



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

**EVALUACIÓN DE MÉTODOS HIDROLÓGICOS PARA LA COMPLETACIÓN
DE DATOS FALTANTES**

PAULA ANDREA AUSENSI TAPIA

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

PROFESOR GUÍA: DR. ING. ROBERTO PIZARRO TAPIA

TALCA – CHILE

2005



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

*La Srta. Paula Andrea Ausensi Tapia, ha realizado la Memoria :
"Evaluación de Métodos Hidrológicos para la Completación de Datos
Faltantes", como uno de los requisitos para optar al Título de Ingeniero Forestal.
El Profesor Guía es el Sr. Dr. Ing. Roberto Pizarro Tapia.*

*La comisión de Calificación constituida por los profesores Sr. Roberto
Pizarro T. y la Sra. Ursula M. Doll, han evaluado con nota 6,8 (seis coma ocho)*

MARCIA VASQUEZ SANDOVAL
DIRECTORA
ESCUELA DE INGENIERIA FORESTAL

Talca, Agosto 2005.

*A mis padres Mónica y José
Por su apoyo e incondicional amor
y a mi hermosa hija Rosario
Gracias por todos los sueños que hiciste
nacer en mí desde que te conocí.*

AGRADECIMIENTOS

A mi profesor guía Don Roberto Pizarro Tapia, por sus valiosos consejos gracias a los cuales fue posible llevar a buen termino esta memoria. Agradezco su confianza, paciencia y cariño.

A la Dirección General de Aguas, VII Región, en nombre de su Director Don Pedro Bravo Carrasco, a todos los funcionarios por la información técnica facilitada, para el desarrollo de esta memoria y por la cordial acogida brindada durante mi práctica profesional.

A Mará Eliana Reyes, por toda la ayuda prestada durante tanto tiempo, por que siempre confiaste en mí y tuviste la palabra precisa cuando lo necesite, eres una valiosa persona pero sobre todo una gran amiga.

A mis queridas amigas Daniela, Maggie y Mariela, por los años de amistad, de alegría, de risas y llantos, en fin de tantos momentos que de una u otra forma harán que estos años de universidad sean inolvidables.

Y finalmente a todos mis compañeros, amigos y profesores que formaron parte de mi vida durante este periodo. Gracias por todo...

ÍNDICE

	Página
RESUMEN	
SUMMARY	
1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS	
2.1. Objetivo general	3
2.2. Objetivos específicos	3
3. ANTECEDENTES GENERALES	4
4. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	
4.1. Concepto de precipitación	7
4.2. Formación de la precipitación	8
4.3. Medición de la precipitación	9
4.4. Sistemas de monitoreo	10
4.5. Análisis de la precipitación	11
4.6. Métodos de completación de información hidrológica faltante	12
4.6.1. Completación por regresión lineal	16
4.6.2. Completación por razones de distancia	17
4.6.3. Completación por promedios vecinales	18
4.6.4. Completación por razones promedio	20
4.6.5. Completación por correlación con estaciones vecinas	21

5. METODOLOGÍA	23
5.1. Desarrollo de la investigación	23
5.1.1 Revisión bibliográfica	23
5.1.2. Recopilación de la información pluviométrica	24
5.1.3. Selección aleatoria de datos faltantes	24
5.1.4. Aplicación de los métodos de completación	25
5.1.4.1. Método de regresión lineal	25
Supuestos de regresión lineal	26
a. Supuesto de normalidad	26
i. Test de Kolmogorov-Smirnov	27
ii. Probabilidad normal de residuos	27
b. Supuesto de Homocedasticidad	28
c. Supuesto de no- autocorrelación	29
i. Método d de Durbin – Watson	30
ii. Gráfico de residuos versus tiempo	30
5.1.4.2. Completación por razones de distancia	32
5.1.4.3. Completación por promedios vecinales	33
5.1.4.4. Completación por razones promedio	34
5.1.4.5. Completación por correlación con estaciones vecinas	35
5.1.4.6. Completación por regresiones múltiples	36
5.1.5. Análisis comparativo de la calidad de la estimación	37
5.1.6. Presentación de resultados	41
5.1.7. Análisis y discusión de resultados	42
5.1.8. Conclusiones y recomendaciones	42
5.2. Materiales	42

6. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	44
6.1. Selección aleatoria de datos faltantes	44
6.2. Cálculos previos a la aplicación de los métodos de completación	45
6.2.1. Método de regresión lineal	45
6.2.2. Completación por razones de distancia	45
6.2.3. Completación por razones promedio	46
6.3. Aplicación de los métodos de completación	47
6.4. Análisis comparativo de la calidad de la estimación	64
6.4.1. Coeficiente de determinación (R^2)	64
6.4.2. Error estándar de estimación (EEE)	64
6.4.3. Test de concordancia de Bland y Altman (ACBA)	69
6.4.4. Análisis de varianza (ANDEVA)	77
7. ANÁLISIS DE RESULTADOS	79
7.1. Análisis del comportamiento de las precipitaciones, por estación estudiadas	79
7.1.1. Estación Armerillo	79
7.1.2. Estación Colorado	82
7.1.3. Estación Huapi	85
7.1.4. Estación El Guindo	88
7.1.5. Estación Gualleco	91
7.1.6. Estación Pencahue	93
7.1.7. Estación San Javier	96
7.1.8. Estación Talca	99
7.2. Métodos de completación	101
7.2.1. Regresión lineal simple	104
7.2.2. Razones de distancia	103
7.2.3. Promedios vecinales	103

7.2.4. Razones promedios	104
7.2.5. Correlación con estaciones vecinas	104
7.2.6. Regresión múltiple	105
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	106
8.1. Conclusiones	106
8.2. Recomendaciones	107
9. BIBLIOGRAFÍA	109

APÉNDICES

I MÉTODO DE COMPLETACIÓN REGRESIÓN LINEAL SIMPLE

- ◆ Estación Armerillo
- ◆ Estación Colorado
- ◆ Estación Huapi
- ◆ Estación El Guindo
- ◆ Estación Gualleco
- ◆ Estación Penciahue
- ◆ Estación San Javier
- ◆ Estación Talca

II SUPUESTOS DE REGRESIÓN LINEAL SIMPLE

- ◆ Estación Armerillo
- ◆ Estación Colorado
- ◆ Estación Huapi
- ◆ Estación El Guindo
- ◆ Estación Gualleco
- ◆ Estación Penciahue
- ◆ Estación San Javier
- ◆ Estación Talca

RESUMEN

Esta memoria, pretende evaluar la aplicabilidad de distintos métodos para la completación de datos pluviométricos faltantes, en la Región del Maule, Chile. Estos métodos son los que UNESCO-ROSTLAC, 1982, en el marco del balance hídrico para América Latina y el Caribe, propuso para la estimación de la precipitación puntual, cuando hay carencia de información.

Los métodos analizados fueron, correlación lineal, completación por razones de distancia, completación por promedios vecinales, completación por razones promedio y completación por correlación con estaciones vecinas. Además se agregó el método de completación por regresiones múltiples.

Para la aplicación de los métodos de completación, se ocupó la precipitación mensual de 15 años de 8 estaciones pluviométricas (Armerillo, Colorado, El Guindo, Huapi, Gualleco, San Javier, Penciahue y Talca), ubicadas en la Región del Maule. El análisis de los resultados se llevó a cabo bajo 4 criterios de evaluación: Menor valor dp , con el test de concordancia de Bland y Altman; valor $p > 0.05$ con el análisis de varianza ANDEVA; mayor valor del coeficiente de determinación R^2 ; y menor valor del error estándar de estimación EEE.

Con lo anterior y según los resultados, se pudo establecer que el método de completación que más se ajustó a la precipitación real fue el Método de Regresión Múltiple con 2 y 3 estaciones cercanas, siendo elegido como el que presenta menores errores en todas las estaciones utilizadas. Asimismo los errores estándar de los otros métodos estudiados fueron demasiado altos, lo que los hace no recomendables, excepto el de correlación con estaciones vecinas que tiende a acercarse en sus resultados al de regresiones múltiples.

SUMMARY

This study analyzes the applicability of different methods for estimating rainfall data in Maule region of Chile. These methods were suggested by Unesco, 1982, in order to get the Hydrological Balance in Latin America and the Caribbean.

The following six methods were studied to complete lack data: Lineal regression, rate distances, local averages, average rate and completing through correlation with neighbors station. It was added by multiple regressions method.

Method used involved 8 rain gauge stations, and they are Armerillo, Colorado, El Guindo, Huapi, Gualleco, San Javier, Penciahue and Talca, whose monthly data base was eliminated for a 15 years period. Analysis of results was carried out under four evaluation approaches: smaller value dp , with Agreement test of Bland and Altman; p value > 0.05 linked to variance analysis, ANDEVA; bigger value of the coefficient of determination R^2 ; and smaller value of the standard error of estimate EEE .

Results showed Method of Multiple Regression including 2 and 3 closer rain gauges station, had got the best adjustment to real data. The rest did not give good results, except correlation with neighbors station method, where some results are similar with multiple regressions.

1. INTRODUCCIÓN

El agua es la sustancia más abundante de la tierra, es el principal constituyente de todos los seres vivos y ejerce una fuerza muy importante que constantemente esta cambiando la superficie terrestre. También es un factor clave en la climatización del planeta y para la existencia humana. (Chow *et al.* 1994)

Desde el punto de vista hidrológico, la precipitación es la fuente primaria de agua de la superficie terrestre, y sus mediciones forman el punto de partida de la mayor parte de los estudios concernientes al uso y control del agua (Aparicio, 2003).

Como una de las variables de mayor importancia en los estudios hidrológicos, la precipitación se define como la cantidad de agua caída en una zona determinada, ya sea en forma de lluvia, nieve, granizo o rocío. Asimismo la precipitación, junto con la temperatura, son de los elementos del clima que influyen más directamente sobre la naturaleza y su configuración. La distribución temporal y espacial condiciona los ciclos agrícolas y forestales, así como el desarrollo de las principales especies vegetales y animales (Fernández, 1995).

Por esto es de suma importancia conocer el comportamiento y la forma de evaluación que tiene la precipitación. En la mayoría de los estudios relacionados con hidrología y en investigaciones de los recursos naturales o relacionados con el medio ambiente, el punto de partida es la estimación de las precipitaciones.

En la estimación de la precipitación, cuando hay carencia de datos, existen diversos métodos que van desde la utilización de avanzadas tecnologías como el uso de satélites, programas estadísticos, modelaciones hidrológicas, etc, hasta la utilización de métodos tradicionales.

Los primeros por su elevado costo, no siempre son de masiva utilización, por otro lado los métodos tradicionales son los de más fácil y masiva utilización, ya que consisten en fórmulas matemáticas simples, en donde se establecen relaciones entre estaciones patrones o cercanas y la estación con carencia de información. Cabe mencionar que dentro del marco de la realización del balance hídrico para América Latina y el Caribe, UNESCO - ROSTLAC, 1982, propuso una serie de métodos para la estimación de la precipitación puntual, cuando hay carencia de información.

Estos últimos son los métodos que se utilizarán en esta memoria, en estaciones pluviométricas de la Región del Maule, Chile.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Contribuir a un mejor uso de los métodos de completación de datos pluviométricos en la Región del Maule.

2.2 Objetivos Específicos

Determinar la calidad de predicción de algunos métodos de completación de datos pluviométricos faltantes utilizados en hidrología.

Establecer recomendaciones de uso para los distintos métodos de completación de datos analizados.

En la economía regional se destacan principalmente la agricultura, proveedora de materias primas a las industrias vitivinícola, molinera, azucarera, aceitera, maderera y de celulosa. Los cultivos tradicionales han dejado paso a otros de tipo industrial. La producción frutícola, incluyendo viñas, se ha visto favorecida por las condiciones climáticas, de suelo y recursos hídricos, El sector forestal ha destinado mayoritariamente su producción a la exportación; la minería regional esta enfocada hacia productos no metálicos y el sector pesquero es básicamente artesanal (Ramírez, 1998).

El clima de la VII Región se encuentra dominado por condiciones anticiclónicas durante buena parte del año y por condiciones frontales intermitentes durante el invierno.

En esta región, las precipitaciones son casi exclusivamente de origen frontal y más abundante en invierno. Las precipitaciones entre mayo y agosto, alcanzan al 70% ó 75% del total anual. Entre octubre y marzo ocurre la estación seca, que se prolonga por 4 hasta 6 meses, en que llueven menos de 40 mm mensuales. En invierno se presentan intensas nevazones en la cordillera, que se constituyen en importantes reservas hídricas para la temporada estival y definen el desarrollo de los sistemas fluviales de la zona.

Por último, en relación a la investigación, es importante señalar que para realizar comparaciones entre los métodos de completación de datos hidrológicos faltantes, en la Región del Maule, se utilizaron datos de precipitaciones provenientes de las estaciones que se dan a conocer en la figura N° 2.

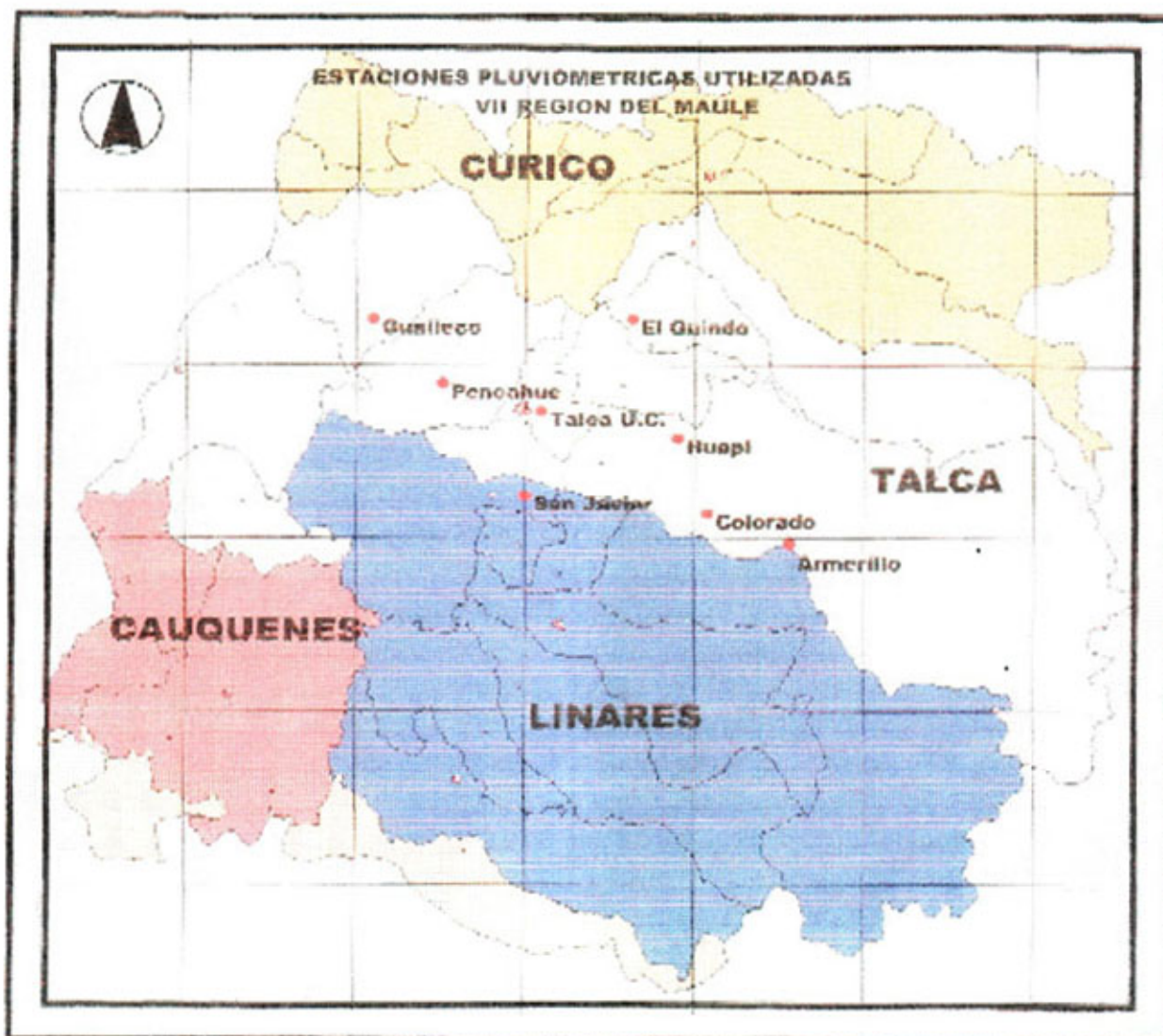


Figura N° 2: Ubicación geográfica de las estaciones pluviométricas utilizadas.

Fuente: Base de datos digitalizada DGA VII Región

4. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

De los diversos procesos meteorológicos que ocurren continuamente en la atmósfera, los más importantes para la hidrología son los de precipitación y evaporación, en los cuales la atmósfera interactúa con el agua superficial (Chow *et al*, 1994).

4.1 Concepto de Precipitación

La precipitación es definida por UNESCO – ROSTLAC, 1982, como el agua que proviene de la humedad atmosférica y que cae a la superficie terrestre, principalmente en estado líquido (lluvia) o sólido (nieve o granizo). Además, menciona que esta variable puede ser considerada como la más importante dentro de las que intervienen en el balance hídrico.

Según Llamas, 1993, la precipitación constituye un fenómeno físico que describe la transferencia de agua, en su fase líquida (lluvia) o sólida (nieve y granizo), entre la atmósfera y el suelo. También hace referencia a que las precipitaciones sobre los continentes, representan el elemento más importante del ciclo hidrológico.

Para Chow *et al*, 1994, la precipitación incluye la lluvia, la nieve y otros procesos, tales como granizo y nevisca, mediante los cuales el agua cae a la superficie terrestre.

4.2 Formación de la Precipitación

Para que se formen las nubes, el agua que se evapora de la superficie terrestre debe elevarse hasta que la presión y la temperatura sean las necesarias para que exista condensación (Aparicio, 2003), es decir, hasta que se convierta en rocío. Cuando una masa de aire asciende, se ve sujeta a una presión gradualmente decreciente, entonces se expande y, al expandirse en virtud de las leyes de los gases, va disminuyendo su temperatura. Cuando la temperatura disminuye, como para quedar por debajo del punto de rocío, comienza la condensación.

La condensación comienza cuando se unen varias de las pequeñas gotas que forman las nubes, para formar gotas más grandes; sin embargo, para que esta unión se verifique en cantidades significativas, sin la intervención de otros elementos, es necesario que la supersaturación (temperaturas más bajas del punto de rocío) sea mayor que la que normalmente se produce en la atmósfera (Aparicio, 2003). Luego, bajo esas condiciones, se formarán los núcleos de condensación uniformes.

Estos núcleos, junto con la incorporación de sustancias orgánicas presentes en la atmósfera, humos de combustiones naturales o artificiales, polen y sobre todo cristales de arena, que se encuentran incluso en sitios muy distanciados del mar, forman gotas más grandes, que ya tienen un peso considerable como para caer por la acción de la fuerza de gravedad. Durante su caída, las gotas crecen aun más, alcanzando diámetros de alrededor de 5 a 7 mm o incluso mayores (Salgado, 1978).

Para la producción de una cierta cantidad de lluvia, se requiere que se satisfagan o cumplan las siguientes condiciones:

- ◆ Un mecanismo para producir acumulación de humedad.
- ◆ Un mecanismo para producir enfriamiento del aire.
- ◆ Un mecanismo para producir condensación.
- ◆ Un mecanismo para producir el crecimiento de las gotas.

La ocurrencia simultánea de estos mecanismos, es una condición suficiente para producir una fuerte lluvia (Salgado, 1978).

4.3 Medición de la Precipitación

Las mediciones hidrológicas se hacen con el fin de obtener información de los procesos hidrológicos. Esta información se utiliza para entender mejor estos procesos y como información de entrada en modelos de simulación hidrológica para el diseño, análisis y toma de decisiones.

Para Chow *et al*, 1994, la Década Hidrológica Internacional (1965 – 1974) fomentó una rápida expansión de la recolección de información hidrológica en todo el mundo, y ahora es una práctica rutinaria el almacenar información hidrológica en computadores y tenerla disponible en forma leíble en máquinas, en cintas o discos magnéticos. Estos dos desarrollos, la expansión y la computarización de la información hidrológica, han puesto a disposición de los hidrólogos una gran cantidad de información, la cual permite estudios con mayores detalles y precisión que lo que ocurría en años anteriores.

Como los fenómenos hidrológicos tienen variación en el espacio y el tiempo, presentan un carácter aleatorio y probabilístico. La precipitación es la fuerza motriz de la fase terrestre del ciclo hidrológico, y la naturaleza aleatoria de la precipitación, hace que la predicción de procesos hidrológicos resultantes para un tiempo futuro, siempre esté sujeta a un grado de incertidumbre. Este tipo de incertidumbre hace necesario que las mediciones hidrológicas sean observaciones hechas en el lugar de interés o muy cerca de éste, de tal manera que las conclusiones puedan sacarse de observaciones *in situ* (Chow *et al*, 1994).

El énfasis que ha puesto la hidrología en la precipitación se debe fundamentalmente a que dichos datos se pueden obtener en forma fácil y barata.

4.4 Sistema de Monitoreo

Las investigaciones de aguas lluvias en las zonas urbanas requieren de sistemas de recolección de información e instrumentos bien diseñados, tanto para la cantidad como para la calidad del agua.

Los estudios hidrológicos en los cuales se deben obtener datos hidrometeorológicos, tomados directamente en el terreno, demandan como medida de seguridad que se cumplan todas las normas establecidas para tales casos, como que las medidas van a ser obtenidas con la precisión adecuada y el realizar observaciones continuas durante un lapso adecuado, entre otras, ya que las medidas esporádicas no pueden conducir a estudios hidrológicos de garantía.

El conocimiento de la red pluviométrica a nivel nacional es básico, así como la recopilación y análisis de registros de todas las estaciones ubicadas dentro y en los alrededores de cada una de las cuencas sujetas a estudio, (UNESCO -

ROSTLAC,1982). En Chile, las estaciones están administradas por la Dirección General de Aguas, DGA, dependiente del Ministerio de Obras Públicas.

La red de estaciones Hidrometereológicas que posee en la actualidad la DGA, se encuentra a cargo de observadores, los que registran los datos proporcionados por el instrumental. Además son supervisadas y mantenidas por profesionales de la Dirección General de Aguas.

La longitud de los registros necesarios para obtener la media representativa de un lugar determinado, depende de la variabilidad de la precipitación, la que a su vez depende de la localidad y de variados factores meteorológicos, como temperatura, viento, humedad, insolación, etc. (Salgado, 1978).

4.5 Análisis de la Precipitación

Los registros provenientes de pluviómetros o pluviógrafos, representan una muestra extremadamente pequeña de la lluvia total caída en una cierta área. Según Salgado, 1978, por ejemplo, una lluvia de 1 cm así recolectada, representa una muestra de $1/3 \times 10^{-6}$ de lo caído en una hectárea.

En la evaluación de problemas hidrológicos, en los que se requiere conocer el volumen de agua caída, es decir, el producto de una cierta altura de agua por el área, es necesario utilizar métodos adecuados para calcular la lluvia promedio caída durante cierto tiempo.

La precisión de un registrador de lluvia en el cálculo de la altura de agua, depende de la densidad y distribución de los instrumentos, el tamaño, la

naturaleza y la topografía de la hoya, así como el tipo de tormenta, incluyendo su duración y desplazamiento y de los métodos adoptados para evaluar dichos datos.

En numerosos análisis hidrológicos, es necesario disponer de la precipitación media la cual se recoge en una zona determinada, normalmente una cuenca hidrográfica. Sin embargo, los datos disponibles están formados por un conjunto de lecturas de precipitación, obtenidos en una serie de observatorios distribuidos irregularmente sobre la zona de estudio y los alrededores (Mintegui, 1990). Es en este sentido que los investigadores se ven enfrentados a la gran problemática de la carencia considerable de información, ya que una evaluación precisa, está estrechamente ligada con la cantidad y calidad de información disponible en tiempo y espacio, lo cual influye directamente en la obtención de los objetivos que se persiguen.

La carencia, está referida primordialmente a información pluviométrica, la cuál, inclusive, denota errores de consistencia en los registros existentes, además de lapsos en los cuales por diversas causas, la información no existe, pues de contar con un control de toda la información necesaria, las dificultades para su evaluación serían prácticamente mínimas (Pizarro *et al*, 1993).

4.6 Métodos para la completación de Información hidrológica faltante.

La completación de datos es imprescindible cuando se trabaja con series, en las cuales el período debe ser continuo.

Para la determinación de los datos faltantes, se utilizan diversos métodos, los cuales normalmente se basan en fórmulas empíricas, donde se relacionan

determinadas variables hidrológicas que independientemente de su base teórica, responden a la estructura de un estudio estadístico de correlación entre variables y un análisis de regresión múltiple (Mintegui, 1990).

Dentro de los métodos utilizados para la completación de datos, se puede citar el que utiliza la Oficina del Censo de los Estados Unidos. Éste consiste en asignar al dato ausente, un valor tomado al azar de entre los restantes eventos que tienen idéntica respuesta en el resto del cuestionario; si eventualmente no existiese otro igual, se introduce una distancia entre cuestionarios, y se busca aquel que diste menos. (López *et al*, 2000)

El método anteriormente señalado, no es totalmente aplicable en sistemas hidrológicos, ya que como las precipitaciones se explican con probabilidades, no se le podría asignar a un valor ausente, el mismo valor de otro evento ausente. Pero sí se puede establecer una relación, entre un dato ausente, con los otros datos de su misma serie.

En el estudio llamado, “ Análisis por componentes principales de datos pluviométricos”, trabajo realizado por López *et al*, en 2000, dedican un capítulo para la eliminación de ausencias, en donde, utilizaron una serie de métodos, para solucionar la problemática de la falta de información, los cuales se detallan a continuación.

- ◆ **Por proximidad:** Consiste en asignar a cada estación que se desea completar, una lista de estaciones alternativas, de las que se extraen datos faltantes en la original.
- ◆ **Por interpolación temporal entre registros:** Se utiliza cuando falte un dato x ; entonces se buscan el dato anterior y el posterior más próximos, en los que se tenga datos medido en esa estación, y se interpola linealmente.

- ◆ **Por interpolación temporal de coeficientes principales:** se utiliza cuando falta un dato, el que se obtiene con los datos más próximos, anterior y posterior, en todas las demás estaciones estudiadas (se trabaja con matrices y vectores). Se hace notar que en este método se trabaja con el conjunto de las n estaciones, no con cada una por separado.

El principal resultado que se arrojó este estudio fue establecer que cuando se trabaja con métodos, que se basan en el comportamiento temporal de un fenómeno, pueden distorsionar en forma significativa las características generales de la serie datos, en particular si la cantidad de ausencias es un porcentaje alto del total de la información.

Otro estudio en el cual se utilizaron métodos de completación de datos, es el realizado por, Cazalac, 2005, en la "Guía Metodológica para la Elaboración del Mapa de Zonas Áridas , Semiáridas y Subhúmeda secas de América Latina y el Caribe", en el capítulo de la completación de datos, se plantea que para completar las series, se debe contar, como es lógico, con una región o espacio dentro del cual sea aplicable la extensión y relleno de datos. Así la extensión de datos a completar, dependerá de la precisión que se exija para el relleno, de la variable que se trate y del nivel temporal al cual se pretende completar valores. Por lo tanto, antes de elegir la metodología de relleno para completar una serie climática o hidrológica, hay que tener en cuenta lo siguiente:

- ◆ Nivel de agregación temporal de los vacíos (o datos erróneos a corregir).
- ◆ La utilidad física o región en la que se encuentra la estación a completar.
- ◆ La exactitud o margen de error que permite el estudio.

Los métodos de relleno que esta guía contempla para estimar datos faltantes, son los siguientes :

- ◆ **Completación por regresión lineal :** Este método consiste en la estimación del dato faltante a partir de regresiones lineales; se aplica con una o varias estaciones cercanas, que cuenten con una serie confiable de observaciones durante un periodo compartido.

- ◆ **Completación por razones de distancias:** Se utiliza, si en una zona plana se cuenta con dos estaciones completas y una estación incompleta, se completan datos en función de la distancia.

- ◆ **Completación por promedios vecinales:** En este método se debe utilizar una disposición de las estaciones triangular, en donde, la estación con carencia de información, debe quedar en el centro de éste triángulo, la precipitación se obtiene mediante un promedio de las estaciones vecinas.

- ◆ **Método de los cocientes normales:** En este método las precipitaciones se pesan por el inverso del cuadrado de la distancia hasta la localidad de interés. El resultado es normalizado dividiéndolo por la suma de los pesos.

- ◆ **Completación por correlación con estaciones vecinas:** Este método incorpora la ponderación de precipitaciones, en función de los coeficientes de correlación obtenidos entre los registros de la estación en estudio y las estaciones vecinas.

Por último y siguiendo con lo anterior, se puede establecer que si bien existen diversos métodos que pueden ser utilizados en Chile, esta memoria se basó en los métodos de completación de datos que UNESCO-ROSTLAC, 1982, dentro del marco de la elaboración del "Balance Hídrico para América Latina y el Caribe", propuso para la estimación de la precipitación puntual, cuando hay carencia de información.

4.6.1 Completación por regresión lineal

Este método es uno de los más utilizados; se recomienda para la estimación de datos mensuales y anuales de la estación X en estudio y las de una estación pluviométrica cercana que cuente con una estadística consistente y observada.

Se requiere establecer una correlación lineal entre una estación patrón y la estación que tenga carencia de información, mediante una ecuación lineal de dos variables del tipo.

$$\hat{y} = a + b * x$$

Donde;

\hat{Y} = Valor estimado de la precipitación para la estación carente (mm).

x = Valor de precipitación registrado en la estación patrón (mm).

a, b = constantes de regresión.

Este método, a pesar de ser de muy fácil aplicación, no puede ser aplicado indiscriminadamente, dado que es necesario saber si la calidad del ajuste es buena o mala. Una mala calidad del ajuste, puede llevar a la generación de información sin consistencia, lo cual en lugar de mejorar la situación, la empeora por la agregación estadística de datos no representativos de la realidad a la que se pretende estimar (UNESCO - ROSTLAC, 1982).

Por esta razón, es posible utilizar el coeficiente de correlación como una forma de establecer la calidad de los datos. Con la determinación del coeficiente de correlación r , se puede estimar el grado de correlación lineal que existe entre

las estaciones en estudio, y cuyo valor oscila entre $-1 \leq r \leq 1$, donde el valor 0 indica una correlación nula, en tanto los valores 1 y -1 , denotan una correlación total.

En términos hidrológicos se considera aceptable una regresión cuyo valor de r está entre $\pm 0,8$ (Pizarro *et al*, 1993). Además deben utilizarse distintos métodos estadísticos, que permitan evaluar la calidad de los ajustes obtenidos.

4.6.2 Completación por razones de distancias

Este método se utiliza para la estimación de datos menores de un año, en zonas planas no montañosas; las estaciones deben tener una disposición espacial lineal como la de la figura N° 3.

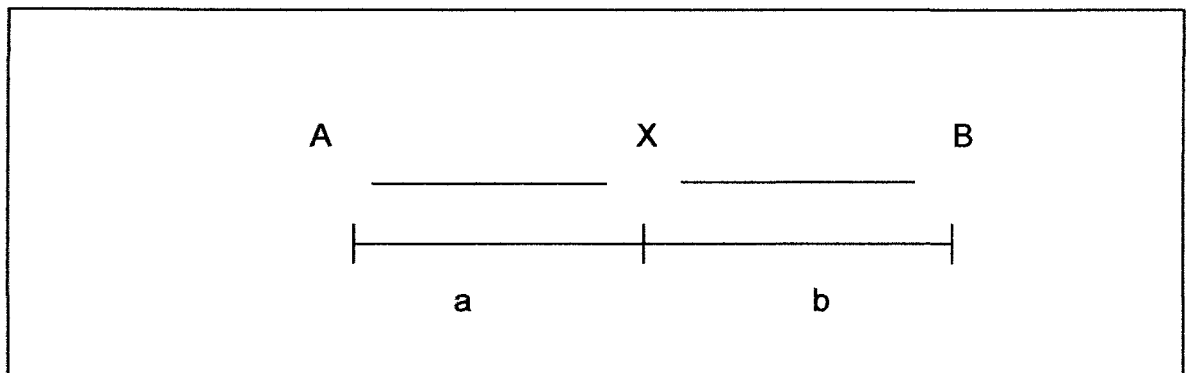


Figura N° 3: Disposición espacial para la completación, por razones de distancia.

(Fuente: Pizarro *et al*, 1993).

Donde;

X = Representa la posición de una estación con carencia de información.

A y B = Señala la presencia de estaciones con información completa.

a y b = Representa la distancia sobre un plano desde la estación X

La estación con carencia de datos debe quedar entre dos estaciones que presenten una estadística completa (UNESCO - ROSTLAC,1982).

En este caso es posible utilizar la siguiente expresión:

$$PX = PA + a * [(PB - PA) / (a + b)]$$

Donde;

PX, PA, PB , representan la precipitación para las estaciones X, A y B, respectivamente, para el período en estudio.

En este método se ocupan las precipitaciones y las distancias, por lo tanto se debe asumir una variación lineal de las precipitaciones, en función de las distribuciones.

4.6.3 Completación por promedios vecinales

Se utiliza para la completación de datos menores de un año, en zonas planas no montañosas. Se debe considerar la distribución espacial en donde la estación con carencia de datos, queda ubicada al centro de tres estaciones con estadística completa, como se muestra en la figura N° 4 (UNESCO-ROSTLAC,1982).

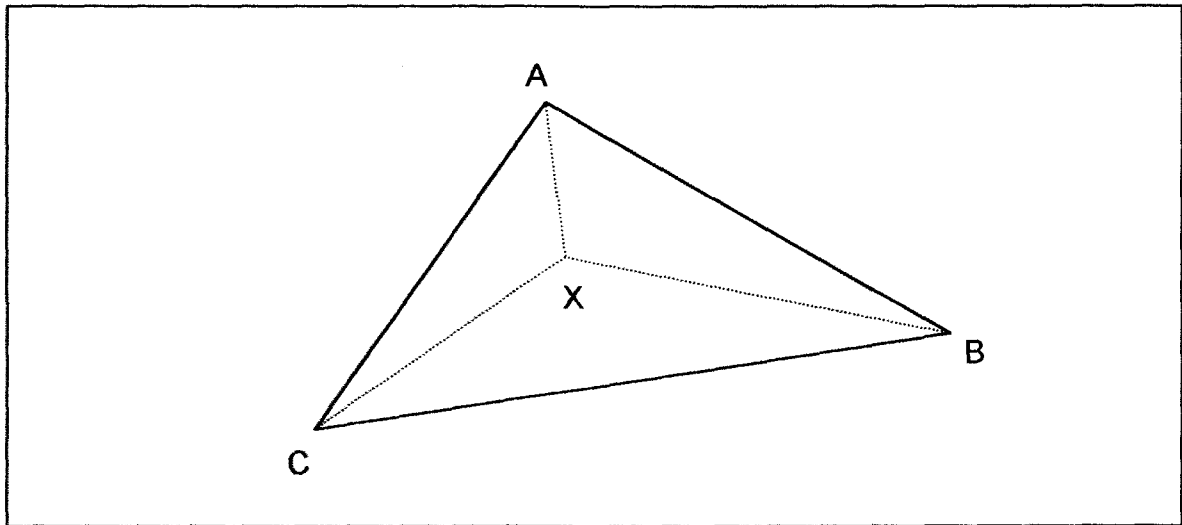


Figura N° 4 : Disposición espacial para la completación de datos por promedios vecinales. (Fuente: Pizarro *et al*, 1993).

Donde;

X, A, B y C representan la disposición espacial de cuatro estaciones pluviométricas, y donde la estación x es la que presenta carencia de información.

De cumplir con esto, es posible la utilización de la siguiente expresión para estimar las precipitaciones.

$$P_x = \sum_{i=1}^n P_i / n$$

Donde;

P_i = Precipitación de la estación i en el período de estudio.

n = Número total de estaciones.

Este método es básicamente una estimación que resulta, del cálculo de un promedio aritmético en las n estaciones vecinas existentes.

4.6.4 Completación por razones promedio

Es complementario al método anterior, y se define por la siguiente base conceptual. Si en una zona cualquiera, la precipitación normal de la estación X, difiere en más de un 10% con alguna de las estaciones vecinas, entonces es necesario aplicar la siguiente ecuación:

$$P_x = \bar{P}_x / N * [PA / \bar{P}_A + PB / \bar{P}_B + + PN / \bar{P}_N]$$

Donde;

$\bar{P}_X, \bar{P}_A, \bar{P}_B, \dots, \bar{P}_N$ = promedio normal de las precipitaciones anuales registradas en un período común para las N estaciones y la estación X.

PA, PB, \dots, PN = precipitación en las N estaciones durante el período que falta en X.

Lo que se logra al aplicar este método, es realizar una estimación para la estación faltante, en función de las relaciones entre precipitaciones de un período en estudio y las precipitaciones normales (Pizarro *et al*, 1993).

Cabe señalar que se entiende por precipitación normal, el promedio de los últimos treinta años; de no contarse con los registros de esta duración, bastará con utilizar los existentes en términos promedio.

4.6. 5 Completación por correlación con estaciones vecinas

Este método incorpora la ponderación de precipitaciones, en función de los coeficientes de correlación obtenidos entre los registros de la estación con datos faltantes y las estaciones vecinas (UNESCO - ROSTLAC, 1982).

Aquí se utilizan las precipitaciones estimadas a partir de correlaciones entre la estación con carencia de datos y cada una de las estaciones vecinas, y los coeficientes de correlación entre los registros de la estación con falta de información y las estaciones vecinas. Su expresión matemática es la siguiente:

$$PX = \frac{PXA * rXA + PXB * rXB + \dots + PXN * rXN}{rXA + rXB + \dots + rXN}$$

Donde;

PX = Valor estimado de precipitación en X .

PXi = Valor estimado de precipitación en X , a partir de las correlaciones con cada una de las i estaciones.

rXi = Coeficiente de correlación entre los registro de la estación X , y cada una de las i estaciones.

A, B, \dots, N = Estaciones consideradas.

5. METODOLOGÍA

El estudio se realizó con el fin de evaluar los métodos hidrológicos para la completación de datos faltantes, en la región del Maule. Los métodos que se analizaron son de regresión lineal, completación por razones de distancias, completación por promedios vecinales, completación por razones promedios, completación por correlación con estaciones vecinas y regresión lineal múltiple.

5.1 Desarrollo de la Investigación

5.1.1 Revisión Bibliográfica

Esta primera etapa consistió en la obtención de información sobre los métodos de completación de datos y su utilización tanto a nivel nacional como internacional, para realizar una descripción de los conceptos utilizados en esta memoria. Esta información corresponde a la teoría presentada en los capítulos 3 y 4, y parte de la utilizada para complementar el capítulo 5.

Cabe destacar, que la información se obtuvo, a través de diversos medios, como literatura técnica especializada en hidrología y estadística, además de Internet y revistas para complementar lo anteriormente señalado.

5.1.2 Recopilación de la Información pluviométrica.

Para esta etapa fue necesario contar con la colaboración de la Dirección General de Aguas (D.G.A), Región del Maule, ya que este organismo es el encargado de la captura de datos de esta naturaleza a lo largo del territorio nacional.

Los datos que se requieren para la aplicación de los métodos de completación de datos faltantes, corresponden a los valores de precipitación mensual, para un período de 15 años. Para este efecto se consideraron 8 estaciones, a saber, Talca, San Javier, Penciahue, Gualleco, Huapi, El Guindo, Colorado y Armerillo, las que fueron elegidas por su ubicación y por su consistencia estadística de datos.

5.1.3 Selección aleatoria de datos faltantes

En esta etapa se generaron los vacíos de información, formando los patrones con las precipitaciones reales, para posteriormente establecer las comparaciones entre las precipitaciones reales y estimadas.

Los vacíos se generados aleatoriamente, es decir, como se contaba con la información pluviométrica real, (la cual consiste en datos mensuales de 15 años con un total de 180 datos); de éstos, aleatoriamente se eligió el 20%, es decir 36 datos, los que fueron eliminados para ser considerados como faltantes. Esto en cada una de las estaciones utilizadas.

Se debe señalar que para poder utilizar de forma comparativa los métodos, en todas las estaciones se estableció que los meses en los cuales se le eliminó la información debían ser los mismos en cada estación.

5.1.4 Aplicación de los métodos de completación

Una vez establecidos los vacíos mensuales ó datos faltantes, los datos que se extrajeron se consideraron como la precipitación real, que fue la base para establecer las comparaciones entre los métodos de completación de estadísticas.

En esta etapa se aplicaron todos los métodos de completación, ya explicados en la revisión bibliográfica, lo que permitió obtener la información faltante por estación.

5.1.4.1 Método de regresión lineal

Como ya se establecieron los vacíos mensuales, se procedió con la aplicación de los métodos de completación de datos. Para el método de regresión lineal, se establecieron regresiones lineales simples entre los valores de las precipitaciones, que no fueron eliminados para la estación X, y los valores de cada una de las otras estaciones.

Para la completación de datos en cada estación con información faltante, se utilizaron las siguientes estaciones que se muestran en la tabla N° 1.

Tabla N°1 : Esquema para la aplicación del método de regresión lineal.

Estación con falta de datos (Y)	Estaciones utilizadas (X), para la estimación de la precipitación (Y)						
Armerillo	Colorado	Huapi	El Guindo	Gualleco	Pencahue	San Javier	Talca
Colorado	Huapi	El Guindo	Gualleco	Pencahue	San Javier	Talca	Armerillo
Huapi	El Guindo	Gualleco	Pencahue	San Javier	Talca	Armerillo	Colorado
El Guindo	Gualleco	Pencahue	San Javier	Talca	Armerillo	Colorado	Huapi
Gualleco	Pencahue	San Javier	Talca	Armerillo	Colorado	Huapi	El Guindo
Pencahue	San Javier	Talca	Armerillo	Colorado	Huapi	El Guindo	Gualleco
San Javier	Talca	Armerillo	Colorado	Huapi	El Guindo	Gualleco	Pencahue
Talca	Armerillo	Colorado	Huapi	El Guindo	Gualleco	Pencahue	San Javier

Supuestos de regresión lineal

a. Supuesto de normalidad

Las pruebas utilizadas para determinar si se cumple o no el supuesto de normalidad, o sea, que las perturbaciones poblacionales tienen una distribución normal, fueron el Test de Kolmogorov – Smirnov y el gráfico de Probabilidad normal de residuos.

i. Test de Kolmogorov – Smirnov

Este test viene incorporado en el programa Statgraphichs Plus. Una vez ingresados los datos, el programa entrega los siguientes resultados:

Test Kolmogorov – Smirnov (95 % de confianza)

Estadístico Kolmogorov DPLUS – Estadístico Kolmogorov DMINUS

Estadístico DN – valor p Aproximado

- ◆ Si el valor $p > 0.05$ entonces se acepta H_0 (H_0 : El ajuste cumple la condición de normalidad).
- ◆ Si el valor $p < 0.05$ entonces se rechaza H_0 (H_a : El ajuste no cumple con la condición de normalidad).

ii. Probabilidad normal de residuos

Para determinar la probabilidad normal de los datos, se utilizó el gráfico de probabilidad de residuos. Se prefirió utilizar esta gráfica, puesto que es posible observar de mejor forma la distribución de los residuos (Montgomery *et al*, 1996). En la gráfica, los residuos deben estar distribuidos homogéneamente sobre la recta, para no rechazar la hipótesis nula, como se muestra en la figura N° 5.

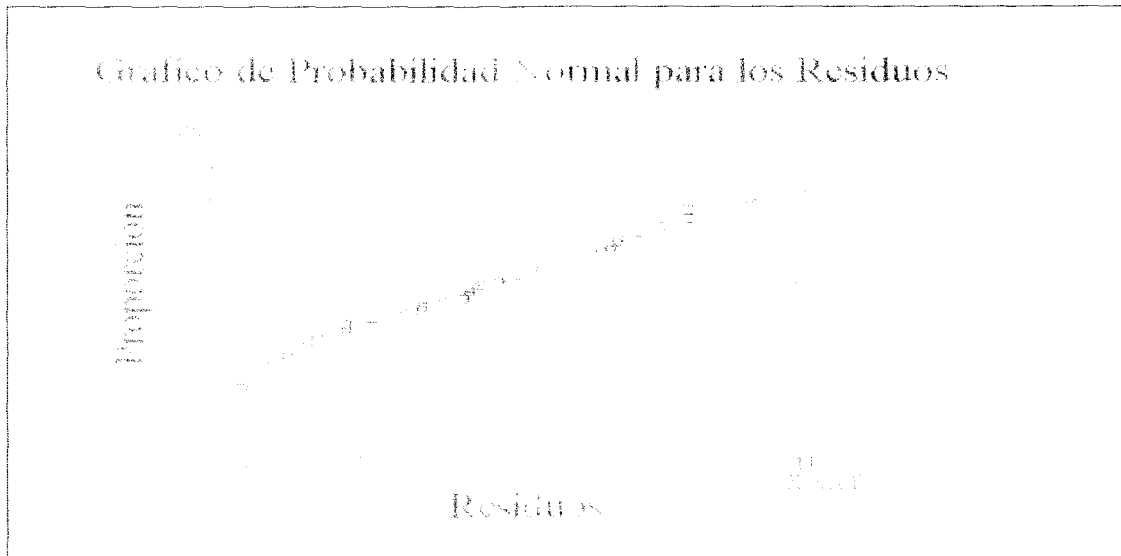


Figura N° 5: Gráfico teórico para probabilidad normal de los residuos

b. Supuesto de homocedasticidad

Gráfico de residuos: Este método gráfico detecta la heterocedasticidad a través de la presencia de patrones de comportamiento sistemático de los residuos. Para esto, se construye un gráfico de los residuos estimados al cuadrado (ordenada) y los valores estimados de la variable dependiente (abscisa). Con este gráfico se puede inferir si existe o no un comportamiento sistemático de acuerdo a algunos patrones, como se muestra en la figura N° 6 (Gujarati, 1992).

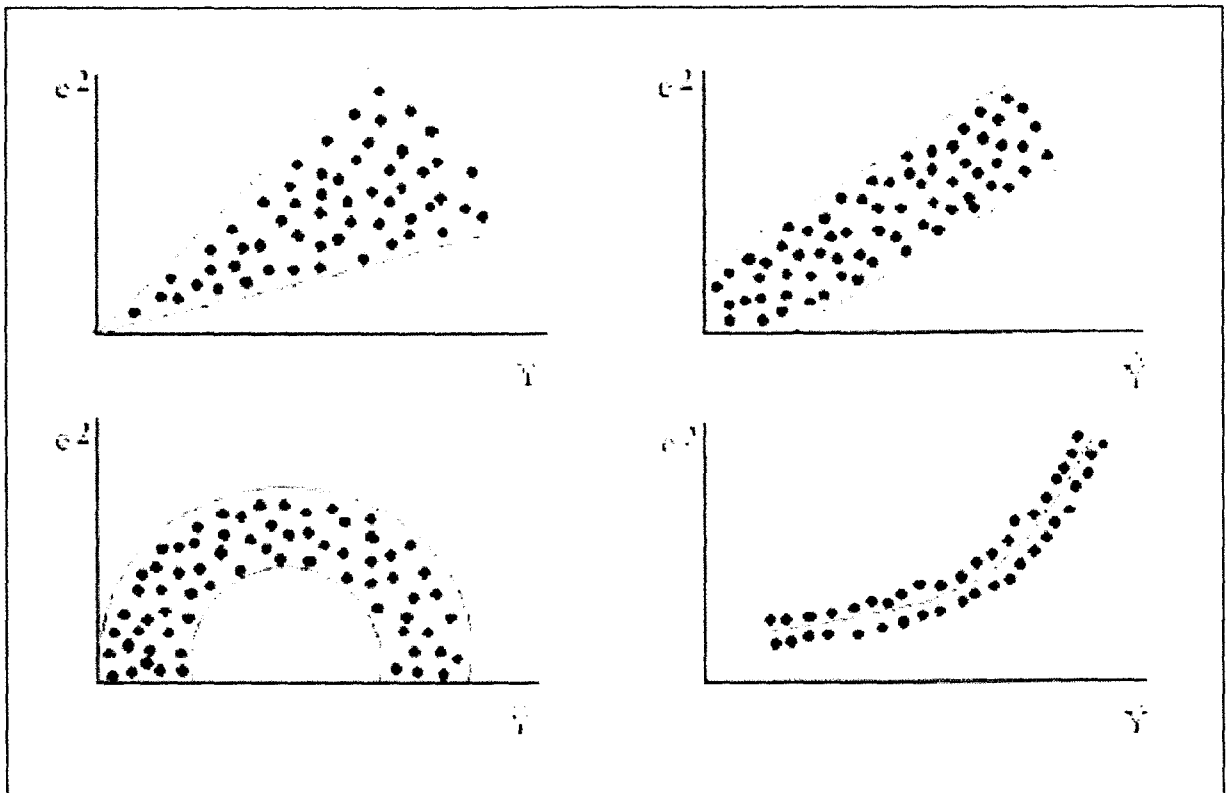


Figura N° 6: Gráfico de dispersión de los residuos con presencia de heterocedasticidad. (Fuente: Gujarati, 1992).

c. Supuesto de no- autocorrelación (Independencia)

Con este supuesto se pretende probar que las muestras son independientes unas de otras. Para esto se utilizó el método d de Durbin-Watson, apoyado por medio del gráfico de residuos versus tiempo (gráfico de autocorrelación estimada para residuos).

i. Método d de Durbin-Watson: Este método da origen a tres zonas: una zona de rechazo, una de aceptación de la hipótesis nula y una de indiferencia en donde el método no es capaz de determinar la cantidad de evidencia en contra de

la hipótesis alternativa. El valor de d fue estimado automáticamente a través del programa Statgraphics Plus V.1.4. En la tabla N° 2, se muestran las reglas de decisión de la prueba d .

Tabla N° 2: Reglas de decisión para la prueba Durbin-Watson.

HIPÓTESIS NULA	DECISIÓN	SI
No existe autocorrelación positiva	Rechazar	$0 < d < d_L$
No existe autocorrelación positiva	No hay decisión	$d_L \leq d \leq d_U$
No existe autocorrelación negativa	Rechazar	$4 - d_U < d < 4$
No existe correlación negativa	No hay decisión	$4 - d_U \leq d \leq 4 - d_L$
No existe autocorrelación positiva o negativa	No rechazar	$d_U < d < 4 - d_U$

Donde d : valor de Durbin - Watson; d_L : valor crítico superior; d_U : valor crítico inferior. (Fuente: Gujarati, 1992).

ii. Gráfico de residuos versus tiempo: Este gráfico se basa en el análisis de una serie de tiempo por medio de una representación entre los residuos obtenidos del ajuste de un modelo y el tiempo. Hipotéticamente la figura N° 7 indica que existe un intervalo de confianza (línea punteada), donde el número de frecuencias de los residuos (barras) está dado por "1" intervalos (Gujarati, 1992). La existencia de una o más frecuencia fuera del intervalo revela la presencia de autocorrelación; de lo contrario, no existe correlación serial del modelo (Gujarati, 1992).

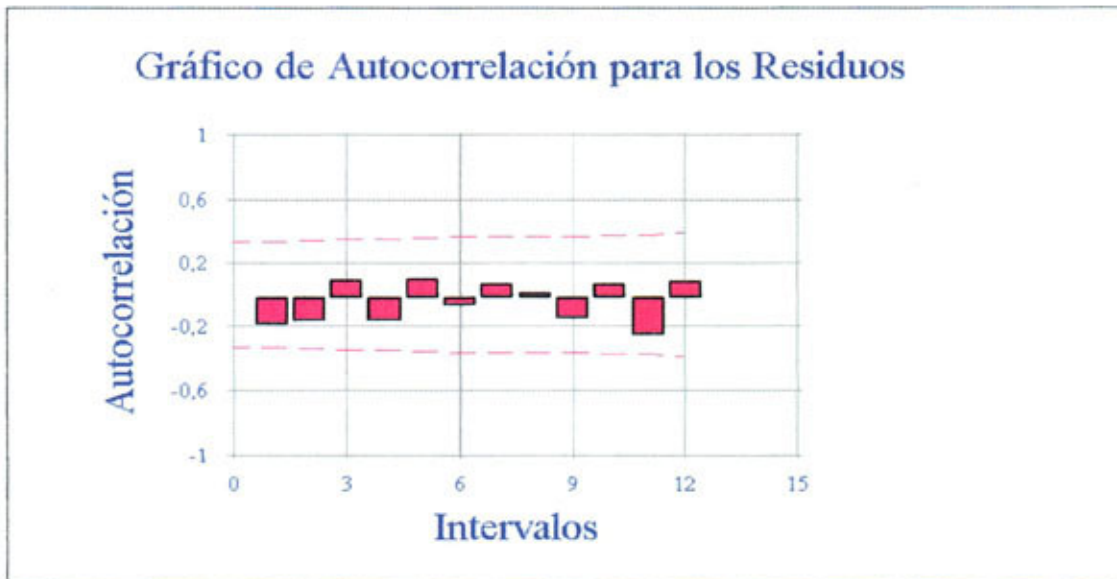


Figura N° 7: Gráfico hipotético de autocorrelación de residuos (no hay presencia de correlación serial).

Cabe destacar y en relación a los supuestos de regresión lineal, que según Gujarati, 1992, citado por Pavez, 2004, si el objetivo del modelo que se quiere ajustar es únicamente la estimación puntual, (como lo es en el caso de los métodos de completación), el método de los mínimos cuadrados en conjunto con el coeficiente de determinación R^2 , son suficientes, no necesitando que se cumplan los supuestos clásicos de regresión.

Sin embargo con el fin de poder tener una mejor herramienta de decisión, y poder comparar los resultados de este estudio con algunas extensiones de éste, de igual forma se presentan los modelos con sus respectivos supuestos clásicos de regresión.

5.1.4.2 Completación por razones de distancia

Para la aplicación del método de completación por razones de distancia, fue necesario calcular previamente las distancias entre las estaciones.

i. Cálculo de las distancias: Para el cálculo de las distancias, fue necesario ubicar las estaciones Meteorológicas en una carta topográfica con una escala 1:500.000; se eligió esta escala, ya que permitía visualizar todas las estaciones en la misma carta.

Una vez ubicadas las estaciones, se midió la distancia lineal entre las estaciones, y después se utilizaron las reglas de conversión para obtener la distancia lineal en kilómetros.

ii. Aplicación del método: Como este método considera que la estación, con carencia de información debe estar al centro de dos estaciones que tengan estadística completa, se procedió a establecer cuáles estaciones podían estimar a las otras y esto para cada estación, lo que se muestra en la tabla N° 3.

Tabla N°3 : Esquema para la aplicación del método de razones de distancia.

<i>Estación con carencia de información</i>	<i>Estación A</i>	<i>Estación B</i>
Armerillo	Colorado	Huapi
Colorado	Armerillo	Gualleco
Gualleco	El Guindo	Colorado
Huapi	El Guindo	Pencahue
El Guindo	Huapi	Gualleco
Pencahue	Huapi	Colorado
San Javier	Talca	Pencahue
Talca	Huapi	Pencahue

5.1.4.3 Completación por promedios vecinales

Como este método considera una disposición espacial de tipo triangular y requiere de tres estaciones, para estimar la precipitación en la estación que tiene información faltante, sólo fue posible aplicarlo a 5 de las 8 estaciones, las que se muestran en la figura N° 4, ya que las estaciones de Armerillo, Colorado y Gualleco, no cumplían con la disposición espacial necesaria. Salvo estas estaciones, con las restantes se utilizó el método en forma normal.

Tabla N° 4: Esquema para la aplicación del método de promedios vecinales.

<i>Estación con carencia de información</i>	<i>Estación A</i>	<i>Estación B</i>	<i>Estación C</i>
Talca	Pencahue	San Javier	El Guindo
San Javier	Colorado	Huapi	Talca
Pencahue	Gualleco	Talca	San Javier
El Guindo	Huapi	Talca	Pencahue
Huapi	Armerillo	El Guindo	San Javier

5.1.4.4 Completación por razones promedio

Para la aplicación de este método, es necesario calcular la precipitación normal, para cada estación.

i. Cálculo de la precipitación normal : Para el cálculo de la precipitación normal, se necesita el promedio anual de los últimos 30 años; como en este caso no se contaba con tal cantidad de datos, se utilizó un período común de 15 años.

El cálculo fue un simple promedio aritmético, de los datos anuales.

ii. Aplicación del método: como este método es complementario al anterior, se ocupó la misma conformación espacial de las estaciones, lo que determinó que tampoco fue posible su aplicación a las estaciones de Armerillo, Colorado y Gualleco.

5.1.4.5 Completación por Correlación con Estaciones Vecinas

Para este método, se utilizaron las estimaciones hechas con el método de regresión lineal y sus respectivos coeficientes de correlación r , para cada una de las estaciones.

Las correlaciones con estaciones vecinas se realizaron en dos escenarios, el primero con dos estaciones y, el segundo, con tres estaciones, con el fin de establecer si el número de estaciones incluidas tiene relación con la calidad de la estimación. La configuración de las estaciones, para la aplicación de este método, se muestra en las tablas N° 5 y N° 6.

Tabla N° 5: Configuración del método de completación por correlación con estaciones vecinas, con dos estaciones.

<i>Estación con carencia de información.</i>	<i>Estación A</i>	<i>Estación B</i>
Armerillo	Huapi	Colorado
Colorado	Huapi	Armerillo
Gualleco	Talca	Pencahue
Huapi	Colorado	El Guindo
El Guindo	Talca	Huapi
Pencahue	Talca	San Javier
San Javier	Talca	Pencahue
Talca	Pencahue	San Javier

Tabla N° 6 : Configuración del método de completación por correlación con estaciones vecinas, con tres estaciones.

<i>Estación con carencia de información.</i>	<i>Estación A</i>	<i>Estación B</i>	<i>Estación C</i>
Armerillo	Huapi	Colorado	Pencahue
Colorado	Huapi	Armerillo	Pencahue
Gualleco	Talca	Pencahue	San Javier
Huapi	Colorado	El Guindo	Talca
El Guindo	Talca	Huapi	Colorado
Pencahue	Talca	San Javier	Gualleco
San Javier	Talca	Pencahue	Gualleco
Talca	Pencahue	San Javier	Gualleco

Después de la aplicación de los métodos de completación, se observó que los valores de los errores eran demasiados altos para la calidad de R^2 que se estaban dando, por lo que se decidió incluir un sexto método de completación, aunque este no fue incluido por la UNESCO.

5.1.4.6 Completación por regresiones múltiples

Este método es el que se utiliza en este estudio; es una extensión del método de regresión simple y su forma de estimar la precipitación se basa en la siguiente expresión matemática:

$$\hat{Y} = a + bX_1 + cX_2 + dX_3 + \dots + nX_N$$

Donde;

\hat{Y} = Valor de precipitación estimada, para la estación con carencia de Información.

X_i = Valor de precipitación en estaciones con información completa.

a, b, c, n = Constantes de regresión.

Lo que se busca con este método es establecer si la cantidad y calidad de las estimaciones hechas con el método de correlación lineal, se ve afectada por la cantidad de estaciones incluidas. A modo de poder realizar comparaciones, se ocupó la misma conformación de estaciones utilizadas para el método de correlación con estaciones vecinas.

5.1.5 Análisis comparativo de la calidad de la estimación

Una vez obtenida la información faltante, se hizo una comparación entre los valores reales y los valores estimados por los diversos métodos de completación.

Los análisis de comparación se realizaron a los datos reales y a los valores estimados por los métodos ya descritos anteriormente.

Así, se analizaron los resultados generados por cada uno de los métodos, comparándolos entre sí para detectar similitudes y diferencias. Para esto se aplicaron las siguientes medidas de bondad de ajuste:

i. Coeficiente de determinación (R^2): Mediante el R^2 se analizó la bondad del ajuste de los modelos. Este coeficiente expresa el porcentaje de la variación total de las precipitaciones reales que son explicadas por el método de completación.

La expresión utilizada para estimar el valor de R^2 es la siguiente:

$$R^2 = 1 - \left[\frac{\sum (Y - \hat{Y})^2}{\sum (Y - \bar{Y})^2} \right]$$

Donde;

Y = precipitaciones mensuales reales.

\hat{Y} = precipitaciones mensuales estimadas.

\bar{Y} = Promedio de las precipitaciones mensuales reales.

ii. Error Estándar de Estimación (EEE): Señala en promedio, cuánto se desvía cada dato estimado con respecto al dato real. Su expresión es la siguiente:

$$EEE = \sqrt{\left[\frac{\sum (Y - \hat{Y})^2}{(n - r)} \right]}$$

Donde;

Y = Precipitaciones mensual reales.

\hat{Y} = Precipitaciones mensuales estimadas.

n = Número de datos considerados.

r = Número de variables consideradas.

El EEE es un estimador indirecto, dado que los valores que resultan de aplicar la expresión señalada, son inherentes al tipo de información utilizada y no son directamente comparables con los resultados de otro conjunto de datos. (Sánchez, 2001).

iii. Test de concordancia de Bland Y Altman (ACBA): Este test, es un método gráfico y analítico que permite discriminar cuánto difiere un método (precipitaciones estimadas por los métodos de completación de datos) de otro ya establecido (precipitaciones reales), es decir, permite discriminar cuál de los métodos en estudio se aproxima de mejor forma a la precipitación real. Se basa en las diferencias promedio existentes entre el valor real y el estimado, y la comparación de las gráficas residuales. Además permite apreciar la homogeneidad del error en la misma unidad de medida que los datos (Bland y Altman, 1999).

Este método además, considera como ayuda el coeficiente de correlación (r). Este último, permite estimar el grado de correlación lineal que existe entre la precipitación mensual real y la estimada por los diferentes métodos, y su valor oscila entre -1 y 1 . El valor 0 indica correlación nula, en tanto los valores -1 y 1 indican una correlación total. En este sentido, el valor 1 indica que la relación es completa y directamente proporcional; en cambio, el valor -1 denota una correlación completa e inversamente proporcional. Para efectos de estudios hidrológicos, se considera confiable un resultado del coeficiente de correlación de $r \leq 0.7$ o $r \geq -0.7$, en virtud de que este valor exhibe un mínimo de confiabilidad, para la situación hidrológica chilena. (Sánchez, 2001).

En términos estadísticos, el nivel de concordancia lo asignan las diferencias promedio (**dp**) entre el valor real y el estimado y la desviación estándar (**SD**) de

dichas diferencias. Además, establece un límite de concordancia (**LC**) con un 95% del nivel de significación, definido por la expresión:

$$LC = dp \pm 1.96 * SD$$

De esta forma, el mejor ajuste será la relación valor real v/s valor estimado, con un valor dp lo más cercano a cero (en términos absolutos). En caso de existir diferencias mínimas del valor dp , se determina como mejor ajuste aquel que presente un menor valor SD y sus LC sean más estrechos (Bland y Altman, 1999).

En términos gráficos este test analiza la relación diferencias (DIF) v/s promedios ($PROM$) de los valores observados y predichos, situación que es representada teóricamente en la figura N° 8.

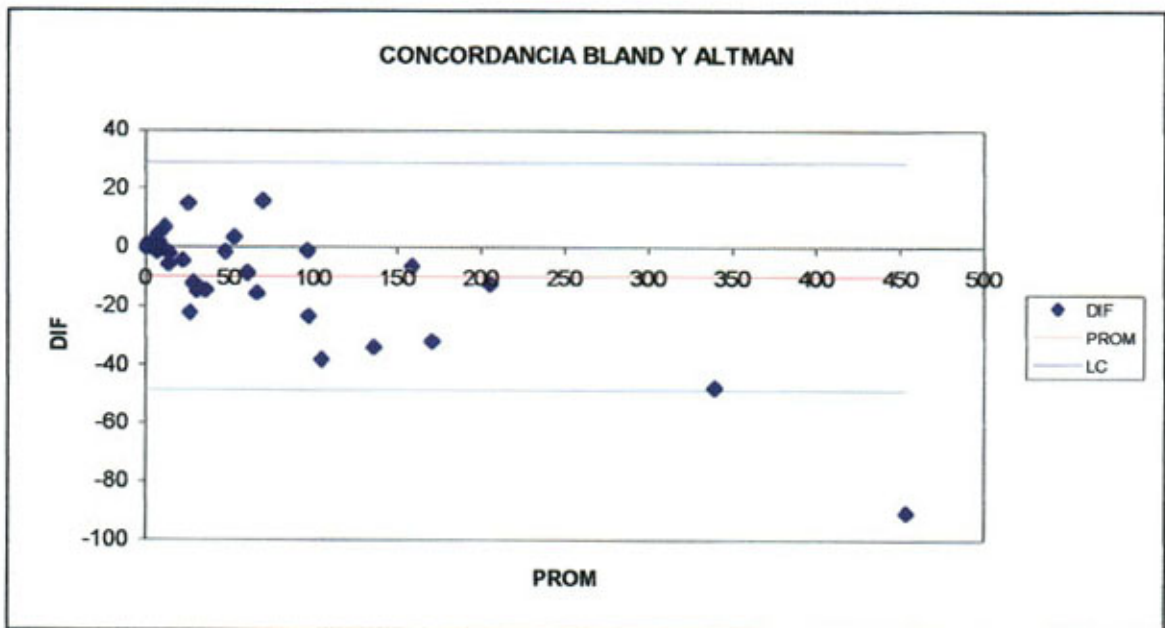


Figura N°8: Representación gráfica hipotética de ACBA.

iv. Análisis de Varianza (ANDEVA): El ANDEVA permite definir si existen o no diferencias significativas entre los modelos. Según Peña, 1995, citado por Marabolí, 2000, el ANDEVA es un procedimiento utilizado para descomponer la variabilidad total de un experimento en componentes independientes que pueden asignarse a causas distintas (variación entre y dentro de los modelos).

El diseño experimental aplicado lleva a cabo pruebas de hipótesis de efectos fijos de tratamientos (modelos) cuyas hipótesis son:

Ho: Los efectos de los métodos sobre la media son iguales

Ha: Los efectos de los métodos son distintos, es decir, al menos uno de los métodos difiere significativamente de los demás.

El criterio utilizado para determinar la significancia estadística, fue propuesto por Cid *et al* 1990, "si el valor p es menor o igual que el nivel de significación ($K = 0.05$), entonces existe evidencia significativa en contra de Ho"

El ANDEVA se obtuvo a través del software estadístico Statgraphics Plus V.1.4.

5.1.6 Presentación de resultados

La presentación de resultados se realizó en forma escrita para los valores originados, una vez que fue aplicada la metodología propuesta para este estudio. Los resultados fueron presentados en forma de tablas y gráficos, de manera de lograr una fácil interpretación.

5.1.7 Análisis y discusión de resultados

Una vez que se obtuvieron los resultados, se pudo analizar el comportamiento de cada tipo de método, por estación, de manera de conocer cuál de ellos se encontró más próximo a las precipitaciones reales y qué método arrojó los mejores resultados para cada estación en particular. Los fundamentos estadísticos en los cuales se basó este estudio, para elegir el método más adecuado, son los siguientes:

- ◆ Menor valor de las diferencias promedios (dp) y desviación estándar (SD) del análisis de concordancia de Bland y Altman (ACBA).
- ◆ Mayor valor del Coeficiente de Determinación (R^2).
- ◆ Menor valor del Error Estándar de Estimación (EEE).

5.1.8 Conclusiones y recomendaciones

Todas las conclusiones y recomendaciones que se generaron en este estudio, fueron hechas en términos específicos y ligados directamente a los objetivos planteados al comienzo de esta memoria.

5.2 Materiales

Para cumplir con el desarrollo de este estudio, se utilizaron los siguientes materiales:

- ◆ Información base, con datos de precipitación mensual y anual de las 8 estaciones que fueron estudiadas.
- ◆ Cartas topográficas de la región escala 1:500.000.
- ◆ Materiales de oficina (reglas, papel milimetrado, tintas, hojas, etc.).
- ◆ Equipos de computación (PC e impresoras).
- ◆ Programas computacionales como Microsoft Excel, Microsoft Word (98 y Xp) y Statgraphics plus V.1.4.

6. PRESENTACION DE RESULTADOS

La presentación de resultados es la expresión escrita de los valores originados gracias a la metodología aplicada en este estudio; en este sentido, los resultados obtenidos son los siguientes:

6.1 Selección aleatoria de datos faltantes

Una vez generados los números aleatorios, los vacíos de información quedaron establecidos como se muestra en la tabla N° 7 de la siguiente forma:

Tabla N° 7: Selección aleatoria de meses con falta de información.

AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC
1989	x									x	x	
1990				x							x	
1991	x		x	x		x						
1992							x	x				
1993							x			x		x
1994												
1995											x	
1996			x							x		
1997						x				x		
1998						x		x				
1999								x	x			
2000				x	x	x			x			
2001			x			x						
2002	x						x					
2003	x				x			x		x	x	

X : indica el mes seleccionado aleatoriamente.

Esto fue hecho para cada una de las estaciones. Con la selección de datos aleatoriamente se generó la tabla N° 8 la cual muestra las precipitaciones reales para cada estación, las que sirvieron para establecer las comparaciones entre los valores reales y los estimados.

Tabla N° 8: Precipitaciones reales que fueron eliminadas en cada estación.

Año	meses	ESTACIÓN							
		Armerillo	Colorado	El guindo	Gualleco	Huapi	Pencahue	San Javier	Talca
1989	ene	5,5	3,5	3,0	1,5	1,5	6,3	5,8	3,0
	oct	50,0	38,0	23,0	11,0	24,0	8,0	8,5	10,6
	nov	6,0	2,5	7,0	0,0	2,0	0,0	2,5	1,7
1990	abr	108,9	50,2	41,0	41,1	50,0	25,3	41,5	22,3
	nov	82,5	47,8	21,5	14,7	30,5	17,6	29,0	19,5
1991	ene	11,5	3,5	2,0	20,1	6,0	24,0	21,0	8,7
	mar	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	abr	150,0	70,2	45,5	16,4	55,9	20,9	33,7	24,7
	jun	438,1	286,0	117,5	114,5	170,5	149,1	171,1	155,3
1992	jul	159,3	134,3	46,5	36,5	62,0	22,1	41,3	28,2
	agost	199,6	152,5	66,5	117,7	99,0	121,0	106,7	95,6
1993	jul	223,9	159,0	69,5	89,9	138,5	60,1	95,4	85,3
	oct	65,4	52,5	10,0	5,9	0,0	9,2	34,5	14,7
	dic	113,4	37,5	9,0	9,3	0,0	2,5	10,6	9,6
1995	nov	1,0	0,8	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0
1996	mar	41,9	9,2	1,0	0,0	5,0	4,0	5,7	4,8
	oct	33,0	8,5	6,5	0,0	10,0	5,6	3,5	5,9
1997	jun	1034,2	595,5	327,5	375,0	423,5	345,3	350,0	315,4
	oct	151,0	87,9	16,0	84,5	76,2	69,9	59,9	56,0
1998	jun	66,0	34,5	13,5	14,0	18,0	13,3	22,6	12,8
	agost	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1999	agost	433,0	218,5	135,2	133,0	172,0	80,8	103,5	85,5
	sep	469,5	351,0	202,0	237,5	228,0	196,3	210,8	199,1
2000	abr	57,0	27,0	5,5	6,0	9,0	9,7	8,9	8,5
	may	110,9	71,4	45,0	40,5	57,0	24,4	49,0	23,1
	jun	1373,0	823,3	418,5	549,0	613,0	459,2	395,7	408,0
	sep	525,0	357,5	176,0	257,0	227,0	188,4	235,4	154,6
2001	mar	0,0	2,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	jun	241,0	154,2	56,0	123,1	42,7	95,9	77,3	77,6
2002	ene	3,0	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	0,0
	jul	439,6	246,0	170,5	189,0	196,0	119,4	127,2	118,7
2003	ene	71,1	88,5	44,0	20,0		0,0	35,0	32,9
	may	204,0	126,5	89,5	139,0	94,0	112,0	75,3	58,2
	agost	44,0	53,0	42,0	36,0	47,5	34,5	46,6	54,5
	oct	146,0	75,0	29,0	28,5	66,0	17,2	24,2	15,0
	nov	124,0	80,0	48,0	64,0	51,0	53,5	75,2	46,4

6.2. Cálculos previos a la aplicación de los métodos de completación

Para la aplicación de los distintos métodos de completación de datos hidrológicos faltantes, fue necesario contar con cálculos previos, los cuales son los siguientes:

6.2.1 Método de regresión lineal

Para el caso de la completación por regresiones lineales, los valores resultantes se muestran en el apéndice I.

El análisis estadístico y gráfico resultante de la evaluación de los supuestos de regresión, de las 3 estaciones más cercanas, se presenta en el apéndice II.

6.2.2 Completación por razones de distancias

Las distancias lineales se obtuvieron entre estaciones, y se muestran en la tabla N° 9.

Tabla N° 9 : Distancias lineales entre estaciones en Km

	ARMERILLO	COLORADO	HUAPI	EL GUINDO	GUALLECO	PENCAHUE	SAN JAVIER	TALCA
ARMERILLO	*	18,0	32,5	58,0	96,0	96,0	52,5	58,0
COLORADO		*	17,5	44,5	78,5	78,0	36,0	40,0
HUAPI			*	27,5	66,5	65,5	32,5	27,5
EL GUINDO				*	51,0	51,0	49,5	27,0
GUALLECO					*	19,5	49,0	39,0
PENCAHUE						*	27,5	20,5
SAN JAVIER							*	19,0
TALCA								*

Con esta información fue posible obtener la estimación de la precipitación, utilizando el método de razones de distancia.

6.2.3 Completación por razones promedio

Para la aplicación de este método fue necesario calcular la precipitación media anual, que se asimiló como un valor normal, y que para este caso se hizo con un total de 16 años; el cálculo de ésta se muestra en la tabla N° 10

Tabla N° 10: Precipitación normal anual para el método de razones promedio.

Año	ESTACIONES							
	Talca	Armerillo	El Guindo	Gualleco	Huapi	Colorado	San Javier	Pencahue
1986	953,6	3095,6	987,5	1175	1466,9	188,7	1147,4	0
1987	773,7	2861,3	825,1	1081	1220	1537,1	883	783,0
1988	592,8	1747,2	512,1	761,5	676,5	1944,2	672,4	514,4
1989	445,3	1410,9	446	557,3	622	9001		0
1990	433,9	1377,9	428,8	539,5	636,5	957,3	518	433,1
1991	705,6	2960,3	540,5	873,8	1181,6	1610,8	859,4	731,0
1992	895,2	2677,5	818	1206,6		1798,1	1133	1.011,9
1993	532,9	2046,5	522,9	768,4	668,5	1160,7	613,3	518,9
1994	513,9	1512,7	589,3	626,6	814	1213,5	594,8	492,2
1995	571,5	2199,1	590	682,9	960,6	1376,5	642,6	539,3
1996	357,1	1221,1	322,1	401	542,5	709,6	370	393,1
1997	888,5	3613,2	1052,5	981,7	1378,6	1936,8	921,8	963,3
1998	217,3	730	167,4	320	228,3	409	200,5	209,3
1999	609,3	1816	742,7	703,5	852,2	1255,3	679,5	545,5
2000	672,1	2527,9	730,5	910,5	1087,1	1462,9	779,7	753,3
2001	795,5	2426,1	858	998,8		1678,5	804,2	822,6
2002	972,6	3428,9	1142,5	1400,5	1508	2076,3	1083,6	1.056,8
2003	441,6	1509,9	552,5	563,9		943,5	542,1	446,4
PROM	630,69	2175,67	657,13	808,47	922,89	1736,66	732,08	572,33

Cabe destacar que como este estudio trata de comparar todos los métodos aplicables en la región, no se tomó en cuenta el supuesto, de que este método debía ser aplicado sólo si la precipitación normal entre una estación y otra, difería en más del 10 %, aunque éste sí se cumple, en la mayoría de los casos.

6.3 Aplicación de los métodos de completación

Los resultados obtenidos, luego de aplicar los distintos métodos de completación a cada estación son las que se muestran en las siguientes tablas resumen; además, se presenta la diferencia porcentual o error %, por estación y para cada método de completación.

En el caso de las estaciones de Armerillo, Colorado y Gualleco, no pudieron aplicarse los métodos de Promedios vecinales y Razones promedio, porque no se cumplía con la configuración espacial que requieren estos métodos, relativo a contar con estaciones que se ubicaran alrededor de las que presenten datos faltantes.

Tabla N° 11: Resumen de las precipitaciones estimadas en (mm), estación Armerillo.

Pp real	RD	PV	RP	CEV2	CEV3	RM2	RM3	R1,1	R1,2	R1,3
5,5	2,79	-	-	6,51	22,99	6,74	12,21	9,54	24,13	30,74
50,0	33,01	-	-	20,91	125,45	61,56	54,65	81,08	124,29	158,41
6,0	2,32	-	-	6,32	24,14	6,04	6,76	10,34	25,25	32,18
108,9	50,13	-	-	29,55	261,07	94,77	99,33	175,76	256,85	327,40
82,5	41,63	-	-	25,02	200,28	77,21	74,42	133,32	197,43	251,66
11,5	4,39	-	-	7,40	36,80	10,19	30,92	19,18	37,63	47,96
0,0	0,00	-	-	5,21	10,32	1,78	3,47	0,70	11,75	14,96
150,0	65,10	-	-	36,49	355,70	121,07	113,21	241,84	349,36	445,32
438,1	244,83	-	-	121,39	1019,06	443,87	454,11	704,99	997,78	1271,88
159,3	108,53	-	-	56,21	377,12	195,53	159,32	256,79	370,29	472,00
199,6	133,43	-	-	68,75	469,91	243,71	285,46	321,57	460,99	587,62
223,9	151,69	-	-	78,40	525,86	281,08	273,04	360,64	515,68	657,34
65,4	33,79	-	-	20,38	160,91	58,94	43,75	105,83	158,95	202,60
113,4	24,13	-	-	16,04	271,43	42,61	28,84	183,00	266,98	340,31
1,0	0,87	-	-	5,64	12,63	3,42	4,84	2,30	14,00	17,83
41,9	7,70	-	-	8,85	106,80	15,63	16,88	68,05	106,06	135,18
33,0	9,03	-	-	9,63	86,31	18,70	22,14	53,75	86,02	109,64
1034,2	534,19	-	-	260,59	2391,59	974,80	1030,55	1663,28	2339,42	2982,10
151,0	83,73	-	-	45,60	358,01	155,90	182,81	243,44	351,61	448,19
66,0	28,62	-	-	18,72	162,29	53,14	51,68	106,80	160,30	204,32
0,0	0,00	-	-	5,21	10,32	1,78	3,47	0,70	11,75	14,96
433,0	201,93	-	-	102,18	1007,32	371,54	356,46	696,79	986,30	1257,25
469,5	307,16	-	-	151,48	1091,36	558,72	583,98	755,46	1068,45	1361,97
57,0	20,58	-	-	14,78	141,57	38,08	36,17	92,33	140,04	178,50
110,9	66,27	-	-	37,05	265,67	123,22	117,84	178,98	261,35	333,14
1373,0	748,34	-	-	363,69	3171,68	1368,10	1432,20	2207,93	3101,96	3954,13
525,0	310,99	-	-	153,16	1219,15	565,03	580,54	844,69	1193,37	1521,20
0,0	1,74	-	-	5,99	10,32	4,72	5,15	0,70	11,75	14,96
241,0	114,46	-	-	58,16	565,23	202,40	216,50	388,13	554,17	706,40
3,0	1,42	-	-	5,84	17,23	4,18	4,84	5,52	18,50	23,57
439,6	228,18	-	-	114,85	1022,51	419,88	426,68	707,40	1001,16	1276,18
71,1	56,96	-	-	30,78	174,03	98,13	58,41	115,00	171,78	218,95
204,0	114,92	-	-	60,25	480,04	211,57	257,45	328,65	470,89	600,24
44,0	51,04	-	-	29,87	111,64	95,90	106,57	71,43	110,78	141,20
146,0	71,79	-	-	39,86	346,49	134,04	121,90	235,40	340,35	433,84
124,0	69,66	-	-	38,36	295,84	127,98	142,25	200,04	290,84	370,72
μ	199,51	103,77	-	57,20	469,70	199,78	205,52	337,16	482,82	615,44

RD: Razones de Distancia; **PV:** Promedios Vecinales; **RP:** Razones Promedio; **CEV, i:** Correlación con estaciones vecinas con i : cantidad de estaciones incluidas; **RM, p:** Regresiones Múltiples con p: Cantidad de estaciones Incluidas; **R1, j :** Regresión Simple con j : grado de cercanía desde la estación con falta de información hasta la estación que está estimando. 1: la más cercana, 2: la segunda más cercana; 3 : la tercera más cercana; **μ :** Promedio en valor absoluto.

Tabla N° 12: Resumen de las diferencias porcentuales entre las precipitaciones estimadas y las precipitaciones reales, estación Armerillo.

<i>Pp real</i>	$\Delta \%$ <i>RD</i>	$\Delta \%$ <i>PV</i>	$\Delta \%$ <i>RP</i>	$\Delta \%$ <i>CEV2</i>	$\Delta \%$ <i>CEV3</i>	$\Delta \%$ <i>RM2</i>	$\Delta \%$ <i>RM3</i>	$\Delta \%$ <i>R1,1</i>	$\Delta \%$ <i>R1,2</i>	$\Delta \%$ <i>R1,3</i>	
5,5	-49,32	—	—	18,43	317,97	22,62	122,02	73,40	338,72	458,97	
50,0	-33,98	—	—	-58,18	150,90	23,11	9,30	62,15	148,57	216,83	
6,0	-61,30	—	—	5,39	302,33	0,65	12,73	72,34	320,92	436,30	
108,9	-53,97	—	—	-72,87	139,73	-12,97	-8,79	61,40	135,86	200,64	
82,5	-49,53	—	—	-69,67	142,77	-6,41	-9,80	61,60	139,31	205,04	
11,5	-61,82	—	—	-35,66	220,03	-11,35	168,83	66,80	227,25	317,02	
0,0	0,00	—	—	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
150,0	-56,60	—	—	-75,67	137,14	-19,29	-24,53	61,22	132,90	196,88	
438,1	-44,12	—	—	-72,29	132,61	1,32	3,65	60,92	127,75	190,32	
159,3	-31,87	—	—	-64,71	136,73	22,74	0,01	61,20	132,45	196,30	
199,6	-33,15	—	—	-65,56	135,42	22,10	43,02	61,11	130,96	194,40	
223,9	-32,25	—	—	-64,99	134,86	25,54	21,95	61,07	130,32	193,59	
65,4	-48,34	—	—	-68,84	146,04	-9,88	-33,11	61,82	143,04	209,78	
113,4	-78,72	—	—	-85,85	139,36	-62,43	-74,57	61,37	135,43	200,10	
1,0	-12,87	—	—	463,52	1162,72	242,16	383,71	130,26	1300,14	1683,26	
41,9	-81,62	—	—	-78,88	154,89	-62,69	-59,72	62,42	153,11	222,61	
33,0	-72,62	—	—	-70,82	161,54	-43,32	-32,92	62,87	160,68	232,25	
1034,2	-48,35	—	—	-74,80	131,25	-5,74	-0,35	60,83	126,21	188,35	
151,0	-44,55	—	—	-69,80	137,09	3,25	21,07	61,22	132,85	196,81	
66,0	-56,64	—	—	-71,64	145,90	-19,48	-21,70	61,81	142,87	209,57	
0,0	0,00	—	—	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
433,0	-53,37	—	—	-76,40	132,64	-14,19	-17,68	60,92	127,78	190,36	
469,5	-34,58	—	—	-67,74	132,45	19,00	24,38	60,91	127,57	190,09	
57,0	-63,89	—	—	-74,07	148,37	-33,19	-36,54	61,98	145,69	213,15	
110,9	-40,25	—	—	-66,59	139,56	11,11	6,25	61,39	135,67	200,39	
1373,0	-45,50	—	—	-73,51	131,00	-0,36	4,31	60,81	125,93	187,99	
525,0	-40,76	—	—	-70,83	132,22	7,63	10,58	60,89	127,31	189,75	
0,0	0,00	—	—	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
241,0	-52,51	—	—	-75,87	134,54	-16,02	-10,16	61,05	129,95	193,11	
3,0	-52,81	—	—	94,77	474,41	39,30	61,17	83,93	516,76	685,69	
439,6	-48,09	—	—	-73,87	132,60	-4,49	-2,94	60,92	127,74	190,31	
71,1	-19,89	—	—	-56,71	144,77	38,02	-17,84	61,74	141,60	207,95	
204,0	-43,67	—	—	-70,46	135,31	3,71	26,20	61,10	130,83	194,24	
44,0	16,00	—	—	-32,12	153,72	117,96	142,21	62,34	151,78	220,91	
146,0	-50,83	—	—	-72,70	137,32	-8,19	-16,51	61,24	133,12	197,15	
124,0	-43,82	—	—	-69,07	138,58	3,21	14,72	61,32	134,55	198,97	
μ	199,51	43,27	—	—	71,17	177,69	25,93	40,09	59,62	180,99	255,81

RD: Razones de Distancia; PV: Promedios Vecinales; RP: Razones Promedio; CEV, i: Correlación con estaciones vecinas con i : cantidad de estaciones incluidas; RM, p: Regresiones Múltiples con p: Cantidad de estaciones Incluidas; R1, j : Regresión Simple con j : grado de cercanía desde la estación con falta de información hasta la estación que está estimando. 1: la más cercana, 2: la segunda más cercana; 3 : la tercera más cercana; μ : Promedio en valor absoluto.

Tabla N° 13: Resumen de las precipitaciones estimadas (mm), estación Colorado.

<i>Pp real</i>	<i>RD</i>	<i>PV</i>	<i>RP</i>	<i>CEV2</i>	<i>CEV3</i>	<i>RM2</i>	<i>RM3</i>	<i>R1,1</i>	<i>R1,2</i>	<i>R1,3</i>	
3,5	3,47	-	-	4,41	15,53	8,89	7,90	9,77	13,93	16,46	
38,0	36,82	-	-	47,79	76,42	38,12	28,92	29,56	61,03	76,91	
2,5	3,97	-	-	4,99	13,77	9,42	7,23	9,20	12,57	14,71	
50,2	79,04	-	-	103,90	97,95	73,69	55,46	36,55	77,68	98,28	
47,8	56,13	-	-	76,06	93,72	51,28	40,18	35,18	74,40	94,07	
3,5	8,71	-	-	10,77	15,53	14,04	15,34	9,77	13,93	16,46	
0,0	0,00	-	-	0,0	9,35	6,34	4,57	7,77	9,15	10,33	
70,2	102,29	-	-	138,86	133,25	88,42	61,28	48,02	104,98	133,32	
286,0	302,42	-	-	409,01	514,13	252,03	239,47	171,76	399,56	511,38	
134,3	109,96	-	-	148,40	246,38	95,68	68,10	84,78	192,48	245,62	
152,5	148,59	-	-	193,38	278,51	135,86	145,16	95,21	217,33	277,50	
159,0	180,60	-	-	226,40	289,98	174,26	163,75	98,94	226,20	288,89	
52,5	32,24	-	-	51,90	102,01	22,03	15,95	37,87	80,82	102,31	
37,5	55,90	-	-	90,36	75,54	33,54	12,00	29,27	60,34	76,03	
0,8	1,00	-	-	0,64	10,76	7,40	5,24	8,22	10,25	11,73	
9,2	23,19	-	-	34,78	25,59	20,51	11,65	13,04	21,71	26,45	
8,5	21,34	-	-	29,37	24,35	22,50	15,86	12,64	20,76	25,22	
595,5	724,55	-	-	973,43	1060,38	603,66	533,56	349,23	822,04	1053,61	
87,9	113,07	-	-	146,62	164,49	105,40	99,17	58,17	129,14	164,33	
34,5	41,66	-	-	58,55	70,24	37,01	26,58	27,55	56,25	70,77	
0,0	0,00	-	-	0,0	9,35	6,34	4,57	7,77	9,15	10,33	
218,5	300,66	-	-	405,44	394,99	252,04	186,43	133,06	307,42	393,13	
351,0	347,05	-	-	453,89	628,85	306,98	312,05	209,03	488,29	625,26	
27,0	32,66	-	-	48,25	57,01	27,43	17,20	23,25	46,01	57,63	
71,4	83,57	-	-	107,90	135,37	79,94	60,79	48,71	106,62	135,42	
823,3	987,65	-	-	1309,89	1462,43	841,20	732,70	479,85	1133,00	1452,70	
357,5	373,90	-	-	498,02	640,32	319,47	276,92	212,76	497,16	636,65	
2,7	0,00	-	-	0,0	14,12	6,34	4,57	9,31	12,84	15,06	
154,2	140,45	-	-	207,25	281,51	99,36	93,36	96,19	219,65	280,48	
2,2	1,48	-	-	1,90	13,24	7,06	4,57	9,03	12,16	14,19	
246,0	316,08	-	-	418,96	443,53	273,42	228,28	148,83	344,96	441,31	
88,5	35,05	-	-	56,47	165,55	23,39	30,04	58,51	129,96	165,38	
126,5	148,23	-	-	195,19	232,62	132,79	112,84	80,30	181,83	231,95	
53,0	45,77	-	-	51,04	102,89	56,06	78,71	38,16	81,50	103,18	
75,0	105,44	-	-	139,12	141,72	95,78	60,57	50,77	111,53	141,73	
80,0	86,99	-	-	116,34	150,55	78,14	74,79	53,64	118,36	150,49	
μ	123,63	140,28	-	-	187,80	227,55	122,38	106,55	82,35	186,70	238,20

RD: Razones de Distancia; **PV:** Promedios Vecinales; **RP:** Razones Promedio; **CEV, i:** Correlación con estaciones vecinas con *i* : cantidad de estaciones incluidas; **RM, p:** Regresiones Múltiples con *p*: Cantidad de estaciones Incluidas; **R1, j :** Regresión Simple con *j* : grado de cercanía desde la estación con falta de información hasta la estación que está estimando. 1: la más cercana, 2: la segunda más cercana; 3 : la tercera más cercana; **μ** : Promedio en valor absoluto.

Tabla N° 14: Resumen de las diferencias porcentuales entre las precipitaciones estimadas y las precipitaciones reales, estación Colorado.

<i>Pp real</i>	$\Delta \%$ <i>RD</i>	$\Delta \%$ <i>PV</i>	$\Delta \%$ <i>RP</i>	$\Delta \%$ <i>CEV2</i>	$\Delta \%$ <i>CEV3</i>	$\Delta \%$ <i>RM2</i>	$\Delta \%$ <i>RM3</i>	$\Delta \%$ <i>R1,1</i>	$\Delta \%$ <i>R1,2</i>	$\Delta \%$ <i>R1,3</i>
3,5	-0,80	—	—	26,13	343,72	154,06	125,72	298,07	179,23	370,38
38,0	-3,11	—	—	25,76	101,11	0,32	-23,91	60,60	-22,22	102,38
2,5	58,87	—	—	99,46	450,61	276,98	189,19	402,70	267,99	488,46
50,2	57,44	—	—	106,97	95,13	46,79	10,48	54,74	-27,19	95,77
47,8	17,43	—	—	59,12	96,06	7,28	-15,95	55,66	-26,41	96,81
3,5	148,89	—	—	207,58	343,72	301,21	338,27	298,07	179,23	370,38
0,0	0,00	—	—	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
70,2	45,71	—	—	97,80	89,82	25,95	-12,70	49,55	-31,60	89,91
286,0	5,74	—	—	43,01	79,76	-11,88	-16,27	39,71	-39,94	78,81
134,3	-18,12	—	—	10,50	83,46	-28,76	-49,29	43,32	-36,88	82,89
152,5	-2,56	—	—	26,81	82,63	-10,91	-4,81	42,51	-37,57	81,97
159,0	13,58	—	—	42,39	82,38	9,60	2,99	42,26	-37,77	81,69
52,5	-38,59	—	—	-1,14	94,31	-58,05	-69,62	53,94	-27,87	94,87
37,5	49,07	—	—	140,97	101,44	-10,56	-68,00	60,92	-21,95	102,74
0,8	25,00	—	—	-20,38	1245,61	825,05	555,14	1180,87	928,11	1366,66
9,2	152,07	—	—	278,08	178,16	122,94	26,60	136,01	41,76	187,49
8,5	151,04	—	—	245,47	186,53	164,69	86,61	144,21	48,71	196,74
595,5	21,67	—	—	63,46	78,06	1,37	-10,40	38,04	-41,35	76,93
87,9	28,64	—	—	66,80	87,13	19,90	12,82	46,92	-33,82	86,95
34,5	20,76	—	—	69,72	103,60	7,28	-22,95	63,04	-20,15	105,14
0,0	0,00	—	—	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
218,5	37,60	—	—	85,56	80,77	15,35	-14,68	40,69	-39,10	79,92
351,0	-1,13	—	—	29,31	79,16	-12,54	-11,10	39,11	-40,45	78,14
27,0	20,97	—	—	78,72	111,13	1,60	-36,29	70,41	-13,90	113,46
71,4	17,05	—	—	51,12	89,59	11,97	-14,87	49,33	-31,78	89,66
823,3	19,96	—	—	59,10	77,63	2,17	-11,01	37,62	-41,72	76,45
357,5	4,59	—	—	39,31	79,11	-10,64	-22,54	39,07	-40,49	78,08
2,7	0,00	—	—	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
154,2	-8,91	—	—	34,41	82,56	-35,56	-39,45	42,44	-37,62	81,89
2,2	-32,78	—	—	-13,78	501,63	220,71	107,67	452,64	310,35	544,82
246,0	28,49	—	—	70,31	80,30	11,15	-7,20	40,23	-39,50	79,39
88,5	-60,40	—	—	-36,19	87,06	-73,57	-66,06	46,85	-33,88	86,87
126,5	17,17	—	—	54,30	83,89	4,97	-10,80	43,74	-36,52	83,36
53,0	-13,63	—	—	-3,70	94,14	5,77	48,51	53,78	-28,01	94,69
75,0	40,58	—	—	85,49	88,96	27,71	-19,24	48,71	-32,30	88,97
80,0	8,73	—	—	45,43	88,19	-2,33	-6,51	47,95	-32,95	88,11
μ	123,63	32,53	—	64,40	154,09	69,99	57,16	115,66	78,01	161,69

RD: Razones de Distancia; **PV:** Promedios Vecinales; **RP:** Razones Promedio; **CEV, i:** Correlación con estaciones vecinas con i : cantidad de estaciones incluidas; **RM, p:** Regresiones Múltiples con p: Cantidad de estaciones Incluidas; **R1, j :** Regresión Simple con j : grado de cercanía desde la estación con falta de información hasta la estación que está estimando. 1: la más cercana, 2: la segunda más cercana; 3 : la tercera más cercana; **μ** : Promedio en valor absoluto.

Tabla N° 15: Resumen de las precipitaciones estimadas, estación Huapi.

Pp real	RD	PV	RP	CEV2	CEV3	RM2	RM3	R1,1	R1,2	R1,3	
1,5	3,31	4,77	4,62	4,24	2,71	0,74	0,30	0,00	9,44	5,75	
24,0	32,17	27,17	21,41	25,76	21,07	17,60	24,89	14,70	37,44	36,91	
2,0	4,25	5,17	5,18	4,72	3,12	3,09	0,08	0,00	10,07	6,45	
50,0	46,62	63,80	52,03	50,62	42,28	30,35	35,78	32,48	69,79	72,92	
30,5	37,57	44,33	33,92	31,98	26,37	17,93	32,17	19,15	45,53	45,91	
6,0	2,92	11,50	11,39	8,55	6,38	0,11	0,00	2,40	15,04	11,98	
0,0	0,00	0,00	0,00	2,81	1,49	0,00	0,00	0,00	7,58	3,68	
55,9	60,59	76,40	56,67	56,27	47,09	35,72	52,25	36,51	77,13	81,09	
170,5	220,47	242,23	188,85	165,85	140,57	108,22	184,24	114,85	219,73	239,79	
62,0	100,16	82,37	61,65	62,10	52,06	44,59	92,92	40,68	84,72	89,53	
99,0	119,06	124,27	104,19	97,48	82,25	59,36	90,25	65,97	130,76	140,77	
138,5	124,19	129,60	104,28	135,25	114,47	62,06	99,84	92,98	179,91	195,47	
0,0	35,97	36,63	28,43	2,81	1,49	11,39	34,62	0,00	7,58	3,68	
0,0	26,42	44,33	24,70	2,81	1,49	8,84	31,72	0,00	7,58	3,68	
1,0	0,49	0,33	0,14	3,77	2,31	0,00	0,00	0,00	8,82	5,06	
5,0	6,01	16,20	8,79	7,59	5,57	0,23	7,36	1,72	13,80	10,60	
10,0	7,72	14,33	9,18	12,37	9,65	3,55	5,65	5,13	20,02	17,52	
423,5	491,28	570,57	446,62	407,79	346,95	278,48	400,85	287,80	534,53	590,14	
76,2	59,94	75,63	54,01	75,68	63,65	19,68	54,95	50,39	102,39	109,20	
18,0	26,33	34,03	25,15	20,02	16,17	11,25	23,80	10,60	29,97	28,60	
0,0	0,00	0,00	0,00	2,81	1,49	0,00	0,00	0,00	7,58	3,68	
172,0	186,11	223,90	168,01	167,29	141,79	110,52	160,14	115,88	221,59	241,86	
228,0	293,06	294,10	249,53	220,84	187,47	169,06	216,77	154,16	291,27	319,41	
9,0	18,64	23,80	14,37	11,42	8,83	5,31	19,26	4,45	18,78	16,14	
57,0	61,13	68,30	57,34	57,32	47,99	35,56	49,22	37,26	78,50	82,61	
613,0	665,88	729,07	556,33	589,00	501,52	364,33	556,42	417,34	770,33	852,56	
227,0	286,92	312,13	255,54	219,88	186,66	153,75	239,17	153,48	290,03	318,03	
0,0	1,65	0,00	0,00	2,81	1,49	0,00	0,02	0,00	7,58	3,68	
42,7	116,01	124,77	92,77	43,64	36,32	53,05	100,77	27,49	60,71	62,81	
0,0	1,34	1,30	0,80	2,81	1,49	0,00	0,03	0,00	7,58	3,68	
196,0	216,64	245,77	195,43	190,24	161,37	135,98	169,14	132,28	251,46	275,10	
	71,19	50,03	45,36	2,81	1,49	37,14	53,04	0,00	7,58	3,68	
94,0	112,11	122,93	102,39	92,70	78,17	70,29	84,55	62,56	124,54	133,85	
47,5	48,72	44,20	45,47	48,23	40,24	31,33	21,65	30,77	66,68	69,45	
66,0	57,11	66,40	44,39	65,92	55,33	26,09	57,53	43,42	89,70	95,07	
51,0	67,56	82,40	71,60	51,58	43,09	38,53	49,66	33,16	71,04	74,30	
μ	64,63	71,38	78,98	65,96	64,61	54,21	41,56	53,35	42,48	87,99	93,17

RD: Razones de Distancia; **PV:** Promedios Vecinales; **RP:** Razones Promedio; **CEV, i:** Correlación con estaciones vecinas con i : cantidad de estaciones incluidas; **RM, p:** Regresiones Múltiples con p: Cantidad de estaciones Incluidas; **R1, j :** Regresión Simple con j : grado de cercanía desde la estación con falta de información hasta la estación que está estimando. 1: la más cercana, 2: la segunda más cercana, 3 : la tercera más cercana; **μ :** Promedio en valor absoluto.

Tabla N° 16: Resumen de las diferencias porcentuales entre las precipitaciones estimadas y las precipitaciones reales, estación Huapi.

<i>Pp real</i>	$\Delta \%$ <i>RD</i>	$\Delta \%$ <i>PV</i>	$\Delta \%$ <i>RP</i>	$\Delta \%$ <i>CEV2</i>	$\Delta \%$ <i>CEV3</i>	$\Delta \%$ <i>RM2</i>	$\Delta \%$ <i>RM3</i>	$\Delta \%$ <i>R1,1</i>	$\Delta \%$ <i>R1,2</i>	$\Delta \%$ <i>R1,3</i>	
1,5	120,37	217,78	207,96	182,97	80,94	-50,94	-79,96	-145,11	529,54	283,53	
24,0	34,03	13,19	-10,80	7,34	-12,22	-26,67	3,72	-38,73	56,00	53,80	
2,0	112,50	158,33	158,79	136,13	56,10	54,57	-96,04	-116,74	403,26	222,27	
50,0	-6,76	27,60	4,06	1,25	-15,45	-39,30	-28,44	-35,04	39,58	45,83	
30,5	23,19	45,36	11,20	4,84	-13,54	-41,22	5,48	-37,22	49,27	50,53	
6,0	-51,39	91,67	89,78	42,46	6,41	-98,08	-110,35	-60,01	150,71	99,74	
0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
55,9	8,40	36,67	1,38	0,65	-15,76	-36,10	-6,53	-34,68	37,98	45,06	
170,5	29,31	42,07	10,76	-2,73	-17,55	-36,53	8,06	-32,64	28,87	40,64	
62,0	61,54	32,85	-0,57	0,16	-16,02	-28,08	49,88	-34,39	36,65	44,41	
99,0	20,26	25,52	5,24	-1,54	-16,92	-40,04	-8,84	-33,36	32,08	42,19	
138,5	-10,33	-6,43	-24,71	-2,34	-17,35	-55,19	-27,92	-32,87	29,90	41,13	
0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
1,0	-51,11	-66,67	-85,86	276,64	130,62	-247,48	-207,13	-201,85	782,09	406,05	
5,0	20,22	224,00	75,76	51,83	11,38	-95,45	47,18	-65,68	175,96	112,00	
10,0	-22,78	43,33	-8,20	23,73	-3,52	-64,47	-43,51	-48,66	100,20	75,24	
423,5	16,00	34,73	5,46	-3,71	-18,08	-34,24	-5,35	-32,04	26,22	39,35	
76,2	-21,34	-0,74	-29,12	-0,69	-16,47	-74,18	-27,89	-33,87	34,37	43,30	
18,0	46,30	89,07	39,72	11,24	-10,15	-37,51	32,23	-41,10	66,52	58,90	
0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
172,0	8,20	30,17	-2,32	-2,74	-17,56	-35,74	-6,90	-32,63	28,83	40,62	
228,0	28,53	28,99	9,44	-3,14	-17,77	-25,85	-4,92	-32,39	27,75	40,09	
9,0	107,10	164,44	59,71	26,85	-1,87	-40,95	113,98	-50,55	108,61	79,32	
57,0	7,25	19,82	0,59	0,56	-15,81	-37,61	-13,66	-34,63	37,72	44,93	
613,0	8,63	18,93	-9,24	-3,92	-18,19	-40,57	-9,23	-31,92	25,66	39,08	
227,0	26,40	37,50	12,57	-3,14	-17,77	-32,27	5,36	-32,39	27,77	40,10	
0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
42,7	171,69	192,19	117,27	2,21	-14,94	24,25	135,99	-35,63	42,17	47,09	
0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
196,0	10,53	25,39	-0,29	-2,94	-17,67	-30,62	-13,71	-32,51	28,29	40,36	
0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
94,0	19,27	30,78	8,92	-1,38	-16,84	-25,22	-10,05	-33,45	32,49	42,39	
47,5	2,57	-6,95	-4,28	1,54	-15,29	-34,04	-54,42	-35,22	40,38	46,22	
66,0	-13,47	0,61	-32,74	-0,12	-16,17	-60,47	-12,83	-34,22	35,91	44,05	
51,0	32,46	61,57	40,40	1,14	-15,51	-24,45	-2,62	-34,98	39,29	45,69	
μ	82,69	30,33	49,26	29,64	22,22	17,89	40,89	32,56	40,12	84,84	62,61

RD: Razones de Distancia; **PV:** Promedios Vecinales; **RP:** Razones Promedio; **CEV, i:** Correlación con estaciones vecinas con i : cantidad de estaciones incluidas; **RM, p:** Regresiones Múltiples con p: Cantidad de estaciones Incluidas; **R1, j :** Regresión Simple con j : grado de cercanía desde la estación con falta de información hasta la estación que está estimando. 1: la más cercana, 2: la segunda más cercana; 3 : la tercera más cercana; μ : Promedio en valor absoluto.

Tabla N° 17: Resumen de las precipitaciones estimadas, estación El Guindo.

Pp real	RD	PV	RP	CEV2	CEV3	RM2	RM3	R1,1	R1,2	R1,3	
3,0	4,92	3,60	3,81	8,69	2,77	0,0	3,86	3,14	4,90	4,48	
23,0	9,09	14,20	12,44	25,74	19,57	9,56	11,97	24,13	18,34	22,46	
7,0	0,71	1,23	1,07	8,44	6,13	0,0	0,19	7,34	7,58	8,08	
41,0	24,04	32,53	29,30	46,69	34,69	30,47	24,05	43,03	30,44	38,64	
21,5	18,40	22,53	20,75	33,54	18,31	13,14	19,31	22,56	17,33	21,11	
2,0	17,58	12,90	13,63	13,89	2,14	7,94	13,61	2,09	4,22	3,58	
0,0	0,00	0,00	0,00	6,49	0,79	0,0	0,0	0,0	2,88	1,78	
45,5	22,49	33,83	29,84	51,34	38,47	21,67	25,78	47,75	33,46	42,69	
117,5	151,70	158,30	151,47	177,55	98,96	99,01	141,39	123,32	81,85	107,41	
46,5	24,66	37,43	32,97	56,58	39,31	32,18	39,74	48,80	34,13	43,59	
66,5	110,35	105,20	103,01	108,14	56,11	78,43	98,07	69,79	47,57	61,57	
69,5	70,67	94,63	85,50	127,94	58,63	78,61	65,94	72,94	49,59	64,26	
10,0	11,51	7,97	8,63	12,78	8,65	0,00	15,65	10,49	9,60	10,77	
9,0	5,48	4,03	4,29	10,60	7,81	1,46	8,85	9,44	8,93	9,87	
0,0	0,00	0,33	0,24	7,10	0,79	0,0	0,0	0,0	2,88	1,78	
1,0	4,34	4,60	4,38	11,61	1,47	0,0	3,79	1,04	3,55	2,68	
6,5	5,73	7,17	6,57	15,14	5,71	0,53	4,53	6,81	7,25	7,63	
327,5	332,76	361,40	342,21	401,25	275,38	288,62	313,86	343,76	222,99	296,20	
16,0	64,07	67,37	64,29	77,20	13,69	57,17	56,48	16,78	13,63	16,17	
13,5	13,09	14,70	13,81	23,01	11,59	9,00	14,17	14,16	11,95	13,92	
0,0	0,00	0,00	0,00	6,49	0,79	0,0	0,0	0,0	2,88	1,78	
135,2	82,77	112,77	101,44	148,57	113,83	107,42	89,63	141,90	93,75	123,33	
202,0	197,47	207,80	198,39	231,57	169,94	169,52	180,95	212,02	138,64	183,38	
5,5	9,20	9,07	8,80	15,65	4,87	2,80	10,62	5,76	6,58	6,73	
45,0	23,85	34,83	30,89	51,33	38,05	32,37	27,95	47,22	33,12	42,24	
418,5	437,73	493,40	462,94	557,10	351,82	421,57	423,96	439,28	284,15	378,01	
176,0	174,23	190,00	179,68	211,89	148,10	177,59	177,78	184,73	121,17	160,00	
0,0	0,00	0,00	0,00	6,49	0,79	0,0	0,23	0,0	2,88	1,78	
56,0	88,23	72,07	73,79	65,91	47,29	63,47	84,57	58,77	40,52	52,13	
0,0	0,00	0,00	0,00	6,49	0,79	0,0	0,12	0,0	2,88	1,78	
170,5	119,11	144,70	133,44	177,50	143,48	138,85	116,65	178,96	117,47	155,06	
44,0	13,80	10,97	11,43	20,58	37,21	6,06	18,13	46,17	32,45	41,34	
89,5	89,44	88,07	85,39	89,05	75,44	86,05	87,60	93,93	63,03	82,24	
42,0	42,89	45,50	43,41	58,96	35,53	27,51	29,80	44,07	31,11	39,54	
29,0	16,28	32,73	27,46	53,38	24,61	29,97	24,71	30,43	22,37	27,85	
48,0	50,52	50,30	48,70	57,63	40,57	40,62	45,80	50,37	35,14	44,93	
μ	63,55	62,14	68,78	64,83	82,84	53,72	55,97	60,53	66,69	45,59	58,91

RD: Razones de Distancia; **PV:** Promedios Vecinales; **RP:** Razones Promedio; **CEV, i:** Correlación con estaciones vecinas con *i* : cantidad de estaciones incluidas; **RM, p:** Regresiones Múltiples con *p*: Cantidad de estaciones Incluidas; **R1, j :** Regresión Simple con *j* : grado de cercanía desde la estación con falta de información hasta la estación que está estimando. 1: la más cercana, 2: la segunda más cercana; 3 : la tercera más cercana; **μ** : Promedio en valor absoluto.

Tabla N° 18: Resumen de las diferencias porcentuales entre las precipitaciones estimadas y las precipitaciones reales, estación El Guindo.

<i>Pp real</i>	$\Delta\%$ <i>RD</i>	$\Delta\%$ <i>PV</i>	$\Delta\%$ <i>RP</i>	$\Delta\%$ <i>CEV2</i>	$\Delta\%$ <i>CEV3</i>	$\Delta\%$ <i>RM2</i>	$\Delta\%$ <i>RM3</i>	$\Delta\%$ <i>R1,1</i>	$\Delta\%$ <i>R1,2</i>	$\Delta\%$ <i>R1,3</i>	
3,0	63,87	20,00	26,97	189,70	-7,74	-147,77	28,82	4,59	63,20	49,34	
23,0	-60,48	-38,26	-45,92	11,92	-14,92	-58,45	-47,94	4,92	-20,27	-2,35	
7,0	-89,82	-82,38	-84,78	20,58	-12,46	-127,49	-97,24	4,80	8,35	15,37	
41,0	-41,36	-20,65	-28,55	13,89	-15,39	-25,67	-41,35	4,94	-25,77	-5,75	
21,5	-14,43	4,81	-3,50	56,00	-14,84	-38,87	-10,18	4,91	-19,40	-1,81	
2,0	779,19	545,00	581,55	594,60	7,03	297,06	580,28	4,40	111,20	79,07	
0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
45,5	-50,56	-25,64	-34,41	12,83	-15,45	-52,37	-43,33	4,94	-26,46	-6,18	
117,5	29,11	34,72	28,91	51,11	-15,78	-15,74	20,33	4,96	-30,34	-8,58	
46,5	-46,97	-19,50	-29,10	21,67	-15,46	-30,79	-14,55	4,94	-26,60	-6,27	
66,5	65,94	58,20	54,90	62,62	-15,62	17,95	47,48	4,95	-28,46	-7,42	
69,5	1,68	36,16	23,02	84,09	-15,64	13,11	-5,12	4,95	-28,65	-7,54	
10,0	15,06	-20,33	-13,74	27,84	-13,52	-100,03	56,53	4,85	-3,99	7,73	
9,0	-39,14	-55,19	-52,32	17,77	-13,24	-83,80	-1,70	4,84	-0,79	9,71	
0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
1,0	333,55	360,00	338,47	1060,80	46,52	-200,31	278,95	3,82	255,19	168,24	
6,5	-11,91	10,26	1,01	132,99	-12,18	-91,82	-30,35	4,79	11,51	17,33	
327,5	1,61	10,35	4,49	22,52	-15,92	-11,87	-4,16	4,96	-31,91	-9,56	
16,0	300,44	321,04	301,79	382,47	-14,44	257,29	252,99	4,90	-14,79	1,04	
13,5	-3,03	8,89	2,28	70,41	-14,16	-33,30	4,95	4,88	-11,46	3,11	
0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
135,2	-38,78	-16,59	-24,97	9,89	-15,81	-20,55	-33,70	4,96	-30,66	-8,78	
202,0	-2,24	2,87	-1,79	14,64	-15,87	-16,08	-10,42	4,96	-31,36	-9,22	
5,5	67,21	64,85	60,01	184,46	-11,49	-49,03	93,11	4,76	19,57	22,32	
45,0	-46,99	-22,59	-31,36	14,06	-15,44	-28,08	-37,89	4,94	-26,39	-6,14	
418,5	4,59	17,90	10,62	33,12	-15,93	0,73	1,30	4,96	-32,10	-9,68	
176,0	-1,01	7,95	2,09	20,39	-15,85	0,90	1,01	4,96	-31,15	-9,09	
0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
56,0	57,55	28,69	31,77	17,70	-15,55	13,34	51,02	4,95	-27,65	-6,92	
0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
170,5	-30,14	-15,13	-21,73	4,11	-15,85	-18,56	-31,58	4,96	-31,10	-9,06	
44,0	-68,64	-75,08	-74,03	-53,22	-15,43	-86,24	-58,79	4,94	-26,25	-6,05	
89,5	-0,07	-1,60	-4,59	-0,50	-15,71	-3,85	-2,12	4,95	-29,57	-8,11	
42,0	2,11	8,33	3,35	40,37	-15,40	-34,49	-29,04	4,94	-25,93	-5,86	
29,0	-43,87	12,87	-5,32	84,05	-15,14	3,35	-14,80	4,93	-22,86	-3,95	
48,0	5,26	4,79	1,45	20,07	-15,48	-15,37	-4,59	4,94	-26,79	-6,39	
μ	63,55	64,35	54,18	53,58	92,51	13,31	52,62	53,77	4,18	29,99	57,21

RD: Razones de Distancia; **PV:** Promedios Vecinales; **RP:** Razones Promedio; **CEV, i:** Correlación con estaciones vecinas con *i* : cantidad de estaciones incluidas; **RM, p:** Regresiones Múltiples con *p*: Cantidad de estaciones Incluidas; **R1, j :** Regresión Simple con *j* : grado de cercanía desde la estación con falta de información hasta la estación que está estimando. 1: la más cercana, 2: la segunda más cercana; 3 : la tercera más cercana; μ : Promedio en valor absoluto.

Tabla N° 19: Resumen de las precipitaciones estimadas, estación Gualleco

Pp real	RD	PV	RP	CEV2	CEV3	RM2	RM3	R1,1	R1,2	R1,3
1,5	5,20	-	-	7,94	0,0	5,80	3,84	0,0	0,0	0,0
11,0	8,87	-	-	11,18	10,28	8,27	7,20	11,71	9,41	9,69
0,0	0,57	-	-	5,12	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
41,1	24,30	-	-	21,70	49,34	31,17	32,23	50,79	45,62	51,58
14,7	18,23	-	-	17,84	15,08	20,84	21,93	16,52	13,86	14,84
20,1	18,90	-	-	16,57	22,09	28,98	24,51	23,53	20,35	22,35
0,0	0,00	-	-	4,54	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16,4	22,17	-	-	20,86	17,28	25,46	26,84	18,73	15,90	17,20
114,5	151,17	-	-	113,84	144,60	194,36	196,52	146,09	133,91	153,73
36,5	24,13	-	-	22,51	43,37	27,05	30,13	44,82	40,08	45,18
117,7	112,53	-	-	82,85	148,76	156,90	147,13	150,24	137,76	158,19
89,9	68,50	-	-	56,35	112,68	77,13	86,18	114,15	104,32	119,50
5,9	11,03	-	-	13,03	3,66	9,68	14,49	5,09	3,27	2,59
9,3	4,87	-	-	8,76	8,07	0,89	2,35	9,51	7,36	7,32
0,0	0,00	-	-	4,54	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,0	4,27	-	-	7,69	0,0	2,76	1,95	0,0	0,0	0,0
0,0	5,70	-	-	8,67	0,0	4,92	3,15	0,0	0,0	0,0
375,0	335,33	-	-	242,56	482,69	454,10	443,24	484,29	447,28	516,28
84,5	65,27	-	-	50,04	105,67	89,30	83,16	107,14	97,82	111,98
14,0	13,13	-	-	13,93	14,17	15,10	15,50	15,61	13,02	13,86
0,0	0,00	-	-	4,54	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
133,0	82,37	-	-	64,23	168,61	105,08	107,27	170,10	156,17	179,48
237,5	197,23	-	-	146,61	304,24	257,27	256,00	305,78	281,87	324,92
6,0	9,30	-	-	11,10	3,79	10,28	8,54	5,22	3,39	2,73
40,5	23,97	-	-	21,63	48,56	30,04	33,10	50,01	44,89	50,74
549,0	442,13	-	-	317,17	708,52	604,50	574,07	710,19	656,59	758,44
257,0	177,13	-	-	128,44	329,55	246,59	246,78	331,09	305,33	352,06
0,0	0,00	-	-	4,54	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
123,1	89,80	-	-	67,23	155,77	123,88	114,58	157,25	144,26	165,70
0,0	0,00	-	-	4,54	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
189,0	119,17	-	-	90,13	241,29	156,10	153,64	242,81	223,53	257,42
20,0	10,97	-	-	15,77	21,96	0,0	8,88	23,40	20,23	22,21
139,0	94,07	-	-	66,69	176,40	145,39	126,13	177,89	163,38	187,83
36,0	41,17	-	-	36,17	42,72	43,24	47,01	44,17	39,48	44,48
28,5	16,47	-	-	16,15	32,99	20,41	19,83	34,43	30,46	34,04
64,0	51,13	-	-	40,57	79,06	68,21	69,55	80,52	73,16	83,45
μ	77,08	62,47	-	49,06	96,03	81,86	80,12	97,50	88,89	101,65

RD: Razones de Distancia; PV: Promedios Vecinales; RP: Razones Promedio; CEV, i: Correlación con estaciones vecinas con i : cantidad de estaciones incluidas; RM, p: Regresiones Múltiples con p: Cantidad de estaciones Incluidas; R1, j : Regresión Simple con j : grado de cercanía desde la estación con falta de información hasta la estación que está estimando. 1: la más cercana, 2: la segunda más cercana; 3 : la tercera más cercana; μ : Promedio en valor absoluto.

Tabla N° 20: Resumen de las diferencias porcentuales entre las precipitaciones estimadas y las precipitaciones reales, estación Gualleco.

<i>Pp real</i>	$\Delta \%$ <i>RD</i>	$\Delta \%$ <i>PV</i>	$\Delta \%$ <i>RP</i>	$\Delta \%$ <i>CEV2</i>	$\Delta \%$ <i>CEV3</i>	$\Delta \%$ <i>RM2</i>	$\Delta \%$ <i>RM3</i>	$\Delta \%$ <i>R1,1</i>	$\Delta \%$ <i>R1,2</i>	$\Delta \%$ <i>R1,3</i>
1,5	246,67	—	—	429,30	-236,87	286,43	155,70	-141,27	-335,55	-234,77
11,0	-19,39	—	—	1,60	-6,58	-24,78	-34,53	6,50	-11,93	-14,49
0,0	0,00	—	—	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
41,1	-40,88	—	—	-47,20	20,05	-24,16	-21,59	23,58	25,50	10,99
14,7	24,04	—	—	21,35	2,58	41,74	49,22	12,37	0,94	-5,73
20,1	-5,97	—	—	-17,57	9,89	44,17	21,93	17,06	11,21	1,26
0,0	0,00	—	—	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
16,4	35,16	—	—	27,19	5,40	55,25	63,66	14,18	4,90	-3,03
114,5	32,02	—	—	-0,58	26,29	69,75	71,63	27,59	34,26	16,95
36,5	-33,88	—	—	-38,34	18,83	-25,90	-17,45	22,80	23,77	9,81
117,7	-4,39	—	—	-29,61	26,39	33,30	25,00	27,65	34,40	17,04
89,9	-23,80	—	—	-37,32	25,34	-14,20	-4,14	26,97	32,92	16,04
5,9	87,01	—	—	120,82	-38,01	64,14	145,57	-13,67	-56,10	-44,55
9,3	-47,67	—	—	-5,83	-13,22	-90,41	-74,75	2,23	-21,27	-20,84
0,0	0,00	—	—	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,0	0,00	—	—	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,0	0,00	—	—	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
375,0	-10,58	—	—	-35,32	28,72	21,09	18,20	29,14	37,68	19,27
84,5	-22,76	—	—	-40,78	25,05	5,69	-1,59	26,79	32,52	15,77
14,0	-6,19	—	—	-0,52	1,22	7,86	10,68	11,50	-0,98	-7,03
0,0	0,00	—	—	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
133,0	-38,07	—	—	-51,71	26,78	-20,99	-19,34	27,90	34,95	17,42
237,5	-16,95	—	—	-38,27	28,10	8,32	7,79	28,75	36,81	18,68
6,0	55,00	—	—	85,01	-36,88	71,39	42,38	-12,95	-54,51	-43,47
40,5	-40,82	—	—	-46,58	19,91	-25,83	-18,26	23,49	25,30	10,85
549,0	-19,47	—	—	-42,23	29,06	10,11	4,57	29,36	38,15	19,60
257,0	-31,08	—	—	-50,02	28,23	-4,05	-3,98	28,83	36,99	18,81
0,0	0,00	—	—	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
123,1	-27,05	—	—	-45,38	26,54	0,63	-6,92	27,74	34,61	17,19
0,0	0,00	—	—	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
189,0	-36,95	—	—	-52,31	27,67	-17,41	-18,71	28,47	36,20	18,27
20,0	-45,17	—	—	-21,16	9,79	-109,74	-55,59	17,00	11,07	1,17
139,0	-32,33	—	—	-52,02	26,91	4,60	-9,26	27,98	35,13	17,54
36,0	14,35	—	—	0,46	18,67	20,11	30,59	22,70	23,56	9,67
28,5	-42,22	—	—	-43,33	15,75	-28,40	-30,42	20,82	19,45	6,87
64,0	-20,10	—	—	-36,60	23,54	6,58	8,68	25,82	30,39	14,32
μ	77,08	29,44	—	39,40	22,28	31,58	27,00	20,14	30,03	18,10

RD: Razones de Distancia; **PV:** Promedios Vecinales; **RP:** Razones Promedio; **CEV, i:** Correlación con estaciones vecinas con *i* : cantidad de estaciones incluidas; **RM, p:** Regresiones Múltiples con *p*: Cantidad de estaciones Incluidas; **R1, j :** Regresión Simple con *j* : grado de cercanía desde la estación con falta de información hasta la estación que está estimando. 1: la más cercana, 2: la segunda más cercana; 3 : la tercera más cercana; **μ** : Promedio en valor absoluto.

Tabla N° 21: Resumen de las precipitaciones estimadas, estación Pencahue.

Pp real	RD	PV	RP	CEV2	CEV3	RM2	RM3	R1,1	R1,2	R1,3	
6,3	2,23	3,43	2,77	4,98	5,94	0,0	2,72	7,82	4,69	5,28	
8,0	10,81	10,03	8,02	6,66	7,48	16,39	10,11	9,10	6,49	6,83	
0,0	0,83	1,40	1,17	0,0	0,22	0,0	1,44	3,09	0,0	0,0	
25,3	31,94	34,97	27,26	23,72	23,17	19,52	29,75	22,10	24,83	22,60	
17,6	17,04	21,07	16,92	16,13	16,19	21,14	15,65	16,31	16,67	15,58	
24,0	14,54	16,60	12,85	22,44	21,99	0,0	14,17	21,12	23,45	21,41	
0,0	0,00	0,00	0,00	0,0	0,22	0,0	0,76	3,09	0,0	0,0	
20,9	20,45	24,93	20,12	19,38	19,18	30,35	18,46	18,79	20,17	18,59	
149,1	134,39	146,97	118,58	145,80	135,48	139,31	116,40	115,09	156,04	135,44	
22,1	32,45	35,33	27,91	20,56	20,27	67,06	29,63	19,69	21,44	19,68	
121,0	106,93	106,67	84,50	118,09	109,99	72,00	94,80	93,98	126,26	109,83	
60,1	87,66	90,20	71,88	58,03	54,74	69,67	77,37	48,24	61,71	54,32	
9,2	10,19	18,37	14,83	7,84	8,57	28,64	9,83	10,00	7,76	7,92	
2,5	9,45	9,83	7,86	1,24	2,49	19,83	8,99	4,97	0,66	1,82	
0,0	0,00	0,00	0,00	0,0	0,22	0,0	0,76	3,09	0,0	0,0	
4,0	2,34	3,50	2,94	2,72	3,85	2,43	2,64	6,10	2,25	3,18	
5,6	2,88	3,13	2,70	4,29	5,30	1,24	2,97	7,30	3,95	4,64	
345,3	345,95	346,80	275,10	339,27	313,46	281,79	304,52	262,46	363,99	314,28	
69,9	70,61	66,80	52,49	67,70	63,63	37,59	63,29	55,60	72,10	63,25	
13,3	13,42	16,47	13,06	11,89	12,29	15,27	12,73	13,08	12,11	11,66	
0,0	0,00	0,00	0,00	0,0	0,22	0,0	0,76	3,09	0,0	0,0	
80,8	109,84	107,33	84,22	78,45	73,52	99,42	98,49	63,79	83,65	73,19	
196,3	218,78	215,80	171,20	192,34	178,29	168,55	192,61	150,54	206,07	178,47	
9,7	7,22	7,80	6,31	8,34	9,02	12,26	6,95	10,38	8,29	8,38	
24,4	32,02	37,53	29,31	22,83	22,36	30,88	29,95	21,42	23,87	21,78	
459,2	480,26	450,90	356,08	451,58	416,78	386,15	423,02	348,02	484,71	418,11	
188,4	207,08	215,67	168,75	184,55	171,13	172,53	186,77	144,61	197,69	171,27	
0,0	0,00	0,00	0,00	0,0	0,22	0,0	0,76	3,09	0,0	0,0	
95,9	100,92	92,67	72,67	93,34	87,22	81,75	90,16	75,13	99,66	86,95	
0,0	0,00	0,30	0,23	0,0	0,22	0,0	0,79	3,09	0,0	0,0	
119,4	154,73	144,97	113,65	116,51	108,54	111,84	138,09	92,78	124,56	108,37	
0,0	26,29	29,30	23,79	0,0	0,22	49,79	23,17	3,09	0,0	0,0	
112,0	99,61	90,83	70,03	109,21	101,82	57,50	90,84	87,22	116,72	101,63	
34,5	45,02	45,70	37,12	32,79	31,52	21,55	38,96	29,01	34,58	30,98	
17,2	21,92	22,57	17,57	15,73	15,83	31,60	20,57	16,01	16,24	15,22	
53,5	55,42	61,87	48,73	51,53	48,76	36,87	50,37	43,28	54,72	48,30	
μ	63,76	68,70	68,88	54,46	61,65	58,07	57,57	61,37	50,99	65,60	57,66

RD: Razones de Distancia; **PV:** Promedios Vecinales; **RP:** Razones Promedio; **CEV, i:** Correlación con estaciones vecinas con *i* : cantidad de estaciones incluidas; **RM, p:** Regresiones Múltiples con *p*: Cantidad de estaciones Incluidas; **R1, j** : Regresión Simple con *j* : grado de cercanía desde la estación con falta de información hasta la estación que está estimando. 1: la más cercana, 2: la segunda más cercana; 3 : la tercera más cercana; **μ** : Promedio en valor absoluto.

Tabla N° 22: Resumen de las diferencias porcentuales entre las precipitaciones estimadas y las precipitaciones reales, estación Pencahue.

<i>Pp real</i>	$\Delta \%$ <i>RD</i>	$\Delta \%$ <i>PV</i>	$\Delta \%$ <i>RP</i>	$\Delta \%$ <i>CEV2</i>	$\Delta \%$ <i>CEV3</i>	$\Delta \%$ <i>RM2</i>	$\Delta \%$ <i>RM3</i>	$\Delta \%$ <i>R1,1</i>	$\Delta \%$ <i>R1,2</i>	$\Delta \%$ <i>R1,3</i>	
6,3	-64,58	-45,50	-55,99	-20,89	-5,74	-105,99	-56,79	24,20	-25,54	-16,19	
8,0	35,06	25,42	0,21	-16,75	-6,49	104,90	26,36	13,77	-18,84	-14,63	
0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
25,3	26,23	38,21	7,74	-6,25	-8,40	-22,86	17,58	-12,66	-1,86	-10,68	
17,6	-3,18	19,70	-3,84	-8,37	-8,02	20,11	-11,10	-7,31	-5,30	-11,48	
24,0	-39,41	-30,83	-46,47	-6,51	-8,36	-104,49	-40,97	-12,00	-2,29	-10,78	
0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
20,9	-2,17	19,30	-3,72	-7,27	-8,22	45,21	-11,68	-10,09	-3,52	-11,06	
149,1	-9,87	-1,43	-20,47	-2,22	-9,14	-6,57	-21,93	-22,81	4,65	-9,16	
22,1	46,85	59,88	26,27	-6,95	-8,28	203,43	34,09	-10,89	-3,00	-10,94	
121,0	-11,63	-11,85	-30,17	-2,41	-9,10	-40,50	-21,65	-22,33	4,35	-9,23	
60,1	45,85	50,08	19,60	-3,44	-8,91	15,93	28,74	-19,74	2,68	-9,62	
9,2	10,76	99,64	61,19	-14,75	-6,86	211,33	6,79	8,73	-15,60	-13,88	
2,5	277,85	293,33	214,43	-50,53	-0,35	693,21	259,47	98,81	-73,46	-27,36	
0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
4,0	-41,50	-12,50	-26,57	-32,11	-3,70	-39,32	-34,02	52,43	-43,67	-20,42	
5,6	-48,64	-44,05	-51,84	-23,33	-5,30	-77,88	-46,91	30,34	-29,48	-17,11	
345,3	0,19	0,43	-20,33	-1,75	-9,22	-18,39	-11,81	-23,99	5,41	-8,98	
69,9	1,01	-4,43	-24,91	-3,15	-8,97	-46,22	-9,45	-20,46	3,15	-9,51	
13,3	0,86	23,81	-1,77	-10,63	-7,61	14,80	-4,27	-1,63	-8,95	-12,33	
0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
80,8	35,95	32,84	4,23	-2,91	-9,01	23,04	21,89	-21,06	3,53	-9,42	
196,3	11,45	9,93	-12,79	-2,02	-9,17	-14,14	-1,88	-23,31	4,98	-9,08	
9,7	-25,58	-19,59	-34,99	-14,06	-6,98	26,42	-28,34	7,00	-14,49	-13,62	
24,4	31,22	53,83	20,14	-6,43	-8,37	26,57	22,75	-12,21	-2,15	-10,75	
459,2	4,59	-1,81	-22,46	-1,66	-9,24	-15,91	-7,88	-24,21	5,55	-8,95	
188,4	9,92	14,47	-10,43	-2,04	-9,17	-8,43	-0,86	-23,24	4,93	-9,09	
0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
95,9	5,23	-3,37	-24,23	-2,67	-9,05	-14,76	-5,99	-21,66	3,92	-9,33	
0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
119,4	29,59	21,41	-4,81	-2,42	-9,10	-6,33	15,65	-22,29	4,32	-9,24	
0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
112,0	-11,06	-18,90	-37,48	-2,49	-9,09	-48,66	-18,89	-22,12	4,21	-9,26	
34,5	30,49	32,46	7,61	-4,95	-8,64	-37,54	12,92	-15,92	0,23	-10,19	
17,2	27,43	31,20	2,15	-8,53	-7,99	83,71	19,60	-6,91	-5,56	-11,54	
53,5	3,59	15,64	-8,91	-3,69	-8,87	-31,09	-5,85	-19,10	2,27	-9,71	
μ	63,76	24,77	28,77	22,38	7,53	6,31	58,55	22,39	16,98	8,55	9,54

RD: Razones de Distancia; **PV:** Promedios Vecinales; **RP:** Razones Promedio; **CEV, i:** Correlación con estaciones vecinas con *i* : cantidad de estaciones incluidas; **RM, p:** Regresiones Múltiples con *p*: Cantidad de estaciones Incluidas; **R1, j :** Regresión Simple con *j* : grado de cercanía desde la estación con falta de información hasta la estación que está estimando. 1: la más cercana, 2: la segunda más cercana; 3 : la tercera más cercana; **μ** : Promedio en valor absoluto.

Tabla N° 23: Resumen de las precipitaciones estimadas, estación San Javier.

<i>Pp real</i>	<i>RD</i>	<i>PV</i>	<i>RP</i>	<i>CEV2</i>	<i>CEV3</i>	<i>RM2</i>	<i>RM3</i>	<i>R1,1</i>	<i>R1,2</i>	<i>R1,3</i>	
5,8	4,59	2,67	2,05	7,92	8,96	5,08	4,55	6,72	9,13	10,36	
8,5	9,35	24,20	15,79	10,73	11,54	11,72	12,47	9,76	11,71	12,15	
2,5	0,88	2,07	1,54	4,49	5,81	2,13	2,86	3,01	5,97	8,16	
41,5	23,74	40,83	28,90	45,08	43,08	26,36	29,27	46,88	43,27	34,10	
29,0	18,59	32,60	22,33	32,07	31,13	21,79	20,42	32,82	31,31	25,79	
21,0	16,06	6,07	5,44	23,74	23,49	14,99	14,24	23,82	23,66	20,47	
0,0	0,00	0,00	0,00	1,88	3,42	0,76	1,63	0,20	3,58	6,50	
33,7	22,87	50,27	34,20	36,96	35,62	26,98	24,81	38,11	35,81	28,91	
171,1	152,32	203,93	145,36	179,98	166,92	170,93	151,20	192,65	167,19	120,30	
41,3	25,27	74,83	46,18	44,87	42,88	30,17	32,27	46,65	43,08	33,97	
106,7	107,82	115,70	84,60	112,95	105,38	114,29	106,82	120,22	105,61	77,46	
95,4	73,18	127,60	91,97	101,18	94,58	87,68	88,97	107,51	94,81	69,95	
34,5	12,05	22,40	13,06	37,79	36,39	15,39	14,30	39,01	36,57	29,44	
10,6	6,18	15,70	8,98	12,92	13,55	9,26	11,00	12,12	13,72	13,55	
0,0	0,00	0,60	0,38	1,88	3,42	0,76	1,63	0,20	3,58	6,50	
5,7	4,42	6,33	4,47	7,82	8,87	5,84	5,36	6,61	9,03	10,29	
3,5	5,76	8,13	6,12	5,53	6,76	7,21	6,26	4,14	6,93	8,83	
350,0	329,78	444,80	317,69	366,19	337,88	359,11	342,23	393,88	338,26	239,28	
59,9	62,69	73,37	54,17	64,23	60,66	66,97	66,93	67,58	60,86	46,34	
22,6	13,04	21,77	14,56	25,41	25,02	15,09	15,11	25,62	25,19	21,53	
0,0	0,00	0,00	0,00	1,88	3,42	0,76	1,63	0,20	3,58	6,50	
103,5	83,24	158,67	109,26	109,61	102,32	94,06	100,73	116,62	102,55	75,34	
210,8	197,75	259,37	186,64	221,30	204,86	220,46	215,52	237,31	205,16	146,70	
8,9	9,08	14,83	9,46	11,15	11,92	10,54	9,84	10,21	12,09	12,42	
49,0	23,73	50,50	34,04	52,89	50,24	26,74	29,66	55,32	50,44	39,09	
395,7	432,63	614,77	435,64	413,76	381,55	468,08	458,35	445,28	381,96	269,68	
235,4	170,86	246,37	170,07	246,91	228,36	182,16	187,34	264,98	228,68	163,06	
0,0	0,00	0,90	0,38	1,88	3,42	0,76	1,63	0,20	3,58	6,50	
77,3	86,40	91,50	62,98	82,34	77,29	92,22	93,50	87,15	77,50	57,91	
0,9	0,00	0,73	0,31	2,82	4,28	0,76	1,63	1,21	4,44	7,10	
127,2	119,04	186,90	132,32	134,28	124,97	132,46	140,70	143,27	125,22	91,10	
35,0	17,07	40,47	25,17	38,31	36,86	27,32	30,39	39,57	37,05	29,78	
75,3	84,08	92,90	65,15	80,26	75,37	81,39	84,18	84,90	75,59	56,58	
46,6	44,88	51,67	41,09	50,39	47,95	55,12	52,04	52,62	48,14	37,49	
24,2	16,06	52,00	33,79	27,07	26,54	18,04	20,44	27,42	26,72	22,59	
75,2	49,82	59,13	42,68	80,16	75,28	54,29	54,02	84,78	75,49	56,51	
μ	69,68	61,76	88,74	62,41	187,80	70,00	68,27	67,61	33,47	54,02	80,57

RD: Razones de Distancia; PV: Promedios Vecinales; RP: Razones Promedio; CEV, i: Correlación con estaciones vecinas con i : cantidad de estaciones incluidas; RM, p: Regresiones Múltiples con p: Cantidad de estaciones Incluidas; R1, j : Regresión Simple con j : grado de cercanía desde la estación con falta de información hasta la estación que está estimando. 1: la más cercana, 2: la segunda más cercana; 3 : la tercera más cercana; μ : Promedio en valor absoluto.

Tabla N° 24: Resumen de las diferencias porcentuales entre las precipitaciones estimadas y las precipitaciones reales, estación San Javier.

<i>Pp real</i>	$\Delta \%$ <i>RD</i>	$\Delta \%$ <i>PV</i>	$\Delta \%$ <i>RP</i>	$\Delta \%$ <i>CEV2</i>	$\Delta \%$ <i>CEV3</i>	$\Delta \%$ <i>RM2</i>	$\Delta \%$ <i>RM3</i>	$\Delta \%$ <i>R1,1</i>	$\Delta \%$ <i>R1,2</i>	$\Delta \%$ <i>R1,3</i>	
5,8	-20,91	-54,02	-64,67	36,57	54,51	-12,49	-21,54	15,93	57,39	78,56	
8,5	9,99	184,71	85,73	26,25	35,78	37,91	46,73	14,83	37,77	42,97	
2,5	-64,71	-17,33	-38,48	79,45	132,32	-14,64	14,59	20,48	138,93	226,47	
41,5	-42,79	-1,61	-30,35	8,63	3,80	-36,47	-29,47	12,96	4,26	-17,83	
29,0	-35,91	12,41	-23,01	10,58	7,35	-24,86	-29,59	13,17	7,98	-11,08	
21,0	-23,53	-71,11	-74,07	13,06	11,84	-28,60	-32,19	13,43	12,68	-2,54	
0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
33,7	-32,13	49,16	1,49	9,68	5,70	-19,94	-26,38	13,07	6,25	-14,21	
171,1	-10,98	19,19	-15,04	5,19	-2,44	-0,10	-11,63	12,60	-2,28	-29,69	
41,3	-38,82	81,19	11,81	8,65	3,84	-26,96	-21,87	12,96	4,30	-17,75	
106,7	1,05	8,43	-20,72	5,85	-1,24	7,11	0,11	12,67	-1,02	-27,40	
95,4	-23,29	33,75	-3,60	6,06	-0,86	-8,09	-6,74	12,69	-0,62	-26,68	
34,5	-65,06	-35,07	-62,13	9,55	5,47	-55,38	-58,55	13,06	6,01	-14,65	
10,6	-41,65	48,11	-15,25	21,86	27,81	-12,61	3,81	14,37	29,42	27,82	
0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
5,7	-22,54	11,11	-21,54	37,14	55,54	2,43	-5,93	15,99	58,48	80,53	
3,5	64,45	132,38	74,90	57,92	93,24	105,91	78,83	18,20	97,99	152,20	
350,0	-5,78	27,09	-9,23	4,63	-3,46	2,60	-2,22	12,54	-3,35	-31,63	
59,9	4,65	22,48	-9,57	7,23	1,27	11,80	11,74	12,81	1,60	-22,64	
22,6	-42,30	-3,69	-35,58	12,42	10,69	-33,23	-33,13	13,37	11,48	-4,73	
0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
103,5	-19,58	53,30	5,57	5,91	-1,14	-9,12	-2,68	12,67	-0,92	-27,21	
210,8	-6,19	23,04	-11,46	4,98	-2,82	4,58	2,24	12,57	-2,68	-30,41	
8,9	1,99	66,67	6,32	25,26	33,97	18,40	10,58	14,73	35,88	39,53	
49,0	-51,58	3,06	-30,53	7,93	2,54	-45,43	-39,48	12,89	2,93	-20,23	
395,7	9,33	55,36	10,09	4,56	-3,58	18,29	15,83	12,53	-3,47	-31,85	
235,4	-27,42	4,66	-27,75	4,89	-2,99	-22,62	-20,42	12,56	-2,86	-30,73	
0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
77,3	11,78	18,37	-18,52	6,52	-0,02	19,30	20,96	12,74	0,26	-25,08	
0,9	-100,00	-18,52	-65,65	213,44	375,44	-15,38	80,80	34,71	393,71	688,62	
127,2	-6,42	46,93	4,02	5,57	-1,75	4,13	10,61	12,64	-1,56	-28,38	
35,0	-51,22	15,62	-28,10	9,47	5,33	-21,93	-13,17	13,05	5,86	-14,92	
75,3	11,66	23,37	-13,48	6,59	0,10	8,09	11,79	12,75	0,38	-24,86	
46,6	-3,69	10,87	-11,82	8,13	2,90	18,29	11,67	12,91	3,31	-19,54	
24,2	-33,64	114,88	39,64	11,87	9,69	-25,46	-15,54	13,31	10,43	-6,64	
75,2	-33,76	-21,37	-43,25	6,59	0,11	-27,80	-28,16	12,75	0,39	-24,85	
μ	69,68	25,52	35,80	25,37	18,96	24,99	19,44	19,97	66,05	51,17	12,72

RD: Razones de Distancia; PV: Promedios Vecinales; RP: Razones Promedio; CEV, i: Correlación con estaciones vecinas con i : cantidad de estaciones incluidas; RM, p: Regresiones Múltiples con p: Cantidad de estaciones Incluidas; R1, j : Regresión Simple con j : grado de cercanía desde la estación con falta de información hasta la estación que está estimando. 1: la más cercana, 2: la segunda más cercana; 3 : la tercera más cercana; μ : Promedio en valor absoluto.

Tabla N° 25: Resumen de las precipitaciones estimadas, estación Talca.

Pp real	RD	PV	RP	CEV2	CEV3	RM2	RM3	R1,1	R1,2	R1,3	
3,0	2,24	5,03	4,94	5,36	6,25	7,61	7,22	4,38	6,33	7,96	
10,6	28,80	13,17	12,74	12,04	12,45	11,30	9,79	10,86	13,22	14,38	
1,7	2,74	3,17	2,96	4,21	5,19	2,70	3,32	3,28	5,15	6,86	
22,3	60,87	35,93	34,33	22,34	21,99	27,65	31,85	20,83	23,84	24,26	
19,5	40,09	22,70	21,67	19,87	19,71	19,54	21,65	18,44	21,30	21,90	
8,7	7,01	15,67	15,49	10,37	10,90	22,03	21,74	9,24	11,50	12,77	
0,0	0,00	0,00	0,00	2,72	3,81	2,49	2,38	1,83	3,60	5,43	
24,7	73,26	33,37	31,91	24,45	23,95	24,80	24,89	22,87	26,02	26,29	
155,3	219,86	145,90	141,49	139,35	130,44	137,75	136,85	134,13	144,56	136,59	
28,2	79,95	36,63	34,85	27,53	26,80	26,38	30,06	25,85	29,20	29,24	
95,6	117,56	98,07	96,36	86,83	81,76	108,15	101,79	83,27	90,37	86,17	
85,3	154,25	75,00	71,71	77,76	73,36	64,31	70,48	74,50	81,02	77,47	
14,7	12,06	17,90	16,49	15,65	15,79	9,74	19,51	14,35	16,95	17,84	
9,6	20,92	7,37	6,84	11,16	11,64	4,46	8,20	10,01	12,32	13,53	
0,0	1,00	0,00	0,00	2,72	3,81	2,60	2,38	1,83	3,60	5,43	
4,8	11,81	3,57	3,43	6,94	7,72	6,17	6,12	5,92	7,96	9,48	
5,9	14,24	5,20	5,14	7,91	8,62	7,95	5,94	6,85	8,96	10,41	
315,4	536,15	340,93	332,12	280,21	260,99	318,73	306,66	270,53	289,86	271,81	
56,0	90,00	48,60	48,00	51,99	49,47	65,52	60,68	49,54	54,43	52,72	
12,8	26,85	16,47	15,69	13,98	14,25	14,85	17,46	12,73	15,22	16,24	
0,0	0,00	0,00	0,00	2,72	3,81	2,49	2,38	1,83	3,60	5,43	
85,5	220,15	106,50	102,65	77,94	73,53	84,11	85,82	74,67	81,20	77,64	
199,1	272,55	203,03	197,26	177,89	166,16	180,94	182,02	171,45	184,31	173,58	
8,5	17,85	8,03	7,88	10,19	10,74	11,07	10,16	9,07	11,32	12,61	
23,1	66,94	39,47	37,43	23,04	22,64	27,67	34,23	21,51	24,57	24,94	
408,0	753,19	424,47	416,19	361,68	336,50	428,25	385,64	349,42	373,91	350,02	
154,6	281,97	199,93	193,11	138,73	129,87	174,61	189,81	133,54	143,92	136,00	
0,0	0,00	0,00	0,00	2,72	3,81	2,49	2,38	1,83	3,60	5,43	
77,6	79,28	76,40	75,34	70,99	67,08	82,49	81,21	67,94	74,03	70,97	
0,0	0,55	0,30	0,26	2,72	3,81	2,49	2,72	1,83	3,60	5,43	
118,7	240,94	139,03	134,93	107,15	100,60	117,02	115,37	102,95	111,34	105,68	
32,9	13,12	26,33	24,13	31,66	30,63	2,49	17,29	29,86	33,46	33,21	
58,2	114,29	92,27	91,40	53,92	51,26	100,54	88,41	51,41	56,43	54,58	
54,5	46,85	41,03	39,49	50,67	48,25	34,63	36,99	48,26	53,07	51,46	
15,0	80,76	23,47	22,55	15,91	16,04	22,94	20,97	14,61	17,22	18,10	
46,4	64,47	58,90	56,60	43,54	41,64	49,96	57,90	41,36	45,72	44,62	
μ	59,89	104,24	65,66	63,76	55,41	52,65	61,36	61,17	52,85	57,96	56,01

RD: Razones de Distancia; PV: Promedios Vecinales; RP: Razones Promedio; CEV, i: Correlación con estaciones vecinas con i : cantidad de estaciones incluidas; RM, p: Regresiones Múltiples con p: Cantidad de estaciones Incluidas; R1, j : Regresión Simple con j : grado de cercanía desde la estación con falta de información hasta la estación que está estimando. 1: la más cercana, 2: la segunda más cercana; 3 : la tercera más cercana; μ : Promedio en valor absoluto.

Tabla N° 26: Resumen de las diferencias porcentuales entre las precipitaciones estimadas y las precipitaciones reales, estación Talca.

<i>Pp real</i>	$\Delta \%$ <i>RD</i>	$\Delta \%$ <i>PV</i>	$\Delta \%$ <i>RP</i>	$\Delta \%$ <i>CEV2</i>	$\Delta \%$ <i>CEV3</i>	$\Delta \%$ <i>RM2</i>	$\Delta \%$ <i>RM3</i>	$\Delta \%$ <i>R1,1</i>	$\Delta \%$ <i>R1,2</i>	$\Delta \%$ <i>R1,3</i>	
3,0	-25,40	67,78	64,65	78,52	108,47	153,76	140,77	110,89	46,08	165,36	
10,6	171,66	24,21	20,17	13,60	17,46	6,63	-7,63	24,76	2,43	35,66	
1,7	61,05	86,27	73,96	147,75	205,53	58,99	95,04	202,75	92,65	303,69	
22,3	172,94	61,14	53,94	0,16	-1,38	23,98	42,82	6,92	-6,61	8,79	
19,5	105,60	16,41	11,13	1,91	1,07	0,23	11,02	9,24	-5,44	12,29	
8,7	-19,37	80,08	78,00	19,20	25,31	153,16	149,88	32,18	6,19	46,84	
0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
24,7	196,59	35,09	29,19	-1,02	-3,04	0,40	0,77	5,35	-7,41	6,43	
155,3	41,57	-6,05	-8,89	-10,27	-16,01	-11,30	-11,88	-6,92	-13,63	-12,05	
28,2	183,51	29,91	23,60	-2,39	-4,96	-6,45	6,60	3,54	-8,33	3,70	
95,6	22,97	2,58	0,80	-9,18	-14,48	13,13	6,48	-5,47	-12,89	-9,87	
85,3	80,84	-12,08	-15,94	-8,84	-13,99	-24,61	-17,37	-5,01	-12,66	-9,18	
14,7	-17,93	21,77	12,15	6,46	7,44	-33,74	32,70	15,28	-2,38	21,38	
9,6	117,90	-23,26	-28,73	16,27	21,21	-53,51	-14,55	28,30	4,22	40,99	
0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
4,8	145,97	-25,69	-28,62	44,57	60,87	28,48	27,52	65,84	23,25	97,52	
5,9	141,40	-11,86	-12,85	34,02	46,08	34,74	0,76	51,84	16,16	76,44	
315,4	69,99	8,10	5,30	-11,16	-17,25	1,06	-2,77	-8,10	-14,23	-13,82	
56,0	60,71	-13,21	-14,29	-7,17	-11,66	16,99	8,36	-2,80	-11,54	-5,85	
12,8	109,80	28,65	22,61	9,20	11,29	16,02	36,44	18,92	-0,53	26,86	
0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
85,5	157,48	24,56	20,06	-8,84	-14,01	-1,62	0,37	-5,02	-12,67	-9,19	
199,1	36,89	1,98	-0,92	-10,66	-16,55	-9,12	-8,58	-7,43	-13,89	-12,82	
8,5	110,05	-5,49	-7,31	19,93	26,34	30,29	19,58	33,16	6,69	48,30	
23,1	189,80	70,85	62,04	-0,26	-1,97	19,78	48,19	6,36	-6,90	7,95	
408,0	84,61	4,04	2,01	-11,35	-17,53	4,96	-5,48	-8,36	-14,36	-14,21	
154,6	82,39	29,32	24,91	-10,26	-16,00	12,95	22,78	-6,91	-13,62	-12,03	
0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
77,6	2,16	-1,55	-2,91	-8,52	-13,55	6,31	4,65	-4,60	-12,45	-8,55	
0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
118,7	102,98	17,13	13,68	-9,73	-15,25	-1,41	-2,80	-6,20	-13,27	-10,97	
32,9	-60,14	-19,96	-26,66	-3,76	-6,88	-92,42	-47,45	1,71	-9,25	0,95	
58,2	96,38	58,53	57,04	-7,35	-11,92	72,74	51,91	-3,05	-11,67	-6,22	
54,5	-14,03	-24,71	-27,54	-7,04	-11,47	-36,45	-32,13	-2,63	-11,45	-5,58	
15,0	438,38	56,44	50,30	6,09	6,93	52,93	39,80	14,79	-2,63	20,64	
46,4	38,94	26,94	21,99	-6,17	-10,25	7,68	24,78	-1,47	-10,87	-3,85	
μ	59,89	87,76	24,88	22,84	14,77	21,00	27,38	25,61	19,61	11,84	29,39

RD: Razones de Distancia; **PV:** Promedios Vecinales; **RP:** Razones Promedio; **CEV, i:** Correlación con estaciones vecinas con *i* : cantidad de estaciones incluidas; **RM, p:** Regresiones Múltiples con *p*: Cantidad de estaciones Incluidas; **R1, j :** Regresión Simple con *j* : grado de cercanía desde la estación con falta de información hasta la estación que está estimando. 1: la más cercana, 2: la segunda más cercana; 3 : la tercera más cercana; μ : Promedio en valor absoluto.

6.4 Análisis comparativo de la calidad de la estimación

La comparación entre los valores reales y los valores estimados a través de los distintos métodos ya expuestos, se realizó de la siguiente manera:

6.4.1 Coeficiente de determinación (R^2)

Para tratar de identificar qué método de completación se comporta más parecido a los datos reales, una de las medidas aplicadas fue el coeficiente de determinación, el cual indica qué porcentaje de la variación está explicada por cada método. Para el cálculo de éste se ocupó la fórmula detallada en la metodología; en las tablas N° 27 a la N° 34, es posible observar estos resultados por estación.

6.4.2 Error estándar de estimación (EEE)

Al igual que el valor de R^2 , el valor del EEE constituye una prueba analítica que conforma un elemento más para inferir de forma global tendencias en el comportamiento de los métodos de completación; además, permite apreciar el error en la misma unidad del parámetro utilizado. Los valores fueron obtenidos de igual forma que el R^2 (Statgraphics plus y mediante fórmulas), los que se muestran en las tablas N° 27 a la N° 34.

Tabla N° 27: Coeficientes de determinación (R^2) y Error estándar de estimación (EEE) para la Estación Armerillo (Valores mensuales).

Método de completación	R^2	EEE
Razones de Distancia	0,68	164,97
Correlación Con Estaciones Vecinas, con 2 estaciones	0,0	333,59
Correlación Con Estaciones Vecinas, con 3 estaciones	0,0	474,12
Regresiones Múltiples, con 2 estaciones	0,92	62,29
Regresiones Múltiples, con 3 estaciones	0,93	61,09
Regresión Lineal simple con la 1ª más cercana	0,92	64,11
Regresión Lineal simple con la 2ª más cercana	0,89	72,21
Regresión Lineal simple con la 3ª más cercana	0,87	82,99

Tabla N° 28: Coeficientes de determinación (R^2) y Error estándar de estimación (EEE) para la estación Colorado (Valores mensuales).

Método de completación	R^2	EEE
Razones de Distancia	0,94	43,87
Correlación Con Estaciones Vecinas, con 2 estaciones	0,99	7,23
Correlación Con Estaciones Vecinas, con 3 estaciones	0,05	173,39
Regresiones Múltiples, con 2 estaciones	0,95	29,24
Regresiones Múltiples, con 3 estaciones	0,97	20,93
Regresión Lineal simple con la 1ª más cercana	0,93	33,90
Regresión Lineal simple con la 2ª más cercana	0,92	38,29
Regresión Lineal simple con la 3ª más cercana	0,91	42,13

Tabla N° 29: Coeficientes de determinación (R^2) y Error estándar de estimación (EEE) para la Estación Huapi (Valores mensuales).

Método de completación	R^2	EEE
Razones de Distancia	0,94	31,69
Promedios Vecinales	0,87	46,70
Razones Promedios	0,98	20,43
Correlación Con Estaciones Vecinas, con 2 estaciones	0,99	5,65
Correlación Con Estaciones Vecinas, con 3 estaciones	0,95	27,90
Regresiones Múltiples, con 2 estaciones	0,93	23,87
Regresiones Múltiples, con 3 estaciones	0,94	22,72
Regresión Lineal simple con la 1ª más cercana	0,93	23,89
Regresión Lineal simple con la 2ª más cercana	0,84	37,54
Regresión Lineal simple con la 3ª más cercana	0,85	36,43

Tabla N° 30: Coeficientes de determinación (R^2) y Error estándar de estimación (EEE) para la Estación El Guindo (Valores mensuales).

Método de completación	R^2	EEE
Razones de Distancia	0,95	21,42
Promedios Vecinales	0,95	22,13
Razones Promedios	0,96	19,02
Correlación Con Estaciones Vecinas, con 2 estaciones	0,98	14,95
Correlación Con Estaciones Vecinas, con 3 estaciones	0,96	18,30
Regresiones Múltiples, con 2 estaciones	0,89	22,25
Regresiones Múltiples, con 3 estaciones	0,91	21,80
Regresión Lineal simple con la 1ª más cercana	0,89	24,38
Regresión Lineal simple con la 2ª más cercana	0,83	27,59
Regresión Lineal simple con la 3ª más cercana	0,89	24,39

Tabla N° 31: Coeficientes de determinación (R^2) y Error estándar de estimación (EEE) para la Estación Gualleco (Valores mensuales).

Método de completación	R^2	EEE
Razones de Distancia	0,93	32,11
Correlación Con Estaciones Vecinas, con 2 estaciones	0,84	14,95
Correlación Con Estaciones Vecinas, con 3 estaciones	0,89	40,84
Regresiones Múltiples, con 2 estaciones	0,98	13,97
Regresiones Múltiples, con 3 estaciones	0,98	13,67
Regresión Lineal simple con la 1ª más cercana	0,98	14,50
Regresión Lineal simple con la 2ª más cercana	0,96	19,49
Regresión Lineal simple con la 3ª más cercana	0,94	21,92

Tabla N° 32: Coeficientes de determinación (R^2) y Error estándar de estimación (EEE) para la Estación Penciahue (Valores mensuales).

Método de completación	R^2	EEE
Razones de Distancia	0,98	13,24
Promedios Vecinales	0,98	13,19
Razones Promedios	0,93	25,73
Correlación Con Estaciones Vecinas, con 2 estaciones	0,98	2,53
Correlación Con Estaciones Vecinas, con 3 estaciones	0,99	11,14
Regresiones Múltiples, con 2 estaciones	0,96	13,28
Regresiones Múltiples, con 3 estaciones	0,98	9,82
Regresión Lineal simple con la 1ª más cercana	0,98	11,03
Regresión Lineal simple con la 2ª más cercana	0,96	13,67
Regresión Lineal simple con la 3ª más cercana	0,94	16,91

Tabla N° 33: Coeficientes de determinación (R^2) y Error estándar de estimación (EEE) para la Estación San Javier (Valores mensuales).

Método de completación	R^2	EEE
Razones de Distancia	0,96	17,76
Promedios Vecinales	0,77	46,07
Razones Promedios	0,96	18,49
Correlación Con Estaciones Vecinas, con 2 estaciones	0,99	6,26
Correlación Con Estaciones Vecinas, con 3 estaciones	0,99	4,29
Regresiones Múltiples, con 2 estaciones	0,96	14,88
Regresiones Múltiples, con 3 estaciones	0,96	14,55
Regresión Lineal simple con la 1ª más cercana	0,96	15,23
Regresión Lineal simple con la 2ª más cercana	0,94	18,07
Regresión Lineal simple con la 3ª más cercana	0,93	27,91

Tabla N° 34: Coeficientes de determinación (R^2) y Error estándar de estimación (EEE) para la Estación Talca (Valores mensuales).

Método de completación	R^2	EEE
Razones de Distancia	0,97	15,37
Promedios Vecinales	0,98	13,74
Razones Promedios	0,98	12,04
Correlación Con Estaciones Vecinas, con 2 estaciones	0,98	11,93
Correlación Con Estaciones Vecinas, con 3 estaciones	0,96	18,47
Regresiones Múltiples, con 2 estaciones	0,97	10,46
Regresiones Múltiples, con 3 estaciones	0,97	10,42
Regresión Lineal simple con la 1ª más cercana	0,96	13,26
Regresión Lineal simple con la 2ª más cercana	0,96	12,65
Regresión Lineal simple con la 3ª más cercana	0,89	21,78

Los Errores Estándar obtenidos, en la mayoría de las estaciones, presentaron grandes diferencias entre métodos de completación utilizados para la misma estación. En síntesis los errores fueron más altos de lo que se esperaba; esto se desarrolla con mayor detalle en los análisis de resultados.

Se debe mencionar que para el cálculo de los valores de R^2 y EEE, se utilizó el programa estadístico Statgraphics plus V.1.4, en los métodos lineales, es decir, regresión lineal simple y múltiple, y para los otros métodos se utilizaron las fórmulas mencionadas en la metodología.

6.4.3 Test de concordancia de Bland y Altman (ACBA)

Esta etapa fue realizada para determinar cuál de los métodos de completación de datos, estimó de mejor forma la precipitación media, para cada estación en particular.

En las tablas N° 35 al N° 42, se muestran los valores del test Bland y Altman, junto con el coeficiente de correlación, establecidos entre la precipitación media estimada y la precipitación media real por estación.

Para establecer cuál método de los aplicados por estación se ajusta de mejor forma a los datos reales, se considera como mejor aquel que presente un menor valor dp.

Tabla N° 35: Resultados del test de Bland y Altman para los métodos de completación de datos, estación Armerillo.

Método	Diferencia $X \pm Ds$ (mm)	Límite de Confianza (mm)	Coefficiente. de Correlación. r
Razones de Distancia	90,47±134,23	353,56/-172,62	0,83
Correlación Con Estaciones Vecinas, con 2 estaciones	142,31 ± 215,36	573,0/-288,4	0,0
Correlación Con Estaciones Vecinas, con 3 estaciones	-270,19±378,5	471,67/-1012,05	0,0
Regresiones Múltiples, con 2 estaciones	-0,27±32,45	63,33/-63,87	0,96
Regresiones Múltiples, con 3 estaciones	-6,01±39,64	71,68/-83,70	0,96
Regresión Lineal simple con la 1ª más cercana	-121,91±176,57	224,16/-467,98	0,96
Regresión Lineal simple con la 2ª más cercana	261,27±363,45	9736,63/-451,092	0,95
Regresión Lineal simple con la 3ª más cercana	-387,01±543,1	677,46/-1451,4	0,93

Tabla N° 36: Resultados del test de Bland y Altman para los métodos de completación de datos, estación Colorado.

Método	Diferencia $X \pm Ds$ (mm)	Límite de Confianza (mm)	Coefficiente. de Correlación. r
Razones de Distancia	-16,64±39,80	61,36±-94,64	0,94
Correlación Con Estaciones Vecinas, con 2 estaciones	-64,08±104,3	26,16 / -17,2	0,99
Correlación Con Estaciones Vecinas, con 3 estaciones	-103,92±134,53	159,76/-367,5	0,05
Regresiones Múltiples, con 2 estaciones	1,25±23,52	47,34/-44,84	0,95
Regresiones Múltiples, con 3 estaciones	17,08±28,61	73,15/-38,99	0,97
Regresión Lineal simple con la 1ª más cercana	-54,28±64,20	71,58/-180,08	0,93
Regresión Lineal simple con la 2ª más cercana	44,97±75,05	192,038/-102,15	0,92
Regresión Lineal simple con la 3ª más cercana	-103,29±132,24	155,90/-362,48	0,91

Tabla N° 37: Resultados del test de Bland y Altman para los métodos de completación de datos, estación Huapi.

Método	Diferencia $X \pm Ds$ (mm)	Límite de Confianza (mm)	Coficiente. de Correlación. r
Razones de Distancia	-17,58±25,64	32,37/-67,83	0,97
Promedios Vecinales	-28,22±36,05	43,88/-100,32	0,93
Razones Promedios	-4,55±19,60	28,65/-37,75	0,98
Correlación Con Estaciones Vecinas, con 2 estaciones	-0,09±4,46	8,83/-9,01	0,99
Correlación Con Estaciones Vecinas, con 3 estaciones	13,75±23,70	60,2/-32,70	0,97
Regresiones Múltiples, con 2 estaciones	22,99±33,96	89,55/-43,57	0,97
Regresiones Múltiples, con 3 estaciones	0,90±22,49	44,98/-43,18	0,97
Regresión Lineal simple con la 1ª más cercana	27,86±40,69	107,6/-51,89	0,99
Regresión Lineal simple con la 2ª más cercana	-27,77±31,42	33,81/-89,35	0,91
Regresión Lineal simple con la 3ª más cercana	-35,49±47,24	57,10/-128,08	0,92

Tabla N° 38: Resultados del test de Bland y Altman para los métodos de completación de datos, estación El Guindo.

Método	Diferencia $X \pm Ds$ (mm)	Límite de Confianza (mm)	Coefficiente. de Correlación. <i>r</i>
Razones de Distancia	1,40±21,06	42,67/-39,87	0,97
Promedios Vecinales	-8,89±18,50	28,11/ -45,89	0,97
Razones Promedios	-4,94±12,93	20,92/ -30,8	0,98
Correlación Con Estaciones Vecinas, con 2 estaciones	-22,95±30,31	37,67/-83,57	0,99
Correlación Con Estaciones Vecinas, con 3 estaciones	9,82±15,03	39,25/-19,65	0,98
Regresiones Múltiples, con 2 estaciones	7,58±15,12	37,39/-22,23	0,94
Regresiones Múltiples, con 3 estaciones	3,02±18,19	40,18/-34,14	0,95
Regresión Lineal simple con la 1ª más cercana	-3,14±4,65	5,97/-12,25	0,94
Regresión Lineal simple con la 2ª más cercana	17,95±30,70	78,12/-42,22	0,91
Regresión Lineal simple con la 3ª más cercana	33,69±47,24	126,28/-58,90	0,94

Tabla N° 39: Resultados del test de Bland y Altman para los métodos de completación de datos, estación Gualleco.

Método	Diferencia $X \pm Ds$ (mm)	Límite de Confianza (mm)	Coefficiente de Correlación r
Razones de distancia	14,60±27,97	69,42/-40,22	0,96
Correlación con estaciones vecinas, con 2 estaciones	28,02±52,44	132,9/-76,88	0,99
Correlación con estaciones vecinas, con 3 estaciones	-18,96±35,36	50,34/-88,26	0,99
Regresión múltiple, con 2 estaciones	-4,78±24,10	42,45/-52,01	0,98
Regresión múltiple, con 3 estaciones	-3,04±21,45	39,00/-45,08	0,99
Regresión lineal simple, con la 1ª más cercana	-20,42±35,41	48,98/-89,82	0,99
Regresión lineal simple, con la 2ª más cercana	-24,57±46,50	66,57/-115,71	0,98
Regresión lineal simple, con la 3ª más cercana	-11,81±24,09	35,40/-59,02	0,97

Tabla N° 40: Resultados del test de Bland y Altman para los métodos de completación de datos, estación Pencahue.

Método	Diferencia $X \pm Ds$ (mm)	Límite de Confianza (mm)	Coeficiente de Correlación. r
Razones de Distancia	-4,94±12,05	18,67/-28,55	0,99
Promedios Vecinales	-5,12±11,92	18,72/-28,96	0,99
Razones Promedios	9,30±23,54	56,38/-37,78	0,99
Correlación Con Estaciones Vecinas, con 2 estaciones	2,12±1,40	4,94/-0,68	0,99
Correlación Con Estaciones Vecinas, con 3 estaciones	5,70±9,33	23,98/-12,58	0,99
Regresiones Múltiples, con 2 estaciones	6,19±25,64	56,44/-44,06	0,99
Regresiones Múltiples, con 3 estaciones	2,40±14,03	29,89/-25,09	0,99
Regresión Lineal simple con la 1ª más cercana	12,77±25,01	61,78/-36,24	0,99
Regresión Lineal simple con la 2ª más cercana	-1,831±6,017	9,96/-13,62	0,98
Regresión Lineal simple con la 3ª más cercana	6,10±8,89	23,52/-11,32	0,97

Tabla Nº 41: Resultados del test de Bland y Altman para los métodos de completación de datos, estación San Javier.

Método	Diferencia $X \pm Ds$ (mm)	Límite de Confianza (mm)	Coficiente. de Correlación. r
Razones de Distancia	7,94±15,55	25,42/-9,6	0,98
Promedios Vecinales	-5,77 ± 12,22	63,12/-101,24	0,88
Razones Promedios	7,26±16,67	40,6/-26,08	0,98
Correlación Con Estaciones Vecinas, con 2 estaciones	-4,73±3,88	3,03/-12,49	0,99
Correlación Con Estaciones Vecinas, con 3 estaciones	-0,32±4,21	7,93/-8,57	0,99
Regresiones Múltiples, con 2 estaciones	1,41±17,53	35,76/-32,94	0,98
Regresiones Múltiples, con 3 estaciones	2,07±16,03	33,48/29,34	0,98
Regresión Lineal simple con la 1ª más cercana	-8,89±11,85	14,33/-32,116	0,96
Regresión Lineal simple con la 2ª más cercana	-0,533±4,15	7,601/-8,667	0,94
Regresión Lineal simple con la 3ª más cercana	16,835±31,82	79,19/-45,53	0,93

Tabla N° 42: Resultados del test de Bland y Altman para los métodos de completación de datos, estación Talca.

Método	Diferencia $X \pm Ds$ (mm)	Límite de Confianza (mm)	Coefficiente. de Correlación. <i>r</i>
Razones de Distancia	-6,71±13,53	19,80/-33,22	0,99
Promedios Vecinales	-5,77±12,22	18,67/-30,21	0,99
Razones Promedios	-3,87±11,20	18,53/-26,27	0,99
Correlación Con Estaciones Vecinas, con 2 estaciones	4,48±10,84	26,16/-17,2	0,99
Correlación Con Estaciones Vecinas, con 3 estaciones	7,25±16,65	39,88/-25,38	0,98
Regresiones Múltiples, con 2 estaciones	-1,38±12,68	23,47/-26,23	0,99
Regresiones Múltiples, con 3 estaciones	-1,28±11,73	21,71/-24,27	0,99
Regresión Lineal simple con la 1ª más cercana	7,04±13,35	33,20/-19,13	0,98
Regresión Lineal simple con la 2ª más cercana	1,93±8,33	18,25/-14,39	0,98
Regresión Lineal simple con la 3ª más cercana	3,88±11,021	25,48/-17,72	0,94

6.4.4 Análisis de Varianza (ANDEVA)

La última prueba aplicada fue el ANDEVA, prueba que mide el comportamiento de la hipótesis de efectos entre las medias de cada método ($p > 0.05$). A continuación en la tabla N° 43 se muestran los resultados.

Tabla N° 43: ANDEVA de métodos de completación de datos aplicados por estación.

ESTACIÓN	F. V	SC	GL	CM	FC	VALOR P
Armerillo	Dentro del grupo	9,4059e6	8	1,1757e6	5,09	0,0000*
	Entre grupos	7,2793e7	315	231092,0		
	TOTAL	8,2199e7	323			
Colorado	Dentro del grupo	808978,0	8	101122,0	1,96	0,0512
	Entre grupos	1,6262e7	315	51628,1		
	TOTAL	1,7071e7	323			
Huapi	Dentro del grupo	172904,0	10	17290,4	1,00	0,4388
	Entre grupos	6,6269e6	385	17212,9		
	TOTAL	6,79986e6	395			
El Guindo	Dentro del grupo	66736,9	10	6673,69	0,81	0,6240
	Entre grupos	3,1916e6	385	8289,99		
	TOTAL	3,2583e6	395			
Gualleco	Dentro del grupo	85091,4	8	10636,4	0,61	0,7709
	Entre grupos	5,5088e6	315	17488,3		
	TOTAL	5,5088e6	323			
Pencahue	Dentro del grupo	11691,1	10	1169,11	0,13	0,9993
	Entre grupos	3,3742e6	385	8764,16		
	TOTAL	3,3858	395			
San Javier	Dentro del grupo	77694,3	10	7769,43	0,85	0,5763
	Entre grupos	3,5004e6	385	9092,07		
	TOTAL	3,5781e6	395			
Talca	Dentro del grupo	74354,4	10	7435,44	0,84	0,5880
	Entre grupos	3,3984e6	385	8827,09		
	TOTAL	3,4727e6	395			

* : Existe diferencias significativas entre los métodos de completación; por lo menos 1 es distinto de los demás.