



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

**CARACTERIZACIÓN DE LAS PRECIPITACIONES EN EL SECANO COSTERO
DE LAS REGIONES DE O'HIGGINS, MAULE Y NORTE DEL BÍO-BÍO,
DURANTE EL PERÍODO 2002 – 2003.**

CRISTIAN ANDRÉS SUAZO SAAVEDRA.

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

PROFESOR GUÍA: DR. ING. ROBERTO PIZARRO TAPIA

**TALCA – CHILE
2005**

RESUMEN.

En el presente estudio, se caracterizó espacial y temporalmente las precipitaciones en el seco costero de las Regiones de O'Higgins, Maule y norte del Bío-bío, durante un período de tiempo comprendido entre los años 2002 y 2003. Dicha caracterización, se llevó a cabo por medio de información recopilada a partir de nueve estaciones pluviográficas ubicadas en esta zona, las cuales son, Hidango, La Rosa, Pumanque, Paredones, Llanillos, Parrón, Botacura, Name y Chequén.

El desarrollo de la investigación se llevó a cabo por medio de procedimientos matemáticos, gráficos y estadísticos, los cuales permitieron generar información en forma de montos e intensidades de precipitación para intervalos de tiempo que van desde 0,5; 1; 2; 4; 6; 12; 24 y 48 horas, para las nueve estaciones pluviográficas.

Durante el procedimiento estadístico se comprobó la falta de normalidad en los datos, por lo cual se debió trabajar con estadística no paramétrica utilizando las pruebas de Kruskal Wallis y la U de Mann Whitney con el objetivo de establecer si existían diferencias estadísticamente significativas entre las estaciones; además, se implementó la utilización de la función de distribución de probabilidad de Gumbel, la cual indicó un ajuste de buena calidad, lo que se manifiesta a partir de los valores obtenidos por las pruebas de bondad de ajuste aplicadas (Coeficiente de determinación R^2 y el Test de Kolmogorov – Smirnov).

Por otro lado, se realizó un análisis sobre el comportamiento de montos e intensidades de precipitación para las diferentes duraciones relacionándolas con parámetros espacio-temporales, los resultados obtenidos establecieron que las intensidades máximas de precipitación se presentan en lapsos cortos de tiempo (30 minutos), los cuales se distribuyen en 44 eventos de tormenta ocurridos durante el período de estudio; además, se estableció que los montos máximos de precipitación se concentraron principalmente entre los meses de Mayo y Agosto, alcanzando máximas por evento que bordean los 500 mm.

SUMMARY.

In the is study, rainfalls were characterized spatial and temporally in the cordillera at the coastal at O'Higgins, Maule and northern Bio – Bio Regions, in austral Chile, during years 2002 – 2003. Such characterization it was made by compiled data from nine pluviographic stations localited in this area, which are Hidango, La Rosa, Pumanque, Paredones, Llanillos, Parrón, Botacura, Name and Chequén.

The development of the investigation it was made through mathematics, graphics and stadisticals proceedings, which permitted generate data in form of amounts and rainfall intensities for time intervals ranging from 0,5; 1; 2; 4; 6; 12; 24 and 48 hours, for nine stations.

During stadistical proceeding was verified the fault of normality in data, so it was necessary to work with non – parametrical stadistic methods, using the Kruskal Wallis and the U of Mann Whitney's tests, in order to establish the existence of stadistically significative diferences among the stations; besides, it was implemented the use of the Gumbel's probability distribution function, which indicated a high quality ajustement.

On main results showed that upper intensities of precipitations were present in short lapses (30 minutes) which are distributed in 44 events of storm, happened during the period of study; besides, it was stablished that the maximum amounts of precipitation was concentrated mainly between the months of May and August; and finally, stations located in southern region, not always reached most highest values of rainfall and rainfall intensity.

ÍNDICE.

	Página
1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo general	3
2.2 Objetivo específico	3
3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
3.1. Antecedentes generales de la zona de estudio	4
3.1.1. Región de O'Higgins	4
3.1.2. Región del Maule	5
3.1.3. Región del Bío-Bío	8
3.2. Relevancia de la información obtenida a través de estudios hidrológicos asociadas a las precipitaciones	12
3.3. Definición de intensidades de precipitación	14
3.4. Distribución espacio-temporal de la precipitación	16
3.5. Medición de la precipitación	17
3.5.1. Medidores sin registro	17
3.5.2. Medidores con registro	18
3.5.3. Análisis de registro de lluvia	20
3.6. Estudios relacionados con el tema	21

4. METODOLOGÍA	22
4.1. Etapas del estudio	22
4.1.1. Revisión bibliográfica	22
4.1.2. Captura de información	22
4.1.3. Determinación de las intensidades máximas Globales período 2002-2003	23
4.1.4. Análisis temporal de las variables	24
4.1.5. Análisis espacial	25
4.1.6. Análisis estadístico	26
4.1.6.1. Supuesto de normalidad	26
a. Test de Normalidad	26
b. Histograma de frecuencias	27
4.1.6.2. Pruebas no paramétricas	28
a. Test de Kruskal Wallis	28
b. Test U de Mann Whitney	29
4.1.6.3. Ajuste de los datos a una función de probabilidad	30
4.1.6.4. Pruebas de bondad de ajuste	32
a. Coeficiente de determinación R^2	32
b. Test de Kolmogorov – Smirnov	32
c. Estimación de intensidades de precipitación para diversas probabilidades de excedencia	33
4.1.6.5. Estadística descriptiva	34
4.1.7. Presentación de resultados	34
4.1.8. Análisis y discusión	35
4.1.9. Conclusiones y recomendaciones	36
4.2. Materiales y equipos	36

5. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	37
5.1. Alturas máximas de precipitación	37
5.2. Cálculo de las tres intensidades máximas anuales en mm/h, para cada una de las nueve estaciones en estudio y para diferentes duraciones	40
5.3. Distribución temporal de las tormentas durante el período de estudio	42
5.4. Distribución espacial de las precipitaciones	49
5.5. Análisis estadístico	54
5.5.1. Test de normalidad	54
5.5.2. Histograma de frecuencias	59
5.5.3. Pruebas no paramétricas	60
5.5.3.1. Test de Kruskal Wallis	61
5.5.3.2. U de Mann Whitney	62
5.5.4. Ajuste de los datos a una función de probabilidad de Gumbel	71
5.5.4.1. Parámetros calculados para la función de Gumbel	71
5.5.4.2. Pruebas de bondad de ajuste para la función de Gumbel	73
a. Coeficiente de determinación R^2	73
b. Test de Kolmogorov – Smirnov	75
c. Estimación de intensidades de precipitación para diversas probabilidades de excedencia	77
5.5.5. Estadística descriptiva	86
 6. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	 93
6.1. Información pluviográfica seleccionada	93
6.2. Selección de las intensidades máximas período 2002-2003	94
6.3. Distribución temporal de las tormentas durante el período de estudio	94
6.4. Distribución espacial de las precipitaciones	96
6.5. Análisis estadístico	101
6.5.1. Test de normalidad	101

6.5.2. Pruebas no paramétricas	102
6.5.2.1. Test de Kruskal Wallis	102
6.5.2.2. U de Mann Whitney	102
6.5.3. Ajuste de una función de Gumbel	103
6.5.3.1. Estimación de intensidades de precipitación para diversas probabilidades de excedencia	104
6.6. Estadística descriptiva	105
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	107
7.1. Conclusiones	107
7.2. Recomendaciones	110
8. BIBLIOGRAFÍA	111

APÉNDICES.

I. Análisis temporal de las precipitaciones, tablas y gráficos.

1. Análisis temporal.
2. Resumen de los gráficos de montos de precipitación para cada evento, relacionado con el análisis temporal.

II. Test de Normalidad.

3. Test de normalidad para intensidades de 1 hora.
4. Test de normalidad para intensidades de 2 horas.
5. Test de normalidad para intensidades de 4 horas.
6. Test de normalidad para intensidades de 6 horas.
7. Test de normalidad para intensidades de 12 horas.
8. Test de normalidad para intensidades de 24 horas.
9. Test de normalidad para intensidades de 48 horas.

III. Test de Rangos Múltiples para duraciones de 0,5; 1 y 2 horas.

10. Test de rangos múltiples 0,5 horas.
11. Tests de rangos múltiples 1 hora.
12. Tests de rangos múltiples 2 horas.

1. INTRODUCCIÓN.

El desarrollo de Chile se basa de forma importante en el recurso hídrico y en su eventual utilización en diversos procesos productivos y de consumo humano. Por esto, la conservación y manejo del agua posee gran relevancia en la concreción de diversos proyectos de interés nacional.

En este marco, la VI, VII y VIII Regiones, no están ajenas a esta problemática ya que gran parte de su desarrollo económico está ligado al uso apropiado del recurso hídrico proveniente de las precipitaciones, especialmente en actividades del tipo agrícola y forestal, las cuales se concentran principalmente en el secano costero; además, en estas zonas las precipitaciones se distribuyen en un corto período durante el año, por lo cual es de gran importancia conocer técnicas que permitan predecir el comportamiento que estas tormentas mostrarán.

El estudio de las precipitaciones y de su distribución espacio temporal en zonas de secano, es motivo de interés para diversos fines, tales como la influencia que éstas poseen en los procesos meteorológicos, edafológicos y en todo lo referido al análisis hidrológico. Asimismo, un adecuado diseño para obras de ingeniería, demanda conocer las intensidades de precipitación para distintos períodos de retorno.

En relación con lo anterior, la disponibilidad de datos es imprescindible para el diseño y planificación de obras, por lo cual es necesario presentar la información pluviométrica correspondiente a una tormenta o lluvia en forma de intensidades a partir de registros pluviográficos de diferentes estaciones de medición. En el caso de esta memoria, dichas estaciones pertenecen a una reciente investigación realizada por el proyecto “Determinación de estándares de ingeniería en obras de conservación y aprovechamiento de aguas y suelos para la mantención e incremento de la productividad silvícola”, realizado por el área de hidrología de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad de Talca,

el cual consta de nueve estaciones dispersas en la zona de secano desde la VI, VII y norte de la VIII región y cuyo período de medición se sostuvo entre los años 2002 y 2003.

En este marco, esta memoria pretende analizar el comportamiento de las lluvias en el tiempo y en el espacio en la zona de secano de las Regiones de O'Higgins, Maule y Norte del Bío bío.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general.

- Contribuir a un mayor y mejor conocimiento de las intensidades de precipitación en la zona del secano costero de la VI, VII y norte de la VIII Región, Chile.

2.2. Objetivo específico.

- Analizar y caracterizar temporal y espacialmente las precipitaciones ocurridas en el período 2002-2003, en el secano costero de las regiones VI, VII y norte de la VIII, para intervalos de tiempo que van desde 0,5; 1; 2; 4; 6; 12; 24 y 48 horas, en nueve estaciones pluviográficas ubicadas en la zona.

3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1. Antecedentes generales de la zona de estudio.

3.1.1. Región de O'Higgins.

La Región del Libertador Bernardo O'Higgins se localiza en la macrozona central del país, aproximadamente entre los 34° y los 35° de latitud Sur. Abarca una superficie de 16.387 Km², representando el 2,2% del territorio Nacional continental. Sus límites son por el Norte la Región Metropolitana de Santiago a los 33°50' latitud Sur; por el Sur la Región del Maule a los 34° 45' latitud Sur; al Oeste el Océano Pacífico; y al Este con la Cordillera de Los Andes. Según el Censo de 2002 (I.N.E., 2002), la población asciende a 780.627 habitantes.

La característica del relieve más importante para esta región es la presencia de la Cordillera de los Andes, la que presenta una altitud que varía entre los 3.000 a 4.000 m.s.n.m. y un ancho aproximado de 50 Km; además, presenta un marcado volcanismo, el cual se manifiesta en que las mayores alturas corresponden a conos volcánicos tales como el Tinguiririca (4.620 m.s.n.m.) y El Palomo (4.860 m.s.n.m.) (B.C.N., 2004).

El clima predominante corresponde a Templado Mediterráneo, el cual presenta variaciones por efecto de la topografía local. En la costa se presenta nuboso, mientras que hacia el interior debido a la sequedad experimenta fuertes contrastes térmicos. Las precipitaciones son mayores en la costa y en la Cordillera de Los Andes, debido al relieve que no deja entrada a los vientos húmedos Oceánicos (B.C.N., 2004).

En el litoral, que recibe la influencia oceánica predomina el clima Templado Nuboso, caracterizado por una mayor humedad y abundante nubosidad. En el sector de la Depresión

Intermedia predomina un clima Templado de tipo Mediterráneo Cálido con una estación seca de seis meses y un invierno lluvioso. A medida que se asciende por la Cordillera, las temperaturas descienden bajo los cero grados en los meses de invierno. Sobre los 3.500 m. de altura se pasa al clima frío de altura con predominio de nieves eternas (B.C.N., 2004).

Las condiciones climáticas y morfológicas descritas permiten el desarrollo de una vegetación arbustiva de "Acacia Caven" en la depresión intermedia, mientras que en los sectores de la Cordillera de la Costa y de los Andes se desarrolla un Bosque esclerófilo de Boldos y Peumos el que sobre los 1.400 m.s.n.m. da paso a bosques de robles (*Nothofagus obliqua*).

La vegetación natural se encuentra muy alterada y degradada por la acción humana; el matorral esclerófilo y la estepa de espino han sido intensamente explotados para la fabricación de carbón. También el bosque nativo ha sido reemplazado por especies exóticas como el pino, álamo y eucalipto, buscando una mayor producción forestal y explotación del recurso maderero (B.C.N., 2004).

El sistema hidrográfico esta constituido por el río Rapel y sus afluentes más importantes, son el río Cachapoal y el Tinguiririca; ambos en su confluencia en el sector denominado "La Junta" dan origen al embalse Rapel. Este embalse posee una capacidad de almacenamiento de 433 millones de metros cúbicos y la central hidroeléctrica tiene una potencia instalada de 350.000 KW. (B.C.N., 2004).

3.1.2. Región del Maule.

La Región se extiende entre los 34°41' y 36°33' de latitud Sur. Limita al Norte con la Región de O'Higgins, al Sur con la Región del Bío-Bío, al Oeste con el Océano Pacífico y al Este con el límite internacional de la república de Argentina. La superficie regional es de 30.296,1 Km², que representa el 4,0% de la superficie Nacional, excluyendo el territorio

Chileno Antártico. Según el Censo de 2002 (I.N.E., 2002), la población asciende a 908.097 habitantes.

Esta región presenta los cinco relieves tradicionales del país con un clima mediterráneo cálido y sub-húmedo el que permite la existencia de vegetación nativa y el desarrollo de plantaciones artificiales (B.C.N., 2004).

En lo referente a relieve, la séptima región presenta una Cordillera de los Andes en la cual existe un número significativo de volcanes los cuales generan alturas promedio que no sobrepasan los 4.000 m.s.n.m., a excepción del volcán Peteroa (4.090 m.s.n.m.). La actividad volcánica y la acción glaciaria han generado lagunas cordilleranas como la laguna de Teno a los pies del volcán El Planchón de 3.991m.s.n.m. y la laguna del Maule a 3.000 m.s.n.m. (B.C.N., 2004).

Entre la precordillera y la Cordillera de la Costa se presenta el Valle Longitudinal, el cual alcanza un ancho de 40 Km frente a la ciudad de Linares y una extensión total de 170 Km. Presenta un relieve plano solo interrumpido por los numerosos ríos que lo atraviesan en sentido Este-Oeste; sin embargo hacia la parte central y Sur de la región aparece entre la depresión intermedia y la Cordillera de los Andes, un relieve precordillerano de alturas de entre 400 y 1.000 m.s.n.m., el cual es conocido con el nombre de "La Montaña" (B.C.N., 2004).

La Cordillera de la Costa se presenta baja (entre 300 y 700 m) con lomajes suaves que originan cuencas y valles. Está dividida en dos cordones, especialmente entre los ríos Maule e Itata (8ª región), donde da origen a las cuencas de Cauquenes (al sur de la región) y Quirihue, las cuales presentan especiales condiciones microclimáticas. Las principales alturas no sobrepasan los 900 m.s.n.m.(B.C.N., 2004).

En relación con el tipo de clima presente en la Región del Maule, éste se caracteriza por presentar una variedad de tipos climáticos que van desde un templado cálido con lluvias invernales y gran nubosidad en la Cordillera de la Costa y Valle Central, hasta el tipo frío de la Cordillera de los Andes (influido por la altura). De este modo, en la región se encuentran predominantemente los climas templado cálido con estación seca y lluviosa semejante. Además se observa un clima templado cálido con estación seca prolongada, principalmente en el norte y el clima de hielo por efecto de la altura, en el sector cordillerano (Pizarro *et al*, 2003).

Es importante señalar que las temperaturas promedio en esta Región oscilan entre los 28°C en Enero, hasta los 10°C en Julio, mientras que las precipitaciones varían desde los 500 mm al norte, hasta los 1270 mm al sur (Pizarro *et al*, 2003).

Por las características que presenta la región, la vegetación dominante registra variaciones, especialmente en sentido Oeste-Este, es decir de mar a cordillera. Hacia la Cordillera de la Costa en el margen oriental domina la estepa de "Acacia Caven" o espino y matorral esclerófilo (Quillay, Litre, Boldo y Peumo) en los sectores más húmedos. En los sectores de la precordillera de los Andes se desarrolla el Bosque Esclerófilo (Maitén, Quila, Quillay, Peumo y Boldo) que se ubica entre los 400 y 600 m. de altura (B.C.N., 2004) .

Sobre los 600 m.s.n.m. se encuentran bosques de Nothofagus, generalmente en sectores de mayor humedad, siendo denominado Bosque Maulino, el cual cuenta con especies tales como Roble Maulino, Canelo, Lingue, Olivillo y Coigüe; entre los 800 y 1.000 m. se desarrolla el bosque de Nothofagus asociado con Canelo, Olivillo y Mañío; sobre los 1.200 m. en la Cordillera de Los Andes, se ubica el bosque de Robles (*Nothofagus obliqua*), y por sobre los 2.000 m. se localizan Cedros o Ciprés de la Cordillera. Por encima de estas especies, aparece la estepa andina de arbustos bajos y gramíneas (B.C.N., 2004).

La Región del Maule cuenta con dos sistemas hidrográficos que nacen en la Cordillera de los Andes; el Río Mataquito al Norte y el Río Maule en el Centro.

El Río Mataquito es de régimen mixto y sus afluentes son el río Teno y el Lontué. Tiene una hoya hidrográfica de 6.200 Km² de superficie y el caudal medio es de 153 m³/s; desemboca en el mar al Sur de la laguna de Vichuquén. Sus aguas son utilizadas para el regadío de cultivos en el valle, abarcando una superficie de 100.000 hectáreas (B.C.N., 2004).

Por otro lado, el Río Maule es uno de los más importantes en el país; su hoya hidrográfica abarca una superficie de 20.300 Km² y posee un caudal medio de 467 m³/s nace en la Cordillera de Los Andes y tiene como tributarios en su curso superior a los ríos Puelche, Los Cipreses, Claro y Melado; en el Valle Longitudinal tiene como afluente el río Loncomilla, para finalmente desembocar en el mar en la comuna de Constitución (B.C.N., 2004).

3.1.3. Región del Bío-Bío.

La Región del Bio-bío se localiza en el límite Sur de la zona central, específicamente entre los 36°00' y 38°30' de latitud Sur; limita al Norte con la Región del Maule, al Sur con la Región de la Araucanía, al Oeste con el océano Pacífico y al Este con la República Argentina. Según el Censo de 2002 (I.N.E., 2002), la población asciende a 1.861.562 habitantes, con una superficie de 37.062,6 Km², representando el 4,2% del territorio nacional, excluida la Antártica Chilena.

Desde el punto de vista morfológico se distinguen las unidades tradicionales del relieve chileno; a partir de esto se desprende una Cordillera de los Andes más baja con características de cordones montañosos, con alturas promedio de 2.000 m.s.n.m. Destacan algunas cimas que corresponden a conos volcánicos, tales como Chillán (3.212 m), Antuco (2.985 m), Copahue (2.965 m) y Callaquén (3.164 m). La cordillera adquiere gran relevancia como fuente acumuladora de nieve que alimenta a importantes cursos fluviales como el río Bio-bío, Laja, Polcura y Ñuble (B.C.N., 2004).

Los Valles Longitudinales se caracterizan por tener una topografía uniforme y se desarrollan desde el pie occidental de la precordillera, hasta hacer contacto con la Cordillera de la Costa. Se presenta como una llanura que se torna mas ondulada al sur del río Bio-bío, alcanzando su mayor anchura en el eje del río Laja, aproximadamente unos 60 Km. (B.C.N., 2004).

La Cordillera de la Costa presenta grandes diferencias al Norte y al Sur del río Bio-bío presentando dos sectores cordilleranos, mientras al Norte se presenta baja y ondulada, con una altura promedio inferior a 400 m; al sur el cambio se da en la cordillera de Nahuelbuta que se levanta como un macizo imponente de más de 1.500 m.s.n.m. que se extiende desde el río Bio-bío por el norte hasta el río Imperial por el sur. Estas características de la cordillera costera generan grandes diferencias climáticas entre el oriente y occidente del macizo costero, además de ser un obstáculo para las comunicaciones entre las localidades regionales (B.C.N., 2004).

Las Planicies Costeras se presentan homogéneas, caracterizadas por planos costeros o terrazas. Desde el límite regional norte hasta la desembocadura del río Andalién presenta un escaso desarrollo. En la desembocadura, el río Bio-bío se presenta como una llanura inundable. Al sur de éste río, las Planicies Costeras han influido notoriamente en la morfología litoral. En la zona del golfo de Arauco el ancho de las terrazas marinas alcanza los 35 Km (B.C.N., 2004).

Desde el punto de vista climático, la región marca la transición entre los climas templados secos de la zona central de Chile y los climas templados lluviosos que se desarrollan inmediatamente al sur del río Bio-bío. En la franja costanera y en los sectores altos y ladera occidental de la Cordillera de la Costa se presenta un clima templado húmedo, con una humedad constante y precipitaciones que fluctúan entre 1.200 mm y 2.000 mm anuales de norte a sur de la región (B.C.N., 2004).

Hacia el interior el clima templado costero húmedo posee también temperaturas menos extremas donde las precipitaciones alcanzan 1.330 mm anuales con un período seco de cuatro meses. En el valle longitudinal las temperaturas presentan un mayor contraste entre día y noche. En la parte norte de la región predomina el clima Templado Mediterráneo abarcando toda la zona intermedia, bordes orientales de la Cordillera de la Costa y los sectores más bajos de la Precordillera (B.C.N., 2004).

En la Cordillera de Los Andes, por sobre los 1.500 m de altura se desarrolla el clima frío de altura con abundantes precipitaciones, más de 2.000 mm anuales y las bajas temperaturas que permiten la presencia de nieves permanentes en las alturas de la cordillera (B.C.N., 2004).

Con respecto a la vegetación que presenta la región, en su extremo norte presenta la existencia del espino, asociado con boldo, peumo y quillay. En cambio hacia el sur se encuentra el bosque esclerófilo, en donde hoy es posible apreciar el cambio que se ha producido en la vegetación natural por las plantaciones forestales de pinos y por cultivos agrícolas (B.C.N., 2004).

Al sur del Bio-bío se ubica el bosque templado higromórfico, principalmente en la Cordillera de la Costa y en la precordillera andina, donde predominan especies como roble, ciprés, coigüe, lenga y ñirre y en los sectores con mayores alturas es posible encontrar alerce y mañío; además, está acompañado por un denso sotobosque formado por canelo, olivillo, avellano y especies menores como el copihue, quila y ulmo (B.C.N., 2004).

La Región del Bio-bío presenta dos grandes hoyas hidrográficas; la del río Itata, de importancia para este estudio y la del río Bio-bío, ambos nacidos en la cordillera de Los Andes.

La hoya hidrográfica del Río Itata alcanza una superficie de 11.100 Km² y esta formada por dos cursos principales de agua: los ríos Ñuble e Itata. Posee una longitud de 180 Km y

un régimen mixto, ya que los principales afluentes nacen en la Cordillera y Precordillera de Los Andes adquiriendo su aporte de los deshielos primaverales, además del aporte hecho por las precipitaciones invernales. En su parte inferior su principal afluente es el río Lonquén, en total este río riega una superficie de más de 100.000 ha de suelos agrícolas y su caudal medio en la desembocadura es de 140 m³/s (B.C.N., 2004).

Finalmente en la figura N° 1 se presenta el mapa de la zona de estudio la cual comprende las regiones antes señaladas, además de las estaciones pluviográficas pertenecientes a la misma (A: Hidango, B: La Rosa, C: Pumanque, D: Paredones, E: Llanillos, F: Botacura, G: Parrón, H: Name e I: Chequén).



Escala 1:1.000.000

Figura N° 1: Mapa de la zona de estudio (Fuente: Proyecto EIAS, 2004)

3.2. Relevancia de la información obtenida a través de estudios hidrológicos asociados a las precipitaciones.

La información asociada a la precipitación corresponde a observaciones relativas a la frecuencia, intensidad y cantidad de precipitación, ya sea en forma de lluvia, llovizna, aguanieve, nieve o granizo y constituyen elementos esenciales de diferentes tipos de observaciones. Dada la gran variabilidad de las precipitaciones tanto desde el punto de vista espacial como temporal, se debe contar con un gran número de estaciones suplementarias de observación de la precipitación.

Según Llamas (1993), la precipitación es definida como el fenómeno físico que describe la transferencia de agua, en base líquida o sólida, entre la atmósfera y el suelo. Asimismo, la formación de precipitación requiere de la elevación de una masa de agua en la atmósfera de tal manera que esta se enfríe y parte de su humedad se condense y precipite, ya sea en forma de lluvia, nieve o granizo (Chow, 1994).

Con relación a su origen, pueden distinguirse precipitaciones ciclónicas, de convección y orográficas. Las ciclónicas son provocadas por los frentes asociados a una borrasca o ciclón; en sí se debe al choque de dos masas de aire con diferente temperatura, creando una frontera entre ambas, en las que se lleva a cabo la condensación. Este tipo de precipitación se lleva a cabo sobre la superficie de océanos o mares de aguas cálidas en los que la disponibilidad de agua y energía calorífica es inagotable (Sánchez, 2003).

Las de convección son producidas por la elevación de una masa de aire húmedo y caliente, y que producen generalmente las tormentas de verano; debido a que se acumula una gran cantidad de energía calorífica, este tipo de precipitación tiene generalmente el carácter de tormenta, descargando grandes cantidades de agua en una zona, pero en general muy limitada espacialmente (Sánchez, 2003).

Las precipitaciones orográficas se presentan cuando masas de aire húmedo son obligadas a ascender al encontrar una barrera montañosa. Al elevarse la masa de aire siguiendo el relieve topográfico, se lleva a cabo un enfriamiento adiabático hasta que se condensa y precipita. Dado que las masas de aire suben motivadas por el viento, que es en general permanente, la duración de la precipitación de este tipo se caracteriza por ser prolongada en el tiempo, es de media a alta intensidad y cubre zonas relativamente mayores a las de la precipitación convectiva, sin ser de extensiones muy grandes (Sánchez, 2003).

Abarza (2001), describe la precipitación como una variable de estado hidrológica que se puede caracterizar a través de su intensidad, su distribución en el espacio y en el tiempo, y su frecuencia o probabilidad de ocurrencia, y para poder caracterizarla es necesario un gran número de observaciones extraídas de series pluviográficas, con el objetivo de deducir el patrón de comportamiento en una zona determinada y permitir un análisis o uso posterior.

El conocimiento del comportamiento de las precipitaciones es básico dentro de cualquier estudio hidrológico regional que pretenda cuantificar el recurso hídrico, puesto que constituye la principal entrada de agua a una cuenca; por ello, este conocimiento es fundamental para la previsión de crecidas, el diseño de obras de ingeniería y para estudios de erosión, entre otros (Román, 2003).

Por otro lado, la disponibilidad de datos de caudal es imprescindible para el diseño y planificación de actividades físicas, pero muchas veces no se dispone de los registros de caudales, o estos no tienen la suficiente duración como para hacer los análisis de frecuencias requeridos; debe entonces usarse la información pluviométrica para estimar crecidas de cierta frecuencia. Por esto, muchas veces es necesario presentar la información pluviométrica correspondiente a una tormenta o lluvia en forma de intensidades, a partir de los registros de las estaciones pluviográficas en estudio (Abarza, 2001).

Fernández (1995), indica que son tres los rasgos más característicos de las precipitaciones. Estos son la irregularidad, la duración y la intensidad. Agrega además que

la variabilidad de las precipitaciones, es un factor de riesgo adicional por la aparición de valores extremos máximos, que se traducen en inundaciones y avenidas en determinadas zonas y épocas del año.

Como una forma de evaluar de manera adecuada el comportamiento de las precipitaciones, Monsalve (1999) señala que para obtener un buen análisis de lluvias intensas, es necesario conocer las relaciones entre cuatro características fundamentales de éstas, las cuales son intensidad, duración, frecuencia y distribución.

Por otro lado Chow *et al* (1994), manifiesta que uno de los pasos iniciales a seguir en proyectos del tipo hidrológico, es determinar los eventos de lluvia que deben usarse, para lo cual se utilizan habitualmente metodologías que involucren aspectos tales como la intensidad de precipitación, la duración y su frecuencia.

En relación con lo anterior, lo que se debe tratar de lograr es integrar la intensidad de precipitación a su duración y período de recurrencia. Una forma muy tradicional de hacerlo, es utilizando tormentas de diseño o eventos que involucren estas características (Chow *et al*, 1994).

3.3. Definición de intensidades de precipitación.

Para Cuadrat *et al* (2000), la intensidad o cantidad de agua caída por unidad de tiempo es información de gran valor para la realización de estudios de este tipo, la cual se expresa principalmente en mm/h.

Para Chow *et al* (1994), la intensidad es la tasa temporal de precipitación, es decir, la altura de la lámina de agua por unidad de tiempo (mm/h o pulg/h). Por su parte, Pizarro (1986) asocia la frecuencia de un evento, al período de retorno, o sea el tiempo que transcurre entre un evento y otro.

Según ciertas normas, la intensidad de precipitación se clasifica en ligera, moderada y fuerte como se aprecia en la tabla N° 1.

Tabla 1: Clasificación de las intensidades de precipitación.

Intensidad	mm/h	Criterios
Ligera	2,5 o menos	Las gotas son fácilmente identificables unas de otras; las superficies secas expuestas tardan más de dos minutos en mojarse completamente.
Moderada	2,5-7,5	No se pueden identificar gotas individuales y los charcos se forman rápidamente. Las salpicaduras de la precipitación se observan hasta cierta altura del suelo o de otras superficies planas.
Fuerte	> 7,5	La visibilidad es bastante restringida y las salpicaduras que se producen sobre la superficie, se levantan varias pulgadas.

Fuente: www.tutiempo.net/terminos/i.htm#

La intensidad de precipitación queda expresada por la siguiente fórmula:

$$I = \frac{P}{Td}$$

Donde ***I*** es la intensidad expresada en mm o pulg por hora, ***P*** es la altura de precipitación en mm o pulg y ***Td*** es la duración del evento en horas.

3.4. Distribución espacio-temporal de la precipitación.

La variación espacio-temporal de la intensidad de lluvia a escala local es un dato de partida fundamental para gran cantidad de estudios, incluyendo la planificación y gestión, tanto de los sistemas de drenaje como también de las redes de telecomunicación; dichos sistemas de telecomunicación basados en tecnologías de acceso de radio, se ven gravemente afectados por la influencia de la lluvia, por lo cual es fundamental conocer la evolución temporal y espacial de la intensidad de precipitación (Mariño *et al*, 2003).

En el ámbito de la meteorología y la hidrología en zonas urbanas, se requieren datos de precipitación con una resolución temporal y espacial muy fina. El análisis de estos datos permite adquirir un mejor conocimiento de la distribución local de la precipitación y en algunos casos sacar partido de estas redes de medición y utilizar sus datos en cualquier ámbito. Además, la disponibilidad de este tipo de redes desplegadas en distintas zonas climáticas permite contrastar los resultados de la estructura espacial de la lluvia, y su influencia en el rendimiento de las redes de comunicación de radio (Mariño *et al*, 2003).

Como en el caso de todas las demás variables meteorológicas, las mediciones de precipitación realizadas en cualquier punto de medición de un área determinada, serán extrapolables a toda la zona de estudio, para lo cual es necesario en muchas ocasiones iniciar el tratamiento de los datos de precipitación con procesos estadísticos que permiten completar las series y homogeneizar en tamaño y calidad los datos (Ramírez, 2004).

Es preciso también establecer la cantidad de lluvia que cae en una cierta área de la zona de estudio; en el caso que se cuente con más de una estación pluviográfica, es preciso establecer el área de influencia de cada una de las estaciones involucradas. La determinación de este parámetro puede hacerse de varias formas, entre ellas por medio de los métodos de Lluvia Media, Polígonos de Thiessen y Curvas Isoyetas (Ramírez, 2004).

La intensidad de precipitación puede cambiar drásticamente a lo largo del espacio y del tiempo, principalmente mientras se producen efectos convectivos (Mariño *et al*, 2003).

3.5. Medición de la precipitación.

En la cuantificación de las precipitaciones se utilizan en general dos tipos de medidores, uno con registro y otro sin registro.

3.5.1. Medidores sin registro.

Los medidores sin registro miden intervalos de lluvia más amplios y generalmente consisten de receptáculos abiertos con lados verticales en los cuales la profundidad de la precipitación se mide usando un cilindro graduado o una regla graduada. Existen dos tipos; uno de ellos es conocido como medidor estándar y consiste en un receptáculo que recibe el agua que cae durante un día, contiene un embudo que permite medir bajos volúmenes de agua, es el más utilizado y miles de estos medidores son leídos por observadores voluntarios y su información es registrada por los servicios climatológicos de todo el mundo. El otro modelo consiste en el mismo contenedor, pero el agua es canalizada a un tanque de almacenamiento lo que permite estimar el volumen de lluvia de varios días, semanas o de toda la estación de lluvia, y es utilizado en sitios de difícil acceso, remotos y escasamente habitados (Ramírez, 2004).

En relación con lo descrito anteriormente, se puede apreciar en la figura N° 2 un medidor sin registro el cual corresponde a un pluviómetro del tipo estándar.



Figura N° 2: Medidor de tipo estándar (Fuente: Ramírez, J. 2004. Apuntes de Hidrología 2004. Disponible en: http://insting.mx1.uabc.mx/~jorger/apuntes_precip_2004.pdf).

3.5.2. Medidores con registro.

Los medidores con registro miden y registran la cantidad de lluvia en intervalos de hasta un minuto de duración. Existen tres tipos, el pluviógrafo de balanza, el pluviógrafo de flotador y el pluviógrafo de cubeta basculante. El de balanza registra el peso de un tanque receptor más la lluvia acumulada sobre un mecanismo de resorte acoplado al medidor; son muy útiles para los registros de granizo, lluvia-nieve o nieve. El de flotador funciona de forma análoga al tanque de almacenamiento de un sanitario, y la diferencia es que el tanque es mucho más pequeño y el flotador está acoplado a un graficador; además, se utiliza un aparato tipo sifón para desalojar el agua del tanque de almacenamiento antes de que se llene por completo. El de cubeta basculante utiliza dos cubetas que son llenadas en forma secuencial; se llena la primera, desbalanceándose para permitir el llenado de la segunda y este movimiento es transmitido al aparato de registro para ser medido (Ramírez, 2004).

En la figura N° 7 se presenta un pluviógrafo del tipo basculante, pero sin registro gráfico; cada descarga envía un pulso que es registrado de forma digital y enviado a una computadora.



Figura N° 2: Medidor de tipo basculante (Fuente: Ramírez, J. 2004. Apuntes de Hidrología 2004. Disponible en: http://insting.mx1.uabc.mx/~jorger/apuntes_precip_2004.pdf).

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

3.5.3. Análisis de registro de lluvia.

En relación con el análisis de los registros de precipitación, a los centros meteorológicos llegan mensualmente tarjetas que rellenan los encargados de la lectura de los pluviómetros, o en su caso, las bandas de los pluviógrafos, reuniéndose así la información relativa al mes inmediato pasado, y que en general, es un conjunto de datos de:

- Precipitación total mensual de cada pluviómetro.
- Precipitación en un intervalo de 24 horas en cada pluviómetro.
- Precipitación máxima mensual en 24 horas en cada pluviómetro.
- Número de días de lluvia, nieve o granizo, durante el mes en cada estación.
- Bandas de pluviógrafos.

Al transcurrir el tiempo, todo este conjunto alcanza un volumen bastante poco manejable de información. Por eso se debe acudir a procedimientos estadísticos que racionalicen la presentación, sintetizando en unos pocos elementos (media, mediana, desviación estándar, etc.) el máximo de la información (Ramírez, 2004).

Stappung (1999), hizo una comparación de las precipitaciones a escala nacional e internacional en cuanto al volumen precipitado anual e intensidad máxima diaria y horaria, concluyendo que las magnitudes de estas varían significativamente para intensidades horarias, lo cual implica que al momento de elegir el período de retorno de diseño para Chile, no necesariamente debe optarse por el utilizado en otros países. En este contexto se visualiza que Chile debe disponer de sus propias investigaciones antes de utilizar las de otros países.

3.6. Estudios relacionados con el tema.

Es importante mencionar, que a escala nacional son muy pocos los estudios relacionados con intensidades de precipitación y su distribución espacio temporal, siendo esta relación de vital importancia en el conocimiento del comportamiento de sistemas frontales y el posterior accionar frente a estos.

De acuerdo a esto, Pizarro, Abarza y Flores (2003) analizaron la construcción de las curvas Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF), en la VII Región del Maule, Chile, en base al comportamiento de 4.900 chubascos diferentes para 4 estaciones pluviográficas en el Valle Central y de 2 para la Cordillera de los Andes. Estas estaciones son Talca, Péncahue, Melozal, Parral, Colorado y Bullileo, ubicadas entre los 35°23' y los 36°17' de latitud Sur y los 71°48' y 71°16' de longitud Oeste, las cuales cuentan con registros cuya antigüedad fluctúa entre los 14 y 17 años.

Así también Román (2003), generó una serie de curvas de Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF), para cinco estaciones pluviográficas de la Región Metropolitana de Chile. Esto se realizó basándose en información extraída directamente de bandas pluviográficas facilitadas por la Dirección General de Aguas (DGA), Región Metropolitana.

Además, se puede mencionar que el área de Hidrología de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad de Talca, desarrolla en la actualidad investigaciones con el fin de aportar un mayor conocimiento sobre estas materias.

4. METODOLOGÍA

4.1. Etapas del estudio.

Para la realización de la siguiente memoria, se propuso cumplir con una serie de etapas, las cuales se describen a continuación en la siguiente metodología.

4.1.1. Revisión bibliográfica.

Se refirió a la recopilación de todos los antecedentes teóricos que fueron empleados como base para la realización de la presente memoria. Dicha información fue extraída de textos, revistas científicas y artículos provenientes de Internet, que trataran temas referentes a la hidrología, precipitaciones, intensidades y análisis estadístico.

4.1.2. Captura de información.

Con relación a este tema, la obtención de la información bruta necesaria para la realización del estudio fue aportada por el proyecto “Determinación de estándares de ingeniería en obras de conservación y aprovechamiento de aguas y suelos para la mantención e incremento de la productividad silvícola”, el cual cuenta con nueve estaciones pluviográficas ubicadas en la zona del secano costero, comprendida desde la sexta hasta la parte norte de la octava región. Dichas estaciones aportaron con datos de precipitación, teniendo como base antecedentes recopilados durante el período 2002-2003. Todos estos datos fueron entregados por el proyecto a través de los registros de precipitaciones diarias y horarias, e incluso al minuto, debido a la implementación de nuevas tecnologías en la medición.

La ubicación de las estaciones pluviográficas seleccionadas para el estudio se dan a conocer en la tabla N° 2.

Tabla 2. Estaciones pluviográficas seleccionadas para el estudio.

Estación	Región	Altura	Latitud Sur UTM (mt)	Longitud Oeste UTM (mt)
Hidango	VI	296	6.222.770	792.450
La Rosa	VI	257,9	6.199.714	799.704
Pumanque	VI	176,5	6.162.728	808.216
Paredones	VI	52,7	6.161.718	785.319
Llanillos	VII	486,3	6.093.543	785.134
Parrón	VII	342,8	6.074.851	742.245
Botacura	VII	242,2	6.052.806	780.758
Name	VII	210,3	6.041.725	755.274
Chequén	VIII	132,7	5.971.291	723.545

Fuente: Proyecto “Determinación de estándares de ingeniería en obras de conservación y aprovechamiento de aguas y suelos para la mantención e incremento de la productividad silvícola” (EIAS, 2004), FDI CORFO. Universidad de Talca.

4.1.3. Determinación de las intensidades máximas Globales período 2002-2003.

Para determinar la información requerida en la realización del presente estudio, se analizó la base de datos obtenida a partir de las estaciones pluviográficas seleccionadas; de esta forma se obtuvieron, para el período de tiempo señalado (2002-2003), las 3 alturas máximas de precipitación para duraciones de 0,5; 1; 2; 4; 6; 12; 24 y 48 horas.

Esta operación se realizó mediante la utilización del software hidrológico Box Car Pro 4.0 el cual permitió trabajar los datos pluviográficos y ordenarlos de acuerdo a los requerimientos del operador; en este caso, dichos requerimientos estuvieron ligados a establecer las alturas máximas de precipitación para las diferentes duraciones.

Por último, una vez conseguidos todos los valores extremos de precipitación para cada duración del período estudiado, se obtuvieron las intensidades de precipitación dividiendo cada valor de la serie por su respectiva duración, resultando las intensidades en mm/h.

Cabe señalar que el análisis de las intensidades máximas se realizó con el fin de establecer ciertas similitudes entre un año y otro y determinar la existencia de algún patrón de comportamiento de las precipitaciones.

4.1.4. Análisis temporal de las variables.

En este punto, se determinó el comportamiento temporal de las tormentas en cuanto a su intensidad de precipitación, frecuencia y duración, caracterizando los diferentes eventos sinópticos ocurridos durante el período de estudio, en las diferentes estaciones pluviográficas seleccionadas en la zona en cuestión. Así, se analizaron los inicios de las tormentas, la duración, el desfase temporal, las intensidades máximas ocurridas y las cantidades totales precipitadas, lo cual permitió caracterizar el comportamiento de las precipitaciones.

En este contexto, se procedió al análisis de las series de datos con el objetivo de lograr determinar el número de eventos sinópticos ocurridos durante el período de medición (2002 – 2003), así como también su ubicación en el tiempo y en el espacio; esto se pudo lograr gracias a la utilización de softwares que permitieron el tratamiento de dicha información y su posterior ordenamiento (Box Car Pro 4.0 y Microsoft Excel).

Para lograr este punto se procedió a la construcción de tablas, las cuales correspondieron cada una a un evento de precipitación, y en las que se registraron datos tales como las estaciones donde ocurrieron dichos eventos, hora y fecha de inicio, hora y fecha de término, montos de precipitación en cada estación y las intensidades máximas para los diferentes períodos de tiempo analizados (0,5; 1; 2; 4; 6; 12; 24 y 48 horas).

A partir de estos datos se construyeron gráficos para visualizar de mejor forma el comportamiento de las tormentas en cada estación y así definir información relevante para los intereses del estudio, la cual permitió caracterizar el comportamiento en el tiempo de las precipitaciones en la zona del secano costero de las regiones VI, VII y norte de la VIII.

4.1.5. Análisis espacial.

En este ítem, se analizó el comportamiento en el espacio de los diferentes sistemas frontales que afectaron la zona de estudio durante el período comprendido entre los años 2002 y 2003; esto quiere decir, que con los datos aportados por las estaciones pluviográficas, se pudo conocer cómo actuaron las precipitaciones en las nueve sub-zonas de medición en cuanto a su intensidad y duración.

Dichas sub-zonas, corresponden a ensayos realizados por el Proyecto “Determinación de estándares de ingeniería en obras de conservación y aprovechamiento de aguas y suelos para la mantención e incremento de la productividad silvícola”, FDI CORFO, los cuales están ubicados en la zona del secano costero comprendida entre las regiones de O’Higgins y norte de la Región del Bío-bío.

Para este análisis se construyeron tablas y gráficos los cuales pretendieron determinar el comportamiento espacial de cada tormenta a través de sus montos precipitados, intensidades máximas e inicios de tormentas para cada estación, relacionando esto con su ubicación geográfica (latitud sur y longitud oeste) y también con la situación altitudinal que presenta cada una de las estaciones situadas en la zona de estudio.

Dichos antecedentes permitieron recabar la información necesaria para determinar el comportamiento de las tormentas en cada sub-zona donde se encuentran situadas las estaciones pluviográficas y a través de esto, determinar dónde precipitó en mayor medida,

en qué lugar se registraron las máximas intensidades y en qué locación se reiteró en mayor número el inicio de las precipitaciones.

4.1.6. Análisis estadístico.

Una vez que se obtuvieron las intensidades de precipitación, para cada duración de lluvias en cada estación, se realizó un análisis estadístico que permitió comparar el comportamiento de las precipitaciones tanto en la situación espacial como en la temporal. Para ello se debió determinar si los datos presentaban normalidad, situación que fue desmentida previa realización de una prueba de normalidad sobre las intensidades de precipitación en sus diferentes duraciones.

4.1.6.1. Supuesto de normalidad.

Este supuesto afirma que las perturbaciones poblacionales se basan en algún tipo de distribución probabilística, específicamente si poseen distribución normal (Neter *et al*, 1996). Para determinar si esto se cumple, se utilizaron dos pruebas: el test de Normalidad y el histograma de frecuencias.

a. Test de Normalidad.

Este test viene incorporado en el programa estadístico Statgraphics plus 1.4 para Windows, el cual entrega los siguientes valores:

- N° de observaciones y rango en que se distribuyen.
- Media y desviación estándar de la muestra.
- Estimación estadístico Shapiro-Wilks (W).
- Valor p aproximado.

Así, se estableció el siguiente test de hipótesis para un 95% de confianza.

H_0 : se cumple el supuesto de normalidad (valor p aproximado $> 0,05$)

H_1 : no se cumple el supuesto de normalidad (valor p aproximado $< 0,05$)

b. Histograma de frecuencias.

Esta prueba estudia la forma del histograma, el que debe tener una forma simétrica con colas livianas (Cid *et al*, 1990), de tal forma que se asemeje a la figura N° 3.

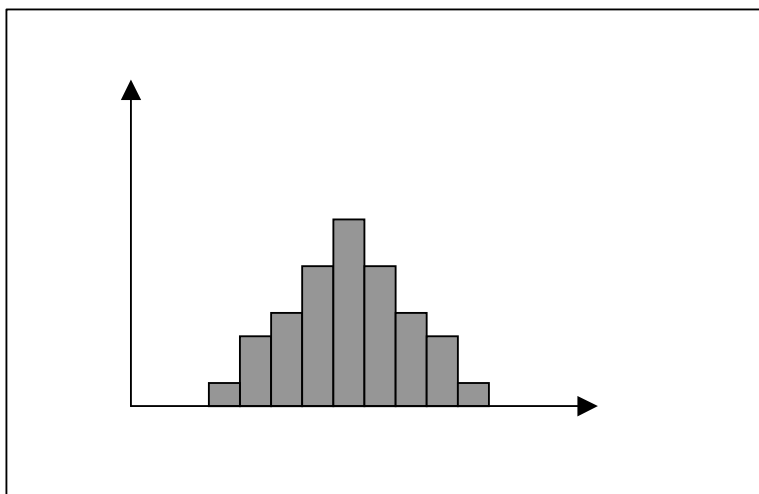


Figura N° 3: Histograma de Frecuencias (Cid *et al*, 1990).

Es importante señalar que habitualmente no presentan la simetría perfecta de la figura anteriormente señalada, lo cual no significa que exista falta de normalidad, por lo que es posible permitir mínimas desviaciones (Cid *et al*, 1990).

4.1.6.2. Pruebas no paramétricas.

Luego de realizar el test de normalidad y establecer que los datos de las estaciones en sus distintas duraciones presentaban mayoritariamente una distribución de carácter no normal, se optó por recurrir a pruebas no paramétricas para el análisis de varianza.

En primer lugar se aplicó el test de Kruskal Wallis, para conocer si existían diferencias significativas entre las estaciones pertenecientes a cada duración; posteriormente al reconocer que si existían diferencias entre éstas, se aplicó la prueba de U de Mann Whitney, para realizar la comparación entre pares de estaciones en cada intervalo de tiempo y así conocer cuales de ellas diferían significativamente y de esta manera establecer en qué zonas las precipitaciones se comportan de manera similar.

Además se procedió a la realización de un test de rangos múltiples con el cual se pretendió reafirmar las diferencias estadísticas existentes entre las estaciones para las diferentes duraciones en estudio; dichas pruebas, se ponen a disposición del lector en la sección de apéndices N° 3.

a. Test de Kruskal Wallis.

La prueba de Kruskal Wallis se usó para probar una hipótesis nula en la cual se establece que no existen diferencias entre las estaciones para una duración determinada, contra una hipótesis alternativa la cual estableció que al menos una de las estaciones difería de las demás. Este test corresponde a la alternativa no paramétrica del análisis de varianza (Montgomery, 1991).

Mediante este test no paramétrico, se establecieron las siguientes hipótesis con un nivel de significancia de un $\alpha = 0,05$.

H_0 : No existe diferencia entre las estaciones para una duración de x hrs. (valor $p \geq 0,05$).
($x = 0,5; 1; 2; 4; 6; 12; 24; 48.$)

H_1 : Existen diferencias entre las estaciones (valor $p < 0,05$)

Si el test de Kruskal Wallis, da como resultado que la hipótesis nula es aceptada, no hay diferencias significativas entre las estaciones en la duración respectiva. Si por el contrario, la hipótesis nula es rechazada, si existirán diferencias significativas entre las estaciones y se deberá establecer cuáles de ellas difieren.

b. Test U de Mann Whitney.

Esta prueba permite determinar si muestras independientes fueron extraídas de la misma población o de poblaciones diferentes que poseen la misma distribución.

Esta prueba es utilizada para comparar dos muestras de poblaciones independientes; se trata de la contraparte no paramétrica de la prueba t de Student para dos muestras; ésta evalúa una hipótesis nula en la cual las medianas de dos poblaciones son idénticas (Pagano, 2001).

Según Canavos (1995), esta prueba se basa en la combinación de las n_1 y n_2 observaciones para formar un solo conjunto de $n_1 + n_2$ observaciones ordenadas en orden creciente de magnitud, asignándole un rango a cada observación en la secuencia.

Si la mayor de las muestras tiene 20 o menos observaciones, se enfoca como muestra pequeña; en caso contrario se enfoca como muestra grande (Mason *et al*, 1995).

La prueba de hipótesis utilizada en este estudio, es la siguiente:

H₀: No existen diferencias entre las medianas de E₁ y E₂.

H₁ : Existen diferencias entre las medianas de E₁ y E₂.

Donde E₁ y E₂ son las estaciones a ser comparadas; a través de esta prueba, en la que deben combinarse de a dos todas las estaciones presentes en cada duración, fue posible establecer qué duración refleja de mejor forma el comportamiento de las precipitaciones.

4.1.6.3. Ajuste de los datos a una función de probabilidad.

Posteriormente a la realización de la prueba U de Mann Whitney, y considerando las intensidades máximas de precipitación para cada duración de lluvias en cada estación, se procedió a ajustar una función de distribución de probabilidad de valores extremos. Dicha expresión matemática fue la función de Gumbel debido a que es la más recomendada para expresar lluvias anuales extremas; dicha aseveración fue expuesta por Stol (1971), citado por Dickinson (1977), Témez (1978), Pizarro (1986), Linsley *et al* (1988), Ponce (1989), Mintegui *et al* (1993), Chow *et al* (1994) y Monsalve (1999), autores que señalan a ésta función, como la más apropiada para ser utilizada en eventos de valores extremos.

Su representación matemática se encuentra definida por la siguiente expresión:

$$F(X) = P(E \leq X) = e^{-e^{-\sigma(X-\mu)}}$$

Con,

$$-\infty \leq X \leq \infty$$

X = Valor a asumir por la variable aleatoria.

σ y μ = Parámetros a ajustar en función de la muestra en estudio.

e = Base de los logaritmos neperianos.

Además,

$$\mu = \bar{X} - 0,450047 * S$$

$$\sigma = \frac{1}{0,779696 * S}$$

Donde:

S = Desviación estándar de la muestra.

\bar{X} = Media muestral.

Como una forma de comprobar la calidad del ajuste presentado por la función de Gumbel, se aplicaron dos pruebas de bondad de ajuste propuestas por Pizarro (1986); una es el Coeficiente de Determinación o R^2 y el test de Kolmogorov – Smirnov.

4.1.6.4. Pruebas de bondad de ajuste.

a. Coeficiente de determinación R^2 .

Este indica qué proporción de la variación total de los datos es representada por el modelo utilizado (Pizarro, 1986).

Se define por la siguiente expresión:

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

Donde :

$Fn(Xi)$ = Frecuencia observada acumulada.

$F(Xi)$ = Frecuencia teórica acumulada.

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

b. Test de Kolmogorov – Smirnov.

Corresponde a una prueba de bondad de ajuste apropiada, cuando $F_n(X)$ es continua. No necesita que los datos estén agrupados, además de ser aplicable a muestras pequeñas (Canavos, 1995).

Este test compara la desviación de frecuencia observada acumulada $F_n(X_i)$ con relación a la frecuencia teórica acumulada $F(X_i)$, de tal forma de obtener el supremo de las diferencias D_c entre ambas frecuencias, ubicado en la n ésima posición.

Su expresión es la siguiente:

$$Dc = \text{Sup} |Fn(Xi) - F(Xi)|$$

Posteriormente, se procedió a comparar los valores obtenidos para Dc con los valores mostrados en la tabla de valores críticos de Dt , de la prueba de bondad de ajuste de Kolmogorov – Smirnov, con lo cual se estableció la siguiente hipótesis:

$H_0 : Dc < Dt$ (el ajuste es adecuado).

$H_1 : Dc > Dt$ (el ajuste no es adecuado).

c. Estimación de intensidades de precipitación para diversas probabilidades de excedencia.

Luego de determinar la calidad del ajuste, se procedió a estimar ciertas intensidades de precipitación para diversas probabilidades de excedencia o período de retorno, en las distintas estaciones y para las diferentes duraciones establecidas. Dichas probabilidades de excedencia son 0,2; 0,5 y 0,8 las cuales llevadas a períodos de retorno corresponden a 5; 2 y 1,25 años respectivamente.

$$0,2 = 1/T \Rightarrow T= 5$$

$$0,5 = 1/T \Rightarrow T= 2$$

$$0,8 = 1/T \Rightarrow T= 1,25$$

4.1.6.5. Estadística descriptiva.

Una vez determinadas las intensidades de precipitación para las diferentes duraciones (0,5; 1; 2; 4; 6; 12; 24 y 48 hrs.), se procedió a establecer diversos parámetros estadísticos pertenecientes a cada muestra con el fin de resumir, organizar y describir dicha información y así establecer comparaciones entre las estaciones y sus duraciones.

Entre los parámetros calculados se tiene el promedio de intensidades y montos para cada estación, el total precipitado, la suma total de intensidades, el número de eventos ocurridos en cada estación, la desviación estándar, el coeficiente de variación, la distribución porcentual de intensidades, montos por estación y los valores máximos y mínimos para cada estación. Dicha información se encuentra en tablas y gráficos las cuales serán presentadas más adelante.

4.1.7. Presentación de resultados.

En esta fase se pone a disposición de investigadores y alumnos las experiencias obtenidas en la realización del presente estudio, en relación con los pasos metodológicos que se implementaron para la concreción de los objetivos planteados. Dichos resultados se reducen a:

- Las 3 alturas máximas de precipitación por estación para el período estudiado en forma global y para duraciones de 0,5; 1; 2; 4; 6; 12; 24 y 48 horas, además de las 3 intensidades máximas de precipitación en cada estación y duración respectivamente.
- Tablas con datos de inicio de cada tormenta, su duración, el desfase temporal, las intensidades máximas ocurridas cada 0,5; 1; 2; 4; 6; 12; 24 y 48 horas, además de las cantidades totales precipitadas.

- Gráficos para visualizar de mejor forma el comportamiento de las tormentas en cada estación y así definir el comportamiento en el tiempo de las precipitaciones.
- Tablas, a través de las cuales se pretende determinar el comportamiento espacial de cada tormenta a través de sus montos precipitados, intensidades máximas e inicios de tormentas para cada estación.
- Gráficos, los cuales pretenden determinar el comportamiento espacial de cada tormenta, relacionando las variables descritas en el punto anterior, para así lograr conocer donde precipitó en mayor cantidad, en que lugar se registraron las máximas intensidades y en que locación se reiteró en mayor número y porcentaje el inicio de las precipitaciones.
- Análisis estadístico en el cual se establecen pruebas de normalidad, análisis de varianza a través de pruebas no paramétricas, parámetros ajustados correspondientes a la función de Gumbel con sus respectivos valores asociados a pruebas de bondad de ajuste y análisis estadístico descriptivo de montos e intensidades de precipitación.

4.1.8. Análisis y discusión.

En este punto se da a conocer el comportamiento, tanto espacial como temporal, de las tormentas que afectan las regiones estudiadas en esta memoria, además de una breve discusión en torno al tema.

5. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.

5.1. Alturas máximas de precipitación.

En relación con la información proporcionada por el Proyecto “Determinación de estándares de ingeniería en obras de conservación y aprovechamiento de aguas y suelos para la mantención e incremento de la productividad silvícola”, a través de sus estaciones pluviográficas ubicadas en la VI, VII y parte norte de la VIII región, se determinaron las 3 alturas máximas de precipitación global durante el período 2002 y 2003 para cada duración y en cada una de las nueve estaciones pertenecientes al estudio; los resultados de este procedimiento se exponen en las Tablas N° 3, 4 y 5.

Es importante señalar que para el primer período de estudio (2002), sólo se contó con registros pluviográficos a partir del mes de Agosto, debido a que en los meses anteriores a éste, los equipos pluviográficos pasaron por una etapa de prueba o marcha blanca, con la cual se quiso verificar la exactitud en la medición del instrumental.

Tabla N° 3: Alturas máximas de precipitación anual (mm) para cada duración (h) en las estaciones ubicadas en la Región de O'Higgins durante el período 2002-2003.

Alturas Máximas de Precipitación (mm), Región de O'Higgins período 2002 – 2003.																								
Estaciones	Duración en horas																							
	0,5			1			2			4			6			12			24			48		
Hidango	11	9,8	9,0	16,2	15,6	15	23,6	21,8	21,8	35,4	32,6	25,4	56,2	36,4	36,2	86,4	60,4	52	99,4	67,8	67,2	151,8	73,2	69
La Rosa	11,8	7,6	7	16,6	11	10,2	26,8	15,2	14	38,6	22,8	21,8	50,4	24,2	24	71,8	28,8	27,8	80,6	39,6	38,2	120,2	41,4	31
Paredones	11,8	10,2	4,8	22	6,8	6,2	26,2	11,8	11,8	26,4	20,2	18,6	29,6	26,6	22,4	45,4	33,8	31,6	51,2	39,2	34,4	72,2	39,4	38,4
Pumanque	12,6	5	4,2	14,4	7,2	6	17,6	8,2	8	17,8	13,6	11,8	19,2	14,6	14,4	28,4	20,2	17,2	48,6	24	23,4	52	27	25,6

Fuente: Elaboración propia a partir de datos Proyecto EIAS, 2004.

Tabla N° 4: Alturas máximas de precipitación anual (mm) para cada duración (h) en las estaciones ubicadas en la Región del Maule durante el período 2002-2003.

Alturas Máximas de Precipitación (mm), Región del Maule período 2002 - 2003.																								
Estaciones	Duración en horas																							
	0,5			1			2			4			6			12			24			48		
Botacura	9,0	6,2	6,2	15,2	10,4	7,8	18,8	17,4	13,6	30,0	25,4	22,8	40,2	26,2	23,4	66,4	41,0	39,6	71,8	59,0	47,8	94,0	84,8	63,0
Llanillos	16,4	8	7,2	18,6	15,2	11,4	24,6	20,8	17,6	40,8	38,4	21	41,8	39,2	25,6	50,4	46,8	41,2	74	54,6	42,2	93,2	54,6	44,8
Name	8,8	5,8	5,6	13,6	10	9,4	20	14,4	13,2	25,6	25	21,8	34,8	30,6	30	56,2	53,4	38,4	83,6	67,4	48,8	151	53	45,6
Parrón	10,2	9,0	7,8	16,2	14,6	14,2	28,8	27,6	22,8	47,2	46,0	34,2	74,8	51,6	50,0	124,8	90,8	76,8	156,2	150,6	99,6	306,8	101,8	69,4

Fuente: Elaboración propia a partir de datos Proyecto EIAS, 2004.

Tabla N° 5: Alturas máximas de precipitación anual (mm) para cada duración (h) en la estación ubicada en la Región del Bío-bío durante el período 2002-2003.

Alturas Máximas de Precipitación (mm), Región del Bío-bío período 2002-2003.																								
Estación	Duración en horas																							
	0,5			1			2			4			6			12			24			48		
Chequén	4,6	4,2	4	7	7	6,4	11,8	10,8	10,8	17,4	15,8	15,6	22	18,4	17,6	40,4	24,8	22	58,2	33,4	29,8	82,4	34	32,4

Fuente: Elaboración propia a partir de datos Proyecto EIAS, 2004.

5.2. Cálculo de las tres intensidades máximas anuales en mm/h, para cada una de las nueve estaciones en estudio y para diferentes duraciones.

A partir de la información recabada en el paso anterior, se procedió a dividir cada altura máxima de precipitación global por su respectiva duración, de manera de obtener intensidades máximas de precipitación globales del período en mm/h. La información obtenida a partir de este procedimiento se da a conocer en las Tablas N° 6, 7 y 8.

Tabla N° 6: Intensidades máximas de precipitación anual (mm/h) para cada duración en cada una de las estaciones ubicadas en la Región de O'Higgins durante el período 2002-2003.

Intensidades Máximas de Precipitación (mm/h), Región de O'Higgins período 2002 – 2003.																								
Estaciones	Duración en horas																							
	0,5			1			2			4			6			12			24			48		
Hidango	22	19,6	17,6	16,2	15,6	15	11,8	10,9	10,9	8,9	8,2	6,4	9,4	6,1	6,0	7,2	5,0	4,3	4,1	2,8	2,8	3,2	1,5	1,4
La Rosa	23,6	15,2	14	16,6	11	10,2	13,4	7,6	7	9,7	5,7	5,5	8,4	4	4	6	2,4	2,3	3,4	1,7	1,6	2,5	0,9	0,7
Paredones	23,6	20,4	9,6	22	6,8	6,2	13,1	5,9	5,9	6,6	5	4,6	4,9	4,4	3,7	3,8	2,8	2,6	2,1	1,6	1,4	1,5	0,8	0,8
Pumanque	25,2	10	8,4	14,4	7,2	6	8,8	4,1	4	4,5	3,4	2,9	3,2	2,4	2,4	2,3	1,6	1,6	2	1,1	1	1,1	0,6	0,5

Fuente: Elaboración propia a partir de datos Proyecto EIAS, 2004.

Tabla N° 7: Intensidades máximas de precipitación anual (mm/h) para cada duración en las estaciones ubicadas en la Región del Maule durante el período 2002-2003.

Intensidades Máximas de Precipitación (mm/h), Región del Maule período 2002 – 2003.																								
Estaciones	Duración en horas																							
	0,5			1			2			4			6			12			24			48		
Botacura	18	12,4	12,4	15,2	10,4	7,8	9,4	8,7	6,8	7,5	6,4	5,7	6,7	4,4	3,9	5,5	3,4	3,3	3	2,5	2	2	1,8	1,3
Llanillos	32,8	16	14,4	18,6	15,2	11,4	12,3	10,4	8,8	10,2	9,6	5,3	6,9	6,5	4,3	4,2	3,9	3,4	3,1	2,3	1,8	1,9	1,1	0,9
Name	17,6	11,6	11,2	13,6	10	9,4	10	7,2	6,6	6,4	6,3	5,5	5,8	5,6	5	4,7	4,5	3,2	3,5	2,8	2	3,1	1,1	0,9
Parrón	20,4	18	15,6	16,2	14,6	14,2	14,4	13,8	11,4	11,8	11,5	8,6	12,5	8,6	8,3	10,4	7,6	6,4	6,5	6,2	4,2	6,4	2,1	1,5

Fuente: Elaboración propia a partir de datos Proyecto EIAS, 2004.

Tabla N° 8: Intensidades máximas de precipitación anual (mm/h) para cada duración en la estación ubicada en la Región del Bío-bío durante el período 2002-2003.

Intensidades Máximas de Precipitación (mm/h), Región del Bío-bío período 2002-2003.																								
Estación	Duración en horas																							
	0,5			1			2			4			6			12			24			48		
Chequén	9,2	8,4	8	7	7	6,4	5,9	5,4	5,4	4,4	4	3,9	3,7	3,1	2,9	3,4	2,1	1,8	2,4	1,4	1,2	1,7	0,7	0,7

Fuente: Elaboración propia a partir de datos Proyecto EIAS, 2004.

5.3. Distribución temporal de las tormentas durante el período de estudio.

Como se mencionó anteriormente, el período de medición se estableció a partir de Agosto del año 2002 hasta Diciembre de 2003. Durante este tiempo se registraron las precipitaciones caídas en la zona de estudio, las cuales se distribuyeron en un número de 20 eventos de tormenta durante el año 2002 y 24 durante el año 2003, generando un total de 44 eventos para el período de estudio.

En este marco, se procedió a determinar el comportamiento temporal de dichas tormentas a través del registro de su intensidad, frecuencia y duración en las diferentes estaciones pluviográficas seleccionadas. Así, se analizaron los inicios de tormentas, sus duraciones, el desfase temporal, sus intensidades máximas y los montos precipitados, información que se da conocer en forma reducida en las siguientes tablas y gráficos para un mejor ordenamiento del texto (Tablas N° 9, 10, 11, 12, 13 y 14; Gráficos 1, 2, 3, 4, 5, y 6), y para las tormentas más significativas, dadas sus magnitudes.

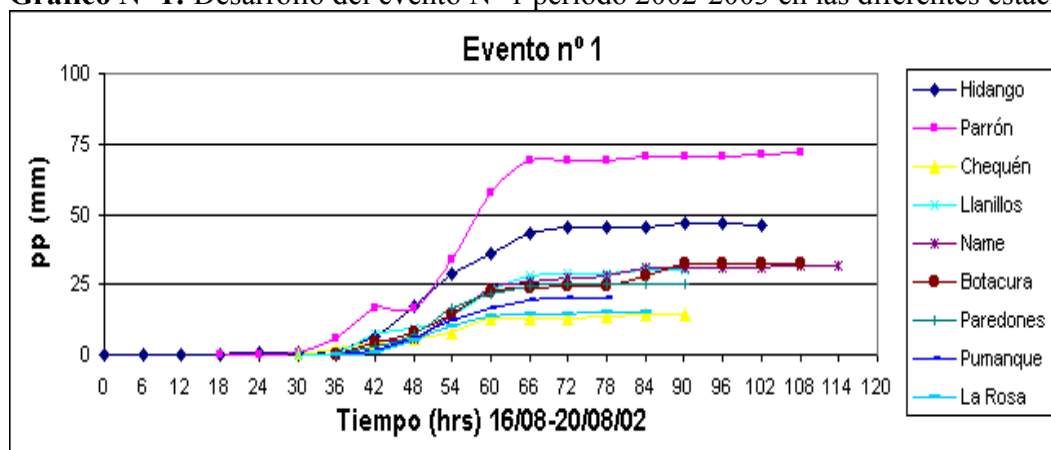
Debido a la gran cantidad de información existente en este ítem, el material restante se entregará en el apéndice N° 1.

Tabla N° 9: Datos análisis temporal tormenta N° 1 período 2002-2003.

Estaciones	Fecha inicio	Hra. inicio	Fecha término	Hra. término	Pp. (mm)	Intensidades máximas en horas							
						0,5	1	2	4	6	12	24	48
Hidango	16-08-02	07:20	20-08-02	06:43	46,2	5,6	3,8	2,3	2,1	1,9	1,8	1,5	0,9
La Rosa	17-08-02	22:33	19-08-02	13:51	14,8	3,2	2	1,4	1,4	0,9	0,8	0,6	0,3
Pumanque	17-08-02	21:35	19-08-02	00:08	19,8	5,2	2,8	2,2	1,2	1,1	0,9	0,8	0,4
Paredones	17-08-02	21:08	19-08-02	12:32	25,4	4,4	3	2,8	1,6	1,5	1,1	0,9	0,5
Llanillos	17-08-02	15:32	19-08-02	15:10	30,2	4	2,8	2,3	2	1,5	1,2	0,9	0,6
Parrón	17-08-02	05:20	20-08-02	10:12	71,8	10	8,4	7,4	4,7	3,9	3	2,2	1,4
Botacura	17-08-02	19:01	20-08-02	14:50	32,4	4,8	3,4	2,4	1,9	1,4	0,9	0,8	0,5
Name	17-08-02	18:13	20-08-02	13:05	31,4	4	4	2,7	2,3	1,6	1	0,9	0,5
Chequén	17-08-02	14:54	19/08/02	18:02	14,4	4,4	2,8	2,3	1,2	0,8	0,4	0,2	0,3

Fuente: Elaboración propia a partir de datos Proyecto EIAS, 2004.

Gráfico N° 1: Desarrollo del evento N° 1 período 2002-2003 en las diferentes estaciones.



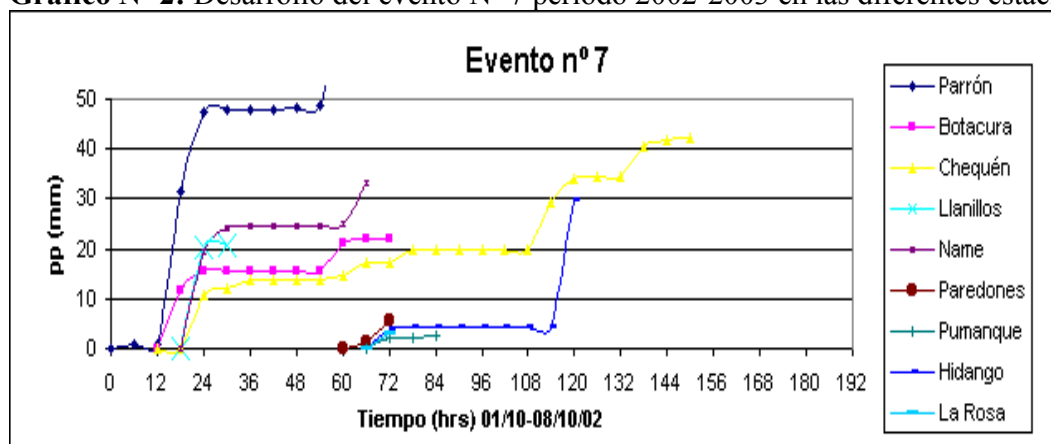
Fuente: Elaboración propia a partir de datos Proyecto EIAS, 2004.

Tabla N° 10: Datos análisis temporal tormenta N° 7 período 2002-2003.

Estaciones	Fecha inicio	Hra. inicio	Fecha término	Hra. término	Pp. (mm)	Intensidades máximas en horas							
						0,5	1	2	4	6	12	24	48
Hidango	04-10-02	02:09	06-10-02	05:35	29,6	13,6	9,4	6,1	5,3	4,2	2,1	1,1	0,5
La Rosa	04-10-02	02:46	04-10-02	05:07	3,2	3,2	2,2	1,5	0,8	0,5	0,3	0,1	0,07
Pumanque	04-10-02	00:15	04-10-02	14:33	2,4	1,2	1	0,7	0,6	0,4	0,2	0,1	0,05
Paredones	03-10-02	22:17	04-10-02	02:17	5,6	3,6	3,4	2,1	1,1	0,7	0,4	0,2	0,1
Llanillos	02-10-02	00:10	02-10-02	10:43	20,6	11,2	8,8	6,6	4,1	3,4	1,7	0,9	0,4
Parrón	01-10-02	11:01	08-10-02	23:41	108	18	14,2	8,6	4,4	5,1	3,9	2	1
Botacura	01-10-02	20:04	04-10-02	01:41	22	6,8	6,8	4,3	3	2	1	0,5	0,3
Name	02-10-02	00:46	03-10-02	21:23	33	17,6	13,6	8,7	4,9	3,2	2	1	0,7
Chequén	01-10-02	23:51	07-10-02	08:41	42,4	6,8	5,4	3,8	2,7	1,8	1	0,6	0,4

Fuente: Elaboración propia a partir de datos Proyecto EIAS, 2004.

Gráfico N° 2: Desarrollo del evento N° 7 período 2002-2003 en las diferentes estaciones.



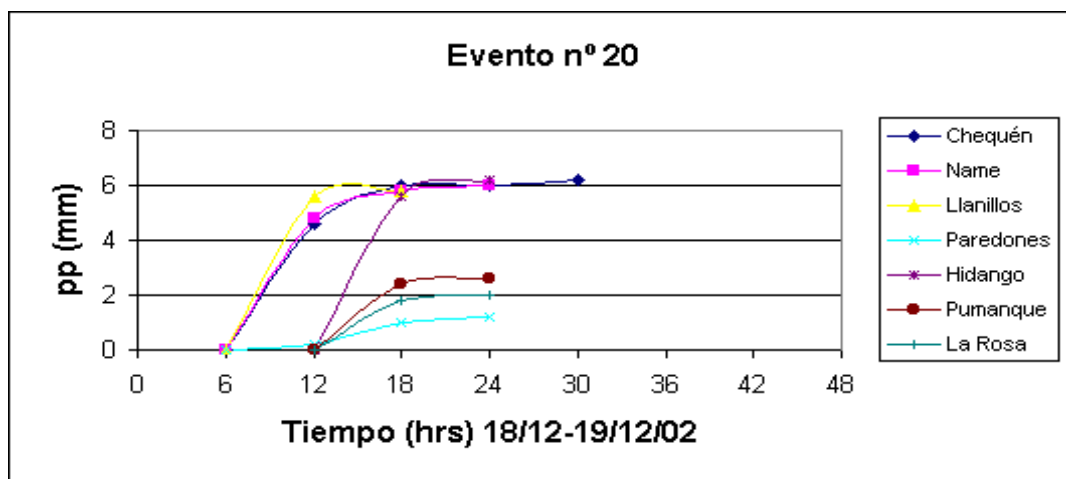
Fuente: Elaboración propia a partir de datos Proyecto EIAS, 2004.

Tabla N° 11: Datos análisis temporal tormenta N° 20 período 2002-2003.

Estaciones	Fecha inicio	Hra. inicio	Fecha término	Hra. término	Pp. (mm)	Intensidades máximas en horas							
						0,5	1	2	4	6	12	24	48
Hidango	18-12-02	19:11	19-12-02	05:40	6,2	4,4	2,4	1,2	0,8	0,9	0,5	0,2	0,1
La Rosa	18-12-02	21:15	19-12-02	02:19	2	1,6	1,4	0,7	0,5	0,3	0,2	0,1	0,04
Pumanque	18-12-02	19:13	19-12-02	00:41	2,6	2	1	0,6	0,4	0,4	0,2	0,1	0,1
Paredones	18-12-02	18:57	19-12-02	04:00	1,2	0,4	0,4	0,3	0,2	0,1	0,1	0,04	0,03
Llanillos	18-12-02	16:45	18-12-02	23:18	5,8	5,2	3,4	1,9	1	0,9	0,5	0,2	0,1
Parrón													
Botacura													
Name	18-12-02	16:02	19-12-02	00:32	6	7,2	3,6	2,4	1,4	0,8	0,5	0,2	0,1
Chequén	18-12-02	14:32	19-12-02	10:30	6,2	2	1,2	1,1	0,6	0,8	0,5	0,3	0,1

Fuente: Elaboración propia a partir de datos Proyecto EIAS, 2004.

Gráfico N° 3: Desarrollo del evento N° 20 período 2002-2003 en las diferentes estaciones.



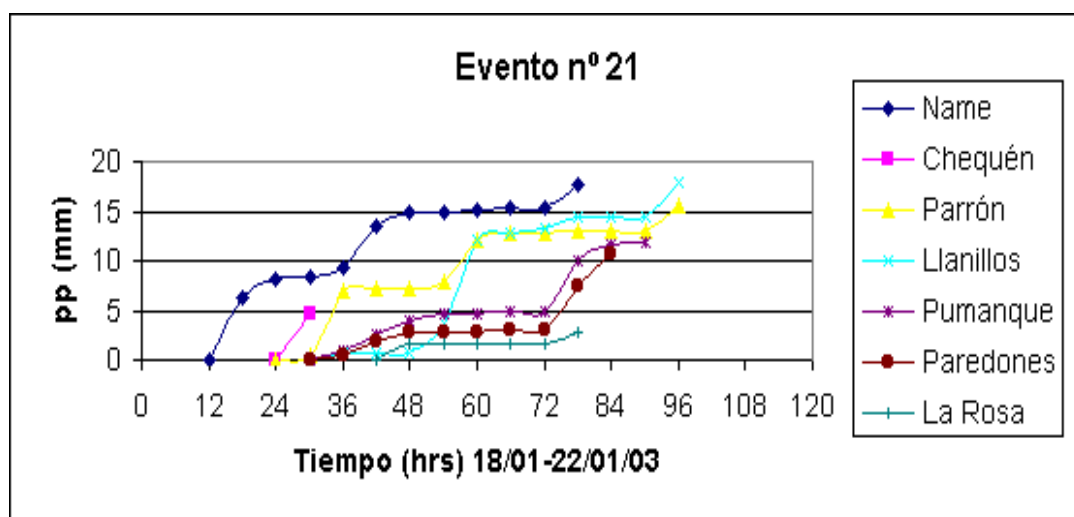
Fuente: Elaboración propia a partir de datos Proyecto EIAS, 2004.

Tabla N° 12: Datos análisis temporal tormenta N° 21 período 2002-2003.

Estaciones	Fecha inicio	Hra. inicio	Fecha término	Hra. término	Pp. (mm)	Intensidades máximas en horas								
						0,5	1	2	4	6	12	24	48	
Hidango														
La Rosa	20-01-03	01:35	21-01-03	08:50	2,8	1,2	0,8	0,4	0,3	0,3	0,1	0,1	0,1	
Pumanque	19-01-03	15:04	21-01-03	22:07	11,8	3,2	2,8	1,5	0,8	0,9	0,4	0,3	0,2	
Paredones	19-01-03	16:52	21-01-03	15:48	10,6	2,8	2,4	1,4	0,8	0,7	0,4	0,3	0,2	
Llanillos	19-01-03	13:45	22-01-03	03:40	18	4	2,8	2,3	1,5	1,4	0,8	0,5	0,3	
Parrón	19-01-03	10:19	22-01-03	03:59	15,6	2,4	2,2	1,6	1,5	1,1	0,6	0,3	0,2	
Botacura														
Name	18-01-03	19:02	21-01-03	10:27	17,6	4	4	2,2	1,5	1	0,5	0,3	0,3	
Chequén	19-01-03	08:22	19-01-03	11:38	4,6	3,6	2,8	1,8	1,2	0,8	0,4	0,2	0,1	

Fuente: Elaboración propia a partir de datos Proyecto EIAS, 2004.

Gráfico N° 4: Desarrollo del evento N° 21 período 2002-2003 en las diferentes estaciones.



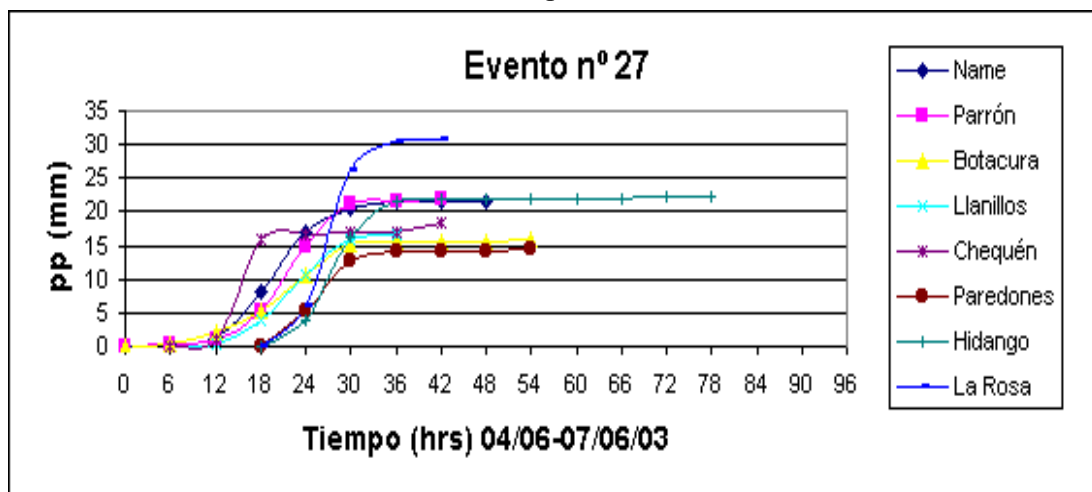
Fuente: Elaboración propia a partir de datos Proyecto EIAS, 2004.

Tabla N° 13: Datos análisis temporal tormenta N° 27 período 2002-2003.

Estaciones	Fecha inicio	Hra. inicio	Fecha término	Hra. término	Pp. (mm)	Intensidades máximas en horas							
						0,5	1	2	4	6	12	24	48
Hidango	05-06-03	00:23	07-06-03	09:42	22,4	4,4	3,2	2,2	2	2	1,4	0,9	0,5
La Rosa	05-06-03	01:11	05-06-03	22:44	30,8	6	5,8	4,1	3	3	2	1,3	1
Pumanque													
Paredones	05-06-03	00:08	06-06-03	08:04	14,4	3,6	2,8	2,2	2	1,2	1,1	0,6	0,3
Llanillos	04-06-03	15:44	05-06-03	12:56	16,6	2	2	1,3	1,1	1,1	1	0,5	0,3
Parrón	04-06-03	06:38	05-06-03	23:34	21,8	2,4	2,2	1,9	1,8	1,6	1,3	0,7	0,5
Botacura	04-06-03	09:29	06-06-03	06:16	15,8	2,8	2	1,7	1	1	1	0,4	0,2
Name	04-06-03	02:35	06-06-03	01:08	21,6	2,8	2,2	1,9	1,6	1,4	1	0,6	0,4
Chequén	04-06-03	16:01	05-06-03	23:44	18,4	5,6	5,2	3,3	2,9	2,5	1,3	0,7	0,4

Fuente: Elaboración propia a partir de datos Proyecto EIAS, 2004.

Gráfico N° 5: Desarrollo del evento N° 27 período 2002-2003 en las diferentes estaciones.



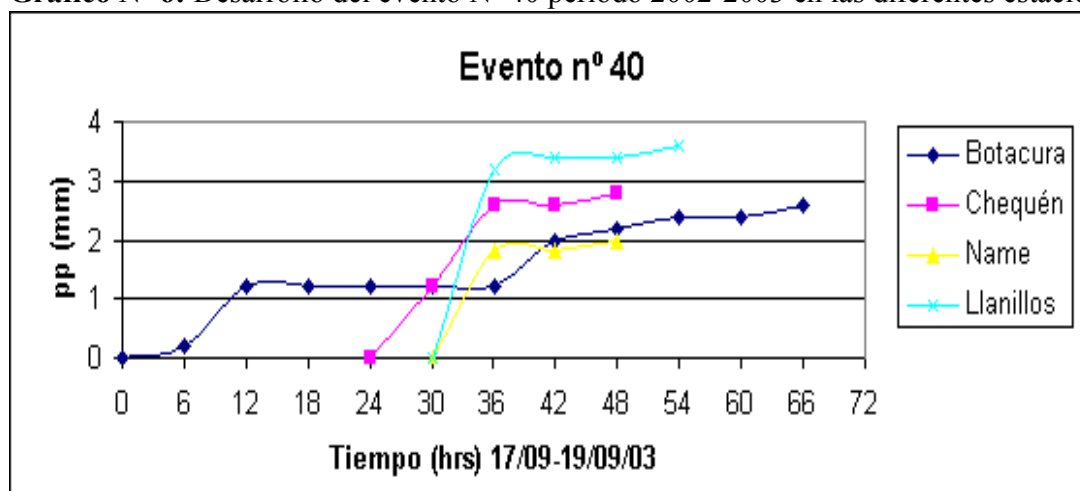
Fuente: Elaboración propia a partir de datos Proyecto EIAS, 2004.

Tabla N° 14: Datos análisis temporal tormenta N° 40 período 2002-2003.

Estaciones	Fecha inicio	Hra. inicio	Fecha término	Hra. término	Pp. (mm)	Intensidades máximas en horas								
						0,5	1	2	4	6	12	24	48	
Hidango														
La Rosa														
Pumanque														
Paredones														
Llanillos	18-09-03	16:32	19-09-03	07:47	3,6	3,2	1,6	1,6	0,9	0,5	0,3	0,1	0,1	
Parrón														
Botacura	17-09-03	04:41	19-09-03	12:22	2,6	1,6	0,8	0,4	0,3	0,2	0,1	0,04	0,05	
Name	18-09-03	14:45	19-09-03	02:10	2	1,2	1,2	0,9	0,5	0,3	0,2	0,1	0,04	
Chequén	18-09-03	11:34	19-09-03	03:23	2,8	2,4	1,2	0,6	0,3	0,2	0,1	0,1	0,1	

Fuente: Elaboración propia a partir de datos Proyecto EIAS, 2004.

Gráfico N° 6: Desarrollo del evento N° 40 período 2002-2003 en las diferentes estaciones.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos Proyecto EIAS, 2004.

El resto de la información obtenida a partir de este análisis se entregará en la sección de apéndices con el objetivo de lograr una debida comprensión y ordenamiento de este estudio.

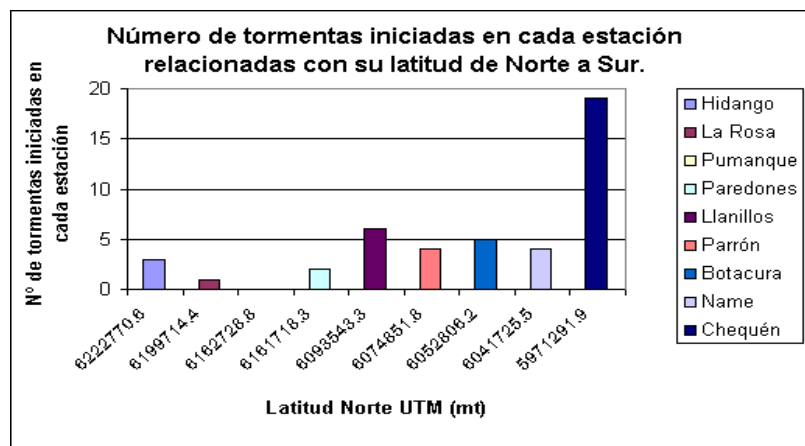
5.4. Distribución espacial de las precipitaciones.

En este ítem, se determinó el comportamiento en el espacio físico de los diferentes sistemas frontales que afectaron a la zona de estudio durante el período comprendido por los años 2002 y 2003; esto quiere decir, que con los datos aportados por las estaciones pluviográficas, se pudo conocer cómo actuaron las precipitaciones en las nueve sub-zonas de medición.

Basándose en esto, se relacionaron variables tales como el número de repeticiones de eventos sinópticos por estación, montos precipitados y su intensidad, en función de variables espaciales como la latitud, la longitud y la situación altitudinal de las diferentes estaciones pluviográficas inmersas en el presente estudio.

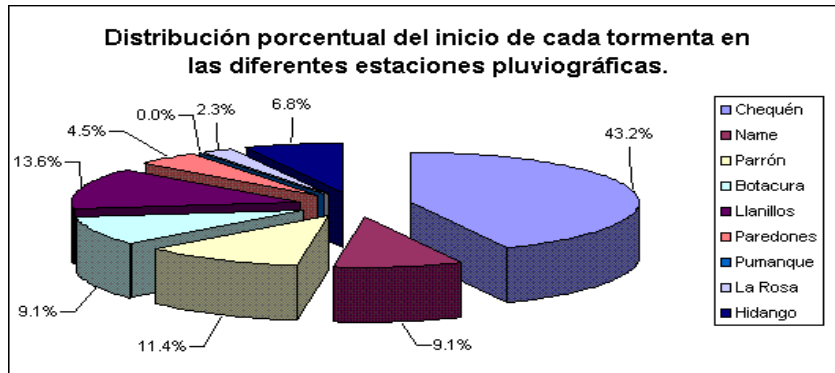
A partir de esto se generó información gráfica y tabular para las 44 tormentas ocurridas durante el período 2002 al 2003, la cual por una situación de compresión del estudio se entregan en las Gráficas N° 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18 y 19.

Grafico N° 7: Número de tormentas iniciadas en cada estación durante el período de estudio en función de su latitud.



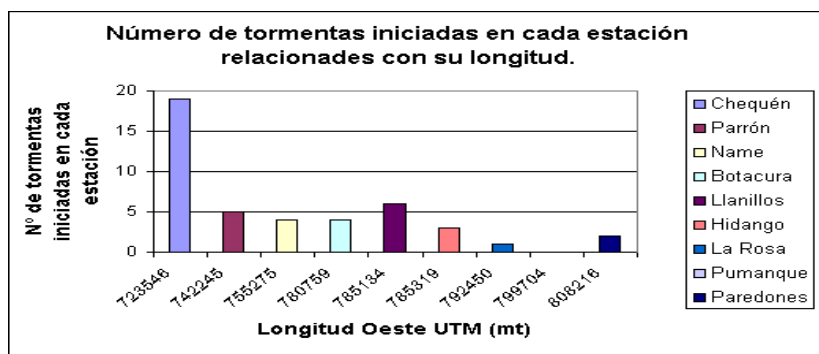
Fuente: Elaboración propia a partir de datos Proyecto EIAS, 2004.

Grafico N° 8: Porcentaje de tormentas iniciadas en cada estación durante el período de estudio.



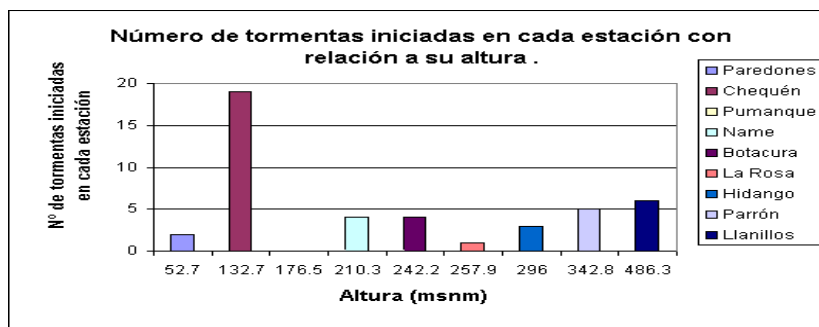
Fuente: Elaboración propia a partir de datos Proyecto EIAS, 2004.

Grafico N° 9: Número de tormentas iniciadas en cada estación durante el período de estudio en función de su longitud.



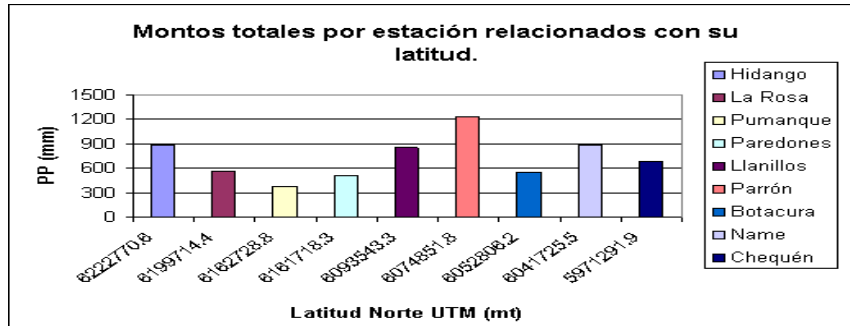
Fuente: Elaboración propia a partir de datos Proyecto EIAS, 2004.

Grafico N° 10: Número de tormentas iniciadas en cada estación durante el período de estudio en función de su altitud.



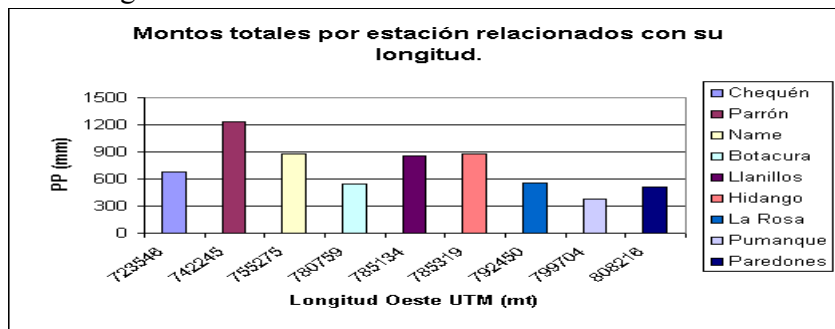
Fuente: Elaboración propia a partir de datos Proyecto EIAS, 2004.

Grafico N° 11: Montos totales precipitados durante el período de estudio en cada estación en función de su latitud.



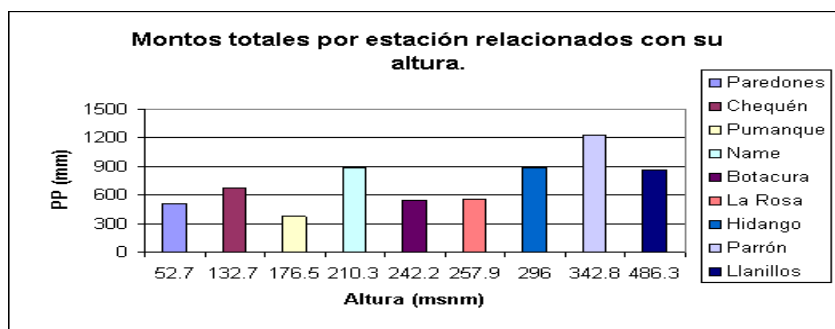
Fuente: Elaboración propia a partir de datos Proyecto EIAS, 2004.

Grafico N° 12: Montos totales precipitados durante el período de estudio en cada estación en función de su longitud.



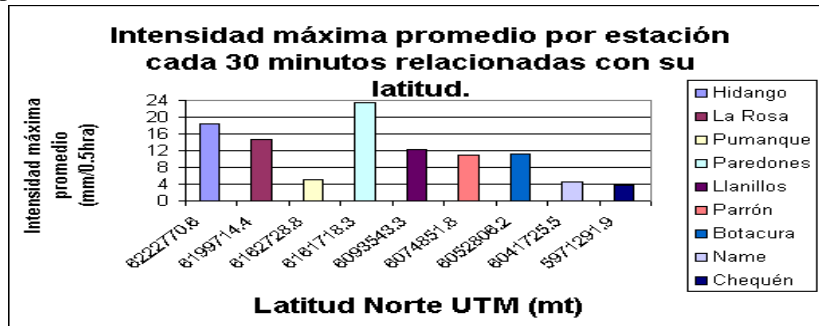
Fuente: Elaboración propia a partir de datos Proyecto EIAS, 2004.

Grafico N° 13: Montos totales precipitados durante el período de estudio en cada estación en función de su altitud.



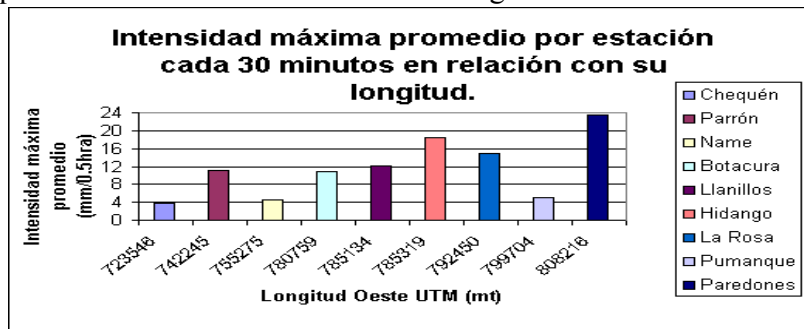
Fuente: Elaboración propia a partir de datos Proyecto EIAS, 2004.

Gráfico N° 14: Intensidad máxima promedio por estación registrada en 30 minutos, durante el período de estudio en función de su latitud.



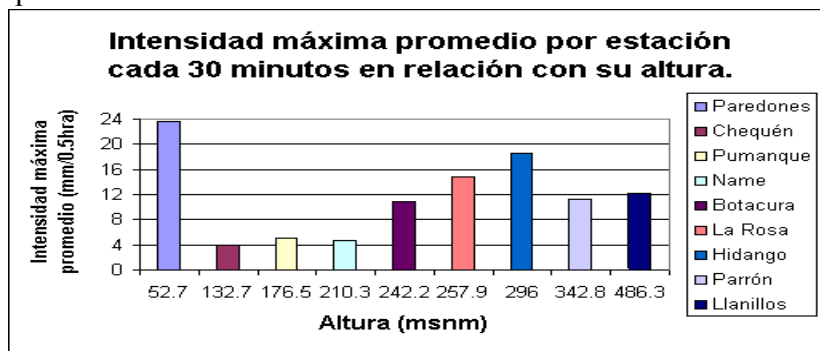
Fuente: Elaboración propia a partir de datos Proyecto EIAS, 2004.

Gráfico N° 15: Intensidad máxima promedio por estación registrada en 30 minutos, durante el período de estudio en función de su longitud.



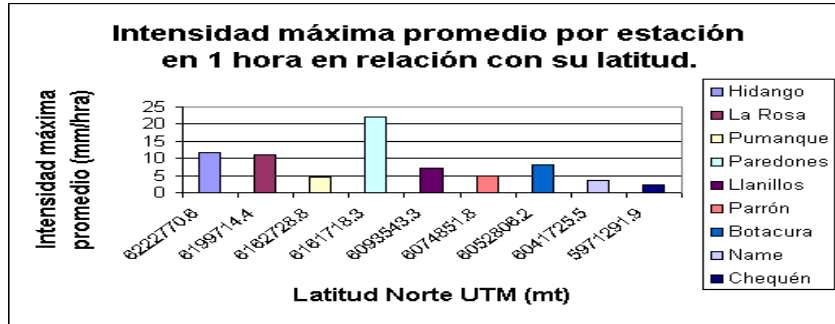
Fuente: Elaboración propia a partir de datos Proyecto EIAS, 2004.

Gráfico N° 16: Intensidad máxima promedio por estación registrada en 30 minutos, durante el período de estudio en función de su altitud.



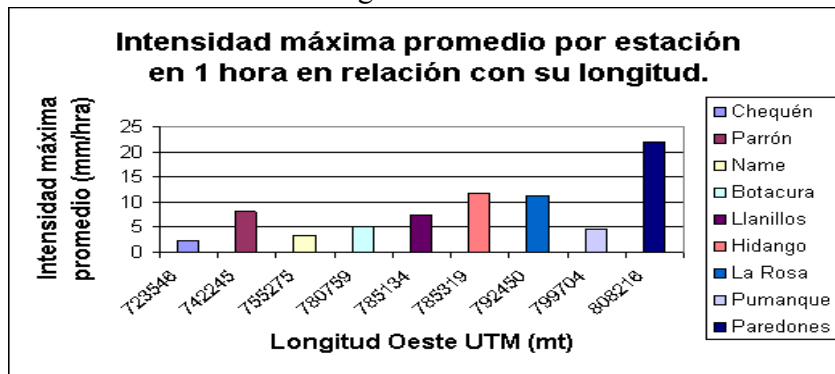
Fuente: Elaboración propia a partir de datos Proyecto EIAS, 2004.

Gráfico N° 17: Intensidad máxima promedio por estación registrada en 1 hora, durante el período de estudio en función de su latitud.



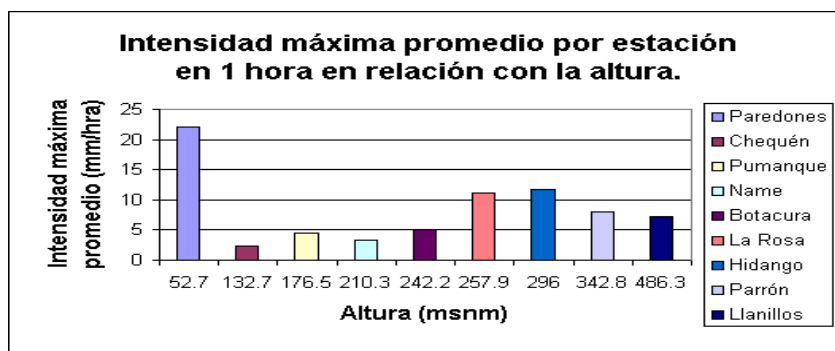
Fuente: Elaboración propia a partir de datos Proyecto EIAS, 2004.

Gráfico N° 18: Intensidad máxima promedio por estación registrada en 1 hora, durante el período de estudio en función de su longitud.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos Proyecto EIAS, 2004.

Gráfico N° 19: Intensidad máxima promedio por estación registrada en 1 hora, durante el período de estudio en función de su altitud.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos Proyecto EIAS, 2004.

5.5. Análisis estadístico.

En este punto, se realizaron los procedimientos estadísticos que permitieron comparar el comportamiento de las precipitaciones en las diferentes locaciones en las cuales están ubicadas las estaciones pluviográficas. Para ello se debió determinar si los datos presentaban normalidad, situación que a la postre fue desmentida y posteriormente se realizaron pruebas de carácter no paramétrico, además de la determinación de la función de probabilidad de Gumbel para las diferentes estaciones y duraciones.

Los procedimientos estadísticos fueron los siguientes:

5.5.1. Test de normalidad.

El primer paso en la aplicación de herramientas estadísticas fue un test de normalidad sobre los datos de las estaciones, para los diferentes intervalos de tiempo de interés, dado que si este resultaba positivo se podría utilizar estadística paramétrica. A continuación en las Tablas N° 15, 16, 17 y 18, se presentan los resultados de la prueba de normalidad (test de normalidad Statgraphics plus 1.4) aplicada a cada una de las estaciones en sus diferentes duraciones.

Tabla N° 15: Resultados de pruebas de normalidad para las diferentes estaciones con su respectiva duración.

TEST DE NORMALIDAD PARA INTENSIDADES DE PRECIPITACIÓN.			
Estaciones	Duraciones (h)	Valor p	Resultado
Hidango	0,5	0,00	No
La Rosa	0,5	0,00	No
Pumanque	0,5	0,34	Sí
Paredones	0,5	0,00	No
Llanillos	0,5	0,00	No
Parrón	0,5	0,00	No
Botacura	0,5	0,13	Sí
Name	0,5	0,00	No
Chequén	0,5	0,15	Sí
Hidango	1	0,00	No
La Rosa	1	0,00	No
Pumanque	1	0,22	Sí
Paredones	1	0,00	No
Llanillos	1	0,00	No
Parrón	1	0,01	No
Botacura	1	0,34	Sí
Name	1	0,00	No
Chequén	1	0,01	No

Fuente: Elaboración propia a partir de datos Proyecto EIAS, 2004.

Sí : Se acepta el supuesto de normalidad de los datos.

No : Se rechaza el supuesto de normalidad de los datos.

Tabla N° 16: Resultados de pruebas de normalidad para las diferentes estaciones con su respectiva duración.

TEST DE NORMALIDAD PARA INTENSIDADES DE PRECIPITACIÓN.			
Estaciones	Duraciones (h)	Valor p	Resultado
Hidango	2	0,00	No
La Rosa	2	0,00	No
Pumanque	2	0,00	No
Paredones	2	0,00	No
Llanillos	2	0,00	No
Parrón	2	0,00	No
Botacura	2	0,25	Sí
Name	2	0,00	No
Chequén	2	0,00	No
Hidango	4	0,00	No
La Rosa	4	0,00	No
Pumanque	4	0,18	Sí
Paredones	4	0,01	No
Llanillos	4	0,00	No
Parrón	4	0,00	No
Botacura	4	0,02	No
Name	4	0,00	No
Chequén	4	0,00	No

Fuente: Elaboración propia a partir de datos Proyecto EIAS, 2004.

Sí : Se acepta el supuesto de normalidad de los datos.

No : Se rechaza el supuesto de normalidad de los datos.

Tabla N° 17: Resultados de pruebas de normalidad para las diferentes estaciones con su respectiva duración.

TEST DE NORMALIDAD PARA INTENSIDADES DE PRECIPITACIÓN.			
Estaciones	Duraciones (h)	Valor p	Resultado
Hidango	6	0,00	No
La Rosa	6	0,00	No
Pumanque	6	0,30	Sí
Paredones	6	0,01	No
Llanillos	6	0,00	No
Parrón	6	0,00	No
Botacura	6	0,04	No
Name	6	0,00	No
Chequén	6	0,00	No
Hidango	12	0,00	No
La Rosa	12	0,00	No
Pumanque	12	0,22	Sí
Paredones	12	0,00	No
Llanillos	12	0,00	No
Parrón	12	0,00	No
Botacura	12	0,00	No
Name	12	0,00	No
Chequén	12	0,00	No

Fuente: Elaboración propia a partir de datos Proyecto EIAS, 2004.

Sí : Se acepta el supuesto de normalidad de los datos.

No : Se rechaza el supuesto de normalidad de los datos.

Tabla N° 18: Resultados de pruebas de normalidad para las diferentes estaciones con su respectiva duración.

TEST DE NORMALIDAD PARA INTENSIDADES DE PRECIPITACIÓN.			
Estaciones	Duraciones (h)	Valor p	Resultado
Hidango	24	0,00	No
La Rosa	24	0,00	No
Pumanque	24	0,00	No
Paredones	24	0,00	No
Llanillos	24	0,00	No
Parrón	24	0,00	No
Botacura	24	0,00	No
Name	24	0,00	No
Chequén	24	0,00	No
Hidango	48	0,00	No
La Rosa	48	0,00	No
Pumanque	48	0,00	No
Paredones	48	0,00	No
Llanillos	48	0,00	No
Parrón	48	0,00	No
Botacura	48	0,00	No
Name	48	0,00	No
Chequén	48	0,00	No

Fuente: Elaboración propia a partir de datos Proyecto EIAS, 2004.

Sí : Se acepta el supuesto de normalidad de los datos.

No : Se rechaza el supuesto de normalidad de los datos.

Puede observarse que el test de normalidad aplicado para probar este supuesto, no se cumple para todas las estaciones en los diferentes intervalos de tiempo asignados a cada una de ellas, por ende, se concluye que es necesario recurrir a pruebas de carácter no paramétrico para la comparación de dichas estaciones.

5.5.2. Histograma de frecuencias.

Esta prueba estudia la forma del histograma, con el fin de analizar si ésta corresponde a una distribución normal, la cual debe tener una forma simétrica con colas livianas; es importante señalar que habitualmente no presentan la simetría perfecta de la figura anteriormente señalada, lo cual no significa que exista falta de normalidad, por lo que es posible permitir mínimas desviaciones.

A continuación se presenta un resumen de las gráficas de los histogramas de frecuencias de las diferentes estaciones pluviográficas para una duración de 0,5 hrs. (Gráficos N° 20, 21 22, 23, 24, 25, 26, 27 y 28).

Gráfico N° 20: Chequén 0,5 hrs.



Gráfico N° 21: Name 0,5 hrs

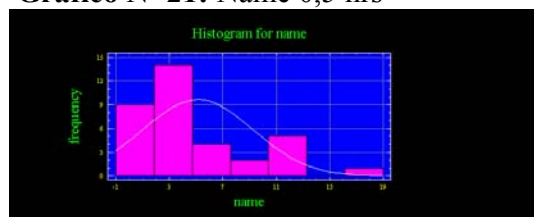


Gráfico N° 22:Parrón 0,5 hrs.

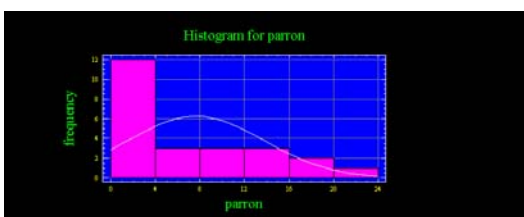


Gráfico N° 23:Botacura 0,5 hrs.

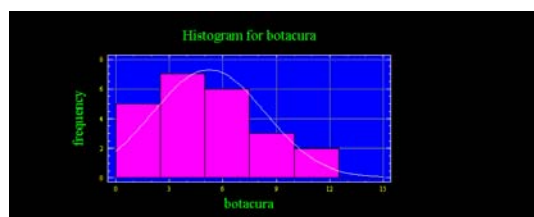


Gráfico N° 24:Llanillos 0,5 hrs.

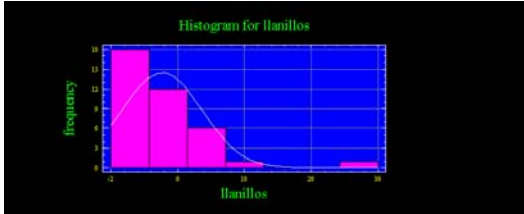


Gráfico N° 25:Paredones 0,5 hrs.



Gráfico N° 26:Pumanque 0,5 hrs.

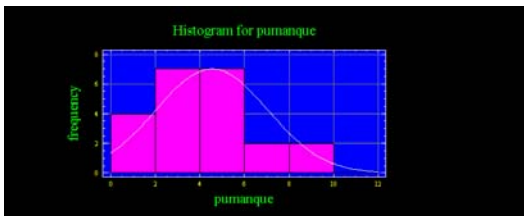


Gráfico N° 27:La Rosa 0,5 hrs.

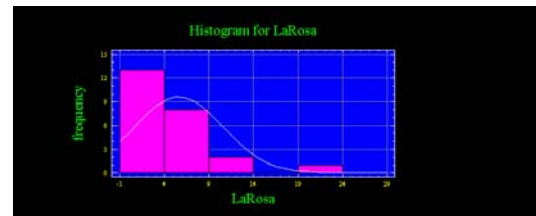


Gráfico N° 28:Hidango 0,5 hrs.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos Proyecto EIAS, 2004.

El resto de la información, referido a los Histogramas de Frecuencias de las diferentes estaciones con sus respectivas duraciones, se presenta en la sección de apéndices para una mejor ordenación del presente estudio.

5.5.3. Pruebas no paramétricas.

Las pruebas no paramétricas utilizadas fueron el test de Kruskal Wallis y la prueba U de Mann Whitney; en las tablas siguientes se dan a conocer los resultados de ambas

pruebas con la finalidad de determinar si existen diferencias significativas entre las estaciones y para las duraciones asignadas.

5.5.3.1. Test de Kruskal Wallis.

La siguiente es la hipótesis formulada para el test de Kruskal Wallis:

H_0 : No existen diferencias entre las estaciones para una duración de x hrs. (valor $p \geq 0,05$).

(x = 0,5; 1; 2; 4; 6; 12; 24 y 48)

H_1 : Existen diferencias entre las estaciones (valor $p < 0,05$)

En la Tabla N° 19 se presentan los valores p obtenidos a partir del análisis de las intensidades de precipitación y sus respectivas duraciones por medio del test de Kruskal Wallis.

Tabla N° 19: Valores p del test de Kruskal Wallis.

Duración	Valor p	Decisión
0,5 hrs.	0,714123	Acepta H_0
1 hra.	0,426011	Acepta H_0
2 hrs.	0,415913	Acepta H_0
4 hrs.	0,559348	Acepta H_0
6 hrs.	0,358253	Acepta H_0
12 hrs.	0,269616	Acepta H_0
24 hrs.	0,41668	Acepta H_0
48 hrs.	0,709877	Acepta H_0

Fuente: Elaboración propia a partir de datos Proyecto EIAS, 2004.

Como se aprecia en la tabla N° 19, en todas las duraciones el valor p del test de Kruskal Wallis resultó ser mayor que el valor de significación alfa 0,05; con lo cual se puede decir que se acepta la hipótesis nula, lo que quiere decir que no existen diferencias entre las estaciones para las diferentes duraciones en que transcurrieron las precipitaciones.

Además de esto, se realizaron test de rangos múltiples para las diferentes duraciones los cuales fueron anexados en la sección de apéndices.

5.5.3.2. U de Mann Whitney.

Luego del test Kruskal Wallis se realizó la prueba U de Mann Whitney, con el fin de establecer si existen diferencias entre las estaciones pluviográficas mediante una comparación entre pares de estaciones; la hipótesis nula en este caso es la siguiente:

H_0 : No existe diferencia entre las medianas de E_1 y E_2 .

H_1 : Existe diferencia entre las medianas de E_1 y E_2 .

En las siguientes tablas se exponen los resultados de los valores p asociados a la prueba U de Mann Whitney, para las duraciones establecidas en este estudio (Tablas N° 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26 y 27).

Tabla N° 20: Resultados de la prueba U de Mann Whitney para la duración de 0,5 horas.

DURACIÓN 0,5 HORAS.		
Estaciones	Valor p	Decisión
Chequén-Name	0,365319	Acepta Ho
Chequén-Parrón	0,0424463	Rechaza Ho
Chequén-Botacura	0,146579	Acepta Ho
Chequén-Llanillos	0,375082	Acepta Ho
Chequén-Paredones	0,359057	Acepta Ho
Chequén-Pumanque	0,344369	Acepta Ho
Chequén-La Rosa	0,231991	Acepta Ho
Chequén-Hidango	0,0779601	Acepta Ho
Name-Parrón	0,0773066	Acepta Ho
Name-Botacura	0,229571	Acepta Ho
Name-Llanillos	0,846394	Acepta Ho
Name-Paredones	0,482979	Acepta Ho
Name-Pumanque	0,486895	Acepta Ho
Name-La Rosa	0,591652	Acepta Ho
Name-Hidango	0,135165	Acepta Ho
Parrón-Botacura	0,805972	Acepta Ho
Parrón-Llanillos	0,0640996	Acepta Ho
Parrón-Paredones	0,132485	Acepta Ho
Parrón-Pumanque	0,0987681	Acepta Ho
Parrón-La Rosa	0,141404	Acepta Ho
Parrón-Hidango	0,450141	Acepta Ho
Botacura-Llanillos	0,246539	Acepta Ho
Botacura-Paredones	0,203583	Acepta Ho
Botacura-Pumanque	0,251005	Acepta Ho
Botacura-La Rosa	0,415616	Acepta Ho
Botacura-Hidango	0,693587	Acepta Ho
Llanillos-Paredones	0,457535	Acepta Ho
Llanillos-Pumanque	0,451059	Acepta Ho
Llanillos-La Rosa	0,591568	Acepta Ho
Llanillos-Hidango	0,123557	Acepta Ho
Paredones-Pumanque	0,567953	Acepta Ho
Paredones-La Rosa	0,593349	Acepta Ho
Paredones-Hidango	0,32782	Acepta Ho
Pumanque-La Rosa	0,569944	Acepta Ho
Pumanque-Hidango	0,828735	Acepta Ho
La Rosa-Hidango	0,212698	Acepta Ho

Fuente: Elaboración propia a partir de datos Proyecto EIAS, 2004.

Tabla N° 21: Resultados de la prueba U de Mann Whitney para la duración de 1 hora.

DURACIÓN 1 HORAS.		
Estaciones	Valor p	Decisión
Chequén-Name	0,238717	Acepta Ho
Chequén-Parrón	0,00612558	Rechaza Ho
Chequén-Botacura	0,0741507	Acepta Ho
Chequén-Llanillos	0,228844	Acepta Ho
Chequén-Paredones	0,172053	Acepta Ho
Chequén-Pumanque	0,52476	Acepta Ho
Chequén-La Rosa	0,127562	Acepta Ho
Chequén-Hidango	0,0681223	Acepta Ho
Name-Parrón	0,0385118	Rechaza Ho
Name-Botacura	0,297044	Acepta Ho
Name-Llanillos	0,41899	Acepta Ho
Name-Paredones	0,576056	Acepta Ho
Name-Pumanque	0,52943	Acepta Ho
Name-La Rosa	0,627153	Acepta Ho
Name-Hidango	0,186933	Acepta Ho
Parrón-Botacura	0,891685	Acepta Ho
Parrón-Llanillos	0,0387862	Rechaza Ho
Parrón-Paredones	0,0642079	Acepta Ho
Parrón-Pumanque	0,0399903	Rechaza Ho
Parrón-La Rosa	0,0742971	Acepta Ho
Parrón-Hidango	0,273089	Acepta Ho
Botacura-Llanillos	0,237251	Acepta Ho
Botacura-Paredones	0,26011	Acepta Ho
Botacura-Pumanque	0,223179	Acepta Ho
Botacura-La Rosa	0,390813	Acepta Ho
Botacura-Hidango	0,697891	Acepta Ho
Llanillos-Paredones	0,415555	Acepta Ho
Llanillos-Pumanque	0,490807	Acepta Ho
Llanillos-La Rosa	0,348002	Acepta Ho
Llanillos-Hidango	0,15151	Acepta Ho
Paredones-Pumanque	0,385151	Acepta Ho
Paredones-La Rosa	0,984921	Acepta Ho
Paredones-Hidango	0,305202	Acepta Ho
Pumanque-La Rosa	0,391535	Acepta Ho
Pumanque-Hidango	0,75204	Acepta Ho
La Rosa-Hidango	0,265549	Acepta Ho

Fuente: Elaboración propia a partir de datos Proyecto EIAS, 2004.

Tabla N° 22: Resultados de la prueba U de Mann Whitney para la duración de 2 horas.

DURACIÓN 2 HORAS.		
Estaciones	Valor p	Decisión
Chequén-Name	0,167488	Acepta Ho
Chequén-Parrón	0,00753324	Rechaza Ho
Chequén-Botacura	0,0631069	Acepta Ho
Chequén-Llanillos	0,151817	Acepta Ho
Chequén-Paredones	0,0879702	Acepta Ho
Chequén-Pumanque	0,136068	Acepta Ho
Chequén-La Rosa	0,0930556	Acepta Ho
Chequén-Hidango	0,0194917	Acepta Ho
Name-Parrón	0,0632138	Acepta Ho
Name-Botacura	0,305372	Acepta Ho
Name-Llanillos	0,499997	Acepta Ho
Name-Paredones	0,363922	Acepta Ho
Name-Pumanque	0,412375	Acepta Ho
Name-La Rosa	0,338419	Acepta Ho
Name-Hidango	0,123067	Acepta Ho
Parrón-Botacura	0,171645	Acepta Ho
Parrón-Llanillos	0,0635797	Acepta Ho
Parrón-Paredones	0,147347	Acepta Ho
Parrón-Pumanque	0,145318	Acepta Ho
Parrón-La Rosa	0,126089	Acepta Ho
Parrón-Hidango	0,370671	Acepta Ho
Botacura-Llanillos	0,316863	Acepta Ho
Botacura-Paredones	0,5734	Acepta Ho
Botacura-Pumanque	0,349563	Acepta Ho
Botacura-La Rosa	0,436544	Acepta Ho
Botacura-Hidango	0,721667	Acepta Ho
Llanillos-Paredones	0,382222	Acepta Ho
Llanillos-Pumanque	0,454175	Acepta Ho
Llanillos-La Rosa	0,411334	Acepta Ho
Llanillos-Hidango	0,153494	Acepta Ho
Paredones-Pumanque	0,459943	Acepta Ho
Paredones-La Rosa	0,500003	Acepta Ho
Paredones-Hidango	0,788272	Acepta Ho
Pumanque-La Rosa	0,80016	Acepta Ho
Pumanque-Hidango	0,374776	Acepta Ho
La Rosa-Hidango	0,412537	Acepta Ho

Fuente: Elaboración propia a partir de datos Proyecto EIAS, 2004.

Tabla N° 23: Resultados de la prueba U de Mann Whitney para la duración de 4 horas.

DURACIÓN 4 HORAS.		
Estaciones	Valor p	Decisión
Chequén-Name	0,238712	Acepta Ho
Chequén-Parrón	0,00849871	Rechaza Ho
Chequén-Botacura	0,00849871	Rechaza Ho
Chequén-Llanillos	0,233702	Acepta Ho
Chequén-Paredones	0,120972	Acepta Ho
Chequén-Pumanque	0,159439	Acepta Ho
Chequén-La Rosa	0,112765	Acepta Ho
Chequén-Hidango	0,0387508	Rechaza Ho
Name-Parrón	0,101366	Acepta Ho
Name-Botacura	0,299738	Acepta Ho
Name-Llanillos	0,947124	Acepta Ho
Name-Paredones	0,379998	Acepta Ho
Name-Pumanque	0,393329	Acepta Ho
Name-La Rosa	0,327128	Acepta Ho
Name-Hidango	0,15875	Acepta Ho
Parrón-Botacura	0,738607	Acepta Ho
Parrón-Llanillos	0,0858194	Acepta Ho
Parrón-Paredones	0,136697	Acepta Ho
Parrón-Pumanque	0,234757	Acepta Ho
Parrón-La Rosa	0,820776	Acepta Ho
Parrón-Hidango	0,509087	Acepta Ho
Botacura-Llanillos	0,295798	Acepta Ho
Botacura-Paredones	0,388704	Acepta Ho
Botacura-Pumanque	0,427857	Acepta Ho
Botacura-La Rosa	0,982982	Acepta Ho
Botacura-Hidango	0,218663	Acepta Ho
Llanillos-Paredones	0,420757	Acepta Ho
Llanillos-Pumanque	0,39406	Acepta Ho
Llanillos-La Rosa	0,364205	Acepta Ho
Llanillos-Hidango	0,120404	Acepta Ho
Paredones-Pumanque	0,504014	Acepta Ho
Paredones-La Rosa	0,43621	Acepta Ho
Paredones-Hidango	0,223802	Acepta Ho
Pumanque-La Rosa	0,434445	Acepta Ho
Pumanque-Hidango	0,21827	Acepta Ho
La Rosa-Hidango	0,265542	Acepta Ho

Fuente: Elaboración propia a partir de datos Proyecto EIAS, 2004.

Tabla N° 24: Resultados de la prueba U de Mann Whitney para la duración de 6 horas.

DURACIÓN 6 HORAS.		
Estaciones	Valor p	Decisión
Chequén-Name	0,214774	Acepta Ho
Chequén-Parrón	0,00573303	Rechaza Ho
Chequén-Botacura	0,0782503	Acepta Ho
Chequén-Llanillos	0,163181	Acepta Ho
Chequén-Paredones	0,102825	Acepta Ho
Chequén-Pumanque	0,101781	Acepta Ho
Chequén-La Rosa	0,0979044	Acepta Ho
Chequén-Hidango	0,0222361	Rechaza Ho
Name-Parrón	0,0540775	Acepta Ho
Name-Botacura	0,294078	Acepta Ho
Name-Llanillos	0,497792	Acepta Ho
Name-Paredones	0,358542	Acepta Ho
Name-Pumanque	0,325856	Acepta Ho
Name-La Rosa	0,346807	Acepta Ho
Name-Hidango	0,106441	Acepta Ho
Parrón-Botacura	0,094876	Acepta Ho
Parrón-Llanillos	0,0459411	Rechaza Ho
Parrón-Paredones	0,0946496	Acepta Ho
Parrón-Pumanque	0,110934	Acepta Ho
Parrón-La Rosa	0,111426	Acepta Ho
Parrón-Hidango	0,594496	Acepta Ho
Botacura-Llanillos	0,642553	Acepta Ho
Botacura-Paredones	0,507788	Acepta Ho
Botacura-Pumanque	0,490911	Acepta Ho
Botacura-La Rosa	0,449072	Acepta Ho
Botacura-Hidango	0,251083	Acepta Ho
Llanillos-Paredones	0,377091	Acepta Ho
Llanillos-Pumanque	0,347646	Acepta Ho
Llanillos-La Rosa	0,340007	Acepta Ho
Llanillos-Hidango	0,103805	Acepta Ho
Paredones-Pumanque	0,467903	Acepta Ho
Paredones-La Rosa	0,477396	Acepta Ho
Paredones-Hidango	0,211615	Acepta Ho
Pumanque-La Rosa	0,478049	Acepta Ho
Pumanque-Hidango	0,225196	Acepta Ho
La Rosa-Hidango	0,21269	Acepta Ho

Fuente: Elaboración propia a partir de datos Proyecto EIAS, 2004.

Tabla N° 25: Resultados de la prueba U de Mann Whitney para la duración de 12 horas.

DURACIÓN 12 HORAS.		
Estaciones	Valor p	Decisión
Chequén-Name	0,22667	Acepta Ho
Chequén-Parrón	0,00488178	Rechaza Ho
Chequén-Botacura	0,099981	Acepta Ho
Chequén-Llanillos	0,201543	Acepta Ho
Chequén-Paredones	0,0730992	Acepta Ho
Chequén-Pumanque	0,120689	Acepta Ho
Chequén-La Rosa	0,112242	Acepta Ho
Chequén-Hidango	0,0204605	Rechaza Ho
Name-Parrón	0,0280968	Rechaza Ho
Name-Botacura	0,269697	Acepta Ho
Name-Llanillos	0,269697	Acepta Ho
Name-Paredones	0,236178	Acepta Ho
Name-Pumanque	0,311002	Acepta Ho
Name-La Rosa	0,329707	Acepta Ho
Name-Hidango	0,0699859	Acepta Ho
Parrón-Botacura	0,0948439	Acepta Ho
Parrón-Llanillos	0,0449105	Rechaza Ho
Parrón-Paredones	0,080862	Acepta Ho
Parrón-Pumanque	0,0615527	Acepta Ho
Parrón-La Rosa	0,101986	Acepta Ho
Parrón-Hidango	0,445636	Acepta Ho
Botacura-Llanillos	0,523855	Acepta Ho
Botacura-Paredones	0,392265	Acepta Ho
Botacura-Pumanque	0,891263	Acepta Ho
Botacura-La Rosa	0,504258	Acepta Ho
Botacura-Hidango	0,858163	Acepta Ho
Llanillos-Paredones	0,665692	Acepta Ho
Llanillos-Pumanque	0,55815	Acepta Ho
Llanillos-La Rosa	0,638971	Acepta Ho
Llanillos-Hidango	0,912851	Acepta Ho
Paredones-Pumanque	0,420046	Acepta Ho
Paredones-La Rosa	0,484908	Acepta Ho
Paredones-Hidango	0,302745	Acepta Ho
Pumanque-La Rosa	0,561299	Acepta Ho
Pumanque-Hidango	0,1211	Acepta Ho
La Rosa-Hidango	0,166443	Acepta Ho

Fuente: Elaboración propia a partir de datos Proyecto EIAS, 2004.

Tabla N° 26: Resultados de la prueba U de Mann Whitney para la duración de 24 horas.

DURACIÓN 24 HORAS.		
Estaciones	Valor p	Decisión
Chequén-Name	0,227483	Acepta Ho
Chequén-Parrón	0,00631313	Rechaza Ho
Chequén-Botacura	0,0657838	Acepta Ho
Chequén-Llanillos	0,167458	Acepta Ho
Chequén-Paredones	0,11785	Acepta Ho
Chequén-Pumanque	0,148269	Acepta Ho
Chequén-La Rosa	0,125433	Acepta Ho
Chequén-Hidango	0,0296636	Rechaza Ho
Name-Parrón	0,0397451	Rechaza Ho
Name-Botacura	0,200938	Acepta Ho
Name-Llanillos	0,403246	Acepta Ho
Name-Paredones	0,339428	Acepta Ho
Name-Pumanque	0,343044	Acepta Ho
Name-La Rosa	0,326172	Acepta Ho
Name-Hidango	0,105422	Acepta Ho
Parrón-Botacura	0,196441	Acepta Ho
Parrón-Llanillos	0,0700632	Acepta Ho
Parrón-Paredones	0,0820245	Acepta Ho
Parrón-Pumanque	0,109924	Acepta Ho
Parrón-La Rosa	0,122985	Acepta Ho
Parrón-Hidango	0,463633	Acepta Ho
Botacura-Llanillos	0,75913	Acepta Ho
Botacura-Paredones	0,806974	Acepta Ho
Botacura-Pumanque	0,327886	Acepta Ho
Botacura-La Rosa	0,448929	Acepta Ho
Botacura-Hidango	0,578999	Acepta Ho
Llanillos-Paredones	0,914697	Acepta Ho
Llanillos-Pumanque	0,506168	Acepta Ho
Llanillos-La Rosa	0,594945	Acepta Ho
Llanillos-Hidango	0,265401	Acepta Ho
Paredones-Pumanque	0,483895	Acepta Ho
Paredones-La Rosa	0,563973	Acepta Ho
Paredones-Hidango	0,364534	Acepta Ho
Pumanque-La Rosa	0,412396	Acepta Ho
Pumanque-Hidango	0,193398	Acepta Ho
La Rosa-Hidango	0,257725	Acepta Ho

Fuente: Elaboración propia a partir de datos Proyecto EIAS, 2004.

Tabla N° 27: Resultados de la prueba U de Mann Whitney para la duración de 48 horas.

DURACIÓN 48 HORAS.		
Estaciones	Valor p	Decisión
Chequén-Name	0,283471	Acepta Ho
Chequén-Parrón	0,0303006	Rechaza Ho
Chequén-Botacura	0,149332	Acepta Ho
Chequén-Llanillos	0,394277	Acepta Ho
Chequén-Paredones	0,710309	Acepta Ho
Chequén-Pumanque	0,338508	Acepta Ho
Chequén-La Rosa	0,15977	Acepta Ho
Chequén-Hidango	0,0475281	Rechaza Ho
Name-Parrón	0,113213	Acepta Ho
Name-Botacura	0,728283	Acepta Ho
Name-Llanillos	0,595095	Acepta Ho
Name-Paredones	0,400276	Acepta Ho
Name-Pumanque	0,50333	Acepta Ho
Name-La Rosa	0,653484	Acepta Ho
Name-Hidango	0,134525	Acepta Ho
Parrón-Botacura	0,271326	Acepta Ho
Parrón-Llanillos	0,0874105	Acepta Ho
Parrón-Paredones	0,0989886	Acepta Ho
Parrón-Pumanque	0,162539	Acepta Ho
Parrón-La Rosa	0,273921	Acepta Ho
Parrón-Hidango	0,558549	Acepta Ho
Botacura-Llanillos	0,663839	Acepta Ho
Botacura-Paredones	0,281011	Acepta Ho
Botacura-Pumanque	0,616499	Acepta Ho
Botacura-La Rosa	0,885321	Acepta Ho
Botacura-Hidango	0,262813	Acepta Ho
Llanillos-Paredones	0,445145	Acepta Ho
Llanillos-Pumanque	0,987549	Acepta Ho
Llanillos-La Rosa	0,739009	Acepta Ho
Llanillos-Hidango	0,115116	Acepta Ho
Paredones-Pumanque	0,396431	Acepta Ho
Paredones-La Rosa	0,252899	Acepta Ho
Paredones-Hidango	0,108211	Acepta Ho
Pumanque-La Rosa	0,647319	Acepta Ho
Pumanque-Hidango	0,143846	Acepta Ho
La Rosa-Hidango	0,261177	Acepta Ho

Fuente: Elaboración propia a partir de datos Proyecto EIAS, 2004.

En general, no se presentan marcadas diferencias en la mayoría de las estaciones y sus duraciones; las únicas diferencias se presentan entre las comparaciones Chequén-Parrón para duraciones de 0,5; 1; 2; 4; 6; 12; 24 y 48 horas; Chequén-Botacura para una duración de 4 horas; Chequén-Hidango para duraciones de 2; 4; 6; 12; 24 y 48 horas; Name-Parrón para duraciones de 1; 12 y 24 horas; Parrón-Llanillos para duraciones de 1; 6 y 12 horas y Parrón-Pumanque para una duración de 1 hora.

Esto quiere decir, que para la mayoría de los casos se acepta la hipótesis nula con un nivel de significación de alfa 0,05; por lo cual no se evidencian diferencias significativas entre la mayoría de las estaciones.

5.5.4. Ajuste de los datos a una función de probabilidad de Gumbel.

Con relación a los valores máximos de intensidad de precipitación obtenidos para cada duración, se ajustó en cada estación una función de distribución de probabilidad de Gumbel, para posteriormente aplicar dos pruebas de bondad de ajuste, el Coeficiente de determinación R^2 y test de Kolmogorov - Smirnov.

5.5.4.1. Parámetros calculados para la función de Gumbel.

En las Tablas N° 28, 29 y 30, se muestran los parámetros μ y σ ajustados en cada estación y para cada duración estudiada.

Tabla N° 28: Parámetros estimados de la función de Gumbel por estación y duración en horas, estaciones Chequén, Name y Parrón.

Estación	Chequén		Name		Parrón	
Duración	μ	σ	μ	σ	μ	σ
0,5	3,1172	0,5524	3,2616	0,3106	4,859	0,2093
1	2,1435	0,6434	2,4620	0,3810	4,1019	0,2677
2	1,4306	0,7919	1,7776	0,5003	2,7885	0,3231
4	0,9964	1,023	1,2186	0,6712	1,7361	0,4590
6	0,7472	1,3112	0,9271	0,7637	1,4397	0,4641
12	0,4267	1,7535	0,5321	1,1649	0,8251	0,5887
24	0,2302	2,3887	0,2948	1,6910	0,4828	0,9367
48	0,1326	3,6590	0,1476	2,0879	0,1415	1,0036

Fuente: Elaboración propia a partir de datos Proyecto EIAS, 2004.

Tabla N° 29: Parámetros estimados de la función de Gumbel por estación y duración en horas, estaciones Botacura, Llanillos y Paredones.

Estación	Botacura		Llanillos		Paredones	
Duración	μ	σ	μ	σ	μ	σ
0,5	3,8046	0,4086	2,9404	0,2145	2,9536	0,2938
1	2,9100	0,5132	2,3590	0,3135	2,2195	0,3150
2	2,0293	0,7364	1,7714	0,4552	1,7906	0,4971
4	1,3796	0,9272	1,1367	0,5573	1,2720	0,8051
6	0,9840	1,2290	0,9117	0,7799	1,0002	1,0037
12	0,6224	1,6169	0,5770	1,2493	0,6050	1,4543
24	0,3835	2,6002	0,3263	1,7988	0,3487	2,4537
48	0,1986	3,1336	0,1764	2,9732	0,1879	3,8024

Fuente: Elaboración propia a partir de datos Proyecto EIAS, 2004.

Tabla N° 30: Parámetros estimados de la función de Gumbel por estación y duración en horas, estaciones Pumanque, La Rosa e Hidango.

Estación	Pumanque		La Rosa		Hidango	
Duración	μ	σ	μ	σ	μ	σ
0,5	3,4018	0,5129	3,3465	0,2581	4,5268	0,1976
1	2,5103	0,6487	2,6002	0,3608	3,2675	0,2591
2	1,7980	0,6242	1,8295	0,4543	2,5153	0,3698
4	1,2927	0,9913	1,2698	0,6319	1,6935	0,5285
6	1,0287	1,4317	0,9756	0,7122	1,3635	0,5436
12	0,6069	2,2031	0,5921	1,0070	0,9087	0,6691
24	0,3446	2,4967	0,3592	1,6484	0,5576	1,0406
48	0,1862	4,4834	0,1881	2,4167	0,2841	1,6072

Fuente: Elaboración propia a partir de datos Proyecto EIAS, 2004.

5.5.4.2. Pruebas de bondad de ajuste para la función de Gumbel.

a. Coeficiente de determinación R^2 .

Una vez ajustada la función de Gumbel, los valores para el coeficiente de determinación fueron los siguientes (Tablas N° 31, 32 y 33).

Tabla N° 31: Coeficientes de determinación R² para cada duración en horas, estaciones Chequén, Name y Parrón.

Estación	Chequén	Name	Parrón
Duración	R²	R²	R²
0,5	0,9576	0,9563	0,9173
1	0,9648	0,9630	0,9382
2	0,9716	0,9596	0,8935
4	0,9411	0,9403	0,9437
6	0,9552	0,9243	0,9296
12	0,9404	0,9188	0,9122
24	0,8868	0,9010	0,9068
48	0,8842	0,8464	0,7452

Fuente: Elaboración propia a partir de datos Proyecto EIAS, 2004.

Tabla N° 32: Coeficientes de determinación R² para cada duración en horas, estaciones Botacura, Llanillos y Paredones.

Estación	Botacura	Llanillos	Paredones
Duración	R²	R²	R²
0,5	0,9729	0,9359	0,9237
1	0,9615	0,9480	0,8942
2	0,9752	0,9600	0,9677
4	0,9756	0,9519	0,9834
6	0,9767	0,9572	0,9872
12	0,9663	0,9621	0,9651
24	0,9419	0,9365	0,9797
48	0,9197	0,9288	0,9541

Fuente: Elaboración propia a partir de datos Proyecto EIAS, 2004.

Tabla N° 33: Coeficientes de determinación R^2 para cada duración en horas, estaciones Pumanque, La Rosa e Hidango.

Estación	Pumanque	La Rosa	Hidango
Duración	R^2	R^2	R^2
0,5	0,9779	0,9601	0,9378
1	0,9664	0,9554	0,9198
2	0,9814	0,9720	0,9330
4	0,9593	0,9785	0,9186
6	0,9524	0,9645	0,9452
12	0,9719	0,9522	0,9328
24	0,9685	0,9387	0,8918
48	0,9703	0,9216	0,8797

Fuente: Elaboración propia a partir de datos Proyecto EIAS, 2004.

b. Test de Kolmogorov – Smirnov.

Posterior a la prueba de bondad de ajuste R^2 , se realizó el test de Kolmogorov – Smirnov, el cual presentó los resultados que se aprecian a continuación en las Tablas N° 34, 35 y 36.

Tabla N° 34: Test de Kolmogorov - Smirnov para cada duración en horas, estaciones Chequén, Name y Parrón.

Estación	Chequén Dt = 0,2236		Name Dt = 0,2299		Parrón Dt = 0,2776	
	Dc	Ajuste	Dc	Ajuste	Dc	Ajuste
0,5	0,1159	A	0,1434	A	0,1779	A
1	0,1001	A	0,1022	A	0,1408	A
2	0,1220	A	0,1065	A	0,1716	A
4	0,1529	A	0,1134	A	0,1498	A
6	0,1330	A	0,1307	A	0,1648	A
12	0,1493	A	0,1240	A	0,1227	A
24	0,1411	A	0,1277	A	0,1183	A
48	0,1325	A	0,1375	A	0,1976	A

Fuente: Elaboración propia a partir de datos Proyecto EIAS, 2004.

Tabla N° 35: Test de Kolmogorov - Smirnov para cada duración en horas, estaciones Botacura, Llanillos y Paredones.

Estación	Botacura Dt = 0,2836		Llanillos Dt = 0,2206		Paredones Dt = 0,2617	
	Dc	Ajuste	Dc	Ajuste	Dc	Ajuste
0,5	0,0814	A	0,1389	A	0,1212	A
1	0,0971	A	0,1294	A	0,1265	A
2	0,0745	A	0,1117	A	0,0907	A
4	0,0969	A	0,0857	A	0,0757	A
6	0,0948	A	0,1015	A	0,0619	A
12	0,1279	A	0,0777	A	0,1144	A
24	0,1549	A	0,0872	A	0,0558	A
48	0,1387	A	0,0997	A	0,1146	A

Fuente: Elaboración propia a partir de datos Proyecto EIAS, 2004.

Tabla N° 36: Test de Kolmogorov - Smirnov para cada duración en horas, estaciones Pumanque, La Rosa e Hidango.

Estación	Pumanque Dt = 0,2900		La Rosa Dt = 0,2776		Hidango Dt = 0,2968	
	Dc	Ajuste	Dc	Ajuste	Dc	Ajuste
0,5	0,0851	A	0,0904	A	0,1456	A
1	0,1042	A	0,1250	A	0,1724	A
2	0,0811	A	0,0837	A	0,1614	A
4	0,0935	A	0,0821	A	0,1257	A
6	0,1319	A	0,1141	A	0,1372	A
12	0,1312	A	0,0905	A	0,1166	A
24	0,0805	A	0,1124	A	0,1478	A
48	0,0975	A	0,0973	A	0,1632	A

Fuente: Elaboración propia a partir de datos Proyecto EIAS, 2004.

Donde:

A : El modelo es aceptado.

Dc : Estadístico de Kolmogorov – Smirnov calculado.

Dt : Estadístico de Kolmogorov – Smirnov de tabla (95 % de Confianza).

c. Estimación de intensidades de precipitación para diversas probabilidades de excedencia.

Luego de determinar la calidad del ajuste, se estimaron ciertas intensidades de precipitación para diversas probabilidades de excedencia o período de retorno, en las distintas estaciones y para las diferentes duraciones establecidas. Dichas probabilidades de excedencia fueron 0,2; 0,5 y 0,8 las cuales llevadas a períodos de retorno corresponden a 5; 2 y 1,25 años respectivamente.

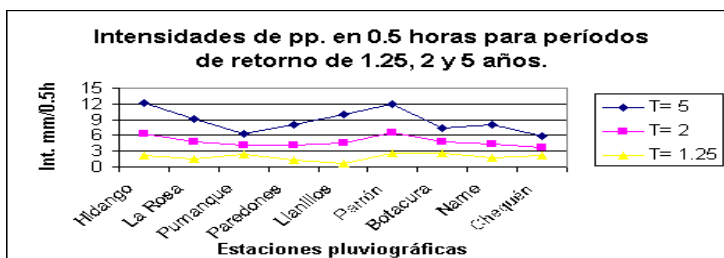
A continuación, se dan a conocer las intensidades de precipitación para diferentes duraciones y en los períodos de retorno seleccionados (Tablas N° 37, 38, 39 ,40 ,41 ,42 ,43 y 44), además de sus respectivas gráficas (Gráficos N° 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35 y 36).

Tabla N° 37: Intensidades de precipitación para probabilidades de excedencia de 0,2; 0,5 y 0,8 para una duración de 0,5 horas.

Estaciones	Período de retorno (años)	Prob. de excedencia	Intensidad (0,5h)
Hidango	1,25	0,8	2,1
	2	0,5	6,4
	5	0,2	12,1
La Rosa	1,25	0,8	1,5
	2	0,5	4,8
	5	0,2	9,2
Pumanque	1,25	0,8	2,5
	2	0,5	4,1
	5	0,2	6,3
Paredones	1,25	0,8	1,3
	2	0,5	4,2
	5	0,2	8,1
Llanillos	1,25	0,8	0,7
	2	0,5	4,6
	5	0,2	9,9
Parrón	1,25	0,8	2,6
	2	0,5	6,6
	5	0,2	12,0
Botacura	1,25	0,8	2,6
	2	0,5	4,7
	5	0,2	7,5
Name	1,25	0,8	1,7
	2	0,5	4,4
	5	0,2	8,1
Chequén	1,25	0,8	2,3
	2	0,5	3,8
	5	0,2	5,8

Fuente: Elaboración propia a partir de datos Proyecto EIAS, 2004.

Gráfico N° 29: Intensidades de pp. en 0,5 horas para períodos de retorno de 1,25; 2 y 5 años.



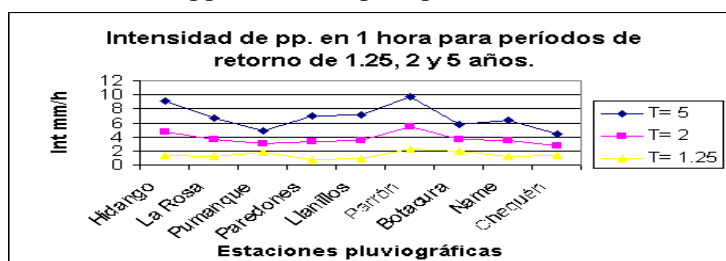
Fuente: Elaboración propia a partir de datos Proyecto EIAS, 2004.

Tabla N° 38: Intensidades de precipitación para probabilidades de excedencia de 0,2; 0,5 y 0,8 para una duración de 1 hora.

Estaciones	Período de retorno (años)	Prob. de excedencia	Intensidad (1 h)
Hidango	1,25	0,8	1,4
	2	0,5	4,7
	5	0,2	9,1
La Rosa	1,25	0,8	1,3
	2	0,5	3,6
	5	0,2	6,8
Pumanque	1,25	0,8	1,8
	2	0,5	3,1
	5	0,2	4,8
Paredones	1,25	0,8	0,7
	2	0,5	3,4
	5	0,2	7,0
Llanillos	1,25	0,8	0,7
	2	0,5	4,6
	5	0,2	9,9
Parrón	1,25	0,8	2,3
	2	0,5	5,5
	5	0,2	9,7
Botacura	1,25	0,8	2,0
	2	0,5	3,6
	5	0,2	5,8
Name	1,25	0,8	1,2
	2	0,5	3,4
	5	0,2	6,4
Chequén	1,25	0,8	1,4
	2	0,5	2,7
	5	0,2	4,5

Fuente: Elaboración propia a partir de datos Proyecto EIAS, 2004.

Gráfico N° 30: Intensidades de pp. en 1 hora para períodos de retorno de 1,25; 2 y 5 años.



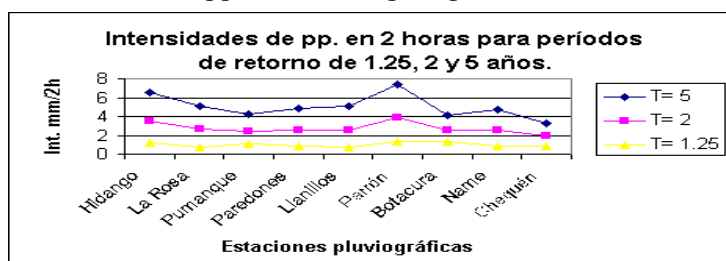
Fuente: Elaboración propia a partir de datos Proyecto EIAS, 2004.

Tabla N° 39: Intensidades de precipitación para probabilidades de excedencia de 0,2; 0,5 y 0,8 para una duración de 2 horas.

Estaciones	Período de retorno (años)	Prob. de excedencia	Intensidad (2 h)
Hidango	1,25	0,8	1,2
	2	0,5	3,5
	5	0,2	6,6
La Rosa	1,25	0,8	0,8
	2	0,5	2,6
	5	0,2	5,1
Pumanque	1,25	0,8	1,0
	2	0,5	2,4
	5	0,2	4,2
Paredones	1,25	0,8	0,8
	2	0,5	2,5
	5	0,2	4,8
Llanillos	1,25	0,8	0,7
	2	0,5	4,6
	5	0,2	9,9
Parrón	1,25	0,8	1,3
	2	0,5	3,9
	5	0,2	7,4
Botacura	1,25	0,8	1,4
	2	0,5	2,5
	5	0,2	4,1
Name	1,25	0,8	0,8
	2	0,5	2,5
	5	0,2	4,8
Chequén	1,25	0,8	0,8
	2	0,5	1,9
	5	0,2	3,3

Fuente: Elaboración propia a partir de datos Proyecto EIAS, 2004.

Gráfico N° 31: Intensidades de pp. en 2 horas para períodos de retorno de 1,25; 2 y 5 años.



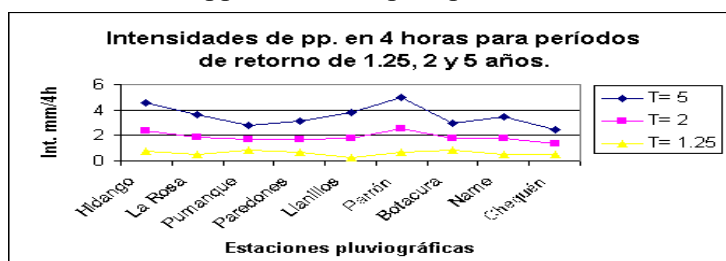
Fuente: Elaboración propia a partir de datos Proyecto EIAS, 2004.

Tabla N° 40: Intensidades de precipitación para probabilidades de excedencia de 0,2; 0,5 y 0,8 para una duración de 4 horas.

Estaciones	Período de retorno (años)	Prob. de excedencia	Intensidad (4 h)
Hidango	1,25	0,8	0,8
	2	0,5	2,4
	5	0,2	4,5
La Rosa	1,25	0,8	0,5
	2	0,5	1,8
	5	0,2	3,6
Pumanque	1,25	0,8	0,8
	2	0,5	1,7
	5	0,2	2,8
Paredones	1,25	0,8	0,7
	2	0,5	1,7
	5	0,2	3,1
Llanillos	1,25	0,8	0,7
	2	0,5	4,6
	5	0,2	9,9
Parrón	1,25	0,8	0,7
	2	0,5	2,5
	5	0,2	5,0
Botacura	1,25	0,8	0,9
	2	0,5	1,8
	5	0,2	3,0
Name	1,25	0,8	0,5
	2	0,5	1,8
	5	0,2	3,5
Chequén	1,25	0,8	0,5
	2	0,5	1,4
	5	0,2	2,5

Fuente: Elaboración propia a partir de datos Proyecto EIAS, 2004.

Gráfico N° 32: Intensidades de pp. en 4 horas para períodos de retorno de 1,25; 2 y 5 años.



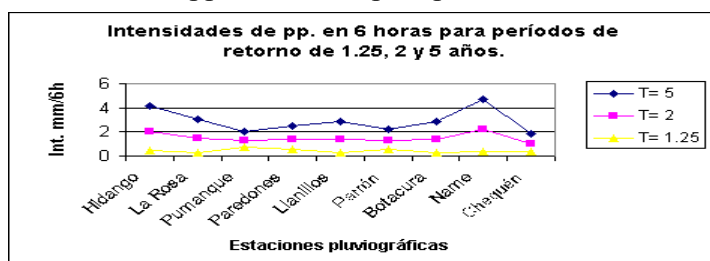
Fuente: Elaboración propia a partir de datos Proyecto EIAS, 2004.

Tabla N° 41: Intensidades de precipitación para probabilidades de excedencia de 0,2; 0,5 y 0,8 para una duración de 6 horas.

Estaciones	Período de retorno (años)	Prob. de excedencia	Intensidad (6 h)
Hidango	1,25	0,8	0,5
	2	0,5	2,0
	5	0,2	4,1
La Rosa	1,25	0,8	0,3
	2	0,5	1,5
	5	0,2	3,1
Pumanque	1,25	0,8	0,7
	2	0,5	1,3
	5	0,2	2,1
Paredones	1,25	0,8	0,5
	2	0,5	1,4
	5	0,2	2,5
Llanillos	1,25	0,8	0,7
	2	0,5	4,6
	5	0,2	9,9
Parrón	1,25	0,8	0,4
	2	0,5	2,2
	5	0,2	4,7
Botacura	1,25	0,8	0,6
	2	0,5	1,3
	5	0,2	2,2
Name	1,25	0,8	0,3
	2	0,5	1,4
	5	0,2	2,9
Chequén	1,25	0,8	0,4
	2	0,5	1,0
	5	0,2	1,9

Fuente: Elaboración propia a partir de datos Proyecto EIAS, 2004.

Gráfico N° 33: Intensidades de pp. en 6 horas para períodos de retorno de 1,25; 2 y 5 años.



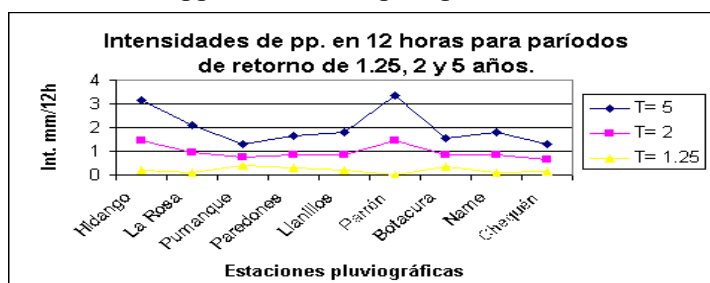
Fuente: Elaboración propia a partir de datos Proyecto EIAS, 2004.

Tabla N° 42: Intensidades de precipitación para probabilidades de excedencia de 0,2; 0,5 y 0,8 para una duración de 12 horas.

Estaciones	Período de retorno (años)	Prob. de excedencia	Intensidad (12 h)
Hidango	1,25	0,8	0,2
	2	0,5	1,5
	5	0,2	3,2
La Rosa	1,25	0,8	0,1
	2	0,5	1,0
	5	0,2	2,1
Pumanque	1,25	0,8	0,4
	2	0,5	0,8
	5	0,2	1,3
Paredones	1,25	0,8	0,3
	2	0,5	0,9
	5	0,2	1,6
Llanillos	1,25	0,8	0,7
	2	0,5	4,6
	5	0,2	9,9
Parrón	1,25	0,8	0,02
	2	0,5	1,4
	5	0,2	3,4
Botacura	1,25	0,8	0,3
	2	0,5	0,8
	5	0,2	1,6
Name	1,25	0,8	0,1
	2	0,5	0,8
	5	0,2	1,8
Chequén	1,25	0,8	0,2
	2	0,5	0,6
	5	0,2	1,3

Fuente: Elaboración propia a partir de datos Proyecto EIAS, 2004.

Gráfico N° 34: Intensidades de pp. en 12 horas para períodos de retorno de 1,25; 2 y 5 años.



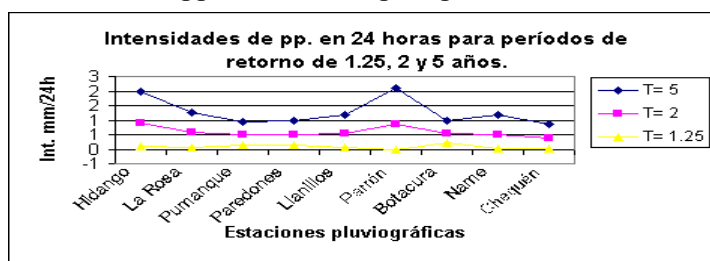
Fuente: Elaboración propia a partir de datos Proyecto EIAS, 2004.

Tabla N° 43: Intensidades de precipitación para probabilidades de excedencia de 0,2; 0,5 y 0,8 para una duración de 24 horas.

Estaciones	Período de retorno (años)	Prob. de excedencia	Intensidad (24 h)
Hidango	1,25	0,8	0,1
	2	0,5	0,9
	5	0,2	2,0
La Rosa	1,25	0,8	0,1
	2	0,5	0,6
	5	0,2	1,3
Pumanque	1,25	0,8	0,2
	2	0,5	0,5
	5	0,2	0,9
Paredones	1,25	0,8	0,2
	2	0,5	0,5
	5	0,2	1,0
Llanillos	1,25	0,8	0,7
	2	0,5	4,6
	5	0,2	9,9
Parrón	1,25	0,8	-0,03
	2	0,5	0,9
	5	0,2	2,1
Botacura	1,25	0,8	0,2
	2	0,5	0,5
	5	0,2	1,0
Name	1,25	0,8	0,01
	2	0,5	0,5
	5	0,2	1,2
Chequén	1,25	0,8	0,03
	2	0,5	0,4
	5	0,2	0,9

Fuente: Elaboración propia a partir de datos Proyecto EIAS, 2004.

Gráfico N° 35: Intensidades de pp. en 24 horas para períodos de retorno de 1,25; 2 y 5 años.



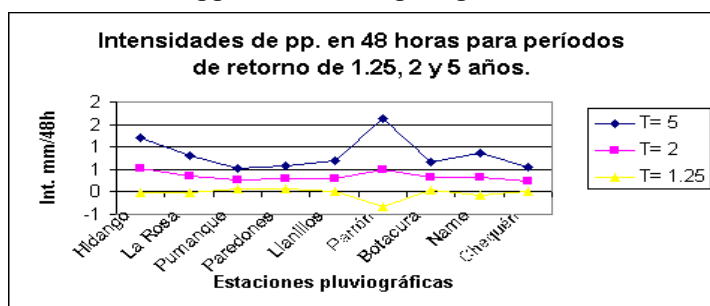
Fuente: Elaboración propia a partir de datos Proyecto EIAS, 2004.

Tabla N° 44: Intensidades de precipitación para probabilidades de excedencia de 0,2; 0,5 y 0,8 para una duración de 48 horas.

Estaciones	Período de retorno (años)	Prob. de excedencia	Intensidad (48 h)
Hidango	1,25	0,8	-0,01
	2	0,5	0,5
	5	0,2	1,2
La Rosa	1,25	0,8	-0,01
	2	0,5	0,3
	5	0,2	0,8
Pumanque	1,25	0,8	0,1
	2	0,5	0,3
	5	0,2	0,5
Paredones	1,25	0,8	0,1
	2	0,5	0,3
	5	0,2	0,6
Llanillos	1,25	0,8	0,7
	2	0,5	4,6
	5	0,2	9,9
Parrón	1,25	0,8	-0,33
	2	0,5	0,5
	5	0,2	1,6
Botacura	1,25	0,8	0,05
	2	0,5	0,3
	5	0,2	0,7
Name	1,25	0,8	-0,08
	2	0,5	0,3
	5	0,2	0,9
Chequén	1,25	0,8	0,003
	2	0,5	0,2
	5	0,2	0,5

Fuente: Elaboración propia a partir de datos Proyecto EIAS, 2004.

Gráfico N° 36: Intensidades de pp. en 48 horas para períodos de retorno de 1,25; 2 y 5 años.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos Proyecto EIAS, 2004.

5.5.5. Estadística descriptiva.

Una vez determinadas las intensidades de precipitación para las diferentes duraciones (0,5; 1; 2; 4; 6; 12; 24 y 48 h), se establecieron diversos parámetros estadísticos pertenecientes a cada muestra con el fin de resumir, organizar y describir la información y así establecer comparaciones entre estaciones y las duraciones estudiadas.

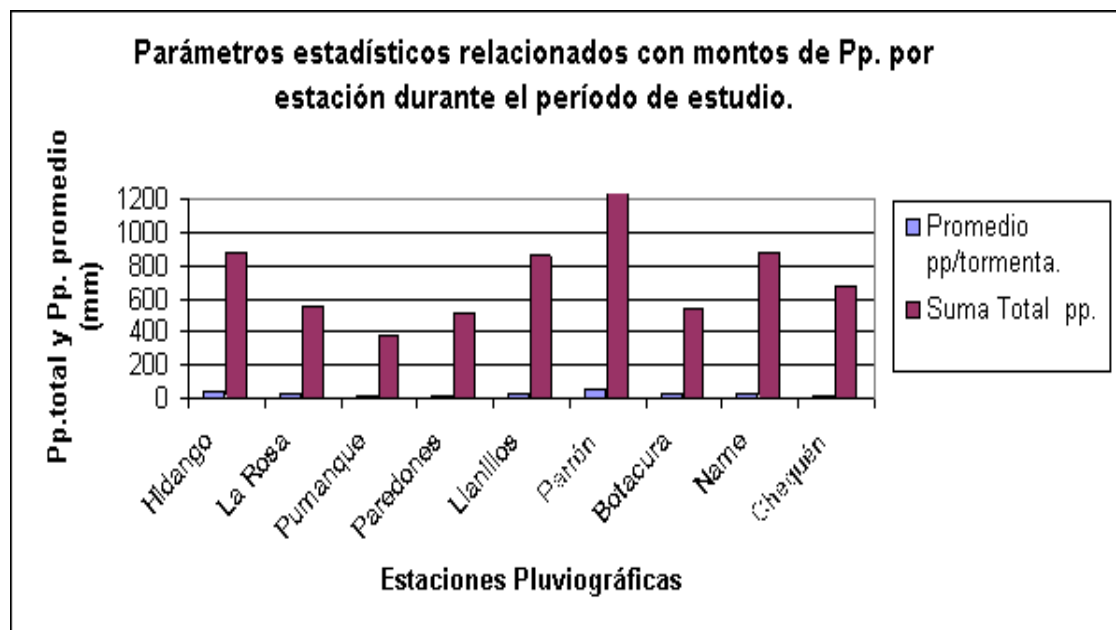
A continuación, en las Tablas N° 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52 y 53 se dan a conocer estos parámetros, además de sus gráficas (Gráficos N° 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44 y 45).

Tabla N° 45: Parámetros estadísticos relacionados con montos de precipitación para cada estación durante los meses de Agosto de 2002 y Diciembre de 2003.

Unidad (mm)	Hidango	La Rosa	Pumanque	Paredones	Llanillos	Parrón	Botacura	Name	Chequén
Promedio Pp/tormenta.	42,0	23,3	17,0	18,9	22,6	51,4	23,6	25,2	18,3
Suma Total Pp.	882,4	559,2	373,2	509,0	860,2	1234,2	543,2	881,6	677,2
N° de eventos	21	24	22	27	38	24	23	35	37
Desv. Estand.	59,5	31,4	17,2	19,5	31,5	94,8	28,8	40,9	23,2
Coef. Variación	1,4	1,3	1,0	1,0	1,4	1,8	1,2	1,6	1,3
% de pp.	13,5	8,6	5,7	7,8	13,2	18,9	8,3	13,5	10,4
Pp. Max	187,6	138,4	73,6	72,2	132,2	454,4	130,6	217,6	112,6
Pp. Min	1,0	1,0	1,2	1,2	1,2	1,4	2,0	1,4	1,0

Fuente: Elaboración propia a partir de datos Proyecto EIAS, 2004.

Gráfico N° 37: Parámetros estadísticos relacionados con montos de precipitación durante el período de estudio.



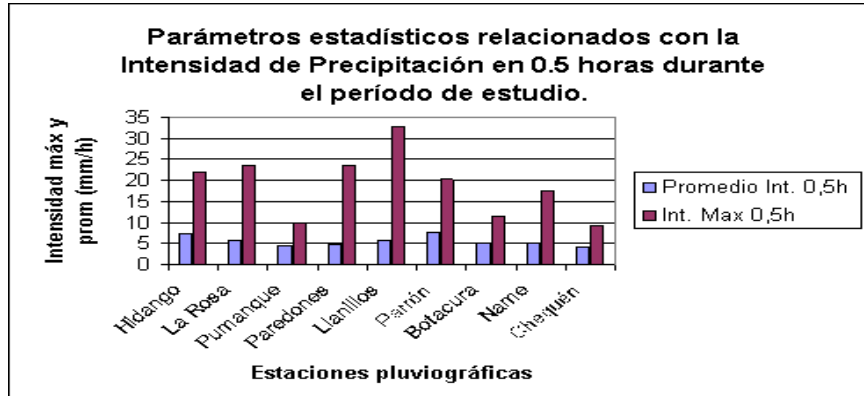
Fuente: Elaboración propia a partir de datos Proyecto EIAS, 2004.

Tabla N° 46: Parámetros estadísticos relacionados con intensidades de precipitación para una duración de 0,5 horas durante el período de tormentas 2002-2003.

Unidad (mm/h)	Hidango	La Rosa	Pumanque	Paredones	Llanillos	Parrón	Botacura	Name	Chequén
Promedio Int. 0,5h	7,4	5,6	4,5	4,9	5,6	7,6	5,2	5,1	4,2
N° de eventos	21	24	22	27	38	24	23	35	37
Desv. Estand.	6,5	5,0	2,5	4,4	6,0	6,1	3,1	4,1	2,3
Coef. Variación	0,9	0,9	0,6	0,9	1,1	0,8	0,6	0,8	0,6
% de Int	11,4	9,8	7,3	9,7	15,6	13,3	8,7	13,1	11,2
Int. Max 0,5h	22,0	23,6	10,0	23,6	32,8	20,4	11,6	17,6	9,2
Int. Min 0,5h	0,8	0,8	0,8	0,4	0,4	1,2	0,8	0,4	0,4

Fuente: Elaboración propia a partir de datos Proyecto EIAS, 2004.

Gráfico N° 38: Intensidad de precipitación máxima y promedio, para una duración de 0,5 horas durante el período de estudio.



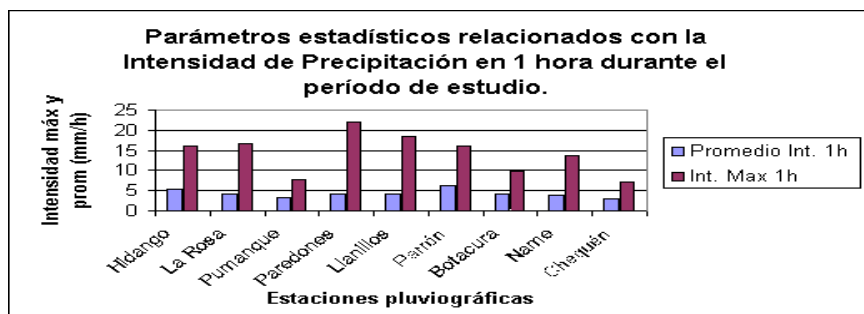
Fuente: Elaboración propia a partir de datos Proyecto EIAS, 2004.

Tabla N° 47: Parámetros estadísticos relacionados con intensidades de precipitación para una duración de 1 hora durante el período de tormentas 2002-2003.

Unidad (mm/h)	Hidango	La Rosa	Pumanque	Paredones	Llanillos	Parrón	Botacura	Name	Chequén
Promedio Int. 1h	5,5	4,2	3,4	4,1	4,2	6,3	4,0	4,0	3,0
N° de eventos	21	24	22	27	38	24	23	35	37
Desv. Estand.	4,9	3,6	2,0	4,1	4,1	4,8	2,5	3,4	2,0
Coef. Variación	0,9	0,8	0,6	1,0	1,0	0,8	0,6	0,8	0,7
% de Int	10,9	9,6	7,1	10,4	15,1	14,2	8,8	13,2	10,7
Int. Max 1h	16,2	16,6	7,8	22,0	18,6	16,2	9,8	13,6	7,0
Int. Min 1h	0,6	0,4	0,6	0,2	0,4	0,8	0,6	0,4	0,2

Fuente: Elaboración propia a partir de datos Proyecto EIAS, 2004.

Gráfico N° 39: Intensidad de precipitación máxima y promedio, para una duración de 1 hora durante el período de estudio.



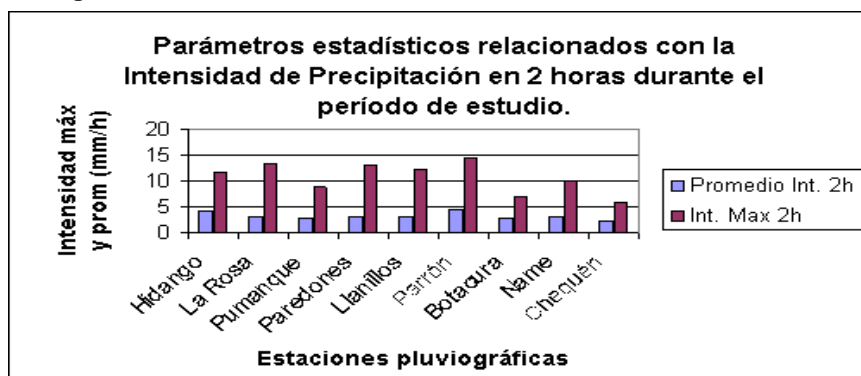
Fuente: Elaboración propia a partir de datos Proyecto EIAS, 2004.

Tabla N° 48: Parámetros estadísticos relacionados con intensidades de precipitación para una duración de 2 horas durante el período de tormentas 2002-2003.

Unidad (mm/h)	Hidango	La Rosa	Pumanque	Paredones	Llanillos	Parrón	Botacura	Name	Chequén
Promedio Int. 2h	4,1	3,1	2,7	3,0	3,0	4,6	2,8	2,9	2,2
N° de eventos	21	24	22	27	38	24	23	35	37
Desv. Estand.	3,5	2,8	2,1	2,6	2,8	4,0	1,7	2,6	1,6
Coef. Variación	0,9	0,9	0,8	0,9	0,9	0,9	0,6	0,9	0,7
% de Int	11,1	9,6	7,8	10,3	15,0	14,2	8,4	13,3	10,3
Int. Max 2h	11,8	13,4	8,8	13,1	12,3	14,4	7	10	5,9
Int. Min 2h	0,4	0,2	0,4	0,1	0,2	0,4	0,4	0,1	0,2

Fuente: Elaboración propia a partir de datos Proyecto EIAS, 2004.

Gráfico N° 40: Intensidad de precipitación máxima y promedio, para una duración de 2 horas durante el período de estudio.



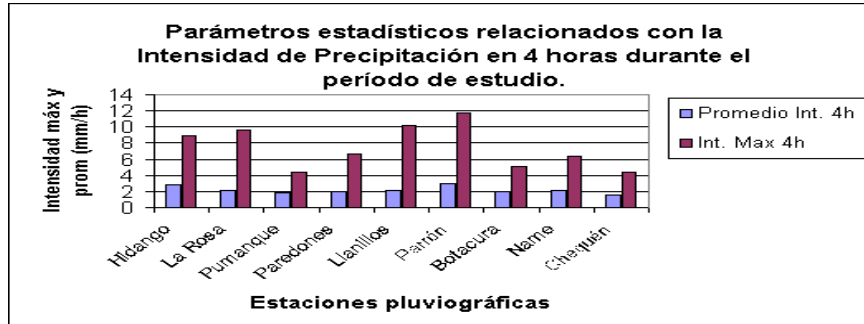
Fuente: Elaboración propia a partir de datos Proyecto EIAS, 2004.

Tabla N° 49: Parámetros estadísticos relacionados con intensidades de precipitación para una duración de 4 horas durante el período de tormentas 2002-2003.

Unidad (mm/h)	Hidango	La Rosa	Pumanque	Paredones	Llanillos	Parrón	Botacura	Name	Chequén
Promedio Int. 4h	2,8	2,2	1,9	2,0	2,2	3,0	2,0	2,1	1,6
N° de eventos	21	24	22	27	38	24	23	35	37
Desv. Estand.	2,4	2,0	1,3	1,6	2,3	2,8	1,4	1,9	1,3
Coef. Variación	0,9	0,9	0,7	0,8	1,1	0,9	0,7	0,9	0,8
% de Int	10,9	9,8	7,7	10,0	15,4	13,4	8,6	13,6	10,8
Int. Max 4h	8,9	9,7	4,5	6,6	10,2	11,8	5,1	6,4	4,4
Int. Min 4h	0,3	0,1	0,2	0,1	0,2	0,3	0,3	0,1	0,2

Fuente: Elaboración propia a partir de datos Proyecto EIAS, 2004.

Gráfico N° 41: Intensidad de precipitación máxima y promedio, para una duración de 4 horas durante el período de estudio.



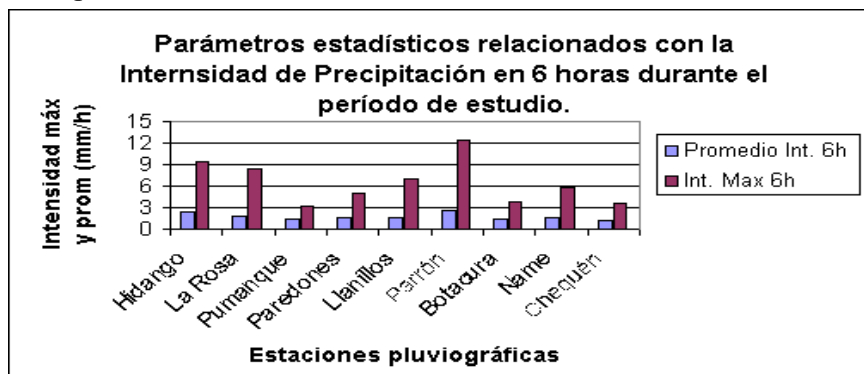
Fuente: Elaboración propia a partir de datos Proyecto EIAS, 2004.

Tabla N° 50: Parámetros estadísticos relacionados con intensidades de precipitación para una duración de 6 horas durante el período de tormentas 2002-2003.

Unidad (mm/h)	Hidango	La Rosa	Pumanque	Paredones	Llanillos	Parrón	Botacura	Name	Chequén
Promedio Int. 6h	2,4	1,8	1,4	1,6	1,7	2,7	1,5	1,7	1,2
N° de eventos	21	24	22	27	38	24	23	35	37
Desv. Estand.	2,4	1,8	0,9	1,3	1,6	2,8	1,0	1,7	1,0
Coef. Variación	1,0	1,0	0,6	0,8	1,0	1,0	0,7	1,0	0,8
% de Int	11,8	9,9	7,3	9,9	14,6	14,9	7,8	13,7	10,2
Int. Max 6h	9,4	8,4	3,2	4,9	7,0	12,5	3,8	5,8	3,7
Int. Min 6h	0,2	0,1	0,2	0,03	0,1	0,2	0,2	0,03	0,1

Fuente: Elaboración propia a partir de datos Proyecto EIAS, 2004.

Gráfico N° 42: Intensidad de precipitación máxima y promedio, para una duración de 6 horas durante el período de estudio.



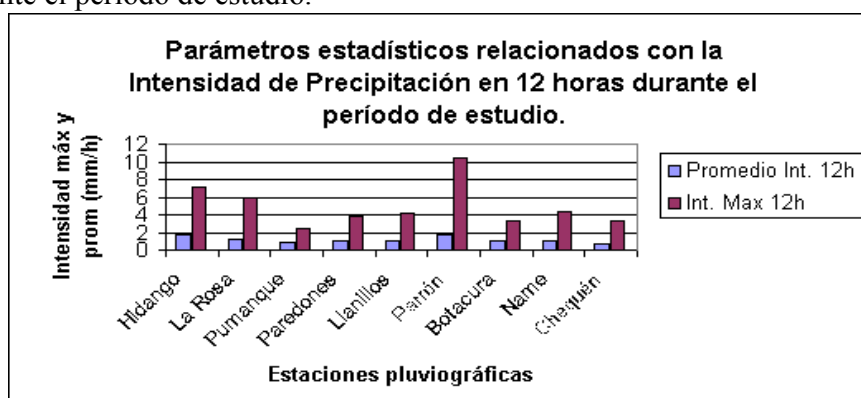
Fuente: Elaboración propia a partir de datos Proyecto EIAS, 2004.

Tabla N° 51: Parámetros estadísticos relacionados con intensidades de precipitación para una duración de 12 horas durante el período de tormentas 2002-2003.

Unidad (mm/h)	Hidango	La Rosa	Pumanque	Paredones	Llanillos	Parrón	Botacura	Name	Chequén
Promedio Int. 12h	1,8	1,2	0,9	1,0	1,0	1,8	1,0	1,0	0,8
N° de eventos	21	24	22	27	38	24	23	35	37
Desv. Estand.	1,9	1,3	0,6	0,9	1,0	2,2	0,8	1,1	0,7
Coef. Variación	1,1	1,1	0,7	0,9	1,0	1,2	0,8	1,1	1,0
% de Int	13,3	10,0	6,8	9,6	14,1	15,4	8,0	12,8	10,0
Int. Max 12h	7,2	6,0	2,4	3,8	4,2	10,4	3,3	4,4	3,4
Int. Min 12h	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,02	0,1

Fuente: Elaboración propia a partir de datos Proyecto EIAS, 2004.

Gráfico N° 43: Intensidad de precipitación máxima y promedio, para una duración de 12 horas durante el período de estudio.



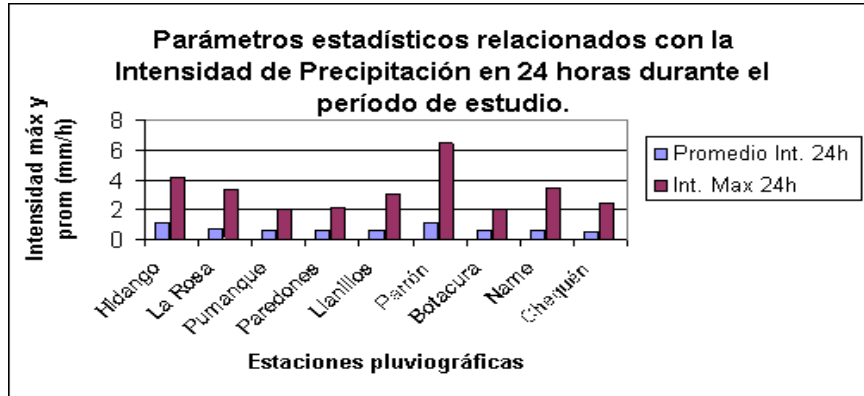
Fuente: Elaboración propia a partir de datos Proyecto EIAS, 2004.

Tabla N° 52: Parámetros estadísticos relacionados con intensidades de precipitación para una duración de 24 horas durante el período de tormentas 2002-2003.

Unidad (mm/h)	Hidango	La Rosa	Pumanque	Paredones	Llanillos	Parrón	Botacura	Name	Chequén
Promedio Int. 24h	1,1	0,7	0,6	0,6	0,6	1,1	0,6	0,6	0,5
N° de eventos	21	24	22	27	38	24	23	35	37
Desv. Estand.	1,2	0,8	0,5	0,5	0,7	1,4	0,5	0,8	0,5
Coef. Variación	1,1	1,1	0,9	0,9	1,1	1,2	0,8	1,2	1,1
% de Int	13,5	9,8	7,3	9,1	14,2	15,2	8,0	12,8	10,1
Int. Max 24h	4,1	3,4	2,0	2,1	3,1	6,5	2,0	3,5	2,4
Int. Min 24h	0,04	0,03	0,1	0,04	0,04	0,1	0,04	0,01	0,03

Fuente: Elaboración propia a partir de datos Proyecto EIAS, 2004.

Gráfico N° 44: Intensidad de precipitación máxima y promedio, para una duración de 24 horas durante el período de estudio.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos Proyecto EIAS, 2004.

Tabla N° 53: Parámetros estadísticos relacionados con intensidades de precipitación para una duración de 48 horas durante el período de tormentas 2002-2003.

Unidad (mm/h)	Hidango	La Rosa	Pumanque	Paredones	Llanillos	Parrón	Botacura	Name	Chequén
Promedio Int. 48h	0,6	0,4	0,3	0,3	0,4	0,7	0,4	0,4	0,3
N° de eventos	21	24	22	27	38	24	23	35	37
Desv. Estand.	0,8	0,5	0,3	0,3	0,4	1,3	0,4	0,6	0,4
Coef. Variación	1,2	1,2	0,9	1,0	1,2	1,8	1,1	1,4	1,2
% de Int	12,8	9,7	6,6	8,7	13,3	16,3	8,3	14,1	10,2
Int. Max 48h	3,2	2,5	1,1	1,5	1,9	6,4	2,0	3,1	1,7
Int. Min 48h	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,004	0,02

Fuente: Elaboración propia a partir de datos Proyecto EIAS, 2004.

Gráfico N° 45: Intensidad de precipitación máxima y promedio, para una duración de 48 horas durante el período de estudio.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos Proyecto EIAS, 2004.

6. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

6.1. Información pluviográfica seleccionada.

Si bien las Regiones de O'Higgins, Maule y Bío-bío cuentan con sus propios registros pluviográficos, en esta memoria se trabajó con datos pertenecientes a nueve estaciones pluviográficas ubicadas en la zona de secano costero propiedad del proyecto "Determinación de estándares de ingeniería en obras de conservación y aprovechamiento de aguas y suelos para la mantención e incremento de la productividad silvícola", FDI CORFO.

La utilización de estas estaciones tiene que ver principalmente con la obtención de información pluviográfica de calidad para el sector, ya que el personal perteneciente al proyecto mencionado anteriormente revisa periódicamente el instrumental, por lo cual se garantiza un menor error en la medición.

Referente al tiempo durante el cual transcurre el registro de los datos, es importante mencionar que este se inicia en Agosto de 2002, previo período de marcha blanca, y concluye a finales de 2003, tiempo durante el cual ocurren 44 eventos de precipitación en el área total estudiada; no obstante, cabe señalar que ninguna estación de la zona de estudio alcanza esta cifra, siendo la estación Llanillos la que alcanza el máximo de eventos por estación, con un número de 38 tormentas.

Es importante destacar que todas las estaciones pluviográficas seleccionadas se encuentran ubicadas en el sector del secano costero, lo cual se traduce en importante información para las actividades productivas de la zona.

6.2. Selección de las intensidades máximas período 2002-2003.

Con respecto a la información obtenida de las bandas pluviográficas previamente analizadas, se pudieron obtener las máximas intensidades de precipitación para las ocho diferentes duraciones estudiadas en forma global (período 2002-2003), como así también las máximas intensidades de precipitación por tormenta para las mismas duraciones en el mismo período.

De acuerdo con esto, y como era de esperar, las máximas intensidades de precipitación se presentan en lapsos cortos, en este caso períodos de 30 minutos, siendo la máxima para el período 2002-2003, una intensidad de 32,8 mm/h registrada en la estación Llanillos (Tabla N° 7); por otro lado, el menor registro global de intensidades máximas le corresponde a la estación Chequén con 9,2 mm/h (Tabla N° 8), a pesar de que ésta es la estación más austral de las pertenecientes al estudio.

En relación con la latitud, se puede decir que no es influyente en términos de la cantidad de lluvia caída en la zona en estudio, debido a que los mayores montos de precipitación ocurren en la zona centro y extremo norte de la distribución espacial de las estaciones pluviográficas, específicamente en las estaciones Parrón e Hidango, con montos promedio que alcanzan los 51,4 y 42 mm por tormenta respectivamente; esto es causado principalmente por un efecto altitudinal en las precipitaciones, debido a que estos dos sectores se encuentran entre las mayores altitudes del área de estudio.

6.3. Distribución temporal de las tormentas durante el período de estudio.

Como se mencionó anteriormente, el período de medición se estableció a partir de Agosto del año 2002 y durante este tiempo se registraron las precipitaciones caídas en la zona, las cuales se distribuyeron en un número de 20 eventos de tormenta durante el año 2002 y 24 durante el año 2003, generando un total de 44 eventos para el período de estudio.

Cabe señalar, que los eventos de precipitación sostuvieron duraciones que fluctuaron entre 1,5 horas como mínimo y 342 horas como máximo, aproximadamente unos 15 días; dichas situaciones (duraciones mínima y máxima), se registraron respectivamente en las tormentas N° 19, ocurrida el 26 de Noviembre de 2002, la cual tiene lugar en la estación Name ubicada en la VII Región, alcanzando un monto de precipitación de 2,2 mm, y en la N° 29, la cual se registró del 11 al 25 de Junio de 2003, ocurrida en la estación Chequén ubicada en la VIII Región, la cual alcanzó un monto de precipitación de 72,4 mm.

De acuerdo con lo anteriormente establecido, resalta el hecho de que la máxima duración de tormenta no posea el máximo monto de precipitación por evento, el cual se registró en la estación Parrón y alcanzó los 454,4 mm/evento; también se destaca, que la mínima duración tampoco posee el menor monto de precipitación por evento, el cual pertenece a las estaciones Hidango, La Rosa y Chequén con 1 mm/evento. Dicha situación es atribuible a la intensidad de precipitación con que los sistemas frontales actuaron sobre éstas estaciones, influidos por factores altitudinales-orográficos.

Los montos máximos se concentraron principalmente en los meses de invierno, específicamente entre los meses de Mayo y Agosto, alcanzando máximas por evento que bordean los 500 mm; esto se traduce en el incremento de la actividad productiva especialmente la agrícola y forestal en el sector de secano, donde el recurso hídrico posee gran relevancia en la concreción de diversas actividades.

Otro aspecto importante a considerar fue el desfase temporal entre los eventos, ya que no en todas las estaciones precipita al mismo tiempo con la entrada del mismo sistema frontal; existen eventos que se tardan más que otros en suceder o simplemente no ocurren, por lo cual se puede apreciar que no todos los frentes poseen la misma energía en su accionar, lo que influye directamente en el comportamiento temporal de las precipitaciones.

Con relación a la orientación Sur-Este con la cual los sistemas frontales avanzan sobre el territorio nacional, se puede decir que esto influye directamente sobre el comportamiento temporal de las precipitaciones lo que se debe a que el desplazamiento de estos frentes, afecta primeramente al sector más austral del área de estudio, y en su desplazamiento hacia el norte cubren más territorio a medida que transcurren las horas. Cabe mencionar que no siempre ocurre esto, ya que a veces las precipitaciones empiezan inicialmente más al norte, lo cual queda demostrado en la primera tormenta de la serie, donde la estación Hidango comienza primero que la estación Chequén.

Cabe señalar que el tiempo considerado entre la ocurrencia de una tormenta y la siguiente, fue de 24 horas, con lo cual se determinaron como tormentas a aquellos eventos cuyos montos de precipitación fueron iguales o superiores a 1 mm/evento y que ocurrieron 24 horas después de terminado el evento anterior.

Además de lo referente a montos de precipitación y desfase temporal, también se puede decir que las intensidades de precipitación para lapsos cortos son en su mayoría superiores a las que las secundan; en este caso, las intensidades de precipitación obtenidas para duraciones de 30 minutos, son mayores a todas las demás intensidades para una misma estación.

6.4. Distribución espacial de las precipitaciones.

En lo referido al análisis espacial de precipitaciones, se debe señalar que para ello se determinó en primer lugar, el número de inicios de tormentas por cada estación pluviográfica en función de variables tales como latitud, longitud y altura sobre el nivel del mar.

De acuerdo con esto, la mayor cantidad de inicios de tormenta se encuentra en la estación Chequén, con un número de 19 eventos registrados; es importante destacar que dicha estación, de acuerdo a su ubicación geográfica, es la más austral de la zona de estudio y también la más cercana a la costa, por lo cual se le atribuye la condición de ser la primera estación en recibir a los sistemas frontales provenientes del océano. Además, otro factor que influye de forma importante en la distribución espacial de las precipitaciones es la altitud, debido a su efecto modelador sobre el relieve, lo que se traduce en precipitaciones de tipo altitudinales-orográficas.

En base a lo anterior, se da a conocer en la siguiente tabla los porcentajes de inicios de tormentas para cada estación (Tabla N° 54).

Tabla N° 54: Porcentajes de inicios de tormenta en las estaciones pertenecientes al estudio.

Estaciones	N° de tormentas iniciadas en la estación	% de inicios de tormenta	Latitud UTM	Longitud UTM	Altitud m.s.n.m.
Chequén	19	43,2	5.971.291	723.545	132,7
Llanillos	6	13,6	6.093.543	785.134	486,3
Parrón	5	11,4	6.074.851	742.245	342,8
Botacura	4	9,1	6.052.806	780.758	242,2
Name	4	9,1	6.041.725	755.274	210,3
Hidango	3	6,8	6.222.770	792450	296
Paredones	2	4,5	6.161.718	785319	52,7
La Rosa	1	2,3	6.199.714	799704	257,9
Pumanque	0	0,0	6.162.728	808216	176,5

Fuente: Elaboración propia a partir de datos Proyecto EIAS, 2004.

Posteriormente, se realizó el análisis de los montos totales de precipitación ocurridos en cada estación, durante el período 2002-2003, en función de parámetros tales como latitud, longitud y altura, a través de los cuales se estableció que el mayor monto total de

precipitación se registró en la estación Parrón, alcanzando los 1234,2 mm durante el período de estudio.

La estación Parrón, se encuentra ubicada en la parte sur de la Región del Maule, muy cercana a la costa y a una altitud de 342,8 m.s.n.m, siendo la segunda estación más alta después de Llanillos; dichas características, permiten la generación de un escenario apto para el desarrollo de factores del tipo altitudinal-orográfico que a la postre fomentan la generación de lluvia.

Además de la estación Parrón, existieron otros montos totales de importancia para el período 2002-2003; es así como las estaciones Hidango, Name y Llanillos, registraron respectivamente montos totales de precipitación que ascienden a 882,4 mm, 881,6 mm y 860,2 mm; cabe señalar, que en todas estas estaciones se repite como constante la mayor altitud que éstas poseen sobre las demás y un menor alejamiento de la costa.

Luego de analizar los montos totales de precipitación, también se consideró el número de montos máximos precipitados durante el período de estudio en cada estación pluviográfica de la zona; a través de esto, se estableció dónde se registró la mayor cantidad de eventos máximos por tormenta, lo que arrojó como resultado a la estación Chequén con 10 eventos máximos registrados.

Con relación a lo anterior, se asume que el mayor número de repeticiones de montos máximos de precipitación por tormenta, se debe a la ubicación más austral de la estación Chequén, donde llovió en gran número de ocasiones alcanzando los 37 eventos de tormenta durante el período de estudio, uno menos que el máximo, alcanzado por la estación Llanillos, con 38 eventos.

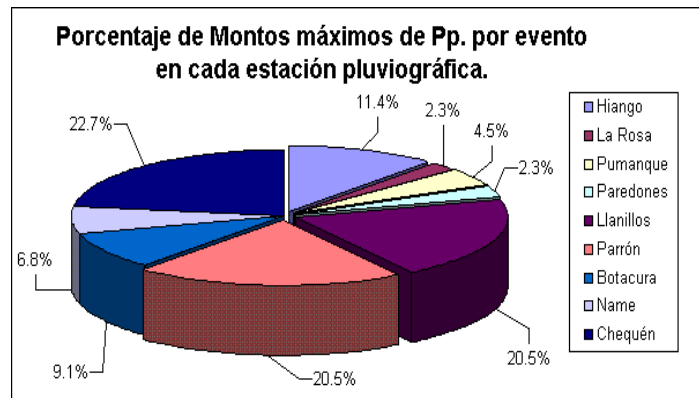
A continuación en la Tabla N° 55, se da a conocer el número de montos máximos de precipitación alcanzados por cada estación durante el período estudiado, además del porcentaje para cada estación en el Gráfico N° 46.

Tabla N° 55: Número de eventos máximos de precipitación para cada estación durante el período de estudio.

Estaciones	Número de montos máximos de Pp. registrados en cada estación	%
Chequén	10	22,7
Name	3	6,8
Parrón	9	20,5
Botacura	4	9,1
Llanillos	9	20,5
Paredones	1	2,3
Pumanque	2	4,5
La Rosa	1	2,3
Hidango	5	11,4

Fuente: Elaboración propia a partir de datos Proyecto EIAS, 2004.

Gráfico N° 46: Distribución porcentual de los montos máximos por estación.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos Proyecto EIAS, 2004.

Además de los montos máximos, montos totales e inicios de tormentas, también se consideraron las intensidades máximas de precipitación en el análisis espacial de las tormentas; para esto, se tomó la intensidad máxima de cada tormenta ocurrida en el área de estudio y se identificó la estación pluviográfica a la cual pertenecía. Luego, se obtuvo un promedio de estos valores para cada estación durante el período de estudio y se relacionó

con parámetros tales como latitud, longitud y altura de cada estación, para lograr conocer el comportamiento espacial de las intensidades máximas promedio (Gráficos N° 14 al 19).

De lo anterior se desprende, que la intensidad máxima promedio relacionada con latitud, longitud y altura se encuentra en la estación Paredones, alcanzando valores de 23,6 y 22 milímetros, para duraciones de 30 minutos y una hora respectivamente.

Una segunda forma de considerar el análisis de las intensidades de precipitación, fue la de obtener el valor máximo de todas las intensidades ocurridas durante el período 2002-2003, en cada una de las estaciones pluviográficas y para las diferentes duraciones en estudio.

Al visualizar el análisis desde esta forma, Llanillos y Paredones son las estaciones que poseen los valores máximos de intensidad de precipitación para duraciones de 30 minutos y una hora, alcanzando intensidades de 32,8 mm/h y 22 mm/h respectivamente; las restantes duraciones estudiadas, 2; 4; 6; 12; 24 y 48 horas, presentan sus valores máximos de intensidad de precipitación en la estación Parrón.

En relación con las intensidades de precipitación, son sus valores máximos los que cobran real importancia en materias tales como análisis hidrológico, meteorológico y el diseño de ingeniería, ya que gracias al conocimiento de estas variables, se pueden llegar a prever situaciones en las cuales se podrían generar riesgos para el bienestar de las personas o por el contrario traer beneficios a éstas.

En los Gráficos N° 47 y 48, se encuentra descrito el análisis de valores máximos de intensidad por estación para duraciones de 30 minutos y 1 hora.

Gráfico N° 47: Valores máximos de Intensidad por estación para una duración de 30 minutos durante el período 2002-2003.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos Proyecto EIAS, 2004.

Gráfico N° 48: Valores máximos de Intensidad por estación para una duración de 1 hora durante el período 2002-2003.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos Proyecto EIAS, 2004.

6.5. Análisis estadístico.

6.5.1. Test de normalidad.

En relación con este tema, la información presentada por las diferentes estaciones para las distintas duraciones arrojaron como resultado que en la mayoría de las estaciones no se

cumple el supuesto de normalidad para los diversos intervalos de tiempo, por lo cual se debió recurrir a procedimientos estadísticos no paramétricos, tales como el Test de Kruskal Wallis y la prueba U de Mann Whitney.

La prueba gráfica de los histogramas de frecuencia, revela la misma condición de falta de normalidad que es presentada por el test antes señalado, por lo cual no reviste mayor comentario.

6.5.2. Pruebas no paramétricas.

6.5.2.1. Test de Kruskal Wallis.

En primera instancia se realizó el test de Kruskal Wallis para determinar si existían diferencias significativas entre las estaciones y sus duraciones, estableciendo que en todas las duraciones el valor p del test resultó ser mayor que el valor alfa de significación (0,05), con lo cual se aceptó la hipótesis nula, lo que significa que no existe diferencia entre las estaciones para las diferentes duraciones en que transcurrieron los sistemas frontales.

6.5.2.2. U de Mann Whitney.

Esta prueba de bondad de ajuste se realizó con el fin de establecer si existen diferencias entre las estaciones pluviográficas, mediante una comparación entre pares de estaciones para sus diferentes duraciones; a través de esto, se logró establecer que no existen marcadas diferencias entre las duraciones, salvo algunos casos puntuales. Dichos casos se presentan a continuación en la Tabla N° 56.

Tabla N° 56: Diferencias entre estaciones para distintas duraciones.

Estaciones	Diferencias en las Duraciones
Chequén-Parrón	0,5; 1; 2; 4; 6;12; 24 y 48 horas
Chequén-Botacura	4 horas
Chequén-Hidango	2; 4; 6;12; 24 y 48 horas
Name-Parrón	1; 12 y 24 horas
Parrón-Llanillos	1; 6 y 12 horas
Parrón-Pumanque	1 hora.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos Proyecto EIAS, 2004.

De acuerdo con lo establecido en la tabla anterior, se pudo apreciar que las estaciones Chequén y Parrón, presentan las mayores diferencias en las comparaciones entre pares de estaciones y sus respectivas duraciones. En relación con esto, las diferencias establecidas en la estación Chequén pueden ser atribuibles a una situación de cambio en el comportamiento de las precipitaciones a partir de su ubicación hacia el sur, estableciéndose como un punto referencial en una zona de transición climática.

Por otro lado, la estación Parrón presenta diferencias con sus pares, atribuibles principalmente a la gran cantidad de precipitación que ésta registra, muy por encima de las registradas en las demás estaciones; ejemplo de esto es el diferencial de precipitación entre las estaciones Parrón y Pumanque, el cual alcanza los 861,0 mm.

6.5.3. Ajuste de una función de Gumbel.

Los resultados obtenidos a partir del ajuste a la función de probabilidad de Gumbel, indican que éstos presentan una buena calidad, lo que se manifiesta a partir de los valores obtenidos por las pruebas de bondad de ajuste aplicadas. En relación con esto, el coeficiente de determinación R^2 alcanza su máximo valor en la estación Paredones con un registro de

98,7 % para una duración de 6 horas, mientras tanto el valor mínimo alcanza una magnitud de 74,5 % en la estación Parrón, para una duración de 48 horas.

En cuanto al test de Kolmogorov – Smirnov, éste fue ampliamente aprobado en todos los ajustes, con lo cual se confirma lo expuesto por Stol (1971), citado por Dickinson (1977), Témez (1978), Pizarro (1986), Linsley *et al* (1988), Ponce (1989), Mintegui *et al* (1993), Chow *et al* (1994) y Monsalve (1999), autores que señalan a la función de Gumbel como la más apropiada para ser utilizada en eventos de valores extremos.

6.5.3.1. Estimación de intensidades de precipitación para diversas probabilidades de excedencia.

Luego de determinar la calidad del ajuste, se estimaron ciertas intensidades de precipitación para diversas probabilidades de excedencia o período de retorno, en las distintas estaciones y para las diferentes duraciones establecidas. Dichas probabilidades de excedencia fueron 0,2; 0,5 y 0,8, las cuales llevadas a períodos de retorno corresponden a 5; 2 y 1,25 años respectivamente.

En base a esto, se pretendió a través de las funciones de distribución de probabilidad, analizar el efecto de la probabilidad de ocurrencia de un evento máximo, en las diferentes estaciones y duraciones estudiadas, determinándose que para las estaciones Hidango y Parrón en períodos de 30 minutos la probabilidad de obtener un evento máximo es mayor.

En la tabla N° 57 se puede apreciar de mejor manera el efecto de la probabilidad de ocurrencia en las diferentes estaciones para una duración de 30 minutos.

Tabla N° 57: Efecto de la probabilidad de ocurrencia en las diferentes estaciones para una duración de 30 minutos reflejado en las intensidades de precipitación (mm/h).

T (años)	Hidango	La Rosa	Pumanque	Paredones	Llanillos	Parrón	Botacura	Name	Chequén
1,25	2,1	1,5	2,5	1,3	0,7	2,6	2,6	1,7	2,3
2	6,4	4,8	4,1	4,2	4,6	6,6	4,7	4,4	3,8
5	12,1	9,2	6,3	8,1	9,9	12,0	7,5	8,1	5,8

Fuente: Elaboración propia a partir de datos Proyecto EIAS, 2004.

La mayor probabilidad de intensidad de precipitación en 30 minutos está en la estación Hidango; pero, para las duraciones de 1; 2; 4; 6; 12; 24 y 48 horas en los períodos de retorno establecidos (**T**), ésta se encuentra en la estación Parrón.

Se debe mencionar, que la información de este proyecto se encuentran en una etapa inicial, por lo cual se deberá seguir acumulando registros sobre las precipitaciones de esta zona, para que en un futuro se realice una investigación más consistente sobre el tema.

6.6. Estadística descriptiva.

Una vez establecidas las intensidades y montos de precipitación para las diversas duraciones estudiadas, se procedió a la obtención de diferentes estadísticos de las muestras analizadas con el objetivo de resumir, organizar y describir la información, estableciendo comparaciones entre estaciones y las duraciones estudiadas.

De acuerdo a los antecedentes recabados en este análisis, se estableció que los montos totales de lluvia precipitados durante el período de estudio, se encuentran en primer lugar en la estación Parrón con 1234,2 mm; luego la siguen la estación Hidango con 882,4 mm, Name con 881,6 mm, Llanillos con 860,2 mm, Chequén con 677,2 mm, La Rosa con 559,2 mm, Botacura con 543,2 mm, Paredones con 509,0 mm y Pumanque con 373,2 mm.

En base a estos montos, se demuestra que el grueso de las precipitaciones se encuentra ubicado en el sector centro sur del área de estudio, lo que como se dijo anteriormente se atribuye a factores altitudinales-orográficos y a la disposición en la entrada de los sistemas frontales al territorio nacional.

Además y como se mencionó anteriormente, las máximas intensidades totales promedio de precipitación se registraron en un período de 30 minutos, lo cual concuerda con lo analizado previamente; se debe destacar, que ninguna estación registró los 44 eventos de tormenta que precipitaron en toda la zona de estudio. Ejemplo de esto es que en Llanillos se produjeron 38 eventos, en Chequén 37, Name 35, Paredones 27, Parrón 24, La Rosa 24 Botacura 23, Pumanque 22 e Hidango registró 21 eventos de tormenta.

Por último, se puede decir que las intensidades de precipitación se comportan en forma inversamente proporcional a medida que aumentan las duraciones desde 30 minutos hasta 48 horas; por ende, a medida que aumente la magnitud de las duraciones, disminuirán las intensidades de precipitación.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

7.1. Conclusiones.

Con relación a los resultados obtenidos, de la presente memoria se puede concluir lo siguiente:

- De acuerdo a los resultados mostrados en este estudio referente a las intensidades de precipitación y sus respectivas duraciones, éste señala que para intervalos de 30 minutos, las intensidades de precipitación alcanzan sus valores máximos en mm/h.
- De acuerdo al comportamiento espacial de las precipitaciones en las diferentes estaciones pluviográficas distribuidas en la zona de estudio, se puede decir, que las estaciones que combinan un menor distanciamiento al océano con un factor altitudinal-orográfico, presentan alzas en el comportamiento de montos e intensidades precipitación.
- La intensidad máxima promedio registrada en la zona de estudio, se localizó en la estación Paredones, alcanzando valores de 23,6 y 22 milímetros para duraciones de 30 minutos y una hora respectivamente.
- No en todas las estaciones precipita al mismo tiempo con la entrada del mismo sistema frontal, ya que existen eventos que se tardan más que otros en suceder o simplemente no ocurren; por esto, se puede apreciar que no todos los frentes poseen la misma energía en su accionar lo que influye directamente en el comportamiento temporal de las precipitaciones.

Conclusiones y Recomendaciones

- Otro factor importante que influye en montos e intensidades de precipitación es la altitud como modelador del relieve, debido a que éste interactúa en forma directa con el avance de los sistemas frontales que ingresan al continente, explicando las mayores magnitudes de precipitación como consecuencia de factores altitudinales-orográficos.
- Con relación a la comparación entre estaciones, se determinó que en general no existieron marcadas diferencias en la mayoría de éstas para sus respectivas duraciones, salvo en las estaciones Chequén y Parrón.
- Las diferencias establecidas en la estación Chequén, son atribuibles a una situación de cambio en el comportamiento de las precipitaciones a partir de su ubicación en dirección al sur, estableciéndose como un punto referencial en una zona de transición climática.
- A través de la función de distribución de probabilidad de Gumbel, se analizó el efecto de la probabilidad de ocurrencia de un evento máximo en las diferentes estaciones y duraciones estudiadas, determinándose que para las estaciones Hidango y Parrón en períodos de 30 minutos, la probabilidad de obtener un evento máximo es mayor que en las restantes estaciones.
- Por otro lado, la estación Parrón presenta diferencias con sus pares atribuibles principalmente a la gran cantidad de precipitación que ésta registró durante el total del período estudiado, muy por encima de las demás estaciones; esto indica que no necesariamente más al sur llueve más, ya que pueden presentarse factores de tipo altitudinales-orográficos, los cuales influirán en forma marcada en el comportamiento de las precipitaciones.

Conclusiones y Recomendaciones

- Por otra parte, se puede decir que el mayor número de montos máximos de precipitación por tormenta, fueron registrados en la estación Chequén, con 10 eventos; esto se debe principalmente a la ubicación austral que ésta presenta dentro de la zona de estudio, donde llovió en un gran número de ocasiones, alcanzando los 37 eventos.
- Finalmente y con respecto al mayor número de inicios de tormenta, éste se encuentra en la estación Chequén, con 19 eventos de precipitación, lo que es atribuible principalmente a la disposición sur-este con que los sistemas frontales afectan el territorio nacional.

7.2. Recomendaciones.

- Se recomienda aumentar el número de estaciones en las regiones inmersas en esta investigación, para evaluar de buena manera la posible existencia de un patrón de comportamiento en la distribución de las máximas intensidades de precipitación.
- Se sugiere hacer un nuevo estudio en un plazo de 10 años, ya que transcurrido este período se podría incorporar mayor cantidad de información pluviográfica, con la cual se proporcionaría una mayor consistencia a este tipo de investigación.
- Finalmente, se recomienda ampliar el área de estudio hacia zonas de mayor precipitación, como lo son las zonas Cordilleranas, con el fin de poder apreciar de mejor manera el efecto altitudinal en las precipitaciones.

8. BIBLIOGRAFÍA.

- ABARZA, A. 2001. Análisis Comparativo de las Curvas Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF), en Seis Estaciones Pluviográficas Distribuidas en la Zona Cordillerana Andina y el Valle Central de la VII Región de Chile. Tesis de grado para optar al título de Ingeniero Forestal. Universidad de Talca, Chile. 105p.
- APARICIO, F. 1997. Fundamentos de Hidrología de Superficie. Balderas, México: Limusa. 303 p.
- AROS, V. 1997. Apunte de Hidrología Ingeniería Civil. Concepción, Chile. Universidad de Concepción. pp. 25-31.
- B.C.N. 2004. Biblioteca del Congreso Nacional. Sistema Integrado de Información Territorial. Regiones de Chile. Disponible en: siit.bcn.cl/?menu=3. Consultado el 31 de agosto de 2004.
- CID, L.; MORA, C.; VALENZUELA, M. 1990. Estadística matemática. Probabilidades e inferencia estadística. Universidad de Concepción. Facultad de ciencias. Departamento de matemáticas. 319 p.
- CANAVOS, G. 1995. Probabilidad y estadística. Aplicaciones y métodos. Editorial Mc Graw-Hill Interamericana. México. 651 p.
- CHOW, V.; MAIDMENT, D.; MAYS, L. 1994. Manual de Hidrología Aplicada. Santa Fé de Bogotá, Colombia: Mc Graw-Hill. 584 p.

Bibliografía

- CUADRAT, J.; PITA, M. 2000. Climatología. Segunda edición. Ediciones Cátedra. Madrid. España. 469 p.
- DICKINSON, T. 1977. Rainfall intensity-frequency relationships from monthly extremes. *Journal of Hydrology* 35: (137-145).
- FERNÁNDEZ, F. 1995. Manual de climatología aplicada. Clima, medio ambiente y planificación. Editorial síntesis. Primera edición. Madrid. España. 285 p.
- I.N.E., 2002. Resultados del censo 2002. Disponible en: <http://www.ine.cl/cd2002/index.php>. Consultado el 16 de diciembre de 2003.
- LINSLEY, R.; KOHLER, M.; PAULHUS, J. 1988. Hidrología para Ingenieros. Segunda edición. Ciudad de México DF, México. Mc Graw-Hill Latinoamericana. 386 p.
- LLAMAS, J. 1993. Hidrología general. Servicio editorial del País Vasco. España. 635 p.
- MARIÑO, P. 2003. Caracterización de Sistemas de Telecomunicación Inalámbricos Mediante el Despliegue de una Red de Estaciones Meteorológicas. Disponible en: http://www.cofis.es/pdf/fys/fys12_04pdf. Consultado el 31 de agosto de 2004.
- MASON, R.; LIND, D. 1995. Estadística para la administración y economía. Editorial Alfa Omega. D. F. México. 911 p.
- MINTEGUI, J.; ROBREDO, J. 1993. Métodos para la estimación de los efectos torrenciales en una cuenca hidrográfica. Editorial Prentice – Hall. Madrid. España. 306 p.

Bibliografía

- MONSALVE, G. 1999. Hidrología en la ingeniería. Segunda edición. Alfa Omega S.A. Santa Fé de Bogotá. Colombia. 382 p.
- MONTGOMERY, D. 1991. Diseño y análisis de experimentos. Grupo Editorial Iberoamericana. México. 589 p.
- NETER, J.; KUTNER, C.; NACHTS, H.; WASSERMAN, W. 1996. Applied linear statistical models. Cuarta edición. Editorial Mc Graw-Hill. U.S.A. 1408 p.
- PAGANO, M. 2001. Fundamentos de Bioestadística, Thompson Learning. Australia. 525 p.
- PIZARRO, R.; NOVOA, P. 1986. Instructivo n° 5. Determinación de valores probabilísticos para variables hidrológicas. Elementos técnicos de Hidrología. Corporación Nacional Forestal (CONAF). Chile. 78 p.
- PIZARRO, R. 2000. Informe País: Estado del Medio Ambiente en Chile–1999. Capítulo2. Primera Edición. Comisión Nacional del Medio Ambiente. Gobierno de Chile.
- PIZARRO, R.; SANGÜESA, C.; MARTÍNEZ, E.; FLORES, J. 2002. Informe preliminar Proyecto 00C7FT–08: Determinación de estándares de ingeniería en obras de conservación y aprovechamiento de aguas y suelos para la mantención e incremento de la productividad silvícola. FDI CORFO. Universidad de Talca. 166 p. Documento restringido.
- PIZARRO, R.; ABARZA, A.; FLORES, C. 2003. Análisis comparativo de las curvas intensidad-duración frecuencia (IDF) en seis estaciones pluviográficas (VII Región del Maule, Chile). Universidad de Talca, Talca. Disponible en

<http://www.unesco.org.uy/phi/libros/analisisMaule.pdf>. Consultado 14 de noviembre de 2003.

- PONCE, V. 1989. Engineering hydrology principles and practices. Editorial Prentice – Hall. U.S.A. 640 p.
- RAMÍREZ, J. 2004. Apuntes de Hidrología ciclo (2004 – 1). Disponible en: http://insting.mx1.uabc.mx/~jorger/apuntes_precip_2004.pdf. Consultado el 31 de agosto de 2004.
- ROMÁN, L. 2003. Análisis Comparativo de las Curvas Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF), en Cinco Estaciones Pluviográficas de la Región Metropolitana. Tesis de grado para optar al título de Ingeniero Forestal. Universidad de Talca, Chile. 116 p.
- SÁNCHEZ, F. 2003. Precipitaciones. Universidad de Salamanca. Departamento de geología. España. Consultado en: <http://web.usal.es/~javisan/hidro>. Consultado el 31 de agosto de 2004.
- SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO. 2001. Diccionario meteorológico. Ciudad de México DF. Disponible en <http://www.tutiempo.net/terminos/i.htm#>. Consultado 14 de noviembre de 2003.
- STAPPUNG, C. 1999. Lluvias de diseño de sistemas de aguas lluvias en Chile. XIV Congreso Chileno de Ingeniería Hidráulica. Chile.
- TÉMEZ, J. 1978. Cálculo Hidrometeorológico de caudales máximos en pequeñas cuencas naturales. Dirección General de Carreteras. Madrid. España. 111 p.

APÉNDICES

APÉNDICE I

ANÁLISIS TEMPORAL DE LAS
PRECIPITACIONES
TABLAS Y GRÁFICOS.

Tabla N° 4: Tormenta 4 período 2002-2003.

Tormenta 4													
Estaciones	Fecha inicio	Hra. inicio	Fecha término	Hra. término	Pp. Caída (mm)	I. Max/0,5h	I. Max/1h	I. Max/2hrs	I. Max/4hrs	I. Max/6hrs	I. Max/12h	I. Max/24h	I. Max/48h
Chequén	04-09-02	06:12	05-09-02	13:06	4,4	1,2	0,8	0,8	0,7	0,5	0,3	0,2	0,09
Name	04-09-02	09:27	05-09-02	08:28	17,8	4,4	4,2	4	3,2	2,4	1,2	0,7	0,4
Parrón	04-09-02	10:39	04-09-02	19:16	17,6	5,4	4,4	2,8	2,6	2,5	1,3	0,7	0,4
Botacura	04-09-02	12:03	04-09-02	23:17	13	3,2	3	2,4	2	2	1,1	0,5	0,3
Llanillos	04-09-02	12:35	04-09-02	22:15	13,4	3,6	3,4	2,2	1,8	1,7	1,1	0,6	0,3
Paredones	04-09-02	16:22	05-09-02	09:44	16,2	4,8	4,4	3,2	2	2,3	1,3	0,7	0,3
Pumanque	04-09-02	17:00	05-09-02	01:10	13,8	3,2	2,8	2,4	1,8	2	1,1	0,5	0,3
La Rosa	04-09-02	19:02	05-09-02	02:10	10,8	2,4	2,2	2	1,8	1,4	0,7	0,3	0,2
Hidango	04-09-02	19:50	05-09-02	03:42	9,2	2,8	2,2	2	1,3	0,9	0,5	0,2	0,2

Tabla N° 5: Tormenta 5 período 2002-2003.

Tormenta 5													
Estaciones	Fecha inicio	Hra. inicio	Fecha término	Hra. término	Pp. Caída (mm)	I. Max/0,5h	I. Max/1h	I. Max/2h	I. Max/4h	I. Max/6hrs	I. Max/12h	I. Max/24h	I. Max/48h
Chequén	09-09-02	23:18	10-09-02	21:54	14	5,6	4,2	3,1	2,6	1,7	1	0,5	0,3
Name	10-09-02	00:17	10-09-02	09:15	10,6	6,4	3,4	2,2	1,6	1	0,9	0,4	0,2
Parrón	09-09-02	23:34	11-09-02	13:05	23	12,2	9,4	6	3,7	2,4	1,5	0,9	0,4
Botacura	10-09-02	01:24	11-09-02	08:08	11	6	4,6	2,8	1,4	1	0,9	0,5	0,2
Llanillos	09-09-02	15:08	11-09-02	09:13	15,4	10	7,2	3,9	2	1,3	1,1	0,6	0,3
Paredones	10-09-02	02:07	10-09-02	10:37	8,6	4,4	4	2,6	1,3	0,9	0,7	0,4	0,2
Pumanque	10-09-02	02:45	10-09-02	11:39	7,4	4	2,6	1,9	1	1	0,6	0,3	0,2
La Rosa	10-09-02	02:36	10-09-02	12:45	10,8	8,8	5	4	2	1,4	0,9	0,5	0,2
Hidango	10-09-02	01:00	12-09-02	21:24	12,8	8	5,2	4,7	2,6	1,9	1	0,5	0,3

Tabla N° 6: Tormenta 6 período 2002-2003.

Tormenta 6													
Estaciones	Fecha inicio	Hra. inicio	Fecha término	Hra. término	Pp. Caída (mm)	I. Max/0,5h	I. Max/1h	I. Max/2h	I. Max/4h	I. Max/6hrs	I. Max/12h	I. Max/24h	I. Max/48h
Chequén	13-09-02	11:09	18-09-02	12:29	25,2	7,6	6	3,4	2,9	1,1	1,1	0,7	0,4
Name	15-09-02	22:14	17-09-02	03:35	41,4	9,6	7,6	6,9	3,7	4,1	2,2	1,6	0,9
Parrón	14-09-02	06:18	17-09-02	07:32	53	11,6	8,2	6,9	3,9	3,9	2,1	1,6	0,8
Botacura	14-09-02	07:05	17-09-02	01:11	41,4	8,8	6,6	4,6	3,1	2,3	1,7	1,5	0,8
Llanillos	14-09-02	12:39	17-09-02	09:15	55,6	10	8,8	5	3,3	3,6	2,1	2	1
Paredones	16-09-02	05:45	17-09-02	00:00	24	5,6	4,6	4,2	3,4	2,3	1,2	1	0,5
Pumanque	16-09-02	08:08	17-09-02	00:22	26	8	5	3,8	3,4	2,3	1,1	1,1	0,5
La Rosa	16-09-02	06:14	17-09-02	02:07	37,8	12,8	8,4	4,9	4,8	3,3	1,7	1,6	0,8
Hidango	16-09-02	06:00	17-09-02	00:22	61,8	14	9,8	7,2	5,2	4	3,2	2,6	1,3

Tabla N° 25: Tormenta 25 período 2002-2003.

Tormenta 25													
Estaciones	Fecha inicio	Hra. inicio	Fecha término	Hra. término	Pp. Caída (mm)	I. Max/0,5h	I. Max/1h	I. Max/2h	I. Max/4h	I. Max/6hrs	I. Max/12h	I. Max/24h	I. Max/48h
Chequén	29-04-03	09:58	30-04-03	06:00	5,6	3,6	1,8	1,1	0,8	0,6	0,3	0,2	0,1
Name	29-04-03	13:28	30-04-03	18:35	1,4	0,8	0,6	0,1	0,1	0,03	0,02	0,008	0,004
Parrón													
Botacura													
Llanillos													
Paredones													
Pumanque													
La Rosa													
Hidango													

Tabla N° 26: Tormenta 26 período 2002-2003.

Tormenta 26													
Estaciones	Fecha inicio	Hra. inicio	Fecha término	Hra. término	Pp. Caída (mm)	I. Max/0,5h	I. Max/1h	I. Max/2h	I. Max/4h	I. Max/6h	I. Max/12h	I. Max/24h	I. Max/48h
Chequén	20-05-03	06:51	23-05-03	07:44	66,4	9,2	7	5,4	3,4	2,6	2,3	2,1	1,3
Name	20-05-03	06:47	23-05-03	08:25	89	10,4	8,8	5,3	5,2	4,3	3	1,9	2
Parrón	20-05-03	06:06	23-05-03	03:12	90,8	18	11	9,3	5	5	3	1,9	1
Botacura													
Llanillos	20-05-03	06:59	24-05-03	04:38	132,2	16	15,2	12,3	10,2	7	4	3	2
Paredones	20-05-03	06:38	21-05-03	17:10	72,2	7,6	6,8	5,9	4,7	4,9	3,8	2	1,5
Pumanque													
La Rosa	20-05-03	06:13	25-05-03	07:10	138,4	23,6	16,6	13,4	9,7	8,4	6	3,4	2,5
Hidango	20-05-03	06:00	23-05-03	07:39	165,2	17,6	16,2	11,8	8,9	9,4	7,2	4,1	3,2

Tabla N° 27: Tormenta 27 período 2002-2003.

Tormenta 27													
Estaciones	Fecha inicio	Hra. inicio	Fecha término	Hra. término	Pp. Caída (mm)	I. Max/0,5h	I. Max/1h	I. Max/2h	I. Max/4h	I. Max/6hrs	I. Max/12h	I. Max/24h	I. Max/48h
Chequén	04-06-03	16:01	05-06-03	23:44	18,4	5,6	5,2	3,3	2,9	2,5	1,3	0,7	0,4
Name	04-06-03	02:35	06-06-03	01:08	21,6	2,8	2,2	1,9	1,6	1,4	1	0,6	0,4
Parrón	04-06-03	06:38	05-06-03	23:34	21,8	2,4	2,2	1,9	1,8	1,6	1,3	0,7	0,5
Botacura	04-06-03	09:29	06-06-03	06:16	15,8	2,8	2	1,7	1	1	1	0,4	0,2
Llanillos	04-06-03	15:44	05-06-03	12:56	16,6	2	2	1,3	1,1	1,1	1	0,5	0,3
Paredones	05-06-03	00:08	06-06-03	08:04	14,4	3,6	2,8	2,2	2	1,2	1,1	0,6	0,3
Pumanque													
La Rosa	05-06-03	01:11	05-06-03	22:44	30,8	6	5,8	4,1	3	3	2	1,3	1
Hidango	05-06-03	00:23	07-06-03	09:42	22,4	4,4	3,2	2,2	2	2	1,4	0,9	0,5

Tabla N° 28: Tormenta 28 período 2002-2003.

Tormenta 28													
Estaciones	Fecha inicio	Hra. inicio	Fecha término	Hra. término	Pp. Caída (mm)	I. Max/0,5h	I. Max/1h	I. Max/2h	I. Max/4h	I. Max/6hrs	I. Max/12h	I. Max/24h	I. Max/48h
Chequén	09-06-03	20:17	10-06-03	22:21	27,8	8,4	7	5,4	4,4	2,9	1,5	0,7	0,4
Name	09-06-03	03:12	12-06-03	18:03	90,6	10,8	10	7,2	6,3	5,2	3,6	2	1,1
Parrón	09-06-03	00:00	15-06-03	07:33	162,8	16	14	11,9	8,9	6,4	3,4	1,8	1
Botacura	09-06-03	01:47	15-06-03	02:10	79,4	11,6	9,8	7	5,1	3,8	2	1,1	0,7
Llanillos	08-06-03	19:51	12-06-03	20:30	60	11,2	7,8	6,4	3,3	2,4	2	1,2	0,7
Paredones	09-06-03	07:18	13-06-03	05:31	61	9,6	5,8	5,7	5,1	3,7	2,8	1,4	0,8
Pumanque													
La Rosa	09-06-03	11:31	12-06-03	18:33	63,4	8,4	6	3,8	3,3	2,7	2,4	1,2	0,6
Hidango	09-06-03	09:18	18-06-03	06:24	175,8	22	15	10,9	6,1	6	5	2,8	1,4

Tabla N° 29: Tormenta 29 período 2002-2003.

Tormenta 29													
Estaciones	Fecha inicio	Hra. inicio	Fecha término	Hra. término	Pp. Caída (mm)	I. Max/0,5h	I. Max/1h	I. Max/2h	I. Max/4h	I. Max/6h	I. Max/12h	I. Max/24h	I. Max/48h
Chequén	11-06-03	22:41	25-06-03	07:25	72,4	6,8	6	5,2	3,9	3	1,7	1,2	0,7
Name	14-06-03	06:14	23-06-03	13:59	74,6	10,8	7,4	6,5	6,4	5	3	1,6	0,9
Parrón													
Botacura													
Llanillos	14-06-03	11:20	24-06-03	05:33	81	32,8	18,6	10,4	9,6	6,5	3,4	2	1
Paredones	14-06-03	09:43	18-06-03	13:17	21,4	6,8	6,2	4,2	2,7	3	1,5	0,8	0,4
Pumanque													
La Rosa	14-06-03	05:06	17-06-03	04:48	25,4	9,6	8,2	7	4	4	2	1	1
Hidango													

Tabla N° 30: Tormenta 30 período 2002-2003.

Tormenta 30													
Estaciones	Fecha inicio	Hra. inicio	Fecha término	Hra. término	Pp. Caída (mm)	I. Max/0,5h	I. Max/1h	I. Max/2h	I. Max/4h	I. Max/6hrs	I. Max/12h	I. Max/24h	I. Max/48h
Chequén													
Name													
Parrón	18-06-03	06:17	23-06-03	08:30	58,2	15,2	13,2	9,3	5	5	3,3	1,8	0,7
Botacura	18-06-03	06:28	23-06-03	04:18	20	5,6	4,8	3,7	2	1,8	0,9	0,5	0,5
Llanillos													
Paredones	20-06-03	05:41	25-06-03	07:52	19,2	6	4,6	3,3	2,9	2,1	1,1	0,7	1
Pumanque	20-06-03	04:49	20-06-03	21:43	24	5,6	4,2	3,7	3,3	2,4	1,3	1	0,4
La Rosa	20-06-03	05:39	22-06-03	04:28	7,4	2	1,6	1,4	0,8	0,6	0,4	0,3	0,3
Hidango	20-06-03	05:29	20-06-03	15:19	4,6	0,8	0,8	0,8	0,5	0,4	0,2	0,2	0,2

Tabla N° 31: Tormenta 31 período 2002-2003.

Tormenta 31													
Estaciones	Fecha inicio	Hra. inicio	Fecha término	Hra. término	Pp. Caída (mm)	I. Max/0,5h	I. Max/1h	I. Max/2h	I. Max/4h	I. Max/6hrs	I. Max/12h	I. Max/24h	I. Max/48h
Chequén	27-06-03	01:03	29-06-03	14:01	14,8	6,4	4,8	2,4	2,2	2,2	1,2	0,6	0,3
Name	27-06-03	03:43	30-06-03	04:00	5,2	4	2,4	1,7	0,9	0,7	0,4	0,2	0,1
Parrón	27-06-03	02:49	30-06-03	20:09	8,8	4	3,4	2,5	1,7	1	0,7	0,3	0,2
Botacura													
Llanillos													
Paredones													
Pumanque													
La Rosa													
Hidango													

Tabla N° 32: Tormenta 32 período 2002-2003.

Tormenta 32													
Estaciones	Fecha inicio	Hra. inicio	Fecha término	Hra. término	Pp. Caída (mm)	I. Max/0,5h	I. Max/1h	I. Max/2h	I. Max/4h	I. Max/6hrs	I. Max/12h	I. Max/24h	I. Max/48h
Chequén													
Name													
Parrón													
Botacura													
Llanillos	04-07-03	04:06	04-07-03	22:01	8,2	2,8	1,8	1,6	1,1	0,9	0,7	0,3	0,2
Paredones	04-07-03	09:02	09-07-03	10:31	48,2	23,6	22	13,1	6,6	4,4	2,6	1,6	0,8
Pumanque	04-07-03	10:23	05-07-03	15:52	14,6	3,6	3,2	2,9	2,3	1,9	1	0,5	0,3
La Rosa	04-07-03	06:35	05-07-03	14:42	8	2,4	2	1,2	1	1	0,5	0,3	0,1
Hidango	05-07-03	01:20	05-07-03	10:19	7,2	2,4	1,6	1,5	0,9	0,8	0,6	0,3	0,2

Tabla N° 33: Tormenta 33 período 2002-2003.

Tormenta 33													
Estaciones	Fecha inicio	Hra. inicio	Fecha término	Hra. término	Pp. Caída (mm)	I. Max/0,5h	I. Max/1h	I. Max/2h	I. Max/4h	I. Max/6hrs	I. Max/12h	I. Max/24h	I. Max/48h
Chequén	07-07-03	01:47	09-07-03	03:19	34,2	7,2	6,4	5,9	4	3,2	2,1	1,4	0,7
Name	07-07-03	01:58	08-07-03	05:20	45,6	11,6	10,6	10	5,5	5,1	2,9	1,9	1
Parrón	07-07-03	01:55	08-07-03	12:37	52,8	10,4	8,8	8,3	4,8	4,2	2,8	2,1	1,1
Botacura													
Llanillos	07-07-03	02:54	08-07-03	07:31	44,8	8	7	5,6	5	3,9	2,4	1,8	0,9
Paredones													
Pumanque	07-07-03	05:12	08-07-03	04:34	52	10	7,2	8,8	4,5	3,2	2,4	2	1,1
La Rosa	07-07-03	04:36	08-07-03	10:28	41,4	8	7,6	5,1	2,7	2,1	2,1	1,6	0,9
Hidango	07-07-03	04:01	08-07-03	13:50	73,2	19,6	14,4	8,8	4,8	4,3	4,3	2,8	1,5

Tabla N° 34: Tormenta 34 período 2002-2003.

Tormenta 34														
Estaciones	Fecha inicio	Hra. inicio	Fecha término	Hra. término	Pp. Caída (mm)	I. Max/0,5h	I. Max/1h	I. Max/2h	I. Max/4h	I. Max/6hrs	I. Max/12h	I. Max/24h	I. Max/48h	
Chequén	13-07-03	17:56	15-07-03	21:42	9,4	4	2,8	1,6	1,1	1,1	0,6	0,3	0,2	
Name	13-07-03	19:01	15-07-03	05:54	4,2	1,6	1,2	1,1	0,7	0,5	0,3	0,1	0,1	
Parrón	13-07-03	16:53	14-07-03	09:55	8,8	4	2,8	1,7	1	0,8	0,5	0,3	0,2	
Botacura														
Llanillos	13-07-03	19:48	14-07-03	12:04	5,4	2,4	1,6	1,3	0,9	0,6	0,3	0,2	0,1	
Paredones	13-07-03	21:30	15-07-03	03:04	7,4	4,4	2,6	1,6	0,9	0,6	0,4	0,2	0,1	
Pumanque	13-07-03	21:29	14-07-03	10:36	14,6	4,8	4,4	3,7	2,6	1,7	0,9	0,4	0,3	
La Rosa	13-07-03	21:57	14-07-03	09:18	4,2	1,6	1,2	1,3	0,7	0,4	0,2	0,1	0,1	
Hidango	13-07-03	22:20	14-07-03	08:15	4,2	2	1,6	1,2	0,6	0,4	0,2	0,1	0,1	

Tabla N° 35: Tormenta 35 período 2002-2003.

Tormenta 35														
Estaciones	Fecha inicio	Hra. inicio	Fecha término	Hra. término	Pp. Caída (mm)	I. Max/0,5h	I. Max/1h	I. Max/2h	I. Max/4h	I. Max/6h	I. Max/12h	I. Max/24h	I. Max/48h	
Chequén	19-07-03	16:10	21-07-03	02:43	3,8	2	1	0,5	0,4	0,3	0,1	0,1	0,1	
Name	19-07-03	03:02	21-07-03	12:48	5	1,2	1	0,9	0,7	0,4	0,3	0,2	0,1	
Parrón	19-07-03	01:09	19-07-03	21:13	6,2	4	2,6	1,6	0,9	0,9	1	0,3	0,1	
Botacura														
Llanillos	19-07-03	19:55	20-07-03	00:41	7,2	2,4	2	2	1,5	1	1	0,3	0,1	
Paredones	20-07-03	00:29	20-07-03	07:04	1,8	1,6	1	0,7	0,4	0,3	0,2	0,08	0,04	
Pumanque	20-07-03	00:03	20-07-03	03:01	2,2	2,4	2	1	0,6	0,4	0,2	0,09	0,05	
La Rosa														
Hidango	20-07-03	00:51	20-07-03	01:59	1	0,8	0,6	0,5	0,3	0,2	0,08	0,04	0,02	

Tabla N° 36: Tormenta 36 período 2002-2003.

Tormenta 36														
Estaciones	Fecha inicio	Hra. inicio	Fecha término	Hra. término	Pp. Caída (mm)	I. Max/0,5h	I. Max/1h	I. Max/2h	I. Max/4h	I. Max/6hrs	I. Max/12h	I. Max/24h	I. Max/48h	
Chequén	28-07-03	12:05	08-08-03	04:37	30,2	3,2	2,4	1,8	1,7	1,1	0,7	0,4	0,2	
Name	29-07-03	03:43	06-08-03	08:38	28,8	4	3,6	3,4	2	1,8	1	0,7	0,3	
Parrón	31-07-03	06:29	01-08-03	11:59	9,8	4	2,6	1,5	1,4	1,4	0,7	0,4	0,2	
Botacura	04-08-03	01:14	05-08-03	04:25	33,4	8,8	7,8	5,6	4,7	3	2	1,4	0,7	
Llanillos	31-07-03	03:45	06-08-03	10:23	24	4	3,2	3,1	2,6	1,7	1,3	0,7	0,4	
Paredones	31-07-03	21:31	05-08-03	03:45	20,8	2,8	2,4	2,9	2,8	1,6	1,2	0,6	0,3	
Pumanque	31-07-03	21:52	04-08-03	15:00	21,8	6	4,4	2,9	2,6	1,6	1,2	0,6	0,3	
La Rosa	31-07-03	06:11	05-08-03	04:12	22,6	6,8	5,6	4,1	3,1	2	1,3	0,7	0,4	
Hidango	31-07-03	03:41	05-08-03	14:45	17,6	5,6	3,8	3,5	2,2	1,7	1	0,5	0,3	

Tabla N° 37: Tormenta 37 período 2002-2003.

Tormenta 37													
Estaciones	Fecha inicio	Hra. inicio	Fecha término	Hra término	Pp. Caída (mm)	I. Max/0,5h	I. Max/1h	I. Max/2h	I. Max/4h	I. Max/6hrs	I. Max/12h	I. Max/24h	I. Max/48h
Chequén	18-08-03	10:47	21-08-03	08:18	6,6	2,4	1,6	0,8	0,6	0,4	0,2	0,1	0,1
Name	18-08-03	12:06	19-08-03	00:13	6,8	2,4	1,8	1	0,9	0,8	0,5	0,3	0,1
Parrón													
Botacura	18-08-03	14:39	19-08-03	01:54	9	3,6	2	1,9	1,7	1	0,7	0,4	0,2
Llanillos	18-08-03	15:11	18-08-03	23:37	13,6	4	3,4	3	2,9	1,2	1,1	0,6	0,3
Paredones	18-08-03	20:00	20-08-03	07:00	10,4	5,2	4	2,5	2,4	1,6	0,8	0,4	0,2
Pumanque	18-08-03	19:55	19-08-03	16:16	9,6	5,2	4,8	2,9	2,3	1,5	0,8	0,4	0,2
La Rosa	18-08-03	20:23	18-08-03	23:54	4	2,8	2	1,9	1	0,7	0,3	0,2	0,1
Hidango	18-08-03	20:36	19-08-03	08:17	1,4	0,8	0,8	0,4	0,3	0,2	0,1	0,04	0,03

Tabla N° 38: Tormenta 38 período 2002-2003.

Tormenta 38													
Estaciones	Fecha inicio	Hra. inicio	Fecha término	Hra. término	Pp. Caída (mm)	I. Max/0,5h	I. Max/1h	I. Max/2h	I. Max/4h	I. Max/6h	I. Max/12h	I. Max/24h	I. Max/48h
Chequén	30-08-03	06:34	02-09-03	08:54	5,4	3,6	2,2	1,3	0,7	0,5	0,3	0,2	0,1
Name	30-08-03	06:06	31-08-03	11:25	4	3,6	2,4	1,4	0,8	0,5	0,3	0,2	0,1
Parrón													
Botacura	30-08-03	08:11	02-09-03	04:53	2,8	0,8	0,6	0,4	0,3	0,2	0,08	0,06	0,03
Llanillos	30-08-03	07:29	31-08-03	08:14	3,4	1,2	1,2	0,8	0,4	0,3	0,1	0,1	0,07
Paredones													
Pumanque													
La Rosa													
Hidango													

Tabla N° 39: Tormenta 39 período 2002-2003.

Tormenta 39													
Estaciones	Fecha inicio	Hra. inicio	Fecha término	Hra término	Pp. Caída (mm)	I. Max/0,5h	I. Max/1h	I. Max/2h	I. Max/4h	I. Max/6hrs	I. Max/12h	I. Max/24h	I. Max/48h
Chequén	04-09-03	21:57	08-09-03	06:16	28,4	6,8	5	3,6	2,6	1,9	1	0,7	0,4
Name	04-09-03	23:47	06-09-03	04:51	16	4,4	4,2	2,7	1,9	1,9	1,2	0,6	0,3
Parrón													
Botacura	05-09-03	01:42	06-09-03	06:34	23,4	9,6	6,6	4,9	3,2	2,9	1,7	1	0,5
Llanillos	05-09-03	02:06	06-09-03	06:48	30,4	6	5,2	4,8	3,9	3	2	1	0,6
Paredones	05-09-03	03:46	06-09-03	10:30	11,4	3,2	2,8	2,2	2	1	0,9	0,5	0,2
Pumanque	05-09-03	05:35	05-09-03	10:21	7,4	3,6	2,6	2	1,5	0,9	0,6	0,3	0,2
La Rosa	05-09-03	04:56	05-09-03	11:44	9	4	2,8	2,6	2	1,1	0,8	0,4	0,2
Hidango	05-09-03	04:47	06-09-03	00:40	26,2	8,8	7,6	7,5	5,2	3,4	2,2	1,1	0,5

Tabla N° 40: Tormenta 40 período 2002-2003.

Tormenta 40													
Estaciones	Fecha inicio	Hra. inicio	Fecha término	Hra término	Pp. Caída (mm)	I. Max/0,5h	I. Max/1h	I. Max/2h	I. Max/4h	I. Max/6hrs	I. Max/12h	I. Max/24h	I. Max/48h
Chequén	18-09-03	11:34	19-09-03	03:23	2,8	2,4	1,2	0,6	0,3	0,2	0,1	0,1	0,1
Name	18-09-03	14:45	19-09-03	02:10	2	1,2	1,2	0,9	0,5	0,3	0,2	0,1	0,04
Parrón													
Botacura	17-09-03	04:41	19-09-03	12:22	2,6	1,6	0,8	0,4	0,3	0,2	0,1	0,04	0,05
Llanillos	18-09-03	16:32	19-09-03	07:47	3,6	3,2	1,6	1,6	0,9	0,5	0,3	0,1	0,1
Paredones													
Pumanque													
La Rosa													
Hidango													

Tabla N° 41: Tormenta 41 período 2002-2003.

Tormenta 41													
Estaciones	Fecha inicio	Hra. inicio	Fecha término	Hra término	Pp. Caída (mm)	I. Max/0,5h	I. Max/1h	I. Max/2h	I. Max/4h	I. Max/6hrs	I. Max/12h	I. Max/24h	I. Max/48h
Chequén	22-09-03	12:19	24-09-03	05:32	5	1,6	1	0,9	0,8	0,6	0,4	0,2	0,1
Name													
Parrón													
Botacura													
Llanillos													
Paredones	22-09-03	07:16	22-09-03	20:53	1,6	0,4	0,2	0,5	0,3	0,2	0,1	0,1	0,03
Pumanque													
La Rosa	22-09-03	18:27	23-09-03	02:38	1	0,8	0,4	0,2	0,1	0,1	0,1	0,03	0,02
Hidango													

Tabla N° 42: Tormenta 42 período 2002-2003.

Tormenta 42													
Estaciones	Fecha inicio	Hra. inicio	Fecha término	Hra término	Pp. Caída (mm)	I. Max/0,5h	I. Max/1h	I. Max/2h	I. Max/4h	I. Max/6hrs	I. Max/12h	I. Max/24h	I. Max/48h
Chequén	26-09-03	14:29	27-09-03	01:59	17,4	3,6	2,8	2,6	2,2	2	1,1	0,6	0,4
Name	26-09-03	17:21	27-09-03	04:11	12,4	4,4	3,2	2,5	2	1,4	0,7	0,3	0,3
Parrón													
Botacura	26-09-03	17:21	27-09-03	04:58	11,4	4,8	3,6	2,3	1,9	2	1	0,4	0,2
Llanillos	26-09-03	09:48	27-09-03	05:50	16	4	2,8	2,4	2	1,9	1	0,5	0,3
Paredones	26-09-03	12:55	27-09-03	09:45	15	4	3	2,8	1,5	2	1,1	0,5	0,3
Pumanque	26-09-03	14:12	27-09-03	07:27	19,4	5,2	4,4	4,1	3	2,3	1,4	0,7	0,4
La Rosa	26-09-03	14:03	27-09-03	07:45	13,2	3,6	3,2	2,8	2,2	1,4	1	0,5	0,3
Hidango	27-09-03	03:41	27-09-03	08:09	6	3,6	2,4	2	1,3	0,8	1	0,3	0,1

Tabla N° 43: Tormenta 43 período 2002-2003.

Tormenta 43													
Estaciones	Fecha inicio	Hra. inicio	Fecha término	Hra. término	Pp. Caída (mm)	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.
						Max/0,5h	Max/1h	Max/2h	Max/4h	Max/6hrs	Max/12h	Max/24h	Max/48h
Chequén	30-09-03	16:22	01-10-03	04:12	2,2	0,8	0,6	0,4	0,4	0,2	0,2	0,1	0,05
Name	30-09-03	17:24	01-10-03	02:53	2,4	0,8	0,4	0,4	0,3	0,2	0,1	0,1	0,1
Parrón													
Botacura	30-09-03	18:19	01-10-03	03:58	2	1,2	1	0,6	0,3	0,2	0,1	0,1	0,04
Llanillos	30-09-03	19:24	01-10-03	04:56	2,2	1,2	1	0,6	0,4	0,3	0,1	0,1	0,05
Paredones													
Pumanque													
La Rosa													
Hidango													

Tabla N° 44: Tormenta 44 período 2002-2003.

Tormenta 44													
Estaciones	Fecha inicio	Hra. inicio	Fecha término	Hra. término	Pp. Caída (mm)	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.
						Max/0,5h	Max/1h	Max/2h	Max/4h	Max/6h	Max/12h	Max/24h	Max/48h
Chequén	07-10-03	04:22	09-10-03	03:31	17,4	6,8	3,8	1,9	1,6	1	0,7	0,4	0,4
Name	07-10-03	06:02	09-10-03	04:14	12,2	5,2	4,4	3,4	1,7	1,3	0,6	0,4	0,3
Parrón													
Botacura	07-10-03	07:35	07-10-03	21:51	7,4	3,2	2	1,3	1	1	0,3	0,3	0,2
Llanillos	07-10-03	06:51	09-10-03	07:48	19,8	5,2	3	2,2	2	1	1	1	0,4
Paredones	07-10-03	12:00	10-10-03	06:55	10,8	3,2	1,6	1	1	1	1	0,3	0,1
Pumanque	07-10-03	12:51	08-10-03	07:52	12,8	3,2	2,2	1,9	1,7	1	1	0,4	0,3
La Rosa													
Hidango	07-10-03	00:02	08-10-03	07:29	20	3,6	3,6	3,1	2	1,9	1,4	1	0,4

Fuente: Elaboración propia a partir de datos Proyecto EIAS, 2004.

2. RESUMEN DE LOS GRÁFICOS DE MONTOS DE PRECIPITACIÓN PARA CADA EVENTO, RELACIONADO CON EL ANÁLISIS TEMPORAL.

Gráfico N° 1

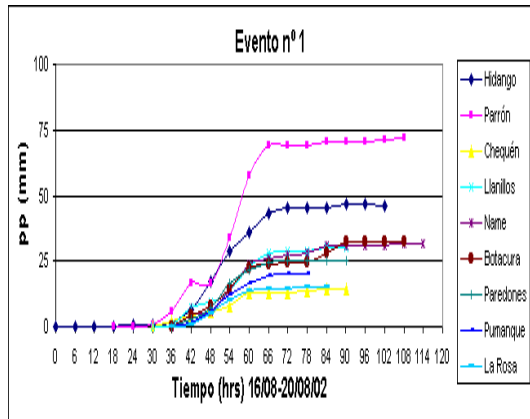


Gráfico N° 2

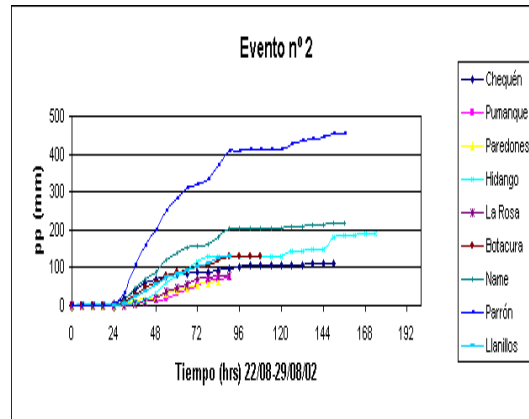


Gráfico N° 3

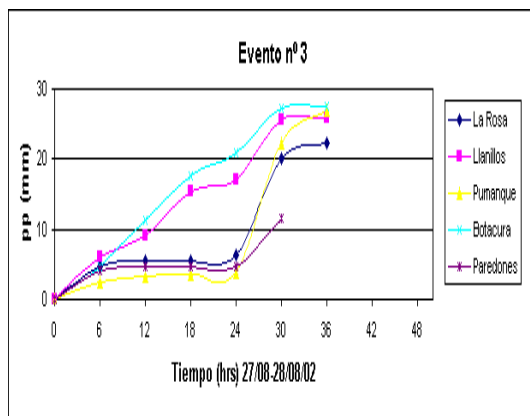


Gráfico N° 4

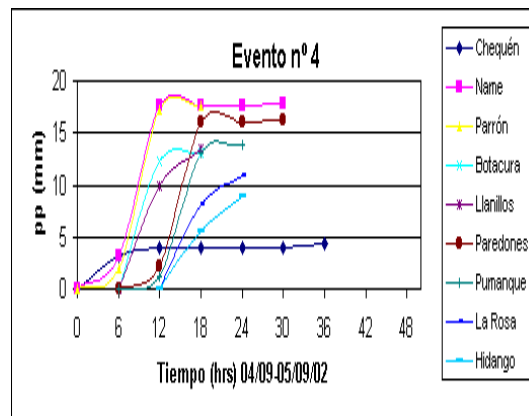


Gráfico N° 5

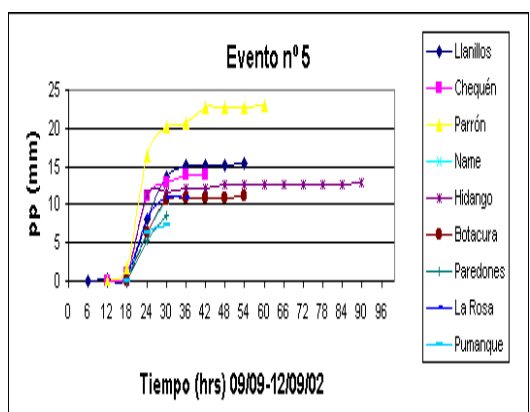


Gráfico N° 6

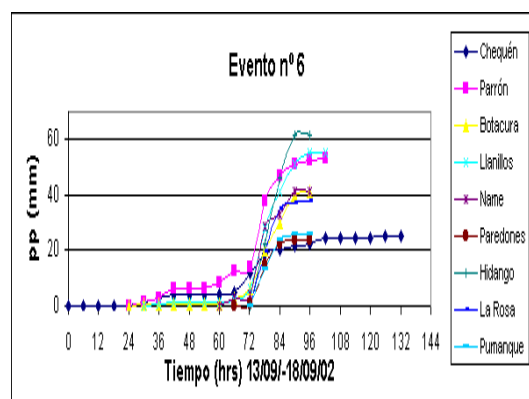


Gráfico N° 7

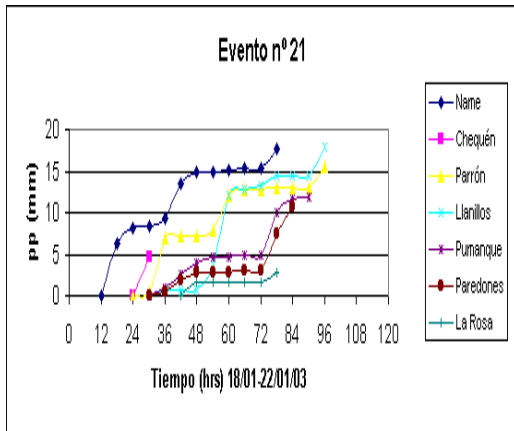


Gráfico N° 8

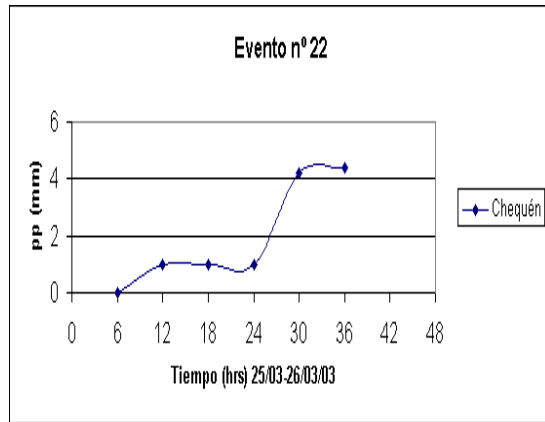


Gráfico N° 9

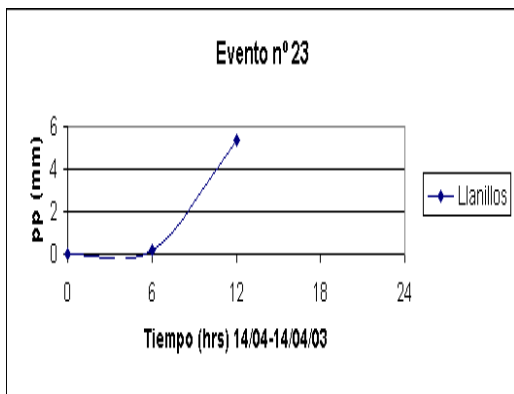


Gráfico N° 10

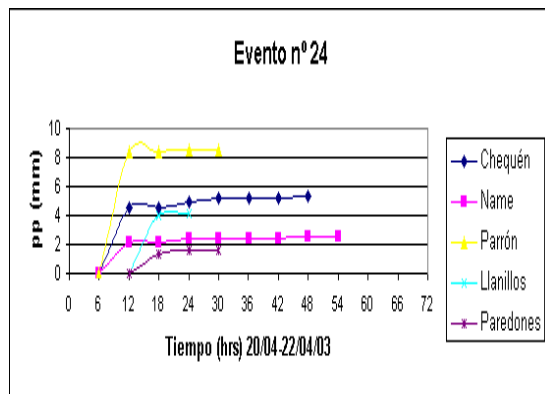


Gráfico N° 11

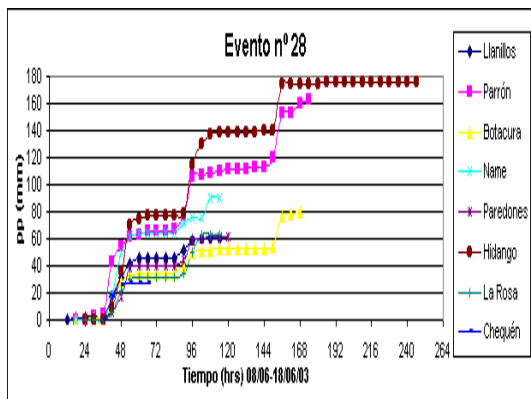
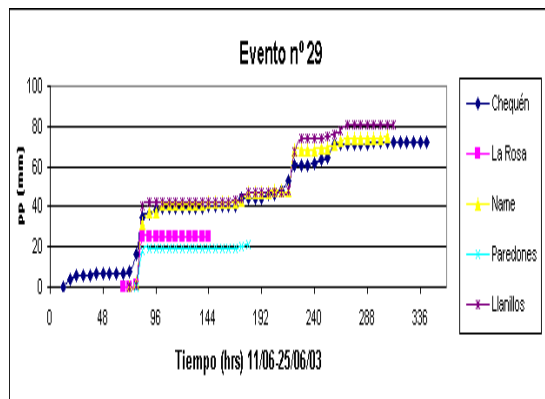


Gráfico N° 12



Fuente: Elaboración propia a partir de datos Proyecto EIAS, 2004.

APENDICE II
TEST DE NORMALIDAD

TEST DE NORMALIDAD.

3. TEST DE NORMALIDAD PARA INTENSIDADES DE 1HORA.

Procedure Summary

Data variable: chequen

37 values ranging from 0.2 to 7.0

Fitted normal distribution:

mean = 3.04054

standard deviation = 1.99325

Tests for Normality for chequen

Computed Chi-Square goodness-of-fit statistic = 23.973

P-Value = 0.0313796

Shapiro-Wilks W statistic = 0.921756

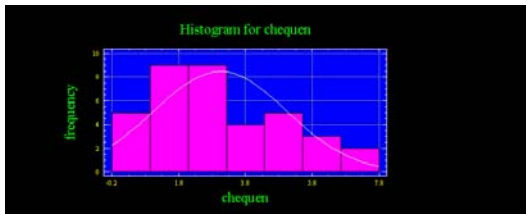
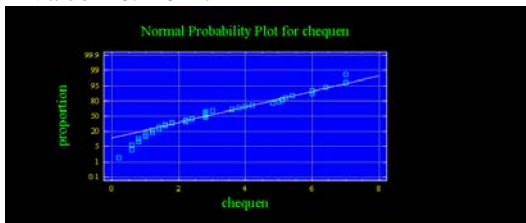
P-Value = 0.0147761

Z score for skewness = 0.965943

P-Value = 0.334071

Z score for kurtosis = -1.57115

P-Value = 0.116147



Procedure Summary

Data variable: name

35 values ranging from 0.4 to 13.6

Fitted normal distribution:

mean = 3.97714

standard deviation = 3.36654

Tests for Normality for name

Computed Chi-Square goodness-of-fit statistic = 26.7143

P-Value = 0.0136106

Shapiro-Wilks W statistic = 0.861932

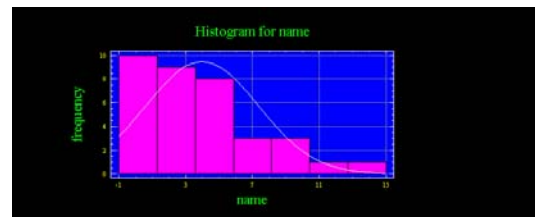
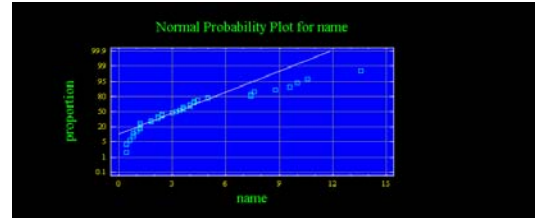
P-Value = 0.000272876

Z score for skewness = 1.96747

P-Value = 0.0491284

Z score for kurtosis = 1.09817

P-Value = 0.272127



Procedure Summary

Data variable: parron

24 values ranging from 0.8 to 16.2

Fitted normal distribution:

mean = 6.25833

standard deviation = 4.79147

Tests for Normality for parron

Too few observations to conduct chi-square test.

Shapiro-Wilks W statistic = 0.897872

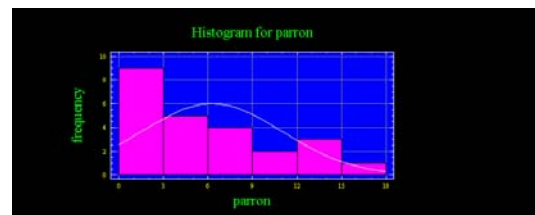
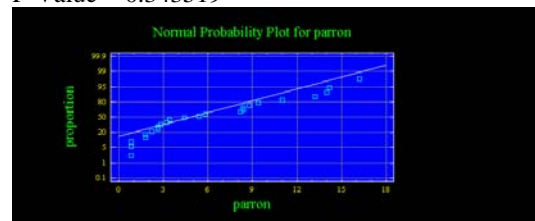
P-Value = 0.0184145

Z score for skewness = 1.0102

P-Value = 0.3124

Z score for kurtosis = -0.947232

P-Value = 0.343519



Procedure Summary

Data variable: botacura

23 values ranging from 0.6 to 9.8

Fitted normal distribution:

mean = 4.03478

standard deviation = 2.4992

Tests for Normality for botacura

Too few observations to conduct chi-square test.

Shapiro-Wilks W statistic = 0.953277

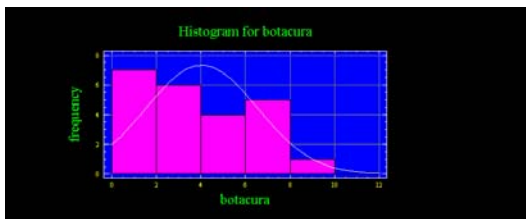
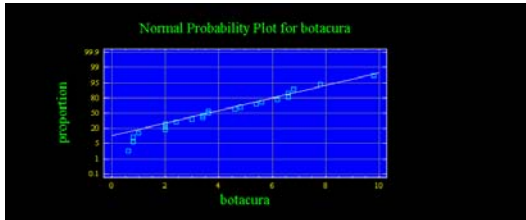
P-Value = 0.343863

Z score for skewness = 0.728978

P-Value = 0.466013

Z score for kurtosis = -0.315483

P-Value = 0.752391



Procedure Summary

Data variable: llanillos

38 values ranging from 0.4 to 18.6

Fitted normal distribution:

mean = 4.2

standard deviation = 4.0906

Tests for Normality for llanillos

Computed Chi-Square goodness-of-fit statistic = 33.5789

P-Value = 0.00139401

Shapiro-Wilks W statistic = 0.804953

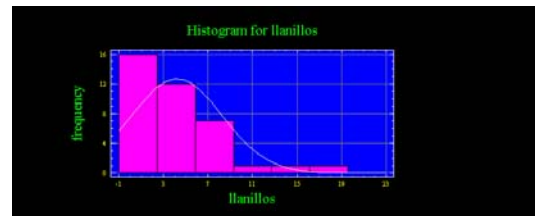
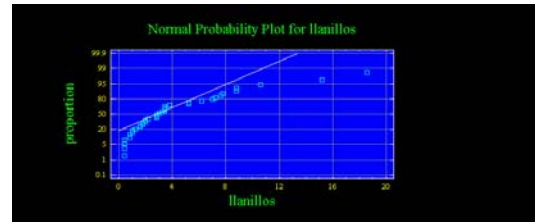
P-Value = 0.00000233249

Z score for skewness = 2.76508

P-Value = 0.00569105

Z score for kurtosis = 2.89259

P-Value = 0.00382089



Procedure Summary

Data variable: paredones

27 values ranging from 0.2 to 22.0

Fitted normal distribution:

mean = 4.05185

standard deviation = 4.07151

Tests for Normality for paredones

Too few observations to conduct chi-square test.

Shapiro-Wilks W statistic = 0.643812

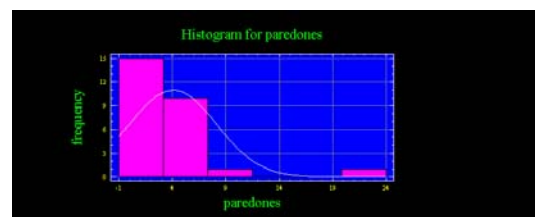
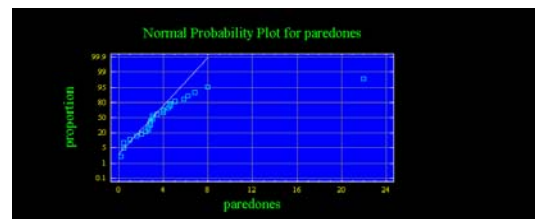
P-Value = 1.09237E-7

Z score for skewness = 3.62809

P-Value = 0.000285601

Z score for kurtosis = 4.5943

P-Value = 0.00000434647



Procedure Summary

Data variable: pumanque

22 values ranging from 0.6 to 7.8

Fitted normal distribution:

mean = 3.4

standard deviation = 1.97701

Tests for Normality for pumanque

Too few observations to conduct chi-square test.

Shapiro-Wilks W statistic = 0.943137

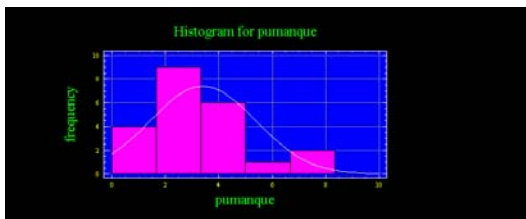
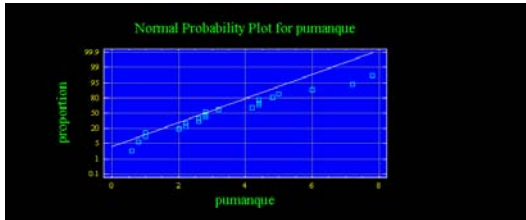
P-Value = 0.228134

Z score for skewness = 0.9319

P-Value = 0.351386

Z score for kurtosis = 0.161383

P-Value = 0.871787



Procedure Summary

Data variable: LaRosa

24 values ranging from 0.4 to 16.6

Fitted normal distribution:

mean = 4.2

standard deviation = 3.55479

Tests for Normality for LaRosa

Too few observations to conduct chi-square test.

Shapiro-Wilks W statistic = 0.808327

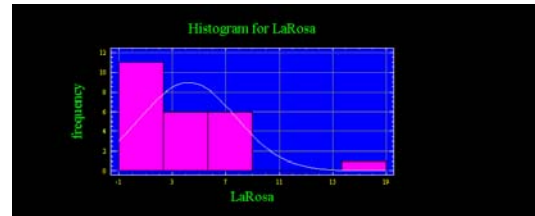
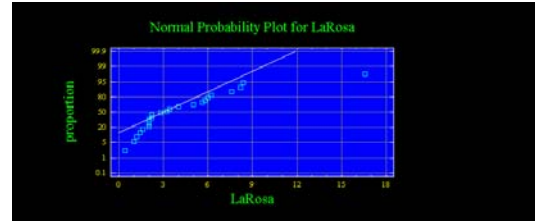
P-Value = 0.00024681

Z score for skewness = 2.49951

P-Value = 0.0124366

Z score for kurtosis = 3.07619

P-Value = 0.0020968



Procedure Summary

Data variable: hidango

21 values ranging from 0.6 to 16.2

Fitted normal distribution:

mean = 5.49524

standard deviation = 4.95

Tests for Normality for hidango

Too few observations to conduct chi-square test.

Shapiro-Wilks W statistic = 0.836597

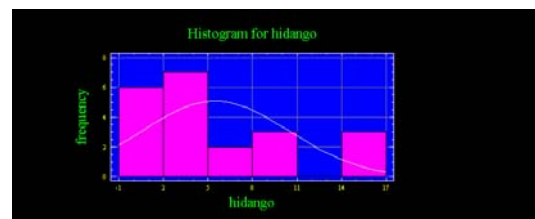
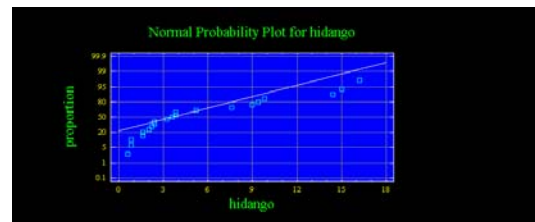
P-Value = 0.00182845

Z score for skewness = 1.48729

P-Value = 0.136937

Z score for kurtosis = 0.18068

P-Value = 0.856614



4. TEST DE NORMALIDAD PARA INTENSIDADES DE 2 HORAS.

Procedure Summary

Data variable: chequen

37 values ranging from 0.2 to 5.9

Fitted normal distribution:

mean = 2.15946

standard deviation = 1.61958

Tests for Normality for chequen

Computed Chi-Square goodness-of-fit statistic = 25.7027

P-Value = 0.018632

Shapiro-Wilks W statistic = 0.882143

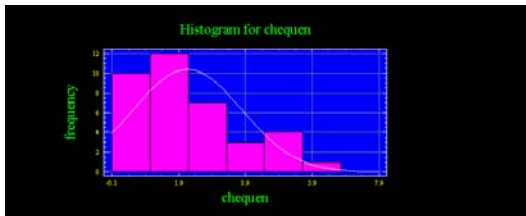
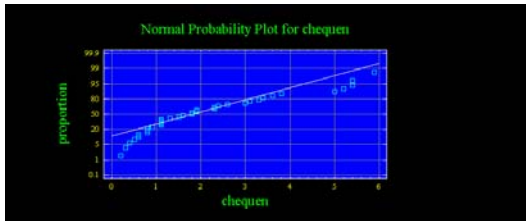
P-Value = 0.000719162

Z score for skewness = 1.64041

P-Value = 0.100919

Z score for kurtosis = 0.0401646

P-Value = 0.967956



Procedure Summary

Data variable: name

35 values ranging from 0.1 to 10.0

Fitted normal distribution:

mean = 2.93143

standard deviation = 2.56375

Tests for Normality for name

Computed Chi-Square goodness-of-fit statistic = 29.4571

P-Value = 0.00563493

Shapiro-Wilks W statistic = 0.858385

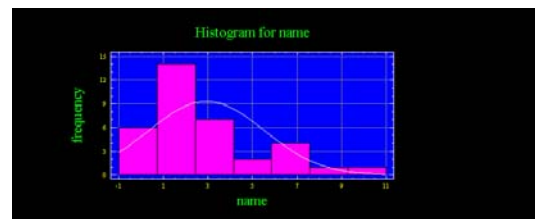
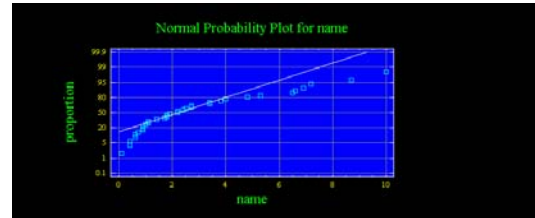
P-Value = 0.000215022

Z score for skewness = 1.98083

P-Value = 0.0476105

Z score for kurtosis = 1.02581

P-Value = 0.304978



Procedure Summary

Data variable: parron

24 values ranging from 0.4 to 14.4

Fitted normal distribution:

mean = 4.575

standard deviation = 3.96948

Tests for Normality for parron

Too few observations to conduct chi-square test.

Shapiro-Wilks W statistic = 0.849925

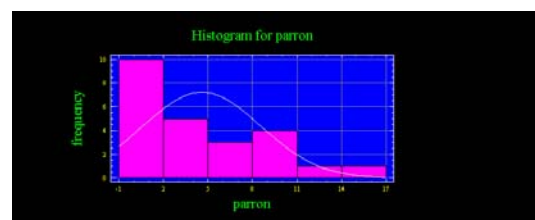
P-Value = 0.00167926

Z score for skewness = 1.46333

P-Value = 0.143377

Z score for kurtosis = 0.20856

P-Value = 0.834787



Procedure Summary

Data variable: botacura

23 values ranging from 0.4 to 7.0

Fitted normal distribution:

mean = 2.81304

standard deviation = 1.74155

Tests for Normality for botacura

Too few observations to conduct chi-square test.

Shapiro-Wilks W statistic = 0.946936

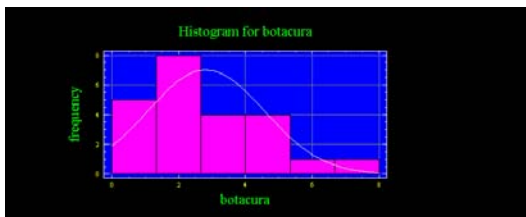
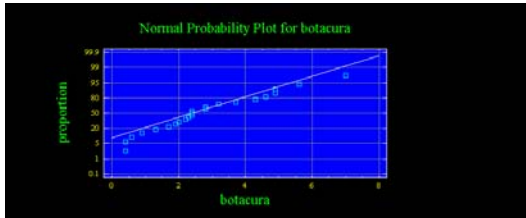
P-Value = 0.254793

Z score for skewness = 0.995195

P-Value = 0.31964

Z score for kurtosis = 0.242603

P-Value = 0.808309



Procedure Summary

Data variable: llanillos

38 values ranging from 0.2 to 12.3

Fitted normal distribution:

mean = 3.03947

standard deviation = 2.81766

Tests for Normality for llanillos

Computed Chi-Square goodness-of-fit statistic = 25.1579

P-Value = 0.0220051

Shapiro-Wilks W statistic = 0.83608

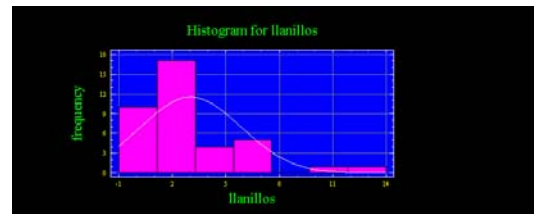
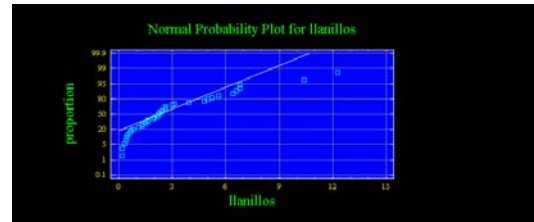
P-Value = 0.0000197409

Z score for skewness = 2.47782

P-Value = 0.0132188

Z score for kurtosis = 2.35082

P-Value = 0.0187319



Procedure Summary

Data variable: paredones

27 values ranging from 0.1 to 13.1

Fitted normal distribution:

mean = 2.95185

standard deviation = 2.58031

Tests for Normality for paredones

Too few observations to conduct chi-square test.

Shapiro-Wilks W statistic = 0.778168

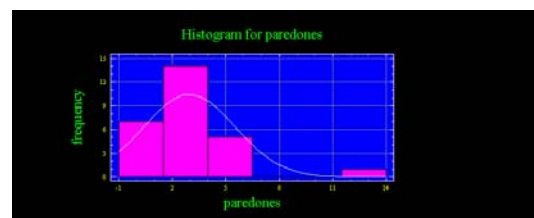
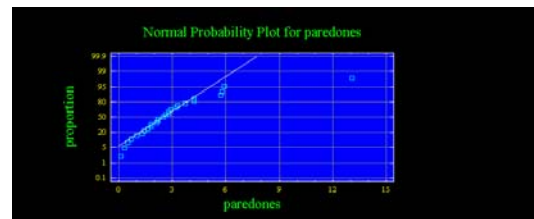
P-Value = 0.0000271328

Z score for skewness = 2.99165

P-Value = 0.00277488

Z score for kurtosis = 3.82158

P-Value = 0.000132647



Procedure Summary

Data variable: pumanque

22 values ranging from 0.4 to 8.8

Fitted normal distribution:

mean = 2.72273

standard deviation = 2.05471

Tests for Normality for pumanque

Too few observations to conduct chi-square test.

Shapiro-Wilks W statistic = 0.857551

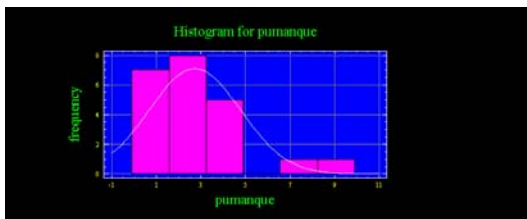
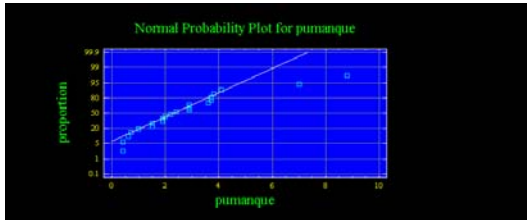
P-Value = 0.00365559

Z score for skewness = 2.01865

P-Value = 0.0435234

Z score for kurtosis = 2.23089

P-Value = 0.0256884



Procedure Summary

Data variable: LaRosa

24 values ranging from 0.2 to 13.4

Fitted normal distribution:

mean = 3.1

standard deviation = 2.82304

Tests for Normality for LaRosa

Too few observations to conduct chi-square test.

Shapiro-Wilks W statistic = 0.791156

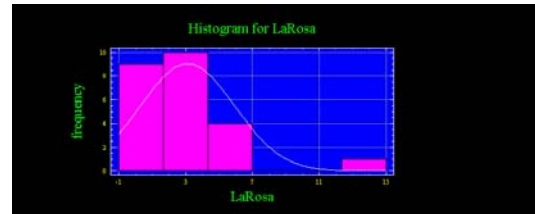
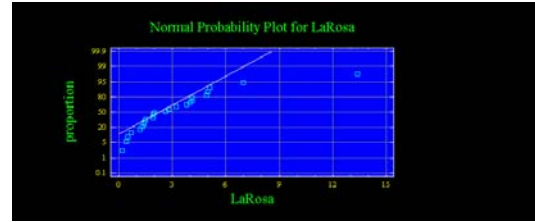
P-Value = 0.000116535

Z score for skewness = 2.71303

P-Value = 0.00666723

Z score for kurtosis = 3.44899

P-Value = 0.000562789



Procedure Summary

Data variable: hidango

21 values ranging from 0.4 to 11.8

Fitted normal distribution:

mean = 4.07619

standard deviation = 3.46827

Tests for Normality for hidango

Too few observations to conduct chi-square test.

Shapiro-Wilks W statistic = 0.87127

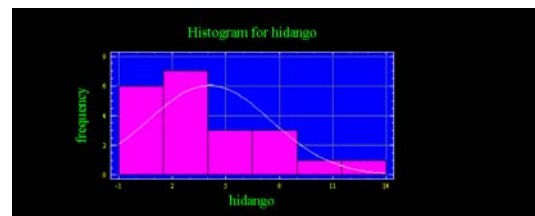
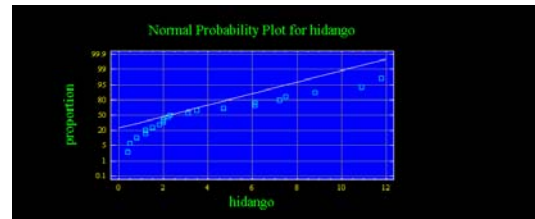
P-Value = 0.00848113

Z score for skewness = 1.35479

P-Value = 0.175483

Z score for kurtosis = 0.0656676

P-Value = 0.947637



5. TEST DE NORMALIDAD PARA INTENSIDADES DE 4 HORAS.

Procedure Summary

Data variable: chequen

37 values ranging from 0.2 to 4.4

Fitted normal distribution:

mean = 1.59459

standard deviation = 1.25476

Tests for Normality for chequen

Computed Chi-Square goodness-of-fit statistic = 29.1622

P-Value = 0.0062078

Shapiro-Wilks W statistic = 0.864238

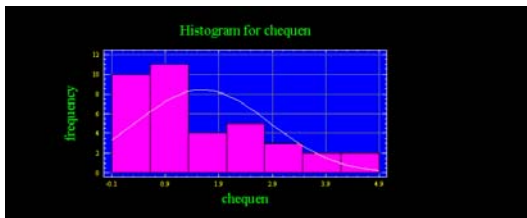
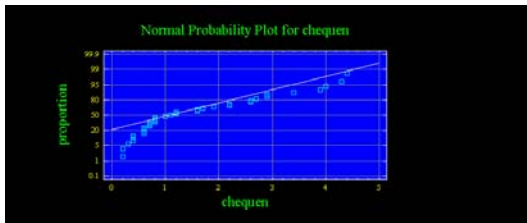
P-Value = 0.000194477

Z score for skewness = 1.59597

P-Value = 0.110496

Z score for kurtosis = -0.307883

P-Value = 0.758167



Procedure Summary

Data variable: name

35 values ranging from 0.1 to 6.4

Fitted normal distribution:

mean = 2.10571

standard deviation = 1.91326

Tests for Normality for name

Computed Chi-Square goodness-of-fit statistic = 37.6857

P-Value = 0.000323209

Shapiro-Wilks W statistic = 0.825372

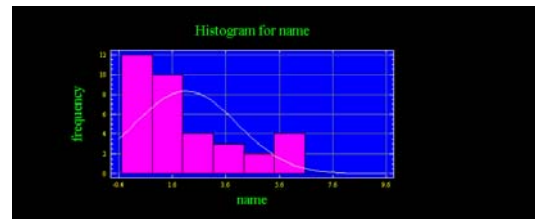
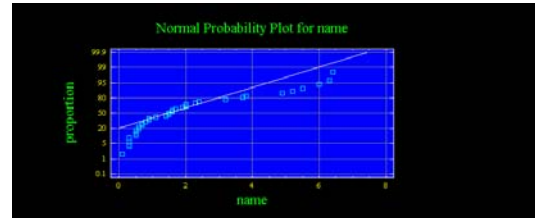
P-Value = 0.0000251652

Z score for skewness = 1.87666

P-Value = 0.0605638

Z score for kurtosis = 0.299488

P-Value = 0.764564



Procedure Summary

Data variable: parron

24 values ranging from 0.3 to 11.8

Fitted normal distribution:

mean = 3.00833

standard deviation = 2.79081

Tests for Normality for parron

Too few observations to conduct chi-square test.

Shapiro-Wilks W statistic = 0.807385

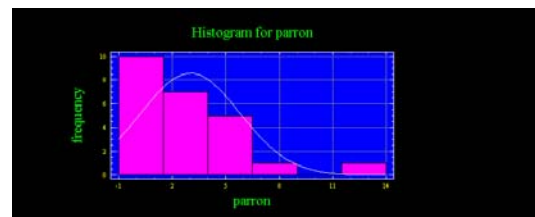
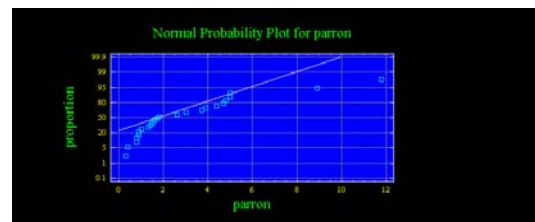
P-Value = 0.000236718

Z score for skewness = 2.29408

P-Value = 0.0217858

Z score for kurtosis = 2.48951

P-Value = 0.0127919



Procedure Summary

Data variable: botacura

23 values ranging from 0.3 to 5.1

Fitted normal distribution:

mean = 2.03043

standard deviation = 1.38053

Tests for Normality for botacura

Too few observations to conduct chi-square test.

Shapiro-Wilks W statistic = 0.897053

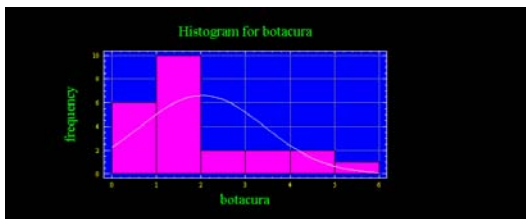
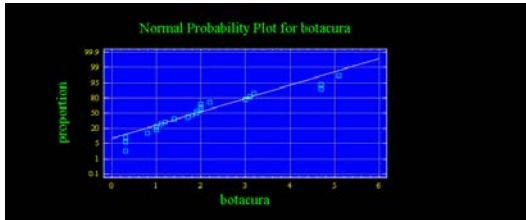
P-Value = 0.0204386

Z score for skewness = 1.35828

P-Value = 0.174373

Z score for kurtosis = 0.528204

P-Value = 0.597354



Procedure Summary

Data variable: llanillos

38 values ranging from 0.2 to 10.2

Fitted normal distribution:

mean = 2.19211

standard deviation = 2.2875

Tests for Normality for llanillos

Computed Chi-Square goodness-of-fit statistic = 42.0

P-Value = 0.0000654921

Shapiro-Wilks W statistic = 0.764407

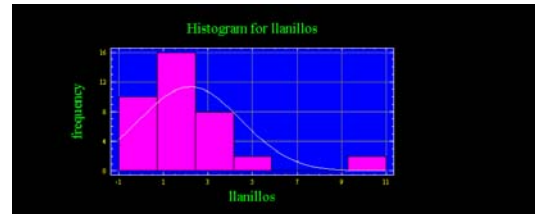
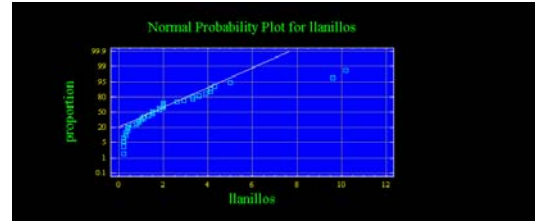
P-Value = 1.69735E-7

Z score for skewness = 3.04228

P-Value = 0.00234809

Z score for kurtosis = 3.36996

P-Value = 0.000751884



Procedure Summary

Data variable: paredones

27 values ranging from 0.1 to 6.6

Fitted normal distribution:

mean = 2.01852

standard deviation = 1.59181

Tests for Normality for paredones

Too few observations to conduct chi-square test.

Shapiro-Wilks W statistic = 0.897302

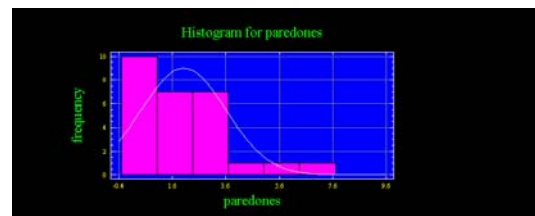
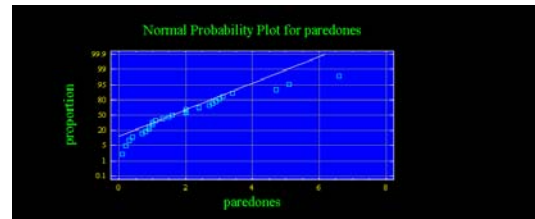
P-Value = 0.0115835

Z score for skewness = 1.80296

P-Value = 0.0713942

Z score for kurtosis = 1.53757

P-Value = 0.124153



Procedure Summary

Data variable: pumanque

22 values ranging from 0.2 to 4.5

Fitted normal distribution:

mean = 1.91818

standard deviation = 1.2916

Tests for Normality for pumanque

Too few observations to conduct chi-square test.

Shapiro-Wilks W statistic = 0.938641

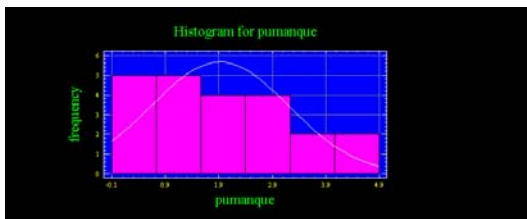
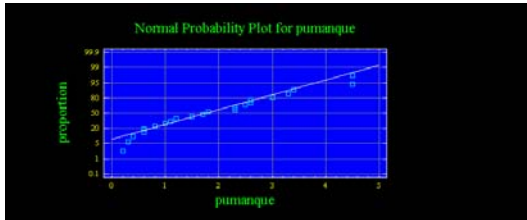
P-Value = 0.184028

Z score for skewness = 0.796931

P-Value = 0.425489

Z score for kurtosis = -0.482552

P-Value = 0.62941



Procedure Summary

Data variable: LaRosa

24 values ranging from 0.1 to 9.7

Fitted normal distribution:

mean = 2.20833

standard deviation = 2.02955

Tests for Normality for LaRosa

Too few observations to conduct chi-square test.

Shapiro-Wilks W statistic = 0.790267

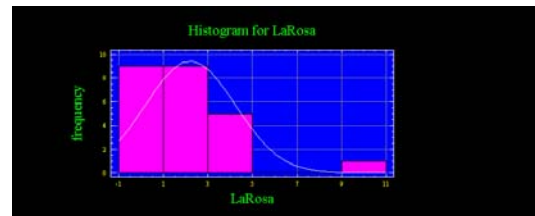
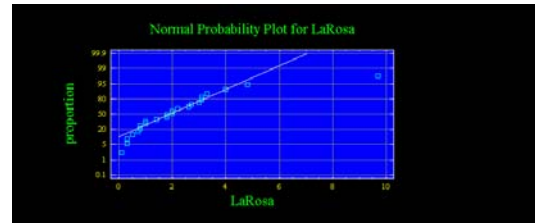
P-Value = 0.000112161

Z score for skewness = 2.75025

P-Value = 0.00595501

Z score for kurtosis = 3.53596

P-Value = 0.000406384



Procedure Summary

Data variable: hidango

21 values ranging from 0.3 to 8.9

Fitted normal distribution:

mean = 2.80476

standard deviation = 2.43135

Tests for Normality for hidango

Too few observations to conduct chi-square test.

Shapiro-Wilks W statistic = 0.862354

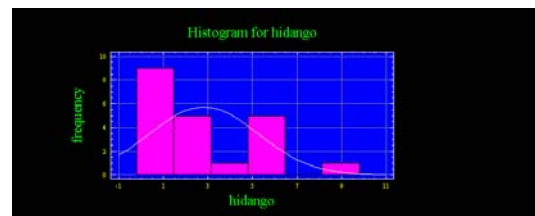
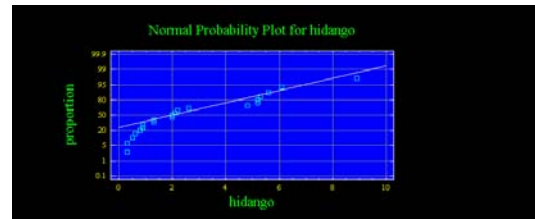
P-Value = 0.00566758

Z score for skewness = 1.34432

P-Value = 0.178844

Z score for kurtosis = 0.327164

P-Value = 0.74354



6. TEST DE NORMALIDAD PARA INTENSIDADES DE 6 HORAS.

Procedure Summary

Data variable: chequen

37 values ranging from 0.1 to 3.7

Fitted normal distribution:

mean = 1.18108

standard deviation = 0.985968

Tests for Normality for chequen

Computed Chi-Square goodness-of-fit statistic = 30.8919

P-Value = 0.00349649

Shapiro-Wilks W statistic = 0.868965

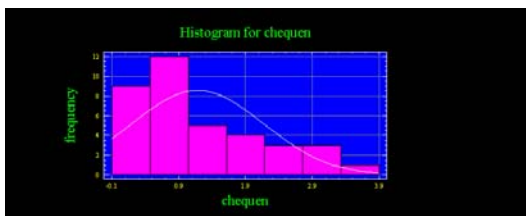
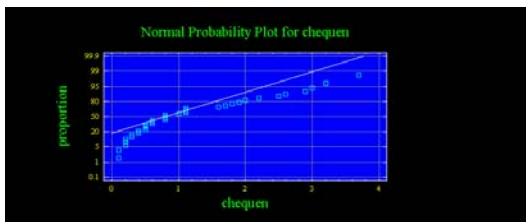
P-Value = 0.000273586

Z score for skewness = 1.75367

P-Value = 0.0794875

Z score for kurtosis = 0.236454

P-Value = 0.813076



Procedure Summary

Data variable: name

35 values ranging from 0.03 to 5.8

Fitted normal distribution:

mean = 1.678

standard deviation = 1.67422

Tests for Normality for name

Computed Chi-Square goodness-of-fit statistic = 51.4

P-Value = 0.00000171166

Shapiro-Wilks W statistic = 0.801015

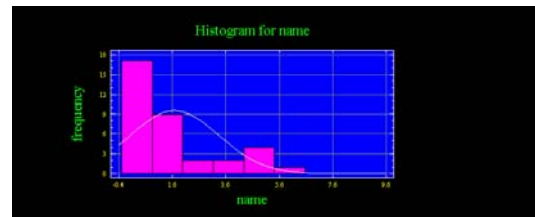
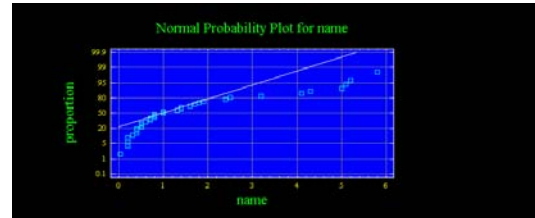
P-Value = 0.00000559781

Z score for skewness = 2.07135

P-Value = 0.0383262

Z score for kurtosis = 0.760717

P-Value = 0.446824



Procedure Summary

Data variable: parron

24 values ranging from 0.2 to 12.5

Fitted normal distribution:

mean = 2.67917

standard deviation = 2.77238

Tests for Normality for parron

Too few observations to conduct chi-square test.

Shapiro-Wilks W statistic = 0.771345

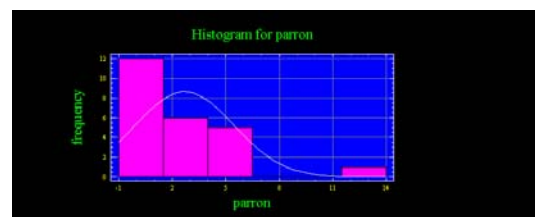
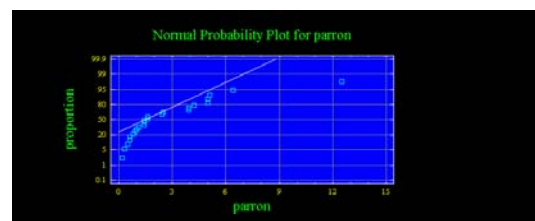
P-Value = 0.0000503901

Z score for skewness = 2.61651

P-Value = 0.00888336

Z score for kurtosis = 3.19976

P-Value = 0.00137556



Procedure Summary

Data variable: botacura

23 values ranging from 0.2 to 3.8

Fitted normal distribution:

mean = 1.5087

standard deviation = 1.0466

Tests for Normality for botacura

Too few observations to conduct chi-square test.

Shapiro-Wilks W statistic = 0.910855

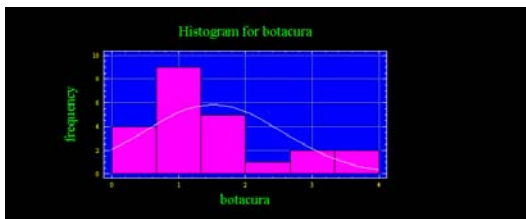
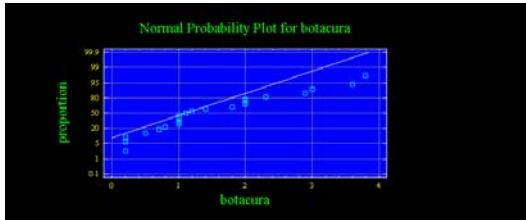
P-Value = 0.0411527

Z score for skewness = 1.19648

P-Value = 0.23151

Z score for kurtosis = 0.0706196

P-Value = 0.943695



Procedure Summary

Data variable: llanillos

38 values ranging from 0.1 to 7.0

Fitted normal distribution:

mean = 1.63947

standard deviation = 1.64079

Tests for Normality for llanillos

Computed Chi-Square goodness-of-fit statistic = 28.5263

P-Value = 0.0076366

Shapiro-Wilks W statistic = 0.80392

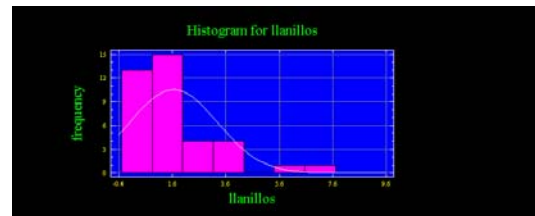
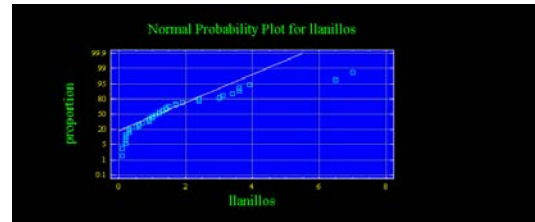
P-Value = 0.0000021771

Z score for skewness = 2.69255

P-Value = 0.00709089

Z score for kurtosis = 2.70293

P-Value = 0.00687322



Procedure Summary

Data variable: paredones

27 values ranging from 0.03 to 4.9

Fitted normal distribution:

mean = 1.57889

standard deviation = 1.27087

Tests for Normality for paredones

Too few observations to conduct chi-square test.

Shapiro-Wilks W statistic = 0.898408

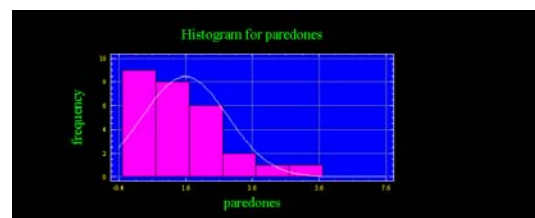
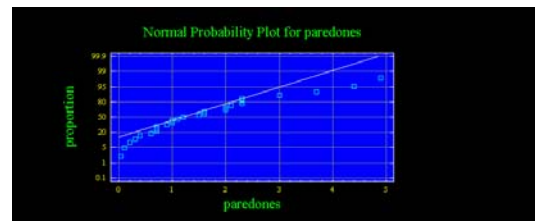
P-Value = 0.0123304

Z score for skewness = 1.69408

P-Value = 0.0902501

Z score for kurtosis = 1.15409

P-Value = 0.248464



Procedure Summary

Data variable: pumanque

22 values ranging from 0.2 to 3.2

Fitted normal distribution:

mean = 1.44545

standard deviation = 0.893749

Tests for Normality for pumanque

Too few observations to conduct chi-square test.

Shapiro-Wilks W statistic = 0.949246

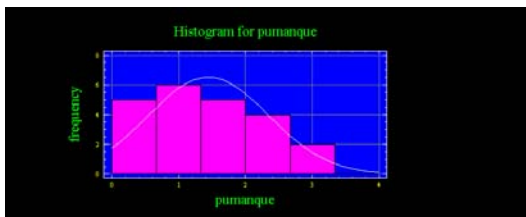
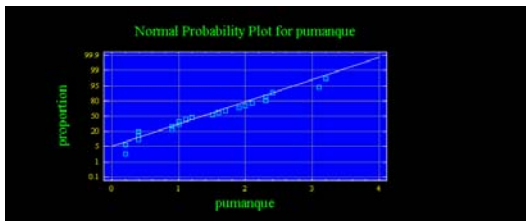
P-Value = 0.303253

Z score for skewness = 0.529396

P-Value = 0.596528

Z score for kurtosis = -0.767942

P-Value = 0.442519



Procedure Summary

Data variable: LaRosa

24 values ranging from 0.1 to 8.4

Fitted normal distribution:

mean = 1.77083

standard deviation = 1.788

Tests for Normality for LaRosa

Too few observations to conduct chi-square test.

Shapiro-Wilks W statistic = 0.7694

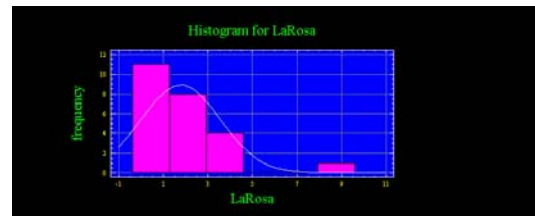
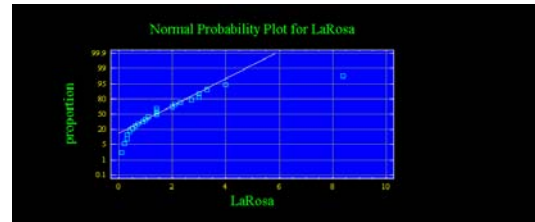
P-Value = 0.0000464787

Z score for skewness = 2.80994

P-Value = 0.00495512

Z score for kurtosis = 3.56101

P-Value = 0.000369505



Procedure Summary

Data variable: hidango

21 values ranging from 0.2 to 9.4

Fitted normal distribution:

mean = 2.42857

standard deviation = 2.36202

Tests for Normality for hidango

Too few observations to conduct chi-square test.

Shapiro-Wilks W statistic = 0.836365

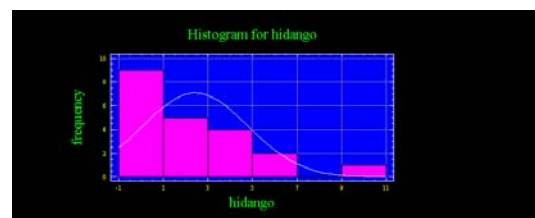
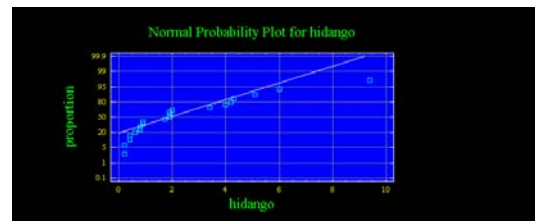
P-Value = 0.00181031

Z score for skewness = 1.94696

P-Value = 0.0515389

Z score for kurtosis = 1.95093

P-Value = 0.0510654



7. TEST DE NORMALIDAD PARA INTENSIDADES DE 12 HORAS.

Procedure Summary

Data variable: chequen

37 values ranging from 0.1 to 3.4

Fitted normal distribution:

mean = 0.759459
standard deviation = 0.730091

Tests for Normality for chequen

Computed Chi-Square goodness-of-fit statistic = 44.7297

P-Value = 0.0000232145

Shapiro-Wilks W statistic = 0.814584

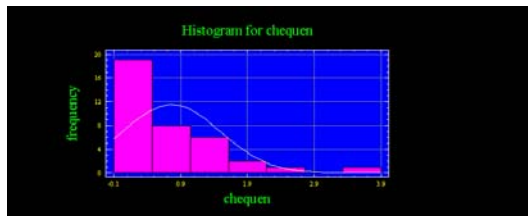
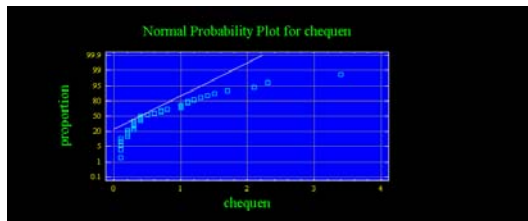
P-Value = 0.0000063834

Z score for skewness = 2.6621

P-Value = 0.00776556

Z score for kurtosis = 2.84196

P-Value = 0.00448385



Procedure Summary

Data variable: name

35 values ranging from 0.02 to 4.4

Fitted normal distribution:

mean = 1.04057
standard deviation = 1.11147

Tests for Normality for name

Computed Chi-Square goodness-of-fit statistic = 42.2571

P-Value = 0.0000594458

Shapiro-Wilks W statistic = 0.783282

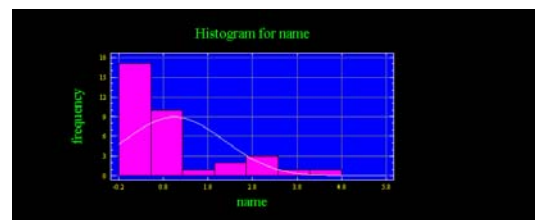
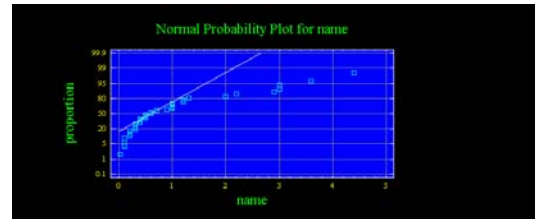
P-Value = 0.00000194886

Z score for skewness = 2.42965

P-Value = 0.0151132

Z score for kurtosis = 1.88133

P-Value = 0.0599268



Procedure Summary

Data variable: parron

24 values ranging from 0.1 to 10.4

Fitted normal distribution:

mean = 1.82917
standard deviation = 2.16664

Tests for Normality for parron

Too few observations to conduct chi-square test.

Shapiro-Wilks W statistic = 0.685074

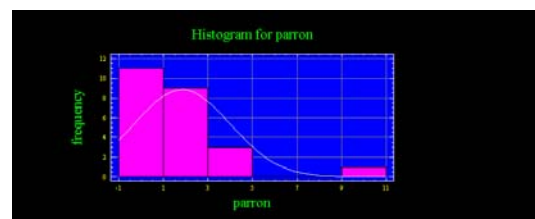
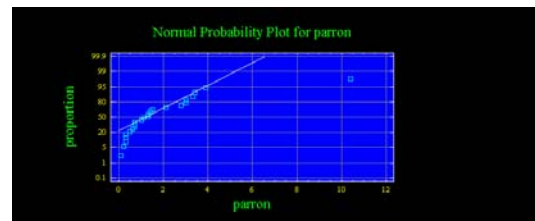
P-Value = 0.00000175991

Z score for skewness = 3.16594

P-Value = 0.00154594

Z score for kurtosis = 4.02833

P-Value = 0.0000562011



Procedure Summary

Data variable: botacura

23 values ranging from 0.08 to 3.3

Fitted normal distribution:

mean = 0.990435

standard deviation = 0.754812

Tests for Normality for botacura

Too few observations to conduct chi-square test.

Shapiro-Wilks W statistic = 0.880427

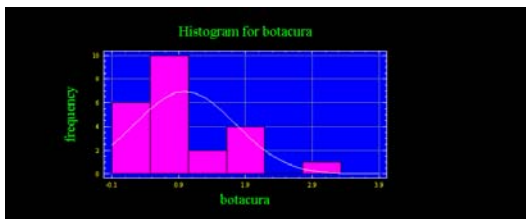
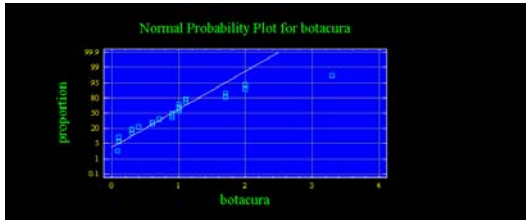
P-Value = 0.00893728

Z score for skewness = 1.87787

P-Value = 0.060399

Z score for kurtosis = 2.14657

P-Value = 0.0318275



Procedure Summary

Data variable: llanillos

38 values ranging from 0.1 to 4.0

Fitted normal distribution:

mean = 1.03684

standard deviation = 0.998491

Tests for Normality for llanillos

Computed Chi-Square goodness-of-fit statistic = 33.5789

P-Value = 0.00139401

Shapiro-Wilks W statistic = 0.837026

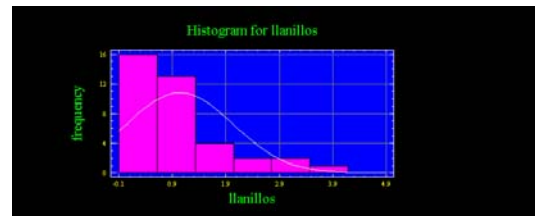
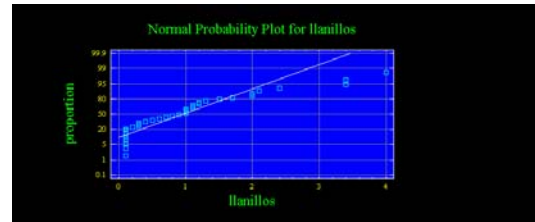
P-Value = 0.0000211021

Z score for skewness = 2.27059

P-Value = 0.0231715

Z score for kurtosis = 1.8491

P-Value = 0.0644432



Procedure Summary

Data variable: paredones

27 values ranging from 0.1 to 3.8

Fitted normal distribution:

mean = 1.01852

standard deviation = 0.869145

Tests for Normality for paredones

Too few observations to conduct chi-square test.

Shapiro-Wilks W statistic = 0.823258

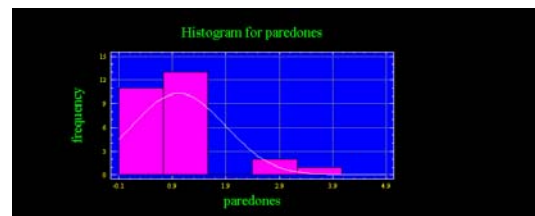
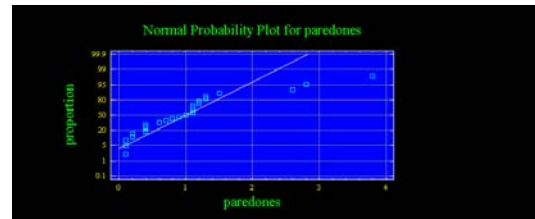
P-Value = 0.000230032

Z score for skewness = 2.31928

P-Value = 0.0203795

Z score for kurtosis = 2.51659

P-Value = 0.0118495



Procedure Summary

Data variable: pumanque

22 values ranging from 0.1 to 2.4

Fitted normal distribution:

mean = 0.890909

standard deviation = 0.588711

Tests for Normality for pumanque

Too few observations to conduct chi-square test.

Shapiro-Wilks W statistic = 0.942635

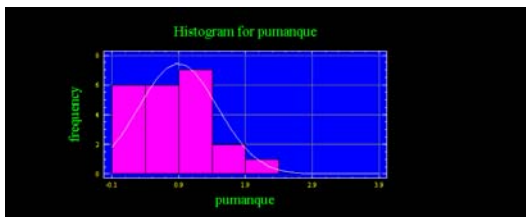
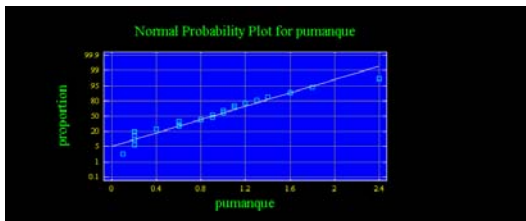
P-Value = 0.222771

Z score for skewness = 1.04936

P-Value = 0.294013

Z score for kurtosis = 0.763521

P-Value = 0.445151



Procedure Summary

Data variable: LaRosa

24 values ranging from 0.1 to 6.0

Fitted normal distribution:

mean = 1.16667

standard deviation = 1.27063

Tests for Normality for LaRosa

Too few observations to conduct chi-square test.

Shapiro-Wilks W statistic = 0.736699

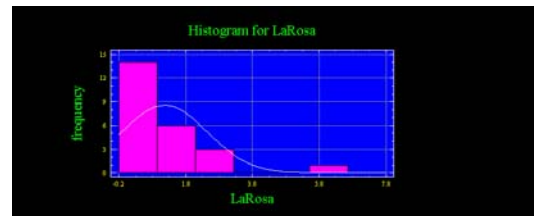
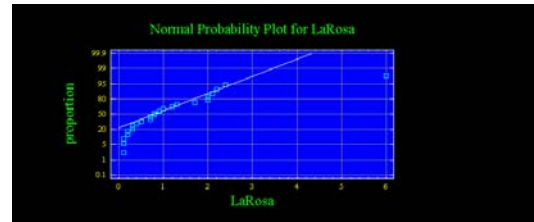
P-Value = 0.0000124085

Z score for skewness = 2.934

P-Value = 0.00334642

Z score for kurtosis = 3.7439

P-Value = 0.000181241



Procedure Summary

Data variable: hidango

21 values ranging from 0.08 to 7.2

Fitted normal distribution:

mean = 1.79905

standard deviation = 1.89405

Tests for Normality for hidango

Too few observations to conduct chi-square test.

Shapiro-Wilks W statistic = 0.828395

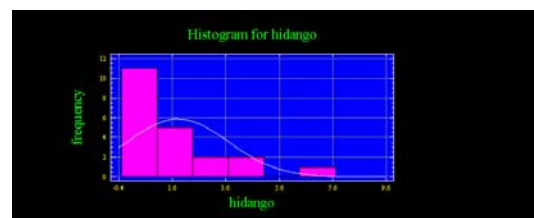
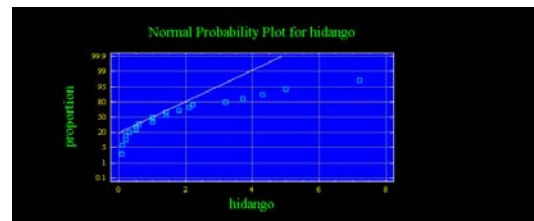
P-Value = 0.00128862

Z score for skewness = 1.95878

P-Value = 0.0501387

Z score for kurtosis = 1.76558

P-Value = 0.0774655



8. TEST DE NORMALIDAD PARA INTENSIDADES DE 24 HORAS.

Procedure Summary

Data variable: chequen

37 values ranging from 0.03 to 2.4

Fitted normal distribution:

mean = 0.479189

standard deviation = 0.53476

Tests for Normality for chequen

Computed Chi-Square goodness-of-fit statistic = 68.9459

P-Value = 1.25414E-9

Shapiro-Wilks W statistic = 0.714902

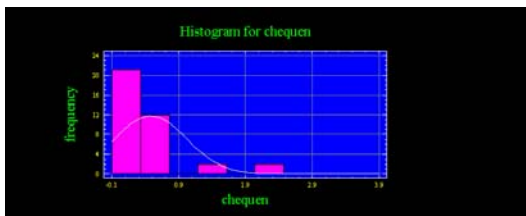
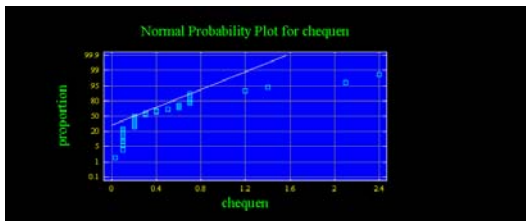
P-Value = 1.49298E-8

Z score for skewness = 3.12277

P-Value = 0.00179173

Z score for kurtosis = 3.39297

P-Value = 0.000691505



Procedure Summary

Data variable: name

35 values ranging from 0.008 to 3.5

Fitted normal distribution:

mean = 0.645943

standard deviation = 0.759191

Tests for Normality for name

Computed Chi-Square goodness-of-fit statistic = 50.4857

P-Value = 0.00000246037

Shapiro-Wilks W statistic = 0.740389

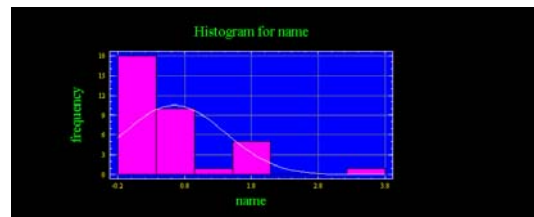
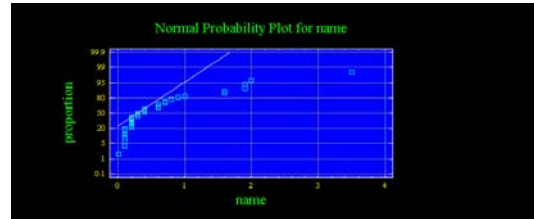
P-Value = 1.71751E-7

Z score for skewness = 2.91468

P-Value = 0.00356071

Z score for kurtosis = 3.18855

P-Value = 0.00142999



Procedure Summary

Data variable: parron

24 values ranging from 0.1 to 6.5

Fitted normal distribution:

mean = 1.10833

standard deviation = 1.36252

Tests for Normality for parron

Too few observations to conduct chi-square test.

Shapiro-Wilks W statistic = 0.672772

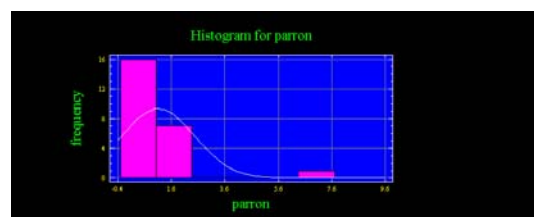
P-Value = 0.0000011287

Z score for skewness = 3.15785

P-Value = 0.00158951

Z score for kurtosis = 4.02766

P-Value = 0.0000563627



Procedure Summary

Data variable: botacura

23 values ranging from 0.04 to 2.0

Fitted normal distribution:

mean = 0.613043

standard deviation = 0.489958

Tests for Normality for botacura

Too few observations to conduct chi-square test.

Shapiro-Wilks W statistic = 0.852659

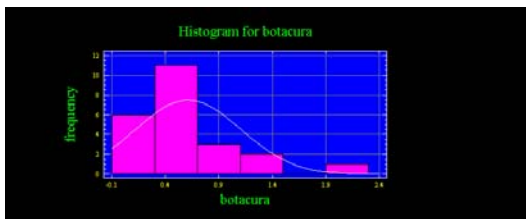
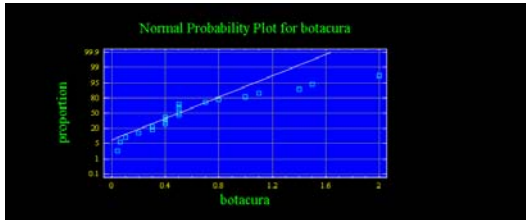
P-Value = 0.00235676

Z score for skewness = 1.9241

P-Value = 0.0543422

Z score for kurtosis = 1.70109

P-Value = 0.0889258



Procedure Summary

Data variable: llanillos

38 values ranging from 0.04 to 3.0

Fitted normal distribution:

mean = 0.661579

standard deviation = 0.711289

Tests for Normality for llanillos

Computed Chi-Square goodness-of-fit statistic = 63.8947

P-Value = 1.04599E-8

Shapiro-Wilks W statistic = 0.777225

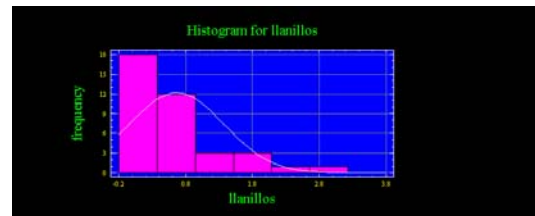
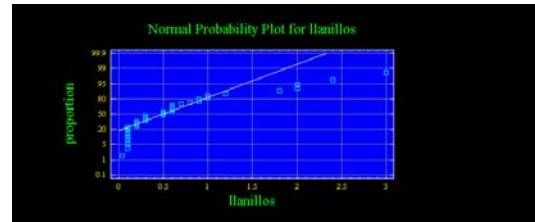
P-Value = 3.81552E-7

Z score for skewness = 2.67569

P-Value = 0.00745769

Z score for kurtosis = 2.45484

P-Value = 0.0140948



Procedure Summary

Data variable: paredones

27 values ranging from 0.04 to 2.0

Fitted normal distribution:

mean = 0.585926

standard deviation = 0.498021

Tests for Normality for paredones

Too few observations to conduct chi-square test.

Shapiro-Wilks W statistic = 0.876335

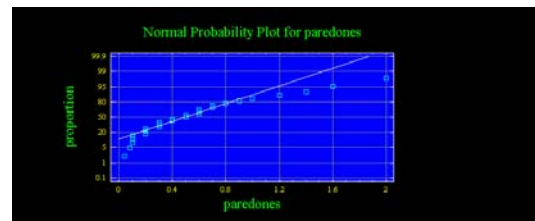
P-Value = 0.003618

Z score for skewness = 1.89712

P-Value = 0.0578112

Z score for kurtosis = 1.50893

P-Value = 0.131317



Procedure Summary

Data variable: pumanque

22 values ranging from 0.09 to 2.0

Fitted normal distribution:

mean = 0.581364

standard deviation = 0.513738

Tests for Normality for pumanque

Too few observations to conduct chi-square test.

Shapiro-Wilks W statistic = 0.83388

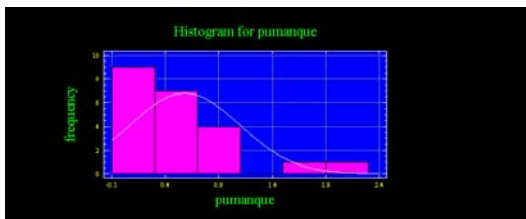
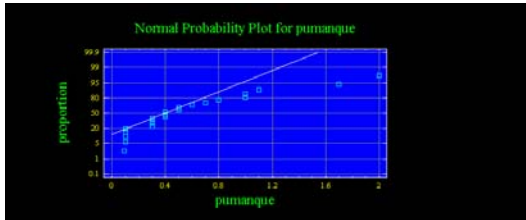
P-Value = 0.00126001

Z score for skewness = 1.97281

P-Value = 0.0485173

Z score for kurtosis = 1.7842

P-Value = 0.0743915



Procedure Summary

Data variable: LaRosa

24 values ranging from 0.03 to 3.4

Fitted normal distribution:

mean = 0.722083

standard deviation = 0.781782

Tests for Normality for LaRosa

Too few observations to conduct chi-square test.

Shapiro-Wilks W statistic = 0.783929

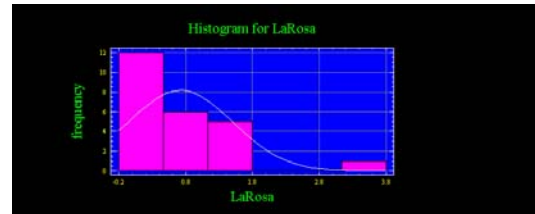
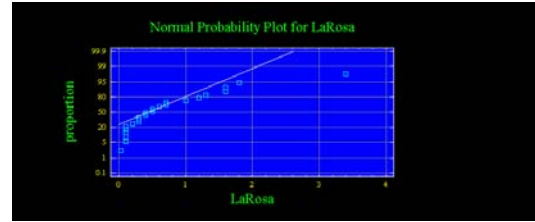
P-Value = 0.0000855448

Z score for skewness = 2.50423

P-Value = 0.0122718

Z score for kurtosis = 2.9454

P-Value = 0.00322548



Procedure Summary

Data variable: hidango

21 values ranging from 0.04 to 4.1

Fitted normal distribution:

mean = 1.12762

standard deviation = 1.22722

Tests for Normality for hidango

Too few observations to conduct chi-square test.

Shapiro-Wilks W statistic = 0.812582

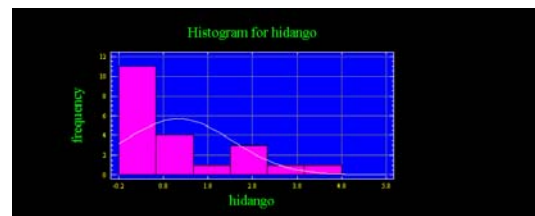
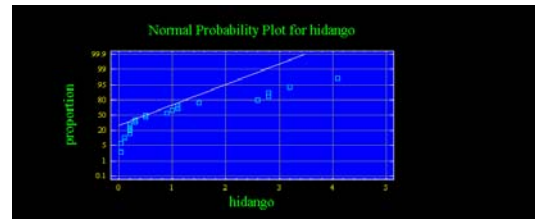
P-Value = 0.000665607

Z score for skewness = 1.59389

P-Value = 0.110961

Z score for kurtosis = 0.450167

P-Value = 0.652587



9. TEST DE NORMALIDAD PARA INTENSIDADES DE 48 HORAS.

Procedure Summary

Data variable: chequen

38 values ranging from 0.02 to 1.7

Fitted normal distribution:

mean = 0.309474

standard deviation = 0.345104

Tests for Normality for chequen

Computed Chi-Square goodness-of-fit statistic = 88.3158

P-Value = 0.0

Shapiro-Wilks W statistic = 0.703429

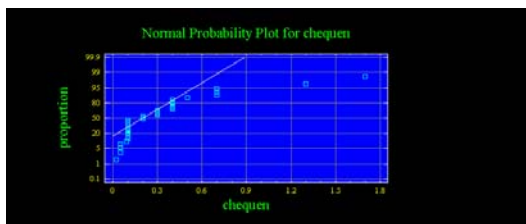
P-Value = 4.42486E-9

Z score for skewness = 3.36674

P-Value = 0.000760734

Z score for kurtosis = 3.88027

P-Value = 0.000104381



Procedure Summary

Data variable: name

36 values ranging from 0.004 to 3.1

Fitted normal distribution:

mean = 0.4465

standard deviation = 0.614596

Tests for Normality for name

Computed Chi-Square goodness-of-fit statistic = 69.7778

P-Value = 8.81966E-10

Shapiro-Wilks W statistic = 0.656833

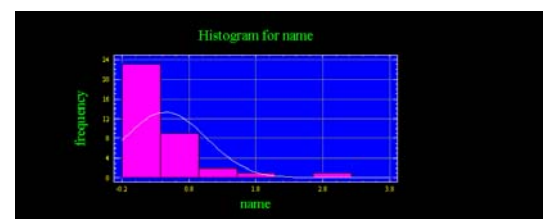
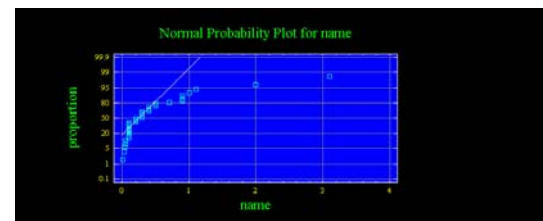
P-Value = 1.22794E-9

Z score for skewness = 3.58602

P-Value = 0.000335839

Z score for kurtosis = 4.2503

P-Value = 0.0000213631



Procedure Summary

Data variable: parron

23 values ranging from 0.03 to 6.4

Fitted normal distribution:

mean = 0.714348

standard deviation = 1.30147

Tests for Normality for parron

Too few observations to conduct chi-square test.

Shapiro-Wilks W statistic = 0.468228

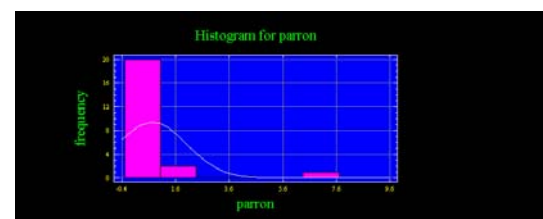
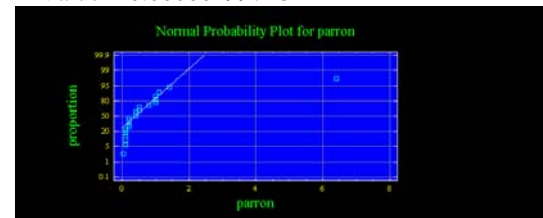
P-Value = 2.99698E-9

Z score for skewness = 3.8003

P-Value = 0.000144567

Z score for kurtosis = 4.75393

P-Value = 0.00000199748



Procedure Summary

Data variable: botacura

22 values ranging from 0.03 to 2.0

Fitted normal distribution:

mean = 0.391818

standard deviation = 0.423001

Tests for Normality for botacura

Too few observations to conduct chi-square test.

Shapiro-Wilks W statistic = 0.687605

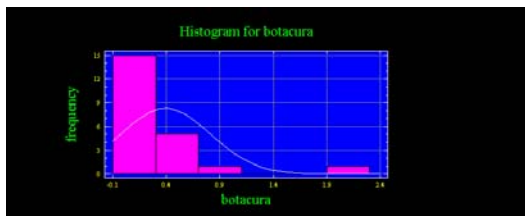
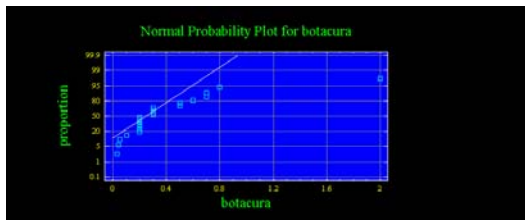
P-Value = 0.0000041578

Z score for skewness = 3.05443

P-Value = 0.00225505

Z score for kurtosis = 3.89367

P-Value = 0.0000987796



Procedure Summary

Data variable: llanillos

39 values ranging from 0.02 to 2.0

Fitted normal distribution:

mean = 0.396154

standard deviation = 0.466367

Tests for Normality for llanillos

Computed Chi-Square goodness-of-fit statistic = 53.8462

P-Value = 0.00000136478

Shapiro-Wilks W statistic = 0.740433

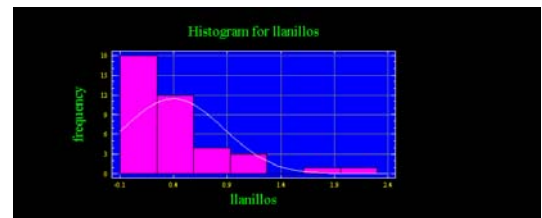
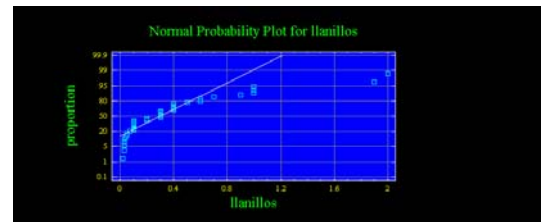
P-Value = 2.3256E-8

Z score for skewness = 3.0527

P-Value = 0.00226807

Z score for kurtosis = 3.25128

P-Value = 0.00114897



Procedure Summary

Data variable: paredones

27 values ranging from 0.03 to 1.5

Fitted normal distribution:

mean = 0.330741

standard deviation = 0.334594

Tests for Normality for paredones

Too few observations to conduct chi-square test.

Shapiro-Wilks W statistic = 0.78342

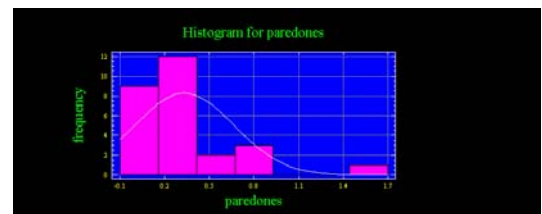
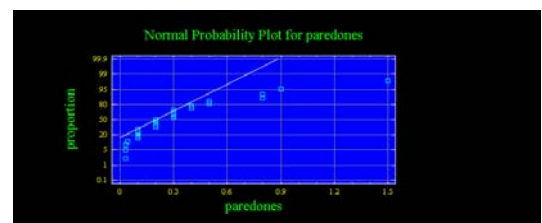
P-Value = 0.0000345015

Z score for skewness = 2.6176

P-Value = 0.00885517

Z score for kurtosis = 2.98763

P-Value = 0.0028116



Procedure Summary

Data variable: pumanque

21 values ranging from 0.03 to 1.1

Fitted normal distribution:

mean = 0.322381

standard deviation = 0.285042

Tests for Normality for pumanque

Too few observations to conduct chi-square test.

Shapiro-Wilks W statistic = 0.809156

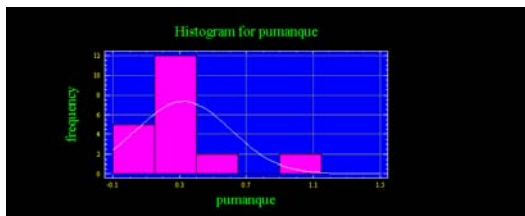
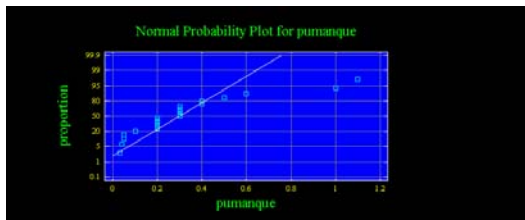
P-Value = 0.00057819

Z score for skewness = 2.11164

P-Value = 0.0347169

Z score for kurtosis = 2.10941

P-Value = 0.0349086



Procedure Summary

Data variable: LaRosa

24 values ranging from 0.02 to 2.5

Fitted normal distribution:

mean = 0.49

standard deviation = 0.563583

Tests for Normality for LaRosa

Too few observations to conduct chi-square test.

Shapiro-Wilks W statistic = 0.75545

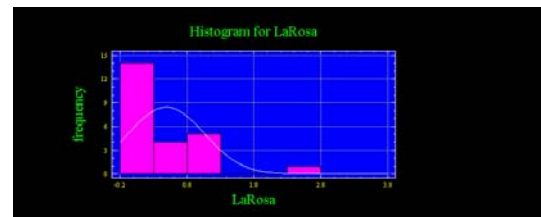
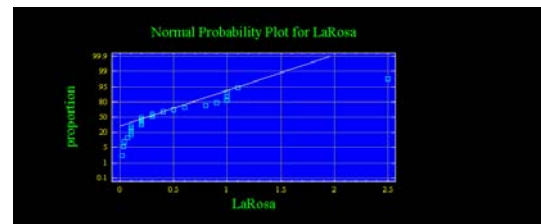
P-Value = 0.0000262331

Z score for skewness = 2.63376

P-Value = 0.0084446

Z score for kurtosis = 3.23939

P-Value = 0.00119797



Procedure Summary

Data variable: hidango

20 values ranging from 0.02 to 3.2

Fitted normal distribution:

mean = 0.6725

standard deviation = 0.806427

Tests for Normality for hidango

Too few observations to conduct chi-square test.

Shapiro-Wilks W statistic = 0.765657

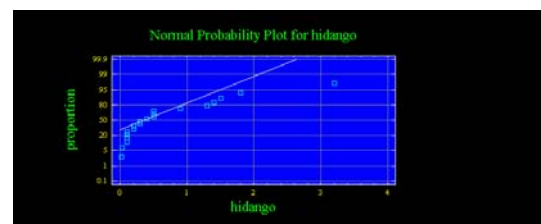
P-Value = 0.000142185

Z score for skewness = 2.29352

P-Value = 0.0218182

Z score for kurtosis = 2.56577

P-Value = 0.0102948



APÉNDICE III

**TEST DE RANGOS MÚLTIPLES PARA
DURACIONES DE 0,5; 1 Y 2 HORAS.**

10. TESTS DE RANGOS MULTIPLES 0,5 HORAS.

Method: 95.0 percent LSD

	Count	Mean	Homogeneous Groups
chequen	37	4.16216	X
pumanque	22	4.52727	X
paredones	27	4.91852	XX
name	35	5.12	XX
botacura	23	5.21739	XXX
LaRosa	24	5.58333	XXX
llanillos	38	5.63158	XXX
hidango	21	7.44762	XX
parron	24	7.61667	X

Contrast	Difference	+/- Limits
chequen - name	-0.957838	2.15608
chequen - parron	*-3.4545	2.39658
chequen - botacura	-1.05523	2.42798
chequen - llanillos	-1.46942	2.11189
chequen - paredones	-0.756356	2.31442
chequen - pumanque	-0.365111	2.46177
chequen - LaRosa	-1.42117	2.39658
chequen - hidango	*-3.28546	2.49826
name - parron	*-2.49667	2.42337
name - botacura	-0.0973913	2.45443
name - llanillos	-0.511579	2.14225
name - paredones	0.201481	2.34215
name - pumanque	0.592727	2.48786
name - LaRosa	-0.463333	2.42337
name - hidango	-2.32762	2.52397
parron - botacura	2.39928	2.66817
parron - llanillos	1.98509	2.38414
parron - paredones	*2.69815	2.56526
parron - pumanque	*3.08939	2.69896
parron - LaRosa	2.03333	2.63963
parron - hidango	0.169048	2.73228
botacura - llanillos	-0.414188	2.4157
botacura - paredones	0.298873	2.59462
botacura - pumanque	0.690119	2.72687
botacura - LaRosa	-0.365942	2.66817
botacura - hidango	-2.23023	2.75986
llanillos - paredones	0.71306	2.30153
llanillos - pumanque	1.10431	2.44966
llanillos - LaRosa	0.0482456	2.38414
llanillos - hidango	-1.81604	2.48633
paredones - pumanque	0.391246	2.62627
paredones - LaRosa	-0.664815	2.56526
paredones - hidango	-2.5291	2.6605
pumanque - LaRosa	-1.05606	2.69896
pumanque - hidango	*-2.92035	2.78964
LaRosa - hidango	-1.86429	2.73228

* denotes a statistically significant difference.

11. TESTS DE RANGOS MULTIPLES 1 HORA.

Method: 95.0 percent LSD

	Count	Mean	Homogeneous Groups
chequen	37	3.04054	X
pumanque	22	3.4	XX
name	35	3.97714	XX
botacura	23	4.03478	XX
paredones	27	4.05185	XX
LaRosa	24	4.2	XX
llanillos	38	4.2	XX
hidango	21	5.49524	XX
parron	24	6.25833	X

Contrast	Difference	+/- Limits
chequen - name	-0.936602	1.66418
chequen - parron	*-3.21779	1.84981
chequen - botacura	-0.994242	1.87405
chequen - llanillos	-1.15946	1.63007
chequen - paredones	-1.01131	1.78639
chequen - pumanque	-0.359459	1.90013
chequen - LaRosa	-1.15946	1.84981
chequen - hidango	*-2.4547	1.92829
name - parron	*-2.28119	1.87049
name - botacura	-0.0576398	1.89446
name - llanillos	-0.222857	1.6535
name - paredones	-0.074709	1.8078
name - pumanque	0.577143	1.92027
name - LaRosa	-0.222857	1.87049
name - hidango	-1.5181	1.94814
parron - botacura	*2.22355	2.05944
parron - llanillos	*2.05833	1.84021
parron - paredones	*2.20648	1.98001
parron - pumanque	*2.85833	2.0832
parron - LaRosa	*2.05833	2.03741
parron - hidango	0.763095	2.10892
botacura - llanillos	-0.165217	1.86457
botacura - paredones	-0.0170692	2.00267
botacura - pumanque	0.634783	2.10475
botacura - LaRosa	-0.165217	2.05944
botacura - hidango	-1.46046	2.13021
llanillos - paredones	0.148148	1.77645
llanillos - pumanque	0.8	1.89078
llanillos - LaRosa	0.0	1.84021
llanillos - hidango	-1.29524	1.91908
paredones - pumanque	0.651852	2.0271
paredones - LaRosa	-0.148148	1.98001
paredones - hidango	-1.44339	2.05352
pumanque - LaRosa	-0.8	2.0832
pumanque - hidango	-2.09524	2.15319
LaRosa - hidango	-1.29524	2.10892

1. * denotes a statistically significant difference.

12. TESTS DE RANGOS MULTIPLES 2 HORAS.

Method: 95.0 percent LSD

	Count	Mean	Homogeneous Groups
chequen	37	2.15946	X
pumanque	22	2.72273	XX
botacura	23	2.81304	XX
name	35	2.93143	XX
paredones	27	2.95185	XX
llanillos	38	3.03947	XX
LaRosa	24	3.1	XXX
hidango	21	4.07619	XX
parron	24	4.575	X

Contrast	Difference	+/- Limits
chequen - name	-0.771969	1.24058
chequen - parron	*-2.41554	1.37896
chequen - botacura	-0.653584	1.39702
chequen - llanillos	-0.880014	1.21515
chequen - paredones	-0.792392	1.33168
chequen - pumanque	-0.563268	1.41647
chequen - LaRosa	-0.940541	1.37896
chequen - hidango	*-1.91673	1.43746
name - parron	*-1.64357	1.39437
name - botacura	0.118385	1.41224
name - llanillos	-0.108045	1.23262
name - paredones	-0.0204233	1.34764
name - pumanque	0.208701	1.43148
name - LaRosa	-0.168571	1.39437
name - hidango	-1.14476	1.45226
parron - botacura	*1.76196	1.53523
parron - llanillos	*1.53553	1.3718
parron - paredones	*1.62315	1.47602
parron - pumanque	*1.85227	1.55294
parron - LaRosa	1.475	1.51881
parron - hidango	0.49881	1.57211
botacura - llanillos	-0.22643	1.38996
botacura - paredones	-0.138808	1.49291
botacura - pumanque	0.0903162	1.569
botacura - LaRosa	-0.286957	1.53523
botacura - hidango	-1.26315	1.58798
llanillos - paredones	0.0876218	1.32427
llanillos - pumanque	0.316746	1.4095
llanillos - LaRosa	-0.0605263	1.3718
llanillos - hidango	-1.03672	1.4306
paredones - pumanque	0.229125	1.51112
paredones - LaRosa	-0.148148	1.47602
paredones - hidango	-1.12434	1.53081
pumanque - LaRosa	-0.377273	1.55294
pumanque - hidango	-1.35346	1.60512
LaRosa - hidango	-0.97619	1.57211

* denotes a statistically significant difference.