



**UNIVERSIDAD DE TALCA  
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES  
ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL**

**ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO ESPACIAL Y TEMPORAL DE  
LAS PRECIPITACIONES EN LA SÉPTIMA REGIÓN DEL MAULE.**

**FRANCISCO NICOLÁS CORNEJO AYALA  
Memoria para optar al título de INGENIERO FORESTAL**

**Profesor Guía: Dr. Ing. ROBERTO PIZARRO TAPIA**

**TALCA – CHILE**

**2006**

## **DEDICATORIA**

*Dedicado a mis padres, hermanos, tíos y primos, los cuales me han ayudado incondicionalmente en todos los momentos de mi vida....*

*Quiero dedicar de manera especial la culminación de este estudio, a mí primer y único amor, Angélica.*

*Por último, a mis vecinos y amigos de Talca y Nancagua con los cuales viví los momentos mas alegres de mí etapa estudiantil...*

## **AGRADECIMIENTOS**

Quisiera agradecer a todas las personas e instituciones que me brindaron su apoyo en la realización de éste estudio:

A mi profesor guía Dr. Ingeniero Forestal Roberto Pizarro Tapia que gracias a su constante preocupación, permitió que pudiese sacar adelante este estudio.

Al personal técnico de la Dirección General de Aguas (D.G.A. VII Región), por la facilitación de la información pluviométrica necesaria para la realización de este trabajo.

A mis Padres Don Guillermo Cornejo Reyes y Doña Raquel Ayala Bravo por su incondicional apoyo y cariño, fundamentales en mí formación personal y profesional.

A mis Hermanos Guillermo, Angélica, Paulina, Paz y Juvenal los cuales además de hermanos, han sido mis mejores amigos.

## RESUMEN

El presente estudio se enmarca en el análisis del comportamiento temporal y espacial de las precipitaciones de veintisiete estaciones pluviométricas ubicadas en la Región del Maule. Para tales efectos se utilizaron las precipitaciones mensuales y anuales, como información base para el cálculo de los Índices de Fournier (IF) y Modificado de Fournier (IMF), el Índice de Concentración de las Precipitaciones (ICP) y el Índice Modificado de Fournier-Maule (IMFM), creado especialmente para este estudio.

Para el análisis de los datos, se utilizaron los Promedios Móviles y la Función de Distribución de Probabilidad (FDP) de Gumbel. En cuanto a los Promedios Móviles, se trabajó con la serie de datos completa de cada estación, para posteriormente caracterizar su tendencia según lo que cada indicador muestra. Para el caso del ajuste a la FDP de Gumbel, se dividió la serie de cada estación, en periodos de +/- veinte años. De esta manera se conformaron los siguientes periodos: 1916-1940, 1941-1960, 1961-1980 y 1981-2003.

Del análisis de la información, se concluyó que en la Región existiría una tendencia a la disminución de las precipitaciones influenciado principalmente por la década del '90. Por otro lado se observó que la concentración de las precipitaciones se ha mantenido relativamente estable en la cordillera de la costa, precordillera Andina y depresión intermedia.

Asimismo, se pudo constatar que la zona de mayor agresividad pluvial resultó ser la precordillera Andina, seguida por el sector de la cordillera de la costa. Además, se visualizó que la Región en general presenta una alta variabilidad en términos de la distribución temporal de las precipitaciones y la agresividad de éstas.

## SUMMARY

The present study is concerning the analysis of the temporal and spatial behavior of precipitations in twenty-seven precipitation measuring stations in the Region of the Maule River. For such effects the monthly and annual precipitation were used as information bases for the calculation of the Fournier Index (FI) and Modified Fournier Index (MFI), the Precipitation Concentration Index (ICP) and the Modified Fournier-Maule Index (MFMI), which was created especially for this study.

For the analysis of the data, the Movable Averages and Gumbel's Probability the Distribution Function (PDF) were used. The Movable Averages worked with the complete series of data for each station, and later characterizing the tendencies according to each index. In the case of the adjustment to Gumbel's PDF, the series from each station was divided in periods of +/- twenty years. This way the following periods were used satisfied: 1916-1940, 1941-1960, 1961-1980 and 1981-2003.

With the analysis of the information, it was concluded that in the Region there will be a tendency to the lower diminution of precipitation mainly influenced by the decade of the '90s. On the other hand it was observed that the concentration of precipitation has stayed relatively stable in the coastal mountain range, Andean foothills and the intermediary region.

Also, it was possible to state that the zone of greater pluvial strength turned out to be the Andean foothills, followed by the coastal sector. In addition, it was seen that the Region in general displays a high variability in terms of the temporal distribution and strength of precipitation.

## ÍNDICE

<b>1.- INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>2.- OBJETIVOS</b>	<b>3</b>
<b>3.- REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>4</b>
3.1.- Antecedentes sobre Cambio Climático	4
3.2.- Variabilidad Climática	5
3.3.- Precipitación	5
3.4.- Índice de Fournier	6
3.5.- Índice Modificado de Fournier.	7
3.6.- Concentración de precipitaciones	8
3.7.- Promedios Móviles.	9
3.8.- Función de Distribución de Probabilidad (FDP)	10
3.9.- Función de Distribución de probabilidad utilizada:	11
3.9.1.- Función de Gumbel	11
3.10.- Prueba de bondad de ajuste	11
3.10.1.- Test de bondad de ajuste de Kolmogorov-Smirnov	12
3.11.- Índices planteados para otros estudios	13
<b>4.- ANTECEDENTES GENERALES</b>	<b>15</b>
<b>5.- MATERIALES Y METODOLOGÍA</b>	<b>17</b>
5.1.- Materiales	17
5.2.- Pasos Metodológicos	17
5.2.1.- Revisión Bibliográfica	17
5.2.2.- Obtención de información	17

5.2.3.- Selección y obtención de la información	18
5.2.4.- Procesamiento de la información	19
5.2.4.1.- Cálculo de las Precipitaciones anuales	19
5.2.5.- Cálculo de los Índices	19
5.2.5.1.- Cálculo del Índice de Concentración de las Precipitaciones	20
5.2.5.2.- Cálculo del Índice de Fournier	20
5.2.5.3.- Cálculo del Índice Modificado de Fournier	21
5.2.5.4.- Cálculo del Índice Modificado de Fournier-Maule, propuesta de un modelo.	21
5.2.6.- Cálculo de los Promedios Móviles	22
5.2.7.- Ajuste a una Función de Distribución de Probabilidad	22
5.3.- Presentación y análisis de resultados	24
5.4.- Conclusiones y recomendaciones.	24
<b>6.- PRESENTACIÓN DE RESULTADOS</b>	<b>25</b>
6.1.-Precipitaciones anuales	25
6.1.1.- Promedios Móviles de las precipitaciones	26
6.1.2.- Ajuste a la Función de Distribución de Probabilidad de Gumbel	30
6.1.3.- Probabilidad de excedencia para los distintos períodos de cada estación	31
6.2.- Obtención de los Índices	33
6.2.1.- Promedios Móviles	34
6.3.- Ajuste a la función de Distribución de probabilidad de Gumbel	47
6.3.1.- Prueba de Bondad de Ajuste	47
6.3.2.- Probabilidad de excedencia para los distintos períodos de cada estación	47

<b>7.- ANÁLISIS DE RESULTADOS</b>	<b>53</b>
7.1.- Análisis del comportamiento de las precipitaciones y los Índices utilizados	53
7.1.1.- Tendencias de las precipitaciones	54
7.2.- Análisis de los Índices utilizados en el estudio	58
7.2.1.- Índice de Concentración de las Precipitaciones	58
7.2.2.- Índices de Fournier	59
7.2.3.- Índice Modificado de Fournier	60
7.2.4.- Índice de Fournier Modificado-Maule	61
7.2.5.- Relación del ICP como función de las precipitaciones	61
7.2.6.- Relación del IF como función de las Precipitaciones	62
7.2.7.- Relación del IMF como función de las Precipitaciones	63
7.2.8.- Relación del IMFM como función de las Precipitaciones	63
7.2.9.- Períodos con mayor influencia en las tendencias de las precipitaciones	64
7.2.9.1.- Influencia de la década del '90 en la tendencia de las precipitaciones	65
<b>8.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>67</b>
8.1.- Conclusiones	67
8.2.- Recomendaciones	69
<b>9.- BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>70</b>



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación del Índice Modificado de Fournier (IMF).	8
Tabla 2. Resumen informativo de las estaciones pluviométricas seleccionadas.	18
Tabla 3. Clasificación del Índice de Concentración de las Precipitaciones (ICP).	20
Tabla 4. Valores de precipitación media de cada estación (mm).	25
Tabla 5. Estaciones seleccionadas para la comparación de períodos.	30
Tabla 6. Valores de la probabilidad de exceder el promedio anual de las Precipitaciones.	31
Tabla 7. Clasificación del IF según su agresividad.	33
Tabla 8. Clasificación del IMF según su agresividad.	33
Tabla 9. Valores para la probabilidad de exceder el 30 % del ICP.	48
Tabla 10. Valores para la probabilidad de exceder el promedio anual del IF.	49
Tabla 11. Valores para probabilidad de exceder el promedio anual del IMF.	50
Tabla 12. Valores para la Probabilidad de exceder el promedio anual del IMF.	51
Tabla 13. Resumen de las tendencias de precipitación y los indicadores utilizados.	53
Tabla 14. Promedios de precipitación para las décadas '60, '70, '80, '90.	57
Tabla 15. Valores de la pendiente, para la serie de datos completa y sin la década de los '90.	65

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de las estaciones pluviométricas.	16
Figura 2a. Promedios móviles para las precipitaciones.	27
Figura 2b. Promedios móviles para las precipitaciones.	28
Figura 2c. Promedios móviles para las precipitaciones.	29
Figura 3a. Promedios Móviles para los ICP.	35
Figura 3b. Promedios móviles para los ICP.	36
Figura 3c. Promedios móviles para los ICP.	37
Figura 4a. Promedios móviles para los IF.	38
Figura 4b. Promedios móviles para los IF.	39
Figura 4c. Promedios móviles para los IF.	40
Figura 5a. Promedios móviles para los IMF.	41
Figura 5b. Promedios móviles para los IMF.	42
Figura 5c. Promedios móviles para los IMF.	43
Figura 6a. Promedios móviles para los IMFM.	44
Figura 6b. Promedios móviles para los IMFM.	45
Figura 6c. Promedios móviles para los IMFM.	46
Figura 7. Tendencia de las precipitaciones.	56
Figura 8. Precipitación anual v/s ICP de la estación Los Queñes.	62
Figura 9. Precipitación anual v/s IF estación Los Queñes.	62
Figura 10. Precipitación anual v/s IMF estación Los Queñes.	63
Figura 11. Precipitación anual v/s IMFM de la estación Los Queñes.	64

## **ÍNDICE DE APÉNDICES**

**APÉNDICE 1.** Precipitaciones anuales

**APÉNDICE 2.** Índice de Concentración de las Precipitaciones

**APÉNDICE 3.** Índice de Fournier

**APÉNDICE 4.** Índice Modificado de Fournier

**APÉNDICE 5.** Índice Modificado de Fournier – Maule

**APÉNDICE 6.** Prueba de bondad de ajuste Kolmogorov-Smirnov

**APÉNDICE 7.** Promedios y Coeficientes de Variación de las precipitaciones por décadas.

## **1.- INTRODUCCIÓN**

Chile consta de una oferta relativamente estable de agua. Sin embargo, se observa que a lo largo del territorio nacional existe una gran variabilidad en la distribución del recurso, en términos espaciales y temporales. Este fenómeno se hace claramente visible al realizar un análisis de las precipitaciones de las zonas áridas y semiáridas. De lo anteriormente señalado se desprende que Chile presenta una gran heterogeneidad en la distribución del recurso hídrico en sus diferentes estados. Esta desigual distribución, está dada por la amplia extensión latitudinal del territorio nacional, patrón que origina condiciones climáticas diferentes en cada Región, pasando por un clima mediterráneo desértico y semidesértico por el extremo norte, hasta un clima sub-polar y polar en el extremo austral. Este efecto se acentúa aún más debido a la gran heterogeneidad orográfica, dada principalmente por los cordones montañosos Andinos y Costeros. En cuanto a la distribución temporal, ésta queda de manifiesto al observar los valores mensuales de precipitación que se obtienen del conjunto de estaciones ubicadas a lo largo del territorio nacional.

En los últimos años se ha señalado, por algunos grupos ambientalistas y del ámbito académico-científico, que se está produciendo un cambio climático a nivel mundial, lo que ha generando gran alarma por los impactos que éste podría causar. Tal cambio se comienza a apreciar en el norte chico y zona central de Chile, en donde existen series históricas de precipitaciones de más de cien años y en donde se ha observado una disminución sostenida del agua caída.

En este contexto y sabiendo que no existe información clara acerca de la real situación climática por la cual está pasando la Región del Maule, se hace necesario realizar un estudio en donde se establezcan algunos parámetros que indiquen si tal variación climática está ocurriendo en esta parte del territorio nacional.

En este marco y como una forma de contribuir a la adecuada utilización de los recursos hídricos, es que el Departamento de Gestión Forestal y Ambiental de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad de Talca junto con la Dirección General de Aguas (DGA), se ha planteado realizar el estudio y posterior caracterización del comportamiento pluviométrico de la Región del Maule.

## **2.- OBJETIVOS**

### **2.1.- Objetivo general**

Mejorar la información acerca del comportamiento de las precipitaciones, en términos espaciales y temporales, en la Región del Maule.

### **2.2.- Objetivos específicos**

- Determinar para el conjunto de estaciones pluviométricas de la Región del Maule, la variación de las tendencias de precipitación en los últimos años.
- Determinar el grado de agresividad y concentración temporal de las precipitaciones a partir del Índice de Fournier, el Índice de Fournier Modificado y algún otro indicador pre-existente o que se construya para tales efectos.

### 3.- REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1.- Antecedentes sobre Cambio Climático

Muchos científicos señalan que la Tierra tiene tendencia a un cambio drástico y repentino de su clima y su ecología. Según esto se prevé que el clima seguirá cambiando en el futuro ya que a la falta de políticas de mitigación o de avances tecnológicos importantes que permitan reducir las emisiones y/o aumentar los sumideros, se espera que las concentraciones de gases de efecto invernadero y aerosoles crezcan durante todo el siglo próximo (CONAMA, 2005).

Según el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático citado por Donoso (2005), las precipitaciones han aumentado entre un 0,5 y un 1% por década en el siglo XX en la mayor parte de los continentes en latitudes medias y altas del hemisferio norte. Asimismo, es probable que la precipitación haya aumentado entre 0,2 y 0,3 % por década sobre los continentes de latitudes tropicales. Así también, señalan que en latitudes medias y altas del Hemisferio Norte es probable que se haya incrementado la frecuencia de precipitaciones de tipo torrencial entre un 2 y un 4 % durante el siglo XX. También se estima probable un aumento de nubosidad en un 2% en el mismo período y zona geográfica.

Aceituno *et al* (2000), citado por Bown (2004), señalan que la fluctuación interanual de las precipitaciones en Chile Central se encuentra asociada a la variabilidad de los fenómenos ENSO. Por su parte Garreaud (1993), citado por Bown ha señalado que durante los años húmedos o “Niño”, el número de días con precipitación aumenta, en términos de frecuencia de tormentas, particularmente las de intensidad moderada y extrema (10-20 mm/día y 50 mm/día, respectivamente). No obstante, en años “Niña”, las desviaciones hacia un menor número de días con precipitación son sólo marginalmente significativas.

### **3.2.- Variabilidad Climática**

Según Donoso (2005), “el clima nunca ha permanecido estable por un período de tiempo prolongado. El estudio del paleoclima demuestra que el clima varía en todas las escalas de tiempo, desde la frecuencia estacional hasta frecuencias de cientos de años. La variabilidad climática se define como el rango de valores que las variables climáticas, por ejemplo precipitación ó temperatura, pueden tener en un espacio geográfico dado a lo largo del tiempo. La variabilidad climática es un rasgo natural inherente del clima como sistema”.

Por su parte, la Convención Marco para el Cambio Climático de las Naciones Unidas (UNFCCC, siglas en inglés) citada por Donoso (2005), ha definido al cambio climático como el cambio en el clima atribuible en forma directa o indirecta a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera global y el cual, tras adicionar la variabilidad natural, se observa en escalas de tiempo de mayor duración.

### **3.3.- Precipitación**

Según Cuadrat y Pita (2000), “el término precipitación expresa todas las formas de humedad caídas directamente sobre el suelo en estado líquido o sólido, aunque en general sólo la lluvia y la nieve desprendidas de las masas nubosas contribuyen de modo significativo a los totales pluviométricos”.

Debe destacarse que las precipitaciones constituyen la entrada primordial del sistema hidrológico y es el factor principal que controla la hidrología de una región.



Fernández (1995) clasifica las precipitaciones según el mecanismo de ascenso que determina la condensación por enfriamiento adiabático, en los siguientes tipos:

- *Ciclónicas o frontales*; son aquellas que están asociadas a los frentes o borrascas.
- *Convectivas*; son aquellas relacionadas con las corrientes ascendentes y que suelen ser lluvias de tipo tormentoso.
- *Orográficas*; se producen cuando una masa de aire es forzada a ascender por encima de una barrera montañosa.

### 3.4.- Índice de Fournier

La determinación de un índice que describa el efecto erosivo de las precipitaciones constituye un problema que ha sido abordado durante años por distintos autores. Con ese objetivo, W. H. Wischmeier (1959), citado por Jordán (2000), propuso un Índice de Erosividad de la Lluvia para ser utilizado en la Ecuación Universal de Pérdida de Suelos (USLE), conocido como factor R;

$$R = \frac{EI_{30}}{173.6}$$

en donde R es el índice de erosión pluvial, E es la energía cinética liberada por la lluvia e I es la máxima intensidad de precipitación durante un intervalo de 30 minutos.

Sin embargo, la dificultad para calcular este factor, crea la necesidad de realizar estudios que permitan determinar un parámetro que sea más fácil de obtener.

Es por esto que Fournier (1960), crea un Índice de Agresividad Climática o Índice de Fournier (IF), el cual muestra una alta correlación con la cantidad de sedimentos arrastrados por la escorrentía. El cálculo de este índice se hace en base a estaciones que posean datos representativos de la zona de estudio, utilizando la siguiente expresión:

$$IF_j = \frac{P_{\max j}^2}{P_m}$$

Donde:

$IF_j$  = Índice de Fournier, para el año j.

$P_{\max j}$  = Precipitación correspondiente al mes más lluvioso del año j.

$P_m$  = Precipitación media anual.

### 3.5.- Índice Modificado de Fournier.

Arnoldus (1978), citado por Jordán *et al* (2000), propone una modificación del IF, en la que se consideran las precipitaciones de cada mes. De esta manera el índice queda definido de la siguiente forma:

$$IMF_j = \frac{\sum_{i=1}^{12} (p_{ij})^2}{P_m}$$

Donde:

$IMF_j$  = Índice Modificado de Fournier, para el año j.

$p_{ij}$  = Precipitación mensual del mes i (mm), del año j.

$P_m$  = Precipitación media anual.

En el siguiente cuadro se presenta la clasificación del IMF según el criterio propuesto por CORINE-CEC (1992) y utilizada en la elaboración de la Guía Metodológica para la Elaboración del Mapa de Zonas Áridas, Semiáridas y Subhúmedas Secas de América Latina y el Caribe (2005).

Tabla 1. Clasificación del Índice Modificado de Fournier (IMF)

<i>Clase</i>	<i>IMF</i>	<i>Descripción</i>
<i>1</i>	<60	<i>Muy bajo</i>
<i>2</i>	60-90	<i>Bajo</i>
<i>3</i>	90-120	<i>Moderado</i>
<i>4</i>	120-160	<i>Alto</i>
<i>5</i>	>160	<i>Muy alto</i>

### 3.6.- Concentración de precipitaciones

Este concepto se refiere a cómo se comportan las precipitaciones, en su cantidad anual, variación estacional y duración de la estación lluviosa en un año cualquiera. Es decir, está referido a si las precipitaciones de la época lluviosa, se encuentran concentradas sobre un período corto o más largo del año (Schultz *et al*, 1997).

A continuación se muestra una forma de cálculo propuesta por Oliver (1980):

$$ICP_j = 100 \frac{\sum_{i=1}^{12} p_{ij}^2}{P_j^2}$$

Donde:

$ICP_j$  = Índice de Concentración de las Precipitaciones, para el año j, expresado como porcentaje.

$p_{ij}$  = Precipitación del mes i en el año j.

$P_j$  = Precipitación anual del año j.

El valor de este índice va desde 8.33%, si la precipitación es igual en todos los meses, hasta 100% si toda la lluvia se concentra en un solo mes.

### 3.7.- Promedios Móviles.

Los Promedios Móviles (PM) expresan el promedio de una variable en un punto o momento dado sobre un período de tiempo. Son llamados móviles, porque reflejan los últimos promedios, mientras se ajustan al mismo tiempo.

De esta forma el promedio se mueve a través del tiempo y los datos antiguos comienzan a desaparecer del cálculo, mientras los más recientes se van incorporando a éste. El efecto que se logra con este método es el de la suavización de los datos, intentando eliminar su efecto aleatorio (Araya, 2003).

$$PM = \frac{\sum_{t=1}^n D_t}{n}$$

Donde:

PM = Promedio Móvil.

D<sub>t</sub> = Valor de la variable D en un tiempo t.

n: = Número de períodos considerados.

### 3.8.- Función de Distribución de Probabilidad (FDP)

Previo a la definición de una FDP, es necesario analizar algunos conceptos.

- Período de retorno: Se define como el tiempo que transcurre entre dos sucesos iguales. Tal tiempo queda definido como “**T**”.
- Probabilidad de Excedencia: Es la probabilidad asociada al período de retorno; es la probabilidad de que un valor de la variable aleatoria, sea excedida.

Así:

$$\text{Probabilidad de Excedencia} = P(x) = \frac{1}{T}$$

Dicho de otra forma, la probabilidad de que la variable aleatoria tome un valor igual o inferior a un cierto número  $X$ , está dado por la función de distribución de probabilidad  $F(X)$ . (Pizarro y Novoa, 1986).

Lo señalado en el apartado anterior queda expresado de la siguiente manera:

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

Luego la probabilidad de que  $x$  sea mayor que  $X$  viene dada por la función complementaria.

$$P(x > X) = 1 - F(x) = \frac{1}{T}$$

### **3.9.- Función de Distribución de probabilidad utilizada:**

#### **3.9.1.- Función de Gumbel**

Esta ley de distribución fue incluida dentro del conjunto de distribuciones a ajustar para la serie de datos en estudio, ya que ha demostrado poseer una adecuada capacidad de ajuste a valores extremos de caudales y precipitación en distintos períodos de tiempo, tales como aportaciones mensuales y anuales (Pizarro y Novoa, 1986).

Su expresión es la siguiente:

$$F(x) = e^{-e^{-d(x-\mu)}}$$

Donde:

x = Valor a asumir por la variable aleatoria.

d,  $\mu$  = Parámetros a ajustar de la función.

e = Constante de Neper.

#### **3.10.- Prueba de bondad de ajuste**

Según Pizarro y Novoa (1986), la bondad de ajustes se refiere a la asimilación de datos observados de una variable cualquiera, a una función matemática previamente establecida y reconocida. A través de esta es posible interpolar y extrapolar información, entendiéndose por tanto, la predicción del comportamiento de la variable en estudio.

### 3.10.1.- Test de bondad de ajuste de Kolmogorov-Smirnov

El test Kolmogorov-Smirnov es una prueba de normalidad que se basa en el valor absoluto de la máxima diferencia entre la distribución acumulada observada y la teórica, utilizada para verificar la hipótesis de que una muestra procede de una distribución particular (Pizarro *et al*, 2004).

De lo mencionado anteriormente, se desprende que es necesario determinar la frecuencia observada acumulada y la frecuencia teórica acumulada. En el primer caso se ordenan los datos de mayor a menor y luego se aplica la siguiente expresión de Weibull:

$$F_n(X) = \frac{n}{N+1}$$

Donde:

$F_n(X)$  = Frecuencia observada acumulada.

$n$  = Número total de orden ascendente de la serie de datos.

$N$  = Numero total de datos.

Por su parte, la frecuencia teórica acumulada se determina a través de la función de Gumbel, ya definida en el punto 3.9.1.

Por último y para finalizar con el test, se calcula el supremo de las diferencias, el cual consiste en determinar la máxima diferencia de las frecuencias, en valor absoluto. A este último se le denomina por la letra  $D$  y su expresión se muestra a continuación:

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

Donde:

$D$  = Supremo de las diferencias.

$F_n(X)$  = Frecuencia observada acumulada.

$F(X)$  = Frecuencia teórica acumulada.

Una vez obtenido el supremo de las diferencias, se procede a compararlo con el valor obtenido de la tabla Kolmogorov-Smirnov.

Para aceptar el ajuste se debe cumplir lo siguiente:

$$D_t > D_c$$

Es decir que el valor obtenido de la tabla K-S, debe ser mayor que el supremo de las diferencias.

### **3.11.- Índices planteados para otros estudios**

Dentro de estos estudios se encuentra la Guía Metodológica para la Elaboración del Mapa de Zonas Áridas, Semiáridas y Subhúmedas Secas de América Latina y el Caribe. Esta Guía consta de una parte introductoria, de carácter conceptual, que resume la importancia de la delimitación de los regímenes de humedad de la Región de América Latina y El Caribe. En su metodología se plantea una forma para la delimitación de las Zonas Áridas, Semiáridas y Subhúmedas secas de la Región. Para tal efecto se proponen los índices a utilizar y la información base requerida para el cálculo de estos mismos.

Dentro de los Índices propuestos se encuentran el Índice de Fournier, Índice Modificado de Fournier, el Índice de Concentración de las precipitaciones, Coeficiente de Cultivo, Evapotranspiración y el Factor R de la Ecuación Universal de Perdidas de suelo, entre otros.



Navarrete (2004) en su estudio “Propuesta Metodológica para el Análisis Territorial en la Cuenca Hidrográfica del Estero El Peral, Comuna de Carahue, IX Región”, propone y utiliza el IF, y el IMF como indicadores de la agresividad del Clima, obteniendo resultados que le permitieron clasificar la cuenca en estudio de manera satisfactoria.

Por último, Jordán y Bellifante (2000), en el estudio “Cartografía de la Erosividad de la Lluvia Estimada a partir de datos Pluviométricos Mensuales en el Campo de Gibraltar (Cádiz)”, utiliza para su clasificación de la agresividad de la lluvia, los Índices de Fournier y Modificado de Fournier, además del Índice de Concentración de las Precipitaciones, con los cuales logra realizar un mapa de la distribución zonal y temporal de las Precipitaciones

#### **4.- ANTECEDENTES GENERALES**

Este estudio se realizó en 27 estaciones pluviométricas de la Región del Maule. La superficie total de la región es de 30.000 Km<sup>2</sup>, de los cuales el 42% tiene aptitud Forestal, el 24% es agropecuario, el 33% de alta cordillera y cauces de ríos, siendo lagos y áreas urbanas el 1% restante (Farfán, 2002).

En cuanto al relieve de la Región, éste se caracteriza por tener un sector anterior o precordillera, en donde los cursos de agua circulan encajonados dominando así la montaña. Por su parte el valle central ofrece amplias superficies planas y con suaves ondulaciones. A su vez, la Cordillera de la Costa va perdiendo altura, además de ser cortada por los valles fluviales que van originando planicies costeras muy poco extendidas (DGA, 1977).

La Región del Maule también se caracteriza por un clima templado con amplias diferencias entre la costa y sus valles interiores. En efecto, dadas las condiciones de relieve de la región, los vientos marinos no penetran en la depresión intermedia, lo que provoca gran amplitud térmica en ésta, a diferencia de lo que acontece en la costa, donde la nubosidad marina es una tónica durante todo el año. Sin embargo, las precipitaciones van en aumento en relación a las regiones de más al norte, lo que permite una amplia gama de asociaciones vegetacionales y la presencia de ríos caudalosos los 365 días (DMCh, 2005). En efecto, por las características que presenta la región, la vegetación dominante registra variaciones, especialmente en sentido Oeste, encontrándose la formación de *Acacia caven* y la presencia de bosque esclerófilo, definido por las condiciones de clima, relieve, exposición y altitud (MIDEPLAN, 1998). En relación a las precipitaciones de la Región, la media anual es de 1.471 mm, variando entre medias anuales de 700 mm en la costa, 800 mm en el valle y 2.500 mm en el sector andino. En el valle central el 83 % de las precipitaciones anuales se concentran en cuatro meses del año, es decir entre mayo y septiembre, siendo los de mayor pluviosidad junio y julio (MIDEPLAN, 1998). A continuación se muestran las estaciones pluviométricas utilizadas para este estudio:

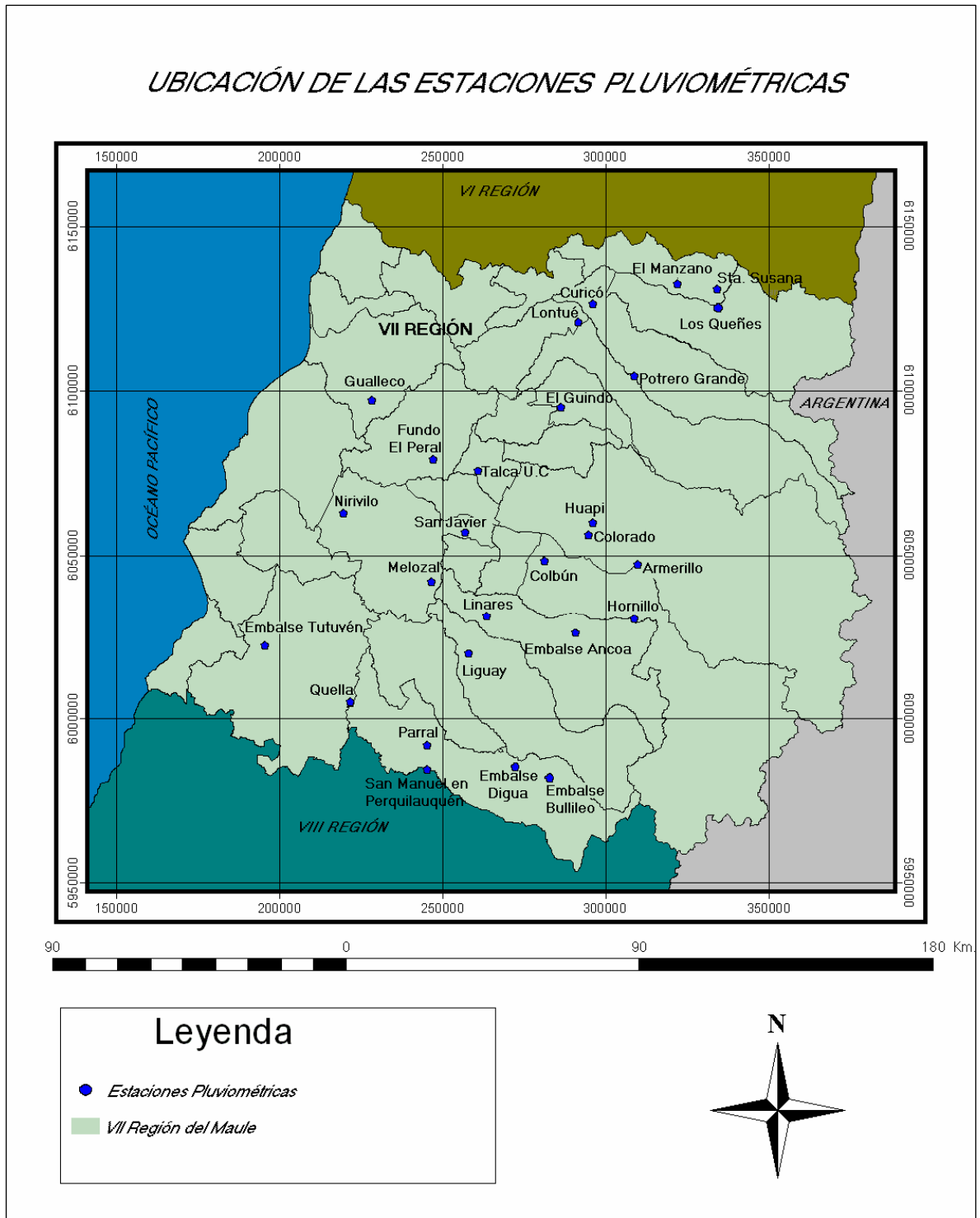


Figura1. Fuente: Mena *et al* (2005), Laboratorio de SIG, Universidad de Talca, Ingeniería Forestal.

## **5.- MATERIALES Y METODOLOGÍA**

### **5.1.- Materiales**

Los materiales necesarios para desarrollar este proyecto fueron:

- Las series de datos de precipitación correspondientes a cada una de las estaciones pluviométricas de la Séptima Región
- Un equipo computacional que contiene programas básicos como Microsoft Word y Microsoft Excel, para el procesamiento de dichos datos.

### **5.2.- Pasos Metodológicos**

#### **5.2.1.- Revisión Bibliográfica**

En esta parte del estudio se recopiló información relacionada con los aspectos más importantes de los Índices de Fournier (Fournier, 1960) y del Índice de Concentración de las Precipitaciones (Oliver, 1980), además de la Función de Distribución de Gumbel y de los Promedios Móviles. Toda la información recopilada se extrajo de textos de hidrología, revistas de ciencia, memorias o tesis relacionadas con el tema, e información proveniente de Internet.

#### **5.2.2.- Obtención de información**

La información de precipitación que se utilizó en este estudio, corresponde a veintisiete estaciones pluviométricas seleccionadas de un total de cincuenta y siete que se encuentran distribuidas en la VII Región del Maule. Tal información fue aportada por la Dirección General de Aguas (DGA), siendo ésta de carácter mensual y anual.

### 5.2.3.- Selección y obtención de la información

Hasta el año 2003 existían, dentro de la Región del Maule, un total de cincuenta y siete estaciones pluviométricas con distintos períodos de registro de precipitación. Debido a esto fue necesario tomar un criterio de selección que permitiera escoger las estaciones más representativas de la Región. Dicho criterio se basó en la cantidad de años de información que cada estación posee. Por consiguiente, se tomó como mínimo un período de registro de veinte años (aproximadamente), hecho que redujo la información de estaciones a ser trabajadas, a un total de veintisiete (Tabla 2).

Tabla 2. Resumen informativo de las estaciones pluviométricas seleccionadas.

Estación	Coordenadas UTM		Periodo de registro	Registro real (años)
	Este	Norte		
Los Queñes	334209	6125387	1918-2003	86
El Manzano	321895	6132553	1959-2003	37
Santa Susana	334108	6130933	1981-2003	20
Potrero Grande	308776	6104544	1971-2003	33
Curicó	296136	6126465	1971-2003	33
Lontué	291698	6120815	1970-2003	30
Gualleco	228487	6096938	1962-2003	42
Armerillo	309995	6047229	1916-2003	73
Embalse Digua	272366	5985280	1947-2003	57
San Manuel en Perquilauquén	245404	5984533	1956-2003	48
Quella	221727	6005222	1961-2003	43
Embalse Tutuvén	195503	6022220	1975-2003	28
Nirivilo	219708	6062795	1956-2003	44
Parral	245187	5991930	1964-2003	40
Embalse Bullileo	282944	5981850	1930-2003	74
Liguay	257915	6020053	1976-2003	28
Hornillo	308847	6030556	1961-2003	43
Embalse Ancoa	290870	6026448	1957-2003	47
Melozal	246752	6041949	1950-2003	54
Linares	263634	6031312	1967-2003	35
Colbún (Maule Sur)	281293	6048419	1959-2003	44
San Javier	256902	6057037	1970-2003	34
El Guindo	286227	6094789	1964-2003	40
Huapi	296125	6059871	1969-2003	35
Talca U.C	260939	6075651	1982-2003	22
Colorado	294700	6056138	1963-2003	41
Fundo El Peral	247214	6078976	1966-1986	19

## **5.2.4.- Procesamiento de la información**

### **5.2.4.1.- Cálculo de las Precipitaciones anuales**

En esta parte del estudio, se trabajó con los valores de precipitación anual, para posteriormente ser analizados a través de los promedios móviles y la Función de Distribución de Probabilidad de Gumbel.

Con la obtención de los Promedios Móviles de las precipitaciones, se pudo graficar la información obtenida para luego revisar la existencia de alguna tendencia en las estaciones analizadas. Para esto, se examinó la pendiente gráfica, que cada estación manifestó. Para su mejor comprensión se construyó una tabla de tendencias.

Para el análisis realizado con la FDP de Gumbel, fue necesario dividir las series anuales de cada estación, en pequeñas series de aproximadamente de veinte años. Esto permitió realizar una comparación entre las probabilidades de excedencia de los distintos períodos de una misma estación y determinar e identificar posibles cambios en las tendencias de las precipitaciones.

### **5.2.5.- Cálculo de los Índices**

Una segunda etapa del estudio fue el cálculo anual de los Índices de Concentración de las Precipitaciones, los Índices de Fournier y el de Fournier Modificado, cálculo de los Promedios Móviles (para todos los índices) y la realización del ajuste de todos los índices anteriormente mencionados, a la Función de Distribución de Probabilidad (FDP) de Gumbel. Además, se trabajó en la propuesta de un nuevo índice, basado en el modelo de Fournier y denominado Índice Modificado de Fournier-Maule (IMFM).

### **5.2.5.1.- Cálculo del Índice de Concentración de las Precipitaciones**

Este índice se obtuvo de manera anual, estación por estación y utilizando como base la precipitación mensual.

Por consiguiente, su cálculo se hace como la sumatoria del cuadrado de la precipitación de cada mes, dividida por la precipitación anual elevada al cuadrado.

El valor de este índice va desde 8.33 %, si la precipitación es igual en todos los meses, hasta 100 % si toda la lluvia se concentra en un solo mes.

Para efectos de su análisis, se utilizó la clasificación propuesta por CAZALAC (2005), en la Guía Metodológica para la Elaboración del Mapa de Zonas Áridas, Semiáridas y Subhúmedas Secas de América Latina y el Caribe.

Tabla 3. Clasificación del Índice de Concentración de las Precipitaciones (ICP).

<i>PCI</i>	<i>Clasificación</i>
<i>8.3 – 10</i>	<i>Uniforme</i>
<i>10 – 15</i>	<i>Moderadamente Estacional</i>
<i>15 – 20</i>	<i>Estacional</i>
<i>20 – 50</i>	<i>Altamente Estacional</i>
<i>50 – 100</i>	<i>Irregular</i>

### **5.2.5.2.- Cálculo del Índice de Fournier**

Este índice se calculó de manera anual, estación por estación y utilizando como base la precipitación media anual y la precipitación del mes más lluvioso elevada al cuadrado. El cálculo de este índice resulta un poco engorroso cuando el número de estaciones es demasiado grande, ya que es necesario seleccionar el mes más lluvioso de la serie de cada año.

### 5.2.5.3.- Cálculo del Índice Modificado de Fournier

Al igual que los anteriores índices, el IMF se calculó de manera anual, estación por estación y utilizando como base la precipitación media anual y la suma de las precipitaciones del año. El cálculo de este índice resulta mucho más fácil de obtener ya que a diferencia del anterior, sólo necesita como base, la sumatoria de las precipitaciones mensuales del año “j”, dividido por la precipitación media anual.

### 5.2.5.4.- Cálculo del Índice Modificado de Fournier-Maule, propuesta de un modelo

Como se mencionó en el apartado 5.2.5, se propuso un índice con el cual se pretendió profundizar en el comportamiento anual de las precipitaciones.

A continuación se muestra la expresión del índice propuesto:

$$IMFM_j = \frac{\left( \sum_{i=1}^{n=12} P_{ij} \right)^2}{P_m}$$

Donde:

- IMFM<sub>j</sub> = Índice Modificado de Fournier-Maule, para el año j  
 P<sub>ij</sub> = Precipitación del mes i en el año j  
 P<sub>m</sub> = Precipitación media anual

Lo que pretende explicar este nuevo indicador, es como varían las precipitaciones anuales con respecto a su promedio anual. A modo de explicación del funcionamiento de este, se plantea que si la precipitación de un año “j”, es igual a la precipitación media anual, el valor del IMFM será el valor del promedio anual.



### **5.2.6.- Cálculo de los Promedios Móviles**

Una vez obtenidos los índices mencionados en los apartados anteriores, se procedió a realizar un análisis gráfico de los datos a través de los Promedios Móviles. Para esto, se tomaron los valores anuales de los índices ICP, IF, IMF incluyendo el IMFM, para luego dar paso al cálculo de los promedios móviles anuales de cada estación.

Posterior a la obtención de los promedios móviles, se graficó la información obtenida, para luego analizar la tendencia que cada uno de los índices manifestó. En cuanto a la visualización de su tendencia, ésta se hizo revisando la pendiente que cada gráfica entregó y se generó una tabla resumen para las veintisiete estaciones seleccionadas.

El uso de este método (PM) tuvo por objetivo la suavización de los datos y la eliminación del efecto de la variación aleatoria (Araya, 2003). Es decir, se transformó la serie original en una que se encuentra menos sujeta a oscilaciones rápidas y más susceptibles a mostrar alguna tendencia a través del tiempo.

Para la obtención de los Promedios Móviles, se utilizó un período de tres años, es decir  $n = 3$ .

### **5.2.7.- Ajuste a una Función de Distribución de Probabilidad**

Al igual que con los datos de precipitación, los Índices fueron sometidos a un análisis, a través de la FDP de Gumbel. Para esto, fue necesario dividir las series anuales de cada estación en series pequeñas de aproximadamente veinte años. Ello permitió realizar la comparación entre las probabilidades de excedencia de los periodos de una misma estación y determinar e identificar posibles cambios en las tendencias de la agresividad, concentración y variación de las precipitaciones.

Establecidos así los períodos, se determinó que el parámetro de comparación, para el ICP, sería la probabilidad de que se exceda un valor del 30 %. En cuanto a las precipitaciones y los índices restantes, se utilizó la probabilidad de que se exceda el valor del promedio anual de la serie correspondiente.

Para el ajuste a la función de Gumbel fue necesario ordenar los datos de manera creciente para posteriormente calcular los parámetros  $d$  y  $\mu$  de la FDP. A continuación se muestra la expresión utilizada en esta etapa del estudio.

Para la determinación de los parámetros se utilizaron las siguientes expresiones:

$$\mu = y - 0.450047 * S$$

$$d = \frac{1}{0.779696 * S}$$

Donde:

$d, \mu$  = Parámetros a determinar.

$y$  = Media aritmética de la serie de datos considerada.

$S$  = Desviación típica de la muestra de datos considerada.

Por último, para el cálculo del promedio que se utilizó en la probabilidad de excedencia, solo se consideraron los datos totales con los que se ajustó la FDP. Es decir que si se tiene una estación que cuenta con una serie que va desde 1953 a 2003 y se realiza la división en periodos de veinte años (20 +/-3 años), ésta queda dividida en dos periodos; una que va desde 1958 a 1980 y otra desde 1981 a 2003. De esta forma quedan cinco datos fuera del cálculo del promedio que será utilizado en la probabilidad de excedencia.

A continuación se muestra como queda su expresión:

$$P(X > promedio) = 1 - e^{-d*(promedio - \mu)}$$

### **5.3.- Presentación y análisis de resultados**

En esta parte del estudio se discutieron y analizaron los resultados que se obtuvieron de las actividades realizadas con los datos de precipitación, en el análisis matemático y en el estadístico, con el objetivo de intentar explicar y justificar los resultados obtenidos.

### **5.4.- Conclusiones y recomendaciones.**

A partir de los resultados y del análisis de resultados, se determinaron las principales conclusiones que permitieron establecer algún patrón de comportamiento y la caracterización pluviométrica de la Región del Maule.

## 6.- PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

### 6.1.-Precipitaciones anuales

En el apéndice 1, se entregan los valores anuales de precipitación, de cada una de las veintisiete estaciones seleccionadas.

Con la información del apéndice 1 se obtuvo la Tabla 4 en donde se muestra la ubicación y el promedio anual de precipitación, de cada una de las veintisiete estaciones que se consideraron como representativas de la Región, en virtud de la longitud de la serie.

Tabla 4. Valores de precipitación media de cada estación (mm).

Estación	Coordenadas UTM		Periodo de registro	Ubicación	Pp media
	Este	Norte			
Gualleco	228487	6096938	1962-2003	Cordillera de la Costa	808,71
Nirivilo	219708	6062795	1956-2003	Cordillera de la Costa	819,72
Embalse Tutuvén	195503	6022220	1975-2003	Cordillera de la Costa	904,7
Quella	221727	6005222	1961-2003	Cordillera de la Costa	703,35
Fundo El Peral	247214	6078976	1966-1986	Depresión Intermedia	631,17
Talca U.C	260939	6075651	1982-2003	Depresión Intermedia	661,9
San Javier	256902	6057037	1970-2003	Depresión Intermedia	767,5
Melozal	246752	6041949	1950-2003	Depresión Intermedia	743,27
Linares	263634	6031312	1967-2003	Depresión Intermedia	843,61
Liguay	257915	6020053	1976-2003	Depresión Intermedia	969,34
Parral	245187	5991930	1964-2003	Depresión Intermedia	968,76
San Manuel en Perquillauquen	245404	5984533	1956-2003	Depresión Intermedia	1391,71
Embalse Bullileo	282944	5981850	1930-2003	precordillera de los Andes	2157,09
Embalse Digua	272366	5985280	1947-2003	precordillera de los Andes	1519,76
Embalse Ancoa	290870	6026448	1957-2003	precordillera de los Andes	1506,4
Hornillo	308847	6030556	1961-2003	precordillera de los Andes	2130,6
Armerillo	309995	6047229	1916-2003	precordillera de los Andes	2372,05
Colbún (Maule Sur)	281293	6048419	1959-2003	precordillera de los Andes	1003,18
Colorado	294700	6056138	1963-2003	precordillera de los Andes	1387,36
Huapi	296125	6059871	1969-2003	precordillera de los Andes	988,63
El Guindo	286227	6094789	1964-2003	precordillera de los Andes	713,8
Potrero Grande	308776	6104544	1971-2003	precordillera de los Andes	1103,14

Tabla 4. Continuación

Lontué	291698	6120815	1970-2003	precordillera de los Andes	657,79
Los Queñes	334209	6125387	1918-2003	precordillera de los Andes	1183,76
Curicó	296136	6126465	1971-2003	precordillera de los Andes	671,52
Santa Susana	334108	6130933	1981-2003	precordillera de los Andes	731,16
El Manzano	321895	6132553	1959-2003	precordillera de los Andes	1219,77

### 6.1.1.- Promedios Móviles de las precipitaciones

El análisis gráfico de las precipitaciones se realizó con todas las estaciones. Para efectos de una visualización mas clara, se presentaron los resultados de los promedios móviles en tres gráficas consecutivas.

En cuanto al comportamiento anual de las precipitaciones, los promedios móviles, indicaron la presencia de de una alta variabilidad en las precipitaciones anuales.

A continuación se muestra la gráfica de los Promedios Móviles para las precipitaciones (figuras 2a, 2b, 2c).

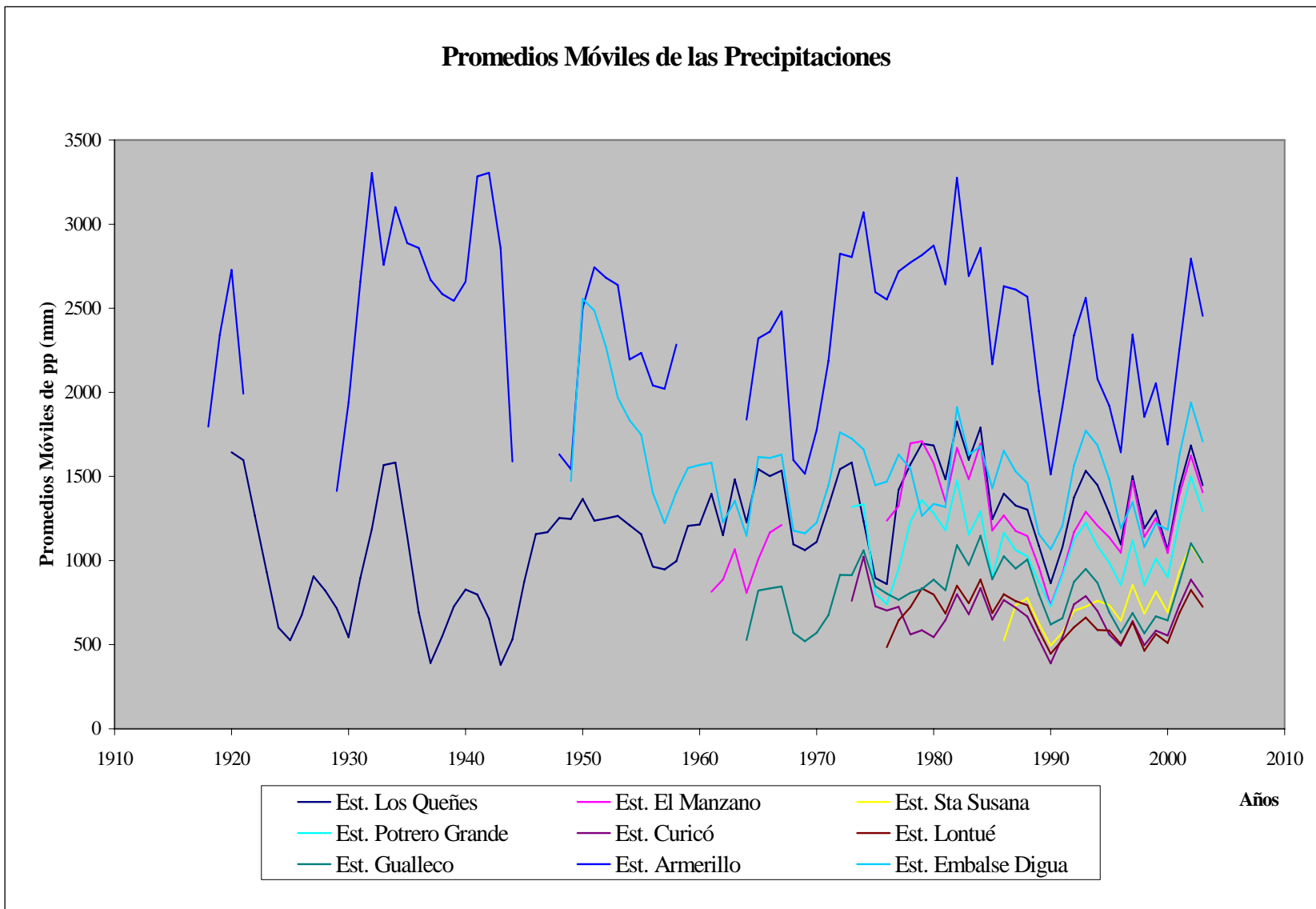


Figura 2a. Promedios móviles para las precipitaciones.

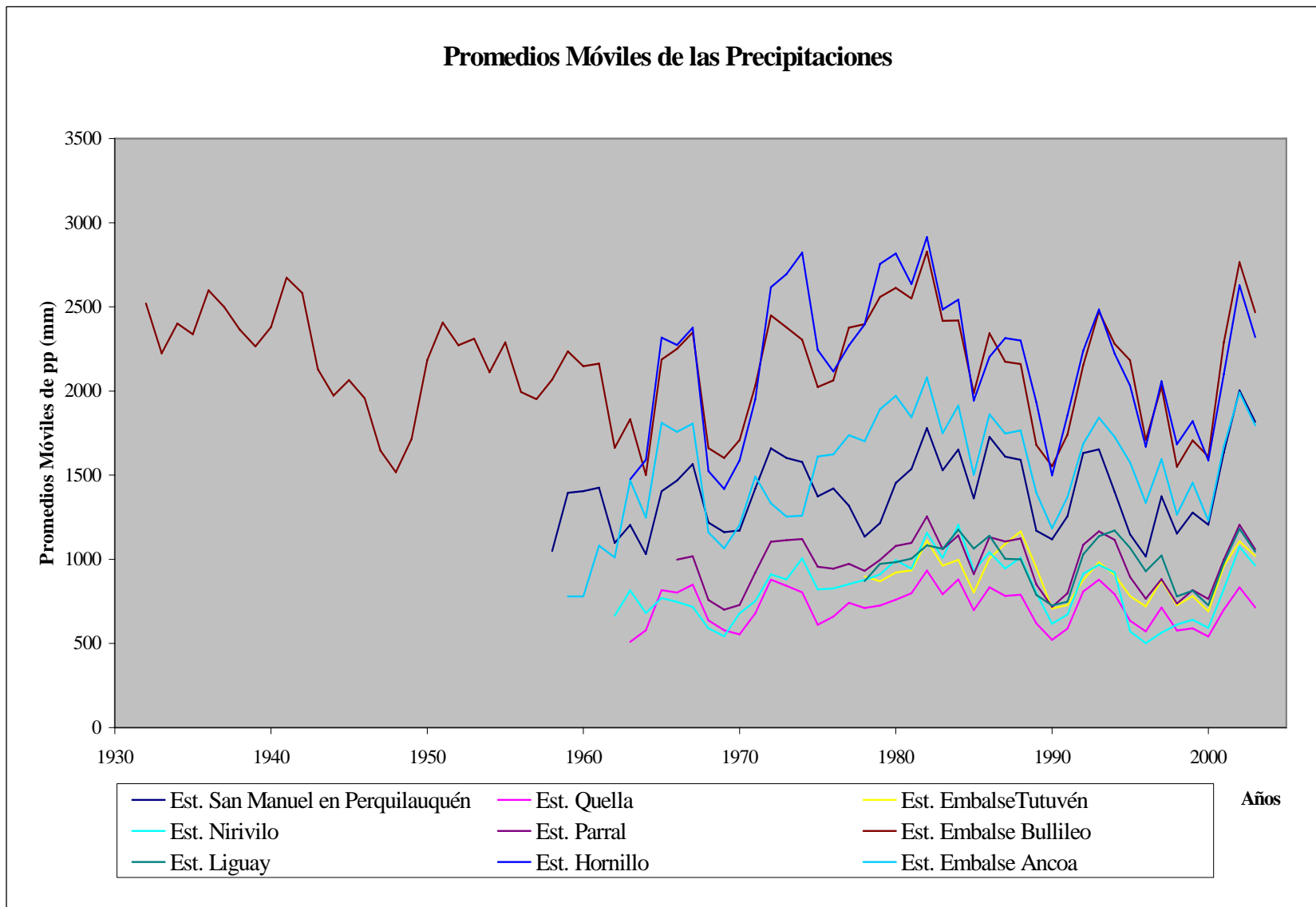


Figura 2b. Promedios móviles para las precipitaciones.

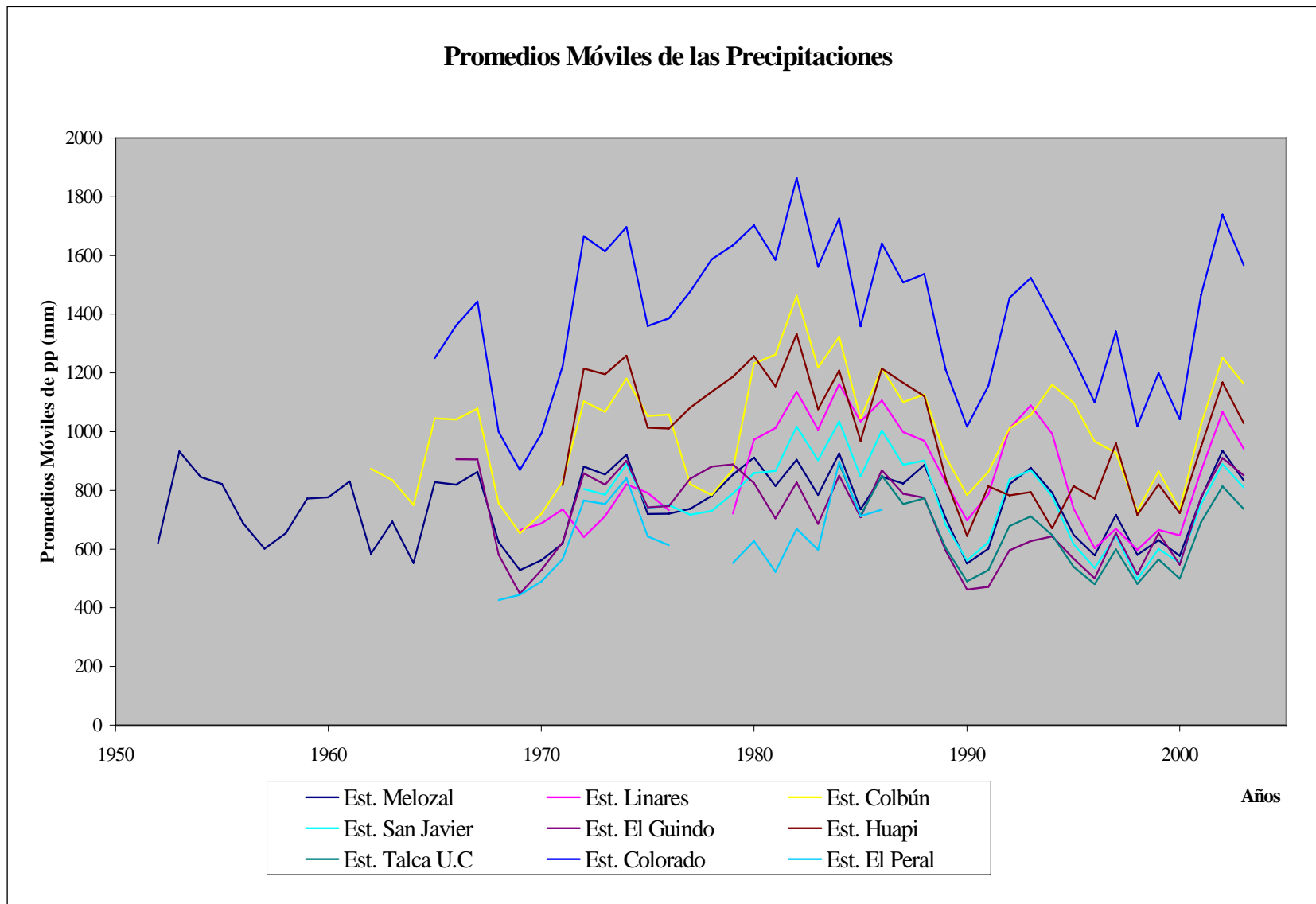


Figura 2c. Promedios móviles para las precipitaciones.



### 6.1.2- Ajuste a la Función de Distribución de Probabilidad de Gumbel

En relación a los datos de precipitación anual presentados en las tablas del apéndice 6, se observa que el 100 % de los ajustes resultaron aceptados.

La Aplicación de una FDP, tuvo por objeto definir si las probabilidades de precipitación se mantenían, aumentaban o decrecían, para los distintos períodos analizados. En este marco, once de las veintisiete estaciones, sólo pudieron ser estudiadas en el período 1981-2003 y una en el periodo 1961-1980, porque la longitud de la serie de datos no permitió una división en períodos equivalentes, dado que son de data reciente.

A continuación en la tabla 5, se muestran las estaciones utilizadas para el análisis.

Tabla 5. Estaciones seleccionadas para la comparación de períodos.



Estación	Coordenadas UTM		Período de registro	Años reales de registro
	Este	Norte		
Los Queñes	334209	6125387	1918-2003	86
Gualleco	228487	6096938	1962-2003	42
Armerillo	309995	6047229	1916-2003	73
Embalse Digua	272366	5985280	1947-2003	57
San Manuel en Perquilauquén	245404	5984533	1956-2003	48
Quella	221727	6005222	1961-2003	43
Nirivilo	219708	6062795	1956-2003	44
Parral	245187	5991930	1964-2003	40
Embalse Bullileo	282944	5981850	1930-2003	74
Hornillo	308847	6030556	1961-2003	43
Embalse Ancoa	290870	6026448	1957-2003	47
Melozal	246752	6041949	1950-2003	54
Colbún (Maule Sur)	281293	6048419	1959-2003	44
El Guindo	286227	6094789	1964-2003	40
Colorado	294700	6056138	1963-2003	41

**6.1.3.- Probabilidad de excedencia para los distintos períodos de cada estación**

En la Tabla 6 se presentan las probabilidades de excedencia del valor promedio de la serie, asociadas a las precipitaciones para los distintos períodos de tiempo de cada estación. Los valores que en estas tablas se muestran, no se encuentran en forma porcentual.

Tabla 6. Valores de la probabilidad de exceder el promedio anual de las precipitaciones.

Estación	P(x > X)	Período			
		1916-1940	1941-1960	1961-1980	1981-2003
Los Queñes	P(X>1183,76)	0,2795	0,3052	0,5773	0,5699
El Manzano	P(X>1241,62)	----	----	----	0,4296
Santa Susana	P(X>731,16)	----	----	----	0,4296
Potrero Grande	P(X>1077,12)	----	----	----	0,4296
Curicó	P(X>659,36)	----	----	----	0,4296
Lontué	P(X>647,94)	----	----	----	0,4296
Gualleco	P(X>808,71)	----	----	0,3785	0,4762
Armerillo	P(X>2394,76)	----	0,4890	0,4454	0,3675
Embalse Digua	P(X>1460,54)	----	----	0,4220	0,4378
San Manuel en Perquilauquén	P(X>1413,62)	----	----	0,3792	0,4680
Quella	P(X>703,35)	----	----	0,4194	0,4395
Embalse Tutuvén	P(X>901,76)	----	----	----	0,4296
Nirivilo	P(X>819,71)	----	----	0,4077	0,4469
Parral	P(X>968,76)	----	----	0,4213	0,4353
Embalse Bullileo	P(X>2107,13)	----	0,4041	0,4520	0,4281
Liguay	P(X>978,98)	----	----	----	0,4296
Hornillo	P(X>2130,60)	----	----	0,4374	0,4211
Embalse Ancoa	P(X>1578,80)	----	----	0,3957	0,4581
Melozal	P(X>749,02)	----	----	0,4406	0,4197
Linares	P(X>883,26)	----	----	----	0,4296
Colbún (Maule Sur)	P(X>1003,18)	----	----	0,3800	0,4747
San Javier	P(X>761,31)	----	----	----	0,4296
El Guindo	P(X>713,80)	----	----	0,5097	0,3687
Huapi	P(X>928,6)	----	----	----	0,4296
Talca U.C	P(X>661,9)	----	----	----	0,4296
Colorado	P(X>1387,36)	----	----	0,4336	0,4265
Fundo El Peral	P(X>631,17)	----	----	0,4296	----

-  Tendencia al aumento en la probabilidad de exceder el valor promedio de las Pp.
  
-  Tendencia a la disminución en la probabilidad de exceder el valor promedio de las Pp.

Así las estaciones Los Queñes, Gualleco, Embalse Digua, San Manuel en Perquilauquén, Quella, Nirivilo, Parral, Embalse Bullileo, Embalse Ancoa y Colbún, presentan tendencia al aumento en la probabilidad de exceder el promedio anual de sus precipitaciones. Situación contraria es la que ocurre con las estaciones Armerillo, Hornillo, Melozal, El Guindo y Colorado. En tanto en las estaciones El Manzano, Santa Susana, Potrero Grande, Curicó, Lontué, Embalse Tutuvén, Liguay, Linares, San Javier, Huapi, Talca U.C y Fundo El Peral, no se puede inferir algún comportamiento, producto de que la serie no lo permite para los períodos definidos.

## 6.2.- Obtención de los Índices

La obtención de los índices de concentración ICP, IMF, IF, IMF<sub>M</sub> se realizó en base a las precipitaciones mensuales y anuales de las veintisiete estaciones pluviométricas seleccionadas. El resultado de los cálculos se muestra en los apéndices 2 al 5.

Por último, se crearon las siguientes clasificaciones para el IF y los IMF, basada en la clasificación propuesta por CORINE-CEC (1992), dado que ésta no se ajusta a la zona de estudio. Esta nueva clasificación se creó en función de los resultados provenientes de la IV, V, Región Metropolitana, VI, y VII regiones.

Tabla 7. Clasificación del IF según su agresividad

Clase	IF	Agresividad
1	50<	<i>Muy Baja</i>
2	50-100	<i>Baja</i>
3	100-150	<i>Moderada</i>
4	150-200	<i>Alta</i>
5	>200	<i>Muy Alta</i>

Tabla 8. Clasificación del IMF según su agresividad

Clase	IMF	Agresividad
1	100<	<i>Muy Baja</i>
2	100-200	<i>Baja</i>
3	200-300	<i>Moderada</i>
4	300-400	<i>Alta</i>
5	>400	<i>Muy Alta</i>

### **6.2.1.- Promedios Móviles**

El análisis gráfico para los Índices de Concentración de las precipitaciones, Índice de Fournier, Índice Modificado de Fournier e Índice Modificado Fournier-Maule, se realizó con las series completas de las veintisiete estaciones y por medio de los Promedios Móviles. Para efectos de visualizar las tendencias de manera mas clara, se construyeron tres graficas de promedios móviles por índice (ver figuras de la 3a a la 6c).

En cuanto al comportamiento mostrado por los promedios móviles, se puede señalar que en la gráfica de todos los índices se observó la existencia de una alta variación en los valores anuales.

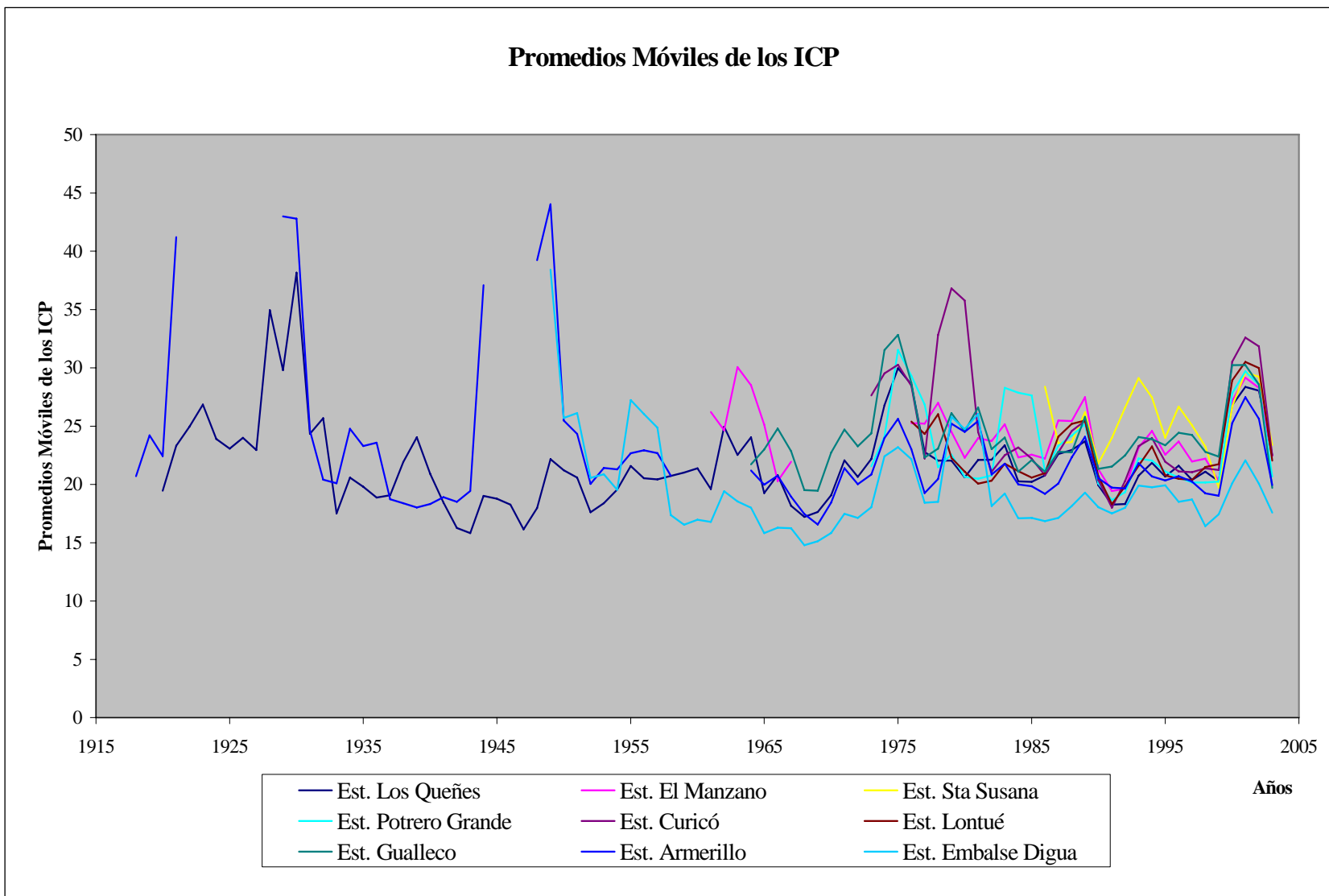


Figura 3a. Promedios Móviles para los ICP.

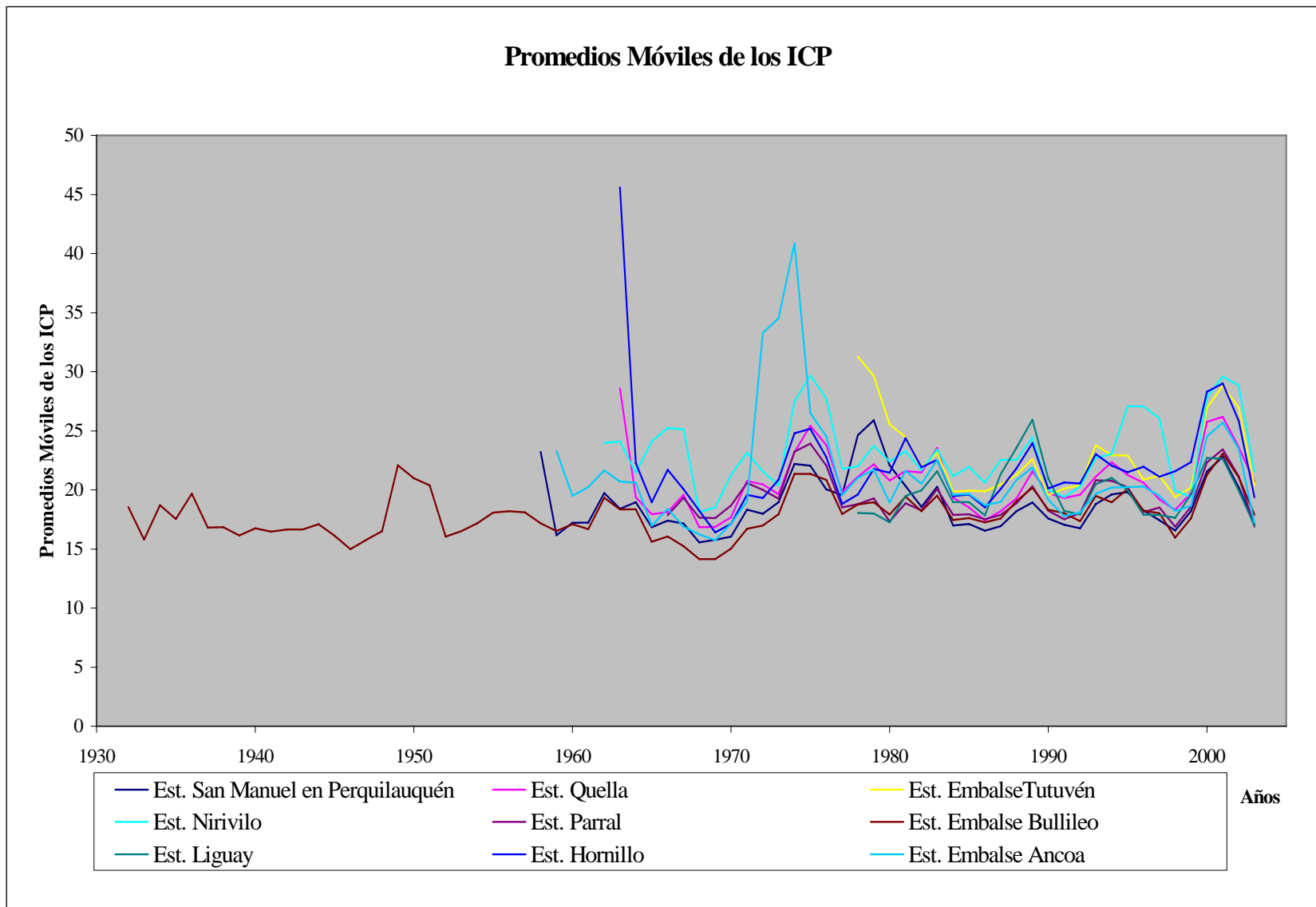


Figura 3b. Promedios móviles para los ICP.

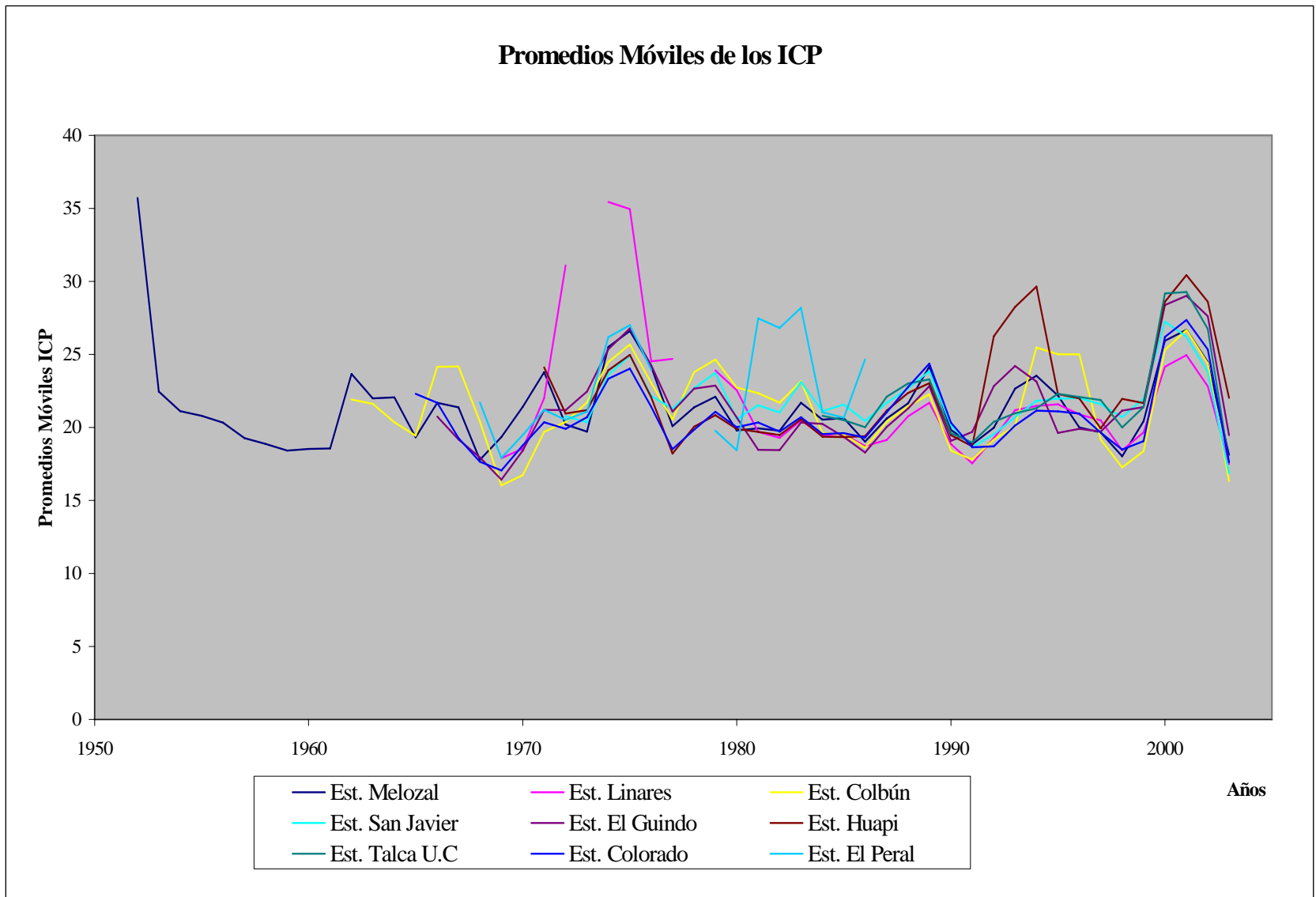


Figura 3c. Promedios móviles para los ICP.



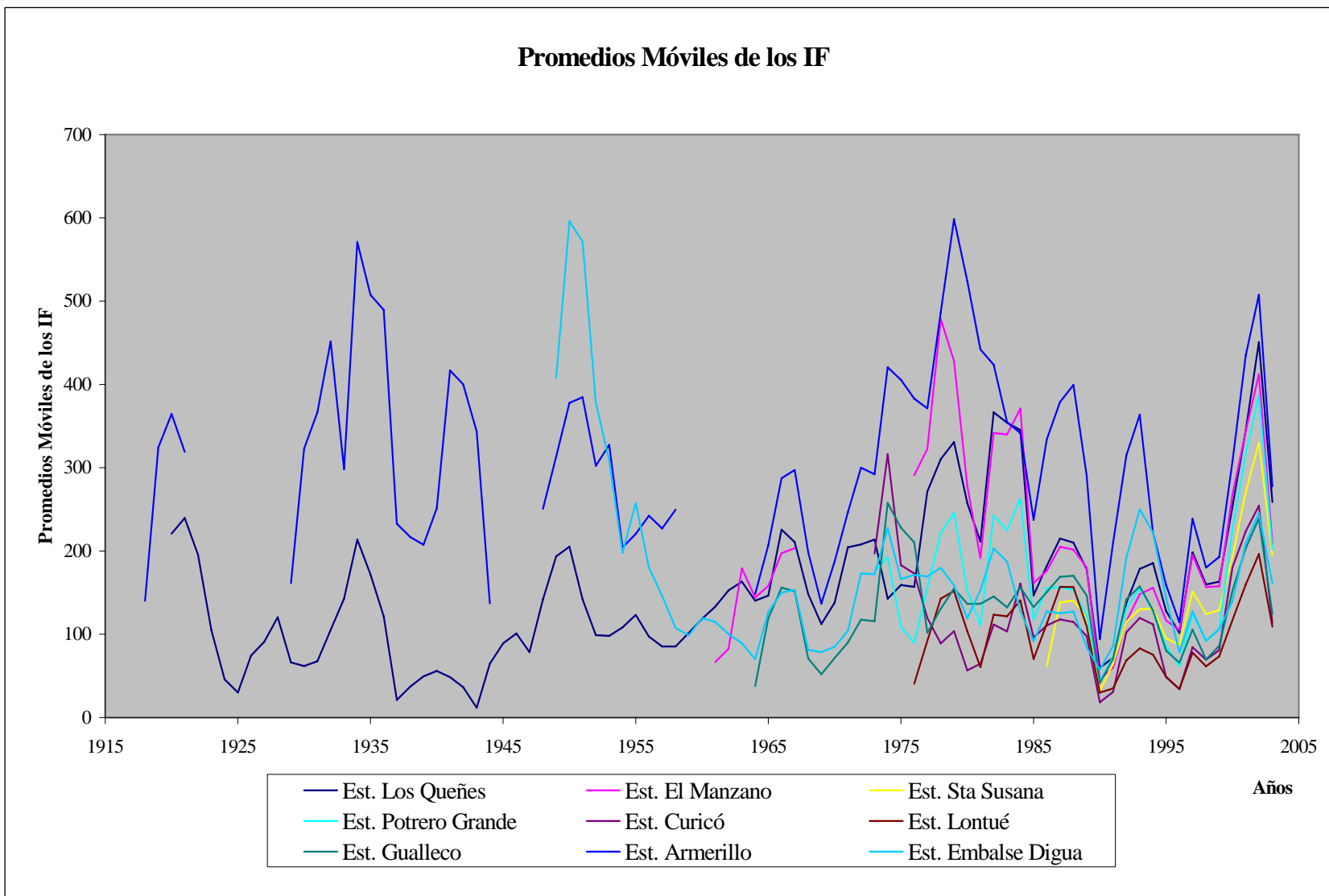


Figura 4a. Promedios móviles para los IF.

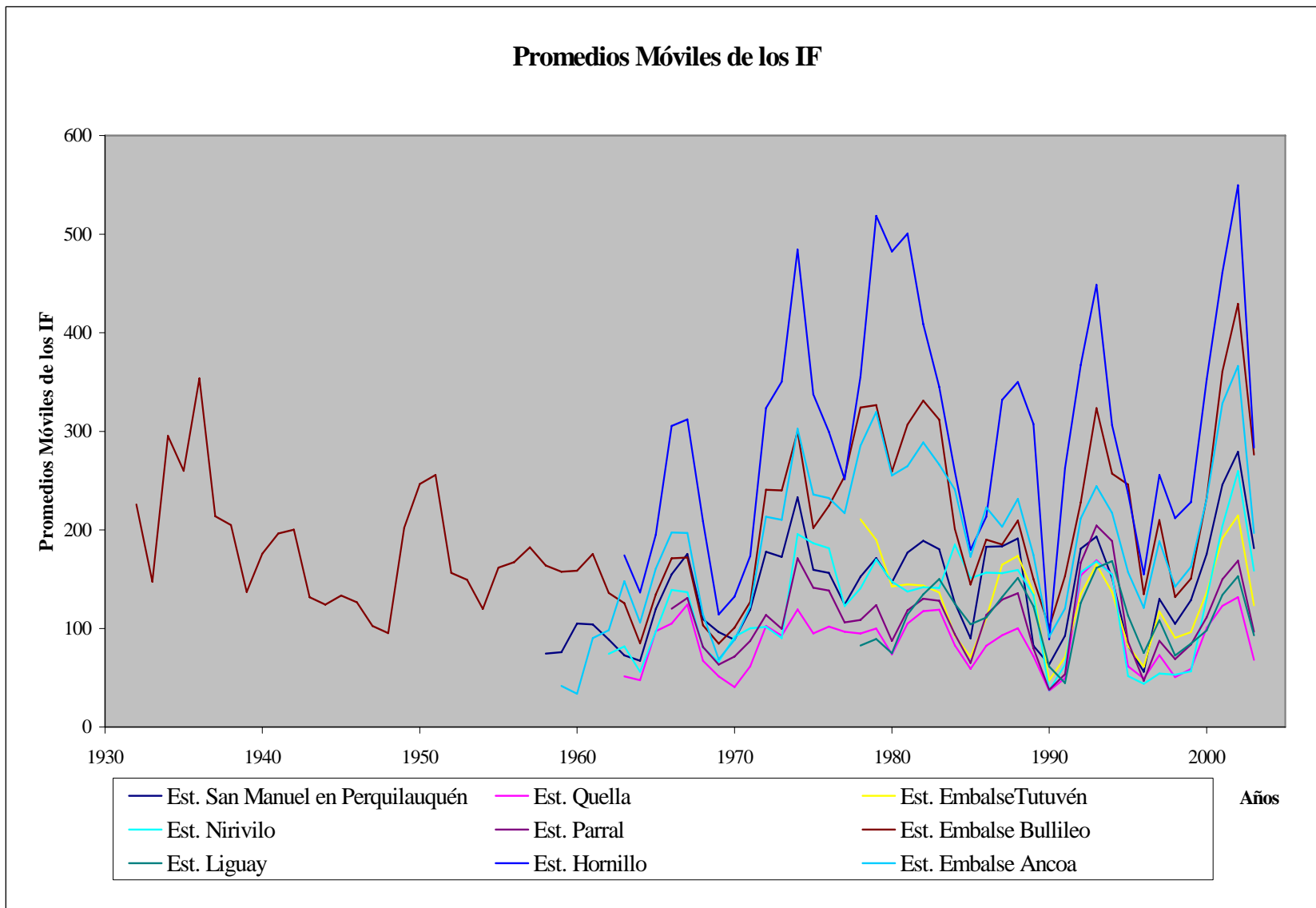


Figura 4b. Promedios móviles para los IF.

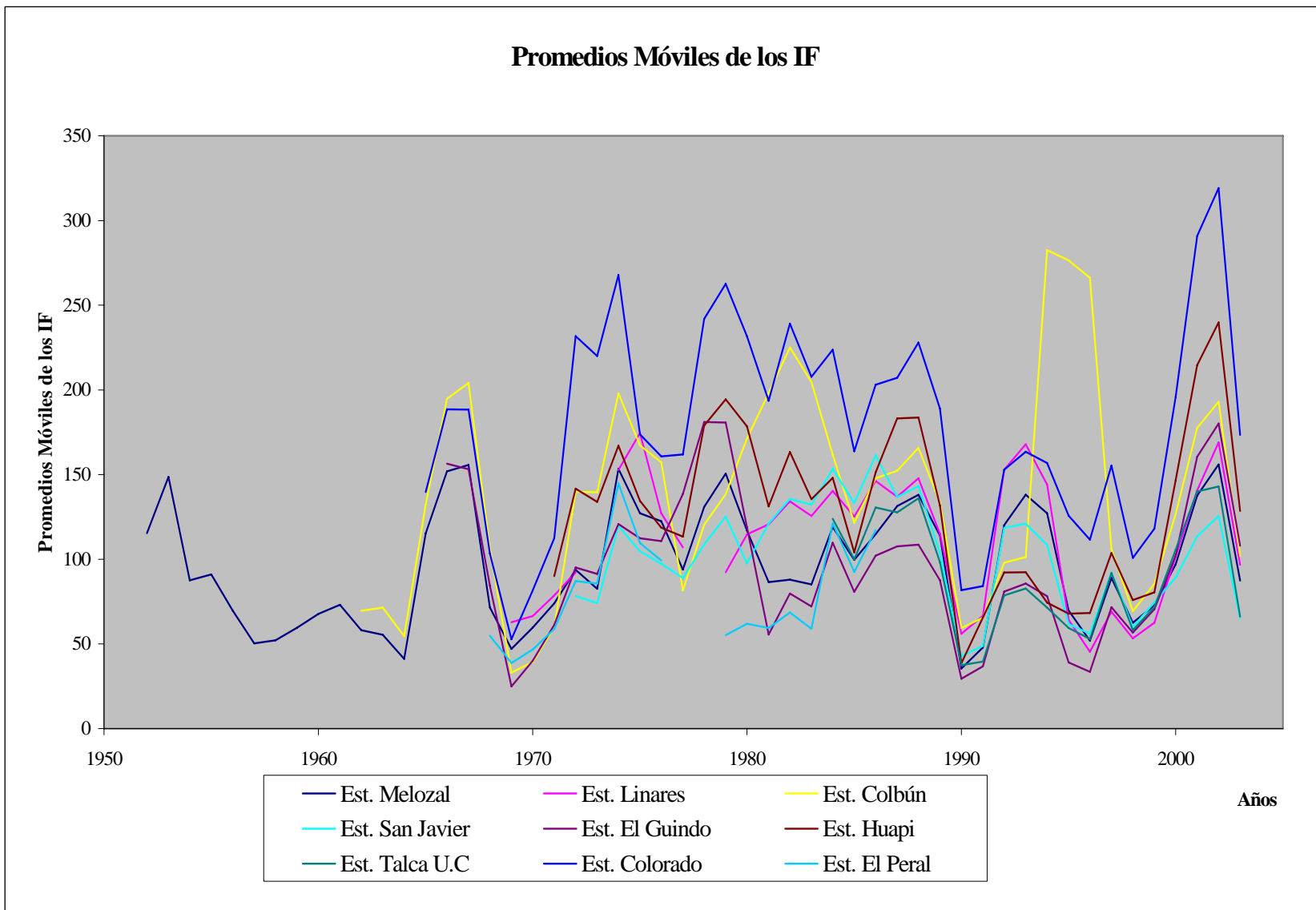


Figura 4c. Promedios móviles para los IF.

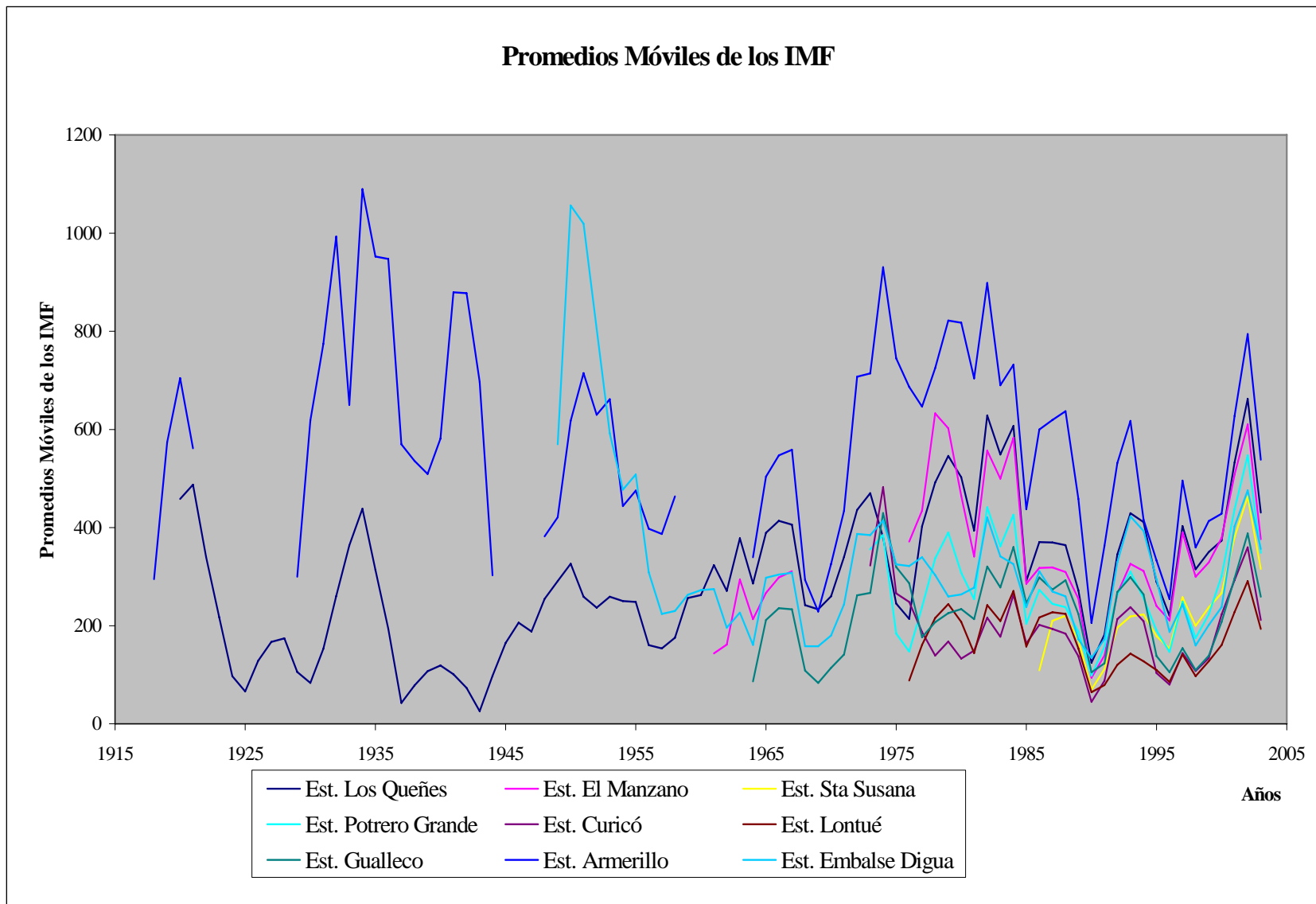


Figura 5a. Promedios móviles para los IMF.

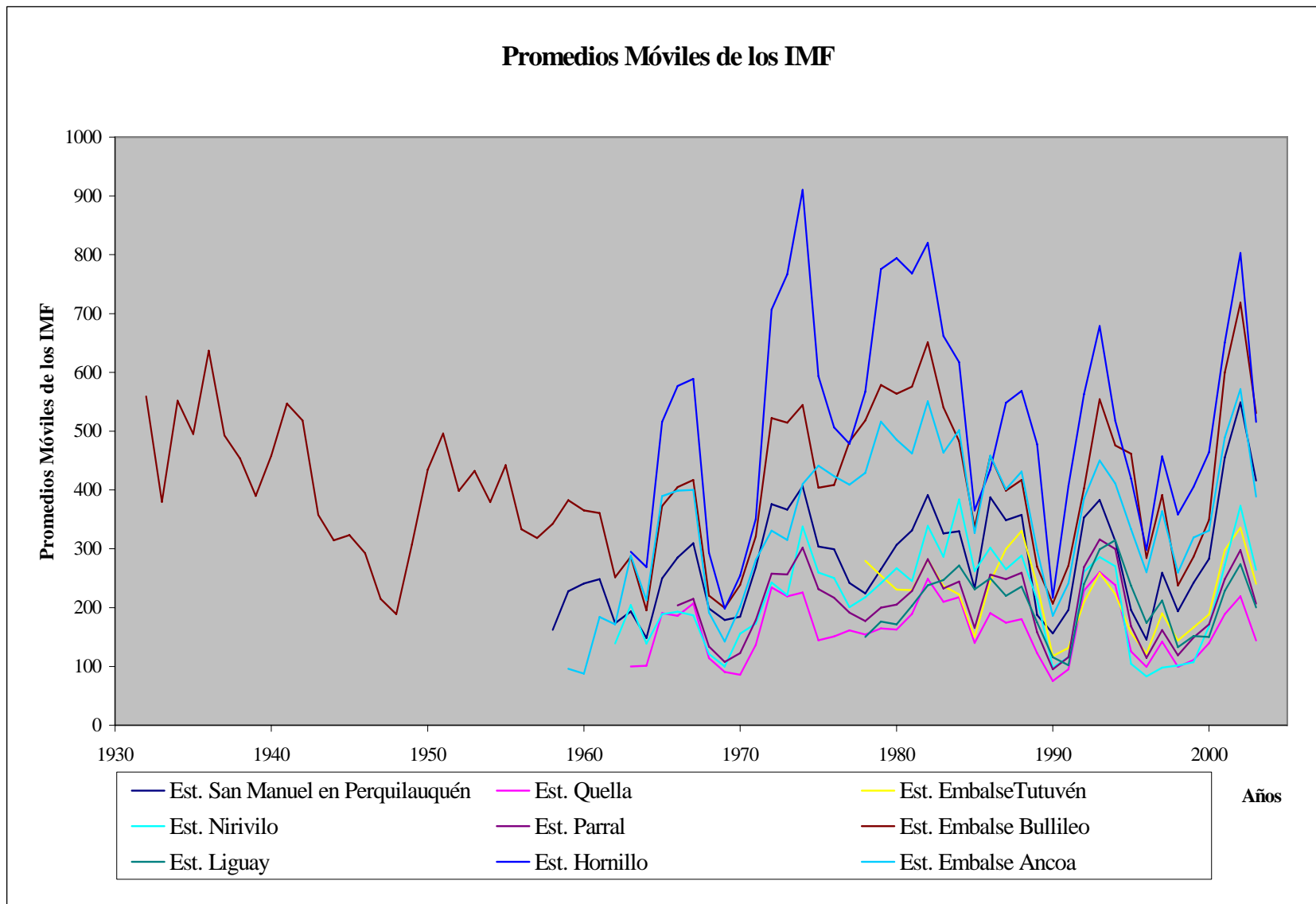


Figura 5b. Promedios móviles para los IMF.

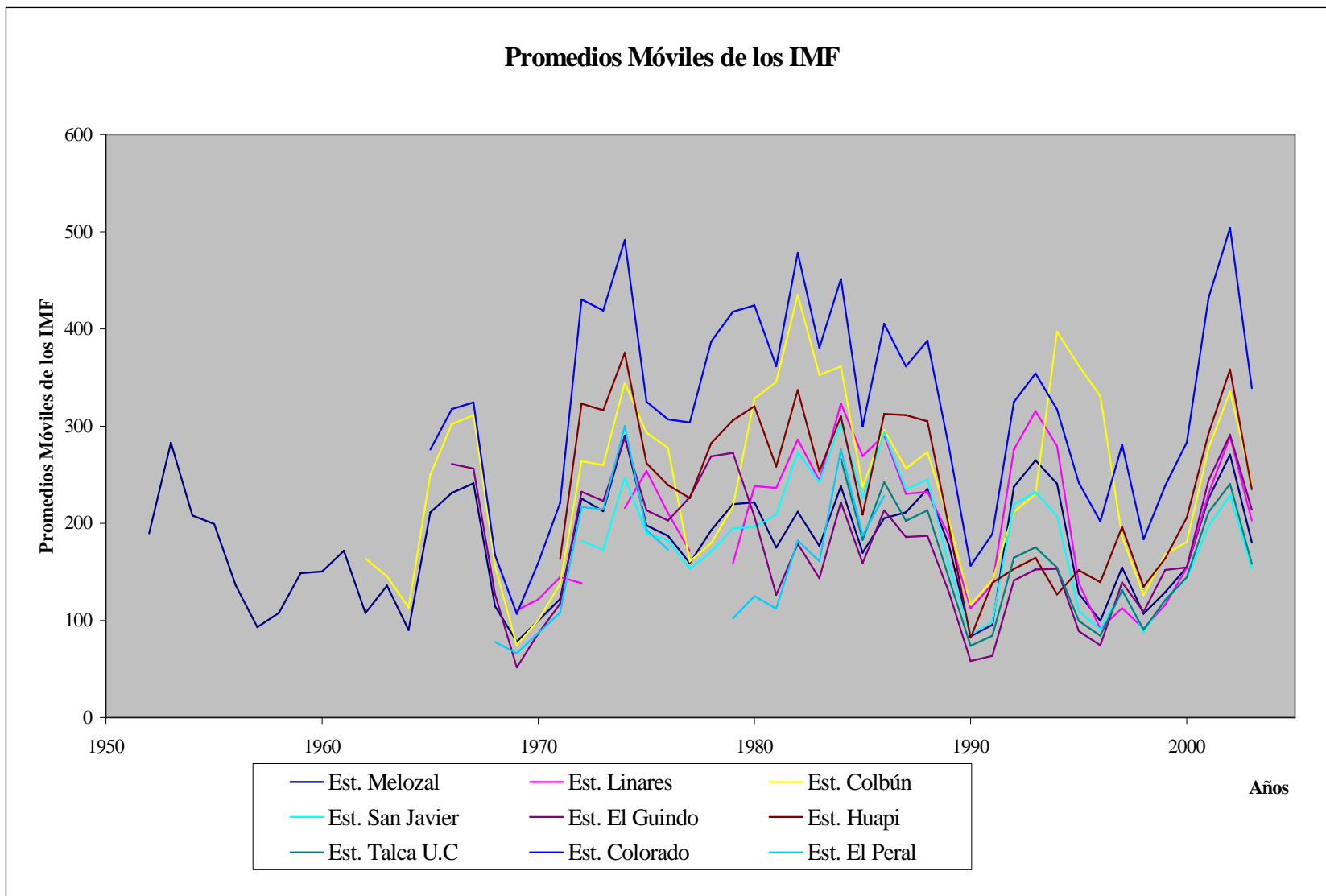


Figura 5c. Promedios móviles para los IMF.

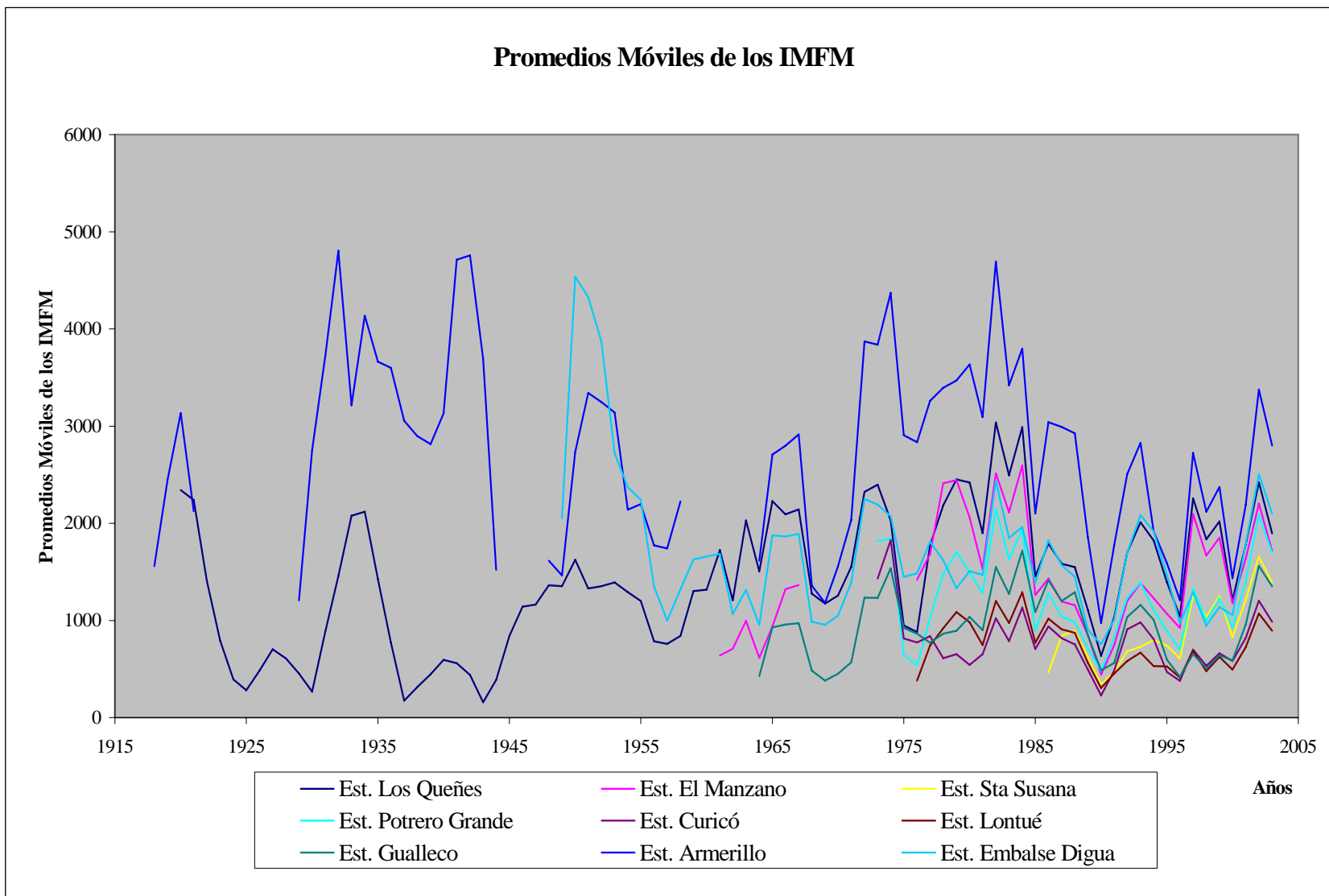


Figura 6a. Promedios móviles para los IMFM.

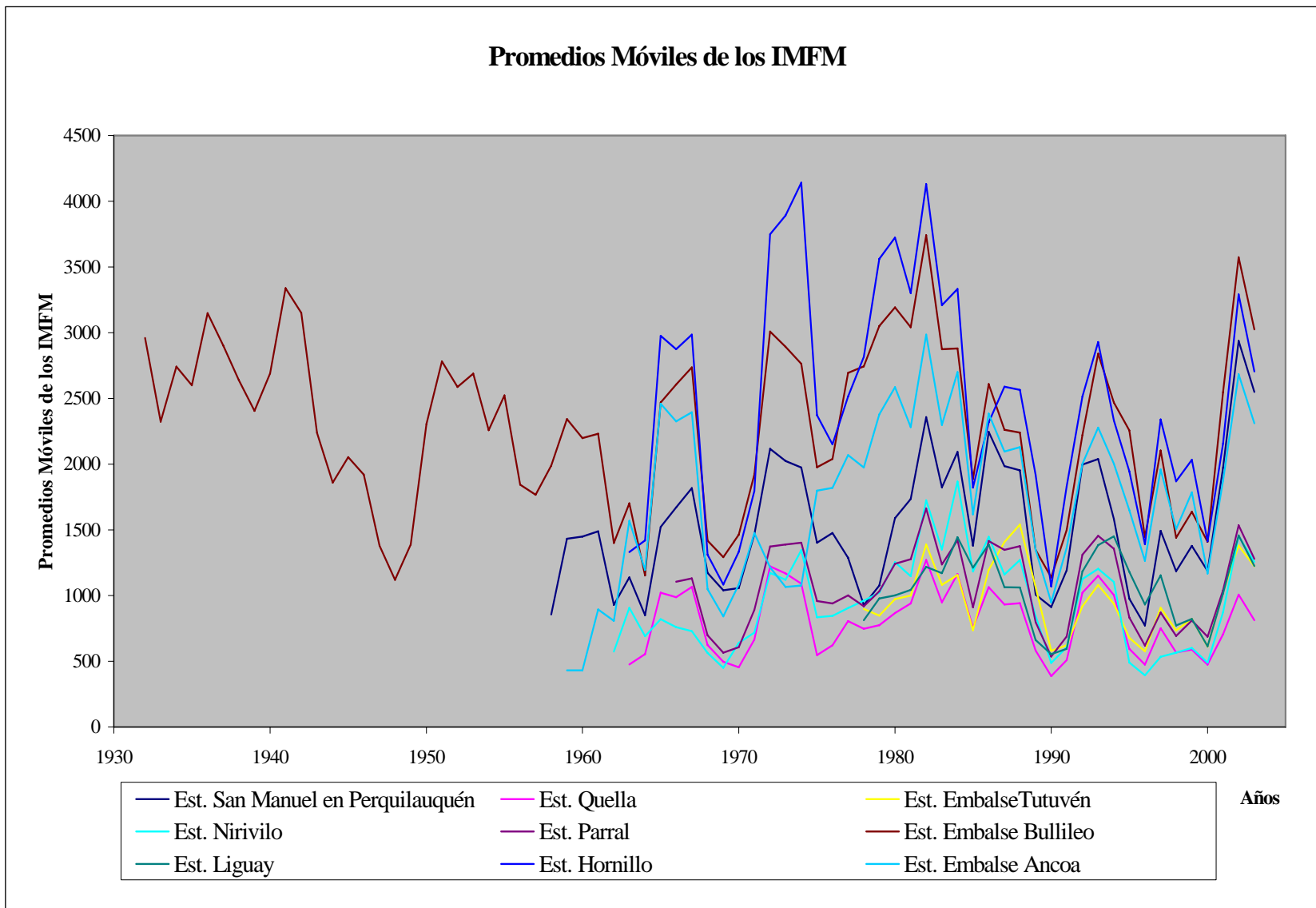


Figura 6b. Promedios móviles para los IMFM.



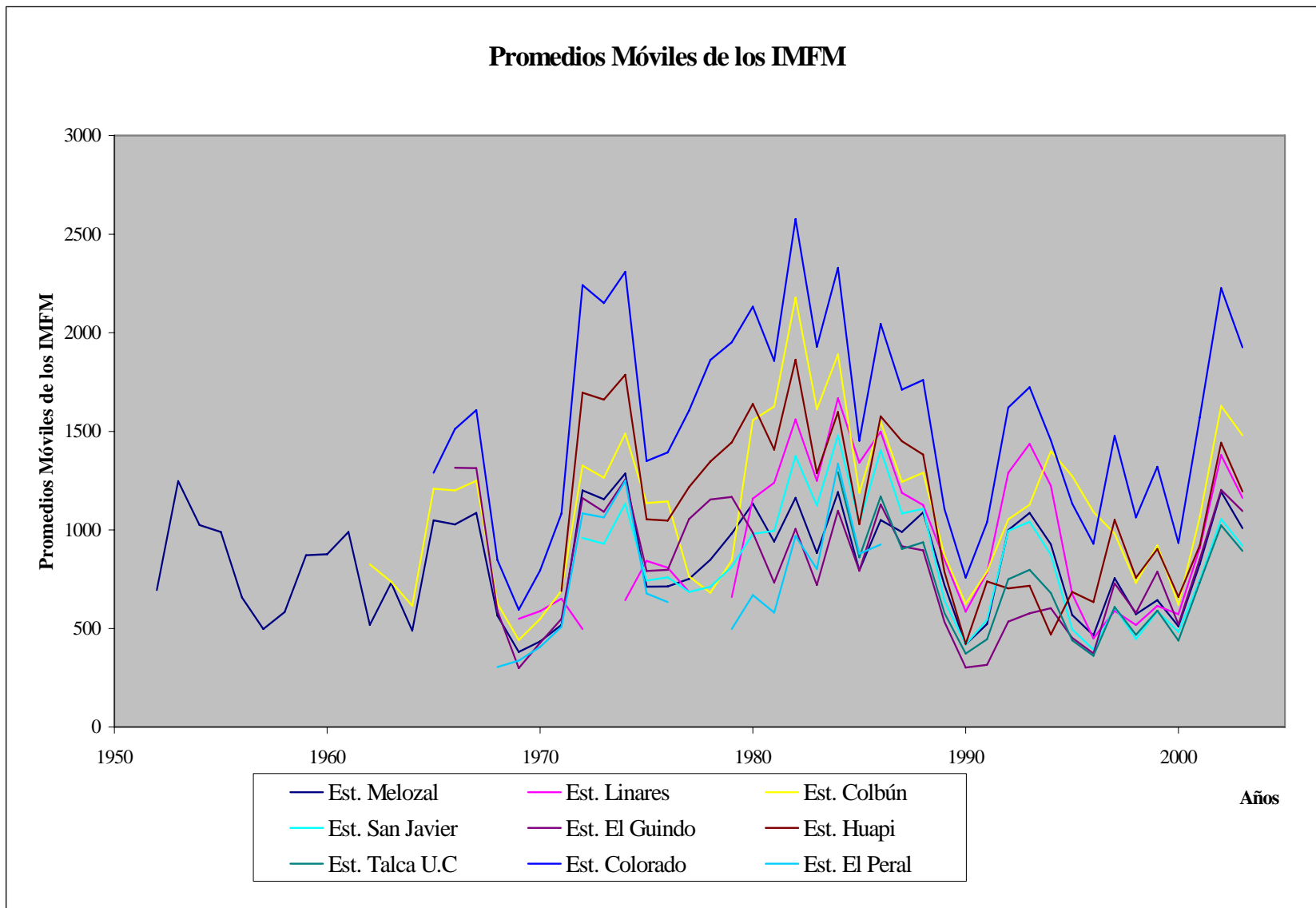


Figura 6c. Promedios móviles para los IMFM.

### **6.3.- Ajuste a la función de Distribución de probabilidad de Gumbel**

#### **6.3.1.- Prueba de Bondad de Ajuste**

En el apéndice 6, se muestran los resultados de la prueba utilizada para verificar el ajuste de los índices ICP, IF, IMF, IMFM, a la FDP de Gumbel.


#### **6.3.2.- Probabilidad de excedencia para los distintos períodos de cada estación**


En las tablas que a continuación se presentan, se encuentran las probabilidades de excedencia para los distintos períodos de tiempo de cada estación y asociadas a los ICP, IF, IMF, IMFM. Esto, con la finalidad de poder determinar alguna variación entre los lapsos de tiempo en que se dividió la serie de datos de cada estación. En el caso del Índice de Concentración de las Precipitaciones, se asumió un valor de excedencia del 30 %, que sería similar a decir que las precipitaciones, según CAZALAC (2005), tienen un comportamiento altamente estacional. Por su parte, para los Índices de Fournier, Índice Modificado de Fournier e Índice Modificado de Fournier-Maule, se consideró el promedio anual de toda la serie, como valor de excedencia.

Por otra parte, las estaciones El Manzano, Santa Susana, Potrero Grande, Curicó, Lontué, Embalse Tutuvén, Liguay, Linares, San Javier, Huapi, Talca U.C y Fundo El Peral, no se puede inferir algún comportamiento, producto de que la serie no lo permite para los períodos definidos.

Tabla 9. Valores para la probabilidad de exceder el 30 % del ICP

Estación	P(x > X)	Período			
		1916-1940	1941-1960	1961-1980	1981-2003
Los Queñes	P(X > 30)	0,21396	0,01630	0,09023	0,05888
El Manzano	P(X > 30)	----	----	----	0,11600
Santa Susana	P(X > 30)	----	----	----	0,23347
Potrero Grande	P(X > 30)	----	----	----	0,12891
Curicó	P(X > 30)	----	----	----	0,1349
Lontué	P(X > 30)	----	----	----	0,09675
Gualleco	P(X > 30)	----	----	0,15182	0,14251
Armerillo	P(X > 30)	----	0,26068	0,04454	0,04731
Embalse Digua	P(X > 30)	----	----	0,05079	0,00487
San Manuel en Perquillauquén	P(X > 30)	----	----	0,03142	0,00874
Quella	P(X > 30)	----	----	0,10670	0,05496
Embalse Tutuvén	P(X > 30)	----	----	----	0,008477
Nirivilo	P(X > 30)	----	----	0,11742	0,14027
Parral	P(X > 30)	----	----	0,01685	0,01506
Embalse Bullileo	P(X > 30)	----	0,00615	0,00388	0,00789
Liguay	P(X > 30)	----	----	----	0,02589
Hornillo	P(X > 30)	----	----	0,30382	0,06852
Embalse Ancoa	P(X > 30)	----	----	0,19402	0,03866
Melozal	P(X > 30)	----	----	0,07757	0,05943
Linares	P(X > 30)	----	----	----	0,02463
Colbún (Maule Sur)	P(X > 30)	----	----	0,06287	0,08689
San Javier	P(X > 30)	----	----	----	0,5906
El Guindo	P(X > 30)	----	----	0,04259	0,07451
Huapi	P(X > 30)	----	----	----	0,13926
Talca U.C	P(X > 30)	----	----	----	0,08419
Colorado	P(X > 30)	----	----	0,01466	0,05411
Fundo El Peral	P(X > 30)	----	----	0,16492	----

 Tendencia al aumento en la probabilidad de exceder el 30 % del Índice de Concentración de las Precipitaciones.


 Tendencia a la disminución en la probabilidad de exceder el 30 % del Índice de Concentración de las Precipitaciones.

De esta manera las estaciones Los Queñes, Gualleco, Armerillo, Embalse Digua, San Manuel en Perquilauquén, Quella, Parral, Hornillo, Embalse Ancoa y Melozal presentan tendencia a la baja en la probabilidad de exceder el 30 % del Índice de Concentración de las Precipitaciones. En cuanto a las estaciones Nirivilo, Embalse Bullileo, Colbún, El Guindo y Colorado, estas presentan una tendencia al aumento en la probabilidad de superar el 30 % del ICP.

Tabla 10. Valores para la probabilidad de exceder el promedio anual del IF.

Estación	P(x > X)	Período			
		1916-1940	1941-1960	1961-1980	1981-2003
Los Queñes	P(X>155,19)	0,2553	0,1895	0,5625	0,5708
El Manzano	P(X>203,55)	----	----	----	0,4296
Santa Susana	P(X>135,54)	----	----	----	0,4296
Potrero Grande	P(X>161,22)	----	----	----	0,4296
Curicó	P(X>107,63)	----	----	----	0,4296
Lontué	P(X>97,51)	----	----	----	0,4296
Gualleco	P(X>126,61)	----	----	0,4163	0,4420
Armerillo	P(X>307,11)	----	0,4477	0,4527	0,3958
Embalse Digua	P(X>139,92)	----	----	0,3970	0,4572
San Manuel en Perquilauquén	P(X>143,40)	----	----	0,3844	0,4610
Quella	P(X>86,65)	----	----	0,3839	0,4570
Embalse Tutuvén	P(X>123,70)	----	----	----	0,4296
Nirivilo	P(X>122,48)	----	----	0,4025	0,4493
Parral	P(X>108,17)	----	----	0,4113	0,4406
Embalse Bullileo	P(X>194,30)	----	0,2538	0,4139	0,5272
Liguay	P(X>115,01)	----	----	----	0,4296
Hornillo	P(X>293,72)	----	----	0,4133	0,4414
Embalse Ancoa	P(X>199,85)	----	----	0,3965	0,4545
Melozal	P(X>98,27)	----	----	0,4336	0,4262
Linares	P(X>111,21)	----	----	----	0,4296
Colbún (Maule Sur)	P(X>134,72)	----	----	0,3597	0,4758
San Javier	P(X>103,01)	----	----	----	0,4296
El Guindo	P(X>93,90)	----	----	0,4950	0,3756
Huapi	P(X>121,01)	----	----	----	0,4296
Talca U.C	P(X>88,15)	----	----	----	0,4296
Colorado	P(X>172,82)	----	----	0,4189	0,4381
Fundo El Peral	P(X>81,71)	----	----	0,4296	----

 Tendencia al aumento en la probabilidad de exceder el valor promedio del IF.


 Tendencia a la disminución en la probabilidad de exceder el valor promedio del IF.

Por su parte las estaciones Los Queñes, Gualleco, Embalse Digua, San Manuel en Perquilauquén, Quella, Nirivilo, Parral, Embalse Bullileo, Hornillo, Embalse Ancoa, Colbún y Colorado, presentan tendencia al aumento en la probabilidad de exceder el promedio anual del IF. En las estaciones Armerillo, Melozal y el Guindo, la tendencia es a la baja.

Tabla 11. Valores para probabilidad de exceder el promedio anual del IMF.

Estación	P(x > X)	Período			
		1916-1940	1941-1960	1961-1980	1981-2003
Los Queñes	P(X>293,5)	0,2741	0,1877	0,5812	0,5741
El Manzano	P(X>342,56)	----	----	----	0,4296
Santa Susana	P(X>214,58)	----	----	----	0,4296
Potrero Grande	P(X>273,25)	----	----	----	0,4296
Curicó	P(X>179,01)	----	----	----	0,4296
Lontué	P(X>163,97)	----	----	----	0,4296
Gualleco	P(X>219,88)	----	----	0,3956	0,4596
Armerillo	P(X>571,77)	----	0,4906	0,4434	0,3579
Embalse Digua	P(X>281,49)	----	----	0,4190	0,4401
San Manuel en Perquilauquén	P(X>286,18)	----	----	0,3726	0,4694
Quella	P(X>158,73)	----	----	0,4068	0,4481
Embalse Tutuvén	P(X>215,42)	----	----	----	0,4296
Nirivilo	P(X>212,67)	----	----	0,4018	0,4504
Parral	P(X>202,00)	----	----	0,4133	0,4397
Embalse Bullileo	P(X>394,17)	----	0,3274	0,4430	0,4806
Liguay	P(X>211,33)	----	----	----	0,4296
Hornillo	P(X>511,95)	----	----	0,4389	0,4205
Embalse Ancoa	P(X>364,82)	----	----	0,3925	0,4575
Melozal	P(X>178,2)	----	----	0,4338	0,4261
Linares	P(X>205,74)	----	----	----	0,4296
Colbún (Maule Sur)	P(X>239,02)	----	----	0,3777	0,4714
San Javier	P(X>182,95)	----	----	----	0,4296
El Guindo	P(X>173,34)	----	----	0,5070	0,3642
Huapi	P(X>213,49)	----	----	----	0,4296
Talca U.C	P(X>160,69)	----	----	----	0,4296
Colorado	P(X>315,50)	----	----	0,4264	0,4323
Fundo El Peral	P(X>164,82)	----	----	0,4296	----

 Tendencia al aumento en la probabilidad de exceder el valor promedio del IMF.

 Tendencia a la disminución en la probabilidad de exceder el valor promedio del IMF.


En cuanto al IMF, las estaciones Los Queñes, Gualleco, Embalse Digua, San Manuel en Perquilauquén, Quella, Nirivilo, Parral, Embalse Bullileo, Embalse Ancoa, Colbún y Colorado, presentan tendencia al aumento en la probabilidad de exceder su promedio anual. En las estaciones Armerillo, Hornillo, Melozal y el Guindo, se verifica una tendencia a disminuir el valor de la probabilidad de excedencia.


Tabla 12. Valores para la Probabilidad de exceder el promedio anual del IMF.

Estación	P(x > X)	Período			
		1916-1940	1941-1960	1961-1980	1981-2003
Los Queñes	P(X>1408,04)	0,2729	0,2363	0,5827	0,5436
El Manzano	P(X>1460,93)	----	----	----	0,4296
Santa Susana	P(X>860,87)	----	----	----	0,4296
Potrero Grande	P(X>1218,35)	----	----	----	0,4296
Curicó	P(X>741,64)	----	----	----	0,4296
Lontué	P(X>719,93)	----	----	----	0,4296
Gualleco	P(X>922,96)	----	----	0,3824	0,4693
Armerillo	P(X>2716,51)	----	0,4908	0,4475	0,3654
Embalse Digua	P(X>1543,41)	----	----	0,4340	0,4250
San Manuel en Perquilauquén	P(X>1567,81)	----	----	0,3672	0,4741
Quella	P(X>781,15)	----	----	0,4251	0,4341
Embalse Tutuvén	P(X>974,54)	----	----	----	0,4296
Nirivilo	P(X>934,23)	----	----	0,3946	0,4572
Parral	P(X>1054,49)	----	----	0,4151	0,4396
Embalse Bullileo	P(X>2218,72)	----	0,3865	0,4600	0,4331
Liguay	P(X>1061,65)	----	----	----	0,4296
Hornillo	P(X>2410,50)	----	----	0,4522	0,4048
Embalse Ancoa	P(X>1817,40)	----	----	0,3899	0,4615
Melozal	P(X>833,81)	----	----	0,4425	0,4168
Linares	P(X>1013,91)	----	----	----	0,4296
Colbún (Maule Sur)	P(X>1112,02)	----	----	0,3762	0,4765

Tabla 12. Continuación.

Estación	P(x > X)	Período			
		1916-1940	1941-1960	1961-1980	1981-2003
San Javier	P(X>846,31)	----	----	----	0,4296
El Guindo	P(X>813,64)	----	----	0,5066	0,3611
Huapi	P(X>995,70)	----	----	----	0,4296
Talca U.C	P(X>741,47)	----	----	----	0,4296
Colorado	P(X>1535,09)	----	----	0,4334	0,4264
Fundo El Peral	P(X>735,42)	----	----	0,4296	----

 Tendencia al aumento en la probabilidad de exceder el valor promedio del IMFM.

 Tendencia a la disminución en la probabilidad de exceder el valor promedio del IMFM

Por último en las estaciones Los Queñes, Gualleco, San Manuel en Perquillauquén, Quella, Nirivilo, Parral, Embalse Bullileo, Embalse Ancoa, Colbún, presentan tendencia al aumento en la probabilidad de exceder su promedio anual. Situación contraria es la que ocurre con las estaciones Armerillo, Hornillo, Melozal y el Guindo.

## 7.- ANÁLISIS DE RESULTADOS

### 7.1.- Análisis del comportamiento de las precipitaciones y los Índices utilizados

En la siguiente tabla, se muestra la tendencia temporal que cada estación manifestó. Los signos positivos (+) significan tendencia al aumento y los signos negativos (-) representan tendencia a la baja, para los valores anuales de las precipitaciones y para los Índices analizados.

Tabla 13. Resumen de las tendencias de precipitación y los indicadores utilizados.

Estación	Período de registro	Tendencia Pp	Tendencia ICP	Tendencia IF	Tendencia IMF	Tendencia IMFM
Los Queñes	1918-2003	+	-	+	+	+
El Manzano	1959-2003	+	-	+	+	+
Santa Susana	1981-2003	+	+	+	+	+
Potrero Grande	1971-2003	-	-	+	-	-
Curicó	1971-2003	-	-	-	-	-
Lontué	1969-2003	-	+	-	-	-
Gualleco	1961-2003	+	+	+	+	+
Armerillo	1916-2003	-	-	-	-	-
Embalse Digua	1947-2003	-	-	-	-	-
San Manuel en Perquillauquén	1956-2003	+	+	+	+	+
Quella	1961-2003	-	+	+	+	-
Embalse Tutuvén	1975-2003	-	-	-	-	-
Nirivilo	1956-2003	+	+	+	+	+
Parral	1964-2003	-	+	+	+	+
Embalse Bullileo	1930-2003	-	+	+	+	-
Liguay	1975-2003	-	+	+	+	-
Hornillo	1961-2003	-	+	+	+	-
Embalse Ancoa	1957-2003	+	-	+	+	+
Melozal	1950-2003	+	-	+	+	-
Linares	1967-2003	+	-	-	-	+
Colbún (Maule Sur)	1959-2003	+	-	+	+	+



Tabla 13. Continuación.

Estación	Período de registro	Tendencia Pp	Tendencia ICP	Tendencia IF	Tendencia IMF	Tendencia IMFM
San Javier	1970-2003	-	+	-	-	-
El Guindo	1964-2003	-	+	-	-	-
Huapi	1969-2003	-	+	-	-	-
Talca U.C	1982-2003	-	+	-	-	-
Colorado	1963-2003	-	+	+	+	-
Fundo El Peral	1966-1986	+	+	+	+	+

### 7.1.1.- Tendencias de las precipitaciones

Por medio de los promedios móviles, se pudo definir la tendencia de cada estación, es decir si los valores de precipitación en su comportamiento temporal, presentaban un incremento o decremento global.

A partir de esta información, se pudo apreciar que la mayoría de las estaciones mostraron una tendencia a la baja en sus montos de precipitación, (16 de las 27 estaciones). Sin embargo, en las estaciones que poseen una longitud de la serie de datos mayor a 40 años, de un total de 15 estaciones, 8 presentan tendencia a la baja y 7 tendencia a aumentar; de igual forma, en las estaciones con menos de 40 años de datos, 8 de las 12, denotaron tendencia a la baja y sólo 4 tendencia a aumentar. Por tanto, de esta forma se visualiza que la tendencia al aumento o al decremento de los montos de precipitación, parece estar ligado a la longitud de la serie de datos.

En relación a la ubicación espacial, las estaciones ubicadas en la cordillera y precordillera andina, manifestaron mayoritariamente una tendencia a la baja en los montos de precipitación, (10 de 15), en tanto que en las estaciones situadas en la depresión intermedia y en la cordillera de la costa, la mitad de las estaciones mostró tendencia a la baja y la otra mitad una tendencia al aumento de las cantidades de precipitación anual.

Por tanto, se visualiza que es en la cordillera y precordillera andina, donde los montos de precipitación se ven más afectados.

A continuación en la figura 7, se muestran las estaciones en la Región y sus tendencias de precipitación según los Promedios Móviles.

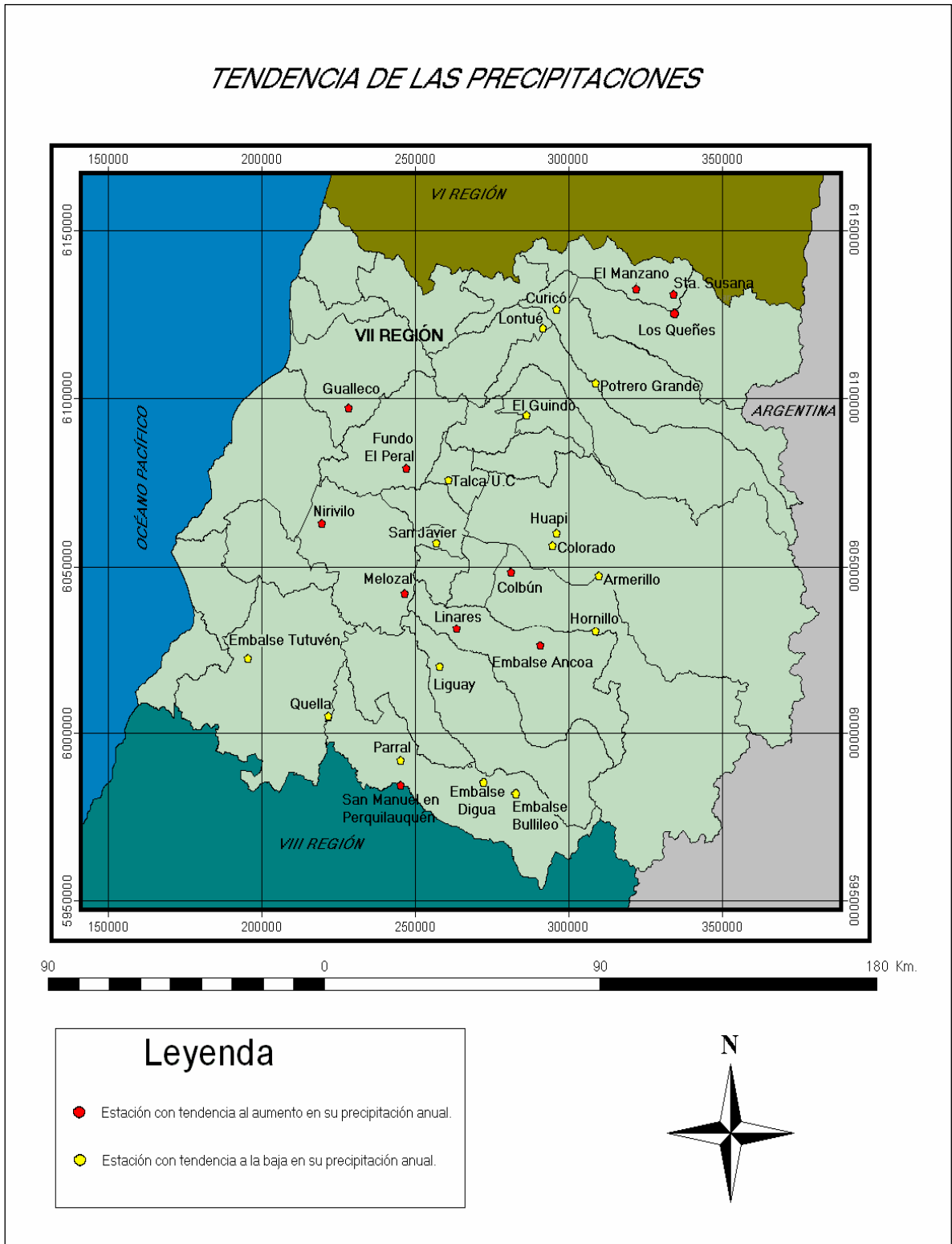


Figura 7. Fuente: Mena *et al* (2005), Laboratorio de SIG, Universidad de Talca, Ingeniería Forestal.

En el mismo contexto, es importante visualizar el monto de las disminuciones o los aumentos en la Región del Maule. Así, la tabla 8 muestra los valores promedio para cada década y en donde se advierte claramente, que la década del 90 es la que denota valores más bajos de precipitación; le sigue en aumento la década del 60 y la del 70 y 80 con montos muy similares pero con diferencias en su variación temporal (ver apéndice ...). El último tramo sólo considera el periodo 2000/2003, por lo que no es aún representativo, aunque manifiesta una clara tendencia al aumento de las precipitaciones en el promedio regional.

Tabla 14. Promedios de precipitación para las décadas '60, '70, '80, '90.

Estación	60-69	70-79	80-89	90-99	00-03
Los Queñes	1311,4	1349	1400,9	1271	1505
El Manzano	1005,1	1621	1272,9	1151	1476
Santa Susana	-----	-----	575,12	715	1005
Potrero Grande	-----	1140	1093,8	995	1314
Curicó	-----	683,2	677,78	601	806
Lontué	-----	659,7	726,99	559	728,5
Gualleco	648,56	828,5	951,47	710	968,4
Armerillo	1938,6	2662	2544,5	2015	2473
Embalse Digua	1365,3	1463	1532,5	1365	1704
San Manuel en Perquillauquén	1269,3	1393	1513,1	1305	1794
Quella	629,83	725,8	775,7	666	724,2
Embalse Tutuvén	-----	858,1	991,7	799	998,1
Nirivilo	702,11	862,6	981,1	686	941,9
Parral	849,42	992,3	1049	900	1062
Embalse Bullileo	1872	2290	2220,4	1926	2459
Liguay	-----	888,8	1004	938	1042
Hornillo	1722,7	2451	2279,2	1936	2362
Embalse Ancoa	1344,2	1583	1708	1500	1779
Melozal	668,65	793,9	806,1	675	832,5
Linares	664,73	750,4	1004	774	937,6
Colbún (Maule Sur)	843,28	990,4	1158	942	1114
San Javier	-----	756,7	878,6	653	802,4
El Guindo	677,07	805,5	737,73	577	820,9
Huapi	-----	1109	1088,7	779	1043
Talca U.C	-----	-----	746,9	571	720,5
Colorado	1129	1521	1518,1	1243	1540
Fundo El Peral	471,88	658,7	690,7	-----	-----
<b>Promedio</b>	<b>1062</b>	<b>1193</b>	<b>1182</b>	<b>1010</b>	<b>1267</b>
<b>Coefficiente de Variación (%)</b>	<b>42,9</b>	<b>48</b>	<b>43,6</b>	<b>44</b>	<b>43</b>

Luego, se aprecia que las décadas más importantes en términos de tendencia resultan ser la del '80 y la del '90. Esto porque hasta la década del '80, los promedios tienden a aumentar; sin embargo en la del '90, se aprecia la existencia de un descenso en los valores promedio de precipitación.

La disminución promedio entre la década del 80 y la del 90 es de un 14,6%; entre la década del 70 y la del 80 el promedio es prácticamente el mismo; y la del '60 manifiesta en promedio, un 10 % menos que la del 80. Sin embargo, los últimos 4 años manifiestan un aumento de un 25% con respecto a la década del 90, por todo esto no es posible señalar que existe una tendencia estable hacia un o decremento de las precipitaciones.

## **7.2.- Análisis de los Índices utilizados en el estudio**

### **7.2.1.- Índice de Concentración de las Precipitaciones**

Al revisar la tendencia de la concentración de las precipitaciones, se pudo constatar que las estaciones ubicadas en la zona de la Cordillera Andina, Depresión Intermedia y Cordillera de la Costa, presentan mayoritariamente tendencia al incremento en los valores del ICP, en función del tiempo.

Pese a lo anteriormente señalado, se evidenció que independiente de la tendencia existente en las estaciones analizadas de la Región, la concentración de las precipitaciones se ha mantenido relativamente estable en el tiempo, (ICP del 23 % aproximadamente), con valores que en promedio reflejan un comportamiento *Altamente Estacional*, según la clasificación propuesta por CAZALAC (2005).

Por lo tanto, no es posible señalar en qué zona se encuentran más concentradas las lluvias, ya que todas presentan valores promedio muy similares de ICP (entre 17 y 25 %). Por otro lado, los coeficientes de variación de todas las estaciones estudiadas resultaron ser

bastante homogéneos entre sí y por tanto no se puede establecer con claridad un cambio en la distribución anual de las precipitaciones.

### 7.2.2.- Índices de Fournier

La distribución zonal y temporal de la agresividad del clima, muestra un patrón de comportamiento muy heterogéneo, el que se observa principalmente en las zonas montañosas y escarpadas durante el periodo de lluvias resultando más estable, en los meses secos del año.

En cuanto a la componente espacial del IF, se pudo observar que en la cordillera y precordillera andina se encuentran los valores promedio más altos de agresividad del clima en la Región. Así también, se pudo establecer según la reclasificación del IF basada en la utilizada por CAZALAC (2005), que en la zona de la Cordillera y precordillera Andina, las precipitaciones han sido en promedio (IF de 170 aproximadamente), *Altamente Agresivas*. En este mismo contexto es importante de destacar que esta zona se caracterizó por ser la de mayor variabilidad en términos de la agresividad del clima, seguida por la Cordillera de la Costa y luego la Depresión Intermedia.

Por su parte los sectores de la cordillera de la costa y depresión intermedia presentaron valores promedio para el IF de 116 y 103 los cuales son relativamente similares y por tanto ambos quedan clasificados como *Moderadamente Agresivos*.

Luego, se constató además que la mayoría de las estaciones analizadas de la Región presentaron una tendencia al incremento en la agresividad de las lluvias. Así también, se pudo observar que las tres zonas componentes de la Región, Cordillera de los Andes, Depresión Intermedia y Cordillera de la Costa, presentan mayoritariamente estaciones con tendencia al aumento en la agresividad pluvial. Pese a esto, es difícil establecer algún tipo de relación en el tiempo entre las precipitaciones y los indicadores

utilizados para estimar la agresividad de las lluvias, ya que no se observó una clara relación, directa o inversa.

### 7.2.3.- Índice Modificado de Fournier

En relación al IMF, se pudo observar algo similar a lo planteado por el IF; esto, porque también clasificó a la cordillera y precordillera andina como la zona de mayor agresividad en la Región, es decir, que las precipitaciones son *Altamente Agresivas* según la reclasificación hecha para este estudio. Asimismo, esta zona se caracterizó por ser la de mayor variabilidad en términos de la agresividad del clima, seguida por la cordillera de la costa y luego la depresión intermedia.

Por su parte, los sectores de la Cordillera de la Costa y Depresión Intermedia presentaron valores promedio para el IMF de 203 y 194, los cuales son relativamente similares. Pese a esto el primer sector queda clasificado como de *Moderada Agresividad*, mientras que la depresión intermedia cabe dentro de la clasificación de *Baja Agresividad*.

En el marco de la tendencia mostrada por el IF y el IMF, estos coincidieron en 26 de las 27 estaciones analizadas. Las diferencias tanto en la tendencia como en la clasificación de la agresividad, se deben a que el IMF incluye los valores de todos los meses de precipitación, mientras que el IF sólo lo hace con el de mayor precipitación en el año.

Por otro lado, al igual que con el IF, se observó que la mayoría de las estaciones analizadas de la Región presentaron una tendencia al aumento de la Agresividad del Clima. De esta manera, la mayoría de las estaciones ubicadas en la Cordillera de los Andes, Depresión Intermedia y Cordillera de la Costa presentaron tendencia al aumento en la agresividad pluvial. Sin embargo es difícil establecer algún tipo de relación en el tiempo entre las precipitaciones y los indicadores utilizados para estimar la agresividad de las lluvias, ya que no se observó una clara relación entre dichos parámetros.

Por otro lado, en todas las estaciones analizadas de la Región se pudo constatar que los valores del IF y los IMF son bastante heterogéneos entre un año y otro, de lo cual se desprende la existencia de una alta variabilidad en términos de la agresividad del clima (ver apéndice 7)

#### **7.2.4.- Índice de Fournier Modificado-Maule**

Al realizar el análisis del IMF, se pudo constatar la existencia de estaciones mayoritariamente con tendencia a la disminución de las precipitaciones por sobre su media. Dicho comportamiento se observó principalmente en las estaciones ubicadas en el sector de la Cordillera de los Andes, mientras que en la depresión intermedia y cordillera de la Costa, no existe una diferencia clara en cuanto al número de estaciones con tendencia al aumento o a la disminución de las precipitaciones, por sobre su media.

De esto se deduce, según los resultados de este índice, que las estaciones ubicadas en la precordillera andina son las que mas evidencian una tendencia general a la baja en los montos de las precipitaciones aunque eso no constituye en una expresión determinística por los antecedentes ya aportados.

#### **7.2.5.- Relación del ICP como función de las precipitaciones**

Al revisar las gráficas del Índice de Concentración de las Precipitaciones en función de las precipitaciones, se puede observar que en la mayoría de las estaciones existe una relación inversa entre las precipitaciones y la concentración de éstas. Es decir que mayoritariamente se observa que en la medida que las precipitaciones aumentan, éstas tienden a desconcentrarse.



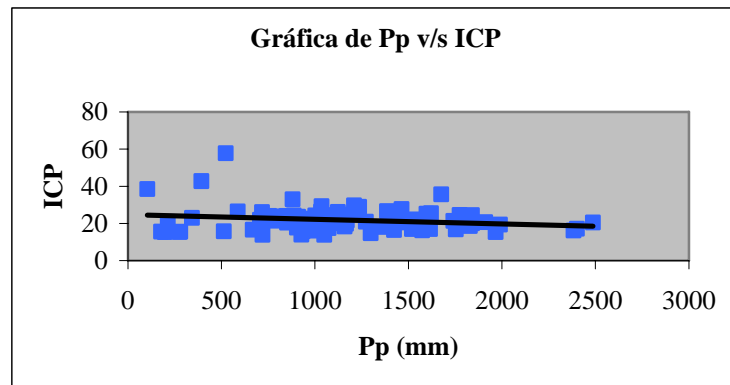


Figura 8. Precipitación anual v/s ICP de la estación Los Queñes.

Cabe destacar que éste fenómeno se observó en 23 de las 27 estaciones ubicadas en la Región y sólo se graficó con fines didácticos una de las que contenía la serie de más larga data.

#### 7.2.6.- Relación del IF como función de las Precipitaciones

En el marco de la agresividad de las precipitaciones, se pudo observar que los IF de todas las estaciones analizadas, presentan una relación directa entre las precipitaciones y la agresividad que éstas denotan. Es decir que, en la medida en que las precipitaciones aumentan, su agresividad también aumenta (ver figura 9).

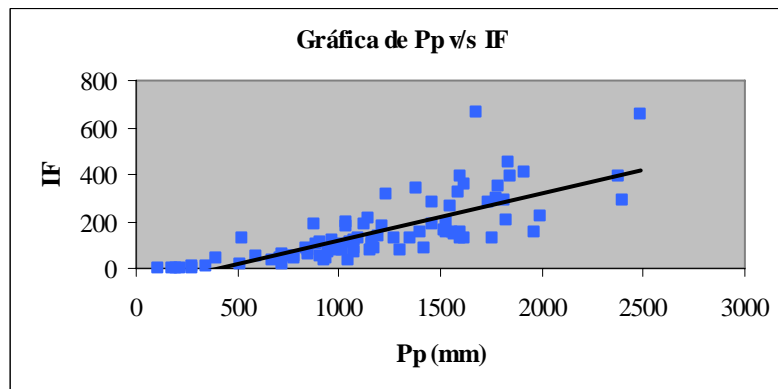


Figura 9. Precipitación anual v/s IF estación Los Queñes.

La situación recién mencionada fue observada en todas las estaciones de la Región, por lo que solo se grafico la estación Los Queñes que es una de las que posee los registros mas largos de precipitación.

### 7.2.7.- Relación del IMF como función de las Precipitaciones

Por su parte el IMF presentó el mismo comportamiento que el IF, es decir que en la medida que las precipitaciones aumentan, su agresividad también tiende a aumentar. Dicho fenómeno se observó en la totalidad de las estaciones analizadas de la Región.

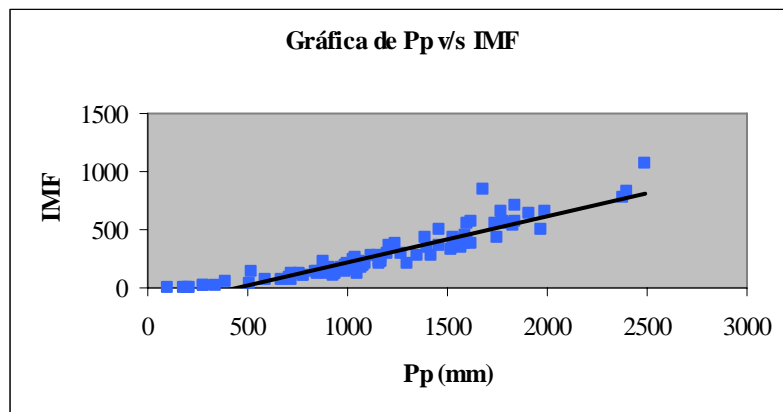


Figura 10. Precipitación anual v/s IMF estación Los Queñes.

### 7.2.8.- Relación del IMF como función de las Precipitaciones

Por último, al revisar la figura 11 se observa que a medida que las precipitaciones aumentan, aumenta de manera potencial el valor del IMF; es decir que existe una relación potencial entre la lluvia caída y la variación de esta con respecto a su media. Dicho fenómeno se produce en las veintisiete estaciones estudiadas. A modo de ejemplo se grafica una de las estaciones que contienen la mayor cantidad de datos en la Región.

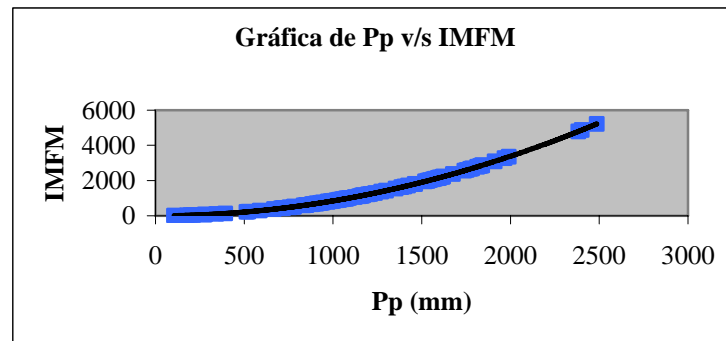


Figura 11. Precipitación anual v/s IMFM de la estación Los Queñes.

### 7.2.9.- Períodos con mayor influencia en las tendencias de las precipitaciones

Al revisar los valores de probabilidad calculados para los diferentes periodos y expuestos en la Tabla 6, se pudo inferir que existen diferencias en las probabilidades de excedencia entre los períodos analizados. Así por ejemplo, de las 14 estaciones analizadas, el 57 % presentó un incremento en la probabilidad de exceder cierto valor promedio de precipitación entre los periodos 1961-1980 y 1981 y 2003. Por el contrario, el 43 % restante presentó una situación contraria. En base a esto se puede señalar que existe alguna década de los últimos cuarenta años que influye de mayor manera en la tendencia total de las precipitaciones.

De los promedios de precipitación vistos en la Tabla 14 para las décadas '60,'70, '80 y '90 se puede observar que las décadas de los '70 y '80 resultan ser de gran influencia en cuanto a la tendencia total de las precipitaciones ya que a partir de este momento la línea de tendencia comienza a ascender en distinta proporción en cada una de las estaciones analizadas.

### 7.2.9.1.- Influencia de la década del '90 en la tendencia de las precipitaciones

Al revisar los valores de la Tabla 15, se pudo verificar que una de las década que mayor influencia tiene sobre la tendencia total de las precipitaciones fue la década de los '90, ya que al realizar el análisis de las tendencias sin considerar dicho periodo, el 44 % de las estaciones presentó un cambio de negativo a positivo en su tendencia.

Tabla 15. Valores de la pendiente, para la serie de datos completa y sin la década de los '90.

Estación	Periodo de registro	Pendiente con la serie completa	Pendiente sin la década de los '90	Variación de la tendencia
Los Queñes	1918-2003	6,93	8,77	No
El Manzano	1959-2003	4,02	13,62	No
Santa Susana	1981-2003	20,81	61,35	No
Potrero Grande	1971-2003	-1,71	2,05	Sí
Curicó	1971-2003	-3,09	-2,56	No
Lontué	1969-2003	-4,93	0,41	Sí
Gualleco	1961-2003	1,74	10,62	No
Armerillo	1916-2003	-3,26	1,24	Sí
Embalse Digua	1947-2003	-6,6	-7,08	No
San Manuel en Perquilauquén	1956-2003	4,38	11,43	No
Quella	1961-2003	-0,49	2,59	Sí
Embalse Tutuvén	1975-2003	-3,89	6,31	Sí
Nirivilo	1956-2003	0,83	10,23	No
Parral	1964-2003	-0,1	5,7	Sí
Embalse Bullileo	1930-2003	-2,07	0,2	Sí
Liguay	1975-2003	-2,25	0,35	Sí
Hornillo	1961-2003	-0,26	14,62	Sí
Embalse Ancoa	1957-2003	10,07	21,06	No
Melozal	1950-2003	0,16	2,77	No
Linares	1967-2003	1,3	14,28	No
Colbún (Maule Sur)	1959-2003	2,89	9,68	No
San Javier	1970-2003	-5,74	0,1	Sí
El Guindo	1964-2003	-3,28	1,23	Sí
Huapi	1969-2003	-10,99	-5,35	No
Talca U.C	1982-2003	-7,73	-15,03	No
Colorado	1963-2003	-0,093	10,75	Sí
Fundo El Peral	1966-1986	11,34	13,12	No

Lo anteriormente señalado se puede visualizar al eliminar el periodo 1990/1999 y recalcular los promedios móviles de cada estación. De esta manera, se observa en casi todas las estaciones, a excepción de Embalse Digua, un incremento en el valor de la pendiente.

Por su parte todas las estaciones que tienen pendiente positiva con la serie completa de datos, no presentaron cambio en su tendencia, al eliminar la década del '90.

De esta forma, queda de manifiesto que el periodo 1990/1999 es uno de los más influyentes en la tendencia negativa de precipitación que las estaciones presentan con la serie completa de datos de precipitación.

## 8.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 8.1.- Conclusiones

De acuerdo a la investigación realizada, se puede concluir lo siguiente:

- Al revisar la tendencia de las precipitaciones, se observó que mayoritariamente en la Región existen estaciones con tendencia a la disminución de las precipitaciones, influenciada principalmente por la década de los '90.
- Por su parte, los montos de precipitación más altos se encuentran ubicados en la zona de la precordillera y Cordillera Andina, seguidos por la cordillera de la costa y Depresión intermedia
- En relación a la concentración temporal de las precipitaciones, se pudo verificar la existencia de ciertas tendencias que no significaron un evidente cambio en la composición anual de éstas. Es decir, las precipitaciones no han manifestado un cambio en la concentración anual de ninguna de las zonas estudiadas y por lo tanto basado en los valores del ICP obtenidos para la Región, queda de manifiesto que es una zona *Altamente estacional*.
- La VII Región presenta mayoritariamente una tendencia a la disminución de las precipitaciones, observado principalmente en la precordillera y Cordillera Andina, mientras que en la depresión intermedia y Cordillera de la Costa no se observó una clara tendencia en el comportamiento temporal de las precipitaciones. Sin embargo lo anterior puede ser relativizado ya que esto no se observó claramente en las estaciones de más larga data.

- En cuanto a los Índices de Agresividad del Clima (IF e IMF), se observó que en el sector de la precordillera de los Andes, la agresividad de las lluvias tiende a ser mayor que en todos los otros sectores.
- Por otro lado se pudo constatar que la Región, ha sido afectada a través del tiempo por una alta variabilidad climática, visualizada principalmente en las altas fluctuaciones que los indicadores de agresividad presentaron entre un año y otro.
- En relación al Índice creado para este estudio (IMFM), se pudo constatar que es el que mejor se relaciona con las precipitaciones. Por otro lado, éste indicó que existen mayoritariamente en la Región estaciones con tendencia a no superar el promedio anual de precipitación, visualizado principalmente en la precordillera Andina.
- En cuanto a la zona de la cordillera de la costa y depresión intermedia, éstas presentaron igual número de estaciones con tendencia al aumento y decremento de las precipitaciones respecto de su media anual (IMFM). Además se evidenció que en el período 2000/2003 todas las estaciones presentan una clara tendencia al aumento de las precipitaciones.

## **8.2.- Recomendaciones**

Las recomendaciones que se pueden hacer para el presente estudio y futuras investigaciones, similares a esta, son:

- Ampliar el número de estaciones utilizadas para el análisis de las precipitaciones, con el fin de abordar de mejor forma la variabilidad espacial que se presenta.
- Se sugiere además, realizar un análisis con las series de datos mensuales ya que a este nivel es posible visualizar variaciones que a nivel anual no se aprecian.
- Por otro lado resulta importante construir nuevos indicadores que permitan obtener otros antecedentes de las características climáticas de la zona de estudio.
- Por último, se recomienda ampliar este tipo de estudio a un mayor número de Regiones, ésto con la finalidad de captar la mayor variabilidad climática posible.



## **9.- BIBLIOGRAFÍA**

**ARAYA, S.** 2003. Análisis de la variación temporal de los caudales punta instantáneos en la cuenca del río Purapel, VII Región del Maule. Tesis Ingeniería. Forestal. Talca, Chile. Universidad de Talca, Escuela de Ciencias Forestales. 112 p.

**BOWN, F.** 2004. Cambios climáticos en la Región de Los Lagos y respuestas recientes del Glaciar Casa Pangué (41°08'S). Tesis para optar al grado de Magíster en Geografía. Santiago, Chile. Universidad de Chile. Escuela de Postgrado. 131 p.

**CONAMA** (Corporación Nacional del Medio Ambiente, Chile). (s.f). Recursos Hídricos, Cuarta Región de Coquimbo. (en línea). Consultado 26 de mayo 2005. Disponible en: [http://www.conama.cl/certificacion/1142/articles-29099\\_recurso\\_3.pdf](http://www.conama.cl/certificacion/1142/articles-29099_recurso_3.pdf)

**CUADRAT, J.M.; PITA, M.F.** 2000. Climatología. 2<sup>a</sup>. ed. Madrid. Editorial Cátedra. 496p.

**DONOSO, M.** 2005. IX Jornadas de Trabajo CONAPHI, El agua y su impacto en el desarrollo de Chile; desafío al 2025. 3° Ponencia. Santiago de Chile.

**D.G.A.** 1977. Estudio red Meteorológica: Hoyas Rapel al Bío-Bío. Departamento de Hidrología. 211 p.

**DIRECCIÓN METEOROLÓGICA DE CHILE.** 2005. Descripción Meteorológica de la VII Región. Chile. Consultado 20 de jun. 2005. Disponible en: [http://www.meteochile.cl/climas/climas\\_septima\\_region.html](http://www.meteochile.cl/climas/climas_septima_region.html)

**FARFÁN, J.** 2002. Determinación de la Erosividad pluvial (R) de la Ecuación Universal de Pérdidas de Suelo, para las estaciones pluviométricas de la VII Región del Maule. Tesis Ing. Forestal. Talca, Chile. Universidad de Talca, Escuela de Ciencias Forestales. 111 p.

**FERNANDES, S.** 1995. Manual de Climatología Aplicada. Clima, Medio Ambiente y Planificación. Madrid. Editorial Síntesis S.A. 285 p

**FOURNIER, F.** 1960. Climat et Erosion. Ed Presses Unisitaeres de France. Paris. 201 p

**GREENPEACE. (S.F.).** Climate change and river flooding. 1994. USA. Consultado 23 ago.2004.Disponible en:[http://archive.greenpeace.org/climate/flood\\_report/preface.Html](http://archive.greenpeace.org/climate/flood_report/preface.Html)

**IROUMÉ, A.** 1992. Precipitación, escorrentía y producción de sedimentos en suspensión en una cuenca cercana a Valdivia, Chile. Bosque 13(2): 15-23.

**JORDÁN, A.; BELLINFANTE, N.** 2000. Cartografía de la Erosividad de la Lluvia Estimada a partir de datos pluviométricos mensuales en el Campo de Gibraltar (Cádiz). Edafología. Volumen 7-3. 10 p.

**LOBO, D.; GABRIELS, D.; OVALLES, F.; SANTIBAÑEZ, F.; MOYANO, M.; AGUILERA, RAÚL.; PIZARRO, R.; SANGÜESA, C.; URRAS, N.** 2005. Guía Metodológica para la Elaboración del Mapa de Zonas Áridas, Semiáridas y Sub-húmedas Secas de América Latina y El Caribe. CAZALAC, PHI-UNESCO. 66 p.

**MIDEPLAN.** 1998. Cuencas Hidrográficas en Chile: Diagnósticos y Proyectos. Santiago, Chile. 205 p.

**NAVARRETE, D.** 2004. Propuesta Metodológica Para El Análisis Territorial En La Cuenca Hidrográfica Del Estero El Peral, Comuna de Carahue, IX Región. Tesis Licenciado en Recursos Naturales. Temuco, Chile. Universidad Católica de Temuco Facultad de Ciencias. 156 p

**OLIVER, J. E.** 1980. Monthly precipitation distribution: a comparative index. Professional Geographer 32(3):300-309.

**PIZARRO, R; NOVOA, P.** 1986. Elementos Técnicos de Hidrología I. Instructivos Técnicos. Corporación Nacional Forestal, Ministerio de Agricultura. La Serena, Chile. 57 p

**PIZARRO, R.; HERNÁNDEZ, I; MUÑOZ, J.; TORRES, H; TORRES, G.** 1988. Elementos técnicos de Hidrología II. La Serena. Chile. CONAF.87 p.

**PIZARRO, R.; GONZÁLES, P.; WITTERSHEIM, M.; SAAVEDRA, J Y SOTO, C.** 1993. Elementos técnicos de Hidrología III. Proyecto Regional sobre el uso y conservación del recurso hídrico en áreas de América Latina y el Caribe. UNESCO-ORICYT. Editorial Universidad de Talca, Chile. 125 p.

**PIZARRO, R; SANGÜESA, C; FLORES, J; MARTINEZ, E; GARCÍA, J.** 2004. Elementos de Ingeniería Hidrológica para el Mejoramiento de la Productividad Silvícola. Proyecto FDI-CORFO. Editorial Universidad de Talca. Talca, Chile 146 p.

**PIZARRO, R; SANGÜESA, C; FLORES, J; MARTINEZ, E.** 2005. Elementos de Ingeniería Hidrológica para el Mejoramiento de la Productividad Silvícola. Proyecto FDI-CORFO. Editorial Universidad de Talca. Talca, Chile. 178 p

**SCHULZE, R.E.; MAHARAJ, R.; LYNCH, S.D.; HOWE, B.J.; MELVIL-THOMSON, B.** 1997. South African atlas of agrohydrology and – climatology. Section 4 precipitation. (en línea). South African. Consultado 17 de Oct. 2004. Disponible en: <http://amanzi.beeh.unp.ac.za/ageng/users/lynch/atlas.htm>

# *APÉNDICES*

## APÉNDICE 1. Precipitaciones anuales

En las Sigüientes ocho tablas, se muestran las precipitaciones anuales de las 27 estaciones seleccionadas. La información base fue extraída de estaciones pluviométricas de la VII Región.

Tabla 1. Precipitación anual de las estaciones seleccionadas (mm).

Estación Los Queñes						Estación El Manzano			
AÑO	Pp Anual	AÑO	Pp Anual	AÑO	Pp Anual	AÑO	Pp Anual	AÑO	Pp Anual
1918	1353	1947	1160	1976	1090,7	1959	464	1996	836
1919	1990	1948	1547	1977	1784,1	1960	700,9	1997	2309
1920	1590	1949	1033	1978	1839,8	1961	1280	1998	275,1
1921	1210	1950	1519	1979	1460,4	1962	679,5	1999	1169
1922	1002	1951	1159	1980	1753,3	1963	1242	2000	1691
1923	587,9	1952	1073	1981	1237	1964	503,1	2001	1323
1924	213	1953	1564	1982	2486,5	1965	1279,2	2002	1858
1925	779	1954	994	1983	1071,9	1966	1715,8	2003	1033
1926	1036	1955	911	1984	1813,2	1967	640,2		
1927	904	1956	987	1985	851	1976	1354,5		
1928	523	1957	944	1986	1531,7	1977	1978		
1929	720	1958	1058	1987	1596,9	1978	1755,5		
1930	393	1959	1616	1988	780,2	1979	1396		
1931	1574	1960	971	1989	886,8	1980	1585,5		
1932	1594,9	1961	1601,5	1990	927,8	1981	1071,4		
1933	1534	1962	881	1991	1423,2	1982	2353		
1934	1621	1963	1967	1992	1773,8	1983	1026,5		
1935	280	1964	835	1993	1403,2	1984	1706		
1936	177	1965	1829	1994	1166,8	1985	806,4		
1937	717	1966	1841	1995	1272,6	1986	1294,1		
1938	756	1967	935	1996	848,1	1987	1429,9		
1939	707	1968	513	1997	2383	1988	713		
1940	1020	1969	1740,5	1998	342,8	1989	743		
1941	668	1970	1079	1999	1171,1	1990	747,3		
1942	275	1971	1147	2000	1675,2	1991	1273		
1943	197	1972	2401,6	2001	1463	1992	1488,1		
1944	1123	1973	1198	2002	1911,3	1993	1108,5		
1945	1299	1974	104	2003	969,7	1994	1026		
1946	1050	1975	1385,8			1995	1277		



Tabla 3. Precipitación anual de las estaciones seleccionadas (mm).

Estación Armerillo				Estación Embalse Digua			
AÑO	Pp Anual	AÑO	Pp Anual	AÑO	Pp Anual	AÑO	Pp Anual
1916	1109,3	1975	2955,5	1947	122	1991	1591,7
1917	1542,4	1976	1913,5	1948	2373	1992	1997
1918	2736,7	1977	3287,4	1949	1927	1993	1725,8
1919	2748,6	1978	3112,5	1950	3369	1994	1333,5
1920	2696,3	1979	2048,4	1951	2161	1995	1389,6
1921	533,1	1980	3459,5	1952	1279	1996	852,7
1929	1012	1981	2419,5	1953	2471	1997	1797,7
1930	4275,2	1982	3947,6	1954	1752	1998	591,4
1931	2685,7	1983	1706,4	1955	1022	1999	1268,3
1932	2950,4	1984	2922,1	1956	1431	2000	1689,7
1933	2637,8	1985	1874,7	1957	1210	2001	1924,2
1934	3710,8	1986	3095,6	1958	1583	2002	2204,9
1935	2311	1987	2861,3	1959	1856	2003	996,1
1936	2552,4	1988	1747,2	1960	1267		
1937	3144,4	1989	1410,9	1961	1622,5		
1938	2053,7	1990	1377,9	1962	791,3		
1939	2434	1991	2960,3	1963	1654,3		
1940	3485,1	1992	2677,5	1964	995,7		
1941	3932	1993	2046,5	1965	2197		
1942	2497,8	1994	1512,7	1966	1637,4		
1943	2138,4	1995	2199,1	1967	1055,2		
1944	129,1	1996	1221,1	1968	841,5		
1948	2626,7	1997	3613,2	1969	1591,1		
1949	1872,5	1998	730	1970	1244,9		
1950	3010	1999	1816	1971	1502,4		
1951	3347	2000	2527,9	1972	2539,4		
1952	1687	2001	2426,1	1973	1133,3		
1953	2880	2002	3428,9	1974	1308,9		
1954	2021	2003	1509,9	1975	1901,2		
1955	1801			1976	1197,8		
1956	2299,2			1977	1791,7		
1957	1964			1978	1653,3		
1958	2588			1979	354,1		
1964	962,2			1980	2004,6		
1965	3413,7			1981	1596,9		
1966	2707,9			1982	2131,1		
1967	1322			1983	1158,2		
1968	760,5			1984	1747,5		
1969	2465,5			1985	1387,7		
1970	2102,5			1986	1824,6		
1971	1994,5			1987	1378,3		
1972	4376,5			1988	1173,5		
1973	2044			1989	922,1		
1974	2788,5			1990	1103,3		





Tabla 5. Precipitación anual de las estaciones seleccionadas (mm).

Estación Parral		Estación Embalse Bullileo				Estación Liguay		Estación Hornillo	
AÑO	Pp Anual	AÑO	Pp Anual	AÑO	Pp Anual	AÑO	Pp Anual	AÑO	Pp Anual
1964	613,3	1930	2763	1975	2599,4	1976	636,5	1961	651,5
1965	1200	1931	2278,3	1976	1803,4	1977	1038	1962	1194
1966	1181,5	1932	2516,8	1977	2725,8	1978	939	1963	2580,5
1967	671,8	1933	1874,4	1978	2660,2	1979	941,5	1964	998
1968	423,6	1934	2810,9	1979	2288,7	1980	1069,9	1965	3372
1969	1006,3	1935	2325,8	1980	2889,5	1981	1002,1	1966	2451,5
1970	758,2	1936	2659,5	1981	2469,3	1982	1179,9	1967	1304
1971	1000,6	1937	2509,7	1982	3126,2	1983	1003,5	1968	816
1972	1553,9	1938	1926,5	1983	1654,3	1984	1342,2	1969	2136,4
1973	786,6	1939	2357,5	1984	2476,4	1985	847,1	1970	1812,7
1974	1020,2	1940	2853	1985	1828,8	1986	1232,4	1971	1906,5
1975	1060,6	1941	2811	1986	2721,9	1987	926,5	1972	4128,9
1976	751,1	1942	2085,4	1987	1972,1	1988	842,4	1973	2049,9
1977	1106,3	1943	1495	1988	1787	1989	595	1974	2285,8
1978	938,9	1944	2336	1989	1278,5	1990	740,4	1975	2396,1
1979	946,5	1945	2365	1990	1593,2	1991	910,5	1976	1667
1980	1352,5	1946	1171	1991	2352,8	1992	1436,5	1977	2748,5
1981	992,9	1947	1404	1992	2510,7	1993	1064	1978	2769,7
1982	1419,2	1948	1977	1993	2556,7	1994	1011,6	1979	2746,6
1983	771,1	1949	1764	1994	1771,7	1995	1128,5	1980	2931,1
1984	1233,3	1950	2811	1995	2220,6	1996	645,8	1981	2228,9
1985	729,3	1951	2644,2	1996	1133,8	1997	1291,7	1982	3583,3
1986	1434,3	1952	1359	1997	2719,5	1998	401,3	1983	1643,1
1987	1152,8	1953	2926	1998	798,6	1999	749	1984	2401,3
1988	783	1954	2050	1999	1601,6	2000	1031,4	1985	1783,8
1989	616,7	1955	1890	2000	2433	2001	1154,2	1986	2422,8
1990	753,3	1956	2040	2001	2829,2	2002	1358,6	1987	2738,7
1991	1027,2	1957	1925	2002	3033,5	2003	622	1988	1738,8
1992	1478,3	1958	2236	2003	1541,4			1989	1319,9
1993	992,3	1959	2542					1990	1437,4
1994	878	1960	1663,5					1991	2811,5
1995	815,3	1961	2281,5					1992	2470
1996	604,6	1962	1041,8					1993	2170,9
1997	1225,7	1963	2174					1994	2025
1998	381,2	1964	1285,7					1995	1902,3
1999	843,1	1965	3098,6					1996	1080,8
2000	1067,4	1966	2368,6					1997	3188,2
2001	1083,7	1967	1578,7					1998	782
2002	1464,8	1968	1036,3					1999	1490,7
2003	630,9	1969	2191,7					2000	2489,5
		1970	1897,3					2001	2316
		1971	2007,3					2002	3077,2
		1972	3441,6					2003	1566,9
		1973	1685,2						
		1974	1788,1						

Tabla 6. Precipitación anual de las estaciones seleccionadas (mm).

Estación Embalse Ancoa				Estación Melozal				Estación Linares	
AÑO	Pp Anual	AÑO	Pp Anual	AÑO	Pp Anual	AÑO	Pp Anual	AÑO	Pp Anual
1957	573	2002	2375,6	1950	186,5	1995	703,8	1967	693,7
1958	710	2003	1141,9	1951	1076	1996	453,8	1968	471,1
1959	1055			1952	597	1997	990,9	1969	829,4
1960	574			1953	1125,5	1998	296	1970	760
1961	1613			1954	812,5	1999	605,3	1971	618
1962	847,5			1955	527,5	2000	829,2	1972	545
1963	1941,9			1956	725	2001	888,1	1974	974,3
1964	955			1957	551	2002	1088,9	1975	941
1965	2536,7			1958	685,5	2003	523,9	1976	460,9
1966	1779,4			1959	1081			1977	797
1967	1103,1			1960	561,5			1978	0,6
1968	599			1961	849,5			1979	906,9
1969	1491,9			1962	342			1980	1214,2
1970	1520,5			1963	889			1981	915,8
1971	1461,8			1964	426,5			1982	1278,5
1972	1018			1965	1169			1983	828,3
1973	1280			1966	863			1984	1378,7
1974	1481,1			1967	557			1985	897,2
1975	2072			1968	452			1986	1041,6
1976	1317,7			1969	577			1987	1056,8
1977	1821,9			1970	656			1988	805,8
1978	1967,2			1971	625			1989	620,1
1979	1886,1			1972	1361,6			1990	669,6
1980	2062,3			1973	576,3			1991	1072,1
1981	1581,5			1974	826,1			1992	1290,3
1982	2596			1975	756			1993	905,3
1983	1069,7			1976	578,4			1994	782,8
1984	2077,5			1977	877,2			1995	527,1
1985	1360			1978	887,4			1996	498,2
1986	2147,1			1979	794,5			1997	981,7
1987	1735,6			1980	1052,5			1998	312,5
1988	1413,7			1981	599,4			1999	702
1989	1038,1			1982	1060,9			2000	925,4
1990	1100,9			1983	694			2001	974
1991	1970,3			1984	1024,8			2002	1298,8
1992	1988,5			1985	489,2			2003	552,3
1993	1567			1986	1025,8				
1994	1625,7			1987	955,9				
1995	1535			1988	678,7				
1996	846			1989	479,4				
1997	2404,7			1990	494,5				
1998	549,9			1991	830,5				
1999	1409,5			1992	1137,6				
2000	1727,8			1993	661,8				
2001	1870,5			1994	579,3				



Tabla 8. Precipitación anual de las estaciones seleccionadas (mm).

<b>Estación Colorado</b>		<b>Estación Fundo El Peral</b>	
<b>AÑO</b>	<b>Pp Anual</b>	<b>AÑO</b>	<b>Pp Anual</b>
1963	1209,8	1966	555,5
1964	688,8	1967	416
1965	1852,4	1968	308
1966	1544,1	1969	608
1967	933,8	1970	552
1968	519,2	1971	537
1969	1155,1	1972	1208
1970	1304,4	1973	515
1971	1212,7	1974	800
1972	2480,7	1975	615
1973	1150,6	1976	425,6
1974	1460	1979	617,3
1975	1469,8	1980	839,6
1976	1227	1981	111,5
1977	1736	1982	1056,2
1978	1796,5	1983	623,8
1979	1371,1	1984	1012,7
1980	1941,2	1985	499,7
1981	1442,7	1986	691,3
1982	2208,6		
1983	1034,2		
1984	1936,5		
1985	1105,7		
1986	1880,7		
1987	1537,1		
1988	1194,2		
1989	900,1		
1990	957,3		
1991	1610,8		
1992	1798,1		
1993	1160,7		
1994	1213,5		
1995	1376,5		
1996	709,6		
1997	1936,8		
1998	409		
1999	1255,3		
2000	1462,9		
2001	1678,5		
2002	2076,3		
2003	943,5		

## APÉNDICE 2. Índice de Concentración de las Precipitaciones

En las Siguietes tablas se muestran los Índices de Concentración de las Precipitaciones (ICP) para las 27 estaciones seleccionadas. Su cálculo fue realizado en base a la información extraída de estaciones meteorológicas ubicadas en distintos lugares la Región del Maule y administradas por la Dirección General de Aguas (D.G.A).

Tabla 9. Valores anuales del Índice de Concentración de las Precipitaciones.

Estación Los Queñes						Estación El Manzano			
AÑO	ICP	AÑO	ICP	AÑO	ICP	AÑO	ICP	AÑO	ICP
1918	18,13	1947	19,86	1976	20,49	1959	35,58	1996	28,01
1919	19,38	1948	20,26	1977	21,13	1960	22,43	1997	16,58
1920	20,86	1949	26,39	1978	24,49	1961	20,63	1998	22,03
1921	29,72	1950	16,98	1979	20,49	1962	30,87	1999	22,16
1922	24,31	1951	18,37	1980	16,83	1963	38,69	2000	37,30
1923	26,49	1952	17,53	1981	28,99	1964	15,97	2001	27,97
1924	20,89	1953	19,23	1982	20,55	1965	20,71	2002	19,57
1925	21,83	1954	21,88	1983	20,49	1966	24,18	2003	19,79
1926	29,31	1955	23,59	1984	19,74	1967	20,95		
1927	17,74	1956	16,14	1985	20,46	1976	30,61		
1928	57,80	1957	21,54	1986	22,13	1977	24,07		
1929	13,87	1958	24,52	1987	25,25	1978	26,32		
1930	42,80	1959	16,98	1988	21,48	1979	23,11		
1931	16,33	1960	22,62	1989	24,34	1980	17,43		
1932	17,87	1961	19,19	1990	13,96	1981	31,33		
1933	18,33	1962	33,03	1991	16,50	1982	22,37		
1934	25,53	1963	15,36	1992	24,53	1983	21,73		
1935	15,51	1964	23,75	1993	21,23	1984	22,86		
1936	15,59	1965	18,62	1994	19,82	1985	23,05		
1937	26,10	1966	20,08	1995	20,92	1986	20,73		
1938	24,04	1967	15,78	1996	24,07	1987	32,66		
1939	21,96	1968	15,76	1997	16,18	1988	22,94		
1940	16,71	1969	21,40	1998	23,02	1989	26,80		
1941	16,67	1970	20,08	1999	21,64	1990	14,11		
1942	15,42	1971	24,68	2000	35,70	1991	17,39		
1943	15,35	1972	17,16	2001	27,75	1992	27,44		
1944	26,25	1973	24,68	2002	20,69	1993	24,61		
1945	14,70	1974	38,54	2003	19,11	1994	21,72		
1946	13,84	1975	26,66			1995	21,29		



Tabla 11. Valores anuales del Índice de Concentración de las Precipitaciones

Estación Armerillo				Estación Embalse Digua			
AÑO	ICP	AÑO	ICP	AÑO	ICP	AÑO	ICP
1916	18,87	1976	16,72	1947	57,74	1992	22,34
1917	26,90	1977	19,40	1948	23,65	1993	20,40
1918	16,35	1978	25,29	1949	33,86	1994	16,54
1919	29,35	1979	30,97	1950	19,60	1995	22,83
1920	21,60	1980	17,28	1951	24,92	1996	16,14
1921	72,71	1981	28,07	1952	17,19	1997	17,13
1929	34,64	1982	17,21	1953	20,53	1998	16,01
1930	21,00	1983	20,08	1954	20,90	1999	19,18
1931	18,27	1984	22,73	1955	40,28	2000	25,14
1932	21,93	1985	16,70	1956	16,91	2001	21,86
1933	20,12	1986	18,15	1957	17,39	2002	13,18
1934	32,26	1987	25,40	1958	17,81	2003	17,66
1935	17,51	1988	23,42	1959	14,45		
1936	20,95	1989	23,45	1960	18,64		
1937	17,74	1990	14,74	1961	17,25		
1938	16,47	1991	20,95	1962	22,38		
1939	19,84	1992	23,25	1963	16,01		
1940	18,67	1993	21,22	1964	15,62		
1941	18,22	1994	17,61	1965	15,82		
1942	18,60	1995	22,21	1966	17,41		
1943	21,45	1996	22,29	1967	15,51		
1944	71,25	1997	16,25	1968	11,46		
1948	25,03	1998	19,13	1969	18,43		
1949	35,78	1999	21,72	1970	17,62		
1950	15,62	2000	34,88	1971	16,40		
1951	21,56	2001	25,84	1972	17,38		
1952	22,95	2002	16,17	1973	20,35		
1953	19,77	2003	17,84	1974	29,50		
1954	21,19			1975	19,76		
1955	27,05			1976	17,23		
1956	20,56			1977	18,27		
1957	20,47			1978	20,04		
1958	21,24			1979	39,12		
1964	21,87			1980	15,06		
1965	16,83			1981	23,95		
1966	23,56			1982	15,42		
1967	16,43			1983	18,25		
1968	12,38			1984	17,60		
1969	20,89			1985	15,57		
1970	22,04			1986	17,38		
1971	21,25			1987	18,45		
1972	16,78			1988	18,61		
1973	24,54			1989	20,84		
1974	30,64			1990	14,68		
1975	21,66			1991	16,99		





Tabla 13. Valores anuales del Índice de Concentración de las Precipitaciones.

Estación Parral		Estación Embalse Bullileo				Estación Liguay		Estación Hornillo	
AÑO	ICP	AÑO	ICP	AÑO	ICP	AÑO	ICP	AÑO	ICP
1964	16,03	1930	21,19	1975	17,85	1976	16,10	1961	93,00
1965	17,95	1931	15,64	1976	18,19	1977	18,27	1962	27,21
1966	19,61	1932	18,78	1977	17,82	1978	19,76	1963	16,56
1967	20,46	1933	13,00	1978	20,32	1979	15,97	1964	22,99
1968	12,93	1934	24,35	1979	18,72	1980	16,00	1965	17,28
1969	19,45	1935	15,25	1980	14,70	1981	26,51	1966	24,83
1970	23,65	1936	19,40	1981	24,89	1982	17,39	1967	18,07
1971	18,68	1937	15,75	1982	15,03	1983	20,82	1968	11,82
1972	17,64	1938	15,37	1983	18,62	1984	18,72	1969	19,30
1973	21,45	1939	17,30	1984	18,72	1985	17,38	1970	20,25
1974	30,60	1940	17,61	1985	15,52	1986	17,42	1971	19,15
1975	19,68	1941	14,48	1986	17,50	1987	29,18	1972	18,51
1976	15,89	1942	17,87	1987	19,68	1988	24,05	1973	24,94
1977	20,03	1943	17,60	1988	19,97	1989	24,60	1974	30,91
1978	20,45	1944	15,82	1989	20,90	1990	14,35	1975	19,67
1979	17,31	1945	14,94	1990	14,08	1991	15,70	1976	17,69
1980	14,25	1946	14,22	1991	19,09	1992	23,70	1977	19,04
1981	25,05	1947	18,17	1992	18,89	1993	22,06	1978	22,11
1982	15,51	1948	17,14	1993	20,49	1994	17,27	1979	24,16
1983	19,68	1949	30,93	1994	17,44	1995	20,63	1980	18,10
1984	18,46	1950	14,91	1995	22,31	1996	15,77	1981	30,85
1985	15,66	1951	15,29	1996	14,97	1997	17,24	1982	16,80
1986	18,45	1952	17,91	1997	16,78	1998	19,88	1983	20,00
1987	19,51	1953	16,32	1998	16,13	1999	21,74	1984	21,65
1988	18,62	1954	17,30	1999	19,85	2000	26,50	1985	17,19
1989	22,81	1955	20,60	2000	27,83	2001	19,61	1986	16,75
1990	13,28	1956	16,70	2001	21,52	2002	13,70	1987	26,30
1991	16,48	1957	16,98	2002	13,89	2003	17,61	1988	22,40
1992	24,35	1958	17,85	2003	18,26			1989	23,17
1993	21,57	1959	14,76					1990	14,80
1994	16,36	1960	18,65					1991	23,92
1995	22,72	1961	16,63					1992	22,92
1996	15,30	1962	22,70					1993	22,23
1997	17,53	1963	15,70					1994	21,01
1998	17,84	1964	16,67					1995	21,25
1999	20,31	1965	14,51					1996	23,60
2000	28,82	1966	16,98					1997	18,46
2001	21,18	1967	14,23					1998	22,67
2002	13,46	1968	11,23					1999	25,90
2003	16,01	1969	16,97					2000	36,34
		1970	16,88					2001	24,79
		1971	16,26					2002	16,38
		1972	17,87					2003	16,96
		1973	19,71						
		1974	26,48						

Tabla 14. Valores anuales del Índice de Concentración de las Precipitaciones.

Estación Embalse Ancoa				Estación Melozal				Estación Linares	
AÑO	ICP	AÑO	ICP	AÑO	ICP	AÑO	ICP	AÑO	ICP
1957	29,87	2002	13,80	1950	57,82	1995	24,88	1967	17,56
1958	17,96	2003	15,78	1951	28,29	1996	14,69	1968	11,45
1959	22,03			1952	21,05	1997	19,42	1969	24,67
1960	18,50			1953	18,04	1998	19,99	1970	19,51
1961	20,17			1954	24,27	1999	21,84	1971	21,83
1962	26,29			1955	20,07	2000	36,00	1972	51,97
1963	15,63			1956	16,65	2001	22,19	1974	32,51
1964	19,93			1957	21,11	2002	15,26	1975	20,35
1965	15,38			1958	18,83	2003	16,92	1976	20,71
1966	19,92			1959	15,29			1977	33,01
1967	15,35			1960	21,48			1978	100,00
1968	13,48			1961	18,91			1979	17,98
1969	18,38			1962	30,56			1980	16,65
1970	19,60			1963	16,49			1981	24,45
1971	19,12			1964	19,10			1982	16,75
1972	61,13			1965	22,36			1983	20,27
1973	23,34			1966	23,58			1984	21,33
1974	38,16			1967	18,19			1985	17,01
1975	18,04			1968	11,57			1986	17,84
1976	17,38			1969	28,27			1987	22,60
1977	23,27			1970	24,38			1988	21,82
1978	22,38			1971	18,69			1989	20,64
1979	19,51			1972	17,51			1990	14,15
1980	14,88			1973	22,91			1991	17,84
1981	30,45			1974	36,13			1992	25,82
1982	16,24			1975	20,75			1993	19,89
1983	20,93			1976	15,62			1994	18,69
1984	21,64			1977	23,87			1995	26,16
1985	16,39			1978	24,62			1996	17,82
1986	18,10			1979	17,80			1997	17,45
1987	22,48			1980	16,95			1998	20,02
1988	21,91			1981	25,05			1999	21,50
1989	21,26			1982	17,31			2000	30,94
1990	14,34			1983	22,70			2001	22,40
1991	17,75			1984	21,60			2002	15,12
1992	22,21			1985	17,61			2003	14,97
1993	19,04			1986	17,89				
1994	19,32			1987	26,34				
1995	22,38			1988	20,70				
1996	19,15			1989	25,48				
1997	16,95			1990	13,31				
1998	18,55			1991	17,70				
1999	20,46			1992	28,97				
2000	34,57			1993	21,28				
2001	22,05			1994	20,40				



Tabla 16. Valores anuales del Índice de Concentración de las Precipitaciones.

<b>Estación Colorado</b>		<b>Estación Fundo El Peral</b>	
<b>AÑO</b>	<b>ICP</b>	<b>AÑO</b>	<b>ICP</b>
1963	23,47	1966	33,02
1964	23,14	1967	18,99
1965	20,26	1968	13,12
1966	21,66	1969	21,61
1967	15,88	1970	23,71
1968	15,44	1971	18,27
1969	19,86	1972	19,57
1970	20,99	1973	25,39
1971	20,22	1974	33,60
1972	18,47	1975	22,02
1973	23,40	1976	16,22
1974	28,12	1979	21,09
1975	20,56	1980	18,00
1976	15,56	1981	43,32
1977	19,43	1982	19,10
1978	24,51	1983	22,16
1979	19,26	1984	21,84
1980	16,26	1985	18,01
1981	25,51	1986	34,13
1982	17,37		
1983	19,22		
1984	22,03		
1985	17,60		
1986	18,26		
1987	27,24		
1988	22,81		
1989	23,08		
1990	15,07		
1991	17,78		
1992	23,27		
1993	19,33		
1994	20,87		
1995	23,11		
1996	18,87		
1997	16,96		
1998	19,63		
1999	20,60		
2000	38,35		
2001	23,15		
2002	14,50		
2003	15,15		

### APÉNDICE 3. Índice de Fournier

Los datos presentes en las Sigüientes tablas, corresponden al Índice de Agresividad del Clima o Índice de Fournier. Su cálculo fue realizado en base a la información extraída de veintisiete estaciones meteorológicas ubicadas en distintos lugares la Región del Maule y administradas por la Dirección General de Aguas (D.G.A).

Tabla 17. Valores anuales del Índice de Fournier.

Estación Los Queñes						Estación El Manzano			
AÑO	IF	AÑO	IF	AÑO	IF	AÑO	IF	AÑO	IF
1918	125,22	1947	122,63	1976	129,28	1959	36,15	1996	83,95
1919	217,15	1948	264,92	1977	346,02	1960	42,99	1997	382,44
1920	320,55	1949	193,02	1978	455,12	1961	121,52	1998	3,68
1921	181,09	1950	157,65	1979	191,40	1962	83,43	1999	87,66
1922	85,43	1951	75,02	1980	126,19	1963	332,66	2000	712,12
1923	48,66	1952	64,35	1981	316,40	1964	16,65	2001	231,16
1924	3,04	1953	155,47	1982	657,16	1965	124,70	2002	294,15
1925	39,41	1954	105,27	1983	88,57	1966	450,76	2003	101,00
1926	181,09	1955	109,48	1984	290,09	1967	34,79		
1927	52,38	1956	77,05	1985	61,36	1976	387,50		
1928	127,83	1957	69,58	1986	195,04	1977	545,89		
1929	18,25	1958	109,48	1987	388,33	1978	502,63		
1930	39,78	1959	126,52	1988	46,85	1979	235,97		
1931	144,79	1960	119,43	1989	99,21	1980	95,89		
1932	131,07	1961	154,03	1990	33,59	1981	242,17		
1933	152,59	1962	185,02	1991	82,71	1982	687,13		
1934	358,01	1963	150,44	1992	296,76	1983	90,64		
1935	5,54	1964	85,43	1993	155,62	1984	335,28		
1936	1,71	1965	203,66	1994	104,08	1985	58,23		
1937	56,23	1966	388,33	1995	123,66	1986	135,14		
1938	53,65	1967	40,52	1996	77,76	1987	421,46		
1939	38,69	1968	15,86	1997	394,07	1988	48,61		
1940	76,03	1969	280,27	1998	7,79	1989	70,14		
1941	30,82	1970	118,16	1999	87,53	1990	19,95		
1942	2,20	1971	215,44	2000	664,94	1991	89,82		
1943	2,46	1972	289,79	2001	281,73	1992	237,29		
1944	189,80	1973	135,84	2002	405,46	1993	117,76		
1945	75,02	1974	2,46	2003	88,84	1994	112,84		
1946	37,97	1975	339,56			1995	119,01		



Tabla 19. Valores anuales del Índice de Fournier.

Estación Armerillo				Estación Embalse Digua			
AÑO	IF	AÑO	IF	AÑO	IF	AÑO	IF
1916	28,81	1976	126,14	1947	4,75	1992	357,99
1917	168,87	1977	534,03	1948	582,64	1993	230,99
1918	223,00	1978	799,94	1949	635,82	1994	77,91
1919	581,15	1979	461,25	1950	569,10	1995	121,89
1920	289,45	1980	311,58	1951	509,55	1996	35,05
1921	86,17	1981	553,37	1952	55,72	1997	225,41
1929	109,27	1982	405,71	1953	359,35	1998	16,12
1930	773,68	1983	104,51	1954	177,92	1999	76,83
1931	216,97	1984	514,48	1955	235,30	2000	326,86
1932	364,70	1985	93,96	1956	127,39	2001	223,11
1933	313,76	1986	393,40	1957	76,06	2002	186,16
1934	1034,52	1987	649,26	1958	119,41	2003	73,49
1935	175,06	1988	155,07	1959	100,60		
1936	258,99	1989	67,28	1960	138,63		
1937	264,24	1990	60,43	1961	105,33		
1938	126,74	1991	501,98	1962	57,46		
1939	231,79	1992	381,68	1963	105,54		
1940	395,35	1993	207,10	1964	47,79		
1941	623,57	1994	77,19	1965	226,57		
1942	182,03	1995	193,68	1966	176,49		
1943	224,29	1996	71,91	1967	56,99		
1944	4,91	1997	450,91	1968	11,03		
1948	522,42	1998	17,80	1969	167,67		
1949	413,19	1999	110,08	1970	77,10		
1950	197,81	2000	794,73	1971	68,56		
1951	543,09	2001	399,12	1972	373,59		
1952	165,73	2002	329,00	1973	74,46		
1953	273,87	2003	104,34	1974	234,28		
1954	172,68			1975	189,82		
1955	215,52			1976	89,84		
1956	339,20			1977	228,35		
1957	126,60			1978	221,12		
1958	283,47			1979	26,80		
1964	34,99			1980	110,56		
1965	302,73			1981	321,87		
1966	524,40			1982	177,17		
1967	64,55			1983	62,62		
1968	7,02			1984	144,49		
1969	338,90			1985	68,05		
1970	216,73			1986	170,07		
1971	184,20			1987	137,96		
1972	499,04			1988	73,93		
1973	193,51			1989	42,18		
1974	568,74			1990	55,83		
1975	454,22			1991	161,16		





Tabla 21. Valores anuales del Índice de Fournier.

Estación Parral		Estación Embalse Bullileo				Estación Liguay		Estación Hornillo	
AÑO	IF	AÑO	IF	AÑO	IF	AÑO	IF	AÑO	IF
1964	29,17	1930	307,85	1975	225,67	1976	35,69	1961	185,10
1965	154,60	1931	126,32	1976	177,51	1977	103,99	1962	143,01
1966	176,07	1932	242,93	1977	359,98	1978	108,30	1963	194,05
1967	61,96	1933	73,07	1978	434,66	1979	55,53	1964	72,49
1968	5,96	1934	569,54	1979	185,34	1980	60,92	1965	318,68
1969	122,15	1935	137,04	1980	157,14	1981	225,95	1966	525,38
1970	86,51	1936	354,85	1981	577,90	1982	116,54	1967	92,11
1971	54,13	1937	149,56	1982	258,06	1983	107,70	1968	8,43
1972	200,30	1938	110,49	1983	99,59	1984	150,70	1969	241,96
1973	44,57	1939	151,15	1984	244,95	1985	54,48	1970	146,61
1974	268,70	1940	265,66	1985	89,18	1986	128,19	1971	132,34
1975	110,44	1941	172,22	1986	235,94	1987	213,10	1972	692,07
1976	36,02	1942	163,02	1987	230,74	1988	112,28	1973	226,51
1977	172,00	1943	59,75	1988	161,70	1989	42,09	1974	534,55
1978	117,93	1944	149,56	1989	57,80	1990	29,99	1975	251,01
1979	81,10	1945	190,48	1990	82,83	1991	61,42	1976	112,88
1980	63,13	1946	39,80	1991	319,06	1992	286,08	1977	390,47
1981	210,61	1947	77,55	1992	281,83	1993	136,61	1978	563,18
1982	116,47	1948	168,56	1993	368,94	1994	82,16	1979	601,97
1983	56,76	1949	360,64	1994	119,82	1995	119,82	1980	281,90
1984	108,96	1950	210,60	1995	249,56	1996	23,52	1981	617,91
1985	29,41	1951	195,87	1996	34,91	1997	181,55	1982	326,15
1986	202,58	1952	62,44	1997	345,43	1998	12,26	1983	90,95
1987	155,64	1953	189,89	1998	15,05	1999	60,17	1984	361,07
1988	48,92	1954	107,26	1999	90,86	2000	221,63	1985	87,75
1989	34,83	1955	187,81	2000	591,33	2001	120,66	1986	190,81
1990	29,38	1956	206,86	2001	400,01	2002	116,47	1987	717,03
1991	96,40	1957	152,21	2002	296,99	2003	41,89	1988	142,65
1992	374,71	1958	132,69	2003	132,05			1989	62,70
1993	142,00	1959	187,52					1990	61,34
1994	48,88	1960	155,41					1991	663,31
1995	68,92	1961	183,41					1992	377,06
1996	22,61	1962	68,89					1993	305,13
1997	170,74	1963	124,06					1994	236,40
1998	13,51	1964	61,32					1995	169,42
1999	66,49	1965	217,97					1996	58,92
2000	253,75	1966	233,89					1997	539,27
2001	129,14	1967	63,95					1998	37,72
2002	123,65	1968	11,79					1999	107,55
2003	37,50	1969	178,03					2000	912,19
		1970	112,40					2001	363,71
		1971	90,53					2002	373,03
		1972	519,61					2003	113,38
		1973	109,68						
		1974	270,45						

Tabla 22. Valores anuales del Índice de Fournier.

Estación Embalse Ancoa				Estación Melozal				Estación Linares	
AÑO	IF	AÑO	IF	AÑO	IF	AÑO	IF	AÑO	IF
1957	35,73	2002	221,78	1950	24,70	1995	85,78	1967	49,21
1958	21,51	2003	65,28	1951	286,55	1996	14,83	1968	8,12
1959	67,55			1952	34,87	1997	166,23	1969	136,42
1960	12,28			1953	124,34	1998	6,48	1970	60,36
1961	190,72			1954	103,23	1999	45,90	1971	45,65
1962	91,37			1955	45,55	2000	238,69	1972	178,38
1963	161,34			1956	60,18	2001	128,04	1974	247,22
1964	64,95			1957	45,30	2002	101,15	1975	112,97
1965	256,17			1958	51,16	2003	32,87	1976	32,00
1966	271,23			1959	82,08			1977	185,35
1967	63,02			1960	69,94			1978	0,00
1968	8,33			1961	67,51			1979	67,73
1969	134,37			1962	37,07			1980	100,99
1970	122,46			1963	61,61			1981	203,65
1971	109,69			1964	24,70			1982	109,29
1972	408,03			1965	259,29			1983	74,44
1973	112,96			1966	171,47			1984	248,98
1974	386,36			1967	36,19			1985	63,38
1975	208,55			1968	7,17			1986	138,96
1976	101,75			1969	98,08			1987	220,01
1977	340,80			1970	73,67			1988	96,96
1978	413,15			1971	50,11			1989	37,77
1979	204,48			1972	157,36			1990	38,24
1980	148,52			1973	40,27			1991	129,57
1981	441,48			1974	262,84			1992	303,83
1982	276,09			1975	78,14			1993	84,59
1983	81,09			1976	26,37			1994	56,36
1984	365,39			1977	177,28			1995	57,20
1985	72,07			1978	189,40			1996	26,60
1986	230,85			1979	85,17			1997	129,02
1987	306,42			1980	76,47			1998	9,04
1988	157,31			1981	97,93			1999	54,95
1989	60,14			1982	89,35			2000	249,53
1990	57,15			1983	68,05			2001	129,65
1991	243,78			1984	199,84			2002	142,36
1992	333,89			1985	31,29			2003	26,45
1993	155,44			1986	113,46				
1994	162,66			1987	249,34				
1995	152,95			1988	51,16				
1996	47,25			1989	41,44				
1997	365,88			1990	13,86				
1998	13,59			1991	88,52				
1999	107,71			1992	258,11				
2000	573,16			1993	67,99				
2001	303,81			1994	55,28				



Tabla 24. Valores anuales del Índice de Fournier.

<b>Estación Colorado</b>		<b>Estación Fundo El Peral</b>	
<b>AÑO</b>	<b>IF</b>	<b>AÑO</b>	<b>IF</b>
1963	112,63	1966	132,33
1964	43,80	1967	25,96
1965	262,70	1968	6,49
1966	258,88	1969	83,81
1967	43,51	1970	49,64
1968	7,86	1971	43,13
1969	106,84	1972	168,38
1970	130,25	1973	45,79
1971	100,07	1974	220,43
1972	464,89	1975	62,36
1973	95,08	1976	14,97
1974	243,56	1979	88,24
1975	182,80	1980	82,58
1976	55,95	1981	7,33
1977	246,93	1982	115,67
1978	422,93	1983	53,82
1979	118,17	1984	194,08
1980	153,85	1985	29,61
1981	308,77	1986	127,88
1982	254,75		
1983	59,79		
1984	356,73		
1985	74,83		
1986	177,61		
1987	369,00		
1988	137,33		
1989	60,62		
1990	47,24		
1991	144,60		
1992	266,89		
1993	79,07		
1994	124,62		
1995	173,42		
1996	36,65		
1997	255,61		
1998	10,04		
1999	88,80		
2000	488,57		
2001	295,24		
2002	173,77		
2003	51,19		

#### APÉNDICE 4. Índice Modificado de Fournier

Los datos presentes en las Sigüientes tablas, corresponden a otro Índice de Agresividad del Clima derivado del Índice de Fournier. Su cálculo fue realizado en base a la información extraída de 27 estaciones meteorológicas ubicadas en distintos lugares la Región del Maule y administradas por la Dirección General de Aguas (D.G.A).

Tabla 25. Valores anuales del Índice Modificado de Fournier.

Estación Los Queñes						Estación El Manzano			
AÑO	IMF	AÑO	IMF	AÑO	IMF	AÑO	IMF	AÑO	IMF
1918	280,33	1947	225,72	1976	205,93	1959	62,80	1996	160,50
1919	648,38	1948	409,50	1977	568,21	1960	90,33	1997	724,55
1920	445,45	1949	237,92	1978	700,37	1961	277,08	1998	13,67
1921	367,63	1950	330,88	1979	369,17	1962	116,84	1999	248,30
1922	206,19	1951	208,45	1980	436,93	1963	489,31	2000	874,36
1923	77,35	1952	170,53	1981	374,78	1964	33,13	2001	401,32
1924	8,01	1953	397,39	1982	1073,53	1965	277,78	2002	553,89
1925	111,89	1954	182,58	1983	198,90	1966	583,52	2003	173,17
1926	265,73	1955	165,40	1984	548,11	1967	70,40		
1927	122,48	1956	132,80	1985	125,15	1976	460,37		
1928	133,55	1957	162,16	1986	438,62	1977	772,19		
1929	60,75	1958	231,90	1987	543,90	1978	664,92		
1930	55,84	1959	374,70	1988	110,44	1979	369,20		
1931	341,86	1960	180,15	1989	161,70	1980	359,13		
1932	384,02	1961	415,77	1990	101,48	1981	294,87		
1933	364,33	1962	216,57	1991	282,26	1982	1015,27		
1934	566,76	1963	501,98	1992	652,11	1983	187,76		
1935	10,27	1964	139,90	1993	353,21	1984	545,47		
1936	4,12	1965	526,15	1994	227,98	1985	122,88		
1937	113,36	1966	574,97	1995	286,15	1986	284,60		
1938	116,07	1967	116,52	1996	146,26	1987	547,49		
1939	92,73	1968	35,03	1997	775,94	1988	95,61		
1940	146,88	1969	547,68	1998	22,85	1989	121,31		
1941	62,82	1970	197,54	1999	250,76	1990	64,58		
1942	9,85	1971	274,31	2000	846,42	1991	231,03		
1943	5,03	1972	835,95	2001	501,67	1992	498,20		
1944	279,62	1973	299,20	2002	638,57	1993	247,87		
1945	209,56	1974	3,52	2003	151,77	1994	187,44		
1946	128,87	1975	432,52			1995	284,68		



Tabla 27. Valores anuales del Índice Modificado de Fournier.

Estación Armerillo				Estación Embalse Digua			
AÑO	IMF	AÑO	IMF	AÑO	IMF	AÑO	IMF
1916	97,90	1976	258,13	1947	5,65	1992	586,14
1917	269,74	1977	883,84	1948	876,46	1993	399,72
1918	516,28	1978	1033,06	1949	827,40	1994	193,48
1919	934,67	1979	547,84	1950	1463,96	1995	290,03
1920	662,10	1980	871,87	1951	765,62	1996	77,23
1921	87,11	1981	692,73	1952	185,03	1997	364,25
1929	149,56	1982	1130,67	1953	824,73	1998	36,85
1930	1618,36	1983	246,45	1954	422,13	1999	203,04
1931	555,44	1984	818,19	1955	276,85	2000	472,21
1932	804,87	1985	247,49	1956	227,90	2001	532,65
1933	590,28	1986	733,14	1957	167,56	2002	421,67
1934	1872,55	1987	876,76	1958	293,73	2003	115,33
1935	394,30	1988	301,36	1959	327,54		
1936	575,27	1989	196,78	1960	196,87		
1937	739,40	1990	117,97	1961	298,84		
1938	292,87	1991	773,97	1962	92,22		
1939	495,48	1992	702,82	1963	288,22		
1940	955,77	1993	374,70	1964	101,91		
1941	1187,57	1994	169,87	1965	502,35		
1942	489,27	1995	452,84	1966	307,21		
1943	413,56	1996	140,09	1967	113,61		
1944	5,01	1997	894,26	1968	53,38		
1948	728,00	1998	42,98	1969	306,94		
1949	528,87	1999	301,95	1970	179,68		
1950	596,51	2000	939,66	1971	243,61		
1951	1017,99	2001	641,13	1972	737,66		
1952	275,30	2002	801,70	1973	171,97		
1953	691,27	2003	171,42	1974	332,52		
1954	364,85			1975	469,88		
1955	369,87			1976	162,67		
1956	458,12			1977	385,82		
1957	332,89			1978	360,45		
1958	599,67			1979	32,27		
1964	85,38			1980	398,14		
1965	826,80			1981	401,90		
1966	728,19			1982	460,79		
1967	121,07			1983	161,08		
1968	30,18			1984	353,71		
1969	535,42			1985	197,25		
1970	410,75			1986	380,68		
1971	356,30			1987	230,61		
1972	1354,63			1988	168,61		
1973	432,29			1989	116,60		
1974	1004,37			1990	117,62		
1975	797,48			1991	283,24		





Tabla 29. Valores anuales del Índice Modificado de Fournier.

Estación Parral				Estación Embalse Bullileo		Estación Liguay		Estación Hornillo	
AÑO	IMF	AÑO	IMF	AÑO	IMF	AÑO	IMF	AÑO	IMF
1964	62,23	1930	749,95	1975	559,12	1976	67,31	1961	185,28
1965	266,79	1931	376,24	1976	274,21	1977	203,09	1962	182,07
1966	282,59	1932	551,53	1977	613,83	1978	179,73	1963	517,48
1967	95,29	1933	211,72	1978	666,56	1979	146,08	1964	107,49
1968	23,95	1934	891,81	1979	454,60	1980	188,96	1965	922,40
1969	203,34	1935	382,47	1980	568,95	1981	274,68	1966	700,39
1970	140,33	1936	636,21	1981	703,67	1982	249,78	1967	144,22
1971	193,10	1937	459,75	1982	680,92	1983	216,29	1968	36,95
1972	439,70	1938	264,41	1983	236,29	1984	347,96	1969	413,52
1973	136,99	1939	445,62	1984	532,31	1985	128,63	1970	312,36
1974	328,80	1940	664,45	1985	240,68	1986	272,89	1971	326,67
1975	228,56	1941	530,25	1986	601,06	1987	258,45	1972	1480,90
1976	92,56	1942	360,22	1987	354,79	1988	176,05	1973	491,93
1977	253,02	1943	182,39	1988	295,60	1989	89,86	1974	758,09
1978	186,13	1944	400,16	1989	158,34	1990	81,13	1975	530,14
1979	160,07	1945	387,40	1990	165,71	1991	134,29	1976	230,70
1980	269,13	1946	90,42	1991	489,81	1992	504,49	1977	674,95
1981	254,91	1947	166,07	1992	551,94	1993	257,61	1978	796,06
1982	322,45	1948	310,50	1993	621,03	1994	182,37	1979	855,59
1983	120,77	1949	446,23	1994	253,77	1995	271,10	1980	730,03
1984	289,77	1950	546,21	1995	510,02	1996	67,84	1981	719,43
1985	86,00	1951	495,71	1996	89,21	1997	296,79	1982	1012,16
1986	391,85	1952	153,32	1997	575,35	1998	33,04	1983	253,40
1987	267,62	1953	647,81	1998	47,70	1999	125,80	1984	585,80
1988	117,86	1954	337,00	1999	236,02	2000	290,81	1985	256,70
1989	89,53	1955	341,12	2000	763,82	2001	269,55	1986	461,47
1990	77,78	1956	322,19	2001	798,45	2002	260,91	1987	926,00
1991	179,44	1957	291,73	2002	592,60	2003	70,30	1988	317,88
1992	549,30	1958	413,82	2003	201,12			1989	189,48
1993	219,25	1959	442,25					1990	143,48
1994	130,17	1960	239,24					1991	887,60
1995	155,88	1961	401,32					1992	656,44
1996	57,72	1962	114,20					1993	491,82
1997	271,84	1963	343,99					1994	404,32
1998	26,76	1964	127,75					1995	360,91
1999	149,06	1965	645,76					1996	129,38
2000	338,98	1966	441,50					1997	880,74
2001	256,73	1967	164,46					1998	65,07
2002	298,06	1968	55,89					1999	270,12
2003	65,78	1969	377,98					2000	1056,98
		1970	281,61					2001	624,04
		1971	303,65					2002	727,83
		1972	980,97					2003	195,44
		1973	259,54						
		1974	392,47						

Tabla 30. Valores anuales del Índice Modificado de Fournier.

Estación Embalse Ancoa				Estación Melozal			Estación Linares		
AÑO	IMF	AÑO	IMF	AÑO	IMF	AÑO	IMF	AÑO	IMF
1957	65,10	2002	517,03	1950	27,06	1995	165,84	1967	103,03
1958	60,10	2003	136,58	1951	440,73	1996	40,71	1968	31,00
1959	162,80			1952	100,92	1997	256,49	1969	206,92
1960	40,47			1953	307,42	1998	23,56	1970	137,39
1961	348,39			1954	215,58	1999	107,64	1971	101,65
1962	125,36			1955	75,13	2000	333,03	1972	188,20
1963	391,22			1956	117,75	2001	235,51	1974	376,23
1964	120,65			1957	86,23	2002	243,36	1975	219,75
1965	657,11			1958	119,04	2003	62,48	1976	53,64
1966	418,67			1959	240,42			1977	255,61
1967	124,00			1960	91,13			1978	0,00
1968	32,11			1961	183,59			1979	180,31
1969	271,57			1962	48,08			1980	299,33
1970	300,88			1963	175,38			1981	250,02
1971	271,21			1964	46,75			1982	333,75
1972	420,55			1965	411,05			1983	169,59
1973	253,82			1966	236,32			1984	494,26
1974	555,75			1967	75,91			1985	166,89
1975	514,07			1968	31,81			1986	236,02
1976	200,32			1969	126,63			1987	307,75
1977	512,85			1970	141,16			1988	172,78
1978	574,92			1971	98,20			1989	96,75
1979	460,74			1972	436,81			1990	77,36
1980	420,10			1973	102,37			1991	250,01
1981	505,52			1974	331,71			1992	524,10
1982	726,37			1975	159,54			1993	198,73
1983	159,01			1976	70,30			1994	139,63
1984	620,04			1977	247,12			1995	88,62
1985	201,24			1978	260,85			1996	53,93
1986	553,77			1979	151,17			1997	205,03
1987	449,47			1980	252,68			1998	23,84
1988	290,69			1981	121,09			1999	129,20
1989	152,06			1982	262,11			2000	323,05
1990	115,41			1983	147,10			2001	259,08
1991	457,51			1984	305,18			2002	310,96
1992	582,98			1985	56,69			2003	55,68
1993	310,41			1986	253,33				
1994	339,02			1987	323,86				
1995	350,08			1988	128,26				
1996	91,01			1989	78,79				
1997	650,53			1990	43,78				
1998	37,24			1991	164,25				
1999	269,85			1992	504,36				
2000	685,17			1993	125,40				
2001	512,10			1994	92,11				



Tabla 32. Valores anuales del Índice Modificado de Fournier.

Estación Colorado		Estación Fundo El Peral	
AÑO	IMF	AÑO	IMF
1963	247,61	1966	161,45
1964	79,14	1967	52,07
1965	501,20	1968	19,72
1966	372,22	1969	126,54
1967	99,82	1970	114,47
1968	30,00	1971	83,48
1969	191,04	1972	452,43
1970	257,48	1973	106,70
1971	214,34	1974	340,75
1972	819,40	1975	131,97
1973	223,31	1976	46,54
1974	432,10	1979	127,35
1975	320,08	1980	201,07
1976	168,88	1981	8,53
1977	422,01	1982	337,50
1978	570,23	1983	136,63
1979	260,98	1984	354,79
1980	441,63	1985	71,25
1981	382,78	1986	258,40
1982	610,79		
1983	148,17		
1984	595,57		
1985	155,07		
1986	465,58		
1987	463,83		
1988	234,44		
1989	134,78		
1990	99,58		
1991	332,58		
1992	542,20		
1993	187,68		
1994	221,53		
1995	315,65		
1996	68,47		
1997	458,45		
1998	23,66		
1999	233,95		
2000	591,56		
2001	470,11		
2002	450,44		
2003	97,23		

## APÉNDICE 5. Índice Modificado de Fournier – Maule

Los datos presentes en las Sigüientes tablas, corresponden a otro Índice de Agresividad del Clima derivado del Índice de Fournier, que fue creado como complemento para este estudio. Su cálculo fue realizado en base a la información extraída de 27 estaciones meteorológicas ubicadas en distintos lugares la Región del Maule y administradas por la Dirección General de Aguas (DGA).

Tabla 33. Valores anuales del Índice Modificado de Fournier-Maule.

Estación Los Queñes					Estación El Manzano				
AÑO	IMFM	AÑO	IMFM	AÑO	IMFM	AÑO	IMFM	AÑO	IMFM
1918	1546,44	1947	1136,72	1976	1004,96	1959	176,51	1996	572,97
1919	3345,36	1948	2021,70	1977	2688,90	1960	402,75	1997	4370,89
1920	2135,65	1949	901,44	1978	2859,42	1961	1343,20	1998	62,04
1921	1236,82	1950	1949,18	1979	1801,69	1962	378,53	1999	1120,34
1922	848,15	1951	1134,76	1980	2596,86	1963	1264,63	2000	2344,28
1923	291,97	1952	972,60	1981	1292,64	1964	207,51	2001	1434,97
1924	38,33	1953	2066,38	1982	5222,92	1965	1341,53	2002	2830,18
1925	512,64	1954	834,66	1983	970,61	1966	2413,54	2003	874,83
1926	906,68	1955	701,09	1984	2777,33	1967	336,01		
1927	690,36	1956	822,95	1985	611,78	1976	1504,11		
1928	231,07	1957	752,80	1986	1981,91	1977	3207,56		
1929	437,93	1958	945,60	1987	2154,23	1978	2526,53		
1930	130,47	1959	2206,07	1988	514,22	1979	1597,69		
1931	2092,89	1960	796,48	1989	664,34	1980	2060,89		
1932	2148,84	1961	2166,66	1990	727,19	1981	941,08		
1933	1987,87	1962	655,67	1991	1711,07	1982	4539,06		
1934	2219,74	1963	3268,48	1992	2657,94	1983	863,85		
1935	66,23	1964	588,99	1993	1663,32	1984	2386,05		
1936	26,47	1965	2825,95	1994	1150,08	1985	533,12		
1937	434,29	1966	2863,15	1995	1368,11	1986	1372,96		
1938	482,81	1967	738,52	1996	607,62	1987	1676,23		
1939	422,26	1968	222,32	1997	4797,17	1988	416,77		
1940	878,89	1969	2559,08	1998	99,27	1989	452,58		
1941	376,96	1970	983,51	1999	1158,58	1990	457,84		
1942	63,89	1971	1111,38	2000	2370,66	1991	1328,55		
1943	32,78	1972	4872,34	2001	1808,11	1992	1815,46		
1944	1065,36	1973	1212,41	2002	3085,99	1993	1007,38		
1945	1425,46	1974	9,14	2003	794,35	1994	863,01		
1946	931,35	1975	1622,32			1995	1336,91		



Tabla 35. Valores anuales del Índice Modificado de Fournier-Maule.

Estación Armerillo				Estación Embalse Digua			
AÑO	IMFM	AÑO	IMFM	AÑO	IMFM	AÑO	IMFM
1916	518,77	1976	1543,59	1947	9,79	1992	2624,10
1917	1002,93	1977	4555,98	1948	3705,27	1993	1959,77
1918	3157,41	1978	4084,09	1949	2443,36	1994	1170,07
1919	3184,93	1979	1768,91	1950	7468,38	1995	1270,59
1920	3064,87	1980	5045,49	1951	3072,80	1996	478,43
1921	119,81	1981	2467,90	1952	1076,38	1997	2126,47
1929	431,75	1982	6569,66	1953	4017,63	1998	230,14
1930	7705,29	1983	1227,55	1954	2019,73	1999	1058,45
1931	3040,82	1984	3599,70	1955	687,27	2000	1878,64
1932	3669,76	1985	1481,63	1956	1347,42	2001	2436,27
1933	2933,32	1986	4039,86	1957	963,37	2002	3198,91
1934	5805,12	1987	3451,46	1958	1648,87	2003	652,88
1935	2251,52	1988	1286,95	1959	2266,63		
1936	2746,46	1989	839,21	1960	1056,28		
1937	4168,23	1990	800,41	1961	1732,18		
1938	1778,08	1991	3694,43	1962	412,01		
1939	2497,57	1992	3022,28	1963	1800,75		
1940	5120,43	1993	1765,63	1964	652,35		
1941	6517,83	1994	964,68	1965	3176,03		
1942	2630,22	1995	2038,76	1966	1764,14		
1943	1927,77	1996	628,61	1967	732,65		
1944	7,03	1997	5503,77	1968	465,94		
1948	2908,69	1998	224,66	1969	1665,79		
1949	1478,15	1999	1390,30	1970	1019,75		
1950	3819,52	2000	2693,99	1971	1485,24		
1951	4722,67	2001	2481,38	1972	4243,13		
1952	1199,79	2002	4956,62	1973	845,11		
1953	3496,72	2003	961,11	1974	1127,29		
1954	1721,90			1975	2378,37		
1955	1367,43			1976	944,05		
1956	2228,59			1977	2112,30		
1957	1626,14			1978	1798,57		
1958	2823,61			1979	82,50		
1964	390,31			1980	2644,11		
1965	4912,78			1981	1677,95		
1966	3091,30			1982	2988,36		
1967	736,78			1983	882,66		
1968	243,82			1984	2009,37		
1969	2562,63			1985	1267,11		
1970	1863,58			1986	2190,58		
1971	1677,04			1987	1250,01		
1972	8074,77			1988	906,13		
1973	1761,32			1989	559,47		
1974	3278,07			1990	800,96		
1975	3682,46			1991	1667,04		





Tabla 37. Valores anuales del Índice Modificado de Fournier-Maule.

Estación Parral				Estación Embalse Bullileo		Estación Liguay		Estación Hornillo	
AÑO	IMFM	AÑO	IMFM	AÑO	IMFM	AÑO	IMFM	AÑO	IMFM
1964	388,27	1930	3539,10	1975	3132,40	1976	417,95	1961	199,22
1965	1486,44	1931	2406,32	1976	1507,70	1977	1111,52	1962	669,12
1966	1440,96	1932	2936,49	1977	3444,45	1978	909,61	1963	3125,40
1967	465,87	1933	1628,76	1978	3280,65	1979	914,46	1964	467,48
1968	185,22	1934	3662,88	1979	2428,34	1980	1180,89	1965	5336,71
1969	1045,30	1935	2507,70	1980	3870,59	1981	1035,97	1966	2820,74
1970	593,41	1936	3278,93	1981	2826,70	1982	1436,20	1967	798,09
1971	1033,49	1937	2919,95	1982	4530,70	1983	1038,86	1968	312,52
1972	2492,48	1938	1720,56	1983	1268,70	1984	1858,48	1969	2142,22
1973	638,69	1939	2576,53	1984	2842,98	1985	740,28	1970	1542,23
1974	1074,37	1940	3773,42	1985	1550,47	1986	1566,85	1971	1705,97
1975	1161,15	1941	3663,14	1986	3434,60	1987	885,55	1972	8001,42
1976	582,35	1942	2016,09	1987	1802,97	1988	732,08	1973	1972,26
1977	1263,37	1943	1036,13	1988	1480,41	1989	365,22	1974	2452,31
1978	909,96	1944	2529,75	1989	757,76	1990	565,53	1975	2694,69
1979	924,75	1945	2592,95	1990	1176,72	1991	855,23	1976	1304,28
1980	1888,25	1946	635,69	1991	2566,27	1992	2128,80	1977	3545,60
1981	1017,64	1947	913,83	1992	2922,28	1993	1167,90	1978	3600,51
1982	2079,08	1948	1811,94	1993	3030,34	1994	1055,70	1979	3540,70
1983	613,77	1949	1442,54	1994	1455,16	1995	1313,79	1980	4032,36
1984	1570,08	1950	3663,14	1995	2285,98	1996	430,25	1981	2331,74
1985	549,03	1951	3241,31	1996	595,94	1997	1721,26	1982	6026,50
1986	2123,56	1952	856,19	1997	3428,54	1998	166,14	1983	1267,15
1987	1371,81	1953	3968,99	1998	295,66	1999	578,75	1984	2706,40
1988	632,86	1954	1948,23	1999	1189,16	2000	1097,43	1985	1493,45
1989	392,58	1955	1655,98	2000	2744,20	2001	1374,32	1986	2755,08
1990	585,76	1956	1929,27	2001	3710,73	2002	1904,18	1987	3520,36
1991	1089,17	1957	1717,88	2002	4265,99	2003	399,12	1988	1419,05
1992	2255,85	1958	2317,80	2003	1101,44			1989	817,67
1993	1016,41	1959	2995,59					1990	969,74
1994	795,75	1960	1282,85					1991	3710,01
1995	686,15	1961	2413,08					1992	2863,47
1996	377,33	1962	503,15					1993	2211,96
1997	1550,79	1963	2191,04					1994	1924,64
1998	150,00	1964	766,32					1995	1698,46
1999	733,74	1965	4451,05					1996	548,26
2000	1176,09	1966	2600,85					1997	4770,78
2001	1212,28	1967	1155,40					1998	287,02
2002	2214,84	1968	497,85					1999	1042,99
2003	410,87	1969	2226,86					2000	2908,86
		1970	1668,80					2001	2517,54
		1971	1867,91					2002	4444,37
		1972	5491,01					2003	1152,34
		1973	1316,54						
		1974	1482,23						

Tabla 38. Valores anuales del Índice Modificado de Fournier-Maule.

Estación Embalse Ancoa				Estación Melozal				Estación Linares	
AÑO	IMFM	AÑO	IMFM	AÑO	IMFM	AÑO	IMFM	AÑO	IMFM
1957	217,96	2002	3746,34	1950	46,80	1995	666,42	1967	586,71
1958	334,64	2003	865,60	1951	1557,67	1996	277,06	1968	270,59
1959	738,87			1952	479,51	1997	1321,03	1969	838,71
1960	218,72			1953	1704,29	1998	117,88	1970	704,22
1961	1727,15			1954	888,18	1999	492,94	1971	465,65
1962	476,80			1955	374,37	2000	925,06	1972	362,14
1963	2503,31			1956	707,18	2001	1061,15	1974	1157,36
1964	605,44			1957	408,47	2002	1595,25	1975	1079,60
1965	4271,68			1958	632,22	2003	369,27	1976	259,00
1966	2101,88			1959	1572,18			1977	774,46
1967	807,78			1960	424,18			1978	0,00
1968	238,19			1961	970,91			1979	1002,77
1969	1477,54			1962	157,36			1980	1797,48
1970	1534,74			1963	1063,30			1981	1022,55
1971	1418,52			1964	244,73			1982	1992,90
1972	687,95			1965	1838,57			1983	836,49
1973	1087,63			1966	1002,01			1984	2317,52
1974	1456,23			1967	417,41			1985	981,44
1975	2849,97			1968	274,87			1986	1322,77
1976	1152,64			1969	447,92			1987	1361,66
1977	2203,48			1970	578,97			1988	791,66
1978	2568,96			1971	525,55			1989	468,82
1979	2361,51			1972	2494,31			1990	546,66
1980	2823,35			1973	446,84			1991	1401,37
1981	1660,35			1974	918,16			1992	2029,85
1982	4473,74			1975	768,95			1993	999,24
1983	759,60			1976	450,10			1994	747,11
1984	2865,12			1977	1035,26			1995	338,74
1985	1227,83			1978	1059,48			1996	302,62
1986	3060,31			1979	849,26			1997	1175,01
1987	1999,68			1980	1490,38			1998	119,06
1988	1326,71			1981	483,38			1999	600,84
1989	715,38			1982	1514,26			2000	1044,10
1990	804,56			1983	647,99			2001	1156,65
1991	2577,07			1984	1412,96			2002	2056,68
1992	2624,90			1985	321,98			2003	371,91
1993	1630,04			1986	1415,72				
1994	1754,45			1987	1229,35				
1995	1564,15			1988	619,74				
1996	475,12			1989	309,21				
1997	3838,69			1990	328,99				
1998	200,74			1991	927,96				
1999	1318,84			1992	1741,13				
2000	1981,75			1993	589,26				
2001	2322,61			1994	451,50				



Tabla 40. Valores anuales del Índice Modificado de Fournier-Maule.

<b>Estación Colorado</b>		<b>Estación Fundo El Peral</b>	
<b>AÑO</b>	<b>IMFM</b>	<b>AÑO</b>	<b>IMFM</b>
1963	1054,96	1966	488,90
1964	341,98	1967	274,18
1965	2473,32	1968	150,30
1966	1718,55	1969	585,68
1967	628,52	1970	482,76
1968	194,30	1971	456,88
1969	961,72	1972	2312,00
1970	1226,40	1973	420,21
1971	1060,03	1974	1013,99
1972	4435,67	1975	599,25
1973	954,24	1976	286,98
1974	1536,44	1979	603,74
1975	1557,14	1980	1116,86
1976	1085,17	1981	19,70
1977	2172,25	1982	1767,45
1978	2326,30	1983	616,52
1979	1355,03	1984	1624,86
1980	2716,13	1985	395,62
1981	1500,25	1986	757,16
1982	3515,97		
1983	770,94		
1984	2703,00		
1985	881,22		
1986	2549,47		
1987	1703,00		
1988	1027,93		
1989	583,97		
1990	660,55		
1991	1870,22		
1992	2330,44		
1993	971,07		
1994	1061,43		
1995	1365,72		
1996	362,94		
1997	2703,83		
1998	120,57		
1999	1135,81		
2000	1542,55		
2001	2030,73		
2002	3107,35		
2003	641,64		

## APÉNDICE 6. Prueba de bondad de ajuste Kolmogorov-Smirnov

A continuación se presentan los resultados del ajuste de los distintos periodos obtenidos en cada estación, a la FDP de Gumbel (Pp, ICP, IF, IMF, IMFM). De esta manera se comprueba la utilización de la FDP.

Tabla 41. Valores de calculados (Dc) y de Kolmogorov-Smirnov (Dt) para verificar el ajuste a la FDP.

Estación Los Queñes															
Períodos	Pp			ICP			IF			IMF			IMFM		
	Dc	Dt	Ho	Dc	Dt	Ho	Dc	Dt	Ho	Dc	Dt	Ho	Dc	Dt	Ho
1918-1940	0,1225	0,2796	Sí	0,1179	0,2796	Sí	0,1264	0,2796	Sí	0,13624	0,2796	Sí	0,13244	0,2796	Sí
1941-1960	0,2051	0,294	Sí	0,0967	0,294	Sí	0,0995	0,294	Sí	0,11573	0,294	Sí	0,1166	0,294	Sí
1961-1980	0,1686	0,294	Sí	0,0854	0,294	Sí	0,0826	0,294	Sí	0,12568	0,294	Sí	0,14947	0,294	Sí
1981-2003	0,0719	0,2796	Sí	0,1255	0,2796	Sí	0,1571	0,2796	Sí	0,08661	0,2796	Sí	0,06744	0,2796	Sí

Tabla 42. Valores de calculados (Dc) y de Kolmogorov-Smirnov (Dt) para verificar el ajuste a la FDP.

Estación El Manzano															
Períodos	Pp			ICP			IF			IMF			IMFM		
	Dc	Dt	Ho	Dc	Dt	Ho	Dc	Dt	Ho	Dc	Dt	Ho	Dc	Dt	Ho
1981-2003	0,0856	0,2796	Sí	0,1039	0,2796	Sí	0,1695	0,2796	Sí	0,1324	0,2796	Sí	0,10548	0,2796	Sí

Tabla 43. Valores de calculados (Dc) y de Kolmogorov-Smirnov (Dt) para verificar el ajuste a la FDP.

Estación Santa Susana															
Períodos	Pp			ICP			IF			IMF			IMFM		
	Dc	Dt	Ho	Dc	Dt	Ho	Dc	Dt	Ho	Dc	Dt	Ho	Dc	Dt	Ho
1981-2003	0,1053	0,294	Sí	0,1128	0,294	Sí	0,1183	0,294	Sí	0,13924	0,294	Sí	0,07537	0,294	Sí

Tabla 44. Valores de calculados (Dc) y de Kolmogorov-Smirnov (Dt) para verificar el ajuste a la FDP.

Estación Potrero Grande															
	Pp			ICP			IF			IMF			IMFM		
Períodos	Dc	Dt	Ho	Dc	Dt	Ho	Dc	Dt	Ho	Dc	Dt	Ho	Dc	Dt	Ho
1981-2003	0,0708	0,2796	Sí	0,1407	0,2796	Sí	0,1114	0,2796	Sí	0,08711	0,2796	Sí	0,05516	0,2796	Sí

Tabla 45. Valores de calculados (Dc) y de Kolmogorov-Smirnov (Dt) para verificar el ajuste a la FDP.

Estación Curicó															
	Pp			ICP			IF			IMF			IMFM		
Períodos	Dc	Dt	Ho	Dc	Dt	Ho	Dc	Dt	Ho	Dc	Dt	Ho	Dc	Dt	Ho
1981-2003	0,1309	0,2796	Sí	0,1284	0,2796	Sí	0,178	0,2796	Sí	0,15377	0,2796	Sí	0,12009	0,2796	Sí

Tabla 46. Valores de calculados (Dc) y de Kolmogorov-Smirnov (Dt) para verificar el ajuste a la FDP.

Estación Lontué															
	Pp			ICP			IF			IMF			IMFM		
Períodos	Dc	Dt	Ho	Dc	Dt	Ho	Dc	Dt	Ho	Dc	Dt	Ho	Dc	Dt	Ho
1981-2003	0,0714	0,2796	Sí	0,1161	0,2796	Sí	0,1868	0,2796	Sí	0,11022	0,2796	Sí	0,06783	0,2796	Sí

Tabla 47. Valores de calculados (Dc) y de Kolmogorov-Smirnov (Dt) para verificar el ajuste a la FDP.

Estacion Gualleco															
	Pp			ICP			IF			IMF			IMFM		
Períodos	Dc	Dt	Ho	Dc	Dt	Ho	Dc	Dt	Ho	Dc	Dt	Ho	Dc	Dt	Ho
1961-1980	0,1091	0,301	Sí	0,0640	0,301	Si	0,0761	0,301	Si	0,0680	0,301	Si	0,1118	0,301	Si
1981-2003	0,0790	0,2796	Sí	0,1018	0,2796	Si	0,1521	0,2796	Si	0,1247	0,2796	Si	0,1330	0,2796	Si

Tabla 48. Valores de calculados (Dc) y de Kolmogorov-Smirnov (Dt) para verificar el ajuste a la FDP.

Estación Armerillo															
	Pp			ICP			IF			IMF			IMFM		
Períodos	Dc	Dt	Ho	Dc	Dt	Ho	Dc	Dt	Ho	Dc	Dt	Ho	Dc	Dt	Ho
1933-1955	0,1025	0,294	Sí	0,2067	0,294	Sí	0,1304	0,294	Sí	0,0881	0,294	Sí	0,05687	0,294	Sí
1956-1980	0,1147	0,294	Sí	0,1367	0,294	Sí	0,1179	0,294	Sí	0,10708	0,294	Sí	0,08236	0,294	Sí
1981-2003	0,1017	0,2796	Sí	0,0823	0,2796	Sí	0,1711	0,2796	Sí	0,1764	0,2796	Sí	0,10326	0,2796	Sí

Tabla 49. Valores de calculados (Dc) y de Kolmogorov-Smirnov (Dt) para verificar el ajuste a la FDP.

Estación Embalse Digua															
	Pp			ICP			IF			IMF			IMFM		
Períodos	Dc	Dt	Ho	Dc	Dt	Ho	Dc	Dt	Ho	Dc	Dt	Ho	Dc	Dt	Ho
1961-1980	0,1483	0,294	Sí	0,1698	0,294	Sí	0,1051	0,294	Sí	0,12025	0,294	Sí	0,09013	0,294	Sí
1981-2003	0,1367	0,2796	Sí	0,0765	0,2796	Sí	0,1627	0,2796	Sí	0,14351	0,2796	Sí	0,09603	0,2796	Sí

Tabla 50. Valores de calculados (Dc) y de Kolmogorov-Smirnov (Dt) para verificar el ajuste a la FDP.

Estación San Manuel en Perquilauquén															
	Pp			ICP			IF			IMF			IMFM		
Períodos	Dc	Dt	Ho	Dc	Dt	Ho	Dc	Dt	Ho	Dc	Dt	Ho	Dc	Dt	Ho
1961-1980	0,1398	0,294	Sí	0,1571	0,294	Sí	0,1073	0,294	Sí	0,0986	0,294	Sí	0,0869	0,294	Sí
1981-2003	0,1027	0,2796	Sí	0,0992	0,2796	Sí	0,095	0,2796	Sí	0,10695	0,2796	Sí	0,1612	0,2796	Sí

Tabla 51. Valores de calculados (Dc) y de Kolmogorov-Smirnov (Dt) para verificar el ajuste a la FDP.

Estación Quella															
	Pp			ICP			IF			IMF			IMFM		
Períodos	Dc	Dt	Ho	Dc	Dt	Ho	Dc	Dt	Ho	Dc	Dt	Ho	Dc	Dt	Ho
1961-1980	0,0820	0,294	Sí	0,137	0,294	Sí	0,0882	0,294	Sí	0,08352	0,294	Sí	0,10853	0,294	Sí
1981-2003	0,0982	0,2796	Sí	0,0648	0,2796	Sí	0,1219	0,2796	Sí	0,091	0,2796	Sí	0,10438	0,2796	Sí



Tabla 52. Valores de calculados (Dc) y de Kolmogorov-Smirnov (Dt) para verificar el ajuste a la FDP.

Estación Embalse Tutuvén															
	Pp			ICP			IF			IMF			IMFM		
Períodos	Dc	Dt	Ho	Dc	Dt	Ho	Dc	Dt	Ho	Dc	Dt	Ho	Dc	Dt	Ho
1981-2003	0,1045	0,2796	Sí	0,1168	0,2796	Sí	0,1124	0,2796	Sí	0,10845	0,2796	Sí	0,10386	0,2796	Sí

Tabla 53. Valores de calculados (Dc) y de Kolmogorov-Smirnov (Dt) para verificar el ajuste a la FDP.

Estación Nirivilo															
	Pp			ICP			IF			IMF			IMFM		
Períodos	Dc	Dt	Ho	Dc	Dt	Ho	Dc	Dt	Ho	Dc	Dt	Ho	Dc	Dt	Ho
1956-1980	0,1464	0,2892	Sí	0,1202	0,2892	Sí	0,0995	0,2892	Sí	0,1194	0,2892	Sí	0,0733	0,2892	Sí
1981-2003	0,0952	0,2796	Sí	0,1237	0,2796	Sí	0,1746	0,2796	Sí	0,1218	0,2796	Sí	0,0984	0,2796	Sí

Tabla 54. Valores de calculados (Dc) y de Kolmogorov-Smirnov (Dt) para verificar el ajuste a la FDP.

Estación Parral															
	Pp			ICP			IF			IMF			IMFM		
Períodos	Dc	Dt	Ho	Dc	Dt	Ho	Dc	Dt	Ho	Dc	Dt	Ho	Dc	Dt	Ho
1964-1980	0,1453	0,318	Sí	0,098	0,318	Sí	0,0885	0,318	Sí	0,08495	0,318	Sí	0,08865	0,318	Sí
1981-2003	0,0958	0,2796	Sí	0,0692	0,2796	Sí	0,1002	0,2796	Sí	0,12825	0,2796	Sí	0,09582	0,2796	Sí

Tabla 55. Valores de calculados (Dc) y de Kolmogorov-Smirnov (Dt) para verificar el ajuste a la FDP.

Estación Embalse Bullileo															
	Pp			ICP			IF			IMF			IMFM		
Períodos	Dc	Dt	Ho	Dc	Dt	Ho	Dc	Dt	Ho	Dc	Dt	Ho	Dc	Dt	Ho
1941-1960	0,0997	0,294	Sí	0,1606	0,294	Sí	0,1832	0,294	Sí	0,11801	0,294	Sí	0,08477	0,294	Sí
1961-1980	0,1139	0,294	Sí	0,1159	0,294	Sí	0,0643	0,294	Sí	0,08112	0,294	Sí	0,06185	0,294	Sí
1981-2003	0,1712	0,2796	Sí	0,0905	0,2796	Sí	0,1146	0,2796	Sí	0,18136	0,2796	Sí	0,14046	0,2796	Sí

Tabla 56. Valores de calculados (Dc) y de Kolmogorov-Smirnov (Dt) para verificar el ajuste a la FDP.

Estación Liguay															
	Pp			ICP			IF			IMF			IMFM		
Períodos	Dc	Dt	Ho	Dc	Dt	Ho	Dc	Dt	Ho	Dc	Dt	Ho	Dc	Dt	Ho
1981-2003	0,1461	0,2796	Sí	0,1164	0,2796	Sí	0,1113	0,2796	Sí	0,19839	0,2796	Sí	0,09219	0,2796	Sí

Tabla 57. Valores de calculados (Dc) y de Kolmogorov-Smirnov (Dt) para verificar el ajuste a la FDP.

Estación Hornillo															
	Pp			ICP			IF			IMF			IMFM		
Períodos	Dc	Dt	Ho	Dc	Dt	Ho	Dc	Dt	Ho	Dc	Dt	Ho	Dc	Dt	Ho
1961-1980	0,1079	0,294	Sí	0,2671	0,294	Sí	0,1253	0,294	Sí	0,10709	0,294	Sí	0,07106	0,294	Sí
1981-2003	0,1019	0,2796	Sí	0,1091	0,2796	Sí	0,1099	0,2796	Sí	0,10972	0,2796	Sí	0,06418	0,2796	Sí

Tabla 58. Valores de calculados (Dc) y de Kolmogorov-Smirnov (Dt) para verificar el ajuste a la FDP.

Estación Embalse Ancoa															
	Pp			ICP			IF			IMF			IMFM		
Períodos	Dc	Dt	Ho	Dc	Dt	Ho	Dc	Dt	Ho	Dc	Dt	Ho	Dc	Dt	Ho
1961-1980	0,1247	0,294	Sí	0,1918	0,294	Sí	0,0842	0,294	Sí	0,14419	0,294	Sí	0,0906	0,294	Sí
1981-2003	0,0888	0,2796	Sí	0,1387	0,2796	Sí	0,1148	0,2796	Sí	0,15281	0,2796	Sí	0,08611	0,2796	Sí

Tabla 59. Valores de calculados (Dc) y de Kolmogorov-Smirnov (Dt) para verificar el ajuste a la FDP.

Estación Melozal															
	Pp			ICP			IF			IMF			IMFM		
Períodos	Dc	Dt	Ho	Dc	Dt	Ho	Dc	Dt	Ho	Dc	Dt	Ho	Dc	Dt	Ho
1961-1980	0,1061	0,294	Sí	0,0879	0,294	Sí	0,126	0,294	Sí	0,07356	0,294	Sí	0,10508	0,294	Sí
1981-2003	0,1255	0,2796	Sí	0,0578	0,2796	Sí	0,0776	0,2796	Sí	0,11546	0,2796	Sí	0,11588	0,2796	Sí

Tabla 60. Valores de calculados (Dc) y de Kolmogorov-Smirnov (Dt) para verificar el ajuste a la FDP.

Estación Linares															
	Pp			ICP			IF			IMF			IMFM		
Períodos	Dc	Dt	Ho	Dc	Dt	Ho	Dc	Dt	Ho	Dc	Dt	Ho	Dc	Dt	Ho
1981-2003	0,1322	0,2796	Sí	0,0755	0,2796	Sí	0,0882	0,2796	Sí	0,07224	0,2796	Sí	0,09332	0,2796	Sí

Tabla 61. Valores de calculados (Dc) y de Kolmogorov-Smirnov (Dt) para verificar el ajuste a la FDP.

Estación Colbún Maule Sur															
	Pp			ICP			IF			IMF			IMFM		
Períodos	Dc	Dt	Ho	Dc	Dt	Ho	Dc	Dt	Ho	Dc	Dt	Ho	Dc	Dt	Ho
1959-1980	0,1415	0,2892	Sí	0,0639	0,2892	Sí	0,1921	0,2892	Sí	0,1190	0,2892	Sí	0,0877	0,2892	Sí
1981-2003	0,1130	0,2796	Sí	0,1279	0,2796	Sí	0,1073	0,2796	Sí	0,12994	0,2796	Sí	0,09183	0,2796	Sí

Tabla 62. Valores de calculados (Dc) y de Kolmogorov-Smirnov (Dt) para verificar el ajuste a la FDP.

Estación San Javier															
	IMFM			ICP			IF			IMF			IMFM		
Períodos	Dc	Dt	Ho	Dc	Dt	Ho	Dc	Dt	Ho	Dc	Dt	Ho	Dc	Dt	Ho
1981-2003	0,0937	0,2796	Sí	0,0837	0,2796	Sí	0,1032	0,2796	Sí	0,07396	0,2796	Sí	0,12716	0,2796	Sí

Tabla 63. Valores de calculados (Dc) y de Kolmogorov-Smirnov (Dt) para verificar el ajuste a la FDP.

Estación El Guindo															
	IMFM			ICP			IF			IMF			IMFM		
Períodos	Dc	Dt	Ho	Dc	Dt	Ho	Dc	Dt	Ho	Dc	Dt	Ho	Dc	Dt	Ho
1964-1980	0,1185	0,318	Sí	0,0862	0,318	Sí	0,1769	0,318	Sí	0,14805	0,318	Sí	0,14971	0,318	Sí
1981-2003	0,1171	0,2796	Sí	0,1209	0,2796	Sí	0,1636	0,2796	Sí	0,19515	0,2796	Sí	0,1805	0,2796	Sí

Tabla 64. Valores de calculados (Dc) y de Kolmogorov-Smirnov (Dt) para verificar el ajuste a la FDP.

Estación Huapi															
	IMFM			ICP			IF			IMF			IMFM		
Períodos	Dc	Dt	Ho	Dc	Dt	Ho	Dc	Dt	Ho	Dc	Dt	Ho	Dc	Dt	Ho
1981-2003	0,0977	0,2796	Sí	0,1244	0,2796	Sí	0,1573	0,2796	Sí	0,13573	0,2796	Sí	0,10313	0,2796	Sí

Tabla 65. Valores de calculados (Dc) y de Kolmogorov-Smirnov (Dt) para verificar el ajuste a la FDP.

Estación Talca U.C															
	Pp			ICP			IF			IMF			IMFM		
Períodos	Dc	Dt	Ho	Dc	Dt	Ho	Dc	Dt	Ho	Dc	Dt	Ho	Dc	Dt	Ho
1982-2003	0,0947	0,2844	Sí	0,1459	0,2844	Sí	0,1145	0,2844	Sí	0,13365	0,2844	Sí	0,11433	0,2844	Sí

Tabla 66. Valores de calculados (Dc) y de Kolmogorov-Smirnov (Dt) para verificar el ajuste a la FDP.

Estación Colorado															
	Pp			ICP			IF			IMF			IMFM		
Períodos	Dc	Dt	Ho	Dc	Dt	Ho	Dc	Dt	Ho	Dc	Dt	Ho	Dc	Dt	Ho
1963-1980	0,1256	0,309	Sí	0,1392	0,309	Sí	0,0926	0,309	Sí	0,07486	0,309	Sí	0,09362	0,309	Sí
1981-2003	0,0869	0,2796	Sí	0,0965	0,2796	Sí	0,1133	0,2796	Sí	0,17392	0,2796	Sí	0,08064	0,2796	Sí

Tabla 67. Valores de calculados (Dc) y de Kolmogorov-Smirnov (Dt) para verificar el ajuste a la FDP.

Estación Fundo El Peral															
	IMFM			ICP			IF			IMF			IMFM		
Períodos	Dc	Dt	Ho	Dc	Dt	Ho	Dc	Dt	Ho	Dc	Dt	Ho	Dc	Dt	Ho
1966-1986	0,0865	0,301	Sí	0,1456	0,301	Sí	0,0076	0,301	Sí	0,1071	0,301	Sí	0,1663	0,301	Sí

**APENDICE 7. Promedios y coeficientes de variación de las precipitaciones por décadas.**

Estación	Precipitación					ICP					IF					IMF				
	1960	1970	1980	1990	2003	1960	1970	1980	1990	2003	1960	1970	1980	1990	2003	1960	1970	1980	1990	2003
Los Queñes	1311	1349	1401	1271	1505	20,56	23,84	22,03	20,19	25,81	162,3	222,3	226,9	136,4	360,2	325,5	388,7	401,2	309,9	534,6
El Manzano	1005	1621	1273	1151	1476	24,3	26,03	24,19	21,53	26,16	150,9	418	218,5	125,4	334,6	242,3	566,7	357,4	266,1	500,7
Santa Susana	---	---	575,1	715,2	1005	---	---	27,29	24,21	27,35	---	---	90,92	106,7	274,6	---	---	139,8	189,9	388,4
Potrero Grande	---	1140	1094	994,9	1314	---	24,48	24,12	20,28	25,43	---	170,4	160,1	99,61	300,7	---	297,5	276,3	209,5	430,9
Curicó	---	683,2	677,8	601	806	---	30,96	22,49	21,16	28,81	---	158,1	99,37	71,79	205,5	---	246,1	175	139,3	293,2
Lontué	---	659,7	727	559,2	728,5	---	23,84	22,23	20,69	26,98	---	96,26	108,7	58,98	155,2	---	166	194,3	110,7	231,4
Gualleco	648,6	828,5	951,5	710,4	968,4	21,56	26,7	23,09	22,77	25,94	87,46	152,7	139,7	94,7	186,7	143,8	248,6	268,1	168,3	308,8
Armerillo	1939	2662	2544	2015	2473	18,66	22,93	21,25	19,94	23,68	212,1	403,8	324,9	207,3	406,8	387,8	707,9	611,5	397,1	638,5
Embalse Digua	1365	1463	1532	1365	1704	16,85	21,57	18,11	18,22	19,46	109,4	158,4	130,9	135,9	202,4	226,2	307,7	286,9	255,2	385,5
San Manuel en Perquilauquén	1269	1393	1513	1305	1794	17,49	21,3	18,23	17,99	19,42	111,8	159,2	145,1	120,8	235,6	217,8	298,6	307,4	246,1	453
Quella	629,8	725,8	775,7	666,4	724,2	21,19	21,97	20,28	19,95	24,37	69,32	93,38	87,44	85,4	109,9	125,5	171,2	179,3	147,4	179,2
Embalse Tutuvén	---	858,1	991,7	799	998,1	---	29,74	21,4	20,85	25,37	---	185,3	122,5	98,04	178,3	---	247,4	241,3	168,5	277,4
Nirivilo	702,1	862,6	981,1	685,9	941,9	22,62	24,28	22,33	22,21	26,68	95,64	141,9	139,8	82,06	205,4	165,7	233,8	275	147,9	297,7
Parral	849,4	992,3	1049	899,9	1062	17,74	20,54	18,8	18,57	19,87	91,65	117,2	102,7	103,4	136	155,7	215,9	221	181,7	239,9
Embalse Bullileo	1872	2290	2220	1926	2459	16,43	19,01	18,55	18	20,38	129,9	248,6	211,3	190,8	355,1	291,2	478,7	437,3	354,1	589
Liguay	---	888,8	1004	937,9	1042	---	17,53	21,21	18,83	19,36	---	75,88	121,2	99,36	125,2	---	149,1	220,4	195,4	222,9
Hornillo	1723	2451	2279	1936	2362	27,9	21,64	21,32	21,68	23,62	197,9	365,2	287,9	255,6	440,6	356,6	645,7	545,2	429	651,1
Embalse Ancoa	1344	1583	1708	1500	1779	18,3	26,19	20,43	19,02	21,55	125,4	240,8	213,9	164	291	253	406,5	407,8	320,4	462,7
Melozal	668,7	793,9	806,1	675,4	832,5	21,05	22,23	21,16	20,25	22,59	83,3	114,1	101,8	80,3	125,2	142,7	199,9	192,9	152,4	218,6
Linares	664,7	750,4	1004	774,2	937,6	17,9	27,23	19,94	19,93	20,86	62,79	113	125,9	86,47	133,2	110,5	183,8	245,7	164,4	230,6
Colbún (Maule Sur)	843,3	990,4	1158	942,3	1114	20,61	22,89	20,83	20,49	21,77	99,73	138,1	157,2	140,2	152,5	174	243,7	292,9	226,9	268,6
San Javier	---	756,7	878,6	653,3	802,4	---	22,44	21,92	20,89	21,54	---	94,39	126,9	77,84	99,83	---	176,8	230,7	138,7	185,9
El Guindo	677,1	805,5	737,7	577,4	820,9	18,58	23,12	19,92	21,13	24,48	90,65	121,4	84,19	58,71	142,4	156,4	224,6	163,6	117,5	234,4
Huapi	---	1109	1089	779,4	1043	---	21,62	20,44	23,21	25,96	---	144,7	138,2	76,21	191,5	---	278,7	263,4	147	289
Talca U.C	---	---	746,9	570,5	720,5	---	---	21,28	21,06	23,87	---	---	105,1	64,85	112,5	---	---	197,3	119,1	191,5
Colorado	1129	1521	1518	1243	1540	19,96	21,05	20,94	19,55	22,79	119,5	206,1	195,3	122,7	252,2	217,3	368,9	363,3	248,4	402,3
Fundo El Peral	471,9	658,7	690,7	---	---	21,68	22,48	25,22	---	---	62,15	86,62	87,28	---	---	89,95	175,5	195,5	---	---
<b>Promedio</b>	1062	1193	1182	1010	1267	20,2	23,4	21,4	20,5	23,6	115	177	150	113	220	210	305	285	213	350
<b>Coefficiente de Variación (%)</b>	42,9	47,8	43,6	43,7	42,6	14,3	13,1	9,79	7,66	11,7	37,5	53,6	41,3	42,2	44,6	40,9	49,7	40,5	41,1	41

