



**Facultad de Ciencias Forestales
Escuela de Ingeniería Forestal**

**PROPUESTA DE UN MÉTODO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CURVAS
INTENSIDAD-DURACIÓN-FRECUENCIA (IDF) EN ESTACIONES
PLUVIOMÉTRICAS DE CHILE CENTRAL**

RAÚL ELIAS CERECEDA PEÑA

Memoria para optar al título de

INGENIERO FORESTAL

PROFESOR GUÍA: DR. ING. ROBERTO PIZARRO TAPIA

TALCA-CHILE

2008

ÍNDICE

CAPÍTULO	PÁGINA
1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS	3
2.1. Objetivo General	3
2.2. Objetivo General	3
3. ANTECEDENTES GENERALES	4
3.1. Región de Coquimbo	5
3.2. Región de Valparaíso	6
3.3. Región Metropolitana	7
3.4. Región del Libertador General Bernardo O' Higgins	8
3.5. Región del Maule	9
3.6. Región del Bío-Bío	10
3.7. Región de la Araucanía	11
4. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	12
4.1. Características de las precipitaciones	12
4.2. Definición de las curvas Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF)	13
4.2.1. Intensidad	14
4.2.2. Período de Retorno o Frecuencia	15
4.2.3. Probabilidad de Excedencia	15
4.3. Construcción de las curvas IDF	16
4.4. Método K	19
4.5. Aplicaciones de las curvas IDF	22
4.6. Estudios de extensión de las curvas IDF	24

5. METODOLOGÍA	27
5.1. Etapas Metodológicas	27
5.1.1. Revisión Bibliográfica	27
5.1.2. Recopilación de Información	27
5.1.3. Análisis del comportamiento de los valores K	29
5.1.4. Selección preliminar de la estación patrón para la extrapolación de la curva IDF hacia estaciones pluviométricas vecinas	30
5.1.5. Selección preliminar de la estación patrón	31
5.1.5.1. Coeficiente de determinación (R^2)	31
5.1.5.2. Error estándar de estimación (EEE)	32
5.1.6. Análisis del comportamiento de las curvas IDF modeladas, para la posterior selección de la estación patrón definitiva	33
5.1.7. Presentación de los resultados	35
5.1.8. Análisis de los resultados	36
5.1.9. Conclusiones y Recomendaciones	36
5.2. Materiales	36
6. PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS	37
6.1. Caracterización de las posibles estaciones patrón por región	37
6.2. Comportamiento de los valores K según latitud	38
6.3. Construcción de la curva IDF en base al método K, para las estaciones seleccionadas por región	40
6.3.1. Región de Coquimbo	55
6.3.2. Región de Valparaíso	56
6.3.3. Región Metropolitana	57
6.3.4. Región del Libertador General Bernardo O' Higgins	58
6.3.5. Región del Maule	59
6.3.6. Región del Bío-Bío	60
6.3.7. Región de la Araucanía	61

6.4. Validación estadística de las estaciones seleccionadas	69
6.5. Análisis Inter-Regiones	73
7. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	76
7.1. Estaciones disponibles	76
7.2. Análisis del comportamiento de la intensidad de precipitación por región	77
7.3. Análisis de los valores K	79
7.4. Selección de la estación patrón en base al método K	83
7.5. Caracterización de las estaciones seleccionadas por región	84
7.6. Análisis estadístico	89
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	91
9. BIBLIOGRAFÍA	94
APÉNDICES	98
Apéndice I	
Tablas con los valores K, para cada una de las estaciones por Región.	
Apéndice II	
Tablas con valores de intensidades reales y simulados para cada estación seleccionada, por Región	
ANEXOS	99
Ubicación espacial de las estaciones pluviográficas por Región	

RESUMEN

El estudio que se presenta a continuación tiene como objetivo, construir curvas Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF) en estaciones pluviométricas a partir de estaciones pluviográficas aledañas, mediante el método K propuesto por Pizarro *et al.* (2001). En total se consideraron 40 estaciones distribuidas en Chile central, abarcando las Regiones de Coquimbo, Valparaíso, Metropolitana, Libertador General Bernardo O' Higgins, Maule, Bío-Bío y Araucanía, entre las latitudes 29°58' y 39°16'.

En primer lugar, se analizaron todas las posibles combinaciones en la estimación de las curvas IDF, para cada una de las regiones, determinando además el coeficiente de determinación (R^2) y el error estándar de estimación (EEE), como una primera aproximación para la selección de la estación patrón, definida para la estimación de la curva IDF, de la estación pluviométrica. Sin embargo, el criterio de selección se basó en el (EEE), considerando aquellas estaciones que presentaron un error inferior a 1,5 mm/h. Así mismo la validación de la calidad de ajuste de las estaciones seleccionadas mediante el criterio definido, se verificó a partir de la Prueba U de Mann-Whitney.

Finalmente y a partir de los resultados obtenidos, se pudo inferir que el método K propuesto, parece ser una herramienta adecuada para la estimación de las curvas IDF en estaciones pluviométricas a partir de estaciones pluviográficas. Por lo tanto se recomienda como patrón a seguir en la estimación de las curvas IDF, la utilización del método K, siempre y cuando se cuente con diferencias mínimas en las intensidades de 24 horas, de no más de 2 mm/h para todas las regiones en estudio, excepto la Región de Valparaíso, en que es aceptable hasta 3 mm/h, por la alta variabilidad.

SUMMARY

This study is put forward and like many has an objective, to construct Intensity-Duration-Frequency curves (IDF) in rainfall measuring stations from bordering stations recording rain gauges by means of method K proposed by Pizarro *et to.* (2001). Altogether 40 stations distributed in central Chile were considered, including the Regions of Coquimbo, Valparaíso, Metropolitana, Libertador General Bernardo O” Higgins, Maule, Bío-Bío and Araucanía, between latitudes 29°58’and 39°16’.

In the first place, all the possible combinations in the estimation of curves IDF were analyzed, for each one of the regions, determining in addition the coefficient to determination (R^2) and the standard error of estimation (EEE), the first approach for the selection of the station pattern, defined for the estimation of curve IDF, the pluviométrica station. Nevertheless, the selection criterion was based on (EEE), considering those stations that presented displayed an inferior error to 1,5 mm/h. Also the validation of the quality of adjustment of the stations selected by means of the defined criterion was verified from the Test U of Mann-Whitney.

Finally and from the obtained results, it was possible to be inferred that proposed method K, seems to be a tool adapted for the estimation of curves IDF in pluviométricas stations from station pluviográficas. Therefore it is recommended the likely pattern to follow in the estimation of curves IDF, the use of method K, as long as it is counted on minimum differences in the intensities of 24 hours, of not more than 2 mm/h for all the regions in study, except the Region of Valparaíso, in which is acceptable up to 3 mm/h, by the high variability.

1.- INTRODUCCIÓN

El agua es un recurso vital en el desarrollo del ser humano y parte fundamental de su quehacer productivo, por lo que el estudio de las precipitaciones tiene especial importancia, debido al predominio de actividades relacionadas con el aprovechamiento de los recursos hídricos. En general, las precipitaciones son la principal entrada de agua en una cuenca, aportando caudal a los cauces y recarga a los acuíferos. Su importancia radica en ser el suministro natural de agua a los ecosistemas, condicionando la vida de organismos y el desarrollo de las actividades humanas (Llamas, 1993).

En este contexto, estudiar las precipitaciones y conocer su distribución temporal es motivo de interés para objetivos edafológicos, meteorológicos e hidrológicos; estos estudios pueden proporcionar índices para realizar análisis de crecidas o construir modelos precipitación-escorrentía, que permitan mejorar la información disponible para un adecuado diseño de obras civiles. Para esto, se requiere del conocimiento de las intensidades máximas de precipitación.

Una forma de caracterizar las precipitaciones, es a través de la intensidad, su distribución en el espacio y en el tiempo, y su frecuencia o probabilidad de ocurrencia. En este sentido se pueden relacionar estas tres variables, obteniéndose así las curvas Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF), las que están construidas en base a intensidades máximas de precipitación, teniendo un rol importante al permitir establecer diseños de intensidades, asociadas a un período de retorno y a una determinada duración de lluvia (Abarza, 2001).

En este marco, para poder caracterizar las precipitaciones es necesario un gran número de observaciones extraídas de series pluviográficas, con el objetivo de deducir el patrón de comportamiento en una zona determinada y permitir un análisis o uso posterior. Sin embargo, muchas veces no se dispone

de registros continuos de precipitaciones o éstos no tienen la suficiente duración como para hacer los análisis de frecuencia requeridos; debe entonces usarse la información pluviométrica. Por lo tanto, muchas veces es necesario presentar la información pluviométrica correspondiente a una tormenta o lluvia en forma de intensidades, a partir de los registros de las estaciones pluviográficas.

El número de estaciones pluviográficas es en general menor al de estaciones pluviométricas. Por lo tanto, surge la interrogante acerca de si es posible construir las curvas IDF en estaciones pluviométricas, en donde sólo se tiene la intensidad en 24 horas.

Por consiguiente, este proyecto pretende analizar la construcción de curvas Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF) para estaciones pluviométricas en base a estaciones pluviográficas cercanas; y cuya finalidad es dar cuenta de la relación entre la intensidad horaria y la intensidad de precipitación en 24 horas (Método K), para cada período de retorno, permitiendo la extrapolación a zonas o estaciones que carezcan de registros pluviográficos. Con ello se espera determinar algún patrón de conducta que permita explicar el comportamiento de las intensidades máximas de precipitación, además de poner a disposición de los investigadores una herramienta de análisis y planificación.

2.- OBJETIVOS

2.1.- Objetivo General

Construir curvas Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF) en estaciones pluviométricas a partir de estaciones pluviográficas aledañas, en el territorio comprendido entre las regiones de Coquimbo y la Araucanía.

2.2.- Objetivos Específicos

Determinar la factibilidad de uso del método K, para la construcción de curvas IDF en estaciones pluviométricas.

Establecer recomendaciones de uso del método K, si procediera, para estaciones pluviométricas de la zona Centro-Sur de Chile.

3.- ANTECEDENTES GENERALES

El área de estudio comprende el territorio de siete regiones de Chile central, donde en total se cuenta con 40 estaciones pluviográficas, de las cuales siete se localizan en la Región de Coquimbo, cuatro en la Región de Valparaíso, cinco en la Región Metropolitana, tres en la Región del Libertador General Bernardo O' Higgins, doce en la Región del Maule, cinco en la Región del Bío-Bío y cuatro en la Región de la Araucanía. Cabe señalar que estas estaciones pertenecen a la Dirección General de Aguas (DGA), organismo dependiente del Ministerio de Obras Públicas (MOP), que cuenta con una amplia red de estaciones pluviométricas y pluviográficas a lo largo de Chile central y centro sur.

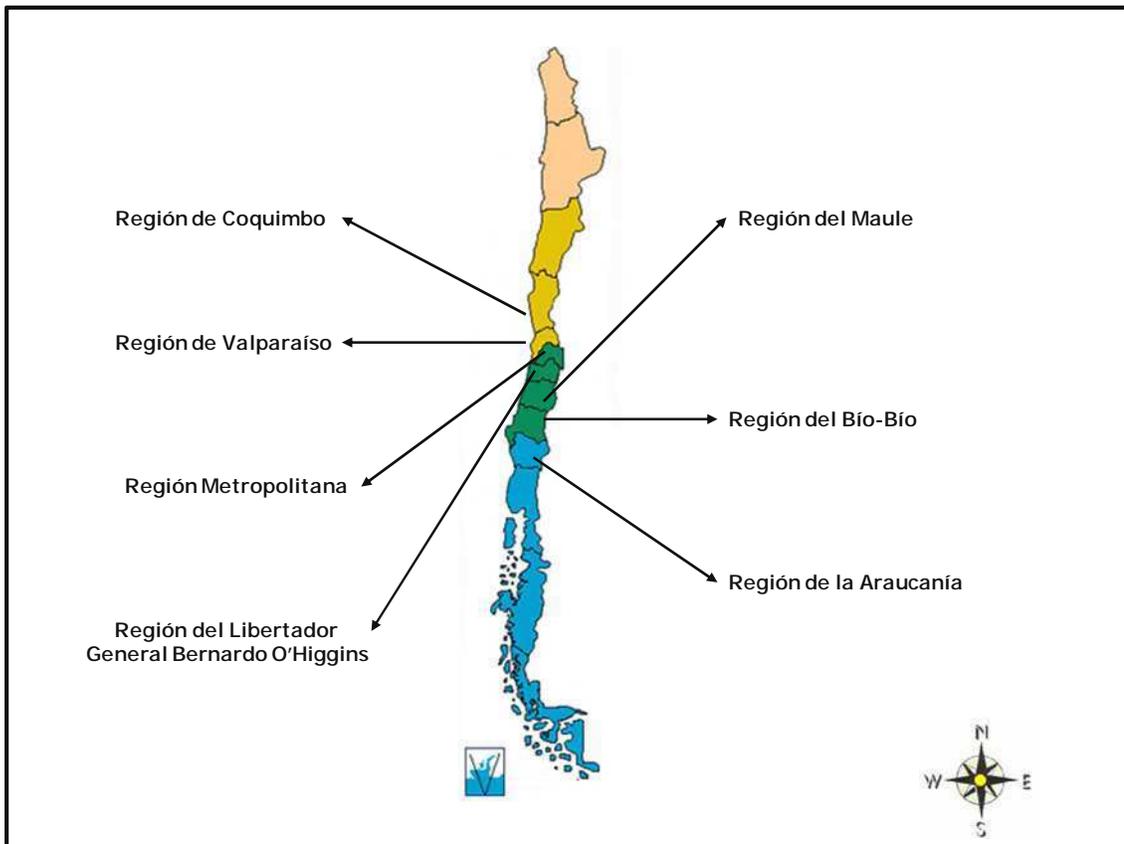


Figura N1: Mapa de ubicación del área de estudio

3.1.- Región de Coquimbo

Dentro de las regiones en estudio destaca la Región de Coquimbo, que se extiende entre los 29°02' y 32°16' de latitud sur y desde los 69°49' de longitud oeste hasta el Océano Pacífico. La superficie estimada es de 40.579,9 Km².

En esta región se distinguen las siguientes formas de relieve: Planicies litorales; cordones transversales; encadenamiento andino principal y llanos de sedimentación fluvial. Destaca la presencia de los cordones transversales que constituyen un complejo montañoso andino-costero, permitiendo el desarrollo de las tres grandes hoyas hidrográficas (Elqui, Limarí y Choapa), que cortan el territorio de la región. Su régimen es mixto, con el máximo caudal en los meses de noviembre y diciembre, producto de los deshielos estivales. También suele producirse un aumento considerable del caudal con motivo de inusitadas y torrenciales lluvias (<http://www.gobiernodechile.cl>).

En cuanto al clima, el rasgo dominante es la aridez con exiguas precipitaciones de régimen invernal, que se acentúan hacia el sur, distinguiéndose los climas desértico costero con nubosidad abundante; desértico transicional; estepa costera con nubosidad abundante; estepa templada interior y estepa fría de montaña (DMC, 2007).

Las precipitaciones en la zona son escasas, variando desde 150 a 350 mm al año, presentando períodos secos de 8 a 9 meses. Por ello, el aporte de agua en períodos estivales proviene principalmente de la Cordillera de los Andes, lugar donde nacen los tres principales ríos de la región.

3.2.- Región de Valparaíso

La Región de Valparaíso se extiende entre los 3202 ' y 3357' de latitud sur y desde los 7000' de longitud oeste hasta el Océano Pacífico. La superficie estimada es de 16.396,1 Km².

Esta región se localiza en un territorio orográfico complejo, donde es posible distinguir las siguientes unidades morfológicas: planicies costeras, en que alternan extensas playas de acumulación arenosa con sectores acantilados; llanos de sedimentación fluvial; cordones transversales del sistema montañoso andino costero; cordones transversales del tronco maestro andino y cuencas transicionales semiáridas (<http://www.gobiernodechile.cl>).

En la zona se destacan los siguientes climas: estepa con nubosidad abundante; templado cálido con lluvias invernales; estepa templada con precipitación invernal; estepa fría de montaña y tundra de alta montaña.

En relación a la hidrografía en la región, de la confluencia de los ríos Juncal y Colorado surge el Río Aconcagua, con una hoya hidrográfica de 7.640 kilómetros cuadrados y una longitud de 190 Km; recibe además las aguas del Río Putaendo y posee un régimen nivoso franco con escurrimiento torrencial. En el sector Norte se desarrollan los sistemas Petorca y La Ligua, el primero de régimen nivopluvioso y el segundo nivoso.

Por otra parte las precipitaciones presentan medias anuales de 150 mm en el extremo norte y 250 mm al interior, mientras que a lo largo del sector costero, éstas pueden superar los 450 mm.

3.3.- Región Metropolitana

El relieve de la región metropolitana se caracteriza por representar una de las áreas mejor definidas de la orografía chilena, diferenciándose claramente las tres entidades fundamentales de Chile Central: Cordillera de la Costa, Depresión Intermedia y Cordillera de los Andes (DMC, 2007).

Esta región se extiende entre los 32°55' y 34°19' de latitud sur y entre los 69°46' y 71°43' de longitud oeste. La superficie regional es de 15.403,2 Km². Es la región de menor superficie en el país y la única mediterránea.

El clima predominante en la región, hasta los 1.500 metros de altitud, corresponde al templado cálido con estación seca prolongada; en el área cordillerana el clima va variando hacia climas más rigurosos por efecto de la altitud, estableciéndose pisos que presentan un progresivo descenso de las temperaturas y un aumento de las precipitaciones (DMC, 2007).

La red hidrográfica regional está representada principalmente por el Río Maipo, siendo sus principales afluentes los ríos Mapocho, Yeso y Colorado. El máximo de caudal se produce entre noviembre y febrero, a consecuencia de los deshielos, y no están ausentes las grandes avenidas, producto de torrenciales lluvias invernales (<http://www.gobiernodechile.cl>).

Por otra parte, las precipitaciones alcanzan un promedio anual de 350 mm, disminuyendo desde la costa al interior, para luego aumentar en la cordillera de los Andes. Una característica apreciable de las precipitaciones de esta Región, y de toda la zona central en general del país, es la irregularidad que se aprecia entre un año y otro, presentándose períodos muy secos y otros considerablemente lluviosos.

3.4.- Región del Libertador General Bernardo O` Higgins

Esta Región se extiende entre los 33°51' y los 35° 1' de latitud sur y desde los 70°2' de longitud oeste hasta el Océano Pacífico. La superficie regional es de 16.387 Km².

Respecto al clima, la región se encuentra bajo el dominio del clima templado cálido con lluvias invernales (mediterráneo), siendo posible establecer algunas diferencias de mar a cordillera y de norte a sur, manifestadas en un aumento de las precipitaciones con el ascenso gradual del relieve y el avance en latitud (DMC, 2007).

En cuanto al relieve, se distinguen las siguientes formas: planicies litorales, que alcanzan un desarrollo entre 25 a 30 kilómetros, y se presentan en general mixtas alternando playas de acumulación arenosa con sectores acantilados; la Cordillera de la Costa; la Depresión Intermedia, donde se pueden distinguir la Cuenca de Rancagua al Norte y la Depresión Intermedia propiamente tal al Sur de la angostura de Pelequén, y la Cordillera de los Andes (<http://www.gobiernodechile.cl>).

En relación a las precipitaciones, éstas alcanzan un promedio de 560 mm anuales, y presentan un aumento a medida que se avanza hacia el sur. Éstas a su vez, son mayores en la costa y en la cordillera de los Andes, con respecto a las que se verifican en la depresión intermedia.

El sistema hidrográfico se encuentra conformado por el río Rapel, el que presenta como afluentes a los ríos Cachapoal y Tinguiririca, todos de origen andino.

3.5.- Región del Maule

La Región del Maule presenta una superficie regional de 30.296,1 Km², y se extiende entre los 34°1' y 36°33' de latitud sur y los 70°20' de longitud oeste, hasta el Océano Pacífico.

El clima imperante es de tipo mediterráneo, con algunas variaciones derivadas del aumento de latitud y altitud.

En relación a las precipitaciones, éstas alcanzan un promedio de 700 mm anuales, y presentan un aumento a medida que se avanza hacia el sur.

En esta Región el relieve se caracteriza por presentar también cuatro unidades bien definidas: Planicies litorales; Cordillera de la Costa; Depresión Intermedia, que se presenta en forma de cono, ampliándose hacia el Sur, con el aspecto de planicie suavemente ondulada, bajo condiciones de clima y suelo que han favorecido la ocupación poblacional; Precordillera, con un territorio de difícil acceso por sus laderas abruptas y ríos encajonados, conocido también como la Montaña; y la Cordillera de los Andes, cuya altura es considerablemente menor respecto de las regiones más septentrionales (promedio inferior a 4.000 metros).

La Región del Maule cuenta con dos sistemas hidrográficos: el río Mataquito al Norte y el río Maule en el Centro. El primero es de régimen mixto y sus afluentes son el río Teno y el Lontué. El río Maule es una de las más importantes en el país; su hoya hidrográfica abarca una superficie de 20.300 Km² y posee un caudal medio de 467 m³/s. Nace en la Cordillera de Los Andes y tiene como tributarios en su curso superior a los ríos Puelche, Los Cipreses, Claro y Melado; en el Valle Longitudinal tiene como afluente al río Loncomilla (<http://www.gobiernodechile.cl>).

3.6.- Región del Bío-Bío

La Región del Bío- Bío se extiende entre los 3600' y 3830' de latitud sur y desde los 7100' de longitud oeste hasta el Océano Pacífico. Sus límites generales son al Norte, la Región del Maule; al Este, la República de Argentina; al Sur, la Región de La Araucanía; y al Oeste, el Océano Pacífico. La superficie, es de 37.062,6 Km².

En la zona se distinguen las siguientes formas de relieve: planicies litorales, que alcanzan su mayor desarrollo al Sur del Río Bío -Bío (Arauco-Cañete, con un ancho medio de 25 kilómetros); Cordillera de la Costa, que en el Norte se diluye en una serie compleja de lomeríos con cuencas intermontañas, en contraste con el aspecto de muro que presenta en el Sur; Cordillera de Nahuelbuta; Depresión Intermedia, de gran amplitud en la parte Norte de la región; la Montaña y la Cordillera de los Andes (<http://www.gobiernodechile.cl>).

En cuanto al clima, se pueden distinguir los siguientes: templado cálido con estación seca y lluviosa semejante; templado lluvioso; y de altura. Se aprecian variaciones térmicas y pluviométricas importantes, por efecto de la latitud y la altitud (DMC, 2007).

A nivel hidrográfico, los ríos de esta región tienen régimen pluvio-nivoso, registrándose el caudal mínimo entre enero y abril. Destacan, por su magnitud, el Itata en el norte y el Bío- Bío en el sur. Son afluentes del Itata, el Diguillín, Larqui y el Ñuble, y del Bío- Bío, el Vergara y el Laja.

Las precipitaciones en esta región alcanzan un promedio de 1.100 mm anuales.

3.7.- Región de la Araucanía

La Región de La Araucanía se extiende entre los 37°35' y 39°37' de latitud sur y desde los 70°50' de longitud oeste hasta el Océano Pacífico. La superficie, es de 31.842,3 Km².

Además, se distinguen las siguientes unidades de relieve: Planicies litorales; Cordillera de la Costa; Depresión Intermedia; Precordillera y Cordillera de los Andes.

La Región de La Araucanía es drenada por los ríos Imperial, Toltén, Bío-Bío y por algunas hoyas costeras de menor magnitud como el Moncul, el Queule y Lago Budi. El Imperial tiene como principales afluentes al Cautín, Cholchol y Quepe. El Toltén tiene como principal afluente al Río Allipén y en su conformación intervienen tres cuerpos lacustres, siendo los 2 más importantes los lagos Caburgua y Villarrica (<http://www.gobiernodechile.cl>).

En relación a las precipitaciones, éstas alcanzan un promedio de 1.200 mm anuales, y presentan un aumento a medida que se avanza hacia el sur.

En esta región se observa una transición entre los climas de tipo mediterráneo con degradación húmeda y los climas templado-lluviosos con influencia oceánica, distinguiéndose el clima templado cálido con estación seca corta; clima templado cálido lluvioso con influencia mediterránea; clima templado frío-lluvioso con influencia mediterránea; y clima de hielo de altura (DMC, 2007).

4.- REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

4.1.- Características de las Precipitaciones

La precipitación, según Llamas (1993), es el agua que proviene de la humedad atmosférica y que cae a la superficie terrestre, principalmente en estado líquido (lluvia) o sólida (nieve o granizo). Además, esta variable, puede ser considerada como la más importante dentro de las que intervienen en el balance hídrico y en el ciclo hidrológico.

Por otra parte, Linsley *et al.* (1988), y Llamas (1993), plantean que pueden presentarse los siguientes tipos de precipitación: *Frontales*, que resultan de la evaporación de grandes masas de agua que vienen desde el mar. La mayor parte del volumen de precipitación recogida en una cuenca se debe a este tipo de precipitación. También están las *Convectivas*, que se producen por el ascenso de masas de agua que se elevan por diferencia de presión, precipitando por diferencia de temperatura. Esta precipitación es puntual, de corta duración y gran intensidad. Finalmente, existen las lluvias *Orográficas*, que son producto de aires húmedos, generalmente de océanos, que se encuentran con zonas montañosas, las cuales las obligan a elevarse.

Así mismo, Aparicio (2003) plantea que los aparatos o instrumentos más usados para medir la precipitación, son los pluviógrafos y los pluviómetros.

De acuerdo a Pizarro *et al.* (1988), una estación pluviométrica consta de un pluviómetro, el cual permite el registro diario de las precipitaciones, además de conocer la intensidad en 24 horas. Por su parte una estación pluviográfica consta, además de un pluviómetro, de un pluviógrafo que permite un registro continuo de las precipitaciones e intensidades de la misma.

Es importante señalar, que cuando sólo se dispone de un pluviómetro en una estación, es evidente que en general sólo se podrá conocer la intensidad media en 24 horas. Como se comprenderá, esta información puede inducir a grandes errores por defecto, por cuanto las lluvias de corta duración son en general las más intensas. Es natural entonces que las determinaciones de intensidades de lluvia, se hagan a partir de los registros proporcionados por los pluviógrafos (Aros, 1997).

4.2.- Definición de las Curvas Intensidad-Duración –Frecuencia (IDF)

Las curvas Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF), son curvas que resultan de unir puntos representativos de la intensidad media en intervalos de diferente duración, y correspondiente todos ellos a una misma frecuencia o período de retorno (Teméz, 1978).

Una definición más detallada es la entregada por López (1998), que señala que las curvas IDF corresponden a aquellas que representan a las duraciones en las abscisas y a la altura o intensidad de precipitación en la ordenada, donde cada curva representada corresponde a una frecuencia (o período de retorno), de tal forma que las gráficas de estas curvas representan la intensidad media en intervalos de diferente duración, correspondiendo todos los puntos de una misma curva, a un idéntico período de retorno.

Para Maidment (1993) y para Bendient y Huber (2002), son representaciones gráficas que muestran la probabilidad de que una cierta intensidad media de precipitación pueda ocurrir, dada una determinada duración.

Así mismo, para De Fraja (1993), las curvas IDF corresponden a una metodología que permite estimar el valor de las precipitaciones con distintos intervalos y períodos de retorno, a partir de la información de precipitación.

Una definición similar es la que entrega Benítez, citado por Abarza (2001), que afirma que estas curvas son la representación gráfica de la relación existente entre la intensidad, la duración y la frecuencia o período de retorno de la precipitación.

Con la definición de las curvas IDF, surgen otros elementos a considerar, como la intensidad de precipitación, la frecuencia o período de retorno y la probabilidad de excedencia de un evento determinado. Por ello es importante tener claros los conceptos asociados a cada una de estas variables, de modo de tener una visión más clara de las curvas IDF. Para su mejor comprensión, se analizarán de forma separada.

4.2.1.- Intensidad

Según Chow *et al.* (1994), la intensidad se define como la profundidad de precipitación por unidad de tiempo (en mm/hr o pulg/hr), y se expresa como:

$$i = P / T_d$$

Donde, P es la profundidad de lluvia (mm o pulg) y T_d es la duración en horas.

Por otra parte el mismo autor señala, que la intensidad máxima se determina calculando las intensidades corrientes, pertenecientes a una serie de datos para un intervalo de tiempo determinado, para luego seleccionar el valor máximo de ese conjunto de datos.

4.2.2.- Período de Retorno o Frecuencia

Frecuencia, es la repetición de eventos de características similares en intensidad y duración. Esta definición va en directa relación con el período de retorno, el que se define como el número de años promedio que transcurre para que un evento sea igualado o excedido (Linsley *et al.* 1988).

Según Chow *et al.* (1994), los conceptos de frecuencia y período de retorno se encuentran estrechamente relacionados, ya que la frecuencia se expresa en función del período de retorno, que es el intervalo de tiempo promedio entre eventos de precipitación, que igualan o exceden la magnitud del diseño.

De acuerdo a Pizarro (1998), en el diseño de las curvas IDF se debe considerar la frecuencia, la cual se expresa en función del período de retorno T, que se denomina al tiempo que transcurre entre dos sucesos iguales.

Por otra parte, para Aparicio (2003), el número de años en que se presenta un evento puntual, se llama período de retorno, intervalo de ocurrencia o frecuencia, y suele ser denotado como T.

4.2.3.- Probabilidad de Excedencia

Según Pizarro y Novoa (1986), la probabilidad de excedencia, es la probabilidad asociada al período de retorno. En otras palabras de que un evento sea igualado o superado en uno o más años.

Por otro lado, según Ulriksen *et al* (1979) y Viessman y Lewis (2003), la probabilidad de excedencia se define como la probabilidad de que un cierto valor a asumir por la variable aleatoria sea superado. Se define por $(1 / T)$, en

donde T es el período de retorno; por consiguiente, la probabilidad de excedencia sirve para estimar riesgos en obras civiles en general, y poder tener una aplicación a largo plazo en el sector productivo. Además, dentro de las aplicaciones de la estadística, usadas comúnmente en la hidrología, está la determinación de la probabilidad o del período de recurrencia de determinado suceso.

4.3.- Construcción de las curvas IDF

La construcción de las curvas IDF, se realiza a partir de datos aportados por los pluviogramas de una determinada estación. El análisis de estos pluviogramas lleva a obtener expresiones de la altura de precipitación en función de la duración, las cuales son características para cada zona (López, 1998).

Ahora bien, existen diversos métodos para construir las curvas IDF, los que han sido propuestos por diversos autores. Cabe señalar que las primeras relaciones matemáticas, que modelan a dichas curvas, datan desde el inicio de los años treinta del siglo pasado, y fueron realizadas por Sherman en 1931 y Bernard en 1932 (Pereyra *et al.*,2004).

$I = KT^m / (D+b)^n$, Modelo Propuesto por Sherman, 1931

$I = KT^m / D^n$, Modelo Propuesto por Bernard, 1932

Donde K, m, n y b son constantes que se calculan mediante un análisis de regresión lineal múltiple, en tanto que I, D y T corresponden a la intensidad de precipitación, la duración y el período de retorno respectivamente.

A partir de ello Aparicio (1997) plantea, que para la construcción de curvas IDF existen dos métodos; el primero llamado intensidad-período de retorno, que relaciona estas dos variables para cada duración por separado, mediante alguna función de probabilidad usada en hidrología. Mientras, el segundo método relaciona simultáneamente la intensidad, la duración y el período de retorno T, en una familia de curvas, cuya ecuación es:

$$I = K \cdot T^m / (D+C)^n$$

Donde K, m, n y c son constantes que se calculan mediante un análisis de regresión lineal múltiple, en tanto que I, D y T corresponden a la intensidad de precipitación, la duración y el período de retorno respectivamente.

Por otra parte, Chow *et al.* (1994) plantean dos formas de trabajar con las curvas. La primera, utiliza un análisis de frecuencia de lluvias, considerando para ello una función de distribución de probabilidad para valores extremos, como la función Gumbel. El segundo método, expresa las curvas IDF como ecuaciones, con el fin de evitar la lectura de la intensidad de lluvia sobre el diseño de una gráfica.

Otra forma de determinar las curvas IDF es aquella propuesta por Témex (1978), la cual relaciona las intensidades de precipitación ocurridas en intervalos de diferente duración y para distintos períodos de retorno, con el propósito de graficar la relación entre las variables intensidad, duración y frecuencia, y cuyo esquema de la curva IDF es el siguiente:

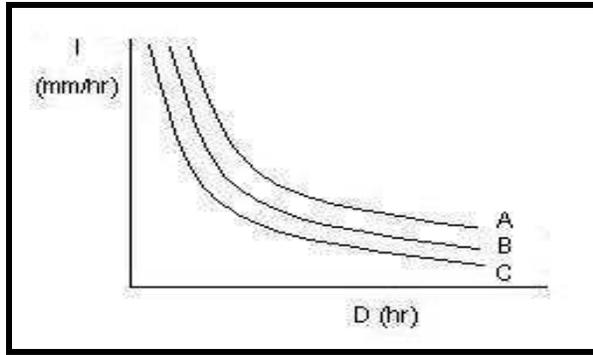


Figura 2: esquema de las curvas IDF

Donde:

D = duración en horas.

I = intensidad de precipitación en mm/h.

A, B, C = períodos de retorno.

4.4.- Método K

Según Pizarro *et al.* (2001), existe un método para la construcción de las curvas IDF en estaciones pluviométricas, denominado método K. Para esto se relaciona cada duración con los distintos períodos de retorno, los cuales son asociados a una probabilidad de excedencia, y cuyo propósito es obtener intensidades máximas de precipitación en (mm/h), para distintos períodos de retorno. El parámetro K se define como:

$$K = I_d / I_{24}$$

Donde, I_d es la intensidad de precipitación horaria e I_{24} es la intensidad de precipitación para una duración de 24 horas, y ambos valores para un período de retorno dado.

De acuerdo a los mismos autores, las tablas con el parámetro K calculado, permiten la extrapolación a zonas o estaciones que carezcan de registros pluviográficos, es decir, a estaciones que presenten registros pluviométricos. Para poder extrapolar a otra estación de carácter pluviométrico, sólo se deberá multiplicar la precipitación de 24 horas de la estación, a un determinado período de retorno, por el factor K ligado a una nueva duración horaria. Para ello se asume que el comportamiento de la curva IDF de la estación pluviográfica, es similar al de la estación pluviométrica. Asimismo, esta relación sólo es posible considerando estaciones con similares características climatológicas.

Para una mejor comprensión y a modo de ejemplo, se presentará esquemáticamente la aplicación del método K, para la reconstrucción de la curva IDF de la estación Talca (considerada pluviométrica), a partir de la estación pluviográfica Potrero Grande. Ambas estaciones corresponden a la región del Maule.

Tabla N1: Valores intensidades estación pluviográfica Potrero Grande.

ESTACIÓN POTRERO GRANDE									
Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h								
	T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100
1	19,14	21,93	24,61	26,15	27,23	28,07	28,75	29,59	30,66
2	14,94	17,18	19,32	20,55	21,41	22,09	22,63	23,3	24,16
6	9,95	11,62	13,23	14,15	14,8	15,3	15,71	16,21	16,86
12	7,02	8,19	9,3	9,94	10,39	10,74	11,03	11,37	11,82
24	4,92	5,84	6,72	7,23	7,58	7,86	8,08	8,36	8,71

Luego a partir de la expresión del parámetro K descrita anteriormente, se obtienen los valores K.

Ejemplo, obtención valor K=5, y duración 1 hora.

$$K = 19,14 / 4,92$$

$$K = \mathbf{3,89}$$

El resto de los valores se obtienen siguiendo la misma metodología, los cuales se presentan en la tabla N2.

Tabla N2: Valores K estación Potrero Grande.

ESTACIÓN POTRERO GRANDE									
Duración (h)	Parámetro K para los distintos períodos de retorno (T)								
	K = 5	K = 10	K = 20	K = 30	K = 40	K = 50	K = 60	K = 75	K = 100
1	3,89	3,76	3,66	3,62	3,59	3,57	3,56	3,54	3,52
2	3,04	2,94	2,88	2,84	2,82	2,81	2,80	2,79	2,77
6	2,02	1,99	1,97	1,96	1,95	1,95	1,94	1,94	1,94
12	1,43	1,40	1,38	1,37	1,37	1,37	1,37	1,36	1,36
24	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Una vez obtenidos los valores K, y mediante la expresión:

$$I_d = K * I_{24}$$

Donde:

I_d = Intensidad horaria para la construcción de la curva IDF estimada.

K = Factor K ligado a una nueva duración horaria y período de retorno dado.

I_{24} = Intensidad de precipitación de 24 horas, asociadas a la estación pluviométrica.

Se obtienen los valores de intensidades estimados, para la reconstrucción de la curva IDF.

Tabla N3: Registros intensidades 24 horas estación Talca, considerada como estación pluviométrica

ESTACIÓN TALCA									
Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h								
	T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100
1	9,34								
2									
6									
12									
24	2,4	2,92	3,42	3,7	3,91	4,06	4,19	4,34	4,54

Ejemplo, obtención valor I_d , estación Talca, para un período de retorno $T=5$, y duración 1 hora.

$$I_d = 3,89 * 2,4$$

$$I_d = \mathbf{9,34}$$

El resto de los valores se obtienen, siguiendo la misma metodología, los cuales se presentan en la tabla N4.

Tabla N4: Valores de intensidades estimados para la reconstrucción de la curva IDF de la estación Talca.

ESTACIÓN TALCA									
Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h								
	T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100
1	9,34	10,97	12,52	13,38	14,05	14,50	14,91	15,36	15,98
2	7,29	8,59	9,83	10,52	11,04	11,41	11,74	12,10	12,59
6	4,85	5,81	6,73	7,24	7,63	7,90	8,15	8,42	8,79
12	3,42	4,10	4,73	5,09	5,36	5,55	5,72	5,90	6,16
24	2,40	2,92	3,42	3,70	3,91	4,06	4,19	4,34	4,54

Con los valores de intensidades obtenidos, es posible la reconstrucción de la curva IDF, para la estación en análisis y su posterior contraste con la curva IDF real.

4.5.- Aplicaciones de las Curvas IDF

Un gran número de proyectos hidrológicos, como el control de inundaciones, el diseño de un evacuador de crecidas, los puentes, las redes de drenaje, etc., se definen en relación a las características de las curvas IDF. A partir de éstas, se fijan las dimensiones del proyecto y se establecen los criterios de predicción y riesgo (Llamas, 1993; Willems, 2000).

Para Viessman y Lewis (2003), estas relaciones conocidas como curvas IDF, son usadas en el diseño de obras que captan las aguas provenientes de las tormentas y en la construcción de reservas de agua. Tales diseños están basados en la estimación de los peores casos de lluvias intensas en intervalos de tiempo dados. De esta forma es posible analizar varias tormentas de distintas duraciones, para encontrar los eventos más críticos, de manera de poder seleccionar las frecuencias en los diseños.

Por su parte Chow *et al.* (1994), plantea que algunas de las aplicaciones de las curvas IDF, hacen referencia al diseño de drenajes urbanos, el aprovechamiento de los recursos hídricos para la generación de energía eléctrica y el diseño de obras de regadío.

Así mismo, Chen (1983) establece que las curvas IDF son de relevancia para el diseño y planificación de estudios hidrológicos, teniendo un gran potencial para la aplicación en el diseño de drenajes de aguas lluvias urbanos.

Por otro lado la estimación de la intensidad de precipitación para diferentes duraciones y períodos de retorno son también necesarias para realizar estimaciones de inundaciones, para lo cual es necesario utilizar los registros de lluvia menores a 24 horas de duración y para regiones hidrológicas muy similares (Kothyari y Garde, 1992).

Otra de las aplicaciones de las curvas Intensidad-Duración –Frecuencia (IDF), se encuentran en las investigaciones acerca de crecidas, en las cuales es necesario conocer la intensidad de precipitación, permitiendo realizar la estimación de caudales máximos de una cuenca particular mediante el empleo de la ecuación racional (Abarza, 2001).

Por otra parte Román (2003), señala que estas curvas son utilizadas en estudios de erosión y diseño de obras de conservación de suelo, como zanjas de infiltración, canales de desviación y diques, siendo necesario conocer las intensidades máximas de precipitación, para un adecuado diseño de las obras.

Según Pizarro *et al.* (2001), el uso de las curvas IDF se enmarca además, en la estimación de crecidas de cuencas hidrográficas que tienen tiempos de concentración pequeños o pequeña duración.

De acuerdo a lo expuesto, es posible advertir claramente la importancia de las curvas Intensidad-Duración-Frecuencia, para el diseño y la planificación de estudios hidrológicos de un país o de una ciudad.

4.6.- Estudios de extensión de las curvas IDF

En este sentido, Chen (1983) propone una fórmula general para representar la relación Intensidad-Duración-Frecuencia para los Estados Unidos. Este método tiene gran potencial para la aplicación en el diseño de drenajes de aguas lluvias urbanos, y es utilizado en dicho país por la "Federation Highway Administration", siendo necesarios para la utilización de este método, las lluvias de 10 años de período de retorno y 1 hora de duración, lluvias de 24 horas con 10 años de período de retorno y lluvias de 1 hora con 100 años de período de retorno. La fórmula propuesta por Chen es la siguiente:

$$I_t^T = \frac{aI_t^{10} \log(10^{2-x} T^{x-1})}{(t+b)^c}$$

Donde;

I_t^T = Intensidad de lluvia en mm/hr, correspondiendo a un período de retorno de T años y una lluvia de t minutos de duración.

R_t^{100} y R_t^{10} = Corresponden a las precipitaciones asociadas a una duración de t horas y un período de retorno de 100 y 10 años.

X = Es la relación de las frecuencias, R_t^{100} / R_t^{10} .

a, b, y c = Son los parámetros que dependen del lugar y de la relación R_1^{10}/R_{24}^{10} .

I_t^{10} = Intensidad de lluvia asociada a 10 años de período de retorno y con una duración de t horas.

Por otro lado, en India, la estimación de la Intensidad de precipitación para diferentes duraciones y períodos de retorno son también necesarias para realizar estimaciones de inundaciones (Kothyari y Garde, 1992), para lo cual fue necesario utilizar los registros de lluvia menores a 24 horas de duración y para regiones hidrológicas muy similares. A partir de ellos, se planteó una fórmula general para describir la relación IDF, la cual es representada por la ecuación de Bernard (1932), como se presenta a continuación:

$$I_t^T = \frac{a_0 T^{a_1}}{t^{a_2}}$$

En donde, I_t^T = Intensidad de precipitación para una duración t y un período de retorno de T años, y con a_0 , a_1 y a_2 , constantes.

Así mismo de acuerdo a Sivapalan y Blösch (1998), la variación de las precipitaciones dentro de una zona delimitada, ha sido abordada en las últimas décadas por la teoría de los campos aleatorios espacio-temporales, enfoque que busca establecer patrones zonales, a partir del estudio de la correlación de los fenómenos locales o puntuales. Es por esto que la metodología propuesta por estos autores, establece una relación entre las curvas IDF puntuales, y una función de distribución a obtener, de tal forma que se represente el comportamiento de las Intensidades ocurridas entre dos puntos, (puntos que corresponden a la ubicación de las estaciones pluviográficas).

Por otro lado, una de las técnicas consideradas como estándar, es la propuesta por el Servicio de Conservación de Suelos (SCS, Soil Conservation Service) de los Estados Unidos de América (Chow, Maidment y Mays, 1988), que considera las distribuciones de la precipitación en diferentes tipos, correspondientes a diversos climas dentro de Estados Unidos.

El método se basa en el análisis de una tormenta de 24 horas, sobre la cual se determina una curva IDF, asignando a cada intervalo de tiempo un porcentaje respecto del total precipitado. Cabe destacar que el patrón de distribución de las tormentas fue establecido por el SCS, en base al análisis de una gran cantidad de lluvias, caídas en diferentes puntos del territorio continental de los Estados Unidos, con características climáticas diversas.

Por su parte Borsellino y Farías (2003), plantean otra alternativa válida para la generación de una curva IDF, en base a datos de lluvia de 24 horas, la cual consiste en establecer una distribución temporal de la precipitación total diaria sobre la base de la información pluviográfica registrada en una estación próxima a la de la cuenca analizada o en su defecto de la región. Es decir, se determina un patrón de distribución basándose en los datos medidos en un pluviógrafo, para lo cual se determina una serie de coeficientes resultantes del cociente entre la precipitación caída para cada intervalo de tiempo, respecto del total diario.

5.- METODOLOGÍA

5.1.- Etapas Metodológicas

5.1.1.- Revisión Bibliográfica

Esta etapa de revisión bibliográfica, consistió en la búsqueda y registro de toda la información disponible relacionada con el tema de estudio. El principal objetivo de esta información, fue actuar y servir como base frente a cualquier decisión o análisis realizado.

La información fue extraída principalmente de textos de hidrología, hidráulica, estadística y otras investigaciones afines con el tema, además de internet para complementar.

5.1.2.- Recopilación de Información

La Dirección General de Aguas (DGA), organismo dependiente del Ministerio de Obras Públicas (MOP), cuenta con una amplia red de estaciones pluviométricas y pluviográficas a lo largo de Chile central y centro Sur. Del total de estaciones que abarca la zona de estudio, que comprende desde la región de Coquimbo a la Araucanía, 40 estaciones cuentan con pluviógrafos, variando en cada una de ellas los años de información acumulada. De cada estación se obtuvo la latitud, la longitud, la altitud, valores de intensidad, su función de intensidad y sus respectivos valores K, en función de los trabajos desarrollados por Abarza, 2001; Cornejo, 2004; Macaya, 2004; Pavéz, 2004; Pizarro *et al.*, 2001; Román, 2003 y Labra, 2005. La función de intensidad es del tipo:

$$I = K * T^m / D^n$$

Donde, I= intensidad, expresada en mm/h; T= período de retorno, expresado en años; D= duración de las precipitaciones, expresada en minutos y K, m, n son constantes obtenidas mediante análisis de regresión múltiple.

Tabla N5: Coordenadas geográficas de las estaciones, por región.

Estaciones	Latitud sur	Longitud oeste	Altitud (msnm)	Precipitación media anual (mm)	Intensidad máx. de precipitación en 1 hora (mm/h)
REGIÓN DE COQUIMBO					
Rivadavia	29° 58'	70° 34'	850	114,4	13,3
Embalse la Paloma*	30° 41'	71° 02'	430	163,4	20
Embalse Cogotí *	31° 00'	71° 05'	650	191,1	20,6
Illapel	31° 38'	71° 11'	290	193,3	16,6
La Tranquilla	31° 54'	70° 40'	975	273,3	15
Los Cóncores	32° 07'	71° 19'	260	256,8	15
Quelón	32° 09'	71° 10'	960	323,1	15,6
REGIÓN DE VALPARAISO					
Hacienda Pedernal	32° 05'	70° 48'	1100	287,1	17,8
Quillota	32° 54'	71° 13'	130	356	18,6
Embalse Lliu-Lliu*	33° 06'	71° 13'	300	579	23,2
Lago Peñuelas*	33° 09'	71° 32'	360	746	29,4
REGIÓN METROPOLITANA					
Embalse Rungue*	33° 02'	70° 54'	750	425,4	13
Cerro Calán	33° 23'	70° 32'	900	441,1	19,2
Los Panguiles	33° 26'	71° 00'	250	359,9	14,8
Pirque	33° 40'	70° 36'	670	466,5	15,2
Melipilla	33° 42'	71° 13'	200	395,9	38,5
REGIÓN DEL LIBERTADOE GENERAL BERNARDO O'HIGGINS					
Rengo	34° 24'	70° 52'	310	529,8	21,5
Central las Nieves	34° 29'	70° 45'	720	827,5	16,2
Convento Viejo	34° 46'	71° 06'	245	695	19,3
REGIÓN DEL MAULE					
Los Queñes	34° 59'	70° 48'	723	1.357,10	25,2
Potrero Grande	35° 10'	71° 05'	450	1.107,10	25,7
Pencahue	35° 23'	71° 48'	110	631,4	15,9
Talca	35° 26'	71° 38'	110	658,2	14,3

(*) Estaciones cercanas a cuerpos de agua (embalses, lagos, lagunas, etc.)

Tabla N5 : Continuación. Coordenadas geográficas de las estaciones, por región.

San Javier	35° 35'	71° 39'	115	769,3	14,2
Colorado*	35° 37'	71° 16'	470	1.407,30	25,6
Melozal	35° 44'	71° 48'	90	752,4	23
Embalse Ancoa	35° 55'	71° 17'	430	146	23,4
Parral	36° 11'	71° 50'	160	984	19,3
Embalse Digua*	36° 15'	71° 32'	380	1.488,20	25,1
Embalse Bullileo*	36° 17'	71° 16'	600	2.133,40	22,4
San Manuel	36° 21'	71° 38'	270	1.478,10	22,6
REGIÓN DEL BÍO-BÍO					
Embalse Coihueco	36° 39'	71° 49'	330	1.458,60	36,5
Chillán Viejo	36° 38'	72° 06'	140	1.081,80	22,1
Embalse Diguillín*	36° 52'	71° 38'	710	2.170,40	30,2
Quilaco	37° 41'	72° 00'	225	1.525	26
Cerro el Padre	37° 47'	72° 52'	440	2.118,10	28,8
REGIÓN DE LA ARAUCANÍA					
Traiguén	38° 15'	72° 40'	189	995,9	20,4
Curacautín	38° 26'	71° 53'	499	1.725,30	15,3
Pueblo Nuevo	38° 44'	72° 34'	115	1.239,20	14,1
Pucón*	39° 16'	71° 58'	200	2.037,10	18,9

(*) Estaciones cercanas a cuerpos de agua (embalses, lagos, lagunas, etc.)

5.1.3.- Análisis del comportamiento de los valores K

En esta etapa, a partir de la información recopilada, se analizaron los valores K en función de la latitud, longitud y altitud, poniendo mayor énfasis en la relación del comportamiento de los valores K con la latitud. Este análisis se hizo a través de gráficos, para la totalidad de las estaciones en conjunto y para valores K, correspondientes a los períodos de retorno T= 5, 50 y 100 años, y cuyas duraciones correspondieron a las horas 1, 6 y 12.

Es importante volver a mencionar que el método K, se encuentra definido como sigue:

$$K = I_d / I_{24}$$

Donde I_d es la intensidad de precipitación horaria e I_{24} es la intensidad de precipitación para una duración de 24 horas.

De la expresión anterior se desprende que:

$$I_d = K * I_{24}$$

Ecuación que permite reconstruir la curva IDF de la estación seleccionada.

5.1.4.- Selección preliminar de la estación patrón para la extrapolación de la curva IDF hacia estaciones pluviométricas vecinas

Las 40 estaciones con que se realizó el estudio, fueron seleccionadas preliminarmente como estaciones patrón. Asimismo y de forma inversa, cada una de ellas fue potencialmente una estación pluviométrica, a la que sólo se le consideró la precipitación y su intensidad en 24 horas, con el fin de asimilarla a una estación pluviométrica. Ello, para analizar datos simulados de una curva IDF, y contrastarlos con datos reales de cada estación analizada.

Así por ejemplo, en la región de Coquimbo, la estación Embalse la Paloma, fue considerada como pluviométrica y sólo se le consideró la intensidad en 24 horas. Por tanto, de las restantes estaciones de la región, a saber, Rivadavia, Embalse Cogotí, Illapel, La Tranquilla, Los Cóndores y Quelón, fueron obtenidos los valores K y se estimó la curva IDF de la estación

Embalse la Paloma, constituyéndose esta información en lo que se denominó como datos estimados, en tanto los valores correspondientes a Embalse la Paloma, se definen como los datos reales u observados.

Posteriormente, se seleccionó una segunda estación de la región como pluviométrica y, el proceso de construcción de las curvas IDF, mediante el método K, se aplicó a las estaciones restantes incluida aquella que en la primera etapa actuó como pluviométrica. Y así sucesivamente, para el resto de la región y para todas las regiones en estudio.

5.1.5.- Selección preliminar de la estación patrón

Una vez realizada la estimación de de las curvas IDF, para cada una de las estaciones por región descrita anteriormente, se procedió con la estimación del coeficiente de determinación (R^2) y del error estándar de estimación (EEE), con la finalidad de obtener la calidad de ajuste de las estaciones reconstruidas, mediante el método K.

5.1.5.1.- Coeficiente de determinación (R^2)

Este coeficiente determina qué proporción de la variación total de las intensidades observadas (variable independiente), es explicada por las intensidades modeladas (variable dependiente). La forma de determinarla es la siguiente:

$$R^2 = 1 - \frac{\sum (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum (y_i - \bar{y}_i)^2}$$

Donde:

y_i : Intensidades observadas.

\bar{y} : Promedio de las intensidades observadas.

i : Intensidades modeladas.

5.1.5.2.- Error estándar de estimación (EEE)

Este estimador determina la disparidad promedio entre las intensidades observadas y las estimadas, donde los valores cercanos a cero indican que el modelo hace una buena descripción de las intensidades de acuerdo a la fórmula del indicador, que a continuación se presenta:

$$EEE = \sqrt{\frac{\sum (y - \hat{y})^2}{n - 2}}$$

Donde:

y : Intensidades observadas.

i : Intensidades modeladas.

n : Número de datos de intensidad considerados.

Sin embargo, el elemento medular para una selección preliminar, está definida a partir del EEE. Este se estimó que no debía superar un error del 10% en la estimación de caudales punta, para una cuenca de 100 Km² y un coeficiente de escorrentía instantáneo de mediano valor, es decir, 0,65.

Así usando la ecuación racional $Q = e * I * A$

$$Q = 0,65 * [15/(1000*3600)] *(100*10^6) = 2,71 \text{ (m}^3\text{/s)}$$

La pregunta es ,¿qué intensidades definen un error de un 10%?. En este caso, implica que 16, 5 mm/h, por tanto se decidió que un EEE de 1,5 mm, no debía ser excedido por la estación seleccionada.

5.1.6.- Análisis del comportamiento de las curvas IDF modeladas, para la posterior selección de la estación patrón definitiva

En las estaciones consideradas como pluviométricas seleccionadas previamente, se compararon los modelos de curva IDF real de esa estación con los modelos generados a partir de las estaciones patrón a través del método K.

Este análisis se hizo mediante el coeficiente de determinación (R^2) y del error estándar de estimación (EEE), ya explicados anteriormente. Pero a este análisis se agregó la prueba U de Mann-Whitney, con el propósito de establecer la calidad de ajuste de los valores modelados de las estaciones seleccionadas previamente, de acuerdo al criterio descrito en el punto anterior, permitiendo determinar finalmente las estaciones patrón definitivas, para cada una de las regiones.

5.1.6.1.- Prueba U de Mann-Whitney

La aplicación de esta prueba se basa en determinar si dos muestras independientes provienen de la misma población (Montgomery y Runger, 1996; Mendenhall y Sincich, 1997).

En este contexto, al ser una prueba estadística no paramétrica, no requiere de los supuestos de normalidad e igualdad de varianzas (Mason y Lind, 1995, citado por Farías, 2001). La metodología a seguir para esta prueba, fue la planteada por Farías (2001):

- i) Dadas dos muestras pequeñas (n_1 y $n_2 < 25$), de las variables R_1 y R_2 , se desea establecer si sus distribuciones corresponden a la misma población. Con esto, se establecen la hipótesis nula y la hipótesis alternativa.

H_0 : Las distribuciones de las variables R_1 y R_2 son idénticas.

H_a : Las distribuciones de las variables R_1 y R_2 no son idénticas.

- Posteriormente, se deben ordenar los datos de forma creciente.
- A continuación, se le asigna un valor ordinal de forma correlativa y ascendente, a cada una de las variables o elementos ordenados, para posteriormente sumar los números asignados a cada variable.
- Se calcula el estadístico para muestras pequeñas ($n < 25$):

$$U_a = (n_1 \cdot n_2) + \left(\frac{n_1 + n_2 + 1}{2} \right) - \sum R_1$$

Donde:

n_1 : Tamaño de la muestra R_1

n_2 : Tamaño de la muestra R_2

R_1 : Suma de los rangos para la muestra R_1

- Regla de decisión: se rechaza H_0 , a un nivel de significancia α , si:

Donde $z_{\alpha/2}$: Valor crítico obtenido de la tabla normal estándar, a nivel de significancia de α del orden de 0,05.

- ii) Dadas dos muestras pequeñas (n_1 y $n_2 > 25$), de las variables R_1 y R_2 , se desea establecer si sus distribuciones corresponden a la misma población. Con esto, se establecen la hipótesis nula y la hipótesis alternativa.

H_0 : Las distribuciones de las variables R_1 y R_2 son idénticas.

H_a : Las distribuciones de las variables R_1 y R_2 no son idénticas.

- Posteriormente se sigue el mismo procedimiento realizado para muestras pequeñas, ya descrito en el punto (i), y luego se procede a calcular el estadístico de prueba para muestras grandes ($n > 25$). Como paso final, se procede a seguir la misma regla de decisión para muestras pequeñas. El estadístico para muestras grandes es el siguiente:

$$Z = \frac{\sum R_1 - \sum R_2 - \left[(n_1 - n_2) \cdot \left(\frac{n_1 + n_2 + 1}{2} \right) \right]}{\sqrt{n_1 \cdot n_2 \cdot \left(\frac{n_1 + n_2 + 1}{3} \right)}}$$

Donde:

R_2 : Suma de los rangos para la muestra R_2

5.1.7.- Presentación de los resultados

Debido a la gran cantidad de datos y cálculos realizados, en esta etapa se pretende mostrar de la forma más resumida, sencilla y clara los resultados obtenidos en base a tablas de datos, y análisis de los mismos. Esto, para poder desarrollar un análisis adecuado, considerando todos los factores propuestos y poder así elaborar una discusión acorde con los objetivos planteados.

5.1.8.- Análisis de los resultados

Una vez generados los resultados, se pudo discutir y concluir con respecto a los valores obtenidos, además de comparar y analizar los patrones de comportamiento de las intensidades mediante el método K, a nivel regional e inter-regional.

Cabe mencionar, que a cada estación se le consideró la latitud, longitud, altitud, cercanía o lejanía entre estaciones y la presencia o cercanía a cuerpos de agua (embalse, lagos, lagunas, etc.), con la finalidad de determinar un patrón a seguir en el comportamiento de los datos. Además, se pretendía determinar si existía bidireccionalidad entre las estaciones, es decir, cómo se presentaba el resultado entre la estación patrón (pluviográfica) versus la estación considerada como pluviométrica y viceversa.

5.1.9.- Conclusiones y Recomendaciones

En esta última etapa y a partir de los resultados obtenidos, se determinaron las principales conclusiones. Además, se consideró la evaluación de la metodología utilizada, con el objetivo de determinar recomendaciones de uso en este tipo de investigaciones.

5.2.- Materiales

Los materiales utilizados para la elaboración de este estudio, fueron los siguientes: datos de intensidades de precipitación, correspondientes al espacio físico definido por las regiones de Coquimbo a la Araucanía y aportados del trabajos de distintos autores; Software Microsoft Office Word; Software Microsoft Office Excel; y Software Statgraphics, para el análisis estadístico.

6.-PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS

6.1.- Caracterización de las posibles estaciones patrón por región

En cada región, cada una de las estaciones presentes fue considerada como patrón, es decir, como estación pluviográfica seleccionada para la reconstrucción de la curva IDF, mediante el método K, en una estación sin curva IDF, es decir, aquella estación a la cual sólo se le consideró la precipitación y su intensidad en 24 horas, con el fin de asimilarla a una estación pluviométrica. Cabe mencionar que en cada región, se analizaron todas las posibles combinaciones en la determinación de la estación patrón y la estación sin curva IDF.

Por otra parte, a cada estación también se le consideró la latitud, altitud, longitud, cercanía o lejanía entre las estaciones, bidireccionalidad, la presencia o cercanía a cuerpos de aguas (embalses, lagos, lagunas, etc.) y la diferencia entre las intensidades en 24 horas, en relación a las estaciones consideradas como patrón y la estación sin curva IDF; todo esto con la finalidad de determinar un patrón a seguir en la selección. Sin embargo, el primer criterio de selección fue que el error estándar de estimación (EEE) debía ser menor a 1,5 mm/h, en la estimación de la curva IDF.

6.2.- Comportamiento de los valores K según latitud

Los valores K de las distintas estaciones se presentan a continuación, considerando los períodos de retorno extremos, a saber T=5 y T=100 años.

Tabla N6: Valores K de las distintas estaciones según latitud, período de retorno y duración

Estaciones por región según LATITUD		Valores K para T=5			Valores K para T=100		
		Duración (h)			Duración (h)		
		1	6	12	1	6	12
COQUIMBO	Rivadavia	3,93	2,03	1,56	3,65	1,92	1,51
	Embalse la Paloma*	5,10	2,26	1,58	4,66	2,13	1,54
	Embalse Cogotí *	4,01	2,08	1,44	3,51	1,85	1,35
	Illapel	4,50	2,32	1,65	4,16	2,26	1,62
	La Tranquilla	4,86	2,04	1,39	4,18	1,73	1,23
	Los Cóndores	3,87	1,89	1,41	3,12	1,58	1,30
	Quelón	5,23	2,24	1,46	4,80	1,98	1,35
	Promedio Regional	4,50	2,12	1,50	4,01	1,92	1,41
CV (%) Regional	12,77	7,25	6,61	15,35	11,99	10,06	
VALPARÍSO	Hacienda Pedernal	2,97	1,89	1,37	2,79	1,85	1,29
	Quillota	4,25	2,57	1,67	3,95	2,77	1,74
	Embalse Lliu-Lliu*	3,26	1,95	1,49	2,93	1,96	1,46
	Lago Peñuelas*	3,20	1,99	1,46	2,86	1,95	1,45
	Promedio Regional	3,42	2,10	1,50	3,13	2,13	1,48
	CV (%) Regional	16,63	15,10	8,50	17,59	19,97	12,54
R. METROPOLITANA	Embalse Rungue*	3,60	1,85	1,42	3,05	1,61	1,34
	Cerro Calán	4,34	2,22	1,60	3,69	1,89	1,47
	Los Panguiles	3,44	2,00	1,56	2,78	1,86	1,54
	Pirque	3,65	1,78	1,41	3,05	1,53	1,32
	Melipilla	5,44	2,05	1,41	6,32	1,98	1,34
	Promedio Regional	4,09	1,98	1,48	3,78	1,77	1,40
	CV (%) Regional	20,21	8,62	6,33	38,67	10,94	6,88
O" HIGGINS	Rengo	3,90	1,87	1,42	3,98	1,80	1,38
	Central las Nieves	2,85	1,69	1,34	2,33	1,50	1,27
	Convento Viejo	4,04	1,90	1,41	4,07	1,73	1,33
	Promedio Regional	3,60	1,82	1,39	3,46	1,68	1,33
	CV (%) Regional	18,10	6,30	3,38	28,34	9,12	4,16

(*) Estaciones cercanas a cuerpos de agua (embalses, logos, lagunas, etc.)

Tabla N6: Continuación. Valores K de las distintas estaciones según latitud, período de retorno y duración

MAULE	Los Queñes	3,94	1,90	1,47	3,92	1,85	1,49
	Potrero Grande	3,89	2,02	1,43	3,52	1,94	1,36
	Pencahue	5,11	2,20	1,50	4,37	1,85	1,39
	Talca	4,49	2,33	1,52	3,58	2,16	1,45
	San Javier	5,26	2,08	1,39	4,21	1,65	1,19
	Colorado*	3,71	1,85	1,45	3,78	1,68	1,41
	Melozal	4,26	2,14	1,54	3,73	2,00	1,58
	Embalse Ancoa	3,53	2,05	1,51	3,30	1,95	1,46
	Parral	4,41	1,99	1,47	3,90	1,79	1,49
	Embalse Digua*	4,12	2,02	1,46	3,55	1,94	1,43
	Embalse Bullileo*	3,06	1,73	1,34	2,85	1,60	1,27
	San Manuel	3,41	1,69	1,31	3,12	1,50	1,23
	Promedio Regional	4,10	2,00	1,45	3,65	1,82	1,40
	CV (%) Regional	16,01	9,31	4,91	11,82	10,47	8,21
BÍO-BÍO	Chillán Viejo	5,08	2,05	1,46	4,53	1,70	1,28
	Embalse Coihueco	4,15	1,97	1,44	3,90	1,71	1,30
	Embalse Diguillín*	3,21	1,68	1,33	3,15	1,62	1,29
	Quilaco	4,96	2,26	1,54	4,57	2,03	1,46
	Cerro el Padre	3,79	1,87	1,49	3,26	1,55	1,29
	Promedio Regional	4,24	1,97	1,45	3,88	1,72	1,32
CV (%) Regional	18,61	11,02	5,47	17,37	10,75	5,87	
ARAUCANÍA	Traiguén	5,19	2,23	1,60	4,81	2,00	1,62
	Curacautín	5,95	2,77	1,81	4,45	2,53	1,76
	Pueblo Nuevo	4,31	2,06	1,51	3,39	1,89	1,47
	Pucón*	4,23	1,95	1,44	3,74	1,71	1,37
	Promedio Regional	4,92	2,25	1,59	4,10	2,03	1,56
	CV (%) Regional	16,52	16,18	10,07	15,88	17,25	10,92
PROMEDIO TOTAL		4,16	2,04	1,48	3,74	1,86	1,41
CV (%) TOTAL		18,08	11,12	6,85	19,97	14,00	9,43

De la tabla N6, se desprende que para los períodos de retorno considerados y duraciones 6 y 12 horas, los valores K son muy similares, presentando poca variación. Para el caso de la duración de 1 hora, los valores K presentan una mayor fluctuación. Este comportamiento también se refleja en los valores promedio y el coeficiente de variación, tanto a nivel regional, como total, es decir, considerando la totalidad de las regiones.

6.3.- Construcción de la curva IDF en base al método K, para las estaciones seleccionadas por región

De acuerdo a lo expuesto en el punto 5.1.4 de la metodología de trabajo, en las tablas y figuras que a continuación se presentan, se detalla la selección de las estaciones, cuyas curvas IDF fueron reconstruidas mediante el método K.

Cabe señalar, que la selección de la estación patrón, para construir la curva IDF, de una segunda estación, se estableció mediante el error estándar de estimación (EEE), seleccionando aquellas estaciones que presentaron un error inferior a 1,5 (mm).

El rango de error considerado, se estableció fundamentalmente mediante la ecuación racional, que permitió determinar que para cuencas con una superficie de 100 Km², un coeficiente de escorrentía de 0,65 e intensidades máximas cuyas diferencia fuese de 1,5 (mm), el error del caudal máximo estimado es de un 10%, aproximadamente.

A continuación se presentan los valores obtenidos de R² y EEE, para cada una de las posibles combinaciones por Región, además de cada una de las estaciones seleccionadas, de acuerdo al criterio descrito anteriormente.

Tabla N7: Valores de R² y EEE, para cada una de las combinaciones de la Región de Coquimbo

REGIÓN DE COQUIMBO									
C	ESTACIÓN sin Curva IDF	ESTACIÓN PATRON	R ²	EEE	C	ESTACIÓN sin Curva IDF	ESTACIÓN PATRON	R ²	EEE
1	Quelón	La Tranquilla	0,8638	1,5129	5	Embalse Cogotí *	Los Cóndores	0,9121	1,3355
		Embalse la Paloma*	0,9533	0,8854			Embalse la Paloma*	0,7389	2,3020
		Illapel	0,9208	1,1538			La Tranquilla	0,9123	1,3340
		Los Cóndores	0,5723	2,6804			Quelón	0,5217	3,1158
		Rivadavia	0,7882	1,8862			Rivadavia	0,9903	0,4442
		Embalse Cogotí *	0,7811	1,9178			Illapel	0,8594	1,6894
2	Los Cóndores	La Tranquilla	0,6798	2,1816	6	Embalse la Paloma*	Los Cóndores	0,6686	2,9805
		Embalse la Paloma*	0,1886	3,4730			Embalse Cogotí *	0,8515	1,9954
		Illapel	0,4054	2,9731			La Tranquilla	0,9392	1,2761
		Quelón	-0,3038	4,4025			Quelón	0,9418	1,2484
		Rivadavia	0,8472	1,5072			Rivadavia	0,8766	1,8189
		Embalse Cogotí *	0,8775	1,3495			Illapel	0,9730	0,8499
3	La Tranquilla	Los Cóndores	0,8379	1,5223	7	Rivadavia	Los Cóndores	0,8908	1,0822
		Embalse la Paloma*	0,9248	1,0365			Embalse Cogotí *	0,9903	0,3230
		Illapel	0,9207	1,0649			La Tranquilla	0,9218	0,9156
		Quelón	0,7893	1,7356			Quelón	0,5377	2,2269
		Rivadavia	0,9454	0,8838			Embalse la Paloma*	0,7825	1,5274
		Embalse Cogotí *	0,9383	0,9391			Illapel	0,8922	1,0752
4	Illapel	Los Cóndores	0,6946	2,2489					
		Embalse la Paloma*	0,9660	0,7509					
		La Tranquilla	0,9192	1,1565					
		Quelón	0,8758	1,4340					
		Rivadavia	0,9228	1,1310					
		Embalse Cogotí *	0,8993	1,2914					

Tabla N8: Valores de R^2 y EEE, para cada una de las combinaciones de la Región de Valparaíso

REGIÓN DE VALPARAISO									
C	ESTACIÓN sin Curva IDF	ESTACIÓN PATRON	R^2	EEE	C	ESTACIÓN sin Curva IDF	ESTACIÓN PATRON	R^2	EEE
1	Hacienda Pedernal	Quillota	-0,7558	5,4722	3	Embalse Lliu-Lliu*	Hacienda Pedernal	0,9657	1,2059
		Embalse Lliu-Lliu*	0,9613	0,8123			Lago Peñuelas*	0,9970	0,3588
		Lago Peñuelas*	0,9724	0,6862			Quillota	-0,1846	7,0852
2	Quillota	Hacienda Pedernal	0,3670	4,2372	4	Lago Peñuelas*	Hacienda Pedernal	0,9754	1,2101
		Embalse Lliu-Lliu*	0,5186	3,6950			Quillota	-0,2524	8,6340
		Lago Peñuelas*	0,4969	3,7772			Embalse Lliu-Lliu*	0,9970	0,4256

C: Combinación

Tabla N9: Valores de R² y EEE, para cada una de las combinaciones de la Región Metropolitana

REGIÓN METROPOLITANA									
C	ESTACIÓN sin Curva IDF	ESTACIÓN PATRON	R ²	EEE	C	ESTACIÓN sin Curva IDF	ESTACIÓN PATRON	R ²	EEE
1	Embalse Rungue*	Los Panguiles	0,9227	1,0433	4	Melipilla	Embalse Rungue*	0,4201	6,2787
		Cerro Calán	0,5191	2,6030			Los Panguiles	0,3878	6,4511
		Melipilla	-2,5564	7,0786			Cerro Calán	0,7119	4,4257
		Pirque	0,9881	0,4101			Pirque	0,3888	6,4458
2	Los Panguiles	Embalse Rungue*	0,9131	1,1473	5	Pirque	Los Panguiles	0,8610	1,3570
		Cerro Calán	0,5258	2,6795			Embalse Rungue*	0,9879	0,4009
		Melipilla	-3,2290	8,0019			Cerro Calán	0,3753	2,8769
		Pirque	0,8463	1,5256			Melipilla	-2,8088	7,1033
3	Cerro Calán	Los Panguiles	0,7730	2,3321					
		Embalse Rungue*	0,7439	2,4774					
		Melipilla	0,0625	4,7398					
		Pirque	0,6727	2,8003					

C: Combinación

Tabla N10: Valores de R^2 y EEE, para cada una de las combinaciones de la Región del Libertador General Bernardo O' Higgins

REGIÓN DEL LIBERTADOR GENERAL BERNARDO O'HIGGINS									
C	ESTACIÓN sin Curva IDF	ESTACIÓN PATRON	R^2	EEE	C	ESTACIÓN sin Curva IDF	ESTACIÓN PATRON	R^2	EEE
1	Rengo	Central las Nieves	0,5124	3,1793	3	Convento Viejo	Rengo	0,9962	0,3132
		Convento Viejo	0,9959	0,2930			Central las Nieves	0,5148	3,5180
2	Central las Nieves	Rengo	-0,8627	4,7904	3	Convento Viejo	Rengo	0,9962	0,3132
		Convento Viejo	-0,9896	4,9509			Central las Nieves	0,5148	3,5180

C: Combinación

Tabla N11: Valores de R² y EEE, para cada una de las combinaciones de la Región del Maule

REGIÓN DEL MAULE									
C	ESTACIÓN sin Curva IDF	ESTACIÓN PATRON	R ²	EEE	C	ESTACIÓN sin Curva IDF	ESTACIÓN PATRON	R ²	EEE
1	Potrero Grande	Los Queñes	0,9685	1,3338	2	Meloza	Potrero Grande	0,9532	1,2525
		Pencahue	0,8109	3,2696			Los Queñes	0,9623	1,1243
		Talca	0,9223	2,0962			Pencahue	0,9145	1,6928
		San Javier	0,8383	3,0234			Talca	0,9903	0,5697
		Colorado*	0,9079	2,2820			San Javier	0,8811	1,9962
		Meloza	0,9402	1,8382			Colorado*	0,8052	2,5547
		Embalse Ancoa	0,9796	1,0747			Embalse Ancoa	0,9023	1,8089
		Parral	0,9589	1,5247			Parral	0,9663	1,0628
		Embalse Digua*	0,9960	0,4760			Embalse Digua*	0,9491	1,3060
		San Manuel	0,8830	2,5724			San Manuel	0,7480	2,9061
Embalse Bullileo*	0,7921	3,4289	Embalse Bullileo*	0,6347	3,4989				
3	Los Queñes	Potrero Grande	0,9740	1,1957	4	Embalse Ancoa	Potrero Grande	0,9726	1,0705
		Pencahue	0,9147	2,1672			Los Queñes	0,8925	2,1187
		Talca	0,9246	2,0364			Pencahue	0,5708	4,2332
		San Javier	0,9205	2,0918			Talca	0,8009	2,8835
		Colorado*	0,9171	2,1355			San Javier	0,6241	3,9621
		Meloza	0,9589	1,5038			Colorado*	0,8879	2,1635
		Embalse Ancoa	0,9316	1,9405			Meloza	0,8329	2,6414
		Parral	0,9834	0,9556			Parral	0,8606	2,4129
		Embalse Digua*	0,9773	1,1186			Embalse Digua*	0,9657	1,1963
		San Manuel	0,8355	3,0089			San Manuel	0,9037	2,0054
Embalse Bullileo*	0,7244	3,8946	Embalse Bullileo*	0,7120	3,4677				

C: Combinación

Tabla N11: Continuación. Valores de R² y EEE, para cada una de las combinaciones de la Región del Maule

5	Pencahue	Potrero Grande	0,8918	1,6614	6	Parral	Potrero Grande	0,9677	1,0565
		Los Queñes	0,9443	1,1921			Los Queñes	0,9915	0,5422
		Talca	0,9180	1,4466			Pencahue	0,9490	1,3278
		San Javier	0,9837	0,6441			Talca	0,9364	1,4825
		Colorado*	0,8372	2,0381			San Javier	0,9552	1,2438
		Melozal	0,9370	1,2680			Colorado*	0,9126	1,7383
		Embalse Ancoa	0,8173	2,1587			Melozal	0,9664	1,0777
		Parral	0,9628	0,9742			Embalse Ancoa	0,9185	1,6789
		Embalse Digua*	0,9023	1,5785			Embalse Digua*	0,9754	0,9224
		San Manuel	0,7105	2,7174			San Manuel	0,8241	2,4658
Embalse Bullileo*	0,5845	3,2556	Embalse Bullileo*	0,7086	3,1738				
7	Talca	Potrero Grande	0,9384	1,0722	8	Embalse Digua*	Potrero Grande	0,9960	0,4743
		Los Queñes	0,9298	1,1450			Los Queñes	0,9723	1,2472
		Pencahue	0,8858	1,4606			Pencahue	0,8300	3,0924
		San Javier	0,8473	1,6890			Talca	0,9135	2,2059
		Colorado*	0,7518	2,1531			San Javier	0,8595	2,8118
		Melozal	0,9900	0,4312			Colorado*	0,9264	2,0346
		Embalse Ancoa	0,8838	1,4733			Melozal	0,9356	1,9028
		Parral	0,9352	1,0999			Embalse Ancoa	0,9754	1,1775
		Embalse Digua*	0,9309	1,1363			Parral	0,9687	1,3259
		San Manuel	0,7071	2,3391			San Manuel	0,8768	2,6326
Embalse Bullileo*	0,5953	2,7494	Embalse Bullileo*	0,7841	3,4853				

Tabla N11: Continuación. Valores de R² y EEE, para cada una de las combinaciones de la Región del Maule

9	San Javier	Potrero Grande	0,9041	1,4667	10	San Manuel	Potrero Grande	0,8361	2,6920
		Los Queñes	0,9465	1,0951			Los Queñes	0,7223	3,5040
		Pencahue	0,9831	0,6164			Pencahue	0,2924	5,5930
		Talca	0,8858	1,6009			Talca	0,4847	4,7730
		Colorado*	0,8855	1,6026			San Javier	0,4703	4,8392
		Melozal	0,9089	1,4296			Colorado*	0,8829	2,2753
		Embalse Ancoa	0,8358	1,9190			Melozal	0,5488	4,4661
		Parral	0,9661	0,8720			Embalse Ancoa	0,8970	2,1342
		Embalse Digua*	0,9162	1,3709			Parral	0,6864	3,7236
		San Manuel	0,7756	2,2439			Embalse Digua*	0,8272	2,7639
		Embalse Bullileo*	0,6552	2,7811			Embalse Bullileo*	0,9631	1,2768
11	Colorado*	Potrero Grande	0,9064	1,9917	12	Embalse Bullileo*	Potrero Grande	0,5713	3,7017
		Los Queñes	0,8986	2,0732			Los Queñes	0,3280	4,6345
		Pencahue	0,7041	3,5413			Pencahue	-0,5115	6,9508
		Talca	0,6811	3,6766			Talca	-0,0609	5,8234
		San Javier	0,7953	2,9455			San Javier	-0,2271	6,2628
		Melozal	0,7469	3,2755			Colorado*	0,6860	3,1683
		Embalse Ancoa	0,9125	1,9254			Melozal	0,0361	5,5506
		Parral	0,8731	2,3195			Embalse Ancoa	0,7543	2,8022
		Embalse Digua*	0,9245	1,7883			Parral	0,2305	4,9595
		San Manuel	0,9154	1,8938			Embalse Digua*	0,5487	3,7981
		Embalse Bullileo*	0,8422	2,5862			San Manuel	0,9454	1,3210

Tabla N12: Valores de R² y EEE, para cada una de las combinaciones de la Región del Bío-Bío

REGIÓN DEL BIO-BIO									
C	ESTACIÓN sin Curva IDF	ESTACIÓN PATRON	R ²	EEE	C	ESTACIÓN sin Curva IDF	ESTACIÓN PATRON	R ²	EEE
1	Embalse Coihueco	Chillán Viejo	0,8877	2,8800	4	Quilaco	Embalse Coihueco	0,8685	2,2670
		Embalse Diguillín*	0,8763	3,0229			Chillán Viejo	0,9662	1,1489
		Quilaco	0,8086	3,7603			Embalse Diguillín*	0,6593	3,6482
		Cerro el Padre	0,8862	2,8993			Cerro el Padre	0,6446	3,7261
2	Chillán Viejo	Embalse Coihueco	0,9249	1,8256	5	Cerro el Padre	Embalse Coihueco	0,8065	2,7399
		Embalse Diguillín*	0,7502	3,3292			Chillán Viejo	0,3800	4,9039
		Quilaco	0,9672	1,2068			Embalse Diguillín*	0,9655	1,1566
		Cerro el Padre	0,7562	3,2892			Quilaco	0,1259	5,8229
3	Embalse Diguillín*	Embalse Coihueco	0,7907	3,1425					
		Chillán Viejo	0,3678	5,4611					
		Quilaco	0,1702	6,2566					
		Cerro el Padre	0,9649	1,2863					

C: Combinación

Tabla N13: Valores de R² y EEE, para cada una de las combinaciones de la Región de la Araucanía

REGIÓN DE LA ARAUCANÍA									
C	ESTACIÓN sin Curva IDF	ESTACIÓN PATRON	R ²	EEE	C	ESTACIÓN sin Curva IDF	ESTACIÓN PATRON	R ²	EEE
1	Traiguén	Curacautín	0,9279	1,3346	3	Pueblo Nuevo	Traiguén	0,6404	2,4923
		Pueblo Nuevo	0,8224	2,0946			Curacautín	0,5207	2,8774
		Pucón*	0,8268	2,0683			Pucón*	0,9509	0,9213
2	Curacautín	Traiguén	0,9179	1,2968	4	Pucón*	Traiguén	0,6823	2,5883
		Pueblo Nuevo	0,7297	2,3528			Curacautín	0,4801	3,3109
		Pucón*	0,6805	2,5582			Pueblo Nuevo	0,9555	0,9682

C: Combinación

En base al criterio de un error estándar de estimación (EEE) menor a 1,5 mm/h, se seleccionaron y descartaron, por cada estación y región, las siguientes estaciones

Tabla N14: Estaciones consideradas y descartadas para la construcción de curvas IDF por Región

REGIÓN DE COQUIMBO		
Estación sin curva IDF	Estaciones seleccionadas para construir curvas IDF	Estaciones descartadas
Quelón	Embalse La Paloma e Illapel	La Tranquilla, Los Cóndores, Rivadavia y Embalse Cogotí
Los Cóndores	Embalse Cogotí	La Tranquilla, Embalse La Paloma, Illapel, Quelón y Rivadavia
La Tranquilla	Embalse La Paloma, Illapel, Rivadavia y Embalse Cogotí	Los Cóndores y Quelón
Illapel	Embalse La Paloma, La Tranquilla, Rivadavia, Embalse Cogotí y Quelón	Los Cóndores
Embalse Cogotí	Los Cóndores, La Tranquilla y Rivadavia	Embalse La Paloma, Quelón e Illapel
Embalse La Paloma	La Tranquilla, Quelón e Illapel	Los Cóndores, Embalse Cogotí y Rivadavia
Rivadavia	Los Cóndores, La Tranquilla, Embalse Cogotí e Illapel	Quelón y Embalse La Paloma

Tabla N14: Continuación. Estaciones consideradas y descartadas para la construcción de curvas IDF por Región

REGION DE VALPARAISO		
Estación sin curva IDF	Estaciones seleccionadas para construir curvas IDF	Estaciones descartadas
Hacienda Pedernal	Embalse Lliu-Lliu y Lago Peñuelas	Quillota
Embalse Lliu-Lliu	Hacienda Pedernal y Lago Peñuelas	Quillota
Lago Peñuelas	Hacienda Pedernal y Embalse Lliu-Lliu	Quillota
REGION METROPOLITANA		
Estación sin curva IDF	Estaciones seleccionadas para construir curvas IDF	Estaciones descartadas
Embalse Rungue	Los Panguilles y Pirque	Cerro Calán y Melipilla
Los Panguiles	Embalse Rungue	Cerro Calán, Melipilla y Pirque
Pirque	Los Panguilles y Embalse Rungue	Cerro Calán y Melipilla
REGION DEL LIBERTADOR GENERAL BERNARDO O" HIGGINS		
Estación sin curva IDF	Estaciones seleccionadas para construir curvas IDF	Estaciones descartadas
Rengo	Convento Viejo	Central Las Nieves
Convento Viejo	Rengo	Central Las Nieves
REGION DEL MAULE		
Estación sin curva IDF	Estaciones seleccionadas para construir curvas IDF	Estaciones descartadas
Potrero Grande	Los Queñes, Embalse Ancoa y Embalse Digua	Pencahue, Talca, San Javier, Colorado Melozal, Parral, San Manuel y Embalse Bullileo
Los Queñes	Potrero Grande, Parral y Embalse Digua	Pencahue, Talca, San Javier, Colorado Melozal, San Manuel, Embalse Ancoa y Embalse Bullileo

Tabla N14: Continuación. Estaciones consideradas y descartadas para la construcción de curvas IDF por Región

Pencahue	Los Queñes, Talca, San Javier, Melozal, y Parral	Potrero Grande, Colorado, San Manuel, Embalse Ancoa, Embalse Digua y Embalse Bullileo
Talca	Potrero Grande, Los Queñes, Parral, Pencahue, Melozal, Embalse Ancoa y Embalse Digua,	San Javier, Colorado, San Manuel y Embalse Bullileo
San Javier	Potrero Grande, Los Queñes, Pencahue Melozal, Parral y Embalse Digua	Talca, Colorado, Embalse Ancoa, San Manuel y Embalse Bullileo
Melozal	Potrero Grande, Los Queñes, Talca, Parral y Embalse Digua	Pencahue, San Javier, Colorado, Embalse Ancoa, Embalse Bullileo y San Manuel
Embalse Ancoa	Potrero Grande y Embalse Digua	Los Queñes, Pencahue, Talca, Parral, San Javier, Colorado, Melozal, San Manuel y Embalse Bullileo
Parral	Potrero Grande, Los Queñes, Pencahue, Talca, San Javier, Melozal y E. Digua	Colorado, Embalse Ancoa, San Manuel y Embalse Bullileo
Embalse Digua	Potrero Grande, Los Queñes, Embalse Ancoa y Parral	Pencahue, Talca, San Javier, San Manuel, Colorado, Melozal y Embalse Bullileo
San Manuel	Embalse Bullileo	Potrero Grande, Los Queñes, Pencahue, Talca, San Javier, Colorado, Melozal, Parral, Embalse Ancoa y Embalse Digua
Embalse Bullileo	San Manuel	Potrero Grande, Los Queñes, Pencahue, Talca, San Javier, Colorado, Melozal, Parral, Embalse Ancoa y Embalse Digua

Tabla N14: Continuación. Estaciones consideradas y descartadas para la construcción de curvas IDF por Región

REGIÓN DEL BIO-BIO		
Estación sin curva IDF	Estaciones seleccionadas para construir curvas IDF	Estaciones descartadas
Chillán Viejo	Quilaco	Embalse Coihueco, Embalse Diguillín y Cerro el Padre
Embalse Diguillín	Cerro el padre	Embalse Coihueco, Chillán Viejo y Quilaco
Quilaco	Chillan Viejo	Embalse Coihueco, Embalse Diguillín y Cerro el Padre
Cerro el Padre	Embalse Diguillín	Embalse Coihueco, Chillán Viejo y Quilaco
REGION DE LA ARAUCANIA		
Estación sin curva IDF	Estaciones seleccionadas para construir curvas IDF	Estaciones descartadas
Traiguén	Curacautín	Pueblo Nuevo y Pucón
Curacautín	Traiguén	Pueblo Nuevo y Pucón
Pueblo Nuevo	Pucón	Traiguén y Curacautín
Pucón	Pueblo Nuevo	Traiguén y Curacautín

De las tablas anteriormente expuestas (tablas N^o 7 a N^o 13), se desprende que los valores de EEE para cada una de las posibles estaciones consideradas, fluctúan en un rango de 0,2930 como mínimo, presentado en la Región de O^h Higgins y de 8,6340, como máximo, valor que se presentó en la Región de Valparaíso.

De la tabla N^o 14, se puede destacar que el mayor número de estaciones seleccionadas para construir la curva IDF, se presentaron en la Región de Coquimbo y la Región del Maule. En esta última región debido principalmente a la gran concentración de estaciones en la zona.

De acuerdo a las estaciones seleccionadas, a continuación se presenta gráficamente un ejemplo por región de la reconstrucción de la curva IDF, haciendo un contraste entre una buena estimación y otra con resultados deficientes. Cabe señalar que, por motivos de una mejor apreciación de los resultados, se consideraron las intensidades para los períodos de retorno $T=5$ y $T=100$ años, donde $T(r)$ corresponde a las intensidades reales para el período de retorno considerado, y $T(e)$ a las intensidades estimadas para el período de retorno dado.

6.3.1.- Región de Coquimbo

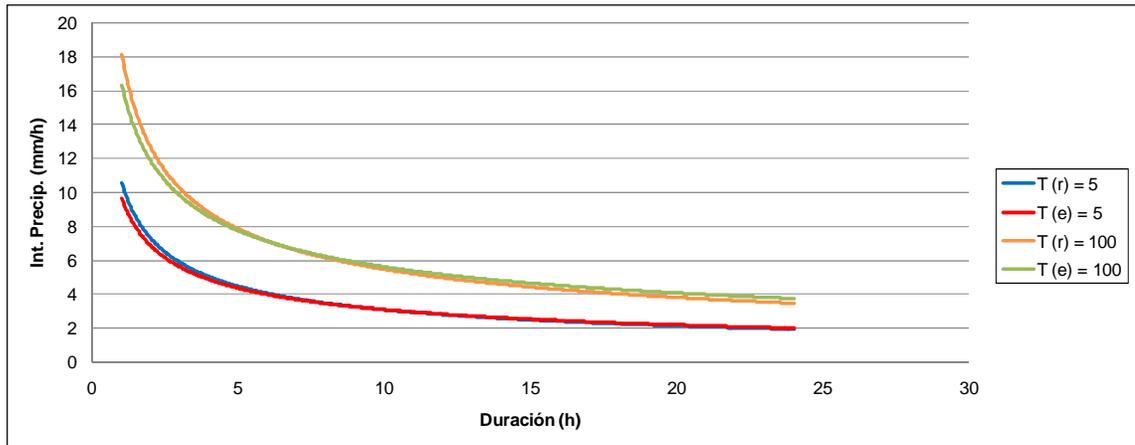


Figura N3: Curva IDF estación Quelón, reconstruida a partir de la estación Embalse la Paloma

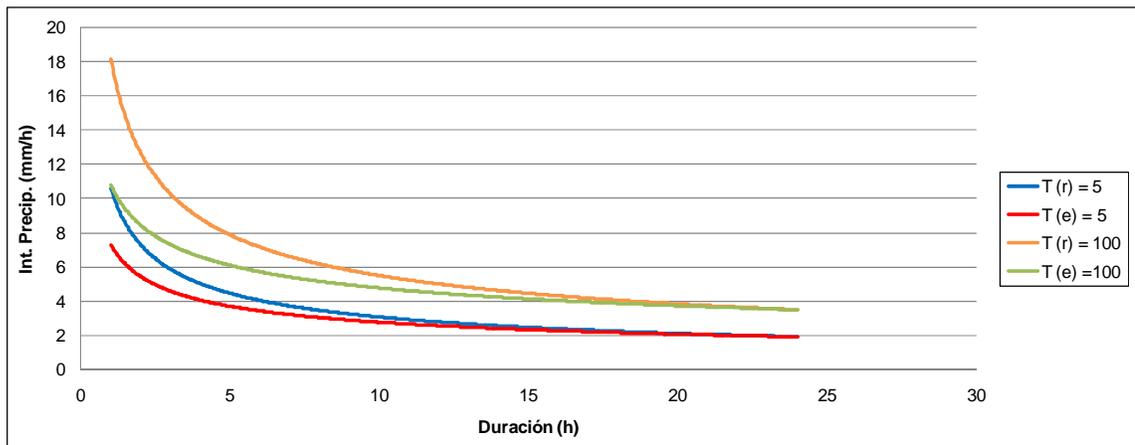


Figura N4: Curva IDF estación Quelón, reconstruida a partir de la estación Los Cóndores

De las figuras anteriores se destaca una buena estimación de la curva IDF de la estación Quelón a partir de la estación Embalse la Paloma. Caso contrario es el que se presenta entre la estación Potrero Grande, reconstruida a partir de la estación Los Cóndores.

6.3.2.- Región de Valparaíso

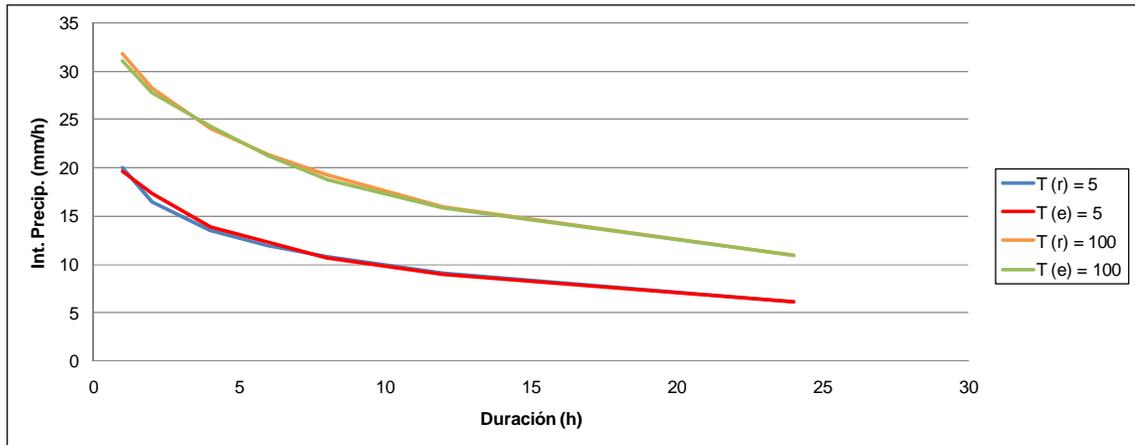


Figura N5: Curva IDF estación Embalse Lliu-Lliu, reconstruida a partir de la estación Lago Peñuelas

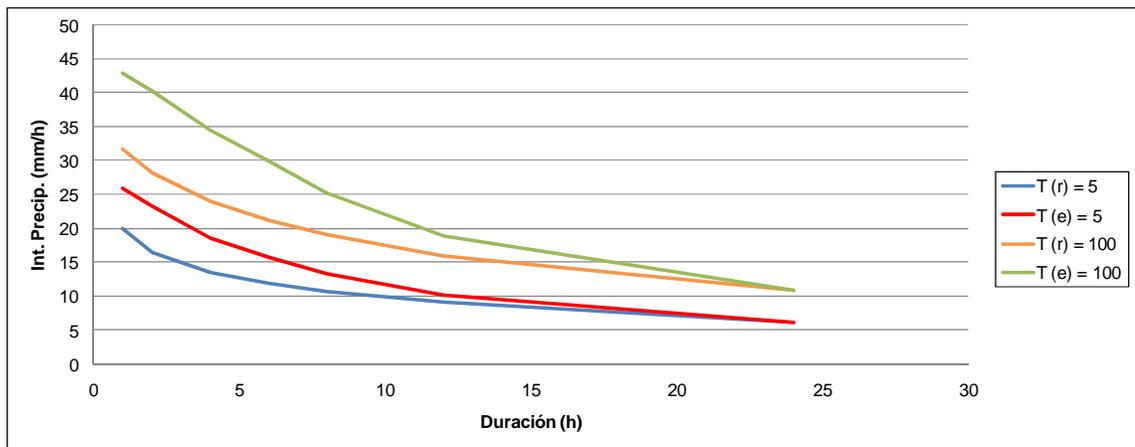


Figura N6: Curva IDF estación Embalse Lliu-Lliu, reconstruida a partir de la estación Quillota

Claramente en la figura N5, se observa una buena estimación de la curva IDF reconstruida para la estación Embalse Lliu-Lliu; el contraste se observa en la figura N6.

6.3.3.- Región Metropolitana

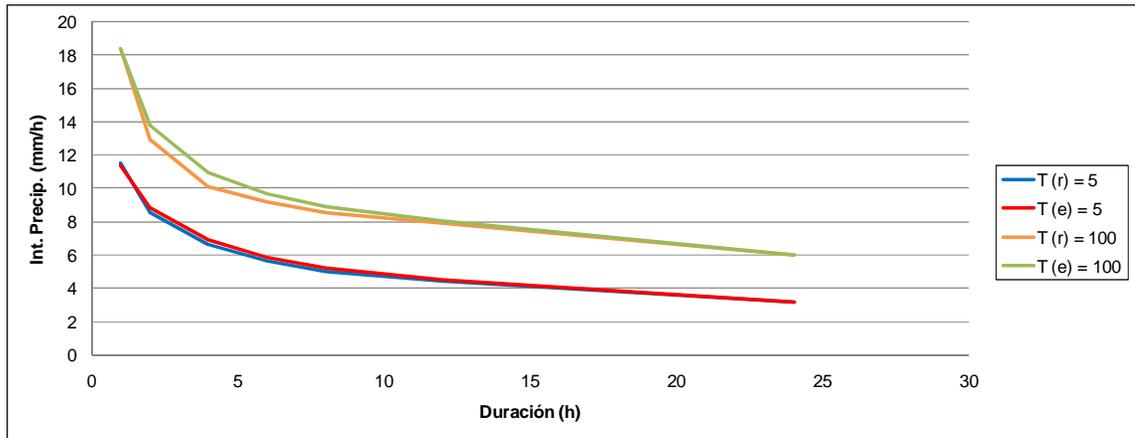


Figura N7: Curva IDF estación Pirque, reconstruida a partir de la estación Embalse Rungue

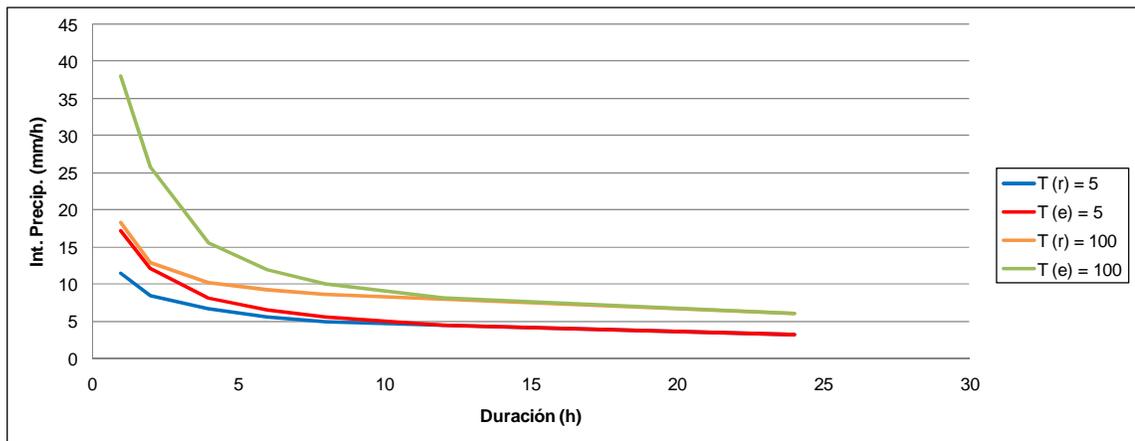


Figura N8: Curva IDF estación Pirque, reconstruida a partir de la estación Melipilla

De la figura N7 se destaca una buena estimación de la curva IDF de la estación Pirque a partir de la estación Embalse Rungue. Caso contrario es el que se presenta en la figura N8 entre la estación Pirque, reconstruida a partir de la estación Melipilla.

6.3.4.- Región del Libertador General Bernardo O' Higgins

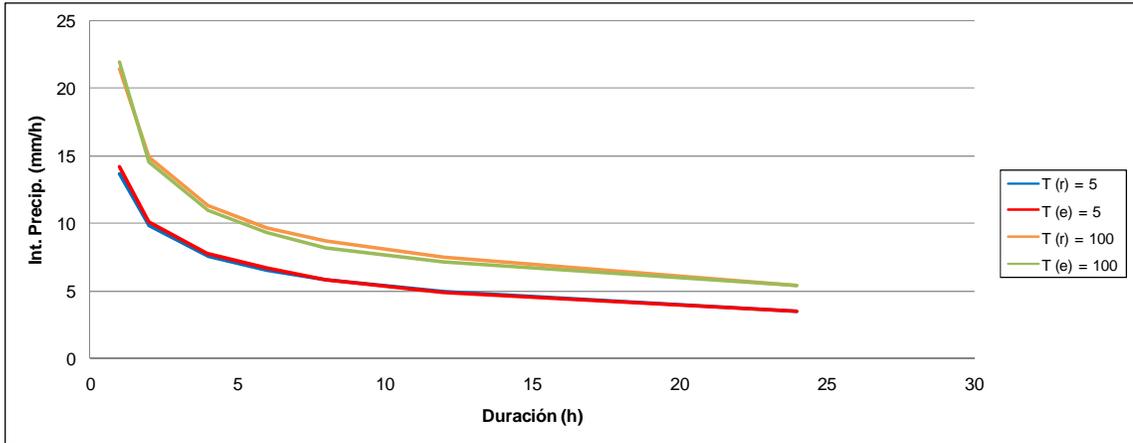


Figura N9: Curva IDF estación Rengo, reconstruida a partir de la estación Convento Viejo

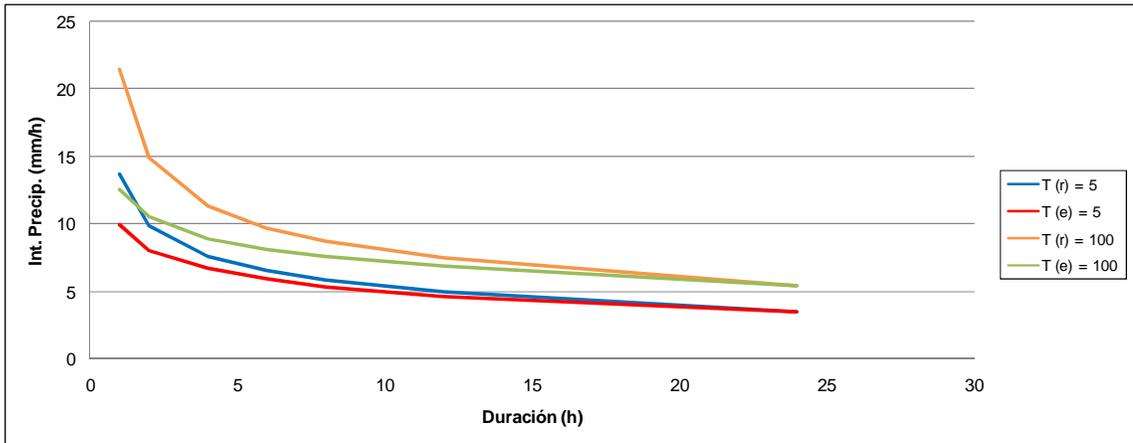


Figura N10: Curva IDF estación Rengo, reconstruida a partir de la estación Central las Nieves

En la figura N9, se destaca la buena estimación de la curva IDF reconstruida para la estación Rengo; el contraste se observa en los resultados obtenidos a partir de la reconstrucción de la curva IDF para la estación Rengo, a partir de la Estación Central las Nieves figura N10.

6.3.5.- Región del Maule

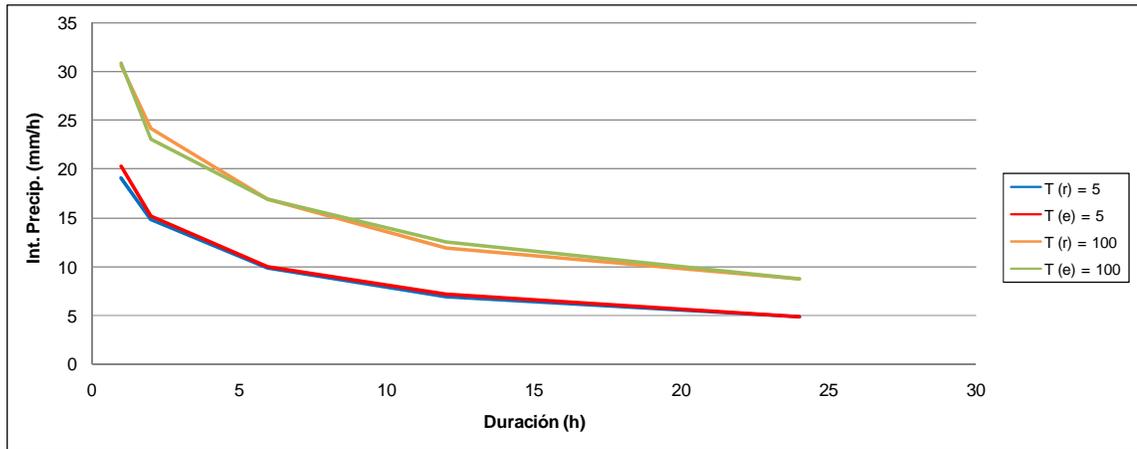


Figura N11: Curva IDF estación Potrero Grande, reconstruida a partir de la estación Embalse Digua

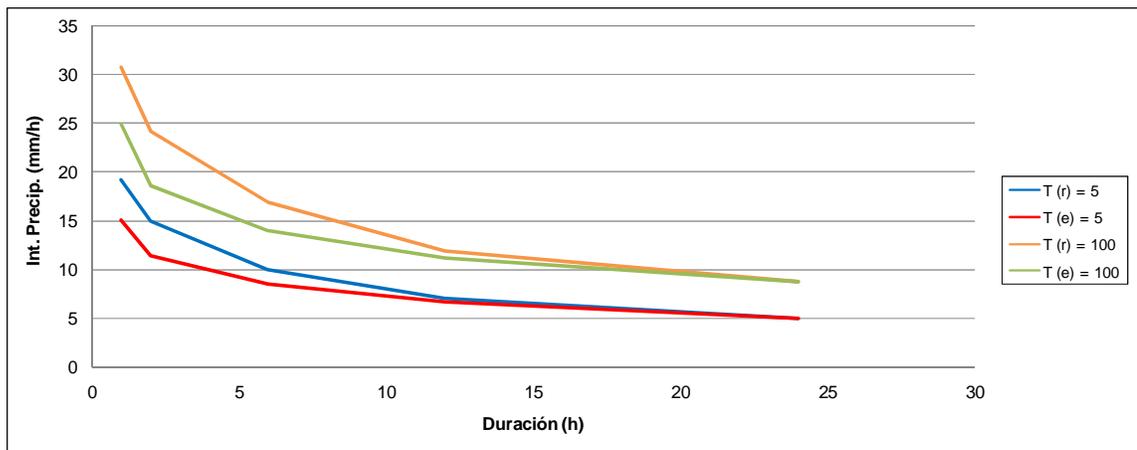


Figura N12: Curva IDF estación Potrero Grande, reconstruida a partir de la estación Embalse Bullileo

Claramente en la figura N11, se observa una buena estimación de la curva IDF reconstruida para la estación Potrero Grande; el concepto opuesto se observa en la figura N12

6.3.6.- Región del Bío-Bío

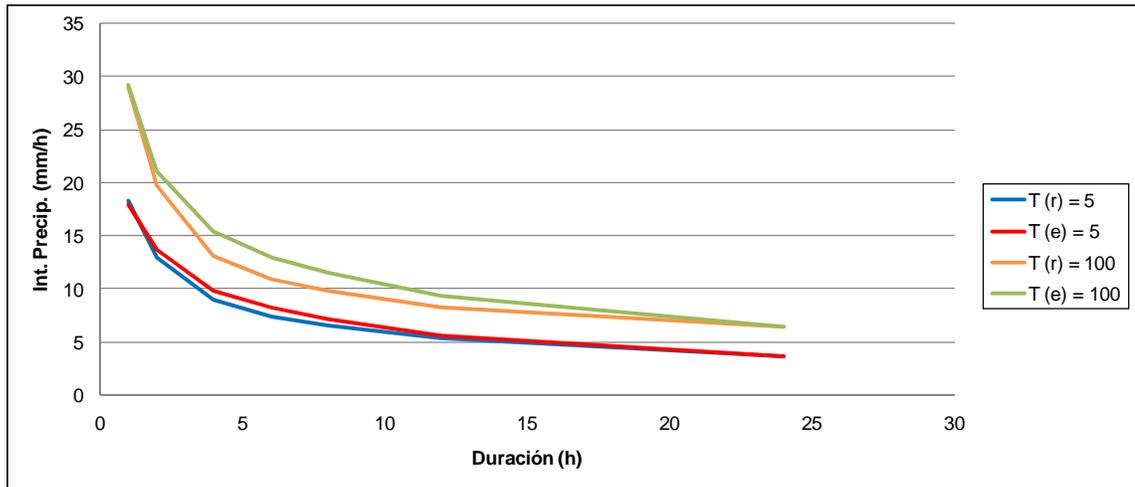


Figura N13: Curva IDF estación Chillán Viejo, reconstruida a partir de la estación Quilaco

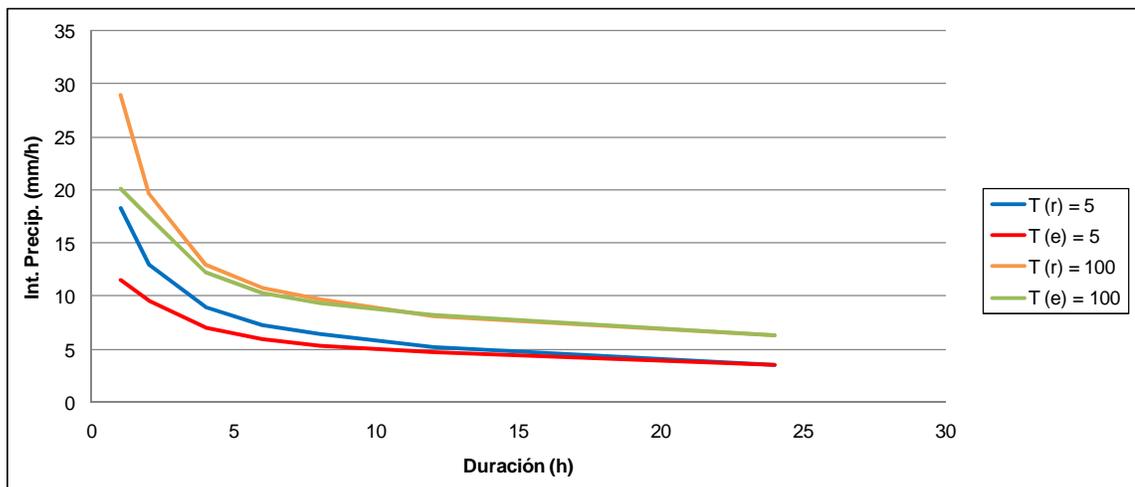


Figura N14: Curva IDF estación Chillán Viejo, reconstruida a partir de la estación Embalse Diguillín

En la figura N13, se observa una buena estimación de la curva IDF reconstruida para la estación Chillán Viejo; y el contraste se observa en la figura N14.

6.3.7.- Región de la Araucanía

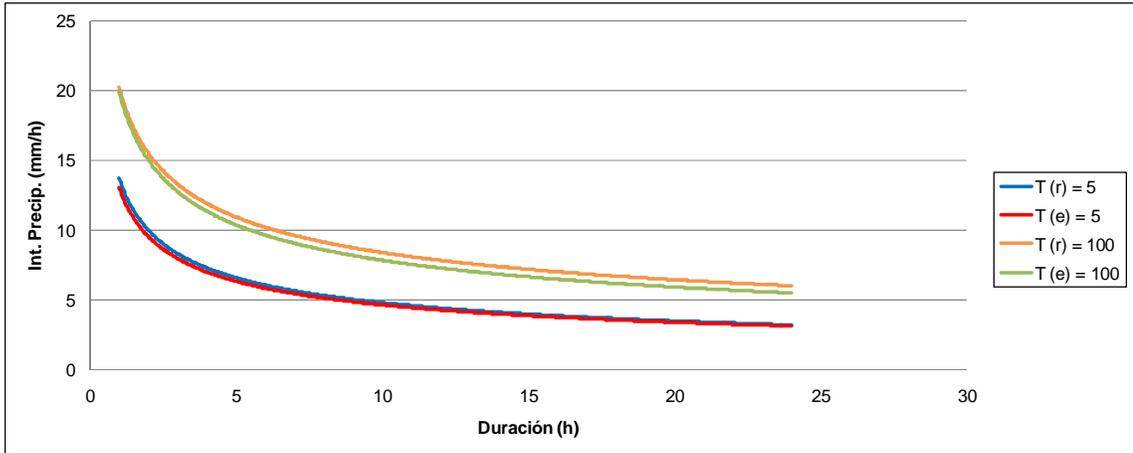


Figura N15: Curva IDF estación Pueblo Nuevo, reconstruida a partir de la estación Pucón

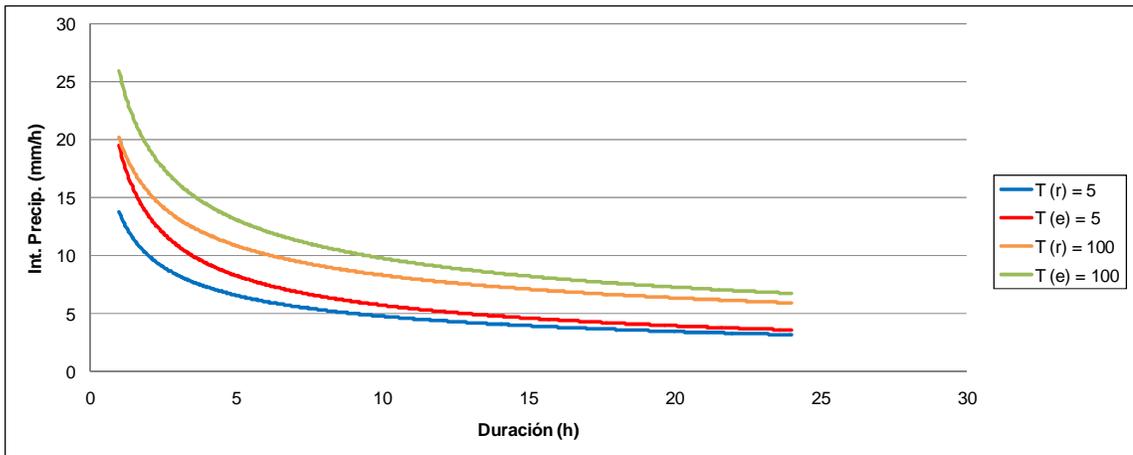


Figura N16: Curva IDF estación Pueblo Nuevo, reconstruida a partir de la estación Curacautín

De las figuras anteriores (figuras N15 y N16) se destaca una buena estimación de la curva IDF de la estación Pueblo Nuevo, a partir de la estación Pucón. Caso contrario es el que se presenta entre la estación Pueblo Nuevo, reconstruida a partir de la estación Curacautín.

Como una forma de complementar los resultados expuestos gráficamente, a continuación se presenta un ejemplo por región de los valores de intensidades obtenidos o simulados mediante el método K, para la reconstrucción de la curva IDF de las estaciones seleccionadas. El resto de los resultados se presentan en apéndices

6.3.8.- Región de Coquimbo

Tabla N15: Valores de intensidades reales y simulados para la estación La Tranquilla, mediante el método K

Estaciones	La Tranquilla Valor Real	Estimado por Embalse Paloma	Estimado por Illapel	Estimado por Rivadavia	Estimado por Embalse Cogotí
T=5 años					
Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h				
1	9,34	9,78	8,64	7,54	7,69
2	6,68	6,84	6,72	5,93	6,24
4	4,83	5,15	5,14	4,58	4,72
6	3,92	4,34	4,45	3,90	3,99
8	3,4	3,58	3,50	3,28	3,31
12	2,67	3,04	3,18	3,00	2,77
24	1,92	1,92	1,92	1,92	1,92
T=50 años					
Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h				
1	15,35	16,97	15,13	13,27	12,83
2	10,43	11,78	11,87	10,41	10,79
4	7,81	8,97	9,25	8,14	7,86
6	6,37	7,72	8,15	6,96	6,75
8	5,55	6,15	6,00	5,66	5,55
12	4,52	5,57	5,84	5,46	4,90
24	3,6	3,60	3,60	3,60	3,60
T=100 años					
Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h				
1	17,09	19,06	17,03	14,94	14,34
2	11,52	13,21	13,38	11,72	12,12
4	8,67	10,08	10,46	9,18	8,78
6	7,09	8,71	9,24	7,86	7,56
8	6,44	7,23	7,02	6,65	6,50
12	5,05	6,31	6,62	6,17	5,52
24	4,09	4,09	4,09	4,09	4,09

Por tanto de la tabla N15, se desprende que la mejor estimación para la estación La Tranquilla, fue hecha por la estación Rivadavia, que generó las menores diferencias con los valores observados.

6.3.9.- Región de Valparaíso

Tabla N16: Valores de intensidades reales y simulados para la estación Hacienda Pedernal, mediante el método K

Estaciones	Hacienda Pedernal Valor Real	Estimado por Embalse Lliu-Lliu	Estimado por Lago Peñuelas
T=5 años			
Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h		
1	12,62	13,85	13,61
2	11,13	11,40	11,98
4	9,23	9,38	9,61
6	8,05	8,28	8,47
8	7,01	7,44	7,40
12	5,82	6,32	6,20
24	4,25	4,25	4,25
T=50 años			
Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h		
1	18,51	19,57	19,08
2	16,42	17,20	17,00
4	14,04	14,57	14,74
6	12,19	12,89	12,88
8	10,4	11,61	11,34
12	8,54	9,65	9,53
24	6,58	6,58	6,58
T=100 años			
Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h		
1	20,22	21,21	20,70
2	17,96	18,87	18,48
4	15,43	16,06	16,23
6	13,39	14,21	14,17
8	11,38	12,80	12,49
12	9,33	10,61	10,50
24	7,25	7,25	7,25

De la tabla N16, se desprende que la mejor estimación para la estación Hacienda Pedernal, fue hecha por la estación Lago Peñuelas, que generó las menores diferencias con los valores observados.

6.3.10.- Región Metropolitana

Tabla N17: Valores de intensidades reales y simulados para la estación Embalse Rungue, mediante el método K

Estaciones	Embalse Rungue Valor Real	Estimado por Los Panguiles	Estimado por Pirque
T=5 años			
Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h		
1	11,63	11,11	11,79
2	9,04	9,33	8,72
4	7,06	7,47	6,80
6	5,99	6,47	5,75
8	5,32	5,85	5,08
12	4,59	5,04	4,55
24	3,23	3,23	3,23
T=50 años			
Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h		
1	17,21	15,73	17,28
2	12,97	13,90	12,25
4	10,31	11,48	9,60
6	9	10,31	8,60
8	8,3	9,62	7,96
12	7,46	8,50	7,34
24	5,51	5,51	5,51
T=100 años			
Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h		
1	18,83	17,14	18,85
2	14,11	15,27	13,26
4	11,25	12,68	10,40
6	9,92	11,45	9,42
8	9,16	10,71	8,78
12	8,29	9,51	8,14
24	6,17	6,17	6,17

Por tanto de la tabla N17, se destaca que la mejor estimación para la estación Embalse Rungue, fue hecha por la estación Pirque, que generó las menores diferencias con los valores observados.

6.3.11.- Región del Libertador General Bernardo O' Higgins

Tabla N18: Valores de intensidades reales y simulados para la estación Rengo y Convento Viejo, mediante el método K

Estaciones	Rengo Valor Real	Estimado por Convento Viejo	Estaciones	Convento Viejo Valor Real	Estimado por Rengo
T=5 años			T=5 años		
Duración (h)	Int. de pp. Asoc. a los T en mm/h		Duración (h)	Int. de pp. Asoc. a los T en mm/h	
1	13,68	14,19	1	15,04	14,50
2	9,85	10,15	2	10,76	10,44
4	7,56	7,79	4	8,26	8,01
6	6,58	6,68	6	7,08	6,97
8	5,87	5,88	8	6,23	6,22
12	5	4,93	12	5,23	5,30
24	3,51	3,51	24	3,72	3,72
T=50 años			T=50 años		
Duración (h)	Int. de pp. Asoc. a los T en mm/h		Duración (h)	Int. de pp. Asoc. a los T en mm/h	
1	19,68	20,20	1	21,62	21,07
2	13,77	13,56	2	14,51	14,74
4	10,45	10,25	4	10,97	11,19
6	8,99	8,71	6	9,32	9,62
8	8,05	7,67	8	8,21	8,62
12	6,9	6,66	12	7,13	7,39
24	4,97	4,97	24	5,32	5,32
T=100 años			T=100 años		
Duración (h)	Int. de pp. Asoc. a los T en mm/h		Duración (h)	Int. de pp. Asoc. a los T en mm/h	
1	21,43	21,94	1	23,53	22,98
2	14,91	14,55	2	15,6	15,99
4	11,29	10,96	4	11,75	12,11
6	9,69	9,31	6	9,98	10,39
8	8,68	8,20	8	8,79	9,31
12	7,45	7,16	12	7,68	7,99
24	5,39	5,39	24	5,78	5,78

De la tabla N18, se destaca que la mejor estimación para la estación Rengo y Convento Viejo, fue hecha por la estación Convento Viejo y Rengo respectivamente, que generaron las menores diferencias con los valores observados.

6.3.12.- Región del Maule

Tabla N°19: Valores de intensidades reales y simulados para la estación Potrero Grande, mediante el método K

Estaciones	Potrero Grande Valor Real	Estimado por Los Queñes	Estimado por Embalse Ancoa	Estimado por Embalse Digua
T=5 años				
Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h			
1	19,14	19,40	17,34	20,27
2	14,94	14,54	13,76	15,23
6	9,95	9,37	10,10	9,96
12	7,02	7,23	7,43	7,18
24	4,92	4,92	4,92	4,92
T=50 años				
Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h			
1	28,07	30,81	26,25	28,53
2	22,09	22,93	20,82	21,37
6	15,3	14,57	15,49	15,36
12	10,74	11,67	11,55	11,29
24	7,86	7,86	7,86	7,86
T=100 años				
Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h			
1	30,66	34,13	28,74	30,91
2	24,16	25,36	22,79	23,13
6	16,86	16,07	17,01	16,91
12	11,82	12,96	12,73	12,47
24	8,71	8,71	8,71	8,71

De la tabla N°19, se desprende que la mejor estimación para la estación Potrero Grande, fue hecha por la estación Embalse Digua, que generó las menores diferencias con los valores observados.

6.3.13.- Región del Bío-Bío

Tabla N20: Valores de intensidades reales y simulados para la estación Chillán Viejo y Embalse Diguillín, mediante el método K

Estaciones	Chillán Viejo Valor Real	Estimado por Quilaco	Estaciones	Embalse Diguillín Valor Real	Estimado por Cerro el Padre
T=5 años			T=5 años		
Duración (h)	Int. de pp. Asoc. a los T en mm/h		Duración (h)	Int. de pp. Asoc. a los T en mm/h	
1	18,33	17,92	1	20,28	23,92
2	12,99	13,62	2	16,87	18,01
4	9,01	9,84	4	12,39	13,85
6	7,4	8,18	6	10,59	11,81
8	6,49	7,09	8	9,55	10,71
12	5,26	5,57	12	8,38	9,37
24	3,61	3,61	24	6,31	6,31
T=50 años			T=50 años		
Duración (h)	Int. de pp. Asoc. a los T en mm/h		Duración (h)	Int. de pp. Asoc. a los T en mm/h	
1	26,61	26,71	1	29,52	30,70
2	18,21	19,48	2	25,45	22,56
4	12,17	14,15	4	17,97	17,06
6	10,09	11,94	6	15,21	14,67
8	9,08	10,51	8	13,84	13,61
12	7,52	8,52	12	12,14	12,14
24	5,78	5,78	24	9,35	9,35
T=100 años			T=100 años		
Duración (h)	Int. de pp. Asoc. a los T en mm/h		Duración (h)	Int. de pp. Asoc. a los T en mm/h	
1	29,02	29,22	1	32,2	33,36
2	19,73	21,15	2	27,94	24,38
4	13,09	15,37	4	19,6	18,38
6	10,88	13,00	6	16,56	15,84
8	9,83	11,48	8	15,08	14,77
12	8,18	9,36	12	13,23	13,20
24	6,4	6,40	24	10,23	10,23

Por tanto de la tabla N20, se desprende que la mejor estimación para la estación Chillán Viejo y Embalse Diguillín, fue hecha por la estación Quilaco y Cerro el Padre respectivamente, que generaron las menores diferencias con los valores observados.

6.3.14.- Región de la Araucanía

Tabla N21: Valores de intensidades reales y simulados para la estación Curacautín y Pueblo Nuevo, mediante el método K

Estaciones	Curacautín Valor Real	Estimado por Traiguén	Estaciones	Pueblo Nuevo Valor Real	Estimado por Pucón
T=5 años			T=5 años		
Duración (h)	Int. de pp. Asoc. a los T en mm/h		Duración (h)	Int. de pp. Asoc. a los T en mm/h	
1	13,98	12,21	1	13,09	12,87
2	9,81	8,94	2	10,35	9,47
4	7,54	6,35	4	7,2	7,02
6	6,51	5,24	6	6,27	5,92
8	5,51	4,59	8	5,61	5,20
12	4,25	3,77	12	4,58	4,38
24	2,35	2,35	24	3,04	3,04
T=50 años			T=50 años		
Duración (h)	Int. de pp. Asoc. a los T en mm/h		Duración (h)	Int. de pp. Asoc. a los T en mm/h	
1	18,99	19,90	1	17,38	18,85
2	13,24	14,02	2	14,97	13,48
4	11,61	9,72	4	11,1	10,18
6	10,45	8,30	6	9,47	8,63
8	9,09	7,57	8	8,62	7,80
12	7,22	6,60	12	7,31	6,83
24	4,09	4,09	24	4,95	4,95
T=100 años			T=100 años		
Duración (h)	Int. de pp. Asoc. a los T en mm/h		Duración (h)	Int. de pp. Asoc. a los T en mm/h	
1	20,44	22,08	1	18,62	20,57
2	14,24	15,45	2	16,32	14,63
4	12,8	10,65	4	12,15	11,08
6	11,59	9,16	6	10,4	9,40
8	10,14	8,42	8	9,49	8,55
12	8,08	7,43	12	8,11	7,54
24	4,59	4,59	24	5,5	5,50

De la tabla N21, se desprende que la mejor estimación para la estación Curacautín y Pueblo Nuevo, fue hecha por la estación Traiguén y Pucón respectivamente, que generaron las menores diferencias con los valores observados.

6.4.- Validación estadística de las estaciones seleccionadas

Con el fin de corroborar la calidad de la selección realizada, mediante el error estándar de estimación (EEE), las estaciones seleccionadas para la reconstrucción de la curva IDF, mediante el método K, se sometieron a la prueba estadística no paramétrica U de Mann-Whitney, estableciendo comparaciones entre los datos reales de la estación en estudio, y los estimados.

Tabla N22: Resumen validación estadística para las estaciones seleccionadas

REGIÓN DE COQUIMBO						
Nº	ESTACIÓN sin Curva IDF	ESTACIÓN PATRON	R ²	EEE	Prueba U de Mann-Whitney	
					Valor (Z)	Decisión
1	Quelón	Embalse la Paloma*	0,9533	0,8854	0,1122	Acepta (Ho)
		Illapel	0,9208	1,1538	0,0951	Acepta (Ho)
2	Los Cóndores	Embalse Cogotí *	0,8775	1,3495	-1,1612	Acepta (Ho)
3	La Tranquilla	Embalse la Paloma*	0,9248	1,0365	-1,2442	Acepta (Ho)
		Illapel	0,9207	1,0649	-1,2905	Acepta (Ho)
		Rivadavia	0,9454	0,8838	-0,2976	Acepta (Ho)
		Embalse Cogotí *	0,9383	0,9391	-0,0756	Acepta (Ho)
4	Illapel	Embalse la Paloma*	0,9660	0,7509	0,0732	Acepta (Ho)
		La Tranquilla	0,9192	1,1565	1,3198	Acepta (Ho)
		Quelón	0,8758	1,4340	-0,0829	Acepta (Ho)
		Rivadavia	0,9228	1,1310	1,1539	Acepta (Ho)
		Embalse Cogotí *	0,8993	1,2914	1,4052	Acepta (Ho)
5	Embalse Cogotí *	Los Cóndores	0,9121	1,3355	1,1515	Acepta (Ho)
		La Tranquilla	0,9123	1,3340	0,0878	Acepta (Ho)
		Rivadavia	0,9903	0,4442	-0,2806	Acepta (Ho)
6	Embalse la Paloma*	La Tranquilla	0,9392	1,2761	1,2466	Acepta (Ho)
		Quelón	0,9418	1,2484	-0,1171	Acepta (Ho)
		Illapel	0,9730	0,8499	-0,0707	Acepta (Ho)
7	Rivadavia	Los Cóndores	0,8908	1,0822	1,5077	Acepta (Ho)
		Embalse Cogotí *	0,9903	0,3230	0,2635	Acepta (Ho)
		La Tranquilla	0,9218	0,9156	0,2976	Acepta (Ho)
		Illapel	0,8922	1,0752	-1,1344	Acepta (Ho)

Tabla N22: Continuación. Resumen validación estadística para las estaciones seleccionadas

REGIÓN DE VALPARAISO						
Nº	ESTACIÓN sin Curva IDF	ESTACIÓN PATRON	R ²	EEE	Prueba U de Mann-Whitney	
					Valor (Z)	Decisión
1	Hacienda Pedernal	Embalse Lliu-Lliu*	0,9613	0,8123	-0,9148	Acepta (Ho)
		Lago Peñuelas*	0,9724	0,6862	-0,8075	Acepta (Ho)
2	Embalse Lliu-Lliu*	Hacienda Pedernal	0,9657	1,2059	0,8709	Acepta (Ho)
		Lago Peñuelas*	0,9970	0,3588	0,1025	Acepta (Ho)
3	Lago Peñuelas*	Hacienda Pedernal	0,9754	1,2101	0,7612	Acepta (Ho)
		Embalse Lliu-Lliu*	0,9970	0,4256	-0,0829	Acepta (Ho)
REGIÓN METROPOLITANA						
Nº	ESTACIÓN sin Curva IDF	ESTACIÓN PATRON	R ²	EEE	Prueba U de Mann-Whitney	
					Valor (Z)	Decisión
1	Embalse Rungue*	Los Panguiles	0,9227	1,0433	-1,2491	Acepta (Ho)
		Pirque	0,9881	0,4101	0,5513	Acepta (Ho)
2	Los Panguiles	Embalse Rungue*	0,9131	1,1473	1,1881	Acepta (Ho)
3	Pirque	Los Panguiles	0,8610	1,3570	-1,8004	Rechaza (Ho)
		Embalse Rungue*	0,9879	0,4009	-0,5270	Acepta (Ho)
REGIÓN DEL LIBERTADOR GENERAL BERNARDO O "HIGGINS						
Nº	ESTACIÓN sin Curva IDF	ESTACIÓN PATRON	R ²	EEE	Prueba U de Mann-Whitney	
					Valor (Z)	Decisión
1	Rengo	Convento Viejo	0,9959	0,2930	0,2366	Acepta (Ho)
2	Convento Viejo	Rengo	0,9962	0,3132	-0,2220	Acepta (Ho)
REGIÓN DEL MAULE						
Nº	ESTACIÓN sin Curva IDF	ESTACIÓN PATRON	R ²	EEE	Prueba U de Mann-Whitney	
					Valor (Z)	Decisión
1	Potrero Grande	Los Queñes	0,9685	1,3338	-0,2260	Acepta (Ho)
		Embalse Ancoa	0,9796	1,0747	0,0928	Acepta (Ho)
		Embalse Digua*	0,9960	0,4760	-0,2502	Acepta (Ho)
2	Los Queñes	Potrero Grande	0,9740	1,1957	0,2421	Acepta (Ho)
		Parral	0,9834	0,9556	-0,1009	Acepta (Ho)
		Embalse Digua*	0,9773	1,1186	0,1412	Acepta (Ho)

Tabla N22: Continuación. Resumen validación estadística para las estaciones seleccionadas

3	Pencahue	Los Queñes	0,9443	1,1921	0,3873	Acepta (Ho)
		Talca	0,9180	1,4466	-0,2179	Acepta (Ho)
		San Javier	0,9837	0,6441	0,6254	Acepta (Ho)
		Melozal	0,9370	1,2680	-0,1412	Acepta (Ho)
		Parral	0,9628	0,9742	0,3672	Acepta (Ho)
4	Talca	Potrero Grande	0,9384	1,0722	0,8473	Acepta (Ho)
		Los Queñes	0,9298	1,1450	0,5649	Acepta (Ho)
		Pencahue	0,8858	1,4606	0,2058	Acepta (Ho)
		Melozal	0,9900	0,4312	0,0605	Acepta (Ho)
		Embalse Ancoa	0,8838	1,4733	0,9805	Acepta (Ho)
		Parral	0,9352	1,0999	0,4559	Acepta (Ho)
		Embalse Digua*	0,9309	1,1363	0,7464	Acepta (Ho)
5	San Javier	Potrero Grande	0,9041	1,4667	-0,0363	Acepta (Ho)
		Los Queñes	0,9465	1,0951	-0,2340	Acepta (Ho)
		Pencahue	0,9831	0,6164	-0,6496	Acepta (Ho)
		Melozal	0,9089	1,4296	-0,6093	Acepta (Ho)
		Parral	0,9661	0,8720	-0,2663	Acepta (Ho)
		Embalse Digua*	0,9162	1,3709	-0,0968	Acepta (Ho)
6	Melozal	Potrero Grande	0,9532	1,2525	0,7343	Acepta (Ho)
		Los Queñes	0,9623	1,1243	0,5245	Acepta (Ho)
		Talca	0,9903	0,5697	-0,0565	Acepta (Ho)
		Parral	0,9663	1,0628	0,4519	Acepta (Ho)
		Embalse Digua*	0,9491	1,3060	0,6415	Acepta (Ho)
7	Embalse Ancoa*	Potrero Grande	0,9726	1,0705	-0,1291	Acepta (Ho)
		Embalse Digua*	0,9657	1,1963	-0,2340	Acepta (Ho)
8	Parral	Potrero Grande	0,9677	1,0565	0,2744	Acepta (Ho)
		Los Queñes	0,9915	0,5422	0,0968	Acepta (Ho)
		Pencahue	0,9490	1,3278	-0,3833	Acepta (Ho)
		Talca	0,9364	1,4825	-0,4842	Acepta (Ho)
		San Javier	0,9552	1,2438	0,2421	Acepta (Ho)
		Melozal	0,9664	1,0777	0,3510	Acepta (Ho)
		Embalse Digua*	0,9754	0,9224	0,2260	Acepta (Ho)
9	Embalse Digua*	Potrero Grande	0,9960	0,4743	0,1453	Acepta (Ho)
		Los Queñes	0,9723	1,2472	-0,0888	Acepta (Ho)
		Embalse Ancoa	0,9754	1,1775	0,1614	Acepta (Ho)
		Parral	0,9687	1,3259	-0,2219	Acepta (Ho)
10	San Manuel	Embalse Bullileo*	0,9631	1,2768	0,0726	Acepta (Ho)
11	Embalse Bullileo*	San Manuel	0,9454	1,321	-0,1695	Acepta (Ho)

Tabla N22: Continuación. Resumen validación estadística para las estaciones seleccionadas

REGIÓN DEL BIO-BIO						
Nº	ESTACIÓN sin Curva IDF	ESTACIÓN PATRON	R²	EEE	Prueba U de Mann-Whitney	
					Valor (Z)	Decisión
1	Quilaco	Chillán Viejo	0,9662	1,1489	1,1612	Acepta (Ho)
2	Cerro el Padre	Embalse Diguillín*	0,9655	1,1566	-0,2000	Acepta (Ho)
3	Chillán Viejo	Quilaco	0,9672	1,2068	-1,1710	Acepta (Ho)
4	Embalse Diguillín*	Cerro el Padre	0,9649	1,2863	0,1586	Acepta (Ho)
REGIÓN DE LA ARAUCANIA						
Nº	ESTACIÓN sin Curva IDF	ESTACIÓN PATRON	R²	EEE	Prueba U de Mann-Whitney	
					Valor (Z)	Decisión
1	Curacautín	Traiguén	0,9179	1,2968	1,3101	Acepta (Ho)
2	Pueblo Nuevo	Pucón*	0,9509	0,9213	0,8002	Acepta (Ho)
3	Traiguén	Curacautín	0,9279	1,3346	-1,3540	Acepta (Ho)
4	Pucón*	Pueblo Nuevo	0,9555	0,9682	-0,8246	Acepta (Ho)

En la tabla N22, se puede observar que en la mayoría de los casos los valores que presentó el coeficiente de determinación (R^2) son bastantes aceptables, El valor más alto 0,9970 se presentó en la Región de Valparaíso, en la estación Embalse Lliu-Lliu reconstruida a partir de estación Lago Peñuelas, mientras el valor más bajo 0,8610, se presentó en la Región Metropolitana, en la estación Pirque, reconstruida a partir de la estación Los Panguiles.

En cuanto al error estándar de estimación (EEE), estadístico que permite determinar la disparidad o la diferencia observada entre los valores observados y los modelados, el valor más bajo observado fue de 0,2930 en la Región del Libertador General Bernardo O' Higgins, en la estación Rengo, reconstruida a partir de la estación Convento Viejo; en tanto el valor más alto 1,482, se presentó en la región del Maule, en la estación Parral, reconstruida a partir de la estación Talca.

Por su parte, los resultados obtenidos, luego de haber aplicado el test no paramétrico U de Mann-Whitney, calculado con un nivel de significancia de 5%, cuyo valor crítico de tabla corresponde a $Z= 1,645$ arrojaron que en un solo caso se rechazó la hipótesis nula (H_0). Este caso se presentó en la región de Valparaíso, donde también se encuentra el valor de R^2 más bajo, hecho que valida el criterio de selección de un EEE menor a 1,5 mm/h.

6.5.- Análisis Inter-Regiones

Como una forma de complementar el estudio, mediante la metodología planteada, también se realizó el análisis Inter-regiones, es decir, seleccionando estaciones de las distintas regiones consideradas, para la reconstrucción de la curva IDF, para lo cual se consideraron algunas estaciones.

Tabla N23: Resumen estaciones seleccionadas en el análisis Inter-Regiones

Nº	ESTACIÓN sin Curva IDF	ESTACIÓN PATRÓN	R^2	EEE
1	Quelón (COQUIMBO)	Hacienda Pedernal Embalse Lliu-Lliu* (VALPARAÍSO)	0,4878 0,5708	2,9335 2,6851
2	Quillota (VALPARAÍSO)	Los Panguiles Pirque (R. METROPOLITANA)	0,438 0,177	3,994 4,831
3	Melipilla (R. METROPOLITANA)	Rengo Convento Viejo (R. O" HIGGINS)	0,6801 0,6933	4,6637 4,5661
4	Central las Nieves (R. O" HIGGINS)	Los Queñes Talca (MAULE)	-1,511 -2,2011	6,376 7,1992
5	San Manuel (MAULE)	Chillán Viejo Quilaco (BÍO-BÍO)	0,1861 -0,0095	5,9985 6,6806
6	Quilaco (BÍO-BÍO)	Curacautín Pucón* (ARAUCANÍA)	0,9232 0,8600	1,7324 2,3389
7	Pueblo Nuevo (ARAUCANÍA)	Quilaco Chillán Viejo (BÍO-BÍO)	0,7523 0,7695	2,0685 1,9952

De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis inter-regiones, en la tabla N23, es evidente que los valores de (EEE), si i sitúan por sobre los considerados de acuerdo al criterio de selección. Sin embargo, para las regiones del Bío-Bío y la Araucanía, los valores referentes al (EEE) presentan los valores más bajos y más próximos a los valores definidos por el criterio de selección, que establece seleccionar aquellas estaciones que presenten un error estándar de estimación inferior a 1,5 (mm), aunque los valores obtenidos superan claramente el límite definido.

A continuación se presenta un ejemplo de los valores de intensidades obtenidos mediante la utilización del método K, en el análisis inter-regiones.

Tabla N24: Valores de intensidades reales y simulados para estación San Manuel Región del Maule, mediante el método K

Estaciones	Región del Maule	Región del Bío-Bío	
	San Manuel Valor Real	Estimado por Chillán Viejo	Estimado por Quilaco
T=5 años			
Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h		
1	17,62	26,20	25,61
2	13,27	18,57	19,46
6	8,72	10,58	11,69
12	6,75	7,52	7,97
24	5,16	5,16	5,16
T=50 años			
Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h		
1	26,04	37,84	37,99
2	19,23	25,90	27,70
6	12,54	14,35	16,98
12	10,21	10,69	12,11
24	8,22	8,22	8,22
T=100 años			
Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h		
1	28,49	41,35	41,64
2	20,97	28,12	30,13
6	13,65	15,50	18,53
12	11,22	11,66	13,34
24	9,12	9,12	9,12

De la tabla N24, se desprende la gran diferencia presentada entre los valores reales para la estación San Manuel, ubicada en la región del Maule, y los estimados para ésta a partir de las estaciones Chillán Viejo y Quilaco, ubicadas en la región del Bío-Bío, lo que en general señala preliminarmente, que el método K presenta falencias si las estaciones se ubican a grandes distancias o bien en áreas climáticas diferentes.

7.- ANÁLISIS DE RESULTADOS

7.1.- Estaciones disponibles

Como ya se señaló anteriormente, el número de estaciones pluviográficas consideradas para la reconstrucción de las curvas IDF mediante la metodología planteada, en el territorio comprendido entre las Regiones de Coquimbo y la Araucanía, fue de 40.

Así mismo, el número de estaciones presentes en cada región fue variable, desatancándose la región del Maule con la mayor cantidad de estaciones, que en total sumaron 12. Por su parte, la región del Libertador General Bernardo O' Higgins fue la que presentó el menor número de estaciones, concentrando sólo tres. Esto en general da una de la carencia de este tipo de instrumental de precisión, que permite realizar estimaciones de calidad para el diseño de obras Hidráulicas.

A modo general, la siguiente tabla muestra la densidad promedio de estaciones por Región.

Tabla N25: Densidad promedio de las estaciones por Región en Km²

REGIÓN	Densidad Promedio (Km ² cubiertos por una estación)
Coquimbo	5.747
Valparaíso	4.099
Metropolitana	3.081
O "Higgins	5.462
Maule	2.524
Bío-Bío	7.412
Araucanía	7.960

Es evidente la carencia de estaciones en el país, lo que se ve aminorado en la Región del Maule, en un hecho que responde a políticas locales más que a una planificación nacional.

7.2.- Análisis del comportamiento de las intensidades de precipitación por región

Con la finalidad de poder explicar el comportamiento de las intensidades máximas, se analizaron las intensidades de precipitación para la duración de 1 y 24 horas, determinando algunos parámetros, como la media de los valores y el coeficiente de variación (CV), los cuales se presentan a continuación.

Tabla N26: Valores de intensidades máximas por región, para duraciones 1 y 24 horas

Estaciones	Intensidad máx. de precipitación en 1 hora (mm/h)	Intensidad máx. de precipitación en 24 hora (mm/h)
REGIÓN DE COQUIMBO		
Rivadavia	13,3	3,1
Embalse la Paloma*	20	4,1
Embalse Cogotí *	20,6	4,9
Illapel	16,6	3,3
La Tranquilla	15	3,7
Los Cóndores	15	4,9
Quelón	15,6	3,6
Promedio Regional	16,6	3,9
CV (%) Regional	16,4	18,4
REGIÓN DE VALPARAISO		
Hacienda Pedernal	17,8	4,6
Quillota	18,6	4,1
Embalse Lliu-Lliu*	23,2	8,8
Lago Peñuelas*	29,4	10,2
Promedio Regional	22,3	6,9
CV (%) Regional	23,9	43,8

Tabla N26: Continuación. Valores de intensidades máximas por región, para duraciones 1 y 24 horas

REGIÓN METROPOLITANA		
Embalse Rungue*	13	4,7
Cerro Calán	19,2	5,2
Los Panguiles	14,8	6
Pirque	15,2	5,3
Melipilla	38,5	3,9
Promedio Regional	20,1	5,0
CV (%) Regional	52,2	15,5
REGIÓN DEL LIBERTADOE GENERAL BERNARDO O'HIGGINS		
Rengo	21,5	4,7
Central las Nieves	16,2	7,4
Convento Viejo	19,3	5,2
Promedio Regional	19,0	5,8
CV (%) Regional	14,0	24,9
REGIÓN DEL MAULE		
Los Queñes	25,2	6,4
Potrero Grande	25,7	6,2
Pencahue	15,9	3,8
Talca	14,3	3,8
San Javier	14,2	3,4
Colorado*	25,6	5,3
Melozal	23	5,6
Embalse Ancoa	23,4	6,4
Parral	19,3	4,5
Embalse Digua*	25,1	5,3
Embalse Bullileo*	22,4	7,5
San Manuel	22,6	7,6
Promedio Regional	21,4	5,5
CV (%) Regional	20,4	25,7
REGIÓN DEL BÍO-BÍO		
Embalse Coihueco	36,5	9,3
Chillán Viejo	22,1	6,4
Embalse Diguillín*	30,2	10,7
Quilaco	26	5,8
Cerro el Padre	28,8	7,2
Promedio Regional	28,7	7,9
CV (%) Regional	18,6	26,1
REGIÓN DE LA ARAUCANÍA		
Traiguén	20,4	3,9
Curacautín	15,3	3,3
Pueblo Nuevo	14,1	3,7
Pucón*	18,9	3,9
Promedio Regional	17,2	3,7
CV (%) Regional	17,3	7,6

De la tabla N26, se destaca que el comportamiento de las intensidades máximas de precipitación, evidencian que a duraciones más cortas, se presentan mayores variaciones en las intensidades. Con esto se refleja claramente la relación existente entre la intensidad y la duración de las precipitaciones, que además avala la hipótesis que establece, que a duraciones más cortas, existe una mayor probabilidad de encontrar mayores valores de intensidad.

Por otra parte, también se observó la existencia de valores de intensidades muy similares entre estaciones ubicadas al norte, con estaciones ubicadas más al sur, como ocurre con las estaciones Quelón y Pencahue, las que presentan intensidades de 15,6 y 15,9 mm/h respectivamente, para la duración de una hora, y valores de 3,6 y 3,8 mm/h para la duración de 24 horas. Así mismo, cabe señalar que estas estaciones se encuentran distanciadas a más de 700 Km en línea recta. Un caso similar se observó con la estación Embalse Cogotí ubicada en la región de Coquimbo, que con 20,6 mm/h para la duración de una hora, supera a las cuatro estaciones ubicadas en la región de la Araucanía, como son Traiguén con 20,4 mm/h, Curacautín con 15,3 mm/h, Pueblo Nuevo con 18,6 mm/h y Pucón con 18,9 mm/h.

7.3.- Análisis de los valores K

Con este análisis se intentó determinar el comportamiento de los valores K. Éste se hizo en base a la relación de dicho factor, con la latitud a nivel regional, y además considerando todas las estaciones, como se refleja en la figura que a continuación se presenta.

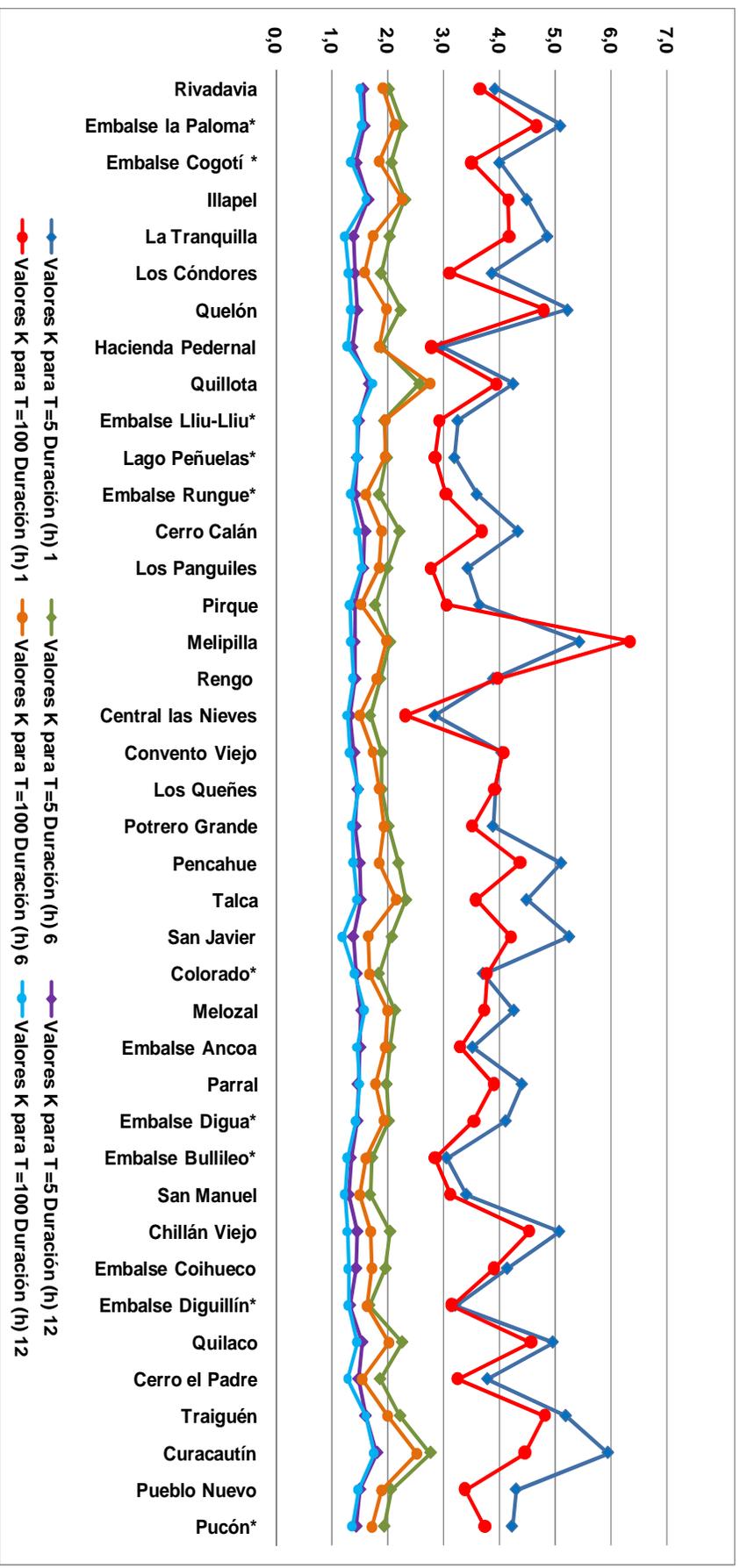


Figura N17: Relación latitud v/s valores K para período de retorno (T=5 y T=100 años), y duraciones (1 - 6 y 12) horas, para las regiones en estudio

De la figura N°17, se desprende que para los períodos de retorno y duración analizados, se encontraron valores similares. Así mismo cabe señalar, que para el período de retorno más bajo T=5 años, se encuentran los valores K más altos. Esto significa, que la relación entre las diversas intensidades, y la intensidad en 24 horas, que define el valor K, es más variable en los períodos de retorno más bajos, con respecto a la latitud. Esto se debe, a que en los períodos de retorno altos, se está en presencia de los máximos valores de intensidades de lluvia posibles de encontrar, desde una perspectiva probabilística, y ello en un territorio como el estudiado, que aunque presenta variabilidades evidentes, también denota ciertas similitudes en el comportamiento de las intensidades máximas, que poseen ciertos límites conocidos. Es decir, las máximas intensidades, se presentan en ciertos rangos máximos, y de ahí que el valor K tienda a presentar una menor variabilidad numérica.

Tabla N27: Valores K para los períodos de retorno T=5 y T=100 años, presentados por las distintas estaciones

Estaciones por región según LATITUD		Valores K para T=5		Valores K para T=100	
		Duración (h)		Duración (h)	
		1	12	1	12
COQUIMBO	Rivadavia	3,93	1,56	3,65	1,51
	Embalse la Paloma*	5,10	1,58	4,66	1,54
	Embalse Cogotí *	4,01	1,44	3,51	1,35
	Illapel	4,50	1,65	4,16	1,62
	La Tranquilla	4,86	1,39	4,18	1,23
	Los Cóncores	3,87	1,41	3,12	1,30
	Quelón	5,23	1,46	4,80	1,35
	Promedio Regional	4,50	1,50	4,01	1,41
	Valor K máximo	5,23	1,65	4,80	1,62
Valor K mínimo	3,87	1,39	3,12	1,23	
VALPARÍSO	Hacienda Pedernal	2,97	1,37	2,79	1,29
	Quillota	4,25	1,67	3,95	1,74
	Embalse Lliu-Lliu*	3,26	1,49	2,93	1,46
	Lago Peñuelas*	3,20	1,46	2,86	1,45
	Promedio Regional	3,42	1,50	3,13	1,48
	Valor K máximo	4,25	1,67	3,95	1,74
	Valor K mínimo	2,97	1,37	2,79	1,29

Tabla N27: Continuación. Valores K para los períodos de retorno T=5 y T=100 años, presentados por las distintas estaciones

R: METROPOLITANA	Embalse Rungue*	3,60	1,42	3,05	1,34
	Cerro Calán	4,34	1,60	3,69	1,47
	Los Panguiles	3,44	1,56	2,78	1,54
	Pirque	3,65	1,41	3,05	1,32
	Melipilla	5,44	1,41	6,32	1,34
	Promedio Regional	4,09	1,48	3,78	1,40
	Valor K máximo	5,44	1,60	6,32	1,54
Valor K mínimo	3,44	1,41	2,78	1,32	
O" HIGGINS	Rengo	3,90	1,42	3,98	1,38
	Central las Nieves	2,85	1,34	2,33	1,27
	Convento Viejo	4,04	1,41	4,07	1,33
	Promedio Regional	3,60	1,39	3,46	1,33
	Valor K máximo	4,04	1,42	4,07	1,38
Valor K mínimo	2,85	1,34	2,33	1,27	
MAULE	Los Queñes	3,94	1,47	3,92	1,49
	Potrero Grande	3,89	1,43	3,52	1,36
	Pencahue	5,11	1,50	4,37	1,39
	Talca	4,49	1,52	3,58	1,45
	San Javier	5,26	1,39	4,21	1,19
	Colorado*	3,71	1,45	3,78	1,41
	Melozal	4,26	1,54	3,73	1,58
	Embalse Ancoa	3,53	1,51	3,30	1,46
	Parral	4,41	1,47	3,90	1,49
	Embalse Digua*	4,12	1,46	3,55	1,43
	Embalse Bullileo*	3,06	1,34	2,85	1,27
	San Manuel	3,41	1,31	3,12	1,23
	Promedio Regional	4,10	1,45	3,65	1,40
	Valor K máximo	5,26	1,54	4,37	1,58
Valor K mínimo	3,06	1,31	2,85	1,19	
BÍO-BÍO	Chillán Viejo	5,08	1,46	4,53	1,28
	Embalse Coihueco	4,15	1,44	3,90	1,30
	Embalse Diguillín*	3,21	1,33	3,15	1,29
	Quilaco	4,96	1,54	4,57	1,46
	Cerro el Padre	3,79	1,49	3,26	1,29
	Promedio Regional	4,24	1,45	3,88	1,32
	Valor K máximo	5,08	1,54	4,57	1,46
Valor K mínimo	3,21	1,33	3,15	1,28	
ARAUCANÍA	Traiguén	5,19	1,60	4,81	1,62
	Curacautín	5,95	1,81	4,45	1,76
	Pueblo Nuevo	4,31	1,51	3,39	1,47
	Pucón*	4,23	1,44	3,74	1,37
	Promedio Regional	4,92	1,59	4,10	1,56
	Valor K máximo	5,95	1,81	4,81	1,76
Valor K mínimo	4,23	1,44	3,39	1,37	

La tabla N27 anteriormente presentada, corrobora lo señalado por la figura N17, de donde se desprende a modo de resumen general, que para los distintos períodos de retorno y duraciones 6 y 12 horas analizados, se encuentran valores muy similares del parámetro K.

Esta similitud entre los valores K, fue un indicio a tener presente a la hora de extender el modelo desde estaciones pluviográficas a pluviométricas, ya que evidencia la obtención de buenos resultados en su utilización, especialmente en duraciones mayores a 6 horas.

7.4.- Selección de la estación patrón en base al método K

Para establecer cada una de las estaciones patrón por región, se empleó el método K, el cual fue aplicado para cada una de las posibles combinaciones por región.

Una vez generados los modelos de curvas IDF, se consideró la determinación del coeficiente de determinación (R^2) y del error estándar de estimación (EEE), como una primera aproximación del análisis de los resultados obtenidos mediante la utilización del método K.

La selección o determinación definitiva de la estación patrón, se estableció fundamentalmente en relación al EEE, seleccionando aquellas estaciones que al reconstruir la curva IDF de la estación considerada como pluviométrica, presentaron un error inferior a 1,5 (mm), en relación a los datos reales.

Es importante mencionar que el número de estaciones patrón consideradas, fue variable, generándose de una a siete estaciones patrón, por cada estación a reconstruir. Es decir, en algunos casos sólo una estación

patrón predefinida fue capaz de reconstruir la curva IDF bajo los criterios de calidad definidos, y en otros casos, hasta siete estaciones.

En general, del número total de estaciones consideradas en el estudio (40), fue posible reconstruir mediante la metodología planteada, las curvas IDF de 34 estaciones. De éstas, 7 de 7 estaciones existentes, se reconstruyeron en la región de Coquimbo; 3 de 4 estaciones existentes, se reconstruyeron en la región de Valparaíso; 3 de 5 estaciones existentes, se reconstruyeron en la región Metropolitana; 2 de 3 estaciones existentes, se reconstruyeron en la región del Libertador General Bernardo O' Higgins; 11 de 12 estaciones existentes, se reconstruyeron en la región del Maule; 4 de 5 estaciones existentes, se reconstruyeron en la región del Bío-Bío; y 4 de 4 estaciones existentes, se reconstruyeron en la región de la Araucanía. Esto da una idea, que el proceso de reconstrucción a partir de otras estaciones pluviográficas, no posee una necesaria relación con la ubicación regional de las estaciones.

7.5.- Caracterización de las estaciones seleccionadas por región

El objetivo de esta caracterización, fue determinar un patrón a seguir en las estaciones seleccionadas.

Entre las variables consideradas destacaron, longitud, latitud, altitud, cercanía o lejanía entre estaciones, bidireccionalidad, cercanía a cuerpos de agua y la diferencia en las intensidades de 24 horas; cabe señalar que todas estas variables se analizaron para cada una de las estaciones seleccionadas. Cabe señalar que se entiende por bidireccionalidad, el que una estación X, sea estimada en su curva IDF, por una segunda estación Y, y viceversa, bajo los cánones de calidad del EEE ya definidos con anterioridad.

De todas estas variables analizadas, las que presentaron un mejor comportamiento o mayor tendencia, pero sin llegar a ser un patrón claro a seguir en la determinación de las estaciones seleccionadas fueron la latitud, la longitud, la bidireccionalidad y la cercanía o lejanía entre las estaciones. Sin embargo, finalmente fueron descartadas, porque como esquema de recomendación, o bien necesitan información que una estación pluviométrica por sí sola no posee con respecto a una pluviográfica, como es la bidireccionalidad, o se encuentra una situación, como de la latitud, que no es tan orientadora, porque no sirve el que en muchos casos responda a un patrón y en otros no.

Otra variable analizada, fue la distancia entre estaciones y el potencial error de estimación de la curva IDF, que generaba dicha variable en mm/h. Para ello, se estableció el siguiente gráfico, que relaciona ambas variables. Debe hacerse mención que las distancias y sus respectivos errores, se enmarca en la selección ya hecha de estaciones que generaron un error menor a 1,5 mm/h.

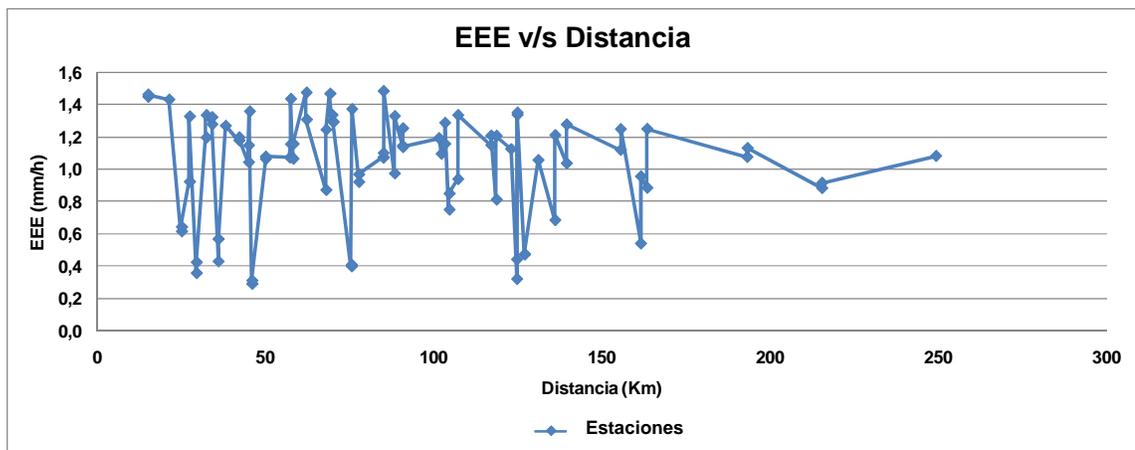


Figura N18: Distancia entre las estaciones y su potencial error de estimación

Como se puede apreciar en la figura N°18, no existe una relación directa entre la calidad de la estimación y distancia entre estaciones, aunque es preciso que la estación patrón y la estimada, se encuentren en un área climática común, para asegurar una mayor similitud en el comportamiento de las intensidades.

Por otro lado, la variable analizada que presentó una mayor tendencia, fue la diferencia entre las intensidades de 24 horas.

En lo que respecta al análisis de la diferencia en las intensidades de 24 horas observadas entre la estación patrón y la estación estimada (sin curva IDF), se desprende que casi para la totalidad de las regiones, excepto para la región de Valparaíso, un caso en la región de Coquimbo y algunos casos de la región del Maule, los valores de rango obtenidos no superaron a 1 (mm) de precipitación. Por tanto, diferencias mínimas entre las intensidades para 24 horas, reflejaron buenos resultados en la estimación de la curva IDF para la estación considerada como pluviométrica.

Cabe destacar, que para la región de Valparaíso, el rango superó el milímetro de precipitación, alcanzándose un mínimo de 1,42 (mm) y un máximo de 3,16 (mm). Esta alza en los valores de los rangos, se debió principalmente a la mayor variación en las intensidades observadas en las estaciones, lo que sin embargo no influyó para que las estaciones en cuestión presentasen buenos resultados a la hora de estimar la curva IDF.

Tabla N °28: Diferencia de intensidades en 24 horas entre la estación patrón y la estación estimada, y para los diferentes periodos de retorno analizados

REGION DE COQUIMBO					
Nº	ESTACION sin Curva IDF	ESTACION PATRON	Intesidad 24 hrs (E. patrón - E. sin curva IDF)		
			min	máx	rango
1	Quelón	Embalse la Paloma*	0,55	1,52	0,97
		Illapel	0,32	0,91	0,59
2	Los Cóndores	Embalse Cogotí *	0	0,11	0,11
3	La Tranquilla	Embalse la Paloma*	0,48	0,93	0,45
		Illapel	0,25	0,32	0,07
		Rivadavia	0,11	0,12	0,01
		Embalse Cogotí *	0,78	1,73	0,95
4	Illapel	Embalse la Paloma*	0,23	0,61	0,38
		La Tranquilla	0,25	0,32	0,07
		Quelón	0,32	0,91	0,59
		Rivadavia	0,14	0,2	0,06
		Embalse Cogotí *	0,53	1,41	0,88
5	Embalse Cogotí *	Los Cóndores	0	0,11	0,11
		La Tranquilla	0,78	1,73	0,95
		Rivadavia	0,67	1,61	0,94
6	Embalse la Paloma*	La Tranquilla	0,48	0,93	0,45
		Quelón	0,55	1,52	0,97
		Illapel	0,23	0,61	0,38
7	Rivadavia	Los Cóndores	0,57	1,72	1,15
		Embalse Cogotí *	0,67	1,61	0,94
		La Tranquilla	0,11	0,12	0,01
		Illapel	0,14	0,2	0,06
Promedio Regional			0,37	0,88	0,50
CV (%) Regional			66,00	72,12	79,73
REGION DE VALPARAISO					
Nº	ESTACION sin Curva IDF	ESTACION PATRON	Intesidad 24 hrs (E. patrón - E. sin curva IDF)		
			min	máx	rango
1	Hacienda Pedernal	Embalse Lliu-Lliu*	1,87	3,61	1,74
		Lago Peñuelas*	2,69	5,85	3,16
2	Embalse Lliu-Lliu*	Hacienda Pedernal	1,87	3,61	1,74
		Lago Peñuelas*	0,82	2,24	1,42
3	Lago Peñuelas*	Hacienda Pedernal	2,69	5,85	3,16
		Embalse Lliu-Lliu*	0,82	2,24	1,42
Promedio Regional			1,79	3,90	2,11
CV (%) Regional			46,75	41,79	39,32
REGION METROPOLITANA					
Nº	ESTACION sin Curva IDF	ESTACION PATRON	Intesidad 24 hrs (E. patrón - E. sin curva IDF)		
			min	máx	rango
1	Embalse Rungue*	Los Panguiles	0,02	0,74	0,72
		Pirque	0,07	0,14	0,07
2	Los Panguiles	Embalse Rungue*	0,02	0,74	0,72
3	Pirque	Los Panguiles	0,05	0,88	0,83
		Embalse Rungue*	0,07	0,14	0,07
Promedio Regional			0,05	0,53	0,48
CV (%) Regional			54,56	67,95	78,58
REGION DEL LIBERTADOR GENERAL BERNARDO O'HIGGINS					
Nº	ESTACION sin Curva IDF	ESTACION PATRON	Intesidad 24 hrs (E. patrón - E. sin curva IDF)		
			min	máx	rango
1	Rengo	Convento Viejo	0,21	0,39	0,18
2	Convento Viejo	Rengo	0,21	0,39	0,18
Promedio Regional			0,21	0,39	0,18
CV (%) Regional			0,00	0,00	0,00

Tabla N °28: Continuación Diferencia de intensidades en 24 horas entre la estación patrón y la estación estimada, y para los diferentes periodos de retorno analizados

REGIÓN DEL MAULE					
Nº	ESTACION sin Curva IDF	ESTACION PATRON	Intesidad 24 hrs (E. patrón - E. sin curva IDF)		
			min	máx	rango
1	Potrero Grande	Los Queñes	0,13	1,02	0,89
		Embalse Ancoa	0,06	0,47	0,41
		Embalse Digua*	0	0,05	0,05
2	Los Queñes	Potrero Grande	0,13	1,02	0,89
		Parral	1,44	1,62	0,18
		Embalse Digua*	0,08	1,02	0,94
3	Pencahue	Los Queñes	2,37	3,21	0,84
		Talca	0	0,06	0,06
		San Javier	0,11	0,19	0,08
		Melozal	0,64	1,6	0,96
		Parral	0,93	1,59	0,66
4	Talca	Potrero Grande	2,52	4,17	1,65
		Los Queñes	2,39	3,15	0,76
		Pencahue	0	0,06	0,06
		Melozal	0,66	1,54	0,88
		Embalse Ancoa	2,99	3,79	0,8
		Parral	0,95	1,53	0,58
		Embalse Digua*	2,47	4,17	1,7
5	San Javier	Potrero Grande	2,61	4,42	1,81
		Los Queñes	2,48	3,4	0,92
		Pencahue	0,11	0,19	0,08
		Melozal	0,75	1,79	1,04
		Parral	1,04	1,78	0,74
		Embalse Digua*	2,56	4,42	1,86
6	Melozal	Potrero Grande	1,86	2,63	0,77
		Los Queñes	1,61	1,73	0,12
		Talca	0,66	1,54	0,88
		Parral	0,01	0,29	0,28
		Embalse Digua*	1,81	2,63	0,82
7	Embalse Ancoa*	Potrero Grande	0,06	0,47	0,41
		Embalse Digua*	0,03	0,52	0,49
8	Parral	Potrero Grande	1,57	2,64	1,07
		Los Queñes	1,44	1,62	0,18
		Pencahue	0,93	1,59	0,66
		Talca	0,95	1,53	0,58
		San Javier	1,04	1,78	0,74
		Melozal	0,01	0,29	0,28
		Embalse Digua*	1,52	2,64	1,12
9	Embalse Digua*	Potrero Grande	0	0,05	0,05
		Los Queñes	0,08	1,02	0,94
		Embalse Ancoa	0,03	0,52	0,49
		Parral	1,52	2,64	1,12
10	San Manuel	Embalse Bullileo*	0,03	0,9	0,87
11	Embalse Bullileo*	San Manuel	0,03	0,9	0,87
Promedio Regional			0,97	1,69	0,72
CV (%) Regional			98,54	76,47	65,51

Tabla N °28: Continuación. Diferencia de intensidades en 24 horas entre la estación patrón y la estación estimada, y para los diferentes periodos de retorno analizados

REGION DEL BIO-BIO					
Nº	ESTACION sin Curva IDF	ESTACION PATRON	Intesidad 24 hrs (E. patrón - E. sin curva IDF)		
			min	máx	rango
1	Quilaco	Chillán Viejo	0,06	0,35	0,29
2	Cerro el Padre	Embalse Diguillín*	0,57	1,08	0,51
3	Chillán Viejo	Quilaco	0,06	0,35	0,29
4	Embalse Diguillín*	Cerro el Padre	0,57	1,08	0,51
Promedio Regional			0,32	0,72	0,40
CV (%) Regional			93,48	58,95	31,75
REGION DE LA ARAUCANIA					
Nº	ESTACION sin Curva IDF	ESTACION PATRON	Intesidad 24 hrs (E. patrón - E. sin curva IDF)		
			min	máx	rango
1	Curacautín	Traiguén	0,01	0,32	0,31
2	Pueblo Nuevo	Pucón*	0,22	0,31	0,09
3	Traiguén	Curacautín	0,01	0,32	0,31
4	Pucón*	Pueblo Nuevo	0,22	0,31	0,09
Promedio Regional			0,12	0,32	0,20
CV (%) Regional			105,43	1,83	63,51

A partir de esta información, se desprende que en general una baja diferencia entre las intensidades en 24 horas, define una buena estimación de las curvas IDF. Esto considerando que todas las combinaciones expuestas en la tabla N28 han sido exitosas en la estimación de las curvas IDF. Por tanto, variaciones en las intensidades en 24 horas, por debajo los 2 mm, presentan una alta probabilidad de generar una buena estimación.

7.6.- Análisis estadístico

(i) Coeficiente de determinación y error estándar de estimación

El coeficiente de determinación (R^2) y el error estándar de estimación (EEE), fueron los estadísticos empleados para determinar la idoneidad de los modelos de curva IDF generados, cuyos valores fluctúan para el R^2 en un rango de 0,8610 como mínimo, para la estación Pirque, estimada a partir de la

estación Los Panguiles en la región Metropolitana, y 0,9970 como máximo para la estación Embalse Lliu-Lliu, estimada a partir de Lago Peñuelas, en la región de Valparaíso.

En relación al EEE, los valores fluctúan en un rango de 0,2930 como mínimo, en la región del Libertador General Bernardo O' Higgins, en la estación Rengo, estimada a partir de estación Convento Viejo, y 1,482 como máximo, en la región del Maule, en la estación Parral, estimada a partir de la estación Talca.

(ii) Prueba U de Mann-Whitney

Con el propósito de corroborar los resultados arrojados por el coeficiente de determinación y el error estándar de estimación, además de corroborar la calidad de las estaciones seleccionadas, se realizó la prueba estadística no paramétrica U de Mann-Whitney.

Así, los resultados de esta prueba indican que se rechaza la hipótesis nula sólo en un caso, presentado en la región de Valparaíso. Para el resto de los casos analizados, se desprende que no puede rechazarse la hipótesis nula, es decir, se confirmó que las poblaciones a las cuales pertenecen las dos muestras, poseen la misma distribución, lo que además fue confirmado por los valores Z calculados, considerando un nivel de significancia de 0,05. Por ende se concluye que los modelos de curvas IDF generados, poseen una muy buena calidad de ajuste y que en general deberían realizar estimaciones satisfactorias de las curvas IDF reconstruidas mediante el método K.

8.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1.- Conclusiones

En base a los resultados obtenidos en el estudio de construcción de curvas IDF en estaciones pluviométricas, en el territorio comprendido entre las regiones de Coquimbo y la Araucanía, es posible plantear lo siguiente:

- El método K propuesto por Pizarro *et al.* (2001), parece ser una herramienta adecuada para la estimación de las curvas IDF, en estaciones pluviométricas, y ello a partir de estaciones pluviográficas, en las cuales se cuenta con dichas curvas.
- El criterio de selección de 1,5 mm/h fue apropiado, ya que permitió determinar de forma adecuada, las estaciones que presentaron una buena y una mala estimación. Estos valores fueron corroborados preliminarmente, en relación al coeficiente de determinación (R^2) y error estándar de estimación (EEE). Sin embargo, los resultados de la prueba U de Mann-Whitney, fueron los que validaron y corroboraron finalmente la calidad de ajuste de las estaciones estimadas, pronosticando que los modelos de curvas IDF reconstruidas, son una buena estimación de los datos reales.
- En relación al comportamiento regional, este resultó ser no estricto. Es decir, las estaciones presentes en una misma región, no siempre fueron buenas estimadoras de las curvas IDF; por tanto la distancia entre estaciones, si bien puede ser un primer indicador, al situarlas en una zona climática homogénea, no es suficiente por sí sola.

- De todas las variables analizadas por región, la que presentó un mejor comportamiento o tendencia, fue la diferencia entre las intensidades de 24 horas, estableciéndose que para variaciones en las intensidades de 24 horas, por bajo los 2 mm/h, se presenta una alta probabilidad de generar buenos resultados. Esto puede ser ampliado a la zona de la Región de Valparaíso, hasta un valor de 3 mm/h, porque es un área que denota una mayor variabilidad.

8.2.- Recomendaciones

- Como una forma de mejorar el estudio se recomienda ampliar el estudio, a las regiones de la zona norte y sur del país, para poder así obtener el comportamiento de las curvas IDF en otras regiones del país, mediante el método K.
- Se recomienda construir las curvas IDF en estaciones pluviográficas ubicadas en el territorio de estudio, pero que pertenezcan a otras instituciones distintas a la D.G.A (Dirección General de Aguas), con el fin de contar con una mayor información
- Se recomienda considerar como patrones a seguir para la estimación de las curvas IDF, mediante esta metodología, la cercanía y/o ubicación al interior de una región administrativa, pero principalmente las diferencias de las intensidades en 24 horas considerando diferencias de no más de 2 mm/h para todas las regiones en estudio, excepto para la Región de Valparaíso, en que es aceptable hasta 3 mm/h por la alta variabilidad.

- Finalmente, es importante señalar que el método K es altamente recomendable para la estimación de las curvas IDF, en estaciones pluviométricas a partir de estaciones pluviográficas, y en donde las diferencias de intensidades en 24 horas, determinan de modo aceptable la calidad de la estimación a realizar.

9.- BIBLIOGRAFÍA

Abarza, A. 2001. Análisis comparativo de las curvas Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF), en seis estaciones pluviográficas distribuidas en la zona cordillerana andina y del valle central de la VII Región de Chile. Tesis Ing. Forestal. Talca, Chile. Universidad de Talca, Facultad de Ciencias Forestales. 105 p.

Aparicio, F. 2003. Fundamentos de Hidrología de Superficie. México. Editorial Limusa. 303 p.

Aros, V. 1997. Apuntes de Hidrología. Ingeniería Civil. Universidad de Concepción. Chile. 25 - 31 p.

Bendient, P.; Huber, W. 2002. Hydrology and floodplain analysis. 3a. ed. New York. Adisson-Wesley Pub. Co. 692 p.

Chen, C. 1983. Rainfall intensity-duration-frequency. Journal Hydrology Engeniery ASCE. 109 (12). 1603-1621 p.

Chow, V.; Maidment, D.; Mays, L. 1994. Hidrología Aplicada. Santa Fé de Bogotá, Colombia. Editorial Mc Graw-Hill Interamericana. 584 p.

Cornejo, M. 2004. Determinación gráfica y matemática de las curvas Intensidad-Duración-Frecuencia en siete estaciones pluviográficas de la región de Coquimbo. Tesis Ing. Forestal. Talca, Chile. Universidad de Talca, Facultad de Ciencias Forestales. 82 p.

De Fraja, E. 1993. Saneamiento de la cuenca hidrológica del río Bío-Bío y del área adyacente. Estudio de prefactibilidad. Universidad de Concepción. Concepción. Chile. 600 p.

DMC. Dirección Meteorológica de Chile. (en línea). Consultado 12 nov. 2007. Disponible en <http://www.meteochile.cl>

Farías, C. 2001. Calibración y validación de dos modelos de simulación de cuencas, para la cuenca hidrográfica del río Achibueno. Tesis Ing. Forestal. Talca, Chile. Universidad de Talca, Facultad de Ciencias Forestales. 104 p.

GOBIERNO DE CHILE. (en línea). Consultado 12 nov. 2007. Disponible en <http://www.gobiernodechile.cl>

Kothyari, C.; Garde, J. 1992. Rainfall intensity-duration-frequency. Journal Hydraulic Engineering. 118 (2). 323-336 p.

Llamas, J. 1993. Hidrología General: principios y aplicaciones. España. Editorial de la Universidad del País Vasco. 635 p.

Labra, M. 2005. Construcción gráfica y matemática de las curvas Intensidad-Duración-Frecuencia (curvas IDF) en cinco estaciones pluviográficas de la región del Bío-Bío y cuatro estaciones pluviográficas de las región de la Araucanía. Tesis Ing. Forestal. Talca, Chile. Universidad de Talca, Facultad de Ciencias Forestales. 104 p.

Linsley, R.; Kohler, M.; Paulhus, P. 1988. Hidrología para Ingenieros. Segunda Edición. Mc Graw-Hill. Latinoamericana. D.F. México. 386 p.

López, F. 1998. Restauración hidrológico forestal de cuencas y control de la erosión. 2a ed. Madrid, España. Ediciones Mundi-Prensa. 902 p.

Macaya, K. 2004. Construcción de las curvas Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF) para estaciones pluviográficas de las regiones de Valparaíso y de O'Higgins, y análisis comparativo con algunas estaciones de las regiones

Metropolitana y del Maule. Tesis Ing. Forestal. Talca, Chile. Universidad de Talca, Facultad de Ciencias Forestales. 94 p.

Maidment, D. 1993. Handbook of Hidrology. Editorial Mc Graw-Hill. New York. USA. 1325 p.

Mendenhall, W.; Sincich, T. 1997. Probabilidad y Estadística para Ingeniería y Ciencias. 4a. ed. México. Prentice-Hall Hispanoamericana. 1176 p.

Montgomery, D.; Runger, G. 1996. Probabilidad y Estadística aplicadas a la Ingeniería. México. Editorial McGraw-Hill. 895 p.

Pavéz, M. 2004. Construcción gráfica y matemática de las curvas Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF), en seis estaciones pluviográficas de la región del Maule. Tesis Ing. Forestal. Talca, Chile. Universidad de Talca, Facultad de Ciencias Forestales. 200 p.

Pizarro, R.; Novoa, O. 1986. Instructivos Técnicos, Elementos Técnicos de Hidrología. Corporación Nacional Forestal (CONAF). La Serena. Chile. 56 p.

Pizarro, R.; Hernández, I.; Muñoz, J.; Torres, I.; Torres, G. 1988. Elementos técnicos de Hidrología: instructivos técnicos. La Serena, Chile. Editorial CONAF y UNESCO-Rostlac. 109 p.

Pizarro, R.; Abarza, A.; Flores, J. 2001. Análisis comparativo de las curvas Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF), en 6 estaciones pluviográficas (VII Región del Maule, Chile). (en línea). Biblioteca virtual UNESCO. Consultado 19 mayo 2007. Disponible en <http://www.unesco.org.uy/phi/libros/analisisMaule.pdf>

Román, L. 2003. Análisis comparativo de las curvas Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF), en cinco estaciones pluviográficas de la Región

Metropolitana. Tesis Ing. Forestal. Talca, Chile. Universidad de Talca, Facultad de Ciencias Forestales. 105 p.

Silvapalan, M.; Breven, K.; Wood, E. 1990. On hydrologic similarity, 3, A dimensionless flood frequency model using a generalised geomorphic unit hydrograph and partial area runoff generation. *Water Resource Research*, Vol 26 (1). 43-58 p.

Silvapalan, M.; Blöschl, G. 1998. Transformation of point rainfall to areal rainfall: intensity-duration-frequency curves. *Journal Hydrology*, Vol 204. 150-167 p.

Témez, J. 1978. Cálculo hidrometeorológico de caudales máximos en pequeñas cuencas naturales. Madrid, España. Dirección General de Carreteras. 111 p.

Ulriksen, P.; Parada, M.; Aceituno, P. 1979. Perspectivas de Desarrollo de los recursos de la VII Región. Instituto Nacional de Investigación de Recursos Naturales. Iren- Corfo, para el Gobierno de la Región del Maule. Santiago. Chile. 69 p.

Viessman, W.; Lewis, G. 2003. *Introduction to Hydrology*. Fifth Edition. New Jersey, USA. 612 p.

Willems, P. 2000. Compound intensity/duration/frequency-relationships of extreme precipitation for two season and two storm types. *Journal of Hydrology*. 233. 189-205 p.

Wood, E. y Herbson, C. 1986. On hydrologic similarity. 1. derivation of the dimensionless flood frequency curve. *Water Resources Research*, Vol 22 (11). 1549-1554 p.

APÉNDICES

ANEXOS

APÉNDICE II: Valores de intensidades reales y simulados para cada estación seleccionada, por Región

REGIÓN DE COQUIMBO

Tabla N41: Valores de intensidades reales y simulados para la estación Quelón, mediante el método K

ESTACION QUELON (valor real)										ESTACION QUELON estimada a partir de Estación Illapel								ESTACION QUELON estimada a partir de Estación Embale La Paloma											
Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h									Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h																		
	T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100		T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100										
1	9,67	11,39	13,04	13,99	14,67	15,18	15,61	16,12	16,79	1	9,43	11,09	12,66	13,58	14,24	14,75	15,11	15,62	16,31	1	10,42	12,95	15,36	16,71	17,72	18,45	19,06	19,82	20,79
2	7,72	9,22	10,66	11,49	12,07	12,53	12,9	13,35	13,93	2	6,59	7,72	8,80	9,44	9,89	10,24	10,48	10,83	11,30	2	8,45	10,67	12,79	13,98	14,87	15,52	16,05	16,72	17,57
4	5,37	6,29	7,17	7,67	8,03	8,31	8,53	8,8	9,16	4	4,96	5,84	6,68	7,17	7,53	7,80	7,99	8,26	8,62	4	6,39	7,94	9,42	10,24	10,86	11,31	11,68	12,14	12,74
6	4,14	4,81	5,46	5,83	6,09	6,3	6,46	6,67	6,93	6	4,18	4,98	5,72	6,16	6,47	6,71	6,88	7,13	7,45	6	5,40	6,75	8,05	8,78	9,31	9,71	10,03	10,45	10,96
8	3,48	3,98	4,55	4,91	5,19	5,42	5,61	5,86	6,19	8	3,45	3,89	4,44	4,81	5,10	5,35	5,54	5,80	6,18	8	4,49	5,38	6,40	7,05	7,58	7,98	8,34	8,80	9,42
12	2,7	3,19	3,65	3,92	4,11	4,26	4,38	4,52	4,71	12	2,93	3,53	4,10	4,42	4,66	4,84	4,97	5,15	5,40	12	3,76	4,79	5,78	6,34	6,75	7,05	7,29	7,61	8,01
24	1,85	2,25	2,63	2,85	3,01	3,13	3,22	3,34	3,5	24	1,85	2,25	2,63	2,85	3,01	3,13	3,22	3,34	3,50	24	2,60	3,41	4,18	4,62	4,94	5,18	5,38	5,62	5,93

Tabla N42: Valores de intensidades reales y simulados para la estación Los Cóndores, mediante el método K

ESTACION LOS CONDORES (valor real)										ESTACION LOS CONDORES estimada a partir de Estación Embalse Cogotí																			
Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h									Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h																		
	T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100		T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100										
1	10,07	12,1	14,06	15,18	15,97	16,59	17,09	17,7	18,48	1	10,42	12,95	15,36	16,71	17,72	18,45	19,06	19,82	20,79	1	10,42	12,95	15,36	16,71	17,72	18,45	19,06	19,82	20,79
2	7,59	9,25	10,84	11,76	12,41	12,91	13,32	13,81	14,46	2	8,45	10,67	12,79	13,98	14,87	15,52	16,05	16,72	17,57	2	8,45	10,67	12,79	13,98	14,87	15,52	16,05	16,72	17,57
4	5,82	7,04	8,21	8,89	9,37	9,73	10,03	10,4	10,87	4	6,39	7,94	9,42	10,24	10,86	11,31	11,68	12,14	12,74	4	6,39	7,94	9,42	10,24	10,86	11,31	11,68	12,14	12,74
6	4,91	5,99	7,02	7,61	8,03	8,36	8,62	8,94	9,36	6	5,40	6,75	8,05	8,78	9,31	9,71	10,03	10,45	10,96	6	5,40	6,75	8,05	8,78	9,31	9,71	10,03	10,45	10,96
8	4,17	4,94	5,84	6,44	6,91	7,29	7,62	8,05	8,63	8	4,49	5,38	6,40	7,05	7,58	7,98	8,34	8,80	9,42	8	4,49	5,38	6,40	7,05	7,58	7,98	8,34	8,80	9,42
12	3,67	4,65	5,58	6,12	6,5	6,79	7,03	7,33	7,7	12	3,76	4,79	5,78	6,34	6,75	7,05	7,29	7,61	8,01	12	3,76	4,79	5,78	6,34	6,75	7,05	7,29	7,61	8,01
24	2,6	3,41	4,18	4,62	4,94	5,18	5,38	5,62	5,93	24	2,60	3,41	4,18	4,62	4,94	5,18	5,38	5,62	5,93	24	2,60	3,41	4,18	4,62	4,94	5,18	5,38	5,62	5,93

Tabla N43: Valores de intensidades reales y simulados para la estación La Tranquilla, mediante el método K

ESTACION LA TRANQUILLA (valor real)									
Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h								
	T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100
1	9,34	11,22	13,02	14,05	14,78	15,35	15,81	16,37	17,09
2	6,68	7,86	8,98	9,63	10,08	10,43	10,72	11,07	11,52
4	4,83	5,76	6,65	7,17	7,53	7,81	8,04	8,31	8,67
6	3,92	4,69	5,42	5,85	6,14	6,37	6,56	6,79	7,09
8	3,4	3,94	4,57	4,98	5,3	5,55	5,77	6,05	6,44
12	2,67	3,25	3,8	4,12	4,34	4,52	4,66	4,83	5,05
24	1,92	2,45	2,95	3,24	3,44	3,6	3,73	3,88	4,09

ESTACION LA TRANQUILLA estimada a partir de Estación Illapel										ESTACION LA TRANQUILLA estimada a partir de Estación Embalse La Paloma									
Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h									Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h								
	T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100		T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100
1	8,64	10,70	12,64	13,76	14,53	15,13	15,64	16,22	17,03	1	9,78	12,07	14,20	15,44	16,28	16,97	17,50	18,14	19,06
2	6,72	8,36	9,90	10,78	11,40	11,87	12,28	12,74	13,38	2	6,84	8,41	9,87	10,73	11,30	11,78	12,14	12,58	13,21
4	5,14	6,45	7,67	8,39	8,88	9,25	9,57	9,95	10,46	4	5,15	6,36	7,50	8,15	8,60	8,97	9,26	9,59	10,08
6	4,45	5,63	6,73	7,37	7,81	8,15	8,45	8,78	9,24	6	4,34	5,42	6,42	7,00	7,40	7,72	7,97	8,28	8,71
8	3,50	4,16	4,89	5,36	5,71	6,00	6,26	6,58	7,02	8	3,58	4,24	4,98	5,46	5,83	6,15	6,41	6,74	7,23
12	3,18	4,02	4,81	5,28	5,59	5,84	6,05	6,29	6,62	12	3,04	3,84	4,60	5,03	5,32	5,57	5,75	5,98	6,31
24	1,92	2,45	2,95	3,24	3,44	3,60	3,73	3,88	4,09	24	1,92	2,45	2,95	3,24	3,44	3,60	3,73	3,88	4,09

ESTACION LA TRANQUILLA estimada a partir de Estación Rivadavia										ESTACION LA TRANQUILLA estimada a partir de Estación Embalse Cogotí									
Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h									Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h								
	T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100		T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100
1	7,54	9,34	11,07	12,06	12,73	13,27	13,71	14,25	14,94	1	7,69	9,30	10,84	11,72	12,34	12,83	13,21	13,68	14,34
2	5,93	7,35	8,70	9,47	9,99	10,41	10,75	11,17	11,72	2	6,24	7,67	9,03	9,80	10,36	10,79	11,13	11,54	12,12
4	4,58	5,69	6,78	7,39	7,81	8,14	8,42	8,75	9,18	4	4,72	5,71	6,65	7,18	7,56	7,86	8,10	8,38	8,78
6	3,90	4,86	5,78	6,32	6,67	6,96	7,20	7,48	7,86	6	3,99	4,85	5,68	6,16	6,49	6,75	6,95	7,21	7,56
8	3,28	3,89	4,58	5,04	5,37	5,66	5,91	6,23	6,65	8	3,31	3,87	4,52	4,94	5,28	5,55	5,78	6,08	6,50
12	3,00	3,77	4,51	4,93	5,22	5,46	5,64	5,88	6,17	12	2,77	3,44	4,08	4,44	4,70	4,90	5,06	5,26	5,52
24	1,92	2,45	2,95	3,24	3,44	3,60	3,73	3,88	4,09	24	1,92	2,45	2,95	3,24	3,44	3,60	3,73	3,88	4,09

Tabla N44: Valores de intensidades reales y simulados para la estación Illapel, mediante el método K

ESTACION ILLAPEL (valor real)										ESTACION ILLAPEL estimada a partir de Estación Embalse La Paloma									
Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h									Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h								
	T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100		T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100
1	9,76	11,84	13,84	14,99	15,8	16,43	16,94	17,56	18,36	1	11,06	13,35	15,55	16,82	17,69	18,43	18,96	19,64	20,55
2	7,59	9,25	10,84	11,75	12,39	12,89	13,3	13,79	14,43	2	7,73	9,30	10,81	11,69	12,29	12,79	13,15	13,62	14,24
4	5,81	7,13	8,4	9,14	9,65	10,05	10,37	10,77	11,28	4	5,82	7,04	8,21	8,88	9,35	9,74	10,03	10,39	10,87
6	5,03	6,23	7,37	8,03	8,49	8,85	9,15	9,5	9,96	6	4,90	5,99	7,03	7,63	8,04	8,38	8,63	8,96	9,39
8	3,96	4,6	5,35	5,84	6,21	6,52	6,78	7,12	7,57	8	4,04	4,69	5,45	5,95	6,34	6,68	6,94	7,29	7,79
12	3,59	4,45	5,27	5,75	6,08	6,34	6,55	6,81	7,14	12	3,44	4,25	5,03	5,48	5,79	6,05	6,23	6,48	6,80
24	2,17	2,71	3,23	3,53	3,74	3,91	4,04	4,2	4,41	24	2,17	2,71	3,23	3,53	3,74	3,91	4,04	4,20	4,41
ESTACION ILLAPEL (PATRÓN) Radiada con Estación Quelón										ESTACION ILLAPEL estimada a partir de Estación La Tranquilla									
Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h									Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h								
	T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100		T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100
1	11,34	13,72	16,01	17,33	18,23	18,96	19,59	20,27	21,16	1	10,56	12,41	14,26	15,31	16,07	16,67	17,12	17,72	18,43
2	9,06	11,10	13,09	14,23	15,00	15,65	16,19	16,79	17,55	2	7,55	8,69	9,83	10,49	10,96	11,33	11,61	11,98	12,42
4	6,30	7,58	8,81	9,50	9,98	10,38	10,70	11,07	11,54	4	5,46	6,37	7,28	7,81	8,19	8,48	8,71	9,00	9,35
6	4,86	5,79	6,71	7,22	7,57	7,87	8,11	8,39	8,73	6	4,43	5,19	5,93	6,37	6,68	6,92	7,11	7,35	7,64
8	4,08	4,79	5,59	6,08	6,45	6,77	7,04	7,37	7,80	8	3,84	4,36	5,00	5,43	5,76	6,03	6,25	6,55	6,94
12	3,17	3,84	4,48	4,86	5,11	5,32	5,50	5,68	5,93	12	3,02	3,59	4,16	4,49	4,72	4,91	5,05	5,23	5,45
24	2,17	2,71	3,23	3,53	3,74	3,91	4,04	4,20	4,41	24	2,17	2,71	3,23	3,53	3,74	3,91	4,04	4,20	4,41
ESTACION ILLAPEL estimada a partir de Estación Embalse Cogotí										ESTACION ILLAPEL estimada a partir de Estación Rivadavia									
Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h									Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h								
	T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100		T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100
1	8,70	10,29	11,87	12,77	13,42	13,93	14,31	14,81	15,46	1	8,52	10,33	12,12	13,14	13,84	14,41	14,85	15,42	16,11
2	7,06	8,48	9,88	10,68	11,26	11,71	12,05	12,49	13,06	2	6,70	8,13	9,52	10,32	10,86	11,31	11,65	12,10	12,63
4	5,34	6,31	7,28	7,83	8,22	8,54	8,77	9,08	9,47	4	5,17	6,30	7,42	8,05	8,49	8,84	9,12	9,47	9,90
6	4,51	5,37	6,22	6,71	7,05	7,33	7,53	7,81	8,15	6	4,40	5,38	6,33	6,88	7,25	7,56	7,80	8,10	8,47
8	3,75	4,28	4,95	5,39	5,74	6,03	6,26	6,58	7,01	8	3,71	4,30	5,01	5,49	5,84	6,15	6,40	6,74	7,18
12	3,13	3,81	4,47	4,84	5,11	5,32	5,48	5,69	5,96	12	3,39	4,17	4,94	5,37	5,67	5,93	6,11	6,36	6,65
24	2,17	2,71	3,23	3,53	3,74	3,91	4,04	4,20	4,41	24	2,17	2,71	3,23	3,53	3,74	3,91	4,04	4,20	4,41

Tabla N45: Valores de intensidades reales y simulados para la estación Embalse Cogotí, mediante el método K

ESTACION EMBALSE COGOTI (valor)										ESTACION EMBALSE COGOTI estimada a partir de Estación Los Cóndores									
Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h									Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h								
	T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100		T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100
1	10,82	13,14	15,36	16,64	17,54	18,24	18,81	19,5	20,4	1	10,46	12,28	14,06	15,11	15,81	16,40	16,87	17,42	18,14
2	8,78	10,83	12,79	13,92	14,72	15,34	15,84	16,45	17,24	2	7,88	9,39	10,84	11,71	12,28	12,76	13,15	13,59	14,19
4	6,64	8,06	9,42	10,2	10,75	11,18	11,53	11,95	12,5	4	6,04	7,14	8,21	8,85	9,28	9,62	9,90	10,23	10,67
6	5,61	6,85	8,05	8,74	9,22	9,6	9,9	10,28	10,76	6	5,10	6,08	7,02	7,58	7,95	8,26	8,51	8,80	9,19
8	4,66	5,46	6,4	7,02	7,5	7,89	8,23	8,66	9,25	8	4,33	5,01	5,84	6,41	6,84	7,21	7,52	7,92	8,47
12	3,9	4,86	5,78	6,31	6,68	6,97	7,2	7,49	7,86	12	3,81	4,72	5,58	6,09	6,43	6,71	6,94	7,21	7,56
24	2,7	3,46	4,18	4,6	4,89	5,12	5,31	5,53	5,82	24	2,70	3,46	4,18	4,60	4,89	5,12	5,31	5,53	5,82
ESTACION EMBALSE COGOTI estimada a partir de Estación Rivadavia										ESTACION EMBALSE COGOTI estimada a partir de Estación La Tranquilla									
Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h									Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h								
	T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100		T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100
1	10,60	13,19	15,68	17,12	18,09	18,87	19,52	20,31	21,26	1	13,13	15,85	18,45	19,95	21,01	21,83	22,51	23,33	24,32
2	8,34	10,38	12,32	13,44	14,20	14,81	15,31	15,93	16,67	2	9,39	11,10	12,72	13,67	14,33	14,83	15,26	15,78	16,39
4	6,44	8,04	9,60	10,49	11,10	11,58	11,99	12,47	13,06	4	6,79	8,13	9,42	10,18	10,70	11,11	11,45	11,84	12,34
6	5,48	6,87	8,20	8,97	9,48	9,90	10,25	10,66	11,18	6	5,51	6,62	7,68	8,31	8,73	9,06	9,34	9,68	10,09
8	4,62	5,49	6,49	7,15	7,64	8,05	8,41	8,88	9,47	8	4,78	5,56	6,48	7,07	7,53	7,89	8,21	8,62	9,16
12	4,22	5,33	6,39	7,00	7,42	7,76	8,03	8,38	8,78	12	3,75	4,59	5,38	5,85	6,17	6,43	6,63	6,88	7,19
24	2,70	3,46	4,18	4,60	4,89	5,12	5,31	5,53	5,82	24	2,70	3,46	4,18	4,60	4,89	5,12	5,31	5,53	5,82

Tabla N46: Valores de intensidades reales y simulados para la estación Embalse La Paloma, mediante el método K

ESTACION EMBALSE LA PALOMA (valor real)										ESTACION EMBALSE LA PALOMA estimada a partir de Estación Illapel									
Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h									Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h								
	T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100		T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100
1	12,23	14,93	17,52	19,01	20,06	20,88	21,54	22,35	23,39	1	10,79	13,24	15,60	16,94	17,91	18,62	19,25	19,98	20,90
2	8,55	10,4	12,18	13,21	13,93	14,49	14,94	15,5	16,21	2	8,39	10,34	12,22	13,28	14,05	14,60	15,11	15,69	16,43
4	6,44	7,87	9,25	10,04	10,6	11,04	11,39	11,82	12,37	4	6,43	7,97	9,47	10,33	10,94	11,39	11,78	12,26	12,84
6	5,42	6,7	7,92	8,62	9,12	9,5	9,81	10,2	10,69	6	5,56	6,97	8,31	9,08	9,63	10,03	10,40	10,81	11,34
8	4,47	5,24	6,14	6,73	7,19	7,57	7,89	8,3	8,87	8	4,38	5,14	6,03	6,60	7,04	7,39	7,70	8,10	8,62
12	3,8	4,75	5,67	6,19	6,56	6,85	7,08	7,37	7,74	12	3,97	4,98	5,94	6,50	6,89	7,18	7,44	7,75	8,13
24	2,4	3,03	3,64	3,99	4,24	4,43	4,59	4,78	5,02	24	2,40	3,03	3,64	3,99	4,24	4,43	4,59	4,78	5,02
ESTACION EMBALSE LA PALOMA estimada a partir de Estación Quelón										ESTACION EMBALSE LA PALOMA estimada a partir de Estación La Tranquilla									
Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h									Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h								
	T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100		T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100
1	12,54	15,34	18,05	19,59	20,66	21,48	22,25	23,07	24,08	1	11,68	13,88	16,07	17,30	18,22	18,89	19,46	20,17	20,98
2	10,02	12,42	14,75	16,09	17,00	17,73	18,39	19,11	19,98	2	8,35	9,72	11,08	11,86	12,42	12,83	13,19	13,64	14,14
4	6,97	8,47	9,92	10,74	11,31	11,76	12,16	12,59	13,14	4	6,04	7,12	8,21	8,83	9,28	9,61	9,89	10,24	10,64
6	5,37	6,48	7,56	8,16	8,58	8,92	9,21	9,55	9,94	6	4,90	5,80	6,69	7,20	7,57	7,84	8,07	8,37	8,70
8	4,51	5,36	6,30	6,87	7,31	7,67	8,00	8,39	8,88	8	4,25	4,87	5,64	6,13	6,53	6,83	7,10	7,45	7,90
12	3,50	4,30	5,05	5,49	5,79	6,03	6,24	6,47	6,76	12	3,34	4,02	4,69	5,07	5,35	5,56	5,73	5,95	6,20
24	2,40	3,03	3,64	3,99	4,24	4,43	4,59	4,78	5,02	24	2,40	3,03	3,64	3,99	4,24	4,43	4,59	4,78	5,02

Tabla N47: Valores de intensidades reales y simulados para la estación Rivadavia, mediante el método K

ESTACION RIVADAVIA (valor real)									
Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h								
	T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100
1	7,97	9,76	11,48	12,47	13,17	13,71	14,15	14,69	15,38
2	6,27	7,68	9,02	9,79	10,34	10,76	11,1	11,52	12,06
4	4,84	5,95	7,03	7,64	8,08	8,41	8,69	9,02	9,45
6	4,12	5,08	6	6,53	6,9	7,19	7,43	7,71	8,09
8	3,47	4,06	4,75	5,21	5,56	5,85	6,1	6,42	6,85
12	3,17	3,94	4,68	5,1	5,4	5,64	5,82	6,06	6,35
24	2,03	2,56	3,06	3,35	3,56	3,72	3,85	4	4,21

ESTACION RIVADAVIA estimada a partir de Estación Los Cóndores										ESTACION RIVADAVIA estimada a partir de Estación Embalse Cogotí									
Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h									Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h								
	T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100		T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100
1	7,86	9,08	10,29	11,01	11,51	11,91	12,23	12,60	13,12	1	8,14	9,72	11,24	12,12	12,77	13,25	13,64	14,10	14,76
2	5,93	6,94	7,94	8,53	8,94	9,27	9,53	9,83	10,27	2	6,60	8,01	9,36	10,14	10,72	11,15	11,48	11,90	12,47
4	4,54	5,29	6,01	6,45	6,75	6,99	7,18	7,40	7,72	4	4,99	5,96	6,90	7,43	7,83	8,12	8,36	8,64	9,04
6	3,83	4,50	5,14	5,52	5,79	6,00	6,17	6,36	6,65	6	4,22	5,07	5,89	6,37	6,71	6,98	7,18	7,44	7,78
8	3,26	3,71	4,28	4,67	4,98	5,24	5,45	5,73	6,13	8	3,50	4,04	4,69	5,11	5,46	5,73	5,97	6,26	6,69
12	2,87	3,49	4,08	4,44	4,68	4,88	5,03	5,22	5,47	12	2,93	3,60	4,23	4,60	4,86	5,06	5,22	5,42	5,69
24	2,03	2,56	3,06	3,35	3,56	3,72	3,85	4,00	4,21	24	2,03	2,56	3,06	3,35	3,56	3,72	3,85	4,00	4,21

ESTACION RIVADAVIA estimada a partir de Estación Illapel										ESTACION RIVADAVIA estimada a partir de Estación La Tranquilla									
Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h									Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h								
	T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100		T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100
1	9,13	11,18	13,11	14,23	15,04	15,63	16,14	16,72	17,53	1	9,88	11,72	13,51	14,53	15,30	15,86	16,32	16,88	17,59
2	7,10	8,74	10,27	11,15	11,79	12,26	12,67	13,13	13,78	2	7,06	8,21	9,31	9,96	10,43	10,78	11,06	11,41	11,86
4	5,44	6,74	7,96	8,67	9,19	9,56	9,88	10,26	10,77	4	5,11	6,02	6,90	7,41	7,79	8,07	8,30	8,57	8,92
6	4,71	5,89	6,98	7,62	8,08	8,42	8,72	9,05	9,51	6	4,14	4,90	5,62	6,05	6,35	6,58	6,77	7,00	7,30
8	3,70	4,35	5,07	5,54	5,91	6,20	6,46	6,78	7,23	8	3,59	4,12	4,74	5,15	5,48	5,74	5,96	6,24	6,63
12	3,36	4,20	4,99	5,46	5,79	6,03	6,24	6,49	6,82	12	2,82	3,40	3,94	4,26	4,49	4,67	4,81	4,98	5,20
24	2,03	2,56	3,06	3,35	3,56	3,72	3,85	4,00	4,21	24	2,03	2,56	3,06	3,35	3,56	3,72	3,85	4,00	4,21

REGIÓN DE VALPARAÍSO

Tabla N48: Valores de intensidades reales y simulados para la estación Hacienda Pedernal, mediante el método K

ESTACION HACIENDA PEDERNAL (valor real)									
Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h								
	T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100
1	12,62	14,46	16,22	17,24	17,95	18,51	18,96	19,51	20,22
2	11,13	12,78	14,37	15,28	15,92	16,42	16,82	17,32	17,96
4	9,23	10,73	12,17	13	13,59	14,04	14,41	14,86	15,43
6	8,05	9,34	10,58	11,3	11,8	12,19	12,5	12,89	13,39
8	7,01	8,07	9,08	9,67	10,08	10,4	10,66	10,97	11,38
12	5,82	6,67	7,48	7,95	8,29	8,54	8,75	9,01	9,33
24	4,25	4,97	5,67	6,07	6,36	6,58	6,75	6,97	7,25

ESTACION HACIENDA PEDERNAL estimada a partir de Estación Lago Peñuelas										ESTACION HACIENDA PEDERNAL estimada a partir de Estación Embalse Lliu-Lliu									
Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h									Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h								
	T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100		T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100
1	13,61	15,27	16,92	17,86	18,56	19,08	19,50	20,02	20,70	1	13,85	15,62	17,33	18,30	19,03	19,57	19,98	20,54	21,21
2	11,98	13,51	15,02	15,88	16,52	17,00	17,38	17,86	18,48	2	11,40	13,20	14,94	15,92	16,66	17,20	17,62	18,18	18,87
4	9,61	11,20	12,74	13,62	14,26	14,74	15,13	15,61	16,23	4	9,38	10,99	12,55	13,43	14,09	14,57	14,95	15,45	16,06
6	8,47	9,83	11,16	11,91	12,47	12,88	13,22	13,63	14,17	6	8,28	9,71	11,10	11,88	12,46	12,89	13,23	13,67	14,21
8	7,40	8,62	9,80	10,48	10,97	11,34	11,63	12,00	12,49	8	7,44	8,74	9,99	10,70	11,22	11,61	11,91	12,31	12,80
12	6,20	7,23	8,23	8,80	9,22	9,53	9,78	10,09	10,50	12	6,32	7,36	8,36	8,92	9,34	9,65	9,90	10,22	10,61
24	4,25	4,97	5,67	6,07	6,36	6,58	6,75	6,97	7,25	24	4,25	4,97	5,67	6,07	6,36	6,58	6,75	6,97	7,25

Tabla N49: Valores de intensidades reales y simulados para la estación Embalse Lliu-Lliu, mediante el método K

ESTACION EMBALSE LLIU-LLIU (valor real)									
Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h								
	T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100
1	19,95	22,81	25,55	27,13	28,25	29,11	29,81	30,67	31,77
2	16,41	19,28	22,03	23,61	24,73	25,59	26,29	27,15	28,26
4	13,51	16,06	18,51	19,92	20,91	21,68	22,3	23,07	24,05
6	11,92	14,18	16,36	17,61	18,5	19,18	19,73	20,41	21,29
8	10,72	12,77	14,73	15,86	16,65	17,27	17,77	18,38	19,17
12	9,1	10,75	12,32	13,23	13,87	14,36	14,77	15,26	15,89
24	6,12	7,26	8,36	9	9,44	9,79	10,07	10,41	10,86

EMBALSE LLIU-LLIU estimada a partir de Estación Hacienda Pedernal										EMBALSE LLIU-LLIU estimada a partir de Estación Lago Peñuelas									
Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h									Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h								
	T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100		T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100
1	18,17	21,12	23,92	25,56	26,64	27,54	28,29	29,14	30,29	1	19,59	22,31	24,94	26,48	27,54	28,39	29,08	29,90	31,01
2	16,03	18,67	21,19	22,66	23,63	24,43	25,09	25,87	26,90	2	17,25	19,73	22,15	23,55	24,52	25,29	25,93	26,67	27,68
4	13,29	15,67	17,94	19,28	20,17	20,89	21,50	22,19	23,11	4	13,84	16,35	18,79	20,19	21,17	21,94	22,57	23,31	24,31
6	11,59	13,64	15,60	16,75	17,51	18,14	18,65	19,25	20,06	6	12,20	14,36	16,46	17,66	18,50	19,17	19,71	20,35	21,22
8	10,09	11,79	13,39	14,34	14,96	15,47	15,90	16,38	17,05	8	10,65	12,59	14,46	15,53	16,28	16,87	17,36	17,93	18,70
12	8,38	9,74	11,03	11,79	12,30	12,71	13,05	13,46	13,98	12	8,92	10,56	12,13	13,04	13,68	14,18	14,59	15,07	15,73
24	6,12	7,26	8,36	9,00	9,44	9,79	10,07	10,41	10,86	24	6,12	7,26	8,36	9,00	9,44	9,79	10,07	10,41	10,86

Tabla N50: Valores de intensidades reales y simulados para la estación Lago Peñuelas, mediante el método K

ESTACION LAGO PENUELAS (valor real)									
Duración	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h								
	T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100
1	22,22	25,9	29,42	31,45	32,88	33,99	34,89	35,99	37,41
2	19,56	22,91	26,12	27,97	29,27	30,28	31,1	32,1	33,39
4	15,69	18,99	22,16	23,98	25,27	26,26	27,07	28,06	29,33
6	13,83	16,68	19,41	20,98	22,09	22,95	23,65	24,5	25,6
8	12,08	14,62	17,05	18,45	19,44	20,2	20,82	21,58	22,56
12	10,12	12,26	14,31	15,49	16,33	16,97	17,5	18,14	18,97
24	6,94	8,43	9,86	10,69	11,27	11,72	12,08	12,53	13,1

ESTACION LAGO PENUELAS estimada a partir de Estación Embalse Lliu-Lliu										ESTACION LAGO PENUELAS estimada a partir de Estación Hacienda Pedernal									
Duración	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h									Duración	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h								
(h)	T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100	(h)	T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100
1	22,62	26,49	30,13	32,22	33,73	34,85	35,76	36,92	38,32	1	20,61	24,53	28,21	30,36	31,81	32,97	33,93	35,07	36,54
2	18,61	22,39	25,98	28,04	29,52	30,63	31,54	32,68	34,09	2	18,17	21,68	24,99	26,91	28,21	29,25	30,10	31,14	32,45
4	15,32	18,65	21,83	23,66	24,96	25,95	26,75	27,77	29,01	4	15,07	18,20	21,16	22,89	24,08	25,01	25,79	26,71	27,88
6	13,52	16,47	19,30	20,92	22,09	22,96	23,67	24,57	25,68	6	13,15	15,84	18,40	19,90	20,91	21,71	22,37	23,17	24,19
8	12,16	14,83	17,37	18,84	19,88	20,67	21,32	22,12	23,12	8	11,45	13,69	15,79	17,03	17,86	18,52	19,08	19,72	20,56
12	10,32	12,48	14,53	15,71	16,56	17,19	17,72	18,37	19,17	12	9,50	11,31	13,01	14,00	14,69	15,21	15,66	16,20	16,86
24	6,94	8,43	9,86	10,69	11,27	11,72	12,08	12,53	13,10	24	6,94	8,43	9,86	10,69	11,27	11,72	12,08	12,53	13,10

REGIÓN METROPOLITANA

Tabla N51: Valores de intensidades reales y simulados para la estación Los Panguiles, mediante el método K

ESTACION LOS PANGUILES (valor real)										ESTACION LOS PANGUILES estimada a partir de Estación Embalse Rungue									
Duración	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h									Duración	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h								
(h)	T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100	(h)	T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100
1	11,04	13,02	14,91	16,03	16,77	17,36	17,84	18,44	19,2	1	11,56	13,91	16,15	17,43	18,32	18,99	19,52	20,23	21,09
2	9,27	11,16	12,98	14,05	14,76	15,34	15,8	16,37	17,1	2	8,98	10,69	12,28	13,20	13,84	14,31	14,68	15,19	15,80
4	7,42	9,06	10,64	11,56	12,18	12,67	13,07	13,57	14,2	4	7,02	8,40	9,72	10,46	10,98	11,38	11,69	12,09	12,60
6	6,43	7,97	9,46	10,33	10,91	11,38	11,76	12,23	12,82	6	5,95	7,18	8,33	9,06	9,56	9,93	10,23	10,62	11,11
8	5,81	7,31	8,74	9,59	10,15	10,61	10,97	11,43	12	5,29	6,50	7,67	8,34	8,81	9,16	9,44	9,81	10,26	
12	5,01	6,37	7,68	8,46	8,97	9,38	9,71	10,13	10,65	12	4,56	5,70	6,82	7,45	7,90	8,23	8,50	8,85	9,28
24	3,21	4,1	4,96	5,47	5,81	6,08	6,29	6,57	6,91	24	3,21	4,10	4,96	5,47	5,81	6,08	6,29	6,57	6,91

Tabla N52: Valores de intensidades reales y simulados para la estación Embalse Rungue, mediante el método K

ESTACION EMBALSE RUNGUE (valor real)										ESTACION EMBALSE RUNGUE estimada a partir de Estación Pirque									
Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h									Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h								
	T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100		T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100
1	11,63	13,37	15,04	16,03	16,68	17,21	17,63	18,17	18,83	1	11,79	13,47	15,13	16,09	16,72	17,28	17,67	18,21	18,85
2	9,04	10,27	11,44	12,14	12,6	12,97	13,26	13,64	14,11	2	8,72	9,80	10,87	11,49	11,89	12,25	12,51	12,86	13,26
4	7,06	8,07	9,05	9,62	10	10,31	10,56	10,86	11,25	4	6,80	7,66	8,50	9,00	9,30	9,60	9,80	10,07	10,40
6	5,99	6,9	7,76	8,33	8,7	9	9,24	9,54	9,92	6	5,75	6,62	7,49	7,99	8,31	8,60	8,81	9,10	9,42
8	5,32	6,25	7,14	7,67	8,02	8,3	8,52	8,81	9,16	8	5,08	5,97	6,84	7,34	7,67	7,96	8,17	8,45	8,78
12	4,59	5,48	6,35	6,85	7,19	7,46	7,68	7,95	8,29	12	4,55	5,41	6,25	6,74	7,06	7,34	7,54	7,82	8,14
24	3,23	3,94	4,62	5,03	5,29	5,51	5,68	5,9	6,17	24	3,23	3,94	4,62	5,03	5,29	5,51	5,68	5,90	6,17

Tabla N53: Valores de intensidades reales y simulados para la estación Pirque, mediante el método K

ESTACION PIRQUE (valor real)										ESTACION PIRQUE estimada a partir de Estación Embalse Rungue									
Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h									Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h								
	T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100		T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100
1	11,53	13,2	14,8	15,74	16,37	16,87	17,27	17,78	18,42	1	11,38	13,10	14,71	15,68	16,33	16,80	17,23	17,74	18,40
2	8,53	9,6	10,63	11,24	11,64	11,96	12,22	12,55	12,96	2	8,84	10,06	11,19	11,87	12,34	12,66	12,96	13,32	13,79
4	6,65	7,5	8,32	8,8	9,11	9,37	9,58	9,83	10,16	4	6,91	7,91	8,85	9,41	9,79	10,07	10,32	10,60	10,99
6	5,63	6,49	7,33	7,82	8,14	8,4	8,61	8,88	9,21	6	5,86	6,76	7,59	8,15	8,52	8,79	9,03	9,31	9,69
8	4,97	5,85	6,69	7,18	7,51	7,77	7,98	8,25	8,58	8	5,20	6,12	6,99	7,50	7,85	8,10	8,33	8,60	8,95
12	4,45	5,3	6,11	6,59	6,91	7,17	7,37	7,63	7,96	12	4,49	5,37	6,21	6,70	7,04	7,28	7,50	7,76	8,10
24	3,16	3,86	4,52	4,92	5,18	5,38	5,55	5,76	6,03	24	3,16	3,86	4,52	4,92	5,18	5,38	5,55	5,76	6,03

REGIÓN DEL LIBERTADOR GENERAL BERNARDO O” HIGGINS

Tabla N54: Valores de intensidades reales y simulados para la estación Rengo, mediante el método K

ESTACION RENGO (valor real)										ESTACION RENGO estimada a partir de Estación Convento Viejo									
Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h									Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h								
	T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100		T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100
1	13,68	15,56	17,36	18,39	19,12	19,68	20,14	20,7	21,43	1	14,19	16,08	17,89	18,94	19,62	20,20	20,66	21,23	21,94
2	9,85	11,08	12,25	12,92	13,4	13,77	14,07	14,43	14,91	2	10,15	11,22	12,25	12,85	13,23	13,56	13,82	14,15	14,55
4	7,56	8,47	9,33	9,83	10,18	10,45	10,67	10,94	11,29	4	7,79	8,57	9,31	9,73	10,01	10,25	10,43	10,67	10,96
6	6,58	7,33	8,05	8,47	8,76	8,99	9,17	9,4	9,69	6	6,68	7,32	7,93	8,29	8,51	8,71	8,87	9,07	9,31
8	5,87	6,55	7,2	7,58	7,84	8,05	8,21	8,42	8,68	8	5,88	6,44	6,98	7,29	7,49	7,67	7,81	7,98	8,20
12	5	5,59	6,16	6,49	6,72	6,9	7,04	7,22	7,45	12	4,93	5,48	6,00	6,30	6,49	6,66	6,80	6,96	7,16
24	3,51	3,97	4,41	4,66	4,83	4,97	5,08	5,22	5,39	24	3,51	3,97	4,41	4,66	4,83	4,97	5,08	5,22	5,39

Tabla N55: Valores de intensidades reales y simulados para la estación Convento Viejo, mediante el método K

ESTACION CONVENTO VIEJO (valor real)										ESTACION CONVENTO VIEJO estimada a partir de Estación RENGÓ									
Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h									Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h								
	T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100		T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100
1	15,04	17,09	19,07	20,2	21	21,62	22,12	22,74	23,53	1	14,50	16,54	18,50	19,61	20,47	21,07	21,57	22,17	22,98
2	10,76	11,93	13,06	13,7	14,16	14,51	14,8	15,15	15,6	2	10,44	11,78	13,06	13,78	14,34	14,74	15,07	15,45	15,99
4	8,26	9,11	9,92	10,38	10,71	10,97	11,17	11,43	11,75	4	8,01	9,00	9,94	10,48	10,90	11,19	11,43	11,72	12,11
6	7,08	7,78	8,45	8,84	9,11	9,32	9,5	9,71	9,98	6	6,97	7,79	8,58	9,03	9,38	9,62	9,82	10,07	10,39
8	6,23	6,85	7,44	7,78	8,02	8,21	8,36	8,55	8,79	8	6,22	6,96	7,67	8,08	8,39	8,62	8,79	9,02	9,31
12	5,23	5,83	6,39	6,72	6,95	7,13	7,28	7,45	7,68	12	5,30	5,94	6,57	6,92	7,19	7,39	7,54	7,73	7,99
24	3,72	4,22	4,7	4,97	5,17	5,32	5,44	5,59	5,78	24	3,72	4,22	4,70	4,97	5,17	5,32	5,44	5,59	5,78

REGIÓN DEL MAULE

Tabla N56: Valores de intensidades reales y simulados para la estación Potrero Grande, mediante el método K

ESTACION POTRERO GRANDE (valor real)									
Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h								
	T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100
1	19,14	21,93	24,61	26,15	27,23	28,07	28,75	29,59	30,66
2	14,94	17,18	19,32	20,55	21,41	22,09	22,63	23,3	24,16
6	9,95	11,62	13,23	14,15	14,8	15,3	15,71	16,21	16,86
12	7,02	8,19	9,3	9,94	10,39	10,74	11,03	11,37	11,82
24	4,92	5,84	6,72	7,23	7,58	7,86	8,08	8,36	8,71
ESTACION POTRERO GRANDE estimada a partir de Estación LOS QUENES									
Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h								
	T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100
1	19,40	22,99	26,59	28,39	29,72	30,81	31,68	32,76	34,13
2	14,54	17,18	19,83	17,84	22,13	22,93	23,56	24,36	25,36
6	9,37	11,01	12,65	13,47	14,07	14,57	14,96	15,46	16,07
12	7,23	8,62	10,03	10,72	11,24	11,67	12,00	11,30	12,96
24	4,92	5,84	6,72	7,23	7,58	7,86	8,08	8,36	8,71
ESTACION POTRERO GRANDE estimada a partir de Estación Embalse Bullileo									
Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h								
	T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100
1	15,05	17,47	19,75	21,08	21,96	22,68	23,25	23,94	24,83
2	11,45	13,20	14,84	15,80	16,42	16,94	17,35	17,84	18,48
6	8,52	9,86	11,11	11,85	12,33	12,73	13,04	13,42	13,91
8	7,81	9,05	10,22	10,91	11,37	11,73	12,03	12,38	12,84
24	4,92	5,84	6,72	7,23	7,58	7,86	8,08	8,36	8,71
ESTACION POTRERO GRANDE estimada a partir de Estación Embalse Ancoa									
Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h								
	T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100
1	17,34	20,16	22,83	24,36	25,40	26,25	26,88	27,73	28,74
2	13,76	15,99	18,10	19,32	20,15	20,82	21,31	21,99	22,79
6	10,10	11,79	13,41	14,35	14,98	15,49	15,88	16,40	17,01
12	7,43	8,73	9,96	10,68	11,16	11,55	11,85	12,24	12,73
24	4,92	5,84	6,72	7,23	7,58	7,86	8,08	8,36	8,71
ESTACION POTRERO GRANDE estimada a partir de Estación Embalse Digua									
Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h								
	T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100
1	20,27	22,84	25,31	26,76	27,74	28,53	29,15	29,94	30,91
2	15,23	17,15	19,09	20,05	20,78	21,37	21,83	22,41	23,13
6	9,96	11,64	13,26	14,20	14,85	15,36	15,76	16,27	16,91
8	8,01	9,07	10,27	11,06	11,64	12,12	12,52	13,05	13,73
24	4,92	5,84	6,72	7,23	7,58	7,86	8,08	8,36	8,71

Tabla N57: Valores de intensidades reales y simulados para la estación Los Queñes, mediante el método K

ESTACION LOS QUENES (valor real)										ESTACION LOS QUENES estimada a partir de Estación Potrero Grande									
Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h									Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h								
	T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100		T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100
1	18,89	21,61	24,22	25,72	26,78	27,6	28,27	29,08	30,13	1	18,63	20,62	22,41	23,69	24,54	25,14	25,65	26,26	27,07
2	14,16	16,15	18,06	16,16	19,94	20,54	21,02	21,62	22,39	2	14,55	16,15	17,60	18,62	19,29	19,79	20,19	20,68	21,33
6	9,12	10,35	11,52	12,2	12,68	13,05	13,35	13,72	14,19	6	9,69	10,92	12,05	12,82	13,34	13,70	14,02	14,39	14,89
12	7,04	8,1	9,13	9,71	10,13	10,45	10,71	10,03	11,44	12	6,83	7,70	8,47	9,01	9,36	9,62	9,84	10,09	10,44
24	4,79	5,49	6,12	6,55	6,83	7,04	7,21	7,42	7,69	24	4,79	5,49	6,12	6,55	6,83	7,04	7,21	7,42	7,69
ESTACION LOS QUENES estimada a partir de Estación Parral										ESTACION LOS QUENES estimada a partir de Estación Embalse Digua									
Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h									Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h								
	T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100		T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100
1	21,12	23,18	25,06	26,40	27,31	27,94	28,48	29,13	30,00	1	19,73	21,47	23,05	24,24	25,00	25,56	26,01	26,57	27,29
2	15,39	16,84	18,16	19,11	19,76	20,23	20,60	21,06	21,69	2	14,83	16,12	17,38	18,17	18,73	19,14	19,48	19,89	20,42
6	9,51	10,50	11,40	12,03	12,45	12,76	13,01	13,32	13,73	6	9,70	10,94	12,08	12,86	13,38	13,76	14,06	14,44	14,93
12	7,05	8,12	9,09	9,74	10,18	10,50	10,76	11,08	11,49	12	6,99	7,95	8,83	9,43	9,82	10,11	10,35	10,64	11,01
24	4,79	5,49	6,12	6,55	6,83	7,04	7,21	7,42	7,69	24	4,79	5,49	6,12	6,55	6,83	7,04	7,21	7,42	7,69

Tabla N58: Valores de intensidades reales y simulados para la estación Pencahue, mediante el método K

ESTACION PENCAHUE (valor real)										ESTACION PENCAHUE estimada apartir de Estación Los Queñes									
Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h									Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h								
	T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100		T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100
1	12,37	14,11	15,78	16,74	17,42	17,94	18,37	18,89	19,56	1	9,54	11,49	13,46	14,41	15,17	15,76	16,23	16,81	17,55
2	8,58	9,73	10,84	11,47	11,92	12,27	12,55	12,9	13,34	2	7,15	8,59	10,03	9,05	11,30	11,73	12,07	12,50	13,04
6	5,32	6,04	6,72	7,12	7,4	7,61	7,79	8	8,28	6	4,61	5,50	6,40	6,84	7,18	7,45	7,67	7,93	8,27
8	4,55	5,21	5,84	6,21	6,47	6,66	6,83	7,03	7,28	12	3,56	4,31	5,07	5,44	5,74	5,97	6,15	5,80	6,66
24	2,42	2,92	3,4	3,67	3,87	4,02	4,14	4,29	4,48	24	2,42	2,92	3,40	3,67	3,87	4,02	4,14	4,29	4,48
ESTACION PENCAHUE estimada apartir de Estación Talca										ESTACION PENCAHUE estimada apartir de Estación San Javier									
Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h									Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h								
	T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100		T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100
1	10,87	12,11	13,30	14,01	14,48	14,88	15,18	15,57	16,05	1	12,72	14,20	15,63	16,45	17,03	17,45	17,84	18,26	18,84
2	8,88	10,27	11,60	12,38	12,92	13,36	13,68	14,12	14,65	2	8,52	9,36	10,18	10,64	10,98	11,21	11,44	11,68	12,01
6	5,65	6,62	7,56	8,09	8,47	8,78	9,01	9,31	9,68	6	5,04	5,60	6,15	6,46	6,68	6,85	6,99	7,15	7,37
12	3,67	4,35	5,01	5,39	5,64	5,86	6,02	6,23	6,49	12	3,35	3,83	4,30	4,57	4,76	4,90	5,02	5,16	5,35
24	2,42	2,92	3,40	3,67	3,87	4,02	4,14	4,29	4,48	24	2,42	2,92	3,40	3,67	3,87	4,02	4,14	4,29	4,48
ESTACION PENCAHUE estimada apartir de Estación Parral										ESTACION PENCAHUE estimada apartir de Estación Melozal									
Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h									Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h								
	T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100		T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100
1	10,67	12,33	13,92	14,79	15,47	15,95	16,35	16,84	17,48	1	10,32	11,85	13,33	14,18	14,80	15,27	15,64	16,14	16,71
2	7,77	8,96	10,09	10,71	11,20	11,55	11,83	12,18	12,64	2	8,24	9,75	11,21	12,04	12,63	13,09	13,45	13,93	14,49
6	4,80	5,59	6,33	6,74	7,06	7,29	7,47	7,70	8,00	6	5,17	6,09	6,97	7,48	7,84	8,11	8,34	8,62	8,97
12	3,56	4,32	5,05	5,46	5,77	5,99	6,18	6,41	6,69	12	3,72	4,53	5,32	5,76	6,07	6,32	6,51	6,76	7,07
24	2,42	2,92	3,40	3,67	3,87	4,02	4,14	4,29	4,48	24	2,42	2,92	3,40	3,67	3,87	4,02	4,14	4,29	4,48

Tabla N59: Valores de intensidades reales y simulados para la estación Talca, mediante el método K

ESTACION TALCA (valor real)										ESTACION TALCA estimada a partir de Estación Potrero Grande									
Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h									Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h								
	T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100		T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100
1	10,78	12,11	13,38	14,12	14,63	15,03	15,36	15,75	16,27	1	9,34	10,97	12,52	13,38	14,05	14,50	14,91	15,36	15,98
2	8,81	10,27	11,67	12,48	13,05	13,49	13,85	14,28	14,85	2	7,29	8,59	9,83	10,52	11,04	11,41	11,74	12,10	12,59
6	5,6	6,62	7,6	8,16	8,56	8,87	9,12	9,42	9,81	6	4,85	5,81	6,73	7,24	7,63	7,90	8,15	8,42	8,79
12	3,64	4,35	5,04	5,43	5,7	5,92	6,09	6,3	6,58	12	3,42	4,10	4,73	5,09	5,36	5,55	5,72	5,90	6,16
24	2,4	2,92	3,42	3,7	3,91	4,06	4,19	4,34	4,54	24	2,40	2,92	3,42	3,70	3,91	4,06	4,19	4,34	4,54
ESTACION TALCA estimada a partir de Estación Embalse Ancoa										ESTACION TALCA estimada a partir de Estación Los Queñes									
Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h									Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h								
	T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100		T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100
1	8,46	10,08	11,62	12,47	13,10	13,56	13,94	14,39	14,98	1	9,46	11,49	13,53	14,53	15,33	15,92	16,43	17,01	17,79
2	6,71	7,99	9,21	9,89	10,39	10,75	11,05	11,41	11,88	2	7,09	8,59	10,09	9,13	11,42	11,85	12,22	12,65	13,22
6	4,92	5,90	6,82	7,34	7,73	8,00	8,24	8,51	8,87	6	4,57	5,50	6,44	6,89	7,26	7,53	7,76	8,02	8,38
12	3,62	4,37	5,07	5,46	5,76	5,97	6,15	6,36	6,63	12	3,53	4,31	5,10	5,49	5,80	6,03	6,22	6,42	6,75
24	2,40	2,92	3,42	3,70	3,91	4,06	4,19	4,34	4,54	24	2,40	2,92	3,42	3,70	3,91	4,06	4,19	4,34	4,54
ESTACION TALCA estimada a partir de Estación Parral										ESTACION TALCA estimada a partir de Estación Pencahue									
Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h									Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h								
	T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100		T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100
1	10,58	12,33	14,00	14,91	15,63	16,11	16,55	17,04	17,71	1	12,27	14,11	15,87	16,88	17,60	18,12	18,59	19,11	19,82
2	7,71	8,96	10,15	10,80	11,31	11,67	11,97	12,32	12,80	2	8,51	9,73	10,90	11,56	12,04	12,39	12,70	13,05	13,52
6	4,76	5,59	6,37	6,79	7,13	7,36	7,56	7,79	8,11	6	5,28	6,04	6,76	7,18	7,48	7,69	7,88	8,09	8,39
12	3,53	4,32	5,08	5,50	5,83	6,05	6,26	6,48	6,78	12	3,60	4,25	4,88	5,24	5,50	5,69	5,85	6,04	6,29
24	2,40	2,92	3,42	3,70	3,91	4,06	4,19	4,34	4,54	24	2,40	2,92	3,42	3,70	3,91	4,06	4,19	4,34	4,54
ESTACION TALCA estimada a partir de Estación Embalse Digua										ESTACION TALCA estimada a partir de Estación Melozal									
Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h									Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h								
	T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100		T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100
1	9,89	11,42	12,88	13,70	14,31	14,74	15,11	15,54	16,11	1	10,24	11,85	13,41	14,30	14,95	15,42	15,83	16,33	16,94
2	7,43	8,57	9,71	10,26	10,72	11,04	11,32	11,63	12,06	2	8,17	9,75	11,28	12,14	12,76	13,22	13,61	14,09	14,69
6	4,86	5,82	6,75	7,27	7,66	7,93	8,17	8,45	8,81	6	5,13	6,09	7,02	7,54	7,92	8,20	8,44	8,72	9,09
12	3,50	4,23	4,93	5,33	5,62	5,83	6,01	6,22	6,50	12	3,69	4,53	5,35	5,80	6,14	6,38	6,59	6,84	7,16
24	2,40	2,92	3,42	3,70	3,91	4,06	4,19	4,34	4,54	24	2,40	2,92	3,42	3,70	3,91	4,06	4,19	4,34	4,54

Tabla N60: Valores de intensidades reales y simulados para la estación San Javier, mediante el método K

ESTACION SAN JAVIER (valor real)									
Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h								
	T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100
1	12,14	13,57	14,94	15,73	16,28	16,71	17,06	17,49	18,04
2	8,13	8,94	9,73	10,18	10,5	10,74	10,94	11,19	11,5
6	4,81	5,35	5,88	6,18	6,39	6,56	6,69	6,85	7,06
12	3,2	3,66	4,11	4,37	4,55	4,69	4,8	4,94	5,12
24	2,31	2,79	3,25	3,51	3,7	3,85	3,96	4,11	4,29
ESTACION SAN JAVIER estimada a partir de Estación Potrero Grande									
Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h								
	T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100
1	8,99	10,48	11,90	12,70	13,29	13,75	14,09	14,55	15,10
2	7,01	8,21	9,34	9,98	10,45	10,82	11,09	11,45	11,90
6	4,67	5,55	6,40	6,87	7,22	7,49	7,70	7,97	8,30
12	3,30	3,91	4,50	4,83	5,07	5,26	5,41	5,59	5,82
24	2,31	2,79	3,25	3,51	3,70	3,85	3,96	4,11	4,29
ESTACION SAN JAVIER estimada a partir de Estación Los Queñes									
Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h								
	T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100
1	9,11	10,98	12,86	13,78	14,51	15,09	15,53	16,11	16,81
2	6,83	8,21	9,59	10,18	10,80	11,23	11,54	11,98	12,49
6	4,40	5,26	6,12	6,54	6,87	7,14	7,33	7,60	7,92
12	3,40	4,12	4,85	5,20	5,49	5,71	5,88	6,06	6,38
24	2,31	2,79	3,25	3,51	3,70	3,85	3,96	4,11	4,29
ESTACION SAN JAVIER estimada a partir de Estación Parral									
Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h								
	T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100
1	10,18	11,78	13,31	14,15	14,79	15,28	15,64	16,14	16,74
2	7,42	8,56	9,64	10,24	10,71	11,06	11,32	11,67	12,10
6	4,59	5,34	6,05	6,45	6,75	6,98	7,14	7,38	7,66
12	3,40	4,13	4,83	5,22	5,51	5,74	5,91	6,14	6,41
24	2,31	2,79	3,25	3,51	3,70	3,85	3,96	4,11	4,29
ESTACION SAN JAVIER estimada a partir de Estación Pencahue									
Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h								
	T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100
1	11,81	13,48	15,08	16,01	16,65	17,18	17,57	18,10	18,73
2	8,19	9,30	10,36	10,97	11,40	11,75	12,00	12,36	12,77
6	5,08	5,77	6,42	6,81	7,07	7,29	7,45	7,66	7,93
12	3,47	4,06	4,64	4,97	5,20	5,39	5,53	5,72	5,95
24	2,31	2,79	3,25	3,51	3,70	3,85	3,96	4,11	4,29
ESTACION SAN JAVIER estimada a partir de Estación Embalse Digua									
Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h								
	T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100
1	9,52	10,91	12,24	12,99	13,54	13,98	14,28	14,72	15,22
2	7,15	8,19	9,23	9,74	10,15	10,47	10,70	11,02	11,39
6	4,68	5,56	6,41	6,89	7,25	7,52	7,72	8,00	8,33
12	3,37	4,04	4,69	5,06	5,32	5,53	5,68	5,89	6,14
24	2,31	2,79	3,25	3,51	3,70	3,85	3,96	4,11	4,29
ESTACION SAN JAVIER estimada a partir de Estación Melozal									
Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h								
	T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100
1	9,85	11,32	12,75	13,57	14,15	14,62	14,96	15,46	16,00
2	7,87	9,32	10,72	11,51	12,08	12,53	12,87	13,35	13,88
6	4,94	5,82	6,67	7,15	7,49	7,77	7,98	8,26	8,59
12	3,55	4,33	5,08	5,51	5,81	6,05	6,23	6,48	6,77
24	2,31	2,79	3,25	3,51	3,70	3,85	3,96	4,11	4,29

Tabla N61: Valores de intensidades reales y simulados para la estación Melozal, mediante el método K

ESTACION MELOZAL (valor real)										ESTACION MELOZAL estimada a partir de Estación Potrero Grande									
Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h									Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h								
	T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100		T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100
1	13,05	15,38	17,61	18,9	19,81	20,51	21,08	21,78	22,68	1	11,90	14,23	16,44	17,69	18,61	19,28	19,85	20,49	21,40
2	10,42	12,66	14,81	16,04	16,91	17,58	18,13	18,8	19,67	2	9,29	11,15	12,91	13,90	14,63	15,18	15,63	16,14	16,86
6	6,54	7,9	9,21	9,96	10,49	10,9	11,24	11,64	12,17	6	6,19	7,54	8,84	9,57	10,11	10,51	10,85	11,23	11,77
12	4,7	5,88	7,02	7,67	8,13	8,49	8,78	9,13	9,59	12	4,37	5,32	6,21	6,72	7,10	7,38	7,62	7,87	8,25
24	3,06	3,79	4,49	4,89	5,18	5,4	5,58	5,79	6,08	24	3,06	3,79	4,49	4,89	5,18	5,40	5,58	5,79	6,08
ESTACION MELOZAL estimada a partir de Estación Talca										ESTACION MELOZAL estimada a partir de Estación Los Queñes									
Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h									Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h								
	T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100		T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100
1	13,74	15,72	17,57	18,66	19,38	19,99	20,46	21,01	21,79	1	12,07	14,92	17,77	19,20	20,31	21,17	21,88	22,69	23,82
2	11,23	13,33	15,32	16,49	17,29	17,94	18,44	19,05	19,89	2	9,05	11,15	13,25	12,06	15,12	15,76	16,27	16,87	17,70
6	7,14	8,59	9,98	10,78	11,34	11,80	12,15	12,57	13,14	6	5,83	7,15	8,45	9,11	9,62	10,01	10,33	10,71	11,22
12	4,64	5,65	6,62	7,18	7,55	7,87	8,11	8,40	8,81	12	4,50	5,59	6,70	7,25	7,68	8,02	8,29	7,83	9,04
24	3,06	3,79	4,49	4,89	5,18	5,40	5,58	5,79	6,08	24	3,06	3,79	4,49	4,89	5,18	5,40	5,58	5,79	6,08
ESTACION MELOZAL estimada a partir de Estación Parral										ESTACION MELOZAL estimada a partir de Estación Embalse Digua									
Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h									Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h								
	T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100		T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100
1	13,49	16,00	18,39	19,71	20,71	21,43	22,04	22,73	23,72	1	12,60	14,82	16,91	18,10	18,96	19,60	20,13	20,73	21,58
2	9,83	11,63	13,32	14,27	14,99	15,52	15,95	16,43	17,15	2	9,48	11,13	12,75	13,56	14,20	14,68	15,07	15,52	16,15
6	6,07	7,25	8,36	8,98	9,44	9,79	10,07	10,40	10,86	6	6,20	7,55	8,86	9,60	10,15	10,55	10,88	11,27	11,80
12	4,50	5,60	6,67	7,27	7,72	8,05	8,33	8,65	9,08	12	4,47	5,49	6,48	7,04	7,45	7,76	8,01	8,30	8,70
24	3,06	3,79	4,49	4,89	5,18	5,40	5,58	5,79	6,08	24	3,06	3,79	4,49	4,89	5,18	5,40	5,58	5,79	6,08

Tabla N62: Valores de intensidades reales y simulados para la estación Embalse Ancoa, mediante el método K

ESTACION EMBALSE ANCOA (valor real)																			
Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h																		
	T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100										
1	19	21,06	23,03	24,16	24,96	25,58	26,08	26,7	27,49										
2	15,07	16,7	18,26	19,16	19,8	20,29	20,68	21,17	21,8										
6	11,06	12,32	13,53	14,23	14,72	15,10	15,41	15,79	16,27										
12	8,14	9,12	10,05	10,59	10,97	11,26	11,5	11,79	12,17										
24	5,39	6,1	6,78	7,17	7,45	7,66	7,84	8,05	8,33										
ESTACION EMBALSE ANCOA estimada a partir de Estación Potrero Grande										ESTACION EMBALSE ANCOA estimada a partir de Estación Embalse Digua									
Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h									Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h								
	T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100		T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100
1	20,97	22,91	24,83	25,93	26,76	27,36	27,90	28,49	29,32	1	22,20	23,85	25,54	26,54	27,27	27,81	28,28	28,83	29,56
2	16,37	17,94	19,49	20,38	21,04	21,53	21,96	22,44	23,11	2	16,69	17,91	19,26	19,89	20,43	20,83	21,18	21,58	22,12
6	10,90	12,14	13,35	14,03	14,55	14,91	15,24	15,61	16,12	6	10,91	12,16	13,38	14,08	14,59	14,97	15,29	15,67	16,17
12	7,69	8,55	9,38	9,86	10,21	10,47	10,70	10,95	11,30	12	7,87	8,83	9,78	10,33	10,71	11,00	11,25	11,54	11,93
24	5,39	6,10	6,78	7,17	7,45	7,66	7,84	8,05	8,33	24	5,39	6,10	6,78	7,17	7,45	7,66	7,84	8,05	8,33

Tabla N63: Valores de intensidades reales y simulados para la estación Parral, mediante el método K

ESTACION PARRAL (valor real)										ESTACION PARRAL estimada a partir de Estación Potrero Grande									
Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h									Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h								
	T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100		T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100
1	14,77	16,93	19	20,19	21,03	21,67	22,2	22,85	23,68	1	13,03	15,06	16,99	18,12	18,90	19,50	20,00	20,60	21,37
2	10,76	12,3	13,77	14,62	15,22	15,69	16,06	16,52	17,12	2	10,17	11,80	13,34	14,24	14,86	15,34	15,74	16,22	16,84
6	6,65	7,67	8,64	9,2	9,59	9,9	10,14	10,45	10,84	6	6,77	7,98	9,14	9,81	10,27	10,63	10,93	11,28	11,75
12	4,93	5,93	6,89	7,45	7,84	8,14	8,39	8,69	9,07	12	4,78	5,62	6,42	6,89	7,21	7,46	7,67	7,92	8,24
24	3,35	4,01	4,64	5,01	5,26	5,46	5,62	5,82	6,07	24	3,35	4,01	4,64	5,01	5,26	5,46	5,62	5,82	6,07
ESTACION PARRAL estimada a partir de Estación Melozal										ESTACION PARRAL estimada a partir de Estación Los Queñes									
Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h									Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h								
	T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100		T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100
1	14,29	16,27	18,20	19,36	20,12	20,74	21,23	21,89	22,64	1	13,21	15,78	18,36	19,67	20,62	21,41	22,04	22,81	23,78
2	11,41	13,39	15,30	16,43	17,17	17,78	18,26	18,90	19,64	2	9,90	11,80	13,69	12,36	15,36	15,93	16,38	16,96	17,67
6	7,16	8,36	9,52	10,20	10,65	11,02	11,32	11,70	12,15	6	6,38	7,56	8,73	9,33	9,77	10,12	10,41	10,76	11,20
12	5,15	6,22	7,25	7,86	8,26	8,58	8,84	9,18	9,57	12	4,92	5,92	6,92	7,43	7,80	8,10	8,35	8,77	9,03
24	3,35	4,01	4,64	5,01	5,26	5,46	5,62	5,82	6,07	24	3,35	4,01	4,64	5,01	5,26	5,46	5,62	5,82	6,07
ESTACION PARRAL estimada a partir de Estación Embalse Digua										ESTACION PARRAL estimada a partir de Estación Pencahue									
Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h									Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h								
	T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100		T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100
1	13,80	15,68	17,48	18,54	19,25	19,82	20,27	20,84	21,54	1	17,12	19,38	21,54	22,85	23,68	24,37	24,94	25,63	26,50
2	10,37	11,77	13,18	13,90	14,42	14,85	15,18	15,60	16,12	2	11,88	13,36	14,79	15,66	16,20	16,67	17,04	17,50	18,07
6	6,78	7,99	9,16	9,84	10,30	10,67	10,96	11,33	11,78	6	7,36	8,29	9,17	9,72	10,06	10,34	10,57	10,85	11,22
12	4,89	5,81	6,69	7,22	7,56	7,84	8,06	8,34	8,69	12	5,03	5,84	6,62	7,10	7,39	7,65	7,85	8,10	8,41
24	3,35	4,01	4,64	5,01	5,26	5,46	5,62	5,82	6,07	24	3,35	4,01	4,64	5,01	5,26	5,46	5,62	5,82	6,07
ESTACION PARRAL estimada a partir de Estación San Javier										ESTACION PARRAL estimada a partir de Estación Talca									
Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h									Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h								
	T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100		T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100
1	17,61	19,50	21,33	22,45	23,14	23,70	24,21	24,77	25,53	1	15,05	16,63	18,15	19,12	19,68	20,21	20,60	21,12	21,75
2	11,79	12,85	13,89	14,53	14,93	15,23	15,53	15,85	16,27	2	12,30	14,10	15,83	16,90	17,56	18,14	18,58	19,15	19,85
6	6,98	7,69	8,39	8,82	9,08	9,30	9,49	9,70	9,99	6	7,82	9,09	10,31	11,05	11,52	11,93	12,23	12,63	13,12
12	4,64	5,26	5,87	6,24	6,47	6,65	6,81	7,00	7,24	12	5,08	5,97	6,84	7,35	7,67	7,96	8,17	8,45	8,80
24	3,35	4,01	4,64	5,01	5,26	5,46	5,62	5,82	6,07	24	3,35	4,01	4,64	5,01	5,26	5,46	5,62	5,82	6,07

Tabla N64: Valores de intensidades reales y simulados para la estación San Manuel, mediante el método K

ESTACION SAN MANUEL (valor real)										ESTACION EMBALSE BULLILEO estimada a partir de Estación Embalse Bullileo									
Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h									Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h								
	T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100		T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100
1	17,62	20,25	22,74	24,23	25,25	26,04	26,69	27,48	28,49	1	15,79	18,28	20,66	22,04	22,98	23,72	24,34	25,05	26,00
2	13,27	15,13	16,92	17,95	18,67	19,23	19,69	20,25	20,97	2	12,01	13,81	15,52	16,52	17,18	17,71	18,17	18,68	19,35
6	8,72	9,91	11,06	11,18	12,18	12,54	12,83	13,19	13,65	6	8,93	10,32	11,63	12,39	12,90	13,32	13,65	14,04	14,56
12	6,75	7,83	8,87	9,47	9,89	10,21	10,47	10,8	11,22	12	6,92	8,06	9,15	9,79	10,22	10,56	10,85	11,18	11,62
24	5,16	6,11	7,03	7,56	7,93	8,22	8,46	8,75	9,12	24	5,16	6,11	7,03	7,56	7,93	8,22	8,46	8,75	9,12

Tabla N65: Valores de intensidades reales y simulados para la estación Embalse Digua, mediante el método K

ESTACION EMBALSE DIGUA (valor real)									
Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h								
	T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100
1	20,06	22,68	25,2	26,65	27,67	28,46	29,11	29,9	30,91
2	15,08	17,03	19,0	19,97	20,73	21,32	21,8	22,38	23,13
6	9,86	11,56	13,2	14,14	14,81	15,32	15,74	16,25	16,91
12	7,11	8,4	9,65	10,37	10,87	11,26	11,58	11,97	12,47
24	4,87	5,8	6,69	7,2	7,56	7,84	8,07	8,35	8,71

ESTACION EMBALSE DIGUA estimada a partir de Estación Potrero Grande										ESTACION EMBALSE DIGUA estimada a partir de Estación Los Queñes									
Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h									Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h								
	T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100		T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100
1	18,95	21,78	24,50	26,04	27,16	28,00	28,71	29,55	30,66	1	19,21	22,83	26,48	28,27	29,64	30,74	31,64	32,72	34,13
2	14,79	17,06	19,23	20,46	21,35	22,03	22,60	23,27	24,16	2	14,40	17,06	19,74	17,76	22,07	22,87	23,53	24,33	25,36
6	9,85	11,54	13,17	14,09	14,76	15,26	15,69	16,19	16,86	6	9,27	10,93	12,59	13,41	14,04	14,53	14,94	15,44	16,07
12	6,95	8,13	9,26	9,90	10,36	10,71	11,02	11,36	11,82	12	7,16	8,56	9,98	10,67	11,21	11,64	11,99	11,29	12,96
24	4,87	5,80	6,69	7,20	7,56	7,84	8,07	8,35	8,71	24	4,87	5,80	6,69	7,20	7,56	7,84	8,07	8,35	8,71

ESTACION EMBALSE DIGUA estimada a partir de Estación Embalse Ancoa										ESTACION EMBALSE DIGUA estimada a partir de Estación Parray									
Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h									Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h								
	T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100		T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100
1	17,17	20,02	22,72	24,26	25,33	26,18	26,85	27,70	28,74	1	21,47	24,49	27,39	29,02	30,23	31,12	31,88	32,78	33,98
2	13,62	15,88	18,02	19,24	20,09	20,77	21,29	21,96	22,79	2	15,64	17,79	19,85	21,01	21,88	22,53	23,06	23,70	24,57
6	9,99	11,71	13,35	14,29	14,94	15,45	15,86	16,38	17,01	6	9,67	11,09	12,46	13,22	13,78	14,22	14,56	14,99	15,55
12	7,35	8,67	9,92	10,63	11,13	11,52	11,84	12,23	12,73	12	7,17	8,58	9,93	10,71	11,27	11,69	12,05	12,47	13,01
24	4,87	5,80	6,69	7,20	7,56	7,84	8,07	8,35	8,71	24	4,87	5,80	6,69	7,20	7,56	7,84	8,07	8,35	8,71

Tabla N66: Valores de intensidades reales y simulados para la estación Embalse Bullileo, mediante el método K

ESTACION EMBALSE BULLILEO (valor real)										ESTACION EMBALSE BULLILEO estimada a partir de Estación San Manuel									
Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h									Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h								
	T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100		T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100
1	18,54	20,25	21,89	22,83	23,5	24,01	24,43	24,94	25,6	1	20,69	22,44	24,10	25,10	25,82	26,36	26,78	27,35	28,05
2	14,1	15,3	16,45	17,11	17,57	17,93	18,23	18,59	19,05	2	15,58	16,76	17,93	18,59	19,09	19,46	19,76	20,16	20,65
6	10,49	11,43	12,32	12,83	13,19	13,48	13,7	13,98	14,34	6	10,24	10,98	11,72	11,58	12,46	12,69	12,88	13,13	13,44
12	8,13	8,93	9,7	10,14	10,45	10,69	10,89	11,13	11,44	12	7,93	8,68	9,40	9,81	10,11	10,33	10,51	10,75	11,05
24	6,06	6,77	7,45	7,83	8,11	8,32	8,49	8,71	8,98	24	6,06	6,77	7,45	7,83	8,11	8,32	8,49	8,71	8,98

REGIÓN DEL BÍO-BÍO

Tabla N67: Valores de intensidades reales y simulados para la estación Chillán Viejo, mediante el método K

ESTACION CHILLAN VIEJO (valor real)										ESTACION CHILLAN VIEJO estimada a partir de Estación Quilaco									
Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h									Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h								
	T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100		T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100
1	18,33	20,92	23,4	24,83	25,84	26,61	27,25	28,02	29,02	1	17,92	20,72	23,30	24,82	25,90	26,71	27,34	28,16	29,22
2	12,99	14,62	16,19	17,09	17,72	18,21	18,61	19,1	19,73	2	13,62	15,50	17,22	18,22	18,94	19,48	19,89	20,44	21,15
4	9,01	10	10,95	11,49	11,88	12,17	12,42	12,71	13,09	4	9,84	11,23	12,49	13,23	13,75	14,15	14,45	14,85	15,37
6	7,4	8,24	9,05	9,51	9,84	10,09	10,3	10,55	10,88	6	8,18	9,38	10,48	11,13	11,59	11,94	12,21	12,55	13,00
8	6,49	7,3	8,07	8,52	8,83	9,08	9,27	9,52	9,83	8	7,09	8,18	9,18	9,77	10,19	10,51	10,75	11,07	11,48
12	5,26	5,96	6,64	7,03	7,31	7,52	7,69	7,91	8,18	12	5,57	6,51	7,38	7,89	8,25	8,52	8,73	9,01	9,36
24	3,61	4,29	4,94	5,31	5,57	5,78	5,94	6,14	6,4	24	3,61	4,29	4,94	5,31	5,57	5,78	5,94	6,14	6,40
ESTACION CHILLAN VIEJO estimada a partir Estación EMBALSE Coihueco										ESTACION CHILLAN VIEJO estimada a partir Estación Embalse Diguillín									
Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h									Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h								
	T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100		T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100
1	14,97	17,39	19,72	21,05	21,98	22,75	23,33	24,05	24,98	1	11,60	13,69	15,68	16,82	17,61	18,25	18,74	19,34	20,14
2	11,40	13,09	14,72	15,65	16,31	16,85	17,25	17,76	12,20	2	9,65	11,55	13,37	14,42	15,15	15,73	16,18	16,74	17,48
4	8,48	9,62	10,72	11,35	11,80	12,17	12,44	12,79	13,24	4	7,09	8,35	9,56	10,25	10,73	11,11	11,41	11,78	12,26
6	7,12	8,03	8,93	9,44	9,80	10,10	10,32	10,61	10,97	6	6,06	7,11	8,11	8,69	9,09	9,40	9,65	9,95	10,36
8	6,22	7,02	7,81	8,26	8,58	8,84	9,04	9,29	9,60	8	5,46	6,44	7,36	7,89	8,26	8,56	8,79	9,06	9,43
12	5,19	5,93	6,66	7,07	7,36	7,60	7,78	8,00	8,30	12	4,79	5,65	6,46	6,92	7,24	7,50	7,70	7,95	8,28
24	3,61	4,29	4,94	5,31	5,57	5,78	5,94	6,14	6,40	24	3,61	4,29	4,94	5,31	5,57	5,78	5,94	6,14	6,40

Tabla N68: Valores de intensidades reales y simulados para la estación Diguillín, mediante el método K

ESTACION DIGUILLIN (valor real)										ESTACION DIGUILLIN estimada a partir de Estación Cerro el Padre									
Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h									Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h								
	T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100		T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100
1	20,28	23,17	25,93	27,53	28,65	29,52	30,23	31,09	32,2	1	23,92	24,33	27,09	28,67	29,81	30,70	31,41	32,27	33,36
2	16,87	19,55	22,12	23,6	24,64	25,45	26,1	26,91	27,94	2	18,01	18,14	20,05	21,15	21,92	22,56	23,04	23,63	24,38
4	12,39	14,13	15,81	16,77	17,45	17,97	18,4	18,93	19,6	4	13,85	13,86	15,24	16,03	16,60	17,06	17,40	17,84	18,38
6	10,59	12,04	13,42	14,22	14,78	15,21	15,57	16	16,56	6	11,81	11,86	13,08	13,78	14,27	14,67	14,98	15,36	15,84
8	9,55	10,89	12,17	12,91	13,43	13,84	14,17	14,57	15,08	8	10,71	10,85	12,04	12,73	13,22	13,61	13,92	14,29	14,77
12	8,38	9,56	10,68	11,33	11,78	12,14	12,42	12,78	13,23	12	9,37	9,57	10,68	11,31	11,77	12,14	12,41	12,77	13,20
24	6,31	7,26	8,17	8,69	9,06	9,35	9,58	9,87	10,23	24	6,31	7,26	8,17	8,69	9,06	9,35	9,58	9,87	10,23
ESTACION DIGUILLIN estimada a partir de Estación Quilaco										ESTACION DIGUILLIN estimada a partir de Estación Chillán Viejo									
Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h									Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h								
	T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100		T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100
1	31,32	35,06	38,54	40,62	42,12	43,21	44,10	45,26	46,70	1	32,04	35,40	38,70	40,64	42,03	43,05	43,95	45,04	46,39
2	23,80	26,22	28,47	29,82	30,80	31,51	32,09	32,85	33,80	2	22,71	24,74	26,78	27,97	28,82	29,46	30,01	30,70	31,54
4	17,21	19,00	20,65	21,65	22,36	22,89	23,30	23,88	24,57	4	15,75	16,92	18,11	18,80	19,32	19,69	20,03	20,43	20,92
6	14,29	15,87	17,34	18,22	18,86	19,31	19,69	20,18	20,78	6	12,93	13,94	14,97	15,56	16,01	16,32	16,61	16,96	17,39
8	12,39	13,84	15,19	15,99	16,58	17,00	17,34	17,79	18,35	8	11,34	12,35	13,35	13,94	14,36	14,69	14,95	15,30	15,71
12	9,74	11,02	12,20	12,91	13,42	13,78	14,08	14,48	14,96	12	9,19	10,09	10,98	11,50	11,89	12,16	12,40	12,72	13,08
24	6,31	7,26	8,17	8,69	9,06	9,35	9,58	9,87	10,23	24	6,31	7,26	8,17	8,69	9,06	9,35	9,58	9,87	10,23

Tabla N69: Valores de intensidades reales y simulados para la estación Quilaco, mediante el método K

ESTACION QUILACO (valor real)										ESTACION QUILACO estimada a partir de Estación Chillán Viejo									
Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h									Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h								
	T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100		T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100
1	17,62	20,04	22,36	23,7	24,64	25,37	25,96	26,69	27,62	1	18,03	20,24	22,45	23,71	24,59	25,27	25,87	26,56	27,43
2	13,39	14,99	16,52	17,4	18,02	18,5	18,89	19,37	19,99	2	12,77	14,14	15,53	16,32	16,86	17,30	17,67	18,10	18,65
4	9,68	10,86	11,98	12,63	13,08	13,44	13,72	14,08	14,53	4	8,86	9,67	10,51	10,97	11,30	11,56	11,79	12,05	12,37
6	8,04	9,07	10,06	10,63	11,03	11,34	11,59	11,9	12,29	6	7,28	7,97	8,68	9,08	9,36	9,58	9,78	10,00	10,29
8	6,97	7,91	8,81	9,33	9,7	9,98	10,21	10,49	10,85	8	6,38	7,06	7,74	8,13	8,40	8,62	8,80	9,02	9,29
12	5,48	6,3	7,08	7,53	7,85	8,09	8,29	8,54	8,85	12	5,17	5,77	6,37	6,71	6,96	7,14	7,30	7,50	7,73
24	3,55	4,15	4,74	5,07	5,3	5,49	5,64	5,82	6,05	24	3,55	4,15	4,74	5,07	5,30	5,49	5,64	5,82	6,05
ESTACION QUILACO estimada a partir de Estación Cerro el Padre										ESTACION QUILACO estimada a partir de Estación Embalse Diguillín									
Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h									Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h								
	T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100		T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100
1	13,46	13,91	15,72	16,73	17,44	18,03	18,49	19,03	19,73	1	11,41	13,24	15,04	16,06	16,76	17,33	17,80	18,33	19,04
2	10,13	10,37	11,63	12,34	12,83	13,24	13,56	13,93	14,42	2	9,49	11,18	12,83	13,77	14,41	14,94	15,37	15,87	16,52
4	7,79	7,92	8,84	9,35	9,71	10,02	10,24	10,52	10,87	4	6,97	8,08	9,17	9,78	10,21	10,55	10,83	11,16	11,59
6	6,65	6,78	7,59	8,04	8,35	8,61	8,82	9,06	9,37	6	5,96	6,88	7,79	8,30	8,65	8,93	9,17	9,43	9,79
8	6,03	6,20	6,99	7,43	7,74	7,99	8,19	8,42	8,73	8	5,37	6,23	7,06	7,53	7,86	8,13	8,34	8,59	8,92
12	5,27	5,47	6,20	6,60	6,89	7,13	7,31	7,53	7,81	12	4,71	5,46	6,20	6,61	6,89	7,13	7,31	7,54	7,82
24	3,55	4,15	4,74	5,07	5,30	5,49	5,64	5,82	6,05	24	3,55	4,15	4,74	5,07	5,30	5,49	5,64	5,82	6,05

Tabla N70: Valores de intensidades reales y simulados para la estación Cerro el Padre, mediante el método K

ESTACION CERRO EL PADRE (valor real)										ESTACION CERRO EL PADRE estimada a partir de Estación Embalse Diguillín									
Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h									Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h								
	T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100		T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100
1	19,83	22,42	24,9	26,33	27,34	28,11	28,75	29,52	30,52	1	16,81	21,35	23,84	25,28	26,28	27,03	27,67	28,44	29,46
2	14,93	16,72	18,43	19,42	20,11	20,65	21,09	21,62	22,31	2	13,98	18,02	20,33	21,67	22,60	23,30	23,89	24,62	25,56
4	11,48	12,77	14,01	14,72	15,23	15,62	15,93	16,32	16,82	4	10,27	13,02	14,53	15,40	16,01	16,45	16,84	17,32	17,93
6	9,79	10,93	12,02	12,65	13,09	13,43	13,71	14,05	14,49	6	8,78	11,09	12,34	13,06	13,56	13,92	14,25	14,64	15,15
8	8,88	10	11,07	11,69	12,13	12,46	12,74	13,07	13,51	8	7,92	10,04	11,19	11,86	12,32	12,67	12,97	13,33	13,80
12	7,77	8,82	9,82	10,39	10,8	11,11	11,36	11,68	12,08	12	6,95	8,81	9,82	10,40	10,80	11,11	11,37	11,69	12,10
24	5,23	6,69	7,51	7,98	8,31	8,56	8,77	9,03	9,36	24	5,23	6,69	7,51	7,98	8,31	8,56	8,77	9,03	9,36
ESTACION CERRO EL PADRE estimada a partir de Estación Quilaco										ESTACION CERRO EL PADRE estimada a partir de Estación Chillán Viejo									
Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h									Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h								
	T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100		T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100
1	25,96	32,31	35,43	37,30	38,63	39,56	40,37	41,41	42,73	1	26,56	32,62	35,57	37,32	38,55	39,41	40,23	41,21	42,44
2	19,73	24,16	26,17	27,39	28,25	28,85	29,37	30,05	30,93	2	18,82	22,80	24,61	25,68	26,44	26,97	27,48	28,09	28,86
4	14,26	17,51	18,98	19,88	20,51	20,96	21,33	21,85	22,48	4	13,05	15,59	16,65	17,27	17,72	18,02	18,34	18,69	19,14
6	11,84	14,62	15,94	16,73	17,29	17,68	18,02	18,46	19,01	6	10,72	12,85	13,76	14,29	14,68	14,94	15,21	15,52	15,91
8	10,27	12,75	13,96	14,69	15,21	15,56	15,88	16,28	16,79	8	9,40	11,38	12,27	12,80	13,17	13,45	13,69	14,00	14,38
12	8,07	10,16	11,22	11,85	12,31	12,61	12,89	13,25	13,69	12	7,62	9,29	10,09	10,56	10,91	11,14	11,35	11,63	11,96
24	5,23	6,69	7,51	7,98	8,31	8,56	8,77	9,03	9,36	24	5,23	6,69	7,51	7,98	8,31	8,56	8,77	9,03	9,36

REGIÓN DE LA ARAUCANÍA

Tabla N71: Valores de intensidades reales y simulados para la estación Traiguén, mediante el método K

ESTACION TRAIUGEN (valor real)										ESTACION TRAIUGEN estimada a partir de Estación Curacautín									
Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h									Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h								
	T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100		T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100
1	13,87	15,84	17,74	18,83	19,59	20,19	20,67	21,26	22,03	1	15,88	16,84	17,85	18,49	18,95	19,27	19,55	19,93	20,40
2	10,16	11,43	12,65	13,36	13,85	14,23	14,55	14,93	15,42	2	11,15	11,78	12,47	12,90	13,22	13,43	13,64	13,89	14,21
4	7,22	8,04	8,83	9,29	9,61	9,86	10,06	10,31	10,63	4	8,57	9,54	10,50	11,09	11,49	11,78	12,04	12,37	12,77
6	5,95	6,72	7,46	7,89	8,19	8,42	8,61	8,84	9,14	6	7,40	8,38	9,34	9,91	10,31	10,60	10,85	11,17	11,56
8	5,21	5,98	6,72	7,15	7,45	7,68	7,87	8,1	8,4	8	6,26	7,18	8,06	8,59	8,96	9,22	9,46	9,74	10,12
12	4,28	5,03	5,76	6,18	6,47	6,7	6,89	7,11	7,41	12	4,83	5,61	6,35	6,79	7,10	7,33	7,51	7,76	8,06
24	2,67	3,13	3,57	3,83	4,01	4,15	4,26	4,4	4,58	24	2,67	3,13	3,57	3,83	4,01	4,15	4,26	4,40	4,58
ESTACION TRAIUGEN estimada a partir de Estación Pucón										ESTACION TRAIUGEN estimada a partir de Estación Pueblo Nuevo									
Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h									Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h								
	T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100		T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100
1	11,30	12,68	14,03	14,84	15,37	15,80	16,14	16,58	17,13	1	11,50	12,41	13,32	13,88	14,27	14,57	14,82	15,12	15,51
2	8,32	9,23	10,12	10,67	11,02	11,30	11,53	11,81	12,18	2	9,09	10,15	11,18	11,79	12,22	12,55	12,83	13,16	13,59
4	6,17	6,89	7,59	8,03	8,30	8,53	8,70	8,94	9,22	4	6,32	7,22	8,23	8,71	9,05	9,31	9,52	9,78	10,12
6	5,20	5,82	6,43	6,80	7,04	7,24	7,39	7,58	7,83	6	5,51	6,62	6,98	7,41	7,71	7,94	8,14	8,37	8,66
8	4,57	5,18	5,76	6,12	6,35	6,54	6,69	6,88	7,12	8	4,93	5,63	6,32	6,72	7,01	7,23	7,41	7,62	7,90
12	3,85	4,42	4,98	5,33	5,54	5,73	5,87	6,05	6,28	12	4,02	4,68	5,31	5,68	5,94	6,13	6,29	6,50	6,75
24	2,67	3,13	3,57	3,83	4,01	4,15	4,26	4,40	4,58	24	2,67	3,13	3,57	3,83	4,01	4,15	4,26	4,40	4,58

Tabla N72: Valores de intensidades reales y simulados para la estación Curacautín, mediante el método K

ESTACION CURACAUTIN (valor real)										ESTACION CURACAUTIN estimada a partir de Estación Traiguén									
Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h									Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h								
	T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100		T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100
1	13,98	15,55	17,05	17,91	18,52	18,99	19,37	19,84	20,44	1	12,21	14,63	16,94	18,24	19,15	19,90	20,48	21,16	22,08
2	9,81	10,88	11,91	12,5	12,92	13,24	13,51	13,83	14,24	2	8,94	10,55	12,08	12,94	13,54	14,02	14,41	14,86	15,45
4	7,54	8,81	10,03	10,74	11,23	11,61	11,93	12,31	12,8	4	6,35	7,42	8,43	9,00	9,39	9,72	9,97	10,26	10,65
6	6,51	7,74	8,92	9,6	10,08	10,45	10,75	11,12	11,59	6	5,24	6,20	7,13	7,64	8,01	8,30	8,53	8,80	9,16
8	5,51	6,63	7,7	8,32	8,76	9,09	9,37	9,7	10,14	8	4,59	5,52	6,42	6,93	7,28	7,57	7,80	8,06	8,42
12	4,25	5,18	6,07	6,58	6,94	7,22	7,44	7,72	8,08	12	3,77	4,64	5,50	5,99	6,32	6,60	6,83	7,08	7,43
24	2,35	2,89	3,41	3,71	3,92	4,09	4,22	4,38	4,59	24	2,35	2,89	3,41	3,71	3,92	4,09	4,22	4,38	4,59
ESTACION CURACAUTIN estimada a partir de Estación Pucón										ESTACION CURACAUTIN estimada a partir de Estación Pueblo Nuevo									
Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h									Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h								
	T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100		T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100
1	9,95	11,71	13,40	14,38	15,02	15,57	15,99	16,50	17,16	1	10,12	11,46	12,72	13,44	13,95	14,36	14,68	15,05	15,54
2	7,32	8,52	9,67	10,33	10,77	11,14	11,42	11,75	12,21	2	8,00	9,37	10,68	11,42	11,95	12,37	12,71	13,10	13,62
4	5,43	6,36	7,25	7,78	8,11	8,41	8,62	8,90	9,24	4	5,57	6,67	7,86	8,44	8,85	9,17	9,43	9,73	10,14
6	4,57	5,38	6,14	6,58	6,88	7,13	7,32	7,55	7,85	6	4,85	6,11	6,67	7,17	7,54	7,82	8,06	8,33	8,68
8	4,02	4,78	5,50	5,93	6,21	6,45	6,63	6,85	7,13	8	4,34	5,20	6,03	6,51	6,85	7,12	7,34	7,59	7,92
12	3,39	4,08	4,76	5,16	5,42	5,64	5,81	6,02	6,29	12	3,54	4,32	5,07	5,50	5,80	6,04	6,23	6,47	6,77
24	2,35	2,89	3,41	3,71	3,92	4,09	4,22	4,38	4,59	24	2,35	2,89	3,41	3,71	3,92	4,09	4,22	4,38	4,59

Tabla N73: Valores de intensidades reales y simulados para la estación Pueblo Nuevo, mediante el método K

ESTACION PUEBLO NUEVO (valor real)										ESTACION PUEBLO NUEVO estimada a partir de Estación Traiguén									
Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h									Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h								
	T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100		T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100
1	13,09	14,43	15,71	16,45	16,97	17,38	17,71	18,11	18,62	1	15,79	18,42	20,92	22,32	23,30	24,08	24,70	25,46	26,46
2	10,35	11,8	13,18	13,98	14,54	14,97	15,33	15,76	16,32	2	11,57	13,29	14,92	15,84	16,47	16,97	17,38	17,88	18,52
4	7,2	8,4	9,71	10,33	10,77	11,1	11,38	11,71	12,15	4	8,22	9,35	10,41	11,01	11,43	11,76	12,02	12,35	12,77
6	6,27	7,7	8,23	8,78	9,17	9,47	9,72	10,02	10,4	6	6,77	7,81	8,80	9,35	9,74	10,04	10,29	10,59	10,98
8	5,61	6,55	7,45	7,97	8,34	8,62	8,85	9,13	9,49	8	5,93	6,95	7,92	8,48	8,86	9,16	9,40	9,70	10,09
12	4,58	5,44	6,26	6,73	7,06	7,31	7,52	7,78	8,11	12	4,87	5,85	6,79	7,33	7,70	7,99	8,23	8,52	8,90
24	3,04	3,64	4,21	4,54	4,77	4,95	5,09	5,27	5,5	24	3,04	3,64	4,21	4,54	4,77	4,95	5,09	5,27	5,50
ESTACION PUEBLO NUEVO estimada a partir de Estación Pucón										ESTACION PUEBLO NUEVO estimada a partir de Estación Curacautín									
Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h									Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h								
	T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100		T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100
1	12,87	14,75	16,54	17,59	18,28	18,85	19,28	19,85	20,57	1	18,08	19,59	21,05	21,92	22,54	22,98	23,36	23,87	24,49
2	9,47	10,73	11,93	12,64	13,10	13,48	13,77	14,14	14,63	2	12,69	13,70	14,70	15,30	15,72	16,02	16,30	16,64	17,06
4	7,02	8,01	8,96	9,52	9,87	10,18	10,40	10,70	11,08	4	9,75	11,10	12,38	13,14	13,67	14,05	14,39	14,81	15,34
6	5,92	6,77	7,58	8,06	8,37	8,63	8,82	9,08	9,40	6	8,42	9,75	11,01	11,75	12,27	12,65	12,97	13,38	13,89
8	5,20	6,02	6,79	7,25	7,55	7,80	7,99	8,24	8,55	8	7,13	8,35	9,51	10,18	10,66	11,00	11,30	11,67	12,15
12	4,38	5,14	5,87	6,31	6,59	6,83	7,01	7,24	7,54	12	5,50	6,52	7,49	8,05	8,44	8,74	8,97	9,29	9,68
24	3,04	3,64	4,21	4,54	4,77	4,95	5,09	5,27	5,50	24	3,04	3,64	4,21	4,54	4,77	4,95	5,09	5,27	5,50

Tabla N74: Valores de intensidades reales y simulados para la estación Pucón, mediante el método K

ESTACION PUCON (valor real)										ESTACION PUCON estimada a partir de Estación Traiguén									
Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h									Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h								
	T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100		T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100
1	14,18	15,92	17,6	18,56	19,24	19,76	20,19	20,72	21,39	1	17,40	19,89	22,26	23,55	24,52	25,25	25,86	26,58	27,51
2	10,44	11,59	12,7	13,34	13,79	14,13	14,42	14,76	15,21	2	12,75	14,35	15,87	16,71	17,34	17,80	18,20	18,66	19,26
4	7,74	8,65	9,53	10,04	10,39	10,67	10,89	11,17	11,52	4	9,06	10,09	11,08	11,62	12,03	12,33	12,59	12,89	13,28
6	6,52	7,31	8,07	8,5	8,81	9,05	9,24	9,48	9,78	6	7,47	8,44	9,36	9,87	10,25	10,53	10,77	11,05	11,42
8	5,73	6,5	7,23	7,65	7,95	8,18	8,37	8,6	8,89	8	6,54	7,51	8,43	8,94	9,33	9,60	9,85	10,13	10,49
12	4,83	5,55	6,25	6,66	6,94	7,16	7,34	7,56	7,84	12	5,37	6,32	7,23	7,73	8,10	8,38	8,62	8,89	9,25
24	3,35	3,93	4,48	4,79	5,02	5,19	5,33	5,5	5,72	24	3,35	3,93	4,48	4,79	5,02	5,19	5,33	5,50	5,72
ESTACION PUCON estimada a partir de Estación Pueblo Nuevo										ESTACION PUCON estimada a partir de Estación Curacautín									
Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h									Duración (h)	Intensidades de pp. Asociadas a los T en mm/h								
	T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100		T = 5	T = 10	T = 20	T = 30	T = 40	T = 50	T = 60	T = 75	T = 100
1	14,42	15,58	16,72	17,36	17,86	18,22	18,55	18,90	19,36	1	19,93	21,15	22,40	23,12	23,72	24,10	24,46	24,91	25,47
2	11,41	12,74	14,03	14,75	15,30	15,70	16,05	16,45	16,97	2	13,98	14,80	15,65	16,14	16,55	16,80	17,06	17,37	17,75
4	7,93	9,07	10,33	10,90	11,33	11,64	11,92	12,22	12,64	4	10,75	11,98	13,18	13,87	14,38	14,73	15,07	15,46	15,95
6	6,91	8,31	8,76	9,26	9,65	9,93	10,18	10,46	10,82	6	9,28	10,53	11,72	12,39	12,91	13,26	13,58	13,96	14,44
8	6,18	7,07	7,93	8,41	8,78	9,04	9,27	9,53	9,87	8	7,85	9,02	10,12	10,74	11,22	11,53	11,83	12,18	12,64
12	5,05	5,87	6,66	7,10	7,43	7,66	7,87	8,12	8,43	12	6,06	7,04	7,97	8,50	8,89	9,16	9,40	9,69	10,07
24	3,35	3,93	4,48	4,79	5,02	5,19	5,33	5,50	5,72	24	3,35	3,93	4,48	4,79	5,02	5,19	5,33	5,50	5,72

Ubicación de las Estaciones Pluviográficas en la Región de Coquimbo

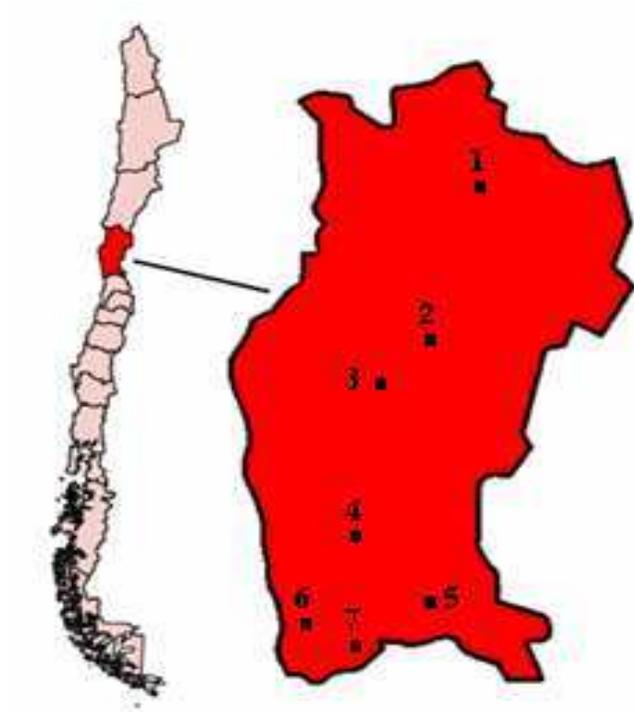


Figura N°1: 1: Rivadavia; 2: Embalse Paloma; 3: Embalse Cogotí; 4: Illapel; 5: La Tranquilla; 6: Los Cóndores; 7: Quelón.

Ubicación de las Estaciones Pluviográficas en la Región de Valparaíso



Figura N°2: 8: Hacienda Pedernal; 9: Quillota; 10: Embalse Lliu-Lliu; 11: Lago Peñuelas.

Ubicación de las Estaciones Pluviográficas en la Región Metropolitana

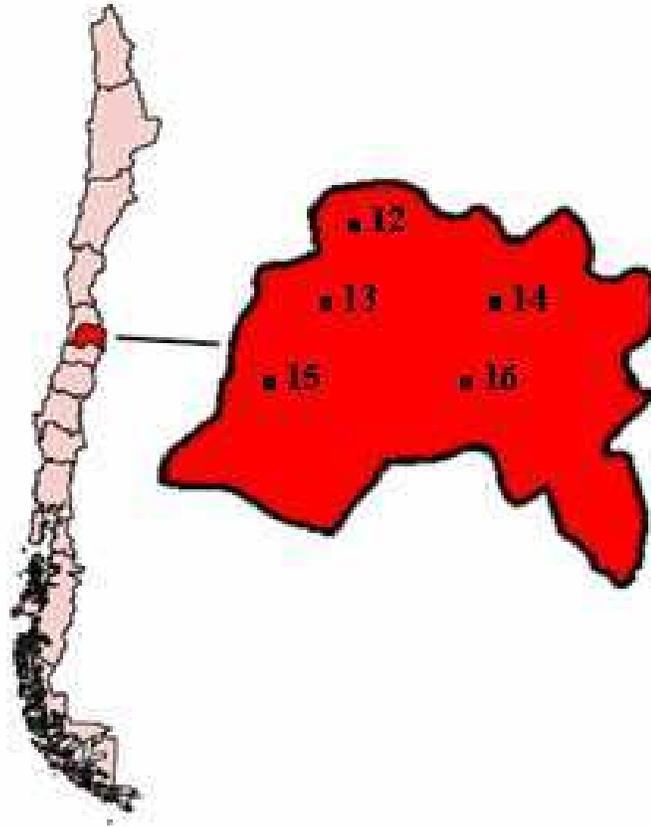


Figura N°3: 12: Embalse Rungue; 13: Los Panguiles, 14: Cerro Calán; 15: Melipilla; 16: Pirque.

Ubicación de las Estaciones Pluviográficas en la Región de O’ Higgins



Figura N°4: 17: Rengo; 18: Central Las Nieves; 19: Convento Viejo.

Ubicación de las Estaciones Pluviográficas en la Región del Maule

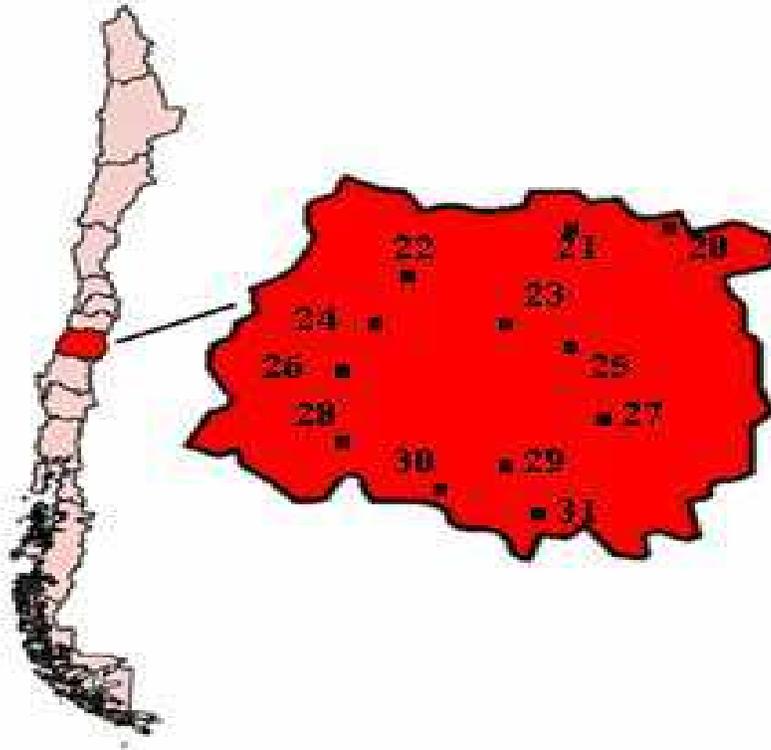


Figura N°5: 20: Potrero Grande, 21: Los Queñes; 22: Pencahue; 23: Talca; 24: San Javier; 25: Colorado; 26: Melozal; 27: Embalse Ancoa; 28: Parral; 29: Embalse Digua; 30: San Manuel; 31: Embalse Bullileo.

Ubicación de las Estaciones Pluviográficas en la Región del Bío-Bío

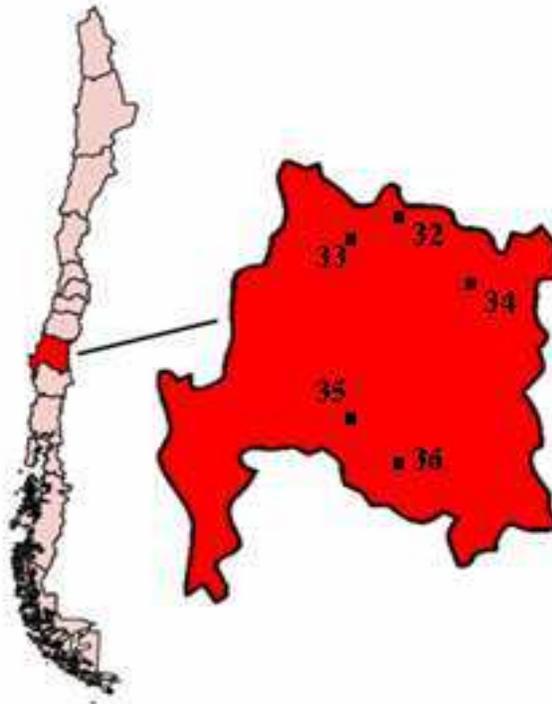


Figura N°6: 32: Embalse Coihueco; 33: Chillán Viejo; 34: Embalse Diguillín; 35: Quilaco; 36: Cerro el Padre.

Ubicación de las Estaciones Pluviográficas en la Región de la Araucanía



Figura N°7: 37: Traiguén; 38: Curacautín; 39: Pueblo Nuevo; 40: Pucón.