33	Tr
Socaire	31	3,6	29,4	26	120	4,52	4,0	107	8,9
Peine	29	3,5	30,5	14	59	4,13	4,0	57	9,7
Camar	27	3,4	31,8	23	101	4,42	4,0	92	9,1
San Pedro	17	2,6	43,2	18	92	4,99	4,0	74	8,1
Talabre	10	1,9	67,9	56	158	2,82	4,0	225	17,4
Toconao Exp	30	3,6	29,9	19	105	5,65	4,0	75	7,4
Toconao retén	15	2,5	47,5	36	90	2,51	4,0	144	22,9
Parshall2	35	3,9	27,6	25	121	4,76	4,0	102	8,5
Río Grande	35	3,9	27,6	73	255	3,48	4,0	295	12,1
Toconce	35	3,9	27,6	106	323	3,04	4,0	429	15,1
Ayquina	35	3,9	27,6	35	115	3,25	4,0	143	13,4
Salado Embalse	35	3,9	27,6	60	218	3,66	4,0	241	11,3
Cupo	35	3,9	27,6	58	314	5,39	4,0	235	7,6
Ojos de San Pedro	35	3,9	27,6	69	335	4,85	4,0	278	8,3
San Pedro de Chonchi	35	3,9	27,6	26	106	4,14	4,0	103	9,7
Inacaliri	35	3,9	27,6	110	262	2,38	4,0	444	26,8
Caspana	35	3,9	27,6	66	228	3,48	4,0	264	12,1
Chonchi en Embalse	35	3,9	27,6	16	82	5,11	4,0	65	8,0

En la **Tabla N° B.5**, se observa claramente que todas las estaciones presentan períodos de retorno de precipitación uniforme, dentro de los límites de confianza, por ello todas las estaciones son consideradas de comportamiento hidrológico homogéneo.

B.2.- Generación del perfil de precipitaciones

Con las estaciones seleccionadas se definen los perfiles de precipitaciones correspondientes. Se correlaciona la precipitación promedio anual con la cota de emplazamiento de la estación respectiva.

Tabla N° B.6. Precipitaciones v/s cota estaciones homogéneas.

Estación	Pp (mm)	Cota (m.s.n.m.)
San Pedro	28,87	2.430
Toconao Exp	35,86	2.430
Toconao retén	43,86	2.450
Peine	22,98	2.480
Camar	36,79	2.800
Socaire	41,41	3.251
Talabre	69,97	3.600
Parshall2	41,12	3.318
Río Grande	85,93	3.250
Toconce	119,06	3.350
Ayquina	42,78	3.031
Salado Embalse	78,47	3.200
Cupo	84,20	3.600
Ojos de San Pedro	97,18	3.800
San Pedro de Chonchi	40,18	3.217
Inacaliri	135,43	4.100
Caspana	79,57	3.260
Chonchi en Embalse	26,80	3.010

Con estos antecedentes se ajusta un perfil de precipitaciones, que adopta la estructura clásica, es decir, precipitaciones que aumentan con la altura.

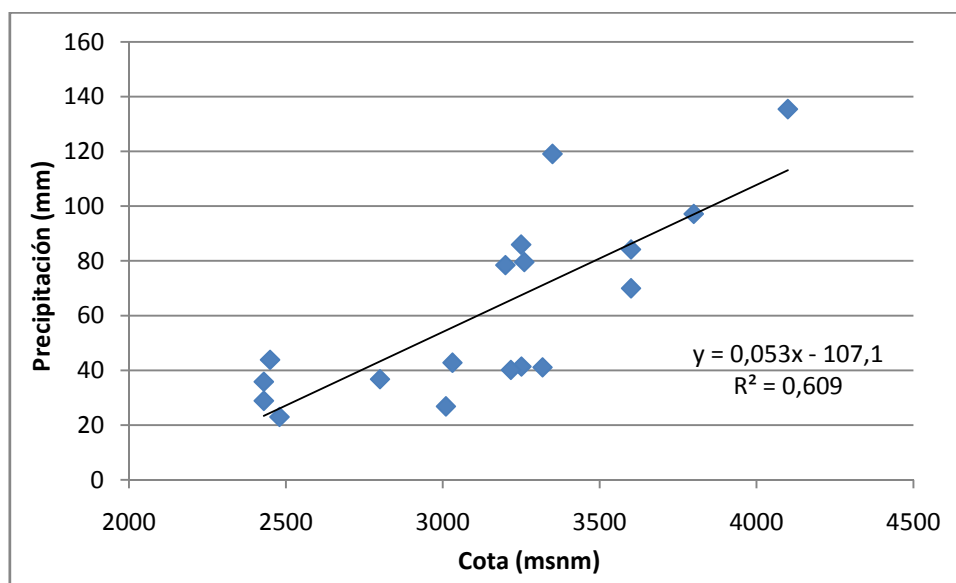


Figura N° B.1: Perfil de Precipitaciones en la zona de estudio.

Tabla N° B.7.- Precipitaciones mensuales (mm) en estación Socaire.

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1947							0,23	0,09	0,17	0,18	1,64	0,00
1948	0,60	0,00	0,37	0,77	0,17	1,6	1,33	0,00	0,48	4,62	0,75	0,00
1949	0,00	0,00	0,00	1,32	0,34	6,18	0,62	0,54	1,28	2,07	0,00	2,91
1950	0,39	0,00	0,14	0,87	5,41	4,43	0,00	0,89	0,21	2,92	12,45	0,00
1951	1,15	0,00	0,58	0,08	1,08	0,33	0,00	0,49	3,10	0,03	0,23	4,18
1952	0,00	0,32	1,38	1,18	1,48	0,00	0,00	0,00	0,00	1,54	0,14	0,00
1953	1,45	0,59	0,53	0,28	0,02	0,24	0,14	0,12	0,03	0,00	1,0	1,39
1954	1,14	0,00	6,46	0,66	1,55	0,73	0,11	0,24	0,11	1,46	5,31	0,25
1955	1,19	1,98	0,04	0,12	0,00	1,09	0,00	0,44	4,44	0,00	6,33	0,00
1956	0,0	0,69	0,46	0,00	0,10	7,39	0,65	0,06	0,79	1,35	0,24	0,00
1957	0,14	0,29	0,21	0,38	0,57	10,88	2,04	0,16	0,19	18,53	0,00	0,00
1958	1,62	0,45	0,41	1,22	0,00	0,40	1,26	0,76	0,00	5,54	1,73	0,00
1959	0,00	0,50	0,64	2,26	6,71	0,00	0,34	0,00	0,61	0,81	0,22	0,54
1960	0,00	0,11	0,00	0,00	6,78	0,87	1,45	2,63	0,00	3,59	0,60	0,00
1961	2,81	0,42	1,06	0,00	0,90	0,00	0,43	2,33	5,08	0,94	0,00	0,00
1962	0,00	0,08	0,11	0,00	1,12	3,65	3,69	0,00	1,38	3,00	0,00	1,17
1963	0,26	1,49	0,00	3,82	0,06	1,12	2,35	0,03	0,00	0,30	11,24	1,49
1964	2,40	1,24	0,00	1,06	0,55	0,16	1,47	0,00	2,86	0,00	1,89	0,00
1965	0,10	12,09	1,66	0,98	1,80	0,00	0,00	0,24	5,23	1,59	6,79	0,06
1966	0,62	0,00	0,62	2,24	0,43	1,06	7,15	9,04	0,00	0,01	1,63	2,68
1967	0,12	0,47	0,47	8,02	0,53	0,70	3,66	0,00	0,11	0,73	0,04	0,00
1968	3,03	1,69	0,33	0,00	1,13	0,00	0,00	1,62	0,19	0,23	0,59	0,53
1969	0,00	0,73	0,88	0,00	0,13	0,00	1,17	2,17	0,53	0,00	0,00	0,37
1970	0,57	0,00	11,46	0,00	0,00	0,00	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1971	0,38	1,62	0,09	0,40	0,91	7,00	2,13	0,59	0,18	1,27	0,00	0,24
1972	0,30	0,04	1,93	1,11	3,26	0,00	4,91	0,00	0,50	2,50	1,97	0,00
1973	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,76	0,00	0,00	3,07	0,53
1974	0,73	0,00	0,00	0,16	0,30	0,38	0,21	0,66	0,02	2,20	0,00	0,04
1975	55,50	12,50	29,10	0,00	21,50	9,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1976	35,90	2,00	3,00	0,00	4,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1977	13,00	51,00	0,00	7,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1978	3,00	36,50	1,50	0,00	0,00	2,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1979	14,00	0,00	11,50	0,00	0,00	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1980	0,71	0,00	0,46	2,00	1,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1981	0,00	6,15	8,50	12,00	0,00	0,00	0,00	5,00	4,00	0,00	0,00	0,00
1982	0,00	0,00	2,50	0,00	0,00	1,60	0,00	0,00	10,00	0,00	0,00	5,00
1983	0,00	1,50	0,00	4,50	14,50	28,50	8,00	0,00	3,00	0,00	0,00	2,00
1984	109,5	0,00	3,00	0,00	0,00	33,40	0,00	0,00	0,00	10,00	0,00	0,00
1985	0,00	40,00	8,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1986	21,00	7,50	0,00	0,00	0,00	4,00	0,00	2,40	0,00	0,00	11,70	0,00
1987	22,00	21,70	39,50	0,00	6,00	3,00	1,00	0,00	4,00	0,00	0,00	0,00
1988	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1989	0,00	40,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1990	3,00	0,00	4,50	0,00	3,00	0,50	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	21,10
1991	0,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1992	4,50	0,00	0,00	9,50	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,50
1993	4,00	4,50	4,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,00	0,00
1994	0,00	0,00	7,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00	0,00	0,00	0,00
1995	0,00	0,73	0,21	0,23	5,83	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00
1996	0,00	0,00	4,50	0,00	0,00	0,00	0,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1997	0,00	51,50	0,00	0,00	7,00	1,50	0,00	0,00	0,50	0,00	0,68	0,00
1998	0,00	14,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1999	0,00	23,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2000	67,00	0,00	0,00	1,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2001	0,00	5,50	0,00	3,00	3,50	0,00	0,00	0,50	2,00	0,00	0,00	1,00
2002	0,00	0,00	29,00	0,00	0,00	0,00	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2003	0,00	8,00	0,00	0,00	16,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2004	1,50	6,00	3,50	0,00	0,00	0,00	0,00	2,50	0,00	0,00	0,00	0,00

■: Dato registrado

■: Dato interpolado

■: Dato extrapolado

Tabla N° B.8.- Precipitaciones mensuales (mm) en Zona 1 (Minuta 60 DGA) generadas sintéticamente.

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1947							0,36	0,14	0,26	0,28	2,55	0,00
1948	0,93	0,00	0,58	1,20	0,26	2,49	2,07	0,00	0,75	7,19	1,17	0,00
1949	0,00	0,00	0,00	2,05	0,53	9,62	0,96	0,84	1,99	3,22	0,00	4,53
1950	0,61	0,00	0,22	1,35	8,42	6,89	0,00	1,39	0,33	4,54	19,37	0,00
1951	1,79	0,00	0,90	0,12	1,68	0,51	0,00	0,76	4,82	0,05	0,36	6,50
1952	0,00	0,50	2,15	1,84	2,30	0,00	0,00	0,00	0,00	2,40	0,22	0,00
1953	2,26	0,92	0,82	0,44	0,03	0,37	0,22	0,19	0,05	0,00	1,56	2,16
1954	1,77	0,00	10,05	1,03	2,41	1,14	0,17	0,37	0,17	2,27	8,26	0,39
1955	1,85	3,08	0,06	0,19	0,00	1,70	0,00	0,68	6,91	0,00	9,85	0,00
1956	0,00	1,07	0,72	0,00	0,16	11,50	1,01	0,09	1,23	2,10	0,37	0,00
1957	0,22	0,45	0,33	0,59	0,89	16,93	3,17	0,25	0,30	28,84	0,00	0,00
1958	2,52	0,70	0,64	1,90	0,00	0,62	1,96	1,18	0,00	8,62	2,69	0,00
1959	0,00	0,78	1,00	3,52	10,44	0,00	0,53	0,00	0,95	1,26	0,34	0,84
1960	0,00	0,17	0,00	0,00	10,55	1,35	2,26	4,09	0,00	5,59	0,93	0,00
1961	4,37	0,65	1,65	0,00	1,40	0,00	0,67	3,63	7,91	1,46	0,00	0,00
1962	0,00	0,12	0,17	0,00	1,74	5,68	5,74	0,00	2,15	4,67	0,00	1,82
1963	0,40	2,32	0,00	5,94	0,09	1,74	3,66	0,05	0,00	0,47	17,49	2,32
1964	3,73	1,93	0,00	1,65	0,86	0,25	2,29	0,00	4,45	0,00	2,94	0,00
1965	0,16	18,81	2,58	1,53	2,80	0,00	0,00	0,37	8,14	2,47	10,57	0,09
1966	0,96	0,00	0,96	3,49	0,67	1,65	11,13	14,07	0,00	0,02	2,54	4,17
1967	0,19	0,73	0,73	12,48	0,82	1,09	5,70	0,00	0,17	1,14	0,06	0,00
1968	4,72	2,63	0,51	0,00	1,76	0,00	0,00	2,52	0,30	0,36	0,92	0,82
1969	0,00	1,14	1,37	0,00	0,20	0,00	1,82	3,38	0,82	0,00	0,00	0,58
1970	0,89	0,00	17,83	0,00	0,00	0,00	0,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1971	0,59	2,52	0,14	0,62	1,42	10,89	3,31	0,92	0,28	1,98	0,00	0,37
1972	0,47	0,06	3,00	1,73	5,07	0,00	7,64	0,00	0,78	3,89	3,07	0,00
1973	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,18	0,00	0,00	4,78	0,82
1974	1,14	0,00	0,00	0,25	0,47	0,59	0,33	1,03	0,03	3,42	0,00	0,06
1975	86,37	19,45	45,29	0,00	33,46	14,78	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1976	55,87	3,11	4,67	0,00	7,63	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1977	20,23	79,37	0,00	10,89	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1978	4,67	56,80	2,33	0,00	0,00	3,89	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1979	21,79	0,00	17,90	0,00	0,00	23,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1980	1,10	0,00	0,72	3,11	1,56	0,00	0,78	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1981	0,00	9,57	13,23	18,67	0,00	0,00	0,00	7,78	6,22	0,00	0,00	0,00
1982	0,00	0,00	3,89	0,00	0,00	2,49	0,00	0,00	15,56	0,00	0,00	7,78
1983	0,00	2,33	0,00	7,00	22,57	44,35	12,45	0,00	4,67	0,00	0,00	3,11
1984	170,41	0,00	4,67	0,00	0,00	51,98	0,00	0,00	0,00	15,56	0,00	0,00
1985	0,00	62,25	12,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1986	32,68	11,67	0,00	0,00	0,00	6,22	0,00	3,73	0,00	0,00	18,21	0,00
1987	34,24	33,77	61,47	0,00	9,34	4,67	1,56	0,00	6,22	0,00	0,00	0,00
1988	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1989	0,00	62,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1990	4,67	0,00	7,00	0,00	4,67	0,78	1,56	0,00	0,00	0,00	0,00	32,84
1991	1,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1992	7,00	0,00	0,00	14,78	1,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,33
1993	6,22	7,00	7,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,24	0,00	0,00	0,00	0,00
1994	0,00	0,00	10,89	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,67	0,00	0,00	0,00
1995	0,00	1,14	0,33	0,36	9,07	0,00	0,00	0,00	3,11	0,00	0,00	0,00
1996	0,00	0,00	7,00	0,00	0,00	0,00	0,00	31,12	0,00	0,00	0,00	0,00
1997	0,00	80,15	0,00	0,00	10,89	2,33	0,00	0,00	0,78	0,00	1,06	0,00
1998	0,00	21,79	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1999	0,00	35,79	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2000	104,27	0,00	0,00	1,56	3,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2001	0,00	8,56	0,00	4,67	5,45	0,00	0,00	0,78	3,11	0,00	0,00	1,56
2002	0,00	0,00	45,13	0,00	0,00	0,00	7,78	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2003	0,00	12,45	0,00	0,00	24,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2004	2,33	9,34	5,45	0,00	0,00	0,00	0,00	3,89	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabla N° B.9.- Precipitaciones mensuales (mm) en Zona 3 (Minuta 60 DGA) generadas sintéticamente.

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1947							0,29	0,11	0,22	0,23	2,09	0,00
1948	0,77	0,00	0,47	0,98	0,22	2,04	1,70	0,00	0,61	5,89	0,96	0,00
1949	0,00	0,00	0,00	1,68	0,43	7,88	0,79	0,69	1,63	2,64	0,00	3,71
1950	0,50	0,00	0,18	1,11	6,90	5,65	0,00	1,14	0,27	3,73	15,88	0,00
1951	1,47	0,00	0,74	0,10	1,38	0,42	0,00	0,63	3,95	0,04	0,29	5,33
1952	0,00	0,41	1,76	1,51	1,89	0,00	0,00	0,00	0,00	1,96	0,18	0,00
1953	1,85	0,75	0,68	0,36	0,03	0,31	0,18	0,15	0,04	0,00	1,28	1,77
1954	1,45	0,00	8,24	0,84	1,98	0,93	0,14	0,31	0,14	1,86	6,77	0,32
1955	1,52	2,53	0,05	0,15	0,00	1,39	0,00	0,56	5,66	0,00	8,08	0,00
1956	0,00	0,88	0,59	0,00	0,13	9,43	0,83	0,08	1,01	1,72	0,31	0,00
1957	0,18	0,37	0,27	0,48	0,73	13,88	2,60	0,20	0,24	23,64	0,00	0,00
1958	2,07	0,57	0,52	1,56	0,00	0,51	1,61	0,97	0,00	7,07	2,21	0,00
1959	0,00	0,64	0,82	2,88	8,56	0,00	0,43	0,00	0,78	1,03	0,28	0,69
1960	0,00	0,14	0,00	0,00	8,65	1,11	1,85	3,36	0,00	4,58	0,77	0,00
1961	3,58	0,54	1,35	0,00	1,15	0,00	0,55	2,97	6,48	1,20	0,00	0,00
1962	0,00	0,10	0,14	0,00	1,43	4,66	4,71	0,00	1,76	3,83	0,00	1,49
1963	0,33	1,90	0,00	4,87	0,08	1,43	3,00	0,04	0,00	0,38	14,34	1,90
1964	3,06	1,58	0,00	1,35	0,70	0,20	1,88	0,00	3,65	0,00	2,41	0,00
1965	0,13	15,42	2,12	1,25	2,30	0,00	0,00	0,31	6,67	2,03	8,66	0,08
1966	0,79	0,00	0,79	2,86	0,55	1,35	9,12	11,53	0,00	0,01	2,08	3,42
1967	0,15	0,60	0,60	10,23	0,68	0,89	4,67	0,00	0,14	0,93	0,05	0,00
1968	3,87	2,16	0,42	0,00	1,44	0,00	0,00	2,07	0,24	0,29	0,75	0,68
1969	0,00	0,93	1,12	0,00	0,17	0,00	1,49	2,77	0,68	0,00	0,00	0,47
1970	0,73	0,00	14,62	0,00	0,00	0,00	0,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1971	0,48	2,07	0,11	0,51	1,16	8,93	2,72	0,75	0,23	1,62	0,00	0,31
1972	0,38	0,05	2,46	1,42	4,16	0,00	6,26	0,00	0,64	3,19	2,51	0,00
1973	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,97	0,00	0,00	3,92	0,68
1974	0,93	0,00	0,00	0,20	0,38	0,48	0,27	0,84	0,03	2,81	0,00	0,05
1975	70,80	15,95	37,12	0,00	27,43	12,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1976	45,80	2,55	3,83	0,00	6,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1977	16,58	65,06	0,00	8,93	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1978	3,83	46,56	1,91	0,00	0,00	3,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1979	17,86	0,00	14,67	0,00	0,00	19,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1980	0,91	0,00	0,59	2,55	1,28	0,00	0,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1981	0,00	7,85	10,84	15,31	0,00	0,00	0,00	6,38	5,10	0,00	0,00	0,00
1982	0,00	0,00	3,19	0,00	0,00	2,04	0,00	0,00	12,76	0,00	0,00	6,38
1983	0,00	1,91	0,00	5,74	18,50	36,36	10,21	0,00	3,83	0,00	0,00	2,55
1984	139,69	0,00	3,83	0,00	0,00	42,61	0,00	0,00	0,00	12,76	0,00	0,00
1985	0,00	51,03	10,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1986	26,79	9,57	0,00	0,00	0,00	5,10	0,00	3,06	0,00	0,00	14,93	0,00
1987	28,07	27,68	50,39	0,00	7,65	3,83	1,28	0,00	5,10	0,00	0,00	0,00
1988	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1989	0,00	51,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1990	3,83	0,00	5,74	0,00	3,83	0,64	1,28	0,00	0,00	0,00	0,00	26,92
1991	1,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1992	5,74	0,00	0,00	12,12	1,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,91
1993	5,10	5,74	5,74	0,00	0,00	0,00	0,00	1,02	0,00	0,00	0,00	0,00
1994	0,00	0,00	8,93	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,83	0,00	0,00	0,00
1995	0,00	0,93	0,27	0,29	7,44	0,00	0,00	0,00	2,55	0,00	0,00	0,00
1996	0,00	0,00	5,74	0,00	0,00	0,00	0,00	25,51	0,00	0,00	0,00	0,00
1997	0,00	65,70	0,00	0,00	8,93	1,91	0,00	0,00	0,64	0,00	0,87	0,00
1998	0,00	17,86	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1999	0,00	29,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2000	85,47	0,00	0,00	1,28	2,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2001	0,00	7,02	0,00	3,83	4,47	0,00	0,00	0,64	2,55	0,00	0,00	1,28
2002	0,00	0,00	37,00	0,00	0,00	0,00	6,38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2003	0,00	10,21	0,00	0,00	20,41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2004	1,91	7,65	4,47	0,00	0,00	0,00	0,00	3,19	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabla N° B.10.- Precipitaciones mensuales (mm) en Peine (sin relleno ni extensión).

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1974								0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1975	55.5	12.5	29.1	0.0	21.5	9.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1976	35.9	2.0	3.0	0.0	4.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1977	13.0	51.0	0.0	7.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1978	3.0	36.5	1.5	0.0	0.0	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1979	14.0	0.0	11.5	0.0	0.0	15.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1980	0.0	0.0	0.0	2.0	1.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1981	0.0	0.0	8.5	12.0	0.0	0.0	0.0	5.0	4.0	0.0	0.0	0.0
1982	0.0	0.0	2.5	0.0	0.0	1.6	0.0	0.0	10.0	0.0	0.0	5.0
1983	0.0	1.5	0.0	4.5	14.5	28.5	8.0	0.0	3.0	0.0	0.0	2.0
1984	109.5	0.0	3.0	0.0	0.0	33.4	0.0	0.0	0.0	10.0	0.0	0.0
1985	0.0	40.0	8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1986	21.0	7.5	0.0	0.0	0.0	4.0	0.0	2.4	0.0	0.0	11.7	0.0
1987	22.0	21.7	39.5	0.0	6.0	3.0	1.0	0.0	4.0	0.0	0.0	0.0
1988	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1989	0.0	40.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1990	3.0	0.0	4.5	0.0	3.0	0.5	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	21.1
1991	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1992	4.5	0.0	0.0	9.5	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5
1993	4.0	4.5	4.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0
1994	0.0	0.0	7.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	0.0	0.0	0.0
1995	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0
1996	0.0	0.0	4.5	0.0	0.0	0.0	0.0	20.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1997	0.0	51.5	0.0	0.0	7.0	1.5	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0
1998	0.0	14.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1999	0.0	23.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2000	67.0	0.0	0.0	1.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2001	0.0	5.5	39.5	3.0	3.5	0.0	0.0	0.5	2.0	0.0	0.0	1.0
2002	0.0	0.0	29.0	0.0	0.0	0.0	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2003	0.0	8.0	0.0	0.0	16.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2004	1.5	6.0	3.5	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0
2005	6.0	0.0	2.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0	0.0	0.0	0.0
2006	4.0	3.0	0.0	0.0								

ANEXO C

Registros de conductividades eléctricas y calibración de funciones de
transferencia

(Complementos del Capítulo 5)

Tabla N° C.1: Conductividades eléctricas medidas in situ con longitud definitiva

N°	Fecha y hora	Tuyajto Sur Cond °C [mS]	Salida Tuyajto Cond °C [mS]	Pozo Salar Cond °C [mS]	Capur Cond °C [mS]
1	05-11-2010 0:00	11,05	7,47	9,43	10,54
2	05-11-2010 1:00	11,14	7,48	9,43	10,55
3	05-11-2010 2:00	11,23	7,46	9,43	10,55
4	05-11-2010 3:00	11,31	7,45	9,43	10,54
5	05-11-2010 4:00	11,38	7,47	9,43	10,51
6	05-11-2010 5:00	11,46	7,51	9,43	10,50
7	05-11-2010 6:00	11,53	7,54	9,43	10,39
8	05-11-2010 7:00	11,59	7,56	9,43	10,55
9	05-11-2010 8:00	11,62	7,58	9,43	10,56
10	05-11-2010 9:00	11,66	7,59	9,43	10,55
11	05-11-2010 10:00	11,64	7,59	9,43	10,56
12	05-11-2010 11:00	11,52	7,59	9,43	10,55
13	05-11-2010 12:00	11,29	7,59	9,43	10,56
14	05-11-2010 13:00	11,18	7,59	9,43	10,55
15	05-11-2010 14:00	11,11	7,59	9,44	10,55
16	05-11-2010 15:00	11,06	7,59	9,44	10,56
17	05-11-2010 16:00	11,03	7,59	9,44	10,54
18	05-11-2010 17:00	10,99	7,59	9,44	10,55
19	05-11-2010 18:00	10,95	7,59	9,44	10,55
20	05-11-2010 19:00	10,95	7,58	9,44	10,56
21	05-11-2010 20:00	11,01	7,58	9,44	10,54
22	05-11-2010 21:00	11,10	7,58	9,44	10,52
23	05-11-2010 22:00	11,19	7,46	9,44	10,56
24	05-11-2010 23:00	11,27	7,45	9,44	10,56
25	06-11-2010 0:00	11,31	7,45	9,44	10,56
26	06-11-2010 1:00	11,31	7,44	9,44	10,57
27	06-11-2010 2:00	11,30	7,43	9,44	10,56
28	06-11-2010 3:00	11,30	7,43	9,44	10,56
29	06-11-2010 4:00	11,29	7,44	9,44	10,56
30	06-11-2010 5:00	11,28	7,44	9,44	10,56
31	06-11-2010 6:00	11,27	7,45	9,44	10,56
32	06-11-2010 7:00	11,27	7,45	9,44	10,57
33	06-11-2010 8:00	11,24	7,45	9,44	10,56
34	06-11-2010 9:00	11,20	7,45	9,44	10,57
35	06-11-2010 10:00	11,09	7,46	9,44	10,56
36	06-11-2010 11:00	10,88	7,47	9,44	10,57
37	06-11-2010 12:00	10,77	7,47	9,44	10,57
38	06-11-2010 13:00	10,75	7,47	9,44	10,57
39	06-11-2010 14:00	10,74	7,48	9,44	10,53
40	06-11-2010 15:00	10,71	7,48	9,44	10,54
41	06-11-2010 16:00	10,66	7,48	9,44	10,56
42	06-11-2010 17:00	10,61	7,48	9,44	10,56
43	06-11-2010 18:00	10,56	7,48	9,44	10,55
44	06-11-2010 19:00	10,57	7,48	9,44	10,57
45	06-11-2010 20:00	10,61	7,48	9,44	10,55
46	06-11-2010 21:00	10,67	7,48	9,44	10,56
47	06-11-2010 22:00	10,74	7,48	9,44	10,57
48	06-11-2010 23:00	10,79	7,48	9,44	10,57
49	07-11-2010 0:00	10,83	7,48	9,45	10,57
50	07-11-2010 1:00	10,88	7,48	9,45	10,57
51	07-11-2010 2:00	10,88	7,48	9,45	10,57
52	07-11-2010 3:00	10,88	7,48	9,45	10,56
53	07-11-2010 4:00	10,88	7,48	9,45	10,57
54	07-11-2010 5:00	10,88	7,48	9,45	10,57
55	07-11-2010 6:00	10,88	7,47	9,45	10,57
56	07-11-2010 7:00	10,88	7,47	9,45	10,42
57	07-11-2010 8:00	10,87	7,47	9,45	10,58
58	07-11-2010 9:00	10,84	7,47	9,46	10,57

N°	Fecha y hora	Tuyajto Sur Cond °C [mS]	Salida Tuyajto Cond °C [mS]	Pozo Salar Cond °C [mS]	Capur Cond °C [mS]
59	07-11-2010 10:00	10,70	7,46	9,46	10,57
60	07-11-2010 11:00	10,55	7,46	9,46	10,58
61	07-11-2010 12:00	10,48	7,46	9,46	10,42
62	07-11-2010 13:00	10,44	7,45	9,46	10,44
63	07-11-2010 14:00	10,42	7,45	9,46	10,45
64	07-11-2010 15:00	10,40	7,45	9,46	10,45
65	07-11-2010 16:00	10,38	7,45	9,46	10,45
66	07-11-2010 17:00	10,36	7,45	9,46	10,45
67	07-11-2010 18:00	10,36	7,45	9,46	10,45
68	07-11-2010 19:00	10,38	7,45	9,46	10,45
69	07-11-2010 20:00	10,46	7,45	9,46	10,45
70	07-11-2010 21:00	10,54	7,45	9,46	10,45
71	07-11-2010 22:00	10,62	7,45	9,46	10,44
72	07-11-2010 23:00	10,70	7,45	9,46	10,45
73	08-11-2010 0:00	10,71	7,45	9,46	10,45
74	08-11-2010 1:00	10,72	7,45	9,48	10,45
75	08-11-2010 2:00	10,73	7,45	9,50	10,43
76	08-11-2010 3:00	10,74	7,45	9,50	10,44
77	08-11-2010 4:00	10,76	7,45	9,50	10,43
78	08-11-2010 5:00	10,78	7,46	9,51	10,45
79	08-11-2010 6:00	10,80	7,46	9,51	10,45
80	08-11-2010 7:00	10,82	7,46	9,51	10,45
81	08-11-2010 8:00	10,83	7,47	9,51	10,45
82	08-11-2010 9:00	10,85	7,47	9,51	10,45
83	08-11-2010 10:00	10,81	7,47	9,51	10,45
84	08-11-2010 11:00	10,66	7,48	9,51	10,45
85	08-11-2010 12:00	10,56	7,49	9,51	10,45
86	08-11-2010 13:00	10,54	7,49	9,51	10,45
87	08-11-2010 14:00	10,53	7,50	9,51	10,45
88	08-11-2010 15:00	10,50	7,51	9,51	10,45
89	08-11-2010 16:00	10,47	7,51	9,51	10,45
90	08-11-2010 17:00	10,45	7,52	9,51	10,35
91	08-11-2010 18:00	10,45	7,52	9,51	10,45
92	08-11-2010 19:00	10,50	7,52	9,51	10,45
93	08-11-2010 20:00	10,59	7,52	9,51	10,45
94	08-11-2010 21:00	10,67	7,53	9,51	10,45
95	08-11-2010 22:00	10,75	7,53	9,51	10,44
96	08-11-2010 23:00	10,82	7,53	9,51	10,44
97	09-11-2010 0:00	10,82	7,53	9,51	10,45
98	09-11-2010 1:00	10,83	7,53	9,51	10,45
99	09-11-2010 2:00	10,85	7,54	9,51	10,45
100	09-11-2010 3:00	10,85	7,54	9,51	10,44
101	09-11-2010 4:00	10,87	7,54	9,51	10,44
102	09-11-2010 5:00	10,88	7,54	9,51	10,45
103	09-11-2010 6:00	10,89	7,54	9,51	10,45
104	09-11-2010 7:00	10,90	7,55	9,51	10,45
105	09-11-2010 8:00	10,90	7,55	9,51	10,45
106	09-11-2010 9:00	10,88	7,55	9,51	10,45
107	09-11-2010 10:00	10,84	7,56	9,52	10,45
108	09-11-2010 11:00	10,65	7,57	9,51	10,46
109	09-11-2010 12:00	10,53	7,57	9,52	10,45
110	09-11-2010 13:00	10,50	7,57	9,52	10,45
111	09-11-2010 14:00	10,45	7,57	9,52	10,46
112	09-11-2010 15:00	10,42	7,57	9,52	10,45
113	09-11-2010 16:00	10,39	7,58	9,52	10,45
114	09-11-2010 17:00	10,38	7,58	9,52	10,46
115	09-11-2010 18:00	10,38	7,58	9,52	10,44
116	09-11-2010 19:00	10,41	7,58	9,52	10,46
117	09-11-2010 20:00	10,49	7,58	9,52	10,42

Nº	Fecha y hora	Tuyajto Sur Cond °C [mS]	Salida Tuyajto Cond °C [mS]	Pozo Salar Cond °C [mS]	Capur Cond °C [mS]
118	09-11-2010 21:00	10,60	7,58	9,52	10,43
119	09-11-2010 22:00	10,67	7,58	9,52	10,43
120	09-11-2010 23:00	10,72	7,58	9,52	10,45
121	10-11-2010 0:00	10,73	7,58	9,52	10,45
122	10-11-2010 1:00	10,73	7,58	9,52	10,39
123	10-11-2010 2:00	10,74	7,58	9,52	10,46
124	10-11-2010 3:00	10,75	7,58	9,52	10,46
125	10-11-2010 4:00	10,77	7,58	9,52	10,45
126	10-11-2010 5:00	10,78	7,58	9,52	10,46
127	10-11-2010 6:00	10,79	7,58	9,52	10,45
128	10-11-2010 7:00	10,81	7,58	9,52	10,45
129	10-11-2010 8:00	10,81	7,59	9,52	10,41
130	10-11-2010 9:00	10,80	7,59	9,52	10,45
131	10-11-2010 10:00	10,79	7,59	9,52	10,45
132	10-11-2010 11:00	10,61	7,59	9,52	10,45
133	10-11-2010 12:00	10,47	7,59	9,52	10,42
134	10-11-2010 13:00	10,43	7,59	9,52	10,45
135	10-11-2010 14:00	10,39	7,59	9,52	10,45
136	10-11-2010 15:00	10,35	7,59	9,52	10,46
137	10-11-2010 16:00	10,32	7,59	9,52	10,45
138	10-11-2010 17:00	10,30	7,59	9,52	10,45
139	10-11-2010 18:00	10,29	7,59	9,52	10,45
140	10-11-2010 19:00	10,31	7,59	9,52	10,45
141	10-11-2010 20:00	10,38	7,59	9,52	10,45
142	10-11-2010 21:00	10,47	7,59	9,52	10,44
143	10-11-2010 22:00	10,57	7,59	9,52	10,45
144	10-11-2010 23:00	10,62	7,59	9,52	10,45
145	11-11-2010 0:00	10,62	7,59	9,52	10,45
146	11-11-2010 1:00	10,63	7,59	9,52	10,45
147	11-11-2010 2:00	10,63	7,59	9,52	10,42
148	11-11-2010 3:00	10,64	7,59	9,52	10,45
149	11-11-2010 4:00	10,65	7,59	9,52	10,45
150	11-11-2010 5:00	10,66	7,59	9,52	10,45
151	11-11-2010 6:00	10,68	7,59	9,52	10,46
152	11-11-2010 7:00	10,69	7,59	9,52	10,45
153	11-11-2010 8:00	10,69	7,59	9,52	10,46
154	11-11-2010 9:00	10,69	7,59	9,52	10,46
155	11-11-2010 10:00	10,67	7,59	9,52	10,46
156	11-11-2010 11:00	10,51	7,59	9,52	10,45
157	11-11-2010 12:00	10,39	7,59	9,52	10,45
158	11-11-2010 13:00	10,36	7,59	9,52	10,45
159	11-11-2010 14:00	10,34	7,59	9,52	10,45
160	11-11-2010 15:00	10,31	7,59	9,52	10,45
161	11-11-2010 16:00	10,28	7,59	9,52	10,45
162	11-11-2010 17:00	10,26	7,59	9,52	10,45
163	11-11-2010 18:00	10,24	7,59	9,52	10,46
164	11-11-2010 19:00	10,28	7,59	9,52	10,45
165	11-11-2010 20:00	10,36	7,59	9,52	10,45
166	11-11-2010 21:00	10,43	7,59	9,52	10,44
167	11-11-2010 22:00	10,51	7,59	9,52	10,45
168	11-11-2010 23:00	10,57	7,59	9,52	10,46
169	12-11-2010 0:00	10,58	7,59	9,52	10,45
170	12-11-2010 1:00	10,58	7,59	9,52	10,40
171	12-11-2010 2:00	10,60	7,59	9,53	10,45
172	12-11-2010 3:00	10,60	7,59	9,53	10,45
173	12-11-2010 4:00	10,61	7,59	9,53	10,45
174	12-11-2010 5:00	10,63	7,59	9,53	10,46
175	12-11-2010 6:00	10,64	7,59	9,53	10,45
176	12-11-2010 7:00	10,65	7,59	9,53	10,45

Nº	Fecha y hora	Tuyajto Sur Cond °C [mS]	Salida Tuyajto Cond °C [mS]	Pozo Salar Cond °C [mS]	Capur Cond °C [mS]
177	12-11-2010 8:00	10,65	7,59	9,53	10,45
178	12-11-2010 9:00	10,64	7,59	9,53	10,45
179	12-11-2010 10:00	10,63	7,59	9,53	10,45
180	12-11-2010 11:00	10,46	7,59	9,53	10,45
181	12-11-2010 12:00	10,32	7,59	9,53	10,44
182	12-11-2010 13:00	10,29	7,59	9,53	10,45
183	12-11-2010 14:00	10,26	7,59	9,53	10,46
184	12-11-2010 15:00	10,21	7,59	9,53	10,46
185	12-11-2010 16:00	10,18	7,59	9,54	10,45
186	12-11-2010 17:00	10,16	7,59	9,54	10,45
187	12-11-2010 18:00	10,17	7,59	9,54	10,45
188	12-11-2010 19:00	10,20	7,59	9,55	10,45
189	12-11-2010 20:00	10,29	7,59	9,55	10,45
190	12-11-2010 21:00	10,39	7,59	9,55	10,45
191	12-11-2010 22:00	10,48	7,59	9,56	10,40
192	12-11-2010 23:00	10,51	7,59	9,57	10,45
193	13-11-2010 0:00	10,51	7,59	9,57	10,45
194	13-11-2010 1:00	10,52	7,59	9,58	10,45
195	13-11-2010 2:00	10,53	7,59	9,58	10,45
196	13-11-2010 3:00	10,54	7,59	9,59	10,45
197	13-11-2010 4:00	10,55	7,59	9,60	10,45
198	13-11-2010 5:00	10,57	7,59	9,60	10,45
199	13-11-2010 6:00	10,59	7,59	9,61	10,45
200	13-11-2010 7:00	10,62	7,59	9,62	10,32
201	13-11-2010 8:00	10,64	7,59	9,63	10,38
202	13-11-2010 9:00	10,66	7,59	9,63	10,39
203	13-11-2010 10:00	10,66	7,59	9,64	10,45
204	13-11-2010 11:00	10,55	7,59	9,65	10,45
205	13-11-2010 12:00	10,38	7,59	9,66	10,46
206	13-11-2010 13:00	10,35	7,59	9,67	10,45
207	13-11-2010 14:00	10,33	7,59	9,68	10,45
208	13-11-2010 15:00	10,28	7,59	9,69	10,45
209	13-11-2010 16:00	10,24	7,59	9,70	10,45
210	13-11-2010 17:00	10,21	7,59	9,70	10,45
211	13-11-2010 18:00	10,21	7,59	9,72	10,45
212	13-11-2010 19:00	10,25	7,59	9,73	10,45
213	13-11-2010 20:00	10,33	7,59	9,73	10,45
214	13-11-2010 21:00	10,44	7,59	9,74	10,46
215	13-11-2010 22:00	10,52	7,59	9,75	10,45
216	13-11-2010 23:00	10,59	7,59	9,75	10,46
217	14-11-2010 0:00	10,60	7,59	9,75	10,45
218	14-11-2010 1:00	10,61	7,59	9,76	10,46
219	14-11-2010 2:00	10,62	7,59	9,76	10,46
220	14-11-2010 3:00	10,62	7,59	9,77	10,45
221	14-11-2010 4:00	10,63	7,59	9,77	10,45
222	14-11-2010 5:00	10,64	7,59	9,77	10,45
223	14-11-2010 6:00	10,64	7,59	9,78	10,45
224	14-11-2010 7:00	10,65	7,59	9,78	10,45
225	14-11-2010 8:00	10,64	7,59	9,78	10,46
226	14-11-2010 9:00	10,62	7,59	9,78	10,45
227	14-11-2010 10:00	10,57	7,59	9,79	10,45
228	14-11-2010 11:00	10,38	7,59	9,79	10,46
229	14-11-2010 12:00	10,25	7,59	9,79	10,45
230	14-11-2010 13:00	10,22	7,59	9,79	10,45
231	14-11-2010 14:00	10,19	7,59	9,80	10,45
232	14-11-2010 15:00	10,16	7,59	9,80	10,45
233	14-11-2010 16:00	10,13	7,59	9,80	10,45
234	14-11-2010 17:00	10,12	7,59	9,80	10,45
235	14-11-2010 18:00	10,12	7,59	9,81	10,46

N°	Fecha y hora	Tuyajto Sur Cond °C [mS]	Salida Tuyajto Cond °C [mS]	Pozo Salar Cond °C [mS]	Capur Cond °C [mS]
236	14-11-2010 19:00	10,14	7,59	9,81	10,46
237	14-11-2010 20:00	10,21	7,59	9,81	10,45
238	14-11-2010 21:00	10,30	7,59	9,81	10,46
239	14-11-2010 22:00	10,41	7,59	9,81	10,46
240	14-11-2010 23:00	10,48	7,59	9,81	10,45
241	15-11-2010 0:00	10,53	7,59	9,82	10,46
242	15-11-2010 1:00	10,54	7,59	9,82	10,45
243	15-11-2010 2:00	10,55	7,59	9,82	10,45
244	15-11-2010 3:00	10,55	7,59	9,82	10,46
245	15-11-2010 4:00	10,56	7,59	9,82	10,46
246	15-11-2010 5:00	10,57	7,59	9,82	10,45
247	15-11-2010 6:00	10,57	7,59	9,83	10,45
248	15-11-2010 7:00	10,58	7,59	9,83	10,44
249	15-11-2010 8:00	10,57	7,59	9,83	10,43
250	15-11-2010 9:00	10,55	7,59	9,83	10,45
251	15-11-2010 10:00	10,51	7,59	9,83	10,46
252	15-11-2010 11:00	10,33	7,59	9,83	10,46
253	15-11-2010 12:00	10,22	7,59	9,83	10,46
254	15-11-2010 13:00	10,18	7,59	9,83	10,45
255	15-11-2010 14:00	10,16	7,59	9,83	10,45
256	15-11-2010 15:00	10,13	7,59	9,83	10,45
257	15-11-2010 16:00	10,11	7,58	9,83	10,45
258	15-11-2010 17:00	10,10	7,58	9,83	10,46
259	15-11-2010 18:00	10,10	7,58	9,84	10,45
260	15-11-2010 19:00	10,15	7,58	9,84	10,45
261	15-11-2010 20:00	10,23	7,58	9,84	10,45
262	15-11-2010 21:00	10,31	7,58	9,84	10,43
263	15-11-2010 22:00	10,40	7,58	9,84	10,45
264	15-11-2010 23:00	10,46	7,58	9,84	10,45
265	16-11-2010 0:00	10,46	7,58	9,84	10,45
266	16-11-2010 1:00	10,47	7,58	9,84	10,45
267	16-11-2010 2:00	10,47	7,58	9,84	10,45
268	16-11-2010 3:00	10,47	7,58	9,84	10,45
269	16-11-2010 4:00	10,47	7,58	9,85	10,45
270	16-11-2010 5:00	10,48	7,58	9,85	10,45
271	16-11-2010 6:00	10,48	7,58	9,85	10,45
272	16-11-2010 7:00	10,48	7,58	9,85	10,45
273	16-11-2010 8:00	10,48	7,58	9,85	10,43
274	16-11-2010 9:00	10,48	7,58	9,85	10,45
275	16-11-2010 10:00	10,46	7,58	9,85	10,44
276	16-11-2010 11:00	10,39	7,58	9,85	10,45
277	16-11-2010 12:00	10,19	7,58	9,85	10,45
278	16-11-2010 13:00	10,13	7,57	9,85	10,45
279	16-11-2010 14:00	10,12	7,57	9,85	10,38
280	16-11-2010 15:00	10,12	7,47	9,85	10,45
281	16-11-2010 16:00	10,12	7,47	9,85	10,44
282	16-11-2010 17:00	10,12	7,47	9,85	10,45
283	16-11-2010 18:00	10,13	7,47	9,85	10,45
284	16-11-2010 19:00	10,18	7,47	9,85	10,45
285	16-11-2010 20:00	10,28	7,46	9,85	10,45
286	16-11-2010 21:00	10,37	7,46	9,85	10,44
287	16-11-2010 22:00	10,44	7,46	9,85	10,44
288	16-11-2010 23:00	10,44	7,46	9,85	10,45
289	17-11-2010 0:00	10,43	7,46	9,85	10,44
290	17-11-2010 1:00	10,43	7,46	9,86	10,44
291	17-11-2010 2:00	10,43	7,46	9,86	10,44
292	17-11-2010 3:00	10,43	7,46	9,86	10,45
293	17-11-2010 4:00	10,43	7,46	9,86	10,45
294	17-11-2010 5:00	10,43	7,46	9,86	10,45

Nº	Fecha y hora	Tuyajto Sur Cond °C [mS]	Salida Tuyajto Cond °C [mS]	Pozo Salar Cond °C [mS]	Capur Cond °C [mS]
295	17-11-2010 6:00	10,43	7,46	9,86	10,45
296	17-11-2010 7:00	10,43	7,46	9,86	10,45
297	17-11-2010 8:00	10,42	7,46	9,86	10,45
298	17-11-2010 9:00	10,41	7,46	9,86	10,45
299	17-11-2010 10:00	10,38	7,46	9,86	10,38
300	17-11-2010 11:00	10,24	7,46	9,86	10,45
301	17-11-2010 12:00	10,08	7,46	9,86	10,43
302	17-11-2010 13:00	10,05	7,46	9,86	10,45
303	17-11-2010 14:00	10,06	7,46	9,86	10,45
304	17-11-2010 15:00	10,06	7,46	9,86	10,45
305	17-11-2010 16:00	10,03	7,46	9,86	10,44
306	17-11-2010 17:00	10,00	7,46	9,86	10,42
307	17-11-2010 18:00	10,00	7,46	9,86	10,44
308	17-11-2010 19:00	10,04	7,46	9,86	10,44
309	17-11-2010 20:00	10,12	7,46	9,86	10,44
310	17-11-2010 21:00	10,21	7,46	9,86	10,44
311	17-11-2010 22:00	10,28	7,46	9,86	10,45
312	17-11-2010 23:00	10,33	7,46	9,86	10,45
313	18-11-2010 0:00	10,35	7,46	9,86	10,43
314	18-11-2010 1:00	10,35	7,46	9,86	10,45
315	18-11-2010 2:00	10,36	7,46	9,87	10,45
316	18-11-2010 3:00	10,36	7,46	9,87	10,45
317	18-11-2010 4:00	10,36	7,46	9,87	10,42
318	18-11-2010 5:00	10,36	7,46	9,87	10,45
319	18-11-2010 6:00	10,36	7,46	9,87	10,45
320	18-11-2010 7:00	10,37	7,46	9,87	10,44
321	18-11-2010 8:00	10,36	7,45	9,87	10,44
322	18-11-2010 9:00	10,34	7,45	9,87	10,45
323	18-11-2010 10:00	10,24	7,45	9,87	10,45
324	18-11-2010 11:00	10,08	7,45	9,87	10,45
325	18-11-2010 12:00	10,01	7,45	9,87	10,45
326	18-11-2010 13:00	10,01	7,45	9,87	10,45
327	18-11-2010 14:00	10,01	7,44	9,87	10,45
328	18-11-2010 15:00	10,00	7,44	9,87	10,45
329	18-11-2010 16:00	9,99	7,44	9,87	10,45
330	18-11-2010 17:00	9,97	7,44	9,87	10,44
331	18-11-2010 18:00	9,97	7,44	9,87	10,45
332	18-11-2010 19:00	10,00	7,44	9,87	10,44
333	18-11-2010 20:00	10,06	7,44	9,87	10,41
334	18-11-2010 21:00	10,14	7,44	9,87	10,43
335	18-11-2010 22:00	10,19	7,44	9,87	10,44
336	18-11-2010 23:00	10,24	7,44	9,87	10,23
337	19-11-2010 0:00	10,24	7,44	9,87	10,43
338	19-11-2010 1:00	10,23	7,44	9,87	10,36
339	19-11-2010 2:00	10,23	7,44	9,87	10,45
340	19-11-2010 3:00	10,22	7,44	9,87	10,45
341	19-11-2010 4:00	10,22	7,44	9,87	10,42
342	19-11-2010 5:00	10,22	7,44	9,87	10,42
343	19-11-2010 6:00	10,22	7,44	9,87	10,41
344	19-11-2010 7:00	10,22	7,44	9,87	10,42
345	19-11-2010 8:00	10,20	7,44	9,87	10,42
346	19-11-2010 9:00	10,18	7,44	9,87	10,38
347	19-11-2010 10:00	10,16	7,44	9,87	10,42
348	19-11-2010 11:00	10,02	7,44	9,87	10,43

Tabla N° C.2: Series de conductividades eléctricas transformadas (estacionarias)

N°	Fecha y hora	Tuyajto Sur Cond °C [mS]	Salida Tuyajto Cond °C [mS]	Pozo Salar Cond °C [mS]	Capur Cond °C [mS]
1	05-11-2010 0:00	-1,510	-2,048	-0,334	0,346
2	05-11-2010 1:00	-1,210	4,450	-0,010	0,346
3	05-11-2010 2:00	-0,862	2,284	0,314	0,346
4	05-11-2010 3:00	-0,501	-4,214	0,962	0,346
5	05-11-2010 4:00	-0,135	-8,546	0,314	0,346
6	05-11-2010 5:00	0,330	-6,380	3,553	0,346
7	05-11-2010 6:00	0,801	-4,214	-5,193	0,346
8	05-11-2010 7:00	1,264	-4,214	-0,334	0,346
9	05-11-2010 8:00	1,563	-2,048	0,314	0,346
10	05-11-2010 9:00	1,956	0,118	-0,334	0,346
11	05-11-2010 10:00	1,908	0,118	0,314	0,346
12	05-11-2010 11:00	1,165	0,118	-0,334	0,346
13	05-11-2010 12:00	-0,043	0,118	0,314	0,346
14	05-11-2010 13:00	-0,472	0,118	-0,010	-2,388
15	05-11-2010 14:00	-0,697	0,118	-0,334	0,346
16	05-11-2010 15:00	-0,833	0,118	0,638	0,346
17	05-11-2010 16:00	-0,892	0,118	-0,334	0,346
18	05-11-2010 17:00	-0,984	0,118	-0,010	0,346
19	05-11-2010 18:00	-1,073	2,284	-0,334	0,346
20	05-11-2010 19:00	-1,027	0,118	0,638	0,346
21	05-11-2010 20:00	-0,765	0,118	0,638	0,346
22	05-11-2010 21:00	-0,346	0,135	-1,306	0,346
23	05-11-2010 22:00	0,138	2,284	-0,010	0,346
24	05-11-2010 23:00	0,642	0,118	-0,010	0,346
25	06-11-2010 0:00	0,962	2,284	-0,334	0,346
26	06-11-2010 1:00	1,048	2,284	0,314	0,346
27	06-11-2010 2:00	1,072	0,118	-0,010	0,346
28	06-11-2010 3:00	1,159	-2,048	-0,010	0,346
29	06-11-2010 4:00	1,183	0,118	-0,010	0,346
30	06-11-2010 5:00	1,208	-2,048	-0,010	0,346
31	06-11-2010 6:00	1,232	0,118	-0,334	0,346
32	06-11-2010 7:00	1,323	0,118	0,314	0,346
33	06-11-2010 8:00	1,215	0,118	-0,334	0,346
34	06-11-2010 9:00	1,046	-2,048	0,314	0,346
35	06-11-2010 10:00	0,477	-2,048	-0,334	0,346
36	06-11-2010 11:00	-0,466	0,118	-0,010	0,346
37	06-11-2010 12:00	-0,841	0,118	-0,010	0,346
38	06-11-2010 13:00	-0,864	-2,048	1,286	0,346
39	06-11-2010 14:00	-0,851	0,118	-0,334	0,346
40	06-11-2010 15:00	-0,909	0,118	-0,658	0,346
41	06-11-2010 16:00	-1,035	0,118	-0,010	0,346
42	06-11-2010 17:00	-1,154	0,118	0,314	0,346
43	06-11-2010 18:00	-1,267	0,118	-0,658	0,346
44	06-11-2010 19:00	-1,193	0,118	0,638	0,346
45	06-11-2010 20:00	-1,018	0,118	-0,334	0,346
46	06-11-2010 21:00	-0,755	0,118	-0,334	0,346
47	06-11-2010 22:00	-0,421	0,118	-0,010	0,346
48	06-11-2010 23:00	-0,139	0,118	-0,010	-2,388
49	07-11-2010 0:00	0,119	0,118	-0,010	0,346
50	07-11-2010 1:00	0,453	0,118	-0,010	0,346
51	07-11-2010 2:00	0,528	0,118	0,314	0,346
52	07-11-2010 3:00	0,606	0,118	-0,334	0,346
53	07-11-2010 4:00	0,684	0,118	-0,010	0,346
54	07-11-2010 5:00	0,765	2,284	-0,010	0,346
55	07-11-2010 6:00	0,846	0,118	4,849	0,346
56	07-11-2010 7:00	0,930	0,118	-5,193	0,346
57	07-11-2010 8:00	0,953	0,118	0,314	-2,388
58	07-11-2010 9:00	0,853	2,284	-0,010	0,346

N°	Fecha y hora	Tuyajto Sur Cond °C [mS]	Salida Tuyajto Cond °C [mS]	Pozo Salar Cond °C [mS]	Capur Cond °C [mS]
59	07-11-2010 10:00	0,155	0,118	-0,334	0,346
60	07-11-2010 11:00	-0,471	0,118	5,173	0,346
61	07-11-2010 12:00	-0,696	2,284	-0,658	0,346
62	07-11-2010 13:00	-0,796	0,118	-0,334	0,346
63	07-11-2010 14:00	-0,819	0,118	-0,010	0,346
64	07-11-2010 15:00	-1,590	0,118	-0,010	0,346
65	07-11-2010 16:00	-1,635	0,118	-0,010	0,346
66	07-11-2010 17:00	-1,678	0,118	-0,010	0,346
67	07-11-2010 18:00	-1,671	0,118	-0,010	0,346
68	07-11-2010 19:00	-1,615	0,118	-0,010	0,346
69	07-11-2010 20:00	-1,392	0,118	-0,010	0,346
70	07-11-2010 21:00	-1,142	0,118	0,314	0,346
71	07-11-2010 22:00	-0,861	0,118	-0,334	0,346
72	07-11-2010 23:00	-0,545	0,118	-0,010	0,346
73	08-11-2010 0:00	-0,493	0,118	-0,010	-5,122
74	08-11-2010 1:00	-0,441	0,118	0,638	-5,122
75	08-11-2010 2:00	-0,387	0,118	-0,334	0,346
76	08-11-2010 3:00	-0,333	0,118	0,314	0,346
77	08-11-2010 4:00	-0,233	-2,048	-0,658	-2,388
78	08-11-2010 5:00	-0,129	0,118	-0,010	0,346
79	08-11-2010 6:00	-0,023	0,118	-0,010	0,346
80	08-11-2010 7:00	0,088	-2,048	-0,010	0,346
81	08-11-2010 8:00	0,151	0,118	-0,010	0,346
82	08-11-2010 9:00	0,266	0,118	-0,010	0,346
83	08-11-2010 10:00	0,077	-2,048	-0,010	0,346
84	08-11-2010 11:00	-0,580	-2,048	-0,010	0,346
85	08-11-2010 12:00	-0,945	0,118	-0,010	0,346
86	08-11-2010 13:00	-1,005	-2,048	-0,010	0,346
87	08-11-2010 14:00	-1,030	-2,048	-0,010	0,346
88	08-11-2010 15:00	-1,120	0,118	-0,010	0,346
89	08-11-2010 16:00	-1,207	-2,048	3,229	0,346
90	08-11-2010 17:00	-1,261	0,118	-3,250	0,346
91	08-11-2010 18:00	-1,253	0,118	-0,010	0,346
92	08-11-2010 19:00	-1,086	0,118	-0,010	0,346
93	08-11-2010 20:00	-0,761	-2,048	-0,010	0,346
94	08-11-2010 21:00	-0,432	0,118	0,314	0,346
95	08-11-2010 22:00	-0,063	0,118	-0,010	0,346
96	08-11-2010 23:00	0,300	0,118	-0,334	0,346
97	09-11-2010 0:00	0,314	0,118	-0,010	0,346
98	09-11-2010 1:00	0,381	-2,048	-0,010	0,346
99	09-11-2010 2:00	0,504	0,118	0,314	0,346
100	09-11-2010 3:00	0,518	0,118	-0,010	0,346
101	09-11-2010 4:00	0,646	0,118	-0,334	0,346
102	09-11-2010 5:00	0,719	0,118	-0,010	0,346
103	09-11-2010 6:00	0,794	-2,048	-0,010	0,346
104	09-11-2010 7:00	0,869	0,118	-0,010	0,346
105	09-11-2010 8:00	0,885	0,118	-0,010	0,346
106	09-11-2010 9:00	0,781	-2,048	-0,010	-2,388
107	09-11-2010 10:00	0,564	-2,048	-0,334	3,079
108	09-11-2010 11:00	-0,362	0,118	0,314	-2,388
109	09-11-2010 12:00	-0,829	0,118	-0,010	0,346
110	09-11-2010 13:00	-0,927	0,118	-0,334	0,346
111	09-11-2010 14:00	-1,088	0,118	0,314	0,346
112	09-11-2010 15:00	-1,177	-2,048	-0,010	0,346
113	09-11-2010 16:00	-1,262	0,118	-0,334	0,346
114	09-11-2010 17:00	-1,284	0,118	0,638	0,346
115	09-11-2010 18:00	-1,276	0,118	-0,658	0,346
116	09-11-2010 19:00	-1,175	0,118	1,286	0,346
117	09-11-2010 20:00	-0,898	0,118	-0,334	0,346

N°	Fecha y hora	Tuyajto Sur Cond °C [mS]	Salida Tuyajto Cond °C [mS]	Pozo Salar Cond °C [mS]	Capur Cond °C [mS]
118	09-11-2010 21:00	-0,464	0,118	-0,010	0,346
119	09-11-2010 22:00	-0,145	0,118	-0,658	0,346
120	09-11-2010 23:00	0,107	0,118	-0,010	0,346
121	10-11-2010 0:00	0,171	0,118	1,933	0,346
122	10-11-2010 1:00	0,184	0,118	-2,278	0,346
123	10-11-2010 2:00	0,249	0,118	-0,010	0,346
124	10-11-2010 3:00	0,315	0,118	0,314	0,346
125	10-11-2010 4:00	0,436	0,118	-0,334	0,346
126	10-11-2010 5:00	0,505	0,118	0,314	0,346
127	10-11-2010 6:00	0,576	0,118	-0,010	0,346
128	10-11-2010 7:00	0,705	-2,048	1,286	0,346
129	10-11-2010 8:00	0,720	0,118	-1,306	0,346
130	10-11-2010 9:00	0,677	0,118	-0,010	0,346
131	10-11-2010 10:00	0,635	0,118	-0,010	0,346
132	10-11-2010 11:00	-0,264	0,118	0,962	0,346
133	10-11-2010 12:00	-0,820	0,118	-0,982	0,346
134	10-11-2010 13:00	-0,954	0,118	-0,010	0,346
135	10-11-2010 14:00	-1,080	0,118	-0,334	0,346
136	10-11-2010 15:00	-1,201	0,118	0,314	0,346
137	10-11-2010 16:00	-1,285	0,118	-0,010	0,346
138	10-11-2010 17:00	-1,336	0,118	-0,010	0,346
139	10-11-2010 18:00	-1,358	0,118	-0,010	0,346
140	10-11-2010 19:00	-1,291	0,118	-0,010	0,346
141	10-11-2010 20:00	-1,062	0,118	0,314	0,346
142	10-11-2010 21:00	-0,733	0,118	-0,334	0,346
143	10-11-2010 22:00	-0,314	0,118	-0,010	0,346
144	10-11-2010 23:00	-0,075	0,118	-0,010	0,346
145	11-11-2010 0:00	-0,063	0,118	-0,010	0,346
146	11-11-2010 1:00	-0,002	0,118	0,962	0,346
147	11-11-2010 2:00	0,010	0,118	-0,982	0,346
148	11-11-2010 3:00	0,072	0,118	-0,010	0,346
149	11-11-2010 4:00	0,134	0,118	-0,010	0,346
150	11-11-2010 5:00	0,198	0,118	-0,334	0,346
151	11-11-2010 6:00	0,316	0,118	0,314	0,346
152	11-11-2010 7:00	0,383	0,118	-0,334	0,346
153	11-11-2010 8:00	0,397	0,118	-0,010	0,346
154	11-11-2010 9:00	0,411	0,118	-0,010	0,346
155	11-11-2010 10:00	0,318	0,118	0,314	0,346
156	11-11-2010 11:00	-0,427	0,118	-0,010	0,346
157	11-11-2010 12:00	-0,884	0,118	-0,010	0,346
158	11-11-2010 13:00	-0,980	0,118	-0,010	0,346
159	11-11-2010 14:00	-1,039	0,118	-0,010	0,346
160	11-11-2010 15:00	-1,129	0,118	-0,010	0,346
161	11-11-2010 16:00	-1,216	0,118	-0,010	0,346
162	11-11-2010 17:00	-1,270	0,118	-0,334	0,346
163	11-11-2010 18:00	-1,322	0,118	0,314	0,346
164	11-11-2010 19:00	-1,192	0,118	-0,010	0,346
165	11-11-2010 20:00	-0,917	0,118	0,314	0,346
166	11-11-2010 21:00	-0,647	0,118	-0,334	0,346
167	11-11-2010 22:00	-0,304	0,118	-0,334	0,346
168	11-11-2010 23:00	-0,016	0,118	0,314	0,346
169	12-11-2010 0:00	0,045	0,118	1,609	0,346
170	12-11-2010 1:00	0,058	0,118	-1,630	-2,388
171	12-11-2010 2:00	0,171	0,118	-0,010	0,346
172	12-11-2010 3:00	0,184	0,118	-0,010	0,346
173	12-11-2010 4:00	0,249	0,118	-0,334	0,346
174	12-11-2010 5:00	0,368	0,118	0,314	0,346
175	12-11-2010 6:00	0,436	0,118	-0,010	0,346
176	12-11-2010 7:00	0,505	0,118	-0,010	0,346

N°	Fecha y hora	Tuyajto Sur Cond °C [mS]	Salida Tuyajto Cond °C [mS]	Pozo Salar Cond °C [mS]	Capur Cond °C [mS]
177	12-11-2010 8:00	0,519	0,118	-0,010	0,346
178	12-11-2010 9:00	0,478	0,118	-0,010	0,346
179	12-11-2010 10:00	0,438	0,118	-0,010	0,346
180	12-11-2010 11:00	-0,374	0,118	0,314	0,346
181	12-11-2010 12:00	-0,911	0,118	-0,334	0,346
182	12-11-2010 13:00	-1,006	0,118	-0,334	0,346
183	12-11-2010 14:00	-1,098	0,118	-0,010	0,346
184	12-11-2010 15:00	-1,248	0,118	0,314	-2,388
185	12-11-2010 16:00	-1,330	0,118	-0,010	0,346
186	12-11-2010 17:00	-1,380	0,118	-0,010	0,346
187	12-11-2010 18:00	-1,344	0,118	-0,010	-2,388
188	12-11-2010 19:00	-1,246	0,118	-0,010	0,346
189	12-11-2010 20:00	-0,943	0,118	-0,010	0,346
190	12-11-2010 21:00	-0,558	0,118	1,609	-2,388
191	12-11-2010 22:00	-0,158	0,118	-1,630	-2,388
192	12-11-2010 23:00	-0,004	0,118	-0,010	0,346
193	13-11-2010 0:00	0,008	0,118	-0,010	-2,388
194	13-11-2010 1:00	0,070	0,118	-0,010	0,346
195	13-11-2010 2:00	0,132	0,118	-0,010	-2,388
196	13-11-2010 3:00	0,196	0,118	-0,010	-2,388
197	13-11-2010 4:00	0,261	0,118	-0,010	0,346
198	13-11-2010 5:00	0,381	0,118	-0,010	-2,388
199	13-11-2010 6:00	0,504	0,118	4,201	-2,388
200	13-11-2010 7:00	0,689	0,118	-1,954	-2,388
201	13-11-2010 8:00	0,822	0,118	-0,334	0,346
202	13-11-2010 9:00	0,960	0,118	-1,954	-2,388
203	13-11-2010 10:00	0,976	0,118	-0,010	-2,388
204	13-11-2010 11:00	0,357	0,118	-0,334	-2,388
205	13-11-2010 12:00	-0,438	0,118	0,314	-2,388
206	13-11-2010 13:00	-0,551	0,118	-0,010	-2,388
207	13-11-2010 14:00	-0,621	0,118	-0,010	-2,388
208	13-11-2010 15:00	-0,802	0,118	-0,010	-2,388
209	13-11-2010 16:00	-0,936	0,118	-0,010	0,346
210	13-11-2010 17:00	-1,030	0,118	-0,010	-5,122
211	13-11-2010 18:00	-1,022	0,118	-0,010	-2,388
212	13-11-2010 19:00	-0,873	0,118	-0,010	0,346
213	13-11-2010 20:00	-0,559	0,118	-0,334	-2,388
214	13-11-2010 21:00	-0,066	0,118	0,314	-2,388
215	13-11-2010 22:00	0,350	0,118	-0,334	0,346
216	13-11-2010 23:00	0,757	0,118	0,314	0,346
217	14-11-2010 0:00	0,832	0,118	-0,334	-2,388
218	14-11-2010 1:00	0,908	0,118	-0,010	0,346
219	14-11-2010 2:00	0,986	0,118	0,314	-2,388
220	14-11-2010 3:00	1,002	0,118	-0,010	0,346
221	14-11-2010 4:00	1,082	0,118	-0,010	0,346
222	14-11-2010 5:00	1,163	0,118	-0,010	-2,388
223	14-11-2010 6:00	1,180	0,118	-0,010	0,346
224	14-11-2010 7:00	1,262	0,118	-0,334	0,346
225	14-11-2010 8:00	1,213	0,118	0,314	0,346
226	14-11-2010 9:00	1,101	0,118	-0,010	-2,388
227	14-11-2010 10:00	0,808	0,118	-0,334	0,346
228	14-11-2010 11:00	-0,176	0,118	0,314	0,346
229	14-11-2010 12:00	-0,709	0,118	-0,010	0,346
230	14-11-2010 13:00	-0,812	0,118	-0,010	-2,388
231	14-11-2010 14:00	-0,911	0,118	-0,010	0,346
232	14-11-2010 15:00	-1,006	0,118	-0,010	0,346
233	14-11-2010 16:00	-1,098	0,118	-0,010	0,346
234	14-11-2010 17:00	-1,122	0,118	-0,334	-2,388
235	14-11-2010 18:00	-1,113	0,118	-0,010	0,346

N°	Fecha y hora	Tuyajto Sur Cond °C [mS]	Salida Tuyajto Cond °C [mS]	Pozo Salar Cond °C [mS]	Capur Cond °C [mS]
236	14-11-2010 19:00	-1,039	0,118	0,314	0,346
237	14-11-2010 20:00	-0,782	0,118	-0,334	0,346
238	14-11-2010 21:00	-0,414	0,118	-0,010	0,346
239	14-11-2010 22:00	0,104	0,118	0,314	0,346
240	14-11-2010 23:00	0,485	0,118	-0,334	-2,388
241	15-11-2010 0:00	0,786	0,118	0,314	0,346
242	15-11-2010 1:00	0,862	0,118	-0,010	0,346
243	15-11-2010 2:00	0,939	0,118	-0,334	0,346
244	15-11-2010 3:00	0,955	0,118	-0,010	0,346
245	15-11-2010 4:00	1,034	0,118	0,314	0,346
246	15-11-2010 5:00	1,114	0,118	-0,010	-2,388
247	15-11-2010 6:00	1,130	0,118	0,314	0,346
248	15-11-2010 7:00	1,212	0,118	0,314	0,346
249	15-11-2010 8:00	1,164	0,118	-0,658	0,346
250	15-11-2010 9:00	1,053	0,118	-0,334	0,346
251	15-11-2010 10:00	0,822	0,118	-0,010	0,346
252	15-11-2010 11:00	-0,118	0,118	-0,010	0,346
253	15-11-2010 12:00	-0,583	0,118	0,314	0,346
254	15-11-2010 13:00	-0,728	0,118	-0,010	0,346
255	15-11-2010 14:00	-0,794	0,118	-0,010	0,346
256	15-11-2010 15:00	-0,893	2,284	-0,010	0,346
257	15-11-2010 16:00	-0,955	0,118	-0,334	0,346
258	15-11-2010 17:00	-0,980	0,118	0,314	-2,388
259	15-11-2010 18:00	-0,971	0,118	-0,010	0,346
260	15-11-2010 19:00	-0,783	0,118	-0,010	0,346
261	15-11-2010 20:00	-0,457	0,118	0,638	0,346
262	15-11-2010 21:00	-0,090	0,118	-0,658	0,346
263	15-11-2010 22:00	0,375	0,118	-0,010	0,346
264	15-11-2010 23:00	0,726	0,118	-0,010	0,346
265	16-11-2010 0:00	0,741	0,118	-0,010	0,346
266	16-11-2010 1:00	0,816	0,118	-0,010	0,346
267	16-11-2010 2:00	0,832	0,118	-0,010	0,346
268	16-11-2010 3:00	0,848	0,118	-0,010	-2,388
269	16-11-2010 4:00	0,863	0,118	-0,010	0,346
270	16-11-2010 5:00	0,940	0,118	-0,010	0,346
271	16-11-2010 6:00	0,956	0,118	-0,010	0,346
272	16-11-2010 7:00	0,972	0,118	0,638	0,346
273	16-11-2010 8:00	0,989	0,118	-0,658	0,346
274	16-11-2010 9:00	1,005	0,118	0,314	0,346
275	16-11-2010 10:00	0,897	0,118	-0,334	0,346
276	16-11-2010 11:00	0,505	0,118	-0,010	0,346
277	16-11-2010 12:00	-0,450	2,284	-0,010	0,346
278	16-11-2010 13:00	-0,681	0,118	2,257	0,346
279	16-11-2010 14:00	-0,709	0,135	-2,278	0,346
280	16-11-2010 15:00	-0,699	0,118	0,314	0,346
281	16-11-2010 16:00	-0,689	0,118	-0,334	0,346
282	16-11-2010 17:00	-0,679	0,118	-0,010	0,346
283	16-11-2010 18:00	-0,630	0,118	-0,010	0,346
284	16-11-2010 19:00	-0,415	2,284	-0,010	0,346
285	16-11-2010 20:00	0,053	0,118	0,314	0,346
286	16-11-2010 21:00	0,538	0,118	-0,010	0,346
287	16-11-2010 22:00	0,966	0,118	-0,334	0,346
288	16-11-2010 23:00	0,982	0,118	0,314	0,346
289	17-11-2010 0:00	0,937	0,118	-0,010	-2,388
290	17-11-2010 1:00	0,953	0,118	-0,010	0,346
291	17-11-2010 2:00	0,969	0,118	-0,334	0,346
292	17-11-2010 3:00	0,985	0,118	-0,010	0,346
293	17-11-2010 4:00	1,001	0,118	-0,010	0,346
294	17-11-2010 5:00	1,017	0,118	-0,010	0,346

N°	Fecha y hora	Tuyajto Sur Cond °C [mS]	Salida Tuyajto Cond °C [mS]	Pozo Salar Cond °C [mS]	Capur Cond °C [mS]
295	17-11-2010 6:00	1,034	0,118	-0,010	0,346
296	17-11-2010 7:00	1,050	0,118	-0,010	0,346
297	17-11-2010 8:00	1,004	0,118	-0,010	0,346
298	17-11-2010 9:00	0,958	0,118	2,257	0,346
299	17-11-2010 10:00	0,791	0,118	-2,278	0,346
300	17-11-2010 11:00	0,048	0,118	0,638	0,346
301	17-11-2010 12:00	-0,643	0,118	-0,658	0,346
302	17-11-2010 13:00	-0,748	0,118	-0,010	0,346
303	17-11-2010 14:00	-0,700	0,118	-0,010	0,346
304	17-11-2010 15:00	-0,690	0,118	0,314	0,346
305	17-11-2010 16:00	-0,794	0,118	0,638	0,346
306	17-11-2010 17:00	-0,893	0,118	-0,658	0,346
307	17-11-2010 18:00	-0,884	0,118	-0,010	0,346
308	17-11-2010 19:00	-0,727	0,118	-0,010	0,346
309	17-11-2010 20:00	-0,394	0,118	-0,010	0,346
310	17-11-2010 21:00	0,029	0,118	-0,334	0,346
311	17-11-2010 22:00	0,401	0,118	-0,010	0,346
312	17-11-2010 23:00	0,696	0,118	0,638	0,346
313	18-11-2010 0:00	0,829	0,118	-0,658	0,346
314	18-11-2010 1:00	0,845	0,118	-0,010	-2,388
315	18-11-2010 2:00	0,922	0,118	-0,010	0,346
316	18-11-2010 3:00	0,938	0,118	0,962	0,346
317	18-11-2010 4:00	0,954	0,118	-0,982	0,346
318	18-11-2010 5:00	0,970	0,118	-0,010	0,346
319	18-11-2010 6:00	0,986	0,118	0,314	0,346
320	18-11-2010 7:00	1,065	2,284	-0,010	0,346
321	18-11-2010 8:00	1,019	0,118	-0,334	0,346
322	18-11-2010 9:00	0,911	0,118	-0,010	0,346
323	18-11-2010 10:00	0,354	0,118	-0,010	0,346
324	18-11-2010 11:00	-0,398	0,118	-0,010	0,346
325	18-11-2010 12:00	-0,672	0,118	-0,010	0,346
326	18-11-2010 13:00	-0,662	2,284	-0,010	0,346
327	18-11-2010 14:00	-0,652	0,118	-0,010	0,346
328	18-11-2010 15:00	-0,681	0,118	-0,010	0,346
329	18-11-2010 16:00	-0,728	0,118	0,314	0,346
330	18-11-2010 17:00	-0,775	0,118	-0,334	0,346
331	18-11-2010 18:00	-0,769	0,118	0,314	0,346
332	18-11-2010 19:00	-0,641	0,118	0,962	0,346
333	18-11-2010 20:00	-0,384	0,118	-0,658	0,346
334	18-11-2010 21:00	-0,008	0,118	-0,334	0,346
335	18-11-2010 22:00	0,255	0,118	6,793	0,346
336	18-11-2010 23:00	0,538	0,118	-6,489	0,346
337	19-11-2010 0:00	0,553	0,118	2,257	0,346
338	19-11-2010 1:00	0,512	0,118	-2,926	0,346
339	19-11-2010 2:00	0,526	0,118	-0,010	0,346
340	19-11-2010 3:00	0,485	0,118	0,962	0,346
341	19-11-2010 4:00	0,499	0,118	-0,010	0,346
342	19-11-2010 5:00	0,514	0,118	0,314	0,346
343	19-11-2010 6:00	0,528	0,118	-0,334	0,346
344	19-11-2010 7:00	0,543	0,118	-0,010	0,346
345	19-11-2010 8:00	0,447	0,118	1,286	0,346
346	19-11-2010 9:00	0,353	0,118	-1,306	0,346
347	19-11-2010 10:00	0,261	0,118	-0,334	0,346
348	19-11-2010 11:00	-0,388	0,118	-0,010	0,346

X''t : serie
estacionaria
cond. elect.
Tuyajto Sur

Y''t : serie
estacionaria
cond. elect.
Sal. Tuyajto

Yp : serie
generada
por FT

NºDato	Y''t	X''t
63	0,118	-0,819
64	0,118	-1,590
65	0,118	-1,635
66	0,118	-1,678
67	0,118	-1,671
68	0,118	-1,615
69	0,118	-1,392
70	0,118	-1,142
71	0,118	-0,861
72	0,118	-0,545
73	0,118	-0,493
74	0,118	-0,441
75	0,118	-0,387
76	0,118	-0,333
77	-2,048	-0,233
78	0,118	-0,129
79	0,118	-0,023
80	-2,048	0,088
81	0,118	0,151
82	0,118	0,266
83	-2,048	0,077
84	-2,048	-0,580
85	0,118	-0,945
86	-2,048	-1,005
87	-2,048	-1,030
88	0,118	-1,120
89	-2,048	-1,207
90	0,118	-1,261
91	0,118	-1,253
92	0,118	-1,086
93	-2,048	-0,761
94	0,118	-0,432
95	0,118	-0,063
96	0,118	0,300
97	0,118	0,314
98	-2,048	0,381
99	0,118	0,504
100	0,118	0,518
101	0,118	0,646
102	0,118	0,719
103	-2,048	0,794
104	0,118	0,869
105	0,118	0,885
106	-2,048	0,781
107	-2,048	0,564
108	0,118	-0,362
109	0,118	-0,829
110	0,118	-0,927
111	0,118	-1,088
112	-2,048	-1,177
113	0,118	-1,262
114	0,118	-1,284
115	0,118	-1,276
116	0,118	-1,175
117	0,118	-0,898
118	0,118	-0,464
119	0,118	-0,145
120	0,118	0,107
121	0,118	0,171
122	0,118	0,184
123	0,118	0,249
124	0,118	0,315
125	0,118	0,436
126	0,118	0,505

Yp	et	(et)^2
-0,140	0,258	0,067
0,591	-0,472	0,223
0,198	-0,080	0,006
-0,097	0,215	0,046
-0,049	0,167	0,028
-0,014	0,132	0,017
0,170	-0,052	0,003
0,050	0,068	0,005
0,034	0,084	0,007
0,051	0,067	0,005
0,057	0,061	0,004
0,000	0,118	0,014
0,051	0,067	0,005
0,014	0,104	0,011
-0,009	-2,038	4,155
-0,319	0,437	0,191
-0,155	0,273	0,075
-0,429	-1,619	2,622
-0,465	0,583	0,339
0,141	-0,023	0,001
-0,422	-1,626	2,645
-0,510	-1,538	2,364
-0,250	0,369	0,136
-0,574	-1,474	2,173
-1,009	-1,039	1,080
-0,420	0,538	0,289
-0,248	-1,800	3,240
-0,885	1,003	1,006
-0,004	0,122	0,015
-0,145	0,263	0,069
-0,095	-1,953	3,814
-0,012	0,131	0,017
-0,147	0,265	0,070
-0,400	0,518	0,269
-0,099	0,217	0,047
0,291	-2,339	5,472
-0,299	0,417	0,174
-0,184	0,302	0,091
-0,500	0,618	0,382
-0,067	0,185	0,034
0,335	-2,383	5,678
-0,319	0,437	0,191
-0,127	0,245	0,060
-0,438	-1,610	2,592
-0,469	-1,578	2,491
-0,215	0,333	0,111
-0,702	0,820	0,672
-0,498	0,616	0,379
0,149	-0,031	0,001
0,256	-2,304	5,307
-0,178	0,296	0,088
-0,092	0,210	0,044
-0,431	0,549	0,301
-0,098	0,216	0,047
0,349	-0,231	0,053
0,062	0,056	0,003
0,052	0,066	0,004
0,038	0,080	0,006
0,070	0,048	0,002
0,027	0,091	0,008
0,012	0,106	0,011
0,020	0,098	0,010
0,005	0,113	0,013
0,050	0,068	0,005

X''t : serie
estacionaria
cond. elect.
Tuyajto Sur

Y''t : serie
estacionaria
cond. elect.
Sal. Tuyajto

Yp : serie
generada
por FT

NºDato	Y''t	X''t
127	0,118	0,576
128	-2,048	0,705
129	0,118	0,720
130	0,118	0,677
131	0,118	0,635
132	0,118	-0,264
133	0,118	-0,820
134	0,118	-0,954
135	0,118	-1,080
136	0,118	-1,201
137	0,118	-1,285
138	0,118	-1,336
139	0,118	-1,358
140	0,118	-1,291
141	0,118	-1,062
142	0,118	-0,733
143	0,118	-0,314
144	0,118	-0,075
145	0,118	-0,063
146	0,118	-0,002
147	0,118	0,010
148	0,118	0,072
149	0,118	0,134
150	0,118	0,198
151	0,118	0,316
152	0,118	0,383
153	0,118	0,397
154	0,118	0,411
155	0,118	0,318
156	0,118	-0,427
157	0,118	-0,884
158	0,118	-0,980
159	0,118	-1,039
160	0,118	-1,129
161	0,118	-1,216
162	0,118	-1,270
163	0,118	-1,322
164	0,118	-1,192
165	0,118	-0,917
166	0,118	-0,647
167	0,118	-0,304
168	0,118	-0,016
169	0,118	0,045
170	0,118	0,058
171	0,118	0,171
172	0,118	0,184
173	0,118	0,249
174	0,118	0,368
175	0,118	0,436
176	0,118	0,505
177	0,118	0,519
178	0,118	0,478
179	0,118	0,438
180	0,118	-0,374
181	0,118	-0,911
182	0,118	-1,006
183	0,118	-1,098
184	0,118	-1,248
185	0,118	-1,330
186	0,118	-1,380
187	0,118	-1,344
188	0,118	-1,246
189	0,118	-0,943
190	0,118	-0,558

Yp	et	(et)^2
0,049	0,069	0,005
0,057	-2,105	4,429
-0,304	0,422	0,178
-0,169	0,287	0,082
-0,417	0,535	0,286
-0,093	0,212	0,045
0,233	-0,115	0,013
0,139	-0,021	0,000
0,017	0,101	0,010
-0,074	0,192	0,037
0,161	-0,043	0,002
0,127	-0,009	0,000
0,045	0,073	0,005
0,045	0,073	0,005
0,054	0,064	0,004
0,056	0,062	0,004
0,047	0,072	0,005
0,063	0,055	0,003
0,038	0,080	0,006
0,036	0,082	0,007
0,048	0,070	0,005
-0,023	0,141	0,020
0,016	0,102	0,010
0,048	0,070	0,005
0,043	0,076	0,006
0,061	0,057	0,003
0,038	0,080	0,006
0,049	0,069	0,005
0,056	0,062	0,004
0,024	0,094	0,009
-0,023	0,141	0,020
0,117	0,001	0,000
0,008	0,110	0,012
-0,041	0,160	0,025
0,135	-0,017	0,000
0,114	0,004	0,000
0,047	0,071	0,005
0,032	0,086	0,007
0,061	0,057	0,003
0,047	0,071	0,005
0,040	0,078	0,006
0,082	0,036	0,001
0,041	0,077	0,006
0,011	0,107	0,011
0,047	0,071	0,005
0,021	0,097	0,009
-0,018	0,136	0,018
0,059	0,059	0,004
0,059	0,059	0,004
0,026	0,092	0,008
0,065	0,053	0,003
0,047	0,071	0,005
0,038	0,080	0,006
0,051	0,068	0,005
-0,046	0,164	0,027
0,125	-0,007	0,000
0,028	0,091	0,008
-0,070	0,188	0,035
0,141	-0,023	0,001
0,135	-0,017	0,000
0,035	0,083	0,007
0,042	0,076	0,006
0,053	0,065	0,004
0,066	0,052	0,003

X''t : serie
estacionaria
cond. elect.
Tuyajto Sur

Y''t : serie
estacionaria
cond. elect.
Sal. Tuyajto

Yp : serie
generada
por FT

NºDato	Y''t	X''t
191	0,118	-0,158
192	0,118	-0,004
193	0,118	0,008
194	0,118	0,070
195	0,118	0,132
196	0,118	0,196
197	0,118	0,261
198	0,118	0,381
199	0,118	0,504
200	0,118	0,689
201	0,118	0,822
202	0,118	0,960
203	0,118	0,976
204	0,118	0,357
205	0,118	-0,438
206	0,118	-0,551
207	0,118	-0,621
208	0,118	-0,802
209	0,118	-0,936
210	0,118	-1,030
211	0,118	-1,022
212	0,118	-0,873
213	0,118	-0,559
214	0,118	-0,066
215	0,118	0,350
216	0,118	0,757
217	0,118	0,832
218	0,118	0,908
219	0,118	0,986
220	0,118	1,002
221	0,118	1,082
222	0,118	1,163
223	0,118	1,180
224	0,118	1,262
225	0,118	1,213
226	0,118	1,101
227	0,118	0,808
228	0,118	-0,176
229	0,118	-0,709
230	0,118	-0,812
231	0,118	-0,911
232	0,118	-1,006
233	0,118	-1,098
234	0,118	-1,122
235	0,118	-1,113
236	0,118	-1,039
237	0,118	-0,782
238	0,118	-0,414
239	0,118	0,104
240	0,118	0,485
241	0,118	0,786
242	0,118	0,862
243	0,118	0,939
244	0,118	0,955
245	0,118	1,034
246	0,118	1,114
247	0,118	1,130
248	0,118	1,212
249	0,118	1,164
250	0,118	1,053
251	0,118	0,822
252	0,118	-0,118
253	0,118	-0,583
254	0,118	-0,728

Yp	et	(et)^2
0,048	0,070	0,005
0,053	0,065	0,004
0,040	0,078	0,006
0,041	0,077	0,006
0,026	0,092	0,008
-0,019	0,137	0,019
0,025	0,093	0,009
0,056	0,063	0,004
0,053	0,065	0,004
0,045	0,073	0,005
0,059	0,059	0,003
0,048	0,070	0,005
0,058	0,061	0,004
0,042	0,076	0,006
-0,020	0,138	0,019
0,066	0,053	0,003
0,074	0,044	0,002
-0,090	0,208	0,043
0,084	0,034	0,001
0,191	-0,072	0,005
0,045	0,073	0,005
0,039	0,079	0,006
0,064	0,054	0,003
0,066	0,053	0,003
0,075	0,043	0,002
0,050	0,068	0,005
0,076	0,042	0,002
0,016	0,102	0,010
0,039	0,079	0,006
0,012	0,107	0,011
-0,015	0,133	0,018
0,066	0,052	0,003
0,048	0,070	0,005
0,045	0,073	0,005
0,080	0,038	0,001
0,035	0,083	0,007
0,055	0,063	0,004
0,046	0,073	0,005
-0,029	0,148	0,022
0,134	-0,016	0,000
0,004	0,115	0,013
-0,031	0,149	0,022
0,182	-0,064	0,004
0,125	-0,007	0,000
0,050	0,068	0,005
0,041	0,077	0,006
0,051	0,067	0,005
0,067	0,051	0,003
0,047	0,071	0,005
0,068	0,050	0,002
0,045	0,073	0,005
0,059	0,059	0,004
0,023	0,095	0,009
0,019	0,099	0,010
0,005	0,114	0,013
0,023	0,095	0,009
0,047	0,071	0,005
0,045	0,073	0,005
0,080	0,039	0,001
0,034	0,084	0,007
0,055	0,063	0,004
0,052	0,066	0,004
-0,036	0,154	0,024
0,142	-0,024	0,001

X''t : serie
estacionaria
cond. elect.
Tuyajto Sur

Y''t : serie
estacionaria
cond. elect.
Sal. Tuyajto

Yp : serie
generada
por FT

NºDato	Y''t	X''t
255	0,118	-0,794
256	2,284	-0,893
257	0,118	-0,955
258	0,118	-0,980
259	0,118	-0,971
260	0,118	-0,783
261	0,118	-0,457
262	0,118	-0,090
263	0,118	0,375
264	0,118	0,726
265	0,118	0,741
266	0,118	0,816
267	0,118	0,832
268	0,118	0,848
269	0,118	0,863
270	0,118	0,940
271	0,118	0,956
272	0,118	0,972
273	0,118	0,989
274	0,118	1,005
275	0,118	0,897
276	0,118	0,505
277	2,284	-0,450
278	0,118	-0,681
279	0,135	-0,709
280	0,118	-0,699
281	0,118	-0,689
282	0,118	-0,679
283	0,118	-0,630
284	2,284	-0,415
285	0,118	0,053
286	0,118	0,538
287	0,118	0,966
288	0,118	0,982
289	0,118	0,937
290	0,118	0,953
291	0,118	0,969
292	0,118	0,985
293	0,118	1,001
294	0,118	1,017
295	0,118	1,034
296	0,118	1,050
297	0,118	1,004
298	0,118	0,958
299	0,118	0,791
300	0,118	0,048
301	0,118	-0,643
302	0,118	-0,748
303	0,118	-0,700
304	0,118	-0,690
305	0,118	-0,794
306	0,118	-0,893
307	0,118	-0,884
308	0,118	-0,727
309	0,118	-0,394
310	0,118	0,029
311	0,118	0,401
312	0,118	0,696
313	0,118	0,829
314	0,118	0,845
315	0,118	0,922
316	0,118	0,938
317	0,118	0,954
318	0,118	0,970

Yp	et	(et)^2
-0,003	0,121	0,015
-0,018	2,302	5,300
0,532	-0,414	0,171
0,313	-0,195	0,038
0,530	-0,412	0,170
0,191	-0,072	0,005
-0,230	0,348	0,121
0,051	0,067	0,004
0,052	0,066	0,004
0,083	0,035	0,001
0,038	0,080	0,006
0,016	0,102	0,010
0,069	0,049	0,002
-0,017	0,135	0,018
0,001	0,117	0,014
0,061	0,057	0,003
0,053	0,065	0,004
0,047	0,071	0,005
0,066	0,052	0,003
0,062	0,056	0,003
0,047	0,071	0,005
0,045	0,073	0,005
0,036	2,249	5,056
0,370	-0,252	0,064
0,328	-0,192	0,037
0,430	-0,311	0,097
0,180	-0,061	0,004
-0,094	0,212	0,045
0,084	0,035	0,001
0,049	2,235	4,997
0,420	-0,302	0,091
0,254	-0,136	0,018
0,519	-0,401	0,160
0,226	-0,108	0,012
-0,263	0,381	0,145
0,050	0,068	0,005
0,008	0,110	0,012
-0,027	0,145	0,021
0,054	0,064	0,004
0,070	0,048	0,002
0,059	0,059	0,004
0,059	0,059	0,004
0,059	0,059	0,003
0,052	0,066	0,004
0,064	0,055	0,003
0,042	0,077	0,006
-0,005	0,124	0,015
0,095	0,023	0,001
0,060	0,058	0,003
-0,041	0,160	0,025
0,113	0,005	0,000
0,156	-0,038	0,001
0,071	0,047	0,002
0,036	0,082	0,007
0,032	0,086	0,007
0,062	0,057	0,003
0,068	0,050	0,003
0,062	0,056	0,003
0,063	0,055	0,003
0,029	0,089	0,008
0,018	0,101	0,010
0,030	0,088	0,008
0,002	0,116	0,014
0,044	0,074	0,006

X''t : serie
 estacionaria
 cond. elect.
Tuyajto Sur

Y''t : serie
 estacionaria
 cond. elect.
Sal. Tuyajto

Yp : serie
 generada
 por FT

NºDato	Y''t	X''t
319	0,118	0,986
320	2,284	1,065
321	0,118	1,019
322	0,118	0,911
323	0,118	0,354
324	0,118	-0,398
325	0,118	-0,672
326	2,284	-0,662
327	0,118	-0,652
328	0,118	-0,681
329	0,118	-0,728
330	0,118	-0,775
331	0,118	-0,769
332	0,118	-0,641
333	0,118	-0,384
334	0,118	-0,008
335	0,118	0,255
336	0,118	0,538
337	0,118	0,553
338	0,118	0,512
339	0,118	0,526
340	0,118	0,485
341	0,118	0,499
342	0,118	0,514
343	0,118	0,528
344	0,118	0,543
345	0,118	0,447
346	0,118	0,353
347	0,118	0,261
348	0,118	-0,388

Yp	et	(et)^2
0,062	0,056	0,003
0,047	2,237	5,005
0,430	-0,312	0,097
0,235	-0,117	0,014
0,539	-0,421	0,177
0,164	-0,046	0,002
-0,257	0,375	0,140
0,083	2,201	4,844
0,344	-0,226	0,051
0,254	-0,136	0,018
0,635	-0,516	0,267
0,244	-0,126	0,016
-0,259	0,377	0,142
0,039	0,079	0,006
0,049	0,069	0,005
0,052	0,066	0,004
0,063	0,055	0,003
0,048	0,070	0,005
0,074	0,044	0,002
0,014	0,104	0,011
0,030	0,088	0,008
0,034	0,084	0,007
-0,010	0,129	0,017
0,060	0,059	0,003
0,056	0,062	0,004
0,050	0,069	0,005
0,064	0,054	0,003
0,041	0,077	0,006
0,061	0,057	0,003
0,046	0,073	0,005

Tabla N° C.4: Calibración Función de Transferencia Salida Tuyajto - Capur

FT(4,3,0)	
u(Yt)	0,000
Var(Yt)	1,000
d1	-0,676
d2	-0,392
d3	-0,302
d4	-0,274
w0	-0,155
w1	0,076
w2	0,004
w3	0,173
VAR(et)	0,631
u(et)	0,0002
SUMA(et^2)	216,380
N°Datos	344
r+s	7
AIC	-151,478
Explicacion	0,369
Ganancia	0,037

X''t : serie estacionaria cond. elect. **Sal. Tuyajto**

Y''t : serie estacionaria cond. elect. **Capur**

Yp : serie generada por FT

N°Dato	Y''t	X''t
1	-0,334	-2,048
2	-0,010	4,450
3	0,314	2,284
4	0,962	-4,214
5	0,314	-8,546
6	3,553	-6,380
7	-5,193	-4,214
8	-0,334	-4,214
9	0,314	-2,048
10	-0,334	0,118
11	0,314	0,118
12	-0,334	0,118
13	0,314	0,118
14	-0,010	0,118
15	-0,334	0,118
16	0,638	0,118
17	-0,334	0,118
18	-0,010	0,118
19	-0,334	2,284
20	0,638	0,118
21	0,638	0,118
22	-1,306	0,135
23	-0,010	2,284
24	-0,010	0,118
25	-0,334	2,284
26	0,314	2,284
27	-0,010	0,118
28	-0,010	-2,048
29	-0,010	0,118
30	-0,010	-2,048
31	-0,334	0,118
32	0,314	0,118
33	-0,334	0,118
34	0,314	-2,048
35	-0,334	-2,048
36	-0,010	0,118
37	-0,010	0,118
38	1,286	-2,048
39	-0,334	0,118
40	-0,658	0,118
41	-0,010	0,118
42	0,314	0,118
43	-0,658	0,118
44	0,638	0,118
45	-0,334	0,118
46	-0,334	0,118
47	-0,010	0,118
48	-0,010	0,118
49	-0,010	0,118
50	-0,010	0,118
51	0,314	0,118
52	-0,334	0,118
53	-0,010	0,118
54	-0,010	2,284
55	4,849	0,118
56	-5,193	0,118
57	0,314	0,118
58	-0,010	2,284
59	-0,334	0,118
60	5,173	0,118
61	-0,658	2,284
62	-0,334	0,118

Yp	et	(et)^2
1,104	-0,790	0,625
0,038	3,515	12,357
-3,494	-1,699	2,887
0,587	-0,921	0,849
-0,021	0,335	0,112
-0,404	0,070	0,005
0,879	-0,565	0,319
-0,448	0,114	0,013
0,130	0,184	0,034
-0,073	0,062	0,004
-0,089	-0,245	0,060
0,238	0,400	0,160
-0,371	0,037	0,001
0,091	-0,101	0,010
-0,287	-0,047	0,002
0,332	0,306	0,093
-0,185	0,823	0,678
-0,193	-1,113	1,239
0,209	-0,219	0,048
0,327	-0,338	0,114
-0,081	-0,253	0,064
0,806	-0,492	0,243
0,109	-0,119	0,014
0,718	-0,728	0,530
0,230	-0,240	0,058
0,267	-0,277	0,077
-0,511	0,177	0,031
0,239	0,075	0,006
-0,439	0,104	0,011
0,553	-0,240	0,057
0,098	-0,432	0,187
-0,043	0,033	0,001
-0,237	0,227	0,051
-0,002	1,288	1,658
-0,923	0,589	0,346
-0,269	-0,389	0,152
-0,173	0,163	0,027
0,025	0,288	0,083
0,094	-0,752	0,566
0,517	0,121	0,015
-0,253	-0,081	0,007
0,100	-0,435	0,189
0,356	-0,366	0,134
0,076	-0,086	0,007
0,215	-0,225	0,051
0,117	-0,127	0,016
0,028	0,285	0,081
-0,190	-0,144	0,021
0,120	-0,131	0,017
-0,278	0,267	0,072
0,202	4,647	21,595
-3,158	-2,035	4,143
2,001	-1,688	2,848
0,038	-0,048	0,002
0,301	-0,635	0,404
1,577	3,596	12,932
-3,396	2,738	7,494
-1,303	0,969	0,939

X''t : serie
estacionaria
cond. elect.
Sal. Tuyajto

Y''t : serie
estacionaria
cond. elect.
Capur

Yp : serie
generada
por FT

NºDato	Y''t	X''t
63	-0,010	0,118
64	-0,010	0,118
65	-0,010	0,118
66	-0,010	0,118
67	-0,010	0,118
68	-0,010	0,118
69	-0,010	0,118
70	0,314	0,118
71	-0,334	0,118
72	-0,010	0,118
73	-0,010	0,118
74	0,638	0,118
75	-0,334	0,118
76	0,314	0,118
77	-0,658	-2,048
78	-0,010	0,118
79	-0,010	0,118
80	-0,010	-2,048
81	-0,010	0,118
82	-0,010	0,118
83	-0,010	-2,048
84	-0,010	-2,048
85	-0,010	0,118
86	-0,010	-2,048
87	-0,010	-2,048
88	-0,010	0,118
89	3,229	-2,048
90	-3,250	0,118
91	-0,010	0,118
92	-0,010	0,118
93	-0,010	-2,048
94	0,314	0,118
95	-0,010	0,118
96	-0,334	0,118
97	-0,010	0,118
98	-0,010	-2,048
99	0,314	0,118
100	-0,010	0,118
101	-0,334	0,118
102	-0,010	0,118
103	-0,010	-2,048
104	-0,010	0,118
105	-0,010	0,118
106	-0,010	-2,048
107	-0,334	-2,048
108	0,314	0,118
109	-0,010	0,118
110	-0,334	0,118
111	0,314	0,118
112	-0,010	-2,048
113	-0,334	0,118
114	0,638	0,118
115	-0,658	0,118
116	1,286	0,118
117	-0,334	0,118
118	-0,010	0,118
119	-0,658	0,118
120	-0,010	0,118
121	1,933	0,118
122	-2,278	0,118
123	-0,010	0,118
124	0,314	0,118
125	-0,334	0,118
126	0,314	0,118

Yp	et	(et)^2
-0,968	0,957	0,916
-0,693	0,683	0,466
0,304	-0,314	0,099
0,117	-0,127	0,016
0,028	-0,039	0,001
0,028	-0,039	0,001
0,028	-0,039	0,001
0,028	0,285	0,081
-0,190	-0,144	0,021
0,120	-0,131	0,017
0,058	-0,068	0,005
0,038	0,600	0,360
-0,321	-0,014	0,000
-0,007	0,320	0,103
0,076	-0,734	0,539
0,095	-0,106	0,011
0,265	-0,275	0,076
0,096	-0,106	0,011
0,042	-0,052	0,003
0,020	-0,030	0,001
-0,011	0,001	0,000
0,199	-0,210	0,044
-0,144	0,134	0,018
-0,020	0,009	0,000
-0,176	0,165	0,027
-0,144	0,134	0,018
-0,020	3,249	10,555
-2,700	-0,550	0,302
0,939	-0,950	0,902
-0,056	0,045	0,002
0,455	-0,466	0,217
0,751	-0,437	0,191
-0,199	0,188	0,036
-0,474	0,139	0,019
0,149	-0,160	0,025
0,402	-0,412	0,170
-0,038	0,352	0,124
-0,110	0,100	0,010
-0,474	0,139	0,019
0,149	-0,160	0,025
0,402	-0,412	0,170
-0,038	0,028	0,001
0,109	-0,119	0,014
-0,011	0,001	0,000
0,199	-0,534	0,285
0,075	0,239	0,057
-0,447	0,437	0,191
-0,376	0,042	0,002
0,238	0,076	0,006
0,183	-0,193	0,037
-0,165	-0,169	0,029
0,230	0,408	0,166
-0,746	0,088	0,008
0,310	0,975	0,951
-0,700	0,366	0,134
-0,242	0,232	0,054
-0,059	-0,599	0,359
0,209	-0,220	0,048
0,371	1,562	2,441
-1,089	-1,189	1,413
0,976	-0,987	0,973
0,330	-0,016	0,000
-0,038	-0,297	0,088
0,741	-0,427	0,183

X''t : serie estacionaria cond. elect. **Sal. Tuyajto**

Y''t : serie estacionaria cond. elect. **Capur**

Yp : serie generada por FT

NºDato	Y''t	X''t
127	-0,010	0,118
128	1,286	-2,048
129	-1,306	0,118
130	-0,010	0,118
131	-0,010	0,118
132	0,962	0,118
133	-0,982	0,118
134	-0,010	0,118
135	-0,334	0,118
136	0,314	0,118
137	-0,010	0,118
138	-0,010	0,118
139	-0,010	0,118
140	-0,010	0,118
141	0,314	0,118
142	-0,334	0,118
143	-0,010	0,118
144	-0,010	0,118
145	-0,010	0,118
146	0,962	0,118
147	-0,982	0,118
148	-0,010	0,118
149	-0,010	0,118
150	-0,334	0,118
151	0,314	0,118
152	-0,334	0,118
153	-0,010	0,118
154	-0,010	0,118
155	0,314	0,118
156	-0,010	0,118
157	-0,010	0,118
158	-0,010	0,118
159	-0,010	0,118
160	-0,010	0,118
161	-0,010	0,118
162	-0,334	0,118
163	0,314	0,118
164	-0,010	0,118
165	0,314	0,118
166	-0,334	0,118
167	-0,334	0,118
168	0,314	0,118
169	1,609	0,118
170	-1,630	0,118
171	-0,010	0,118
172	-0,010	0,118
173	-0,334	0,118
174	0,314	0,118
175	-0,010	0,118
176	-0,010	0,118
177	-0,010	0,118
178	-0,010	0,118
179	-0,010	0,118
180	0,314	0,118
181	-0,334	0,118
182	-0,334	0,118
183	-0,010	0,118
184	0,314	0,118
185	-0,010	0,118
186	-0,010	0,118
187	-0,010	0,118
188	-0,010	0,118
189	-0,010	0,118
190	1,609	0,118

Yp	et	(et)^2
-0,161	0,151	0,023
0,246	1,040	1,081
-1,021	-0,285	0,081
0,299	-0,309	0,096
-0,230	0,220	0,048
0,065	0,896	0,804
-0,274	-0,709	0,502
0,304	-0,314	0,099
0,116	-0,450	0,202
0,275	0,039	0,002
0,203	-0,213	0,045
-0,001	-0,010	0,000
0,019	-0,029	0,001
-0,060	0,050	0,003
0,028	0,285	0,081
-0,190	-0,144	0,021
0,120	-0,131	0,017
0,058	-0,068	0,005
0,038	-0,048	0,002
0,117	0,844	0,713
-0,628	-0,354	0,125
0,304	-0,314	0,099
0,116	-0,126	0,016
0,056	-0,390	0,152
0,513	-0,200	0,040
-0,064	-0,271	0,073
0,218	-0,228	0,052
0,146	-0,156	0,024
0,038	0,276	0,076
-0,102	0,092	0,008
-0,099	0,088	0,008
-0,069	0,059	0,004
-0,060	0,050	0,003
0,028	-0,039	0,001
0,028	-0,039	0,001
0,028	-0,363	0,131
0,247	0,066	0,004
-0,064	0,053	0,003
-0,001	0,314	0,099
-0,200	-0,135	0,018
0,032	-0,366	0,134
0,276	0,037	0,001
-0,054	1,664	2,768
-1,006	-0,624	0,389
0,479	-0,489	0,239
0,085	-0,095	0,009
0,074	-0,408	0,167
0,691	-0,377	0,142
-0,064	0,053	0,003
-0,001	-0,010	0,000
0,019	-0,029	0,001
-0,060	0,050	0,003
0,028	-0,039	0,001
0,028	0,285	0,081
-0,190	-0,144	0,021
0,120	-0,455	0,207
0,276	-0,287	0,082
0,165	0,149	0,022
-0,004	-0,006	0,000
-0,010	0,000	0,000
-0,069	0,059	0,004
-0,060	0,050	0,003
0,028	-0,039	0,001
0,028	1,581	2,500

X''t : serie estacionaria cond. elect. **Sal. Tuyajto**

Y''t : serie estacionaria cond. elect. **Capur**

Yp : serie generada por FT

NºDato	Y''t	X''t
191	-1,630	0,118
192	-0,010	0,118
193	-0,010	0,118
194	-0,010	0,118
195	-0,010	0,118
196	-0,010	0,118
197	-0,010	0,118
198	-0,010	0,118
199	4,201	0,118
200	-1,954	0,118
201	-0,334	0,118
202	-1,954	0,118
203	-0,010	0,118
204	-0,334	0,118
205	0,314	0,118
206	-0,010	0,118
207	-0,010	0,118
208	-0,010	0,118
209	-0,010	0,118
210	-0,010	0,118
211	-0,010	0,118
212	-0,010	0,118
213	-0,334	0,118
214	0,314	0,118
215	-0,334	0,118
216	0,314	0,118
217	-0,334	0,118
218	-0,010	0,118
219	0,314	0,118
220	-0,010	0,118
221	-0,010	0,118
222	-0,010	0,118
223	-0,010	0,118
224	-0,334	0,118
225	0,314	0,118
226	-0,010	0,118
227	-0,334	0,118
228	0,314	0,118
229	-0,010	0,118
230	-0,010	0,118
231	-0,010	0,118
232	-0,010	0,118
233	-0,010	0,118
234	-0,334	0,118
235	-0,010	0,118
236	0,314	0,118
237	-0,334	0,118
238	-0,010	0,118
239	0,314	0,118
240	-0,334	0,118
241	0,314	0,118
242	-0,010	0,118
243	-0,334	0,118
244	-0,010	0,118
245	0,314	0,118
246	-0,010	0,118
247	0,314	0,118
248	0,314	0,118
249	-0,658	0,118
250	-0,334	0,118
251	-0,010	0,118
252	-0,010	0,118
253	0,314	0,118
254	-0,010	0,118

Yp	et	(et)^2
-1,066	-0,564	0,318
0,488	-0,498	0,248
0,174	-0,184	0,034
0,074	-0,085	0,007
0,472	-0,482	0,232
0,028	-0,039	0,001
0,028	-0,039	0,001
0,028	-0,039	0,001
0,028	4,173	17,411
-2,817	0,863	0,745
-0,309	-0,025	0,001
-0,263	-1,691	2,859
0,903	-0,913	0,834
1,420	-1,754	3,078
0,923	-0,609	0,371
0,469	-0,479	0,229
-0,001	-0,010	0,000
0,019	-0,029	0,001
-0,060	0,050	0,003
0,028	-0,039	0,001
0,028	-0,039	0,001
0,028	-0,039	0,001
0,028	-0,363	0,131
0,247	0,066	0,004
-0,064	-0,271	0,073
0,218	0,096	0,009
-0,073	-0,261	0,068
0,130	-0,140	0,020
0,146	0,168	0,028
-0,181	0,171	0,029
-0,010	0,000	0,000
-0,069	0,059	0,004
-0,060	0,050	0,003
0,028	-0,363	0,131
0,247	0,066	0,004
-0,064	0,053	0,003
-0,001	-0,333	0,111
0,238	0,076	0,006
-0,152	0,142	0,020
-0,001	-0,010	0,000
0,019	-0,029	0,001
-0,060	0,050	0,003
0,028	-0,039	0,001
0,028	-0,363	0,131
0,247	-0,258	0,066
0,155	0,158	0,025
-0,093	-0,242	0,058
0,209	-0,219	0,048
0,058	0,256	0,066
-0,181	-0,153	0,023
0,209	0,105	0,011
-0,161	0,151	0,023
-0,089	-0,245	0,060
0,238	-0,248	0,062
0,067	0,247	0,061
-0,093	0,082	0,007
-0,010	0,324	0,105
-0,288	0,602	0,362
-0,406	-0,252	0,064
0,241	-0,576	0,331
0,315	-0,325	0,106
0,262	-0,273	0,074
0,304	0,010	0,000
-0,102	0,092	0,008

X''t : serie
estacionaria
cond. elect.
Sal. Tuyajto

Y''t : serie
estacionaria
cond. elect.
Capur

Yp : serie
generada
por FT

NºDato	Y''t	X''t
255	-0,010	0,118
256	-0,010	2,284
257	-0,334	0,118
258	0,314	0,118
259	-0,010	0,118
260	-0,010	0,118
261	0,638	0,118
262	-0,658	0,118
263	-0,010	0,118
264	-0,010	0,118
265	-0,010	0,118
266	-0,010	0,118
267	-0,010	0,118
268	-0,010	0,118
269	-0,010	0,118
270	-0,010	0,118
271	-0,010	0,118
272	0,638	0,118
273	-0,658	0,118
274	0,314	0,118
275	-0,334	0,118
276	-0,010	0,118
277	-0,010	2,284
278	2,257	0,118
279	-2,278	0,135
280	0,314	0,118
281	-0,334	0,118
282	-0,010	0,118
283	-0,010	0,118
284	-0,010	2,284
285	0,314	0,118
286	-0,010	0,118
287	-0,334	0,118
288	0,314	0,118
289	-0,010	0,118
290	-0,010	0,118
291	-0,334	0,118
292	-0,010	0,118
293	-0,010	0,118
294	-0,010	0,118
295	-0,010	0,118
296	-0,010	0,118
297	-0,010	0,118
298	2,257	0,118
299	-2,278	0,118
300	0,638	0,118
301	-0,658	0,118
302	-0,010	0,118
303	-0,010	0,118
304	0,314	0,118
305	0,638	0,118
306	-0,658	0,118
307	-0,010	0,118
308	-0,010	0,118
309	-0,010	0,118
310	-0,334	0,118
311	-0,010	0,118
312	0,638	0,118
313	-0,658	0,118
314	-0,010	0,118
315	-0,010	0,118
316	0,962	0,118
317	-0,982	0,118
318	-0,010	0,118

Yp	et	(et)^2
-0,099	0,088	0,008
-0,405	0,394	0,156
0,104	-0,438	0,192
0,256	0,058	0,003
0,312	-0,322	0,104
-0,001	-0,010	0,000
0,019	0,618	0,382
-0,498	-0,160	0,026
0,212	-0,223	0,050
0,087	-0,097	0,009
0,047	-0,057	0,003
0,206	-0,216	0,047
0,028	-0,039	0,001
0,028	-0,039	0,001
0,028	-0,039	0,001
0,028	-0,039	0,001
0,028	-0,039	0,001
0,028	0,609	0,371
-0,409	-0,249	0,062
0,212	0,101	0,010
-0,132	-0,202	0,041
0,139	-0,149	0,022
-0,100	0,090	0,008
0,202	2,056	4,225
-1,410	-0,868	0,754
1,048	-0,735	0,540
0,013	-0,347	0,121
0,188	-0,198	0,039
0,678	-0,689	0,474
-0,298	0,287	0,083
0,281	0,032	0,001
-0,182	0,172	0,030
0,277	-0,611	0,373
0,149	0,164	0,027
-0,152	0,142	0,020
-0,001	-0,010	0,000
0,019	-0,353	0,125
0,159	-0,169	0,029
0,155	-0,166	0,027
0,126	-0,137	0,019
0,117	-0,127	0,016
0,028	-0,039	0,001
0,028	-0,039	0,001
0,028	2,229	4,968
-1,504	-0,774	0,599
0,672	-0,034	0,001
-0,206	-0,452	0,205
0,276	-0,287	0,082
0,707	-0,718	0,515
0,047	0,267	0,071
-0,013	0,651	0,423
-0,536	-0,122	0,015
0,114	-0,125	0,016
-0,002	-0,008	0,000
0,047	-0,057	0,003
0,206	-0,540	0,292
0,247	-0,258	0,066
0,155	0,482	0,233
-0,312	-0,347	0,120
0,301	-0,311	0,097
0,087	-0,097	0,009
0,047	0,915	0,837
-0,451	-0,531	0,282
0,304	-0,314	0,099

	NºDato	Y''t	X''t	Yp	et	(et)^2
X''t : serie estacionaria cond. elect. Sal. Tuyajto	319	0,314	0,118	0,116	0,198	0,039
	320	-0,010	2,284	-0,498	0,488	0,238
	321	-0,334	0,118	0,332	-0,666	0,443
	322	-0,010	0,118	0,158	-0,168	0,028
	323	-0,010	0,118	0,442	-0,452	0,204
Y''t : serie estacionaria cond. elect. Capur	324	-0,010	0,118	0,126	-0,137	0,019
	325	-0,010	0,118	0,117	-0,127	0,016
	326	-0,010	2,284	-0,307	0,297	0,088
	327	-0,010	0,118	0,193	-0,203	0,041
	328	-0,010	0,118	0,037	-0,047	0,002
Yp : serie generada por FT	329	0,314	0,118	0,403	-0,090	0,008
	330	-0,334	0,118	-0,190	-0,144	0,021
	331	0,314	0,118	0,120	0,193	0,037
	332	0,962	0,118	-0,161	1,123	1,261
	333	-0,658	0,118	-0,746	0,088	0,008
	334	-0,334	0,118	0,076	-0,410	0,168
	335	6,793	0,118	0,119	6,674	44,537
	336	-6,489	0,118	-4,512	-1,977	3,910
	337	2,257	0,118	2,015	0,242	0,059
	338	-2,926	0,118	-0,931	-1,995	3,979
	339	-0,010	0,118	1,204	-1,215	1,475
	340	0,962	0,118	2,260	-1,298	1,685
	341	-0,010	0,118	-0,368	0,358	0,128
	342	0,314	0,118	0,446	-0,132	0,017
	343	-0,334	0,118	-0,484	0,150	0,022
	344	-0,010	0,118	-0,146	0,135	0,018
	345	1,286	0,118	0,058	1,228	1,508
	346	-1,306	0,118	-0,838	-0,468	0,219
	347	-0,334	0,118	0,485	-0,819	0,671
	348	-0,010	0,118	0,364	-0,374	0,140

Tabla N° C.5: Calibración Función de Transferencia Capur – Pozo Salar

FT(4,1,1)	
u(Yt)	0,000
Var(Yt)	1,000
d1	0,043
d2	0,088
d3	0,277
d4	0,243
w0	0,019
w1	0,030
VAR(et)	0,803
u(et)	-0,001
SUMA(et^2)	275,287
N°Datos	344
r+s	5
AIC	-70,652
Explicacion	0,197
Ganancia	0,141

X''t : serie estacionaria cond. elect.

Capur

Y''t : serie estacionaria cond. elect.

Pozo Salar

Yp : serie generada por FT

N°Dato	Y''t	X''t
1	0,346	-0,334
2	0,346	-0,010
3	0,346	0,314
4	0,346	0,962
5	0,346	0,314
6	0,346	3,553
7	0,346	-5,193
8	0,346	-0,334
9	0,346	0,314
10	0,346	-0,334
11	0,346	0,314
12	0,346	-0,334
13	0,346	0,314
14	-2,388	-0,010
15	0,346	-0,334
16	0,346	0,638
17	0,346	-0,334
18	0,346	-0,010
19	0,346	-0,334
20	0,346	0,638
21	0,346	0,638
22	0,346	-1,306
23	0,346	-0,010
24	0,346	-0,010
25	0,346	-0,334
26	0,346	0,314
27	0,346	-0,010
28	0,346	-0,010
29	0,346	-0,010
30	0,346	-0,010
31	0,346	-0,334
32	0,346	0,314
33	0,346	-0,334
34	0,346	0,314
35	0,346	-0,334
36	0,346	-0,010
37	0,346	-0,010
38	0,346	1,286
39	0,346	-0,334
40	0,346	-0,658
41	0,346	-0,010
42	0,346	0,314
43	0,346	-0,658
44	0,346	0,638
45	0,346	-0,334
46	0,346	-0,334
47	0,346	-0,010
48	-2,388	-0,010
49	0,346	-0,010
50	0,346	-0,010
51	0,346	0,314
52	0,346	-0,334
53	0,346	-0,010
54	0,346	-0,010
55	0,346	4,849
56	0,346	-5,193
57	-2,388	0,314
58	0,346	-0,010
59	0,346	-0,334
60	0,346	5,173
61	0,346	-0,658
62	0,346	-0,334

Yp	et	(et)^2
0,253	0,093	0,009
0,260	0,086	0,007
0,303	0,043	0,002
0,232	0,114	0,013
0,062	0,283	0,080
0,221	0,125	0,016
0,228	0,118	0,014
0,221	0,125	0,016
0,228	0,118	0,014
0,221	-2,609	6,806
0,118	0,228	0,052
-0,023	0,369	0,136
-0,530	0,876	0,767
-0,426	0,772	0,596
0,215	0,131	0,017
0,218	0,127	0,016
0,227	0,119	0,014
0,256	0,089	0,008
0,219	0,127	0,016
0,185	0,160	0,026
0,224	0,121	0,015
0,218	0,127	0,016
0,221	0,125	0,016
0,234	0,111	0,012
0,224	0,121	0,015
0,224	0,121	0,015
0,224	0,121	0,015
0,218	0,127	0,016
0,221	0,125	0,016
0,228	0,118	0,014
0,221	0,125	0,016
0,228	0,118	0,014
0,215	0,131	0,017
0,224	0,121	0,015
0,249	0,096	0,009
0,257	0,088	0,008
0,202	0,143	0,021
0,205	0,141	0,020
0,231	0,115	0,013
0,222	0,124	0,015
0,217	0,128	0,016
0,238	0,108	0,012
0,208	0,137	0,019
0,215	-2,603	6,774
0,108	0,237	0,056
-0,017	0,363	0,132
-0,533	0,878	0,772
-0,433	0,779	0,607
0,228	0,118	0,014
0,215	0,131	0,017
0,224	0,121	0,015
0,318	0,028	0,001
0,271	-2,659	7,070
-0,041	0,387	0,150
-0,007	0,353	0,125
-0,539	0,885	0,783
-0,350	0,696	0,484
0,368	-0,022	0,000

	NºDato	Y''t	X''t	Yp	et	(et)^2
X''t : serie estacionaria cond. elect. Capur	127	0,346	-0,010	0,221	0,125	0,016
	128	0,346	1,286	0,234	0,111	0,012
	129	0,346	-1,306	0,249	0,096	0,009
	130	0,346	-0,010	0,239	0,107	0,011
	131	0,346	-0,010	0,185	0,160	0,026
Y''t : serie estacionaria cond. elect. Pozo Salar	132	0,346	0,962	0,224	0,121	0,015
	133	0,346	-0,982	0,243	0,103	0,011
	134	0,346	-0,010	0,235	0,111	0,012
	135	0,346	-0,334	0,195	0,150	0,023
	136	0,346	0,314	0,218	0,127	0,016
Yp : serie generada por FT	137	0,346	-0,010	0,221	0,125	0,016
	138	0,346	-0,010	0,234	0,111	0,012
	139	0,346	-0,010	0,224	0,121	0,015
	140	0,346	-0,010	0,224	0,121	0,015
	141	0,346	0,314	0,224	0,121	0,015
	142	0,346	-0,334	0,231	0,115	0,013
	143	0,346	-0,010	0,228	0,118	0,014
	144	0,346	-0,010	0,215	0,131	0,017
	145	0,346	-0,010	0,224	0,121	0,015
	146	0,346	0,962	0,224	0,121	0,015
	147	0,346	-0,982	0,243	0,103	0,011
	148	0,346	-0,010	0,235	0,111	0,012
	149	0,346	-0,010	0,195	0,150	0,023
	150	0,346	-0,334	0,224	0,121	0,015
	151	0,346	0,314	0,218	0,127	0,016
	152	0,346	-0,334	0,221	0,125	0,016
	153	0,346	-0,010	0,228	0,118	0,014
	154	0,346	-0,010	0,215	0,131	0,017
	155	0,346	0,314	0,224	0,121	0,015
	156	0,346	-0,010	0,231	0,115	0,013
	157	0,346	-0,010	0,234	0,111	0,012
	158	0,346	-0,010	0,224	0,121	0,015
	159	0,346	-0,010	0,224	0,121	0,015
	160	0,346	-0,010	0,224	0,121	0,015
	161	0,346	-0,010	0,224	0,121	0,015
	162	0,346	-0,334	0,224	0,121	0,015
	163	0,346	0,314	0,218	0,127	0,016
	164	0,346	-0,010	0,221	0,125	0,016
	165	0,346	0,314	0,234	0,111	0,012
166	0,346	-0,334	0,231	0,115	0,013	
167	0,346	-0,334	0,228	0,118	0,014	
168	0,346	0,314	0,208	0,137	0,019	
169	0,346	1,609	0,221	0,125	0,016	
170	-2,388	-1,630	0,265	-2,653	7,039	
171	0,346	-0,010	0,126	0,220	0,048	
172	0,346	-0,010	-0,066	0,411	0,169	
173	0,346	-0,334	-0,533	0,878	0,772	
174	0,346	0,314	-0,446	0,791	0,626	
175	0,346	-0,010	0,221	0,125	0,016	
176	0,346	-0,010	0,234	0,111	0,012	
177	0,346	-0,010	0,224	0,121	0,015	
178	0,346	-0,010	0,224	0,121	0,015	
179	0,346	-0,010	0,224	0,121	0,015	
180	0,346	0,314	0,224	0,121	0,015	
181	0,346	-0,334	0,231	0,115	0,013	
182	0,346	-0,334	0,228	0,118	0,014	
183	0,346	-0,010	0,208	0,137	0,019	
184	-2,388	0,314	0,215	-2,603	6,774	
185	0,346	-0,010	0,114	0,231	0,053	
186	0,346	-0,010	-0,007	0,353	0,125	
187	-2,388	-0,010	-0,533	-1,855	3,442	
188	0,346	-0,010	-0,556	0,901	0,813	
189	0,346	-0,010	-0,017	0,363	0,132	
190	-2,388	1,609	-0,533	-1,855	3,442	

	NºDato	Y''t	X''t	Yp	et	(et)^2
X''t : serie estacionaria cond. elect. Capur	191	-2,388	-1,630	-0,525	-1,863	3,472
	192	0,346	-0,010	-0,116	0,461	0,213
	193	-2,388	-0,010	-0,823	-1,565	2,449
	194	0,346	-0,010	-1,313	1,659	2,751
	195	-2,388	-0,010	-0,681	-1,707	2,913
Y''t : serie estacionaria cond. elect. Pozo Salar	196	-2,388	-0,010	-0,649	-1,739	3,024
	197	0,346	-0,010	-0,797	1,143	1,306
	198	-2,388	-0,010	-0,774	-1,614	2,604
	199	-2,388	4,201	-1,313	-1,075	1,156
	200	-2,388	-1,954	-0,717	-1,671	2,794
Yp : serie generada por FT	201	0,346	-0,334	-0,801	1,147	1,315
	202	-2,388	-1,954	-1,503	-0,885	0,783
	203	-2,388	-0,010	-1,360	-1,028	1,057
	204	-2,388	-0,334	-0,856	-1,532	2,348
	205	-2,388	0,314	-0,897	-1,491	2,224
	206	-2,388	-0,010	-1,558	-0,830	0,689
	207	-2,388	-0,010	-1,545	-0,843	0,711
	208	-2,388	-0,010	-1,555	-0,833	0,695
	209	0,346	-0,010	-1,555	1,900	3,611
	210	-5,122	-0,010	-1,438	-3,683	13,566
	211	-2,388	-0,010	-1,429	-0,959	0,919
	212	0,346	-0,010	-1,039	1,385	1,917
	213	-2,388	-0,334	-1,532	-0,856	0,733
	214	-2,388	0,314	-1,983	-0,405	0,164
	215	0,346	-0,334	-0,801	1,146	1,314
	216	0,346	0,314	-0,771	1,116	1,246
	217	-2,388	-0,334	-1,200	-1,188	1,410
	218	0,346	-0,010	-0,552	0,898	0,806
	219	-2,388	0,314	-0,027	-2,361	5,575
	220	0,346	-0,010	-0,643	0,988	0,977
	221	0,346	-0,010	-0,671	1,017	1,034
	222	-2,388	-0,010	-0,533	-1,855	3,442
	223	0,346	-0,010	-0,556	0,901	0,813
	224	0,346	-0,334	-0,017	0,363	0,132
	225	0,346	0,314	-0,539	0,885	0,783
	226	-2,388	-0,010	-0,443	-1,945	3,782
	227	0,346	-0,334	0,118	0,228	0,052
	228	0,346	0,314	-0,023	0,369	0,136
	229	0,346	-0,010	-0,536	0,882	0,778
	230	-2,388	-0,010	-0,430	-1,958	3,834
231	0,346	-0,010	0,108	0,237	0,056	
232	0,346	-0,010	-0,017	0,363	0,132	
233	0,346	-0,010	-0,533	0,878	0,772	
234	-2,388	-0,334	-0,440	-1,948	3,796	
235	0,346	-0,010	0,102	0,244	0,059	
236	0,346	0,314	-0,027	0,372	0,139	
237	0,346	-0,334	-0,527	0,872	0,761	
238	0,346	-0,010	-0,436	0,782	0,611	
239	0,346	0,314	0,215	0,131	0,017	
240	-2,388	-0,334	0,231	-2,619	6,857	
241	0,346	0,314	0,112	0,234	0,055	
242	0,346	-0,010	-0,021	0,366	0,134	
243	0,346	-0,334	-0,523	0,869	0,755	
244	0,346	-0,010	-0,446	0,791	0,626	
245	0,346	0,314	0,215	0,131	0,017	
246	-2,388	-0,010	0,231	-2,619	6,857	
247	0,346	0,314	0,118	0,228	0,052	
248	0,346	0,314	-0,011	0,357	0,127	
249	0,346	-0,658	-0,517	0,862	0,744	
250	0,346	-0,334	-0,442	0,788	0,621	
251	0,346	-0,010	0,199	0,147	0,022	
252	0,346	-0,010	0,215	0,131	0,017	
253	0,346	0,314	0,224	0,121	0,015	
254	0,346	-0,010	0,231	0,115	0,013	

	NºDato	Y''t	X''t	Yp	et	(et)^2
X''t : serie estacionaria cond. elect. Capur	255	0,346	-0,010	0,234	0,111	0,012
	256	0,346	-0,010	0,224	0,121	0,015
	257	0,346	-0,334	0,224	0,121	0,015
Y''t : serie estacionaria cond. elect. Pozo Salar	258	-2,388	0,314	0,218	-2,606	6,792
	259	0,346	-0,010	0,105	0,241	0,058
	260	0,346	-0,010	-0,007	0,353	0,125
	261	0,346	0,638	-0,533	0,878	0,772
	262	0,346	-0,658	-0,427	0,773	0,597
	263	0,346	-0,010	0,231	0,114	0,013
	264	0,346	-0,010	0,205	0,141	0,020
	265	0,346	-0,010	0,224	0,121	0,015
	266	0,346	-0,010	0,224	0,121	0,015
Yp : serie generada por FT	267	0,346	-0,010	0,224	0,121	0,015
	268	-2,388	-0,010	0,224	-2,612	6,825
	269	0,346	-0,010	0,108	0,237	0,056
	270	0,346	-0,010	-0,017	0,363	0,132
	271	0,346	-0,010	-0,533	0,878	0,772
	272	0,346	0,638	-0,440	0,785	0,617
	273	0,346	-0,658	0,237	0,109	0,012
	274	0,346	0,314	0,231	0,114	0,013
	275	0,346	-0,334	0,211	0,134	0,018
	276	0,346	-0,010	0,228	0,118	0,014
	277	0,346	-0,010	0,215	0,131	0,017
	278	0,346	2,257	0,224	0,121	0,015
	279	0,346	-2,278	0,268	0,078	0,006
	280	0,346	0,314	0,249	0,097	0,009
	281	0,346	-0,334	0,163	0,183	0,034
	282	0,346	-0,010	0,228	0,118	0,014
	283	0,346	-0,010	0,215	0,131	0,017
	284	0,346	-0,010	0,224	0,121	0,015
	285	0,346	0,314	0,224	0,121	0,015
	286	0,346	-0,010	0,231	0,115	0,013
	287	0,346	-0,334	0,234	0,111	0,012
	288	0,346	0,314	0,218	0,127	0,016
	289	-2,388	-0,010	0,221	-2,609	6,806
	290	0,346	-0,010	0,118	0,228	0,052
	291	0,346	-0,334	-0,017	0,363	0,132
	292	0,346	-0,010	-0,539	0,885	0,783
	293	0,346	-0,010	-0,449	0,795	0,632
	294	0,346	-0,010	0,224	0,121	0,015
	295	0,346	-0,010	0,224	0,121	0,015
	296	0,346	-0,010	0,224	0,121	0,015
	297	0,346	-0,010	0,224	0,121	0,015
	298	0,346	2,257	0,224	0,121	0,015
299	0,346	-2,278	0,268	0,078	0,006	
300	0,346	0,638	0,249	0,097	0,009	
301	0,346	-0,658	0,169	0,177	0,031	
302	0,346	-0,010	0,231	0,114	0,013	
303	0,346	-0,010	0,205	0,141	0,020	
304	0,346	0,314	0,224	0,121	0,015	
305	0,346	0,638	0,231	0,115	0,013	
306	0,346	-0,658	0,247	0,099	0,010	
307	0,346	-0,010	0,231	0,114	0,013	
308	0,346	-0,010	0,205	0,141	0,020	
309	0,346	-0,010	0,224	0,121	0,015	
310	0,346	-0,334	0,224	0,121	0,015	
311	0,346	-0,010	0,218	0,127	0,016	
312	0,346	0,638	0,215	0,131	0,017	
313	0,346	-0,658	0,237	0,109	0,012	
314	-2,388	-0,010	0,231	-2,619	6,861	
315	0,346	-0,010	0,089	0,257	0,066	
316	0,346	0,962	-0,017	0,363	0,132	
317	0,346	-0,982	-0,514	0,860	0,739	
318	0,346	-0,010	-0,429	0,775	0,600	

	NºDato	Y''t	X''t	Yp	et	(et)^2
X''t : serie estacionaria cond. elect. Capur	319	0,346	0,314	0,195	0,150	0,023
	320	0,346	-0,010	0,231	0,115	0,013
	321	0,346	-0,334	0,234	0,111	0,012
	322	0,346	-0,010	0,218	0,127	0,016
	323	0,346	-0,010	0,215	0,131	0,017
Y''t : serie estacionaria cond. elect. Pozo Salar	324	0,346	-0,010	0,224	0,121	0,015
	325	0,346	-0,010	0,224	0,121	0,015
	326	0,346	-0,010	0,224	0,121	0,015
	327	0,346	-0,010	0,224	0,121	0,015
	328	0,346	-0,010	0,224	0,121	0,015
Yp : serie generada por FT	329	0,346	0,314	0,224	0,121	0,015
	330	0,346	-0,334	0,231	0,115	0,013
	331	0,346	0,314	0,228	0,118	0,014
	332	0,346	0,962	0,221	0,125	0,016
	333	0,346	-0,658	0,253	0,093	0,009
	334	0,346	-0,334	0,241	0,104	0,011
	335	0,346	6,793	0,199	0,147	0,022
	336	0,346	-6,489	0,345	0,000	0,000
	337	0,346	2,257	0,305	0,041	0,002
	338	0,346	-2,926	0,073	0,272	0,074
	339	0,346	-0,010	0,237	0,109	0,012
	340	0,346	0,962	0,137	0,209	0,044
	341	0,346	-0,010	0,243	0,103	0,011
	342	0,346	0,314	0,254	0,092	0,008
	343	0,346	-0,334	0,231	0,115	0,013
	344	0,346	-0,010	0,228	0,118	0,014
	345	0,346	1,286	0,215	0,131	0,017
	346	0,346	-1,306	0,249	0,096	0,009
	347	0,346	-0,334	0,239	0,107	0,011
	348	0,346	-0,010	0,179	0,166	0,028

Tabla N° C.6: Calibración Función de Transferencia Salida Tuyajto – Pozo Salar

FT(4,1,0)		NºDato	Y''t	X''t	Yp	et	(et)^2
u(Yt)	0,000	1	0,346	-2,048			
Var(Yt)	1,000	2	0,346	4,450			
d1	0,042	3	0,346	2,284			
d2	0,087	4	0,346	-4,214			
d3	0,277	5	0,346	-8,546	0,405	-0,060	0,004
d4	0,243	6	0,346	-6,380	0,511	-0,165	0,027
w0	-0,007	7	0,346	-4,214	0,434	-0,089	0,008
w1	-0,028	8	0,346	-4,214	0,373	-0,028	0,001
		9	0,346	-2,048	0,358	-0,012	0,000
VAR(et)	0,802	10	0,346	0,118	0,281	0,065	0,004
u(et)	-0,002	11	0,346	0,118	0,220	0,126	0,016
SUMA(et^2)	275,197	12	0,346	0,118	0,220	0,126	0,016
NºDatos	344	13	0,346	0,118	0,220	0,126	0,016
r+s	5	14	-2,388	0,118	0,220	-2,608	6,801
AIC	-70,763	15	0,346	0,118	0,106	0,239	0,057
Explicacion	0,198	16	0,346	0,118	-0,018	0,363	0,132
Ganancia	-0,101	17	0,346	0,118	-0,536	0,882	0,778
		18	0,346	0,118	-0,445	0,791	0,626
X''t :	serie	19	0,346	2,284	0,204	0,142	0,020
	estacionaria	20	0,346	0,118	0,159	0,186	0,035
	cond. elect.	21	0,346	0,118	0,220	0,126	0,016
	Sal. Tuyajto	22	0,346	0,135	0,220	0,126	0,016
		23	0,346	2,284	0,204	0,142	0,020
Y''t :	serie	24	0,346	0,118	0,159	0,186	0,035
	estacionaria	25	0,346	2,284	0,204	0,142	0,020
	cond. elect.	26	0,346	2,284	0,143	0,202	0,041
	Pozo Salar	27	0,346	0,118	0,159	0,186	0,035
		28	0,346	-2,048	0,236	0,110	0,012
Yp :	serie	29	0,346	0,118	0,281	0,065	0,004
	generada	30	0,346	-2,048	0,236	0,110	0,012
	por FT	31	0,346	0,118	0,281	0,065	0,004
		32	0,346	0,118	0,220	0,126	0,016
		33	0,346	0,118	0,220	0,126	0,016
		34	0,346	-2,048	0,236	0,110	0,012
		35	0,346	-2,048	0,297	0,049	0,002
		36	0,346	0,118	0,281	0,065	0,004
		37	0,346	0,118	0,220	0,126	0,016
		38	0,346	-2,048	0,236	0,110	0,012
		39	0,346	0,118	0,281	0,065	0,004
		40	0,346	0,118	0,220	0,126	0,016
		41	0,346	0,118	0,220	0,126	0,016
		42	0,346	0,118	0,220	0,126	0,016
		43	0,346	0,118	0,220	0,126	0,016
		44	0,346	0,118	0,220	0,126	0,016
		45	0,346	0,118	0,220	0,126	0,016
		46	0,346	0,118	0,220	0,126	0,016
		47	0,346	0,118	0,220	0,126	0,016
		48	-2,388	0,118	0,220	-2,608	6,801
		49	0,346	0,118	0,106	0,239	0,057
		50	0,346	0,118	-0,018	0,363	0,132
		51	0,346	0,118	-0,536	0,882	0,778
		52	0,346	0,118	-0,445	0,791	0,626
		53	0,346	0,118	0,220	0,126	0,016
		54	0,346	2,284	0,204	0,142	0,020
		55	0,346	0,118	0,159	0,186	0,035
		56	0,346	0,118	0,220	0,126	0,016
		57	-2,388	0,118	0,220	-2,608	6,801
		58	0,346	2,284	0,090	0,255	0,065
		59	0,346	0,118	-0,079	0,424	0,180
		60	0,346	0,118	-0,536	0,882	0,778
		61	0,346	2,284	-0,461	0,807	0,651
		62	0,346	0,118	0,159	0,186	0,035

X''t : serie
estacionaria
cond. elect.
Sal. Tuyajto

Y''t : serie
estacionaria
cond. elect.
Pozo Salar

Yp : serie
generada
por FT

NºDato	Y''t	X''t
191	-2,388	0,118
192	0,346	0,118
193	-2,388	0,118
194	0,346	0,118
195	-2,388	0,118
196	-2,388	0,118
197	0,346	0,118
198	-2,388	0,118
199	-2,388	0,118
200	-2,388	0,118
201	0,346	0,118
202	-2,388	0,118
203	-2,388	0,118
204	-2,388	0,118
205	-2,388	0,118
206	-2,388	0,118
207	-2,388	0,118
208	-2,388	0,118
209	0,346	0,118
210	-5,122	0,118
211	-2,388	0,118
212	0,346	0,118
213	-2,388	0,118
214	-2,388	0,118
215	0,346	0,118
216	0,346	0,118
217	-2,388	0,118
218	0,346	0,118
219	-2,388	0,118
220	0,346	0,118
221	0,346	0,118
222	-2,388	0,118
223	0,346	0,118
224	0,346	0,118
225	0,346	0,118
226	-2,388	0,118
227	0,346	0,118
228	0,346	0,118
229	0,346	0,118
230	-2,388	0,118
231	0,346	0,118
232	0,346	0,118
233	0,346	0,118
234	-2,388	0,118
235	0,346	0,118
236	0,346	0,118
237	0,346	0,118
238	0,346	0,118
239	0,346	0,118
240	-2,388	0,118
241	0,346	0,118
242	0,346	0,118
243	0,346	0,118
244	0,346	0,118
245	0,346	0,118
246	-2,388	0,118
247	0,346	0,118
248	0,346	0,118
249	0,346	0,118
250	0,346	0,118
251	0,346	0,118
252	0,346	0,118
253	0,346	0,118
254	0,346	0,118

Yp	et	(et)^2
-0,559	-1,829	3,345
-0,131	0,477	0,228
-0,774	-1,614	2,605
-1,315	1,661	2,759
-0,683	-1,705	2,906
-0,650	-1,738	3,021
-0,797	1,142	1,305
-0,774	-1,614	2,605
-1,315	-1,073	1,151
-0,797	-1,591	2,532
-0,888	1,233	1,521
-1,440	-0,948	0,900
-1,315	-1,073	1,151
-0,797	-1,591	2,532
-0,888	-1,500	2,251
-1,553	-0,835	0,697
-1,553	-0,835	0,697
-1,553	-0,835	0,697
-1,553	1,899	3,605
-1,440	-3,682	13,557
-1,429	-0,959	0,920
-1,035	1,380	1,905
-1,530	-0,858	0,735
-1,981	-0,407	0,166
-0,797	1,142	1,305
-0,774	1,120	1,254
-1,202	-1,186	1,407
-0,559	0,905	0,818
-0,018	-2,370	5,618
-0,650	0,995	0,991
-0,683	1,029	1,059
-0,536	-1,852	3,429
-0,559	0,905	0,818
-0,018	0,363	0,132
-0,536	0,882	0,778
-0,445	-1,943	3,774
0,106	0,239	0,057
-0,018	0,363	0,132
-0,536	0,882	0,778
-0,445	-1,943	3,774
0,106	0,239	0,057
-0,018	0,363	0,132
-0,536	0,882	0,778
-0,445	-1,943	3,774
0,106	0,239	0,057
-0,018	0,363	0,132
-0,536	0,882	0,778
-0,445	0,791	0,626
0,220	0,126	0,016
0,220	-2,608	6,801
0,106	0,239	0,057
-0,018	0,363	0,132
-0,536	0,882	0,778
-0,445	0,791	0,626
0,220	0,126	0,016
0,220	-2,608	6,801
0,106	0,239	0,057
-0,018	0,363	0,132
-0,536	0,882	0,778
-0,445	0,791	0,626
0,220	0,126	0,016
0,220	0,126	0,016
0,220	0,126	0,016
0,220	0,126	0,016

	NºDato	Y''t	X''t	Yp	et	(et)^2
X''t : serie estacionaria cond. elect. Sal. Tuyajto	319	0,346	0,118	0,220	0,126	0,016
	320	0,346	2,284	0,204	0,142	0,020
	321	0,346	0,118	0,159	0,186	0,035
	322	0,346	0,118	0,220	0,126	0,016
	323	0,346	0,118	0,220	0,126	0,016
Y''t : serie estacionaria cond. elect. Pozo Salar	324	0,346	0,118	0,220	0,126	0,016
	325	0,346	0,118	0,220	0,126	0,016
	326	0,346	2,284	0,204	0,142	0,020
	327	0,346	0,118	0,159	0,186	0,035
	328	0,346	0,118	0,220	0,126	0,016
Yp : serie generada por FT	329	0,346	0,118	0,220	0,126	0,016
	330	0,346	0,118	0,220	0,126	0,016
	331	0,346	0,118	0,220	0,126	0,016
	332	0,346	0,118	0,220	0,126	0,016
	333	0,346	0,118	0,220	0,126	0,016
	334	0,346	0,118	0,220	0,126	0,016
	335	0,346	0,118	0,220	0,126	0,016
	336	0,346	0,118	0,220	0,126	0,016
	337	0,346	0,118	0,220	0,126	0,016
	338	0,346	0,118	0,220	0,126	0,016
	339	0,346	0,118	0,220	0,126	0,016
	340	0,346	0,118	0,220	0,126	0,016
	341	0,346	0,118	0,220	0,126	0,016
	342	0,346	0,118	0,220	0,126	0,016
	343	0,346	0,118	0,220	0,126	0,016
	344	0,346	0,118	0,220	0,126	0,016
	345	0,346	0,118	0,220	0,126	0,016
	346	0,346	0,118	0,220	0,126	0,016
	347	0,346	0,118	0,220	0,126	0,016
	348	0,346	0,118	0,220	0,126	0,016

Tabla N° C.7: Calibración Función de Transferencia caudal canal Cuno – Cond. Pozo Salar

FT(3,4,0)		NºDato	Y''t	X''t	Yp	et	(et)^2
u(Yt)	0,000	1	0,346	-0,653			
Var(Yt)	1,000	2	0,346	-1,055			
d1	0,085	3	0,346	-0,012			
d2	0,101	4	0,346	-0,012			
d3	0,264	5	0,346	-0,310	0,261	0,084	0,007
w0	-0,147	6	0,346	1,938	-0,038	0,384	0,147
w1	-0,020	7	0,346	-1,530	0,333	0,012	0,000
w2	0,032	8	0,346	1,444	0,039	0,307	0,094
w3	-0,007	9	0,346	-0,310	0,134	0,211	0,045
w4	-0,081	10	0,346	-1,530	0,287	0,059	0,003
VAR(et)	0,825	11	0,346	0,478	0,218	0,127	0,016
u(et)	0,000	12	0,346	-0,012	-0,016	0,361	0,131
SUMA(et^2)	282,915	13	0,346	-1,055	0,362	-0,017	0,000
NºDatos	344	14	-2,388	-0,653	0,392	-2,780	7,727
r+s	7	15	0,346	1,938	-0,421	0,767	0,588
AIC	-59,248	16	0,346	1,763	-0,429	0,774	0,599
Explicacion	0,175	17	0,346	0,683	-0,548	0,894	0,799
Ganancia	-0,404	18	0,346	0,248	0,201	0,145	0,021
		19	0,346	-2,103	0,311	0,034	0,001
		20	0,346	1,032	-0,095	0,440	0,194
		21	0,346	0,248	-0,026	0,371	0,138
		22	0,346	-2,103	0,488	-0,142	0,020
		23	0,346	-1,055	0,522	-0,176	0,031
		24	0,346	-0,310	0,069	0,277	0,077
		25	0,346	-0,012	0,125	0,221	0,049
		26	0,346	-0,310	0,369	-0,024	0,001
		27	0,346	0,248	0,212	0,133	0,018
		28	0,346	-0,310	0,211	0,134	0,018
		29	0,346	-1,055	0,328	0,018	0,000
		30	0,346	-0,012	0,191	0,155	0,024
		31	0,346	-1,055	0,259	0,087	0,008
		32	0,346	-1,055	0,363	-0,018	0,000
		33	0,346	-2,103	0,536	-0,191	0,036
		34	0,346	-1,530	0,396	-0,050	0,003
		35	0,346	-0,012	0,213	0,133	0,018
		36	0,346	0,478	0,137	0,208	0,043
		37	0,346	0,478	0,257	0,089	0,008
		38	0,346	-0,653	0,381	-0,036	0,001
		39	0,346	-1,055	0,336	0,010	0,000
		40	0,346	1,444	-0,099	0,445	0,198
		41	0,346	-1,530	0,284	0,062	0,004
		42	0,346	-0,310	0,338	0,008	0,000
		43	0,346	-1,530	0,412	-0,066	0,004
		44	0,346	-0,653	0,166	0,180	0,032
		45	0,346	-0,653	0,341	0,004	0,000
		46	0,346	-0,012	0,185	0,160	0,026
		47	0,346	-1,530	0,488	-0,142	0,020
		48	-2,388	-1,530	0,467	-2,855	8,152
		49	0,346	-0,012	-0,042	0,387	0,150
		50	0,346	-0,653	-0,060	0,406	0,165
		51	0,346	-0,310	-0,373	0,718	0,516
		52	0,346	-0,310	0,310	0,036	0,001
		53	0,346	-0,310	0,203	0,143	0,020
		54	0,346	-0,310	0,252	0,093	0,009
		55	0,346	-0,310	0,224	0,121	0,015
		56	0,346	-0,653	0,275	0,071	0,005
		57	-2,388	0,683	0,085	-2,473	6,117
		58	0,346	0,867	-0,211	0,557	0,310
		59	0,346	-0,310	-0,039	0,385	0,148
		60	0,346	-2,103	-0,175	0,521	0,271
		61	0,346	-0,653	0,221	0,125	0,016
		62	0,346	1,182	-0,141	0,486	0,236

X''t :	serie estandarizada caudal Canal Cuno
Y''t :	serie estacionaria cond. elect. Pozo Salar
Yp :	serie generada por FT

X''t : serie estandarizada caudal **Canal Cuno**
Y''t : serie estacionaria cond. elect. **Pozo Salar**
Yp : serie generada por FT

NºDato	Y''t	X''t
63	0,346	0,478
64	0,346	-0,310
65	0,346	-0,653
66	0,346	-0,012
67	0,346	0,478
68	0,346	1,319
69	0,346	0,478
70	0,346	-1,530
71	0,346	1,032
72	0,346	-0,653
73	-5,122	2,161
74	-5,122	-0,310
75	0,346	0,478
76	0,346	-0,012
77	-2,388	1,182
78	0,346	-1,055
79	0,346	-1,530
80	0,346	0,683
81	0,346	-0,653
82	0,346	-0,310
83	0,346	-1,530
84	0,346	0,478
85	0,346	0,248
86	0,346	0,683
87	0,346	-0,310
88	0,346	-0,653
89	0,346	-0,012
90	0,346	-0,653
91	0,346	-0,012
92	0,346	-1,055
93	0,346	-0,310
94	0,346	-0,310
95	0,346	-1,055
96	0,346	0,248
97	0,346	0,683
98	0,346	-0,310
99	0,346	0,683
100	0,346	0,683
101	0,346	1,032
102	0,346	0,683
103	0,346	-1,055
104	0,346	-1,055
105	0,346	0,248
106	-2,388	-1,055
107	3,079	-2,103
108	-2,388	0,683
109	0,346	0,478
110	0,346	-1,055
111	0,346	0,867
112	0,346	-1,055
113	0,346	0,248
114	0,346	-0,653
115	0,346	1,182
116	0,346	0,683
117	0,346	1,559
118	0,346	0,478
119	0,346	-0,653
120	0,346	0,248
121	0,346	-1,530
122	0,346	-0,653
123	0,346	0,478
124	0,346	1,444
125	0,346	-1,055
126	0,346	-1,055

Yp	et	(et)^2
0,082	0,264	0,070
0,405	-0,059	0,003
0,317	0,029	0,001
0,061	0,285	0,081
0,028	0,318	0,101
-0,018	0,364	0,132
0,128	0,218	0,047
0,410	-0,065	0,004
0,001	0,345	0,119
0,072	0,274	0,075
-0,143	-4,978	24,782
-0,211	-4,910	24,111
-0,934	1,280	1,637
-1,818	2,164	4,682
-1,618	-0,770	0,593
0,076	0,270	0,073
0,125	0,221	0,049
-0,678	1,023	1,047
0,101	0,245	0,060
0,332	0,013	0,000
0,484	-0,138	0,019
0,055	0,291	0,085
0,116	0,230	0,053
0,102	0,244	0,059
0,316	0,030	0,001
0,239	0,107	0,011
0,135	0,211	0,044
0,178	0,168	0,028
0,199	0,146	0,021
0,342	0,003	0,000
0,227	0,119	0,014
0,226	0,120	0,014
0,315	0,031	0,001
0,217	0,128	0,016
0,044	0,302	0,091
0,228	0,117	0,014
0,167	0,179	0,032
0,007	0,339	0,115
-0,041	0,386	0,149
0,077	0,269	0,072
0,270	0,076	0,006
0,290	0,056	0,003
0,017	0,328	0,108
0,224	-2,612	6,823
0,353	2,726	7,431
0,103	-2,491	6,207
-0,687	1,032	1,065
0,870	-0,524	0,275
-0,492	0,838	0,701
0,201	0,145	0,021
0,136	0,209	0,044
0,292	0,054	0,003
-0,060	0,405	0,164
0,095	0,251	0,063
-0,064	0,410	0,168
0,121	0,225	0,051
0,191	0,154	0,024
0,080	0,265	0,070
0,225	0,121	0,015
0,255	0,090	0,008
0,100	0,246	0,060
-0,096	0,441	0,195
0,426	-0,080	0,006
0,426	-0,081	0,007

X''t : serie estandarizada caudal **Canal Cuno**

Y''t : serie estacionaria cond. elect. **Pozo Salar**

Yp : serie generada por FT

NºDato	Y''t	X''t
127	0,346	1,444
128	0,346	-1,530
129	0,346	0,478
130	0,346	1,032
131	0,346	-0,012
132	0,346	-0,310
133	0,346	0,478
134	0,346	1,032
135	0,346	-0,653
136	0,346	1,559
137	0,346	-1,055
138	0,346	0,478
139	0,346	1,032
140	0,346	-0,653
141	0,346	-0,012
142	0,346	-1,055
143	0,346	-0,012
144	0,346	1,032
145	0,346	-1,055
146	0,346	-1,055
147	0,346	0,683
148	0,346	-2,103
149	0,346	-1,055
150	0,346	-0,310
151	0,346	0,867
152	0,346	1,854
153	0,346	1,938
154	0,346	-1,530
155	0,346	0,867
156	0,346	0,248
157	0,346	0,683
158	0,346	1,319
159	0,346	0,478
160	0,346	1,559
161	0,346	-0,012
162	0,346	0,248
163	0,346	-1,055
164	0,346	-1,530
165	0,346	1,032
166	0,346	1,319
167	0,346	0,478
168	0,346	-2,103
169	0,346	-0,012
170	-2,388	-0,012
171	0,346	0,248
172	0,346	-0,012
173	0,346	0,683
174	0,346	1,938
175	0,346	-0,012
176	0,346	0,478
177	0,346	1,032
178	0,346	1,032
179	0,346	-1,055
180	0,346	-1,530
181	0,346	-0,310
182	0,346	-0,012
183	0,346	0,478
184	-2,388	0,248
185	0,346	-1,055
186	0,346	-0,310
187	-2,388	1,032
188	0,346	0,248
189	0,346	-1,530
190	-2,388	0,478

Yp	et	(et)^2
-0,119	0,465	0,216
0,209	0,137	0,019
0,255	0,091	0,008
0,020	0,325	0,106
0,047	0,299	0,089
0,355	-0,009	0,000
0,044	0,301	0,091
-0,099	0,444	0,198
0,250	0,096	0,009
-0,006	0,352	0,124
0,212	0,133	0,018
0,077	0,269	0,072
0,002	0,344	0,118
0,128	0,218	0,047
0,285	0,061	0,004
0,243	0,102	0,010
0,099	0,247	0,061
0,023	0,322	0,104
0,298	0,047	0,002
0,449	-0,104	0,011
0,035	0,310	0,096
0,341	0,004	0,000
0,466	-0,121	0,015
0,234	0,111	0,012
-0,039	0,385	0,148
0,035	0,311	0,097
-0,050	0,396	0,156
0,420	-0,075	0,006
0,036	0,309	0,096
-0,111	0,457	0,209
-0,068	0,413	0,171
0,074	0,272	0,074
0,009	0,336	0,113
-0,066	0,411	0,169
0,077	0,269	0,072
0,059	0,287	0,082
0,255	0,091	0,008
0,282	0,063	0,004
-0,001	0,347	0,120
-0,120	0,465	0,217
0,189	0,156	0,024
0,613	-0,268	0,072
0,120	0,225	0,051
-0,020	-2,368	5,606
-0,137	0,483	0,233
0,047	0,299	0,089
-0,657	1,002	1,005
-0,144	0,489	0,239
0,121	0,224	0,050
0,143	0,202	0,041
-0,075	0,421	0,177
-0,158	0,503	0,253
0,321	0,025	0,001
0,387	-0,042	0,002
0,106	0,240	0,058
0,038	0,307	0,094
0,172	0,173	0,030
0,235	-2,623	6,882
0,113	0,232	0,054
-0,048	0,394	0,155
-0,786	-1,602	2,567
-0,156	0,502	0,252
0,221	0,125	0,016
-0,581	-1,807	3,266

X''t : serie estandarizada caudal **Canal Cuno**

Y''t : serie estacionaria cond. elect. **Pozo Salar**

Yp : serie generada por FT

NºDato	Y''t	X''t
191	-2,388	-0,653
192	0,346	-0,310
193	-2,388	-0,310
194	0,346	-0,310
195	-2,388	0,683
196	-2,388	0,478
197	0,346	1,182
198	-2,388	1,559
199	-2,388	1,444
200	-2,388	1,559
201	0,346	1,665
202	-2,388	1,938
203	-2,388	1,559
204	-2,388	-0,310
205	-2,388	-0,310
206	-2,388	0,683
207	-2,388	1,559
208	-2,388	2,091
209	0,346	2,400
210	-5,122	2,548
211	-2,388	2,634
212	0,346	2,675
213	-2,388	2,713
214	-2,388	2,785
215	0,346	2,345
216	0,346	-0,653
217	-2,388	-0,653
218	0,346	-0,310
219	-2,388	-0,012
220	0,346	-0,012
221	0,346	0,478
222	-2,388	1,032
223	0,346	-0,310
224	0,346	-0,310
225	0,346	1,854
226	-2,388	2,091
227	0,346	2,161
228	0,346	-0,310
229	0,346	-0,310
230	-2,388	-0,012
231	0,346	-0,653
232	0,346	-0,310
233	0,346	-1,055
234	-2,388	-0,310
235	0,346	-0,310
236	0,346	-0,310
237	0,346	-0,653
238	0,346	0,248
239	0,346	0,248
240	-2,388	-0,310
241	0,346	-0,310
242	0,346	-0,310
243	0,346	-0,310
244	0,346	-0,653
245	0,346	-0,310
246	-2,388	0,248
247	0,346	0,683
248	0,346	0,867
249	0,346	0,867
250	0,346	0,248
251	0,346	0,248
252	0,346	-0,310
253	0,346	-0,653
254	0,346	-0,310

Yp	et	(et)^2
-0,125	-2,263	5,120
-0,288	0,633	0,401
-0,690	-1,698	2,883
-0,791	1,136	1,291
-0,169	-2,219	4,925
-0,865	-1,523	2,321
-0,486	0,832	0,692
-1,058	-1,330	1,770
-1,062	-1,326	1,759
-0,607	-1,781	3,172
-1,409	1,755	3,080
-1,245	-1,143	1,306
-1,140	-1,248	1,557
-0,414	-1,974	3,898
-1,121	-1,267	1,604
-1,346	-1,042	1,085
-1,450	-0,938	0,880
-1,362	-1,026	1,053
-1,397	1,742	3,036
-1,262	-3,860	14,898
-1,532	-0,856	0,732
-1,177	1,523	2,319
-2,141	-0,246	0,061
-1,400	-0,988	0,976
-0,897	1,243	1,544
-0,938	1,284	1,648
-0,622	-1,766	3,118
-0,283	0,628	0,395
-0,318	-2,070	4,285
-0,749	1,094	1,198
-0,135	0,481	0,231
-0,702	-1,686	2,843
-0,035	0,381	0,145
-0,038	0,383	0,147
-0,888	1,234	1,522
-0,279	-2,109	4,448
-0,348	0,694	0,482
-0,038	0,384	0,147
-0,611	0,956	0,914
-0,032	-2,356	5,551
-0,164	0,509	0,259
-0,035	0,380	0,145
-0,401	0,746	0,557
0,217	-2,605	6,788
-0,004	0,350	0,122
-0,045	0,391	0,153
-0,386	0,732	0,536
0,149	0,196	0,039
0,121	0,225	0,051
0,234	-2,622	6,874
0,033	0,312	0,098
-0,100	0,446	0,199
-0,542	0,888	0,788
0,275	0,071	0,005
0,231	0,115	0,013
0,131	-2,519	6,347
-0,162	0,508	0,258
-0,197	0,543	0,295
-0,665	1,010	1,021
0,105	0,241	0,058
0,080	0,265	0,070
0,127	0,218	0,048
0,193	0,152	0,023
0,182	0,164	0,027

X''t : serie estandarizada caudal **Canal Cuno**

Y''t : serie estacionaria cond. elect. **Pozo Salar**

Yp : serie generada por FT

NºDato	Y''t	X''t
255	0,346	-0,653
256	0,346	0,248
257	0,346	-0,310
258	-2,388	-0,012
259	0,346	-0,012
260	0,346	-0,012
261	0,346	0,867
262	0,346	1,032
263	0,346	-0,012
264	0,346	-0,653
265	0,346	-0,653
266	0,346	-0,012
267	0,346	0,248
268	-2,388	0,478
269	0,346	0,683
270	0,346	0,248
271	0,346	0,248
272	0,346	0,248
273	0,346	0,478
274	0,346	0,867
275	0,346	-0,653
276	0,346	-0,012
277	0,346	-0,012
278	0,346	-0,012
279	0,346	-0,012
280	0,346	-0,012
281	0,346	0,248
282	0,346	0,683
283	0,346	0,683
284	0,346	0,683
285	0,346	0,683
286	0,346	0,867
287	0,346	0,478
288	0,346	-0,310
289	-2,388	-0,310
290	0,346	-0,012
291	0,346	-0,012
292	0,346	-0,012
293	0,346	-0,310
294	0,346	-0,012
295	0,346	-0,012
296	0,346	-0,012
297	0,346	-0,012
298	0,346	0,248
299	0,346	0,478
300	0,346	-0,012
301	0,346	-0,012
302	0,346	-0,012
303	0,346	-0,012
304	0,346	0,867
305	0,346	-0,310
306	0,346	-0,012
307	0,346	-0,012
308	0,346	-0,012
309	0,346	0,248
310	0,346	0,248
311	0,346	-2,103
312	0,346	0,867
313	0,346	-0,310
314	-2,388	-0,310
315	0,346	-0,310
316	0,346	-2,809
317	0,346	-0,012
318	0,346	0,248

Yp	et	(et)^2
0,219	0,127	0,016
0,152	0,194	0,038
0,230	0,115	0,013
0,201	-2,589	6,703
-0,034	0,380	0,144
-0,136	0,482	0,232
-0,668	1,014	1,028
-0,012	0,358	0,128
0,166	0,180	0,032
0,279	0,066	0,004
0,186	0,160	0,026
0,066	0,280	0,078
0,104	0,242	0,058
0,138	-2,526	6,379
-0,126	0,472	0,222
-0,155	0,501	0,251
-0,609	0,955	0,911
0,078	0,267	0,071
0,031	0,314	0,099
0,005	0,341	0,116
0,228	0,118	0,014
0,174	0,172	0,029
0,091	0,254	0,065
0,092	0,254	0,064
0,210	0,136	0,018
0,158	0,188	0,035
0,120	0,226	0,051
0,051	0,295	0,087
0,051	0,295	0,087
0,063	0,283	0,080
0,039	0,307	0,094
-0,024	0,369	0,136
0,030	0,316	0,100
0,159	0,187	0,035
0,161	-2,549	6,495
-0,153	0,499	0,249
-0,164	0,510	0,260
-0,537	0,882	0,779
0,226	0,120	0,014
0,164	0,182	0,033
0,149	0,197	0,039
0,160	0,185	0,034
0,182	0,163	0,027
0,120	0,226	0,051
0,081	0,265	0,070
0,157	0,189	0,036
0,172	0,174	0,030
0,133	0,212	0,045
0,118	0,227	0,052
0,029	0,317	0,100
0,185	0,161	0,026
0,192	0,154	0,024
0,142	0,204	0,041
0,089	0,256	0,066
0,144	0,202	0,041
0,115	0,231	0,053
0,468	-0,123	0,015
0,076	0,269	0,073
0,095	0,251	0,063
0,230	-2,618	6,854
0,128	0,217	0,047
0,221	0,125	0,016
-0,492	0,837	0,701
0,056	0,289	0,084

	NºDato	Y''t	X''t	Yp	et	(et)^2
X''t : serie estandarizada caudal Canal Cuno	319	0,346	0,478	0,126	0,220	0,048
	320	0,346	0,867	0,254	0,091	0,008
	321	0,346	0,867	0,026	0,320	0,102
	322	0,346	0,867	0,015	0,330	0,109
	323	0,346	0,478	0,051	0,295	0,087
Y''t : serie estacionaria cond. elect. Pozo Salar	324	0,346	-0,653	0,193	0,152	0,023
	325	0,346	-0,653	0,203	0,143	0,020
	326	0,346	-0,653	0,169	0,176	0,031
	327	0,346	-0,310	0,159	0,187	0,035
	328	0,346	-0,310	0,244	0,102	0,010
Yp : serie generada por FT	329	0,346	-0,310	0,255	0,091	0,008
	330	0,346	-0,310	0,252	0,093	0,009
	331	0,346	-0,310	0,224	0,121	0,015
	332	0,346	-0,310	0,224	0,121	0,015
	333	0,346	-0,310	0,224	0,121	0,015
	334	0,346	-0,310	0,224	0,121	0,015
	335	0,346	-0,310	0,224	0,121	0,015
	336	0,346	-0,310	0,224	0,121	0,015
	337	0,346	-0,310	0,224	0,121	0,015
	338	0,346	-0,310	0,224	0,121	0,015
	339	0,346	-0,310	0,224	0,121	0,015
	340	0,346	-0,653	0,275	0,071	0,005
	341	0,346	-1,055	0,340	0,005	0,000
	342	0,346	-2,809	0,595	-0,249	0,062
	343	0,346	-2,103	0,515	-0,169	0,029
	344	0,346	-2,809	0,579	-0,234	0,055
	345	0,346	-1,530	0,474	-0,128	0,016
	346	0,346	-3,700	0,881	-0,536	0,287
	347	0,346	-1,530	0,594	-0,249	0,062
	348	0,346	-0,653	0,401	-0,056	0,003

Tabla N° C.8: Calibración Función de Transferencia precipitación Peine - Cond. Pozo Salar

FT(3,2,1)		NºDato	Y''t	X''t	Yp	et	(et)^2
u(Yt)	0,000	1	0,346	-0,412			
Var(Yt)	1,000	2	0,346	-0,412			
d1	0,115	3	0,346	-0,412			
d2	0,114	4	0,346	-0,412	0,141	0,204	0,042
d3	0,308	5	0,346	0,806	0,141	0,204	0,042
w0	0,033	6	0,346	-0,180	0,182	0,164	0,027
w1	0,004	7	0,346	-0,412	0,154	0,192	0,037
w2	0,071	8	0,346	-0,412	0,229	0,117	0,014
		9	0,346	0,400	0,158	0,188	0,035
VAR(et)	0,845	10	0,346	-0,180	0,168	0,177	0,031
u(et)	-0,002	11	0,346	-0,412	0,152	0,193	0,037
SUMA(et^2)	290,593	12	0,346	-0,412	0,200	0,146	0,021
NºDatos	345	13	0,346	-0,122	0,158	0,188	0,035
r+s	5	14	-2,388	-0,412	0,151	-2,539	6,446
AIC	-34,35	15	0,346	-0,412	-0,172	0,518	0,268
Explicacion	0,093	16	0,346	-0,412	-0,151	0,496	0,246
Ganancia	0,133	17	0,346	2,373	-0,701	1,046	1,095
		18	0,346	0,806	0,233	0,112	0,013
		19	0,346	1,096	0,192	0,153	0,023
		20	0,346	-0,296	0,393	-0,047	0,002
		21	0,346	-0,412	0,237	0,108	0,012
		22	0,346	-0,412	0,249	0,097	0,009
		23	0,346	-0,412	0,150	0,196	0,038
		24	0,346	-0,412	0,141	0,204	0,042
		25	0,346	-0,412	0,141	0,204	0,042
		26	0,346	-0,412	0,141	0,204	0,042
		27	0,346	-0,412	0,141	0,204	0,042
		28	0,346	-0,412	0,141	0,204	0,042
		29	0,346	-0,412	0,141	0,204	0,042
		30	0,346	-0,412	0,141	0,204	0,042
		31	0,346	1,212	0,141	0,204	0,042
		32	0,346	1,096	0,195	0,151	0,023
		33	0,346	-0,412	0,197	0,148	0,022
		34	0,346	0,168	0,262	0,083	0,007
		35	0,346	-0,412	0,267	0,078	0,006
		36	0,346	-0,354	0,144	0,202	0,041
		37	0,346	-0,412	0,184	0,161	0,026
		38	0,346	-0,412	0,142	0,204	0,042
		39	0,346	-0,412	0,146	0,200	0,040
		40	0,346	-0,412	0,141	0,204	0,042
		41	0,346	-0,412	0,141	0,204	0,042
		42	0,346	-0,412	0,141	0,204	0,042
		43	0,346	-0,412	0,141	0,204	0,042
		44	0,346	-0,412	0,141	0,204	0,042
		45	0,346	0,226	0,141	0,204	0,042
		46	0,346	0,168	0,162	0,183	0,034
		47	0,346	-0,412	0,163	0,183	0,033
		48	-2,388	4,114	0,189	-2,577	6,640
		49	0,346	-0,412	0,017	0,329	0,108
		50	0,346	-0,412	-0,153	0,499	0,249
		51	0,346	-0,412	-0,380	0,726	0,527
		52	0,346	-0,412	0,141	0,204	0,042
		53	0,346	-0,412	0,141	0,204	0,042
		54	0,346	-0,412	0,141	0,204	0,042
		55	0,346	-0,412	0,141	0,204	0,042
		56	0,346	-0,412	0,141	0,204	0,042
		57	-2,388	-0,412	0,141	-2,529	6,398
		58	0,346	-0,412	-0,174	0,519	0,270
		59	0,346	4,114	-0,171	0,517	0,267

X''t : serie estandarizada precipitación Peine

Y''t : serie estacionaria cond. elect. Pozo Salar

Yp : serie generada por FT

X''t : serie
estandarizada
precipitación
Peine

Y''t : serie
estacionaria
cond. elect.
Pozo Salar

Yp : serie
generada
por FT

NºDato	Y''t	X''t
121	0,346	0,052
122	0,346	2,373
123	0,346	0,516
124	0,346	-0,412
125	0,346	0,110
126	0,346	-0,412
127	0,346	-0,412
128	0,346	-0,412
129	0,346	4,288
130	0,346	2,373
131	0,346	3,707
132	0,346	-0,412
133	0,346	-0,296
134	0,346	-0,412
135	0,346	-0,412
136	0,346	0,806
137	0,346	-0,412
138	0,346	-0,412
139	0,346	-0,412
140	0,346	-0,064
141	0,346	-0,412
142	0,346	-0,412
143	0,346	5,390
144	0,346	3,707
145	0,346	-0,412
146	0,346	1,340
147	0,346	0,992
148	0,346	-0,412
149	0,346	-0,412
150	0,346	-0,412
151	0,346	-0,412
152	0,346	-0,412
153	0,346	-0,412
154	0,346	-0,412
155	0,346	-0,412
156	0,346	-0,412
157	0,346	2,744
158	0,346	1,340
159	0,346	0,110
160	0,346	0,284
161	0,346	-0,412
162	0,346	-0,412
163	0,346	-0,412
164	0,346	-0,180
165	0,346	-0,412
166	0,346	-0,180
167	0,346	-0,412
168	0,346	-0,412
169	0,346	-0,296
170	-2,388	-0,412
171	0,346	1,386
172	0,346	0,284
173	0,346	0,342
174	0,346	2,605
175	0,346	3,765
176	0,346	-0,412
177	0,346	-0,412
178	0,346	-0,296
179	0,346	-0,412
180	0,346	-0,412
181	0,346	-0,412

Yp	et	(et)^2
0,141	0,204	0,042
0,157	0,189	0,036
0,235	0,111	0,012
0,216	0,130	0,017
0,342	0,003	0,000
0,224	0,121	0,015
0,143	0,202	0,041
0,178	0,167	0,028
0,141	0,204	0,042
0,296	0,049	0,002
0,251	0,094	0,009
0,621	-0,275	0,076
0,355	-0,009	0,000
0,437	-0,091	0,008
0,142	0,204	0,041
0,150	0,196	0,038
0,182	0,164	0,027
0,146	0,199	0,040
0,228	0,118	0,014
0,141	0,204	0,042
0,153	0,193	0,037
0,143	0,203	0,041
0,166	0,180	0,032
0,333	0,013	0,000
0,300	0,046	0,002
0,568	-0,222	0,049
0,491	-0,145	0,021
0,195	0,151	0,023
0,271	0,075	0,006
0,241	0,105	0,011
0,141	0,204	0,042
0,141	0,204	0,042
0,141	0,204	0,042
0,141	0,204	0,042
0,141	0,204	0,042
0,141	0,204	0,042
0,141	0,204	0,042
0,245	0,100	0,010
0,211	0,134	0,018
0,389	-0,043	0,002
0,290	0,055	0,003
0,181	0,164	0,027
0,191	0,155	0,024
0,141	0,204	0,042
0,149	0,197	0,039
0,142	0,203	0,041
0,166	0,180	0,032
0,142	0,203	0,041
0,158	0,188	0,035
0,145	-2,533	6,417
-0,173	0,519	0,269
-0,104	0,449	0,202
-0,671	1,016	1,033
0,296	0,049	0,002
0,293	0,053	0,003
0,344	0,001	0,000
0,371	-0,026	0,001
0,437	-0,092	0,008
0,145	0,200	0,040
0,142	0,204	0,041
0,150	0,196	0,038

X''t : serie
estandarizada
precipitación
Peine

Y''t : serie
estacionaria
cond. elect.
Pozo Salar

Yp : serie
generada
por FT

NºDato	Y''t	X''t
182	0,346	-0,412
183	0,346	-0,412
184	-2,388	-0,412
185	0,346	7,653
186	0,346	3,765
187	-2,388	-0,412
188	0,346	-0,412
189	0,346	-0,412
190	-2,388	-0,412
191	-2,388	-0,412
192	0,346	-0,412
193	-2,388	-0,412
194	0,346	-0,412
195	-2,388	-0,412
196	-2,388	-0,412
197	0,346	-0,412
198	-2,388	-0,412
199	-2,388	-0,412
200	-2,388	-0,412
201	0,346	-0,412
202	-2,388	0,980
203	-2,388	-0,412
204	-2,388	-0,412
205	-2,388	-0,412
206	-2,388	-0,412
207	-2,388	-0,412
208	-2,388	-0,412
209	0,346	-0,412
210	-5,122	-0,412
211	-2,388	-0,412
212	0,346	-0,412
213	-2,388	0,980
214	-2,388	0,980
215	0,346	-0,053
216	0,346	-0,412
217	-2,388	-0,296
218	0,346	-0,412
219	-2,388	-0,064
220	0,346	-0,412
221	0,346	-0,412
222	-2,388	-0,412
223	0,346	-0,412
224	0,346	-0,412
225	0,346	-0,412
226	-2,388	0,400
227	0,346	1,224
228	0,346	0,400
229	0,346	-0,412
230	-2,388	-0,412
231	0,346	-0,412
232	0,346	-0,412
233	0,346	-0,412
234	-2,388	-0,412
235	0,346	-0,412
236	0,346	-0,412
237	0,346	-0,412
238	0,346	-0,412
239	0,346	-0,412
240	-2,388	-0,412
241	0,346	-0,412
242	0,346	-0,412

Yp	et	(et)^2
0,141	0,204	0,042
0,141	0,204	0,042
0,141	-2,529	6,398
-0,174	0,519	0,270
0,095	0,251	0,063
-0,532	-1,856	3,445
0,413	-0,068	0,005
0,125	0,221	0,049
-0,701	-1,687	2,847
-0,174	-2,214	4,903
-0,486	0,832	0,692
-1,013	-1,375	1,890
-1,016	1,361	1,854
-0,171	-2,217	4,915
-1,016	-1,372	1,883
-0,486	0,832	0,692
-1,013	-1,375	1,890
-1,016	-1,372	1,883
-0,486	-1,902	3,617
-1,328	1,674	2,802
-1,013	-1,375	1,890
-0,970	-1,418	2,011
-0,481	-1,907	3,638
-1,230	-1,158	1,341
-1,328	-1,060	1,123
-1,328	-1,060	1,123
-1,328	-1,060	1,123
-1,328	1,674	2,802
-1,013	-4,108	16,878
-1,331	-1,057	1,117
-0,799	1,144	1,309
-1,856	-0,532	0,284
-0,970	-1,418	2,011
-0,435	0,780	0,609
-0,897	1,243	1,545
-0,601	-1,787	3,194
-0,144	0,490	0,240
-0,171	-2,217	4,917
-0,996	1,342	1,800
-0,170	0,515	0,266
-0,676	-1,712	2,930
-0,174	0,519	0,270
-0,171	0,517	0,267
-0,701	1,046	1,095
0,141	-2,529	6,398
-0,147	0,492	0,243
-0,114	0,460	0,211
-0,610	0,956	0,914
0,260	-2,648	7,014
-0,116	0,462	0,213
-0,171	0,517	0,267
-0,701	1,046	1,095
0,141	-2,529	6,398
-0,174	0,519	0,270
-0,171	0,517	0,267
-0,701	1,046	1,095
0,141	0,204	0,042
0,141	0,204	0,042
0,141	-2,529	6,398
-0,174	0,519	0,270
-0,171	0,517	0,267

X''t : serie
estandarizada
precipitación
Peine

Y''t : serie
estacionaria
cond. elect.
Pozo Salar

Yp : serie
generada
por FT

NºDato	Y''t	X''t
304	0,346	-0,412
305	0,346	-0,412
306	0,346	0,342
307	0,346	-0,412
308	0,346	-0,412
309	0,346	-0,412
310	0,346	-0,412
311	0,346	0,922
312	0,346	0,342
313	0,346	-0,296
314	-2,388	1,909
315	0,346	-0,412
316	0,346	-0,412
317	0,346	0,226
318	0,346	-0,412
319	0,346	-0,412
320	0,346	-0,412
321	0,346	-0,412
322	0,346	-0,412
323	0,346	-0,412
324	0,346	-0,412
325	0,346	2,663
326	0,346	1,909
327	0,346	-0,412
328	0,346	0,516
329	0,346	-0,412
330	0,346	-0,412
331	0,346	-0,412
332	0,346	-0,296
333	0,346	-0,412
334	0,346	-0,412
335	0,346	-0,412
336	0,346	-0,412
337	0,346	-0,412
338	0,346	-0,412
339	0,346	0,632
340	0,346	0,516
341	0,346	-0,412
342	0,346	1,444
343	0,346	-0,412
344	0,346	-0,412
345	0,346	-0,412
346	0,346	-0,412
347	0,346	-0,412
348	0,346	-0,412

Yp	et	(et)^2
0,183	0,163	0,027
0,141	0,204	0,042
0,141	0,204	0,042
0,166	0,179	0,032
0,144	0,201	0,040
0,195	0,151	0,023
0,141	0,204	0,042
0,141	0,204	0,042
0,185	0,160	0,026
0,171	0,174	0,030
0,243	-2,631	6,920
-0,043	0,389	0,151
-0,154	0,499	0,249
-0,537	0,882	0,778
0,162	0,183	0,034
0,144	0,202	0,041
0,187	0,159	0,025
0,141	0,204	0,042
0,141	0,204	0,042
0,141	0,204	0,042
0,141	0,204	0,042
0,141	0,204	0,042
0,141	0,204	0,042
0,243	0,103	0,011
0,230	0,116	0,013
0,368	-0,022	0,001
0,336	0,009	0,000
0,145	0,201	0,040
0,207	0,138	0,019
0,141	0,204	0,042
0,145	0,200	0,040
0,142	0,204	0,041
0,150	0,196	0,038
0,141	0,204	0,042
0,141	0,204	0,042
0,141	0,204	0,042
0,141	0,204	0,042
0,176	0,170	0,029
0,176	0,170	0,029
0,219	0,127	0,016
0,268	0,077	0,006
0,149	0,197	0,039
0,273	0,073	0,005
0,141	0,204	0,042
0,141	0,204	0,042
0,141	0,204	0,042